Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 10 (1908-1909)
Heft: 2

Artikel: IIIe partie, Tectonique : descriptions régionales
Autor: [s.n.]
Kapitel: Plateau molassique
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156866

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: 16.12.2025

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

M. Arn. Heim (**68**) a décrit récemment une klippe de terrains préalpins reposant sur le Flysch, dont on ne connaissait jusqu'ici qu'une petite partie, le Berglittenstein. Cette klippe, qui est située dans la vallée du Rhin au N de l'Alvier et a une longueur d'un kilomètre et demi sur une largeur de 200 à 300 m., forme la crête du Grabserberg et peut être désignée comme **Klippe de Grabs**. Ses éléments constituants sont des calcaires divers en général dépourvus de fossiles et par conséquent impossibles à déterminer stratigraphiquement avec certitude. M. Heim y a pourtant reconnu un calcaire tithonique du faciès préalpin incontestable, qui contient des Bélemnites et *Calpionella alpina* Lor. et des Couches rouges très caractéristiques avec *Globigerina bulloïdes* d'Orb. et *Pulvinula tricarinata* Quereau. Tectoniquement ces formations préalpines paraissent être recourbées en synclinal, elles montrent plusieurs complications, qu'il est difficile de préciser à cause de l'insuffisance des affleurements.

La klippe de Grabs représente sans aucun doute un lambeau de recouvrement superposé au Flysch ; ce lambeau ne peut pas être en relation avec un chevauchement de l'Alvier sur les Churfisten, comme l'a admis M. Rothpletz, d'abord parce que les faciès de la klippe ne se retrouvent ni à l'Alvier, ni dans aucune autre chaîne helvétique, ensuite parce que le chevauchement de l'Alvier supposé par M. Rothpletz n'existe pas en réalité. Le rapprochement de la klippe de Grabs avec la nappe des Préalpes s'impose par contre, à cause de la présence dans la première du calcaire tithonique (calcaire de Châtel) et des Couches rouges, qui forment deux des éléments les plus typiques de la seconde. En outre des grès micacés, qui s'associent au Tithonique dans la klippe de Grabs, ressemblent exactement à des dépôts du Malm inférieur du Buochserhorn et du Stanserhorn.

Plateau molassique

M. O. Herbordt (**105**) a levé la carte géologique au $^1/_{25000}$ des deux rives du lac de Zurich au S et au N de *Rapperswil* et l'a publiée avec un bref commentaire.

Dans ce dernier l'auteur décrit en détail les formations molassiques de son territoire dans lesquelles il distingue les niveaux suivants :

1° Des marnes bigarrées sans fossiles qui semblent appartenir encore à l'Aquitanien ;

2° Un complexe formé de marnes, de grès durs composés

essentiellement de quartz et de feldspath avec du mica (grès granitiques) et de nagelfluh polygénique riche en quartzites, en granites divers, en porphyres, en gneiss, etc. Ces couches doivent rentrer dans le Miocène inférieur ;

3° Des grès durs formés surtout de grains fins de quartz et de paillettes de biotite chloritisée, désignés sous le nom de grès de Bäch, qui contiennent *Cardium commune*, *Anomia ephippium*, *Pinna Brocchii*, *Perna Soldani* et doivent être parallélisés avec la molasse de Lucerne et de Saint-Gall (Burdigalien). Vers le NE ces grès passent à des poudingues;

4° Des grès tendres à ciment marno-calcaire, associés à des marnes et à des conglomérats qui contiennent des Turritelles et des huîtres et qui correspondent au Vindobonien ;

5° Un complexe de nagelfluh et de grès tendres, dans lequel s'intercalent par places un banc de calcaire d'eau douce ou des brèches calcaires (Hüllesteiner Nagelfluh = Appenzeller-Granit) et qui contient soit des débris végétaux, soit des mollusques terrestres. Ces formations, qui ne sont bien développées qu'au N de Rapperswil, appartiennent à la Molasse d'eau douce supérieure ou au Sarmatien.

Le territoire étudié au S du lac de Zurich est constitué essentiellement par les trois termes inférieurs de cette série qui sont repliés en trois anticlinaux. Le premier de ces plis coupe le Spreitenbach près de Neuschwendi et se continue dans la direction du SW sur Mühlebachsegg ; ses deux jambages, formés de marnes et de grès, sont fortement inclinés. Il est bordé au N par un synclinal très dissymétrique avec un jambage méridional presque vertical, même renversé dans la direction de l'E. A 2 km. plus au N passe un second anticlinal, dont l'axe se suit depuis les hauteurs de St. Johann jusqu'à la Teufelsbrücke dans la vallée de la Sihl et dont le jambage septentrional forme le Hohe Etzel ; les couches qui affleurent suivant cette zone montrent des plongements accentués variant de 50 à 80° et appartiennent à l'Aquitanien et au Burdigalien inférieur. Enfin le troisième anticlinal commence au bord du lac un peu au NW de Lidwil et passe près de Feusisberg ; il est composé des mêmes formations que les précédents et possède lui aussi des jambages fortement redressés ; du côté du N pourtant le plongement s'atténue rapidement et ainsi s'établit la liaison avec la région de la Molasse horizontale.

La région qui s'étend au N du lac est constituée essentiellement par les deux termes supérieurs de la série précitée, les grès de Bäch n'apparaissant que sur la ligne Rapperswil-

Jona. Les formations molassiques n'y sont que faiblement ondulées et les détails de la topographie y sont déterminées surtout par les alternances de poudingues et de grès tendres ou de marnes. Les calcaires d'eau douce y sont bien développés dans les environs de Hombrechtikon, d'Unter Wolfhausen et du Egelsee, suivant une zone dirigée du SW au NE et qui correspond à peu près au fond d'un large synclinal. Une ondulation anticlinale passe un peu plus au NW par le Herrenholz et Herrgass. Enfin une zone de granites d'Appenzell (poudingue calcaire) s'étend depuis l'Iona au S de Rüti jusqu'au bord du lac à l'E de Feldbach.

Passant à la description des formations pléistocènes, M. Herbordt décrit d'abord la grande moraine latérale du glacier de la Linth qui se suit depuis les hauteurs d'Eschenmooswald (980 m.), par le versant N de l'Etzel, jusqu'au-dessus de Feusisberg (850 m.), pour se continuer en dehors du territoire de la carte jusgue près de Zurich. Il cite d'autre part de petits talus morainiques qui, au N du lac, ferment au N le bassin du Lützelsee. Parmi les éléments constituants de ces moraines on ne trouve pour ainsi dire que des calcaires suprajurassiques ou crétaciques et des grès éocènes des Alpes glaronnaises ; l'auteur n'y a rencontré en fait de roches cristallines que deux blocs de gneiss, qui se rapportent à des roches existant dans le bassin de la Linth et en conclut qu'on ne trouve dans la région qu'il a étudiée aucun apport attribuable au glacier de la Reuss.

Quant aux moraines de fond elles sont surtout développées au S de l'Etzel, où elles ont été fortement remaniées par des glissements de terrain et autour de l'embouchure de l'Iona.

La presqu'île de Hurden et la terrasse de Breiten, à laquelle elle se rattache au S, doivent être considérées comme le reste d'un delta fluvio-glaciaire formé devant une moraine frontale, dont il subsiste une partie au S de Rapperswil et le long du talus sous-lacustre Rapperswil-Hurden. Ces dépôts se sont évidemment accumulés pendant la phase de retrait de la glaciation de Würm dans un lac de Zurich dont le niveau devait se trouver à 425 m. D'autres formations semblables existent à Freienbach, puis plus à l'E vers Mühlebach et à l'E de Jona.

Dans le bassin de la Sihl, M. Herbordt signale deux lambeaux d'alluvions fluvio-glaciaires, qui ont dû se déposer devant le front du glacier de la Sihl pendant la glaciation de Würm ; l'un se trouve dans le fond de la vallée à Burg

(887 m.), l'autre sur le versant SW de l'Etzel à 950 m. d'altitude.

L'auteur fournit ensuite quelques renseignements sur les tourbières situées dans le territoire de sa carte, soit celles de Schwantenau et de Grundegg dans le bassin de la Sihl, celles de Seeweid, de Lütikerried, de Krähenried au NW de Rapperswyl, qui occupent le fond de dépressions tapissées de moraines, celles de la petite vallée de Lehnhof bordées par des crêtes molassiques et enfin les marais tourbeux qui bordent le lac entre Freienbach et Hurden, ainsi qu'entre Schirmensee et Feldbach. Puis, après avoir réuni quelques données sur l'activité des torrents et la répartition des sources, M. Herbordt termine son travail par une discussion sur la formation de la vallée du lac de Zurich. Il rappelle que les deux versants de celle-ci sont étagés en un système de sept terrasses, comme l'a déjà indiqué M. Æppli et il se rallie absolument à l'interprétation donnée par cet auteur puis contestée par M. Brückener, d'après laquelle ces terrasses sont tout à fait indépendantes du plongement des couches molassiques, qu'elles coupent suivant des angles très divers. Pour lui ces terrasses correspondent chacune à un ancien fond de vallée et leur relèvement anormal vers l'aval, observé par MM. Heim et Æppli, est dû, sans aucun doute, au bombement pléistocène d'un anticlinal, dirigé de l'WSW à l'ENE et passant par Kalkofen, la presqu'île de Au et Männedorf. La surface de ces terrasses a été, il est vrai, profondément modifiée dans la suite par le ruissellement, qui a fait ressortir sous forme de crêtes les bancs de grès durs et de nagelfluh, ceci plus particulièrement dans la région aux couches redressées. Quant à l'origine même du lac, M. Herbordt ne peut admettre l'explication de M. Rothpletz, qui fait intervenir une grande fracture, ni celle de MM. Penck et Brückner qui attribue le creusement du bassin lacustre à l'action du glacier de la Linth. Il oppose à cette dernière manière de voir le fait de la présence répétée sous la moraine d'alluvions qui ne portent aucune trace de l'action du glacier, puis l'existence d'îlots molassiques au milieu même de la vallée, enfin et surtout la forme étagée des versants qui implique une action essentiellement fluviale. Il se rallie par contre à l'explication donnée par M. Heim d'un bassin lacustre formé d'une part par un affaissement important des Alpes et de la région interne du plateau molassique, de l'autre par l'accumulation dans la région de Zurich des moraines frontales du glacier de la Linth et du cône de déjection de la Sihl.

M. Herbordt se rallie également en tous points aux idées bien connues de M. Heim sur l'histoire de la vallée de la Sihl; quant à la vallée de l'Iona, il faut faire intervenir dans son évolution d'abord la phase de dislocation pléïstocène, qui a causé la formation du lac de Zurich et qui paraît correspondre à la première période interglaciaire. Cette dislocation a en effet réduit à presque rien l'inclinaison au N de la vallée supérieure de la Tœss, en sorte qu'il a suffi d'un dépôt morainique laissé par la glaciation suivante dans la région de Ried pour rejeter au S les eaux de ce tronçon. Pendant la 3e glaciation une abondante quantité de graviers fluvio-glaciaires s'est déposée autour de Rüti et en amont. Quant au cours inférieur de l'Iona, qui serpente dans un paysage molassique côtelé de crêtes de Nagelfluh, il est de date récente.

J'ai cité l'an dernier la carte géologique au 1 : 25000 des environs de Wiesendangen qu'a publiée M. J. Weber, ainsi que le bref commentaire que cet auteur en a donné. Ce commentaire a été reproduit en 1907 sans détails nouveaux (**111**).

M. J. Hug (**106**) a terminé en 1907 son étude monographique des **bords du Rhin entre Kaiserstuhl et Schaffhouse**.

Son travail commence par la description stratigraphique des formations qui constituent cette région, et dont les plus anciennes appartiennent au Jurassique supérieur. Aux environs de Kaiserstuhl affleurent en effet les calcaires siliceux de Wettingen (Kimmeridgien sup.), et le Portlandien susjacent apparaît depuis là jusque dans la région de Schaffhouse sous forme de calcaires plaquetés, dont la surface corrodée porte une couche plus ou moins épaisse de bolus sidérolithiques éocènes.

La série molassique commence aux environs de Schaffhouse et d'Eglisau par les grès tendres et les marnes de la Molasse d'eau douce inférieure. La Molasse marine comprend dans la vallée inférieure de la Thur des grès gris et verdâtres à *Cardium commune* (Burdigalien) et, au-dessus, un gros banc de Nagelfluh à *Ostrea crassissima* (Vindobonien). Plus au N, au Kohlfirst et près de Benken, les couches à Card. commune manquent et la Molasse d'eau douce inférieure est directement surmontée par des grès formés en partie de quartz presque pur (Glassande) qui montrent une stratification de delta typique et correspondent au niveau du Vindobonien. Ces couches sont surmontées en discordance et suivant une surface ravinée par des sables quartzeux, qui

contiennent à la base des fossiles marins, vers le haut des Helix (*H. turonensis*, *H. liguriana*) et dans lesquels s'intercalent des bancs de galets ; ces formations marquent un dernier mouvement transgressif de la mer helvétienne.

La Molasse d'eau douce supérieure, qui couronne la série tertiaire, se compose comme d'habitude essentiellement de grès tendres rognonneux et de marnes, et contient des interstratifications peu importantes de calcaire d'eau douce et des lignites qui ont été exploités en divers endroits. D'assez nombreux restes de Vertebrés se trouvent dans ce complexe : *Testudo vitodurina*, *Test. Escheri*, *Sus latidens*, *Rhinoc. incisivus*, *Mastodon angustidens*, etc...

La plus grande partie du travail de M. Hug est consacrée à l'étude des formations pléïstocènes et de l'origine du modelé actuel. L'auteur décrit d'abord les 2 niveaux du Deckenschotter, bien distincts soit par leur altitude, soit par la composition de leurs alluvions, le Deckenschotter ancien couronnant l'Irchel, la Hochwacht (630-671 m.), le Hebelstein (620-654 m.), le Forrenirchel (650-677 m.), la Steig (660-684 m.) et se retrouvant d'une part au Neuhauserwald, de l'autre au Stadlerberg et au Haggenberg au-dessus de Weyach, le Deckenschotter inférieur formant le sommet du Rheinsberg entre 530-537 m. La présence de gros blocs dans les alluvions de l'Irchel indique que ces dépôts fluvioglaciaires ont dû se former à une faible distance des moraines frontales.

Le Deckenschotter inférieur est bien développé au S de la gare d'Eglisau ainsi qu'au Emperg près de Weyach et présente dans ces 2 territoires eette particularité qu'il est étagé en plusieurs terrasses inclinées faiblement vers le N. Cette disposition semble ne pouvoir s'expliquer que par un tassement suivant plusieurs fractures dirigées parallèlement de l'ENE à l'WSW ; du reste des failles du même genre, mais dirigées du NNE au SSW, coupent le Deckenschotter au Hagenberg, au Sangenberg et au Hiltenberg, et toutes ces dislocations doivent s'être produites pendant la deuxième période interglaciaire.

Le Deckenschotter inférieur existe d'autre part dans la région de Schaffhouse au Kohlfirst (530-570 m.) et au Stammheimerberg (600-625 m.), puis au Asenberg sur Neunkirch (470-510 m.) et au Rechberg sur Griessen (440-470 m.). Il est certain qu'entre le dépôt des 2 niveaux du Deckenschotter est intervenue une longue phase d'érosion interglaciaire, pendant laquelle de larges vallées ont été creusées dans la plaine du Deckenschotter supérieur jusqu'à une profondeur de 110-

140 m. Trois de ces vallées devaient passer, l'une par le bassin inférieur de la Glatt, la seconde par le bassin inférieur de la Thur, la troisième par la ligne Singen-Schaffhouse-Klettgau.

Les alluvions des Hautes Terrasses forment un vaste plateau au S de Glattfelden, au niveau de 450-460 m.; on en retrouve des lambeaux entre Glattfelden et Weyach, mais elles prennent surtout une immense extension sur le Rafzerfeld et de là jusqu'au plateau qui domine Kaiserstuhl au N; puis elles existent sur de grandes étendues dans le Klettgau méridional, tandis que plus au N elles forment une bordure élevée aux Basses Terrasses, en particulier à l'E de Neunkirch. L'épaisseur de ces alluvions paraît être partout considérable, car leur soubassement est partout au-dessous du niveau des Basses-Terrasses.

Les Hautes Terrasses cessent brusquement vers le SE avec la ligne des moraines frontales de Würm, qui se suit à peu près par Schaffhouse, Lottstetten, Rüdligen, Bülach, Stadel, Regensberg; à l'intérieur de cette ligne on n'en retrouve que des restes sporadiques, ce qui peut s'expliquer ou bien par une coïncidence approximative du front des 2 dernières glaciations, ou bien par une destruction de la Haute Terrasse par les glaciers de Würm.

Dans son étude des moraines de Riss M. Hug montre que, de la répartition de ces dépôts on peut conclure que le glacier de la Linth, renforcé par le bras occidental du glacier du Rhin, a non seulement couvert pendant l'avant dernière glaciation tout le canton de Zurich, mais s'est étendu au N sur le Rafzerfeld, d'où il a encore débordé sur le Klettgau occidental et a suivi d'autre part la vallée du Rhin vers l'aval bien au-delà de Kaiserstuhl. Pendant ce temps le glacier du Rhin venant du bassin de Constance a couvert tout le territoire au S du Randen et s'est avancé aussi jusque dans le Klettgau, où il a atteint les environs de Hallau. La répartition respectives de ces moraines de Riss et des alluvions des Hautes Terrasses montre clairement que ces dernières se sont déposées pendant une première phase de la glaciation qui a précédé un maximum.

A propos des formations interglaciaires, M. Hug commence par parler longuement d'un cours interglaciaire du Rhin signalé déjà par M. Meister. Cet ancien lit se retrouve assez facilement par la tranchée qu'il forme dans les roches en place (Malm et Molasse) et qui a été remplie par des alluvions dites du Rheinfall; on le suit depuis Renckthalen à l'E de Schaffhouse par Flurlingen jusqu'à Neuhausen; là il traverse le Rhin ac-

tuel en aval de la chute et passe un peu à l'E du fleuve jusqu'à Dachsen, puis il repasse sur la rive droite ; il recoupe le Rhin entre Rheinau et Marthalen pour suivre une direction presque rectiligne jusqu'à l'embouchure de la Thur, depuis laquelle il se continue vers l'WSW en passant au N de Rüdlingen et d'Eglisau. Depuis là il s'écarte peu du cours actuel du Rhin sans le suivre exactement ; il passe sur la rive gauche entre Herdern et Hohenthengen, puis de nouveau, après un court parcours sur la rive droite, dans les environs de Kaiserstuhl; il coupe le coude du Rhin près de Lienheim, puis repasse sur la rive gauche entre Melliken et Reckingen.

Les alluvions qui remplissent cet ancien lit diffèrent nettement par leur pauvreté en galets cristallins des Grisons des alluvions des Basses Terrasses, qui les recouvrent souvent, mais dont elles sont par places séparées par une couche de moraine. De plus elles montrent un degré de décomposition et de cimentation notablement plus avancé. Il faut donc admettre qu'elles appartiennent au système des Hautes Terrasses et datent par conséquent de la troisième période glaciaire, ce qui fait remonter le creusement du lit qu'elles comblent à la deuxième période interglaciaire. L'épaisseur de ces alluvions est partout considérable et leur base se trouve constamment au-dessous du niveau du Rhin; ceci nous prouve d'abord que le lit du Rhin a été plus bas pendant la deuxième période interglaciaire qu'à aucune autre époque, ensuite que cette période a été marquée par une érosion très particulièrement importante, puisque entre la surface du Deckenschotter inférieur et le fond du lit interglaciaire du Rhin il y a une dénivellation de 210 m. environ.

La vallée de la Thur paraît du reste aussi avoir été creusée au-dessous de son niveau actuel avant la glaciation de Riss ; on y voit en effet un système très développé de moraine de fond, caractérisée par sa nature essentiellement sableuse, qui repose sur la surface érodée d'alluvions anciennes jusqu'à un niveau inférieur au lit de la Thur, et qui supporte en discordance des alluvions et des moraines de la dernière glaciation. Il paraît bien probable que les moraines inférieures datent de la période de Riss et que le creusement qui a précédé leur dépôt s'est fait pendant la deuxième période interglaciaire.

Le cours inférieur de la Tœss, en aval de Pfungen, n'est en tous cas pas plus ancien que la dernière période interglaciaire. Quant à la vallée de la Glatt, on y voit, entre Glattfelden et Hochfelden, les moraines de la dernière glaciation

recouvrir des alluvions, dont la base se trouve au dessous du cours d'eau actuel et qui paraissent ne pouvoir être identifiées qu'avec les alluvions du Rheinfall.

L'ensemble de ces faits démontre clairement que, pendant la période interglaciaire Mindel-Riss, les vallées du Rhin, de la Thur et de la Glatt étaient déjà creusées jusqu'à un niveau plus bas que leur thalweg actuel, tandis que le tronçon inférieur de la vallée de la Tœss n'existait pas encore.

A propos de la période interglaciaire Riss-Würm, M. Hug fait remarquer que, tandis que dans le tuff de Flurlingen datant de cette époque on trouve, à côté de restes de *Rhinoceros Merckii*, les débris d'une flore forestière correspondant aux climats humides actuels, le lœss qui couvre la surface des Hautes Terrasses indique au contraire un climat sec de steppes ; il faut donc admettre pendant la durée de cette période une modification importante du climat, dont il est difficile de préciser le sens.

Les moraines externes de la dernière glaciation sont relativement peu marquées dans le territoire en question. L'auteur les a suivies depuis les flancs du Randen au NW de Thayngen par les environs du Schweizersbild, Hemmenthal, la bordure orientale du Klettgau, Lottstetten, la bordure orientale du Rafzerfeld, Rüdlingen, le flanc NE de l'Irchel, Rorbas, jusqu'à la vallée de la Glatt. Là elles deviennent beaucoup plus nettes et forment en particulier un grand arc frontal au N de Bülach ; plus à l'W elles dessinent un beau cirque en aval de Stadel, puis un autre en travers du Wehnthal à l'W de Steinmaur. L'on trouve par places des restes de moraines plus externes encore, qui correspondent à un maximum de courte durée.

Les Basses Terrasses sont reliées à ce système de moraines par des cônes de transition à surface inclinée ; elles couvrent de grandes surfaces dans le Klettgau, où elles sont enchassées dans les alluvions beaucoup plus épaisses des Hautes Terrasses ; de là leur surface s'élève vers l'E par Osterfingen (408 m.) jusqu'à Jestetten (440 m.) tandis qu'elle s'abaisse vers le SW jusqu'à Griessen (393 m.) et Lauchringen. Au Rafzerfeld on les voit de même s'abaisser lentement de l'E à l'W, pour se continuer jusqu'à Kaiserstuhl (380 m.).

La profonde coupure qui s'étend de Pfungen sur la Tœss à Eglisau a été évidemment formée par les eaux de fusion du bassin de la Tœss pendant la dernière glaciation ; puis les eaux du glacier du Rhin, débordant au S par dessus les moraines, ont creusé rapidement le tronçon Buchberg — em-

bouchure de la Tœss et ont déterminé ainsi le cours actuel du fleuve.

Au S du Rhin les eaux de fusion du glacier de la Linth ont accumulé pendant la période de Würm des alluvions sur une grande étendue au N de Bülach dans les directions de Glattfelden et d'Eglisau, dans les vallées de Windlach et de Stadel-Weyach, puis dans la vallée de la Surb depuis Schöfflisdorf jusqu'au débouché dans la vallée de l'Aar.

La moraine de fond de la dernière glaciation est particulièrement développée le long du Rhin, ainsi à Diesenhofen, vers la gare de Schlatt, à Flurlingen, à Neuhausen, aux environs d'Altenburg et de Rheinau.

Les roches erratiques qui sont mêlées dans cette région des moraines de Würm appartiennent à des types extraordinairement variés; dans le territoire occupé par le glacier du Rhin on trouve côte-à-côte les diverses roches cristallines des Grisons, les variétés nombreuses des schistes lustrés, le Verrucano sous ses multiples formes, les formations jurassiques-crétaciques des Hautes Alpes calcaires, puis la Seelaffe de la molasse des environs de Bregenz et les roches éruptives du Hegau. Dans la partie occupée par le glacier de la Linth-Rhin, les calcaires des Hautes Alpes calcaires, le Verrucano, le granite de Puntaiglas constituent les éléments les plus caractéristiques.

Pendant le retrait de la dernière glaciation, plusieurs stades d'arrêt peuvent être distingués. Le premier d'entre eux correspond à des moraines frontales du glacier du Rhin situées sur la ligne Herblingen-Altenburg, à partir de laquelle les eaux de fusion s'écoulaient vers l'W d'une part par le Klaffenthal et le Wangenthal, de l'autre par le Rafzerfeld et probablement aussi par la vallée du Rhin actuel. Puis le glacier a abandonné complètement la vallée de la Fulach jusqu'à Thayngen et ses eaux de fusion ont déposé des alluvions dans cette vallée à 460 m. près de Thayngen et 445 m. au S de Herblingen, puis à Schaffhouse (Munoth-Terrasse) et jusqu'à Altenburg (416 m.) et Lottstetten (413 m.); ces eaux ne traversaient plus alors ni le Wangenthal ni le Rafzerfeld. Mais ces 2 stades de retrait ont été séparés par une poussée en avant des glaciers marquée par des lambeaux de formations fluvioglaciaires et qui correspond à la «Laufenschwankung» de Penck et Brückner.

Lors d'un nouveau stade de retrait, les moraines frontales du glacier du Rhin se déposaient à l'E de Welchingen, près de Gottmalingen et près de Langwiesen et devant elles

se formaient les alluvions des thalwegs du Biberthal supérieur et du Fulachthal et celles de la terrasse de Feuerthalen. Puis nous trouvons le front du glacier sur la ligne Diesenhofen-Schlattingen et devant lui se constituent les alluvions de la terrasse de Scharenwald-Büsingen qui paraît se continuer vers l'aval dans la terrasse de Neu-Rheinau. D'après le niveau de cette terrasse et de la précédente, on doit admettre que c'est entre les dépôts des 2 nappes d'alluvions correspondantes que la chute du Rhin a dû commencer à se dessiner.

Après avoir déposé encore une série de moraines frontales sur la ligne qui s'étend du S au N de l'embouchure de la Biber au Hohentwyl, le glacier du Rhin s'est arrêté longtemps un peu plus à l'W et a laissé le beau système des moraines internes de Würm, qui existent aux environs d'Arlen, puis entre Reichlingen et Stein et entre Stammhein et Nussbaumen.

A propos de la vallée de la Thur, M. Hug commence par décrire les drumlins qui se développent autour d'Andelfingen, soit vers le S dans la région de Henggart-Hettlingen, soit vers l'W dans les environs de Marthalen, soit vers le N au Langenbuck et vers Trüllikon. Ces drumlins sont partout orientés exactement suivant la direction des digitations correspondantes du glacier, qui s'avançaient les unes vers la Tœss, les autres vers le Rhin. Les collines drumliniques des environs de Trüllikon sont formées de graviers irrégulièrement stratifiés et par leur structure semblent plutôt appartenir à la catégorie des ösars. Dans leur ensemble, ces drumlins représentent un système de moraines frontales de retrait, qui ont été momentanément recouvertes par une crue du glacier. Plus à l'E se développent d'une façon très nette les moraines internes de Würm autour d'Ossingen, puis à l'E d'Andelfingen et de là suivant la ligne Eschlikon-Welzikon-Wiesendangen; elles passent vers l'aval aux alluvions de la vallée inférieure de la Thur et de la plaine de Flaach. Vers l'E elles se continuent par places dans un paysage drumlinique, qui est surtout bien développé à l'W de Frauenfeld aux environs d'Islikon; elles enveloppent dans cette même direction un bassin frontal typique avec lac de barrage et hydrographie centripète.

Dans la vallée inférieure de la Tœss, M. Hug a reconnu l'existence d'un système d'alluvions qui, depuis Teufen (426 m.) s'élève graduellement d'un côté jusqu'à Dättlikon où il se soude à une moraine frontale du glacier du Rhin, d'un autre côté jusqu'en amont de Lufingen et d'Ober

Embrach, où il se raccorde à des moraines du glacier de la Linth. Ces terrasses datent certainement de la période de retrait de la glaciation de Würm. Un niveau inférieur d'alluvions se suit depuis Rorbas (400 m.) par Pfungen (416 m.) d'une part jusqu'à Neftenbach et Hettlingen, où il se termine dans le paysage drumlinique précité, d'autre part par Wülflingen jusqu'à Winterthur, où ses dépôts prennent un caractère nettement fluvio-glaciaire, pour se raccorder finalement à Wiesendangen avec les moraines internes; il se continue même dans l'Elggerthal jusqu'à la belle moraine frontale de Adorf-Awangen, et dans la vallée de Seen jusqu'aux moraines d'Eidberg. C'est à ce même système d'alluvions qu'appartiennent la terrasse de Tœss et le thalweg du Kempthal jusqu'aux moraines qui barrent le lac de Pfäffikon, ainsi que le thalweg de la vallée de la Tœss jusqu'aux moraines de Gibschwyl et celui de la vallée sèche Turbenthal-Dussnang.

Ainsi la région de Winterthur a été le point de convergence de nombreux émissaires de glaciers, qui ont disparu successivement avec le retrait des glaces qui les alimentaient.

Dans la vallée de la Glatt, les moraines externes de Würm délimitent un beau bassin frontal, à l'intérieur duquel apparaissent des cirques concentriques de moraines de retrait: 1° suivant la ligne Brütten, Winkel, Höri; 2° suivant la ligne Balterswyl, Dietlikon, Seebach.

Passant à l'étude des formations postglaciaires, M. Hug décrit d'abord un intéressant gisement de Lœss qui recouvre au Mühleberg près d'Andelfingen la moraine de fond de la dernière glaciation. Il fournit quelques renseignements concernant l'influence des dépôts formés par les affluents latéraux sur la nature du thalweg: des barrages se forment de cette façon et favorisent, ou bien l'accumulation des eaux en des lacs ou des marais, ou bien des détournements de cours d'eau. Puis l'auteur parle de la disparition progressive de lacs morainiques soit par sédimentation détritique, soit surtout par l'envahissement du bassin par la végétation littorale; cette disparition des lacs depuis l'époque historique est clairement mise en lumière par une carte du canton de Zurich datant du dix-septième siècle. Enfin, après quelques mots sur les tuffs post-glaciaires, il aborde la question de l'évolution du cours du Rhin et de ses principaux affluents.

Le cours du Rhin en aval de Schaffhouse devait être approximativement fixé suivant sa direction actuelle dès le retrait des glaciers; pourtant les grands serpentins que forme le fleuve dans la région de Rheinau se sont considérablement

accentués depuis lors. En outre, vers l'aval, entre Balm et l'embouchure de la Thur, le Rhin s'est déplacé latéralement dans une zone large de 4 à 5 km. tout en abaissant son lit et a créé ainsi un système de 8 terrasses superposées. L'embouchure de la Thur et le fort courant d'eau qui y arrive tendent à rejeter le Rhin contre sa rive droite et à créer ainsi un coude toujours plus convexe en amont de Rüdlingen. Enfin, après le tronçon épigénétique Rüdlingen-Eglisau, la vallée s'élargit de nouveau et sur ses 2 versants s'étagent 4 terrasses bien distinctes.

Le profil longitudinal du Rhin se divise en une série de tronçons à faible pente creusés dans les alluvions et séparés les uns des autres par des seuils de roche en place, qui sont marqués chacun par des rapides. Ces seuils se trouvent d'abord à la chute du Rhin, puis en aval de Rheinau, entre Rüdlingen et Eglisau, vers l'embouchure de la Glatt, etc...; celui de la chute du Rhin a donné naissance à une rupture de pente particulièrement forte à cause de la résistance très grande qu'opposent à l'érosion les calcaires supra-jurassiques, tandis que la molasse qui constitue les seuils situés vers l'aval est relativement tendre. Il vaut la peine de remarquer à propos de cette chute fameuse qu'elle ne doit avoir reculé que de 20 à 30 m. depuis le retrait des glaciers de Würm; ce déplacement extraordinairement faible est évidemment la conséquence, d'une part de la résistance opposée par le seuil, d'autre part et surtout du fait que les eaux du Rhin arrivent à Schaffhouse très pures de matières en suspension. L'origine des différents affleurements de roches en place dans le lit du Rhin doit s'expliquer par des déplacements du cours du fleuve à la suite de la dernière glaciation, chaque seuil correspondant clairement à un tronçon épigénétique.

Dans le tronçon de la vallée de la Thur compris entre les moraines internes et le Rhin, la rivière s'est déplacée latéralement et s'est creusée en particulier un lit épigénétique dans la molasse près d'Alten. La Glatt a du abaisser son lit de 35 m. depuis le dépôt de la Basse Terrasse pour le mettre au niveau de celui du Rhin et a créé aussi un tronçon épigénétique en aval de Glattfelden.

Faisant en terminant l'historique des temps pléïstocènes dans le NE de la Suisse, M. Hug fixe la limite des glaciers de la première glaciation à proximité de l'Irchel et du Stadlerberg, et admet pendant la première période interglaciaire la formation de 3 grandes vallées, dont les thalwegs devaient se trouver à 100 — 120 m. au-dessus du Rhin actuel, l'une

sur l'emplacement de la vallée de la Glatt, la seconde entre l'Irchel et le Schienerberg, la troisième entre ce dernier et le Randen. La seconde période interglaciaire a été marquée par la phase d'érosion principale, pendant laquelle les lits du Rhin et de ses affluents sont descendus plus bas que les lits actuels; le Rhin s'écoulait alors par Flurlingen-Neuhausen, Ellikon et le Rafzerfeld, le Randen était drainé par la Durach qui débouchait en amont de Schaffhouse, le tronçon inférieur de la vallée de la Tœss n'existait pas encore.

Ensuite est venue la troisième glaciation, pendant laquelle la vallée du Rhin a été couverte de glace jusqu'à Rheinfelden et qui a été marquée par le dépôt de la masse énorme des alluvions des Hautes Terrasses. C'est dans l'épaisseur de ces formations que se sont creusées, pendant la troisième période interglaciaire, les vallées des Basses Terrasses; puis est venue la dernière glaciation, dont les limites et les phases de retrait successives ont été fixées ci-dessus. Pendant la décrue de cette dernière période, les eaux de fusion des glaciers de la Linth et du Rhin ont jeté devant les moraines frontales d'abondantes masses d'alluvions, qui forment les thalwegs de bon nombre de vallées actuelles et plusieurs niveaux de terrasses. Cette décrue a été interrompue par un retour offensif des glaciers, qui est indiqué par la superposition de moraines sur la Basse Terrasse aux environs de Schaffhouse et par la formation des drumlins de la région d'Andelfingen. Elle a été marquée aussi par un stade d'arrêt sur la ligne des moraines internes de Arlen, Stein, Stammheim, Ossingen, Wiesendangen, Seen, à l'intérieur de laquelle existent encore de belles cuvettes et tout un système de lacs de barrage. Puis, les glaciers s'étant retirés plus au S encore, bon nombre de vallées ont perdu la plus grande partie des eaux qui les alimentaient et les cours d'eau actuels se sont établis progressivement suivant leur cours et à leur niveau actuel.

Jura

M. l'abbé Bourgeat (**102**) a consacré une courte notice à la **tectonique générale du Jura**. Après avoir rappelé que cette chaîne se divise en 3 faisceaux de plis, celui qui borde entre Lagnieu et Salins la plaine bressanne, celui qui limite le plateau suisse et celui qui s'étend de Salins au canton de Bâle, l'auteur montre que l'idée de chercher la cause de la formation de ces faisceaux dans un affaissement des pays de plaines qu'ils bordent respectivement, idée proposée par M. L.