Quaternaire

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **13 (1914-1915)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

rouges, avec lesquels elle avait été confondue sur la carte des environs du Locle qu'il a publiée avec M. J. Favre, une gompholite qui possède la même composition que ces dépôts, mais s'en distingue par sa beaucoup plus grande épaisseur, sa stratification torrentielle et surtout par le fait qu'elle recouvre en position presque horizontale les couches redressées presque verticalement du Malm et du Tertiaire. Cette formation, qui est particulièrement développée à la Combe-Bichon et au Bois-Jean-Droz appartient probablement au Pléïstocène ancien.

Passant aux formations certainement quaternaires, M. Rollier décrit quelques lambeaux de moraines locales wurmiennes; il s'étend surtout sur les alluvions de la vallée du Doubs, qu'il considère comme postglaciaires et cite les moraines wurmiennes de Pierre-Pertuis, qui recouvrent des sables fluvioglaciaires peut-être rissiens. A propos des dépôts de la glaciation principale, il insiste particulièrement sur les fréquents remaniements qu'ont subis ces formations du fait des glaciers locaux wurmiens.

Dans un court chapitre, M. Rollier signale la découverte faite au sommet du Raimeux, de petits galets de quartzites vindéliciens, qui lui paraissent représenter des relictes des conglomérats vindoboniens. Enfin il consacre quelques pages à réfuter l'hypothèse d'un ancien cours du Doubs passant dans le Val de Delémont ; il considère au contraire le coude de Sainte-Ursanne comme un trait primordial de ce cours d'eau, déterminé par la tectonique générale de la région ; il s'oppose d'autre part à l'idée d'un recul progressif du Saut du Doubs qui, comme l'a montré M. Schardt, a été déterminé par un éboulement.

Quaternaire

Morphogénie et Morphologie quaternaires. — J'ai cité dans la Revue pour 1911 diverses publications de M. A. Ludwig, traitant de l'origine des vallées alpines. Le même auteur a consacré en 1912 une nouvelle notice à ce même sujet (**123**).

Dès le début de son article, M. Ludwig cherche à établir l'impossibilité d'une érosion glaciaire sur le fait de la conservation dans le fond des vallées des formations interglaciaires. Considérant ainsi les vallées alpines comme creusées exclusivement par les cours d'eau, il reconnaît que l'érosion fluviale n'a pas pu créer les vallées immensément larges qu'on suppose, en raccordant avec un même thalweg les tronçons

de terrasses qui subsistent sur les versants opposés. Il reprend donc l'idée qu'il soutenait en 1911, d'après laquelle le réseau hygrographique, d'abord formé d'un grand nombre de vallées parallèles, s'est simplifié peu à peu par la fusion de deux ou trois de ces vallées en une seule, les crêtes de séparation ayant été détruites par l'érosion à la seule exception des « Inselberge ». Il attribue dans ce travail de fusion une action prépondérante à l'érosion latérale.

Dans un second chapitre, M. Ludwig cherche à suivre l'action de l'érosion par les eaux dans sa phase initiale et il cite comme premières formes créées par le travail des eaux, celles qu'on observe par exemple dans les paysages drumliniques, car pour lui les drumlins ont été modelés par des eaux courantes superficielles dans un paysage morainique sans aucune intervention glaciaire. Il cite des formes semblables dans des sols divers, y compris les sols rocheux.

Passant à la question des gradins, l'auteur développe l'idée que ces gradins peuvent fort bien avoir été créés par l'action seule des cours d'eau, sous l'influence soit de la dureté inégale des roches, soit d'un accroissement brusque dans le débit du cours d'eau en relation avec une confluence. Il explique de même les vallées suspendues par l'énergie érosive beaucoup moindre de certains affluents, relativement aux cours d'eau principaux. Si les gradins sont plus fréquents dans les vallées occupées par les glaciers pléïstocènes qu'ailleurs, c'est que l'érosion torrentielle y a été arrêtée presque complètement pendant l'occupation par les glaciers et n'a pas pu, à cause de ce retard, aboutir à un profil longitudinal régularisé.

Dans un dernier chapitre, M. Ludwig traite de la question des lacs subalpins, qu'il considère comme occupant des vallées fluviales déformées tectoniquement par un soulèvement du plateau molassique et du Jura. Ce soulèvement lui paraît démontré par le fait que de nombreux cours d'eau du plateau suisse ont leur lit creusé dans la molasse. Quant à l'absence de lacs dans les vallées restées constamment libres de glaces, elle peut s'expliquer par le fait qu'ici les lacs ont été rapidement comblés par les alluvions fluviales, tandis que les glaciers pléïstocènes ont protégé les bassins qu'ils couvraient contre un alluvionnement et un comblement aussi rapides.

M. E. de Martonne a continué de son côté à étudier la question de la **morphologie des vallées alpines** et de la part prise par l'érosion glaciaire dans la genèse de cette morphologie. Récemment, à la suite de nouvelles observations faites

dans les Alpes du Dauphiné, il a publié sur ce sujet une notice qui mérite d'être signalée ici (**124**).

M. de Martonne commence par rappeler que les formes des vallées alpines, découlant d'une action alternative des eaux courantes et des glaciers, doivent nécessairement être complexes, que, d'autre part, les glaciers n'ont souvent fait qu'exagérer les inégalités des profils longitudinaux créées par l'érosion torrentielle. Il aborde ensuite la question des niveaux d'érosion successifs, dont on retrouve les traces sur les flancs des vallées et montre que, si les études faites sur ce sujet ont donné des résultats si disparates, cela tient à ce que la méthode suivie dans ces études a été presque toujours insuffisante. Pour arriver dans ce domaine à un résultat satisfaisant, il faut établir un grand nombre de profils transversaux d'après les cartes, puis les vérifier scrupuleusement sur le terrain, pour déterminer le sens exact des replats constatés; il faut ensuite tenir compte dans l'établissement des raccords entre les replats de la distance de chacun de ceux-ci à l'axe de la vallée ; seulement alors on peut reconstituer des profils en long d'anciens thalwegs approximativement exacts.

Ce travail a été effectué par M. de Martonne pour la Maurienne et le Grésivaudan et a montré l'existence dans ces vallées de huit anciens thalwegs, dont les plus élevés se perdent vers l'amont, les plus bas vers l'aval. Les thalwegs supérieurs (de cinq à huit) sont préglaciaires et caractérisés par les formes régulières de leurs profils en long; les thalwegs inférieurs, glaciaires, ont au contraire des profils en long très irréguliers avec des contrepentes accusées, qui sont évidemmment dues à une action glaciaire. Ces faits parlent en faveur de l'idée que les glaciers ont occupé des vallées en stade juvénile avec des ruptures de pentes et des étranglements et ont formé entre ceux-ci des bassins surcreusés. Le creusement des vallées a comporté dès lors des alternatives d'érosion fluviale et glaciaire, l'action des cours d'eau consistant dans le creusement d'un V au milieu de l'ancien thalweg en supprimant les contrepentes, l'action des glaciers tendant à élargir le V en U et à accentuer les inégalités du profil longitudinal.

M. de Martonne est arrivé à reconstituer les profils en long non seulement des thalwegs glaciaires, mais aussi des thalwegs interglaciaires et a reconnu ainsi que ces profils convergent vers l'aval, qu'ils sont d'autant plus réguliers qu'ils sont plus jeunes et que l'écart qui les sépare diminue

de haut en bas. Ces faits prouvent que l'érosion fluviale, principal facteur de creusement, a été stimulée par un exhaussement de la région des sources. Lorsque le profil d'équilibre a été établi, l'approfondissement n'a pu se continuer que par l'action exclusive des glaciers, la phase de *surcreusement vrai* a commencé, pendant laquelle se sont formés les bassins des lacs subalpins. Pour toute la partie inférieure des vallées le profil d'équilibre paraît avoir été atteint déjà à l'époque interglaciaire Mindel-Riss.

Parlant de l'épaisseur des glaciers aux différentes périodes glaciaires, M. de Martonne fait une critique des limites admises généralement entre l'erratique rissien et wurmien, qui lui paraissent sujettes à caution. Enfin dans un dernier chapitre il revient sur la question des mouvements qui ont affecté les Alpes entre la fin du Pliocène et le début des temps glaciaires; il constate que les dépôts subalpins du Pliocène moyen, formés d'éléments fins, correspondent à une phase d'érosion ralentie et par suite à un relief alpin en stade de maturité avancée, tandis que pendant le début du Pléïstocène l'érosion a repris une nouvelle vigueur, due évidemment à un exhaussement; d'autre part, en étudiant le niveau des alluvions anciennes de la bordure des Alpes françaises, on peut observer de nombreuses anomalies de pentes, qui ne s'expliquent bien que par des mouvements tectoniques.

M. H. von Staff (**131**) a posé à nouveau dans une notice de quatre-vingts pages la question de la **topographie préglaciaire dans les Alpes occidentales.**

Dans un premier chapitre il insiste particulièrement sur la constance d'altitude que présentent les sommets dans chaque région des Alpes et il cherche à démontrer que cette constance d'altitude ne peut s'expliquer d'une façon satisfaisante que si l'on admet qu'elle est un reste d'un état antérieur, dans lequel l'ensemble de la région avait été à peu près ramené à un même niveau de dénudation, et formait par conséquent une pénéplaine.

Choisissant divers exemples l'auteur commence par examiner le bassin de la Dranse de Bagnes, où il constate que l'altitude des sommets est remarquablement indépendante de la dureté de leurs éléments constituants, tandis qu'elle dépend d'un façon prépondérante de la distance aux grandes lignes de séparation des eaux. Il en conclut que ces sommets marquent pour ainsi dire le niveau d'une ancienne surface, dont les inégalités dues à l'érosion sélective avaient été nivelées déjà par une longue phase de dénudation, tandis que

son axe d'élévation maximale et l'inclinaison de ses deux versants opposés se révèlent encore à nous dans la répartition actuelle des altitudes.

Dans le massif du Mont Blanc M. von Staff voit une ancienne zone d'altitude maximale, très largement bombée, qui se continuait dans la direction du Mont Velan et dont la surface unie n'était dominée encore au début de l'époque glaciaire que par quelques sommets. A la suite d'une importante surrection, cette région a été soumise à une nouvelle phase d'érosion, pendant laquelle se sont creusés la vallée de Chamonix et les deux Vals Ferret.

Dans le bassin de la Viège l'auteur retrouve une ancienne zone d'altitude maximale suivant la ligne des grands sommets du Cervin, du Breithorn et du Mont Rose. De cette ligne vers le N le plan tangeant aux sommets présente tout à fait la même allure générale à l'E et à l'W de la grande coupure de la vallée de Zermatt, malgré le caractère lithologique tout différent des deux régions. Ce plan tangeant correspond à l'ancienne pénéplaine préglaciaire, qui s'étendait sur tout le Valais en s'abaisssant lentement de la ligne des sommets principaux vers le N.

En faveur de l'existence d'une pénéplaine préglaciaire dans les Alpes valaisannes M. von Staff cite les hauts plateaux qui s'étendent par exemple dans le massif du Mont Rose et dans celui d'Arolla, mais il attache surtout une grande importance à la forme des arêtes, qui s'abaissent lentement des hauts sommets vers le N ou qui conservent des altitudes presque constantes sur de grandes distances.

Examinant ensuite les vallées du Valais, M. von Staff considère comme impossible d'attribuer à une même grande phase d'érosion les vallées transversales, qui coupent indifféremment des zones très diverses, et les vallées longitudinales, qui suivent au contraire des zones tectoniques et lithologiques. Pour lui les vallées transversales se sont creusées les premières dans une surface antérieurement nivelée, tandis que les vallées longitudinales, subséquentes, sont nées plus tard à la suite d'un soulèvement d'ensemble de la région et se sont étendues progressivement par érosion régressive, en décapitant les cours d'eau transversaux. Dans la région du massif d'Arolla les conditions ont été compliquées pas le fait que l'abrasion n'était pas accomplie au moment de la reprise de l'érosion et qu'il y subsistait d'anciennes vallées subséquentes, en particulier celle de la Valpeline ; d'autre part la Dranse de Mauvoisin s'enfonça rapidement dans le milieu peu

résistant des Schistes lustrés, en sorte qu'ici c'est la Dranse, cours d'eau transversal, mais subséquent, qui a capté d'anciens tributaires de la Valpeline, en particulier celui d'Otemma. Le mouvement de surrection qui a déterminé la reprise de l'érosion a été certainement préglaciaire et a dû se continuer jusqu'à une époque rapprochée de la première glaciation.

M. von Staff reprend aussi, en faveur de son hypothèse d'une pénéplaine préglaciaire, l'argument des sommets synclinaux qu'il ne peut se représenter qu'en supposant, avec Voltz, Davis et d'autres, une phase de dénudation et d'abrasion, suivie par une reprise de l'érosion torrentielle. En relation avec les sommets synclinaux il considère les répartitions des altitudes le long des lignes culminantes, d'une part dans le territoire de la nappe gneissique de la Dent Blanche, d'autre part dans celui des Préalpes. Dans les deux cas il s'agit de nappes incurvées synclinalement et découpées périphériquement par des érosions subséquentes. Dans les deux cas les lignes de faîtes ont des altitudes qui ne dépendent que pour une part peu importante des conditions tectoniques ou lithologiques. Ici encore l'explication la plus probable réside dans l'hypothèse d'une ancienne pénéplaine, mais pour interpréter certaines anomalies M. von Staff est porté à admettre plusieurs phases d'abrasion s'étant succédées à grands intervalles et ayant été séparées par des reprises de mouvements orogéniques.

En résumé M. von Staff admet que les régions alpines, après avoir été soumises aux gigantesques efforts orogéniques qu'on connaît, ont été nivelées en une pénéplaine, puis que des mouvements épéïrogéniques se sont manifestés, créant un bombement principal dans la zone des grands sommets des Alpes pennines et des bombements secondaires suivant diverses lignes. La forme de cette pénéplaine ainsi modifiée nous serait encore révélée actuellement d'une façon approximative par la tangente aux sommets.

Ainsi, conclut M. von Staff, dans le Valais, soit les directions des vallées, soit l'altitude des lignes de faîtes et des sommets n'ont été déterminées ni par la distribution des roches dures ou tendres, ni par les formes structurelles, elles ne dépendent pas du cycle d'érosion actuel ; elles ne s'expliquent que par l'hypothèse de la préexistence d'une pénéplaine, qui a été soulevée avant la période glaciaire et soumise ainsi à une nouvelle phase d'érosion. L'abrasion de cette pénéplaine n'a pu s'effectuer que pendant la durée qui

a séparé les dernières grandes poussées alpines de la période glaciaire. Les soulèvements qui ont suivi ont impliqué des déformations de la pénéplaine, dans lesquelles la tectonique générale de la région est intervenue.

Pour confirmer cette manière de voir M. von Staff cherche des exemples d'évolution analogues dans diverses régions. Il en trouve un premier dans le Cascade Range, où les restes de la pénéplaine sont manifestes et où la reprise de l'érosion à la suite d'un soulèvement ressort clairement. Il trouve un second exemple dans le Jura, pour lequel il admet, avec M. Brückner, une phase d'abrasion pliocène, suivie d'une seconde phase de dislocation. Ainsi dans les régions alpines comme dans l'avant-pays jusque et y compris le Jura se serait formée pendant la première moitié du Pliocène une vaste pénéplaine; celle-ci aurait été soulevée et disloquée une première fois et aurait subi de ce fait une phase d'érosion fluviale, qui serait arrivée à maturité avant la période glaciaire; enfin, après une nouvelle phase de dislocation marquant à peu près la fin du Pliocène, aurait commencé le cycle d'érosion actuel avec des alternatives d'actions fluviales et glaciaires.

M. von Staff trouve en outre, soit dans les observations de M. Heim dans les Alpes glaronnaises, soit dans celles de M. Lugeon dans le massif des Bauges et de la région du Grésivaudan, une série d'arguments en faveur de son hypothèse de pénéplaine alpine préglaciaire, qu'il croit donc pouvoir étendre à l'ensemble des Alpes centrales du Dauphiné au Rhin. A l'E de ce fleuve les restes de cette pénéplaine sont encore conservés en de vastes plateaux situés à des niveaux réguliers et, vers le N comme vers le S, on voit se superposer à cette ancienne surface d'abrasion des conglomérats néogènes, qui sont élevés jusqu'à plus de 2000 m.

Dans la dernière partie de sa brochure M. von Staff expose l'évolution qu'a dû subir la pénéplaine alpine depuis son soulèvement pliocène jusqu'à nos jours. Il admet qu'avant le début de la première période glaciaire, le creusement des vallées était déjà suffisamment avancé pour que le réseau hydrographique eût non seulement déjà acquis à peu près son plan général actuel, mais qu'il eût atteint un stade voisin de la maturité. A ce moment là pourtant la profondeur des vallées était beaucoup moindre que de nos jours et une nouvelle phase de creusement a été introduite, probablement au début des temps pléïstocènes, par une nouvelle phase de soulèvements épéïrogéniques; il est même possible que ces mouve-

ments pléïstocènes se soient répartis sur plusieurs phases. Quoi qu'il en soit, ce sont eux qui ont réglé l'érosion glaciaire, interglaciaire et postglaciaire.

A ce propos M. von Staff fait une critique des idées émises sur ce sujet par MM. Hess, Brückner et Nussbaum.

M. F. Nussbaum (127) a publié un aperçu géographique de la **région molassique du canton de Berne** et des régions avoisinantes des cantons de Lucerne, Soleure, Fribourg et Vaud ; il a traité dans cette brochure le caractère géophysique et géologique de ces territoires, pour faire ressortir l'influence qu'ont exercée ces facteurs sur la répartition des populations et sur l'économie générale du pays.

L'auteur montre le rôle qu'ont joué les trois zones anticlinales de la région molassique, qui, par érosion de la Molasse marine, sont devenues d'abord des zones d'affleurement des roches tendres de la Molasse d'eau douce inférieure, puis, par ce fait même, des zones de dépressions, tandis que les territoires intermédiaires sont restés en saillie.

C'est ainsi qu'on peut distinguer d'abord une zone de dépressions subalpines, qui se suit de Vevey par Bulle et Thoune jusqu'à Lucerne et qui est utilisée en particulier par la Veveyse, l'Ilfis et la petite Emme.

On rencontre ensuite une première zone de hauteurs, qui s'étend par le Gibloux jusqu'au Napf, et qui correspond à un large synclinal molassique. Cette région, dont le réseau hydrographique possède un caractère général de maturité, comporte par contre divers tronçons de vallées, dont la juvénilité est évidente et qui doivent s'expliquer par des changements de cours d'eau survenus après la dernière grande glaciation. En outre le territoire de cette zone qui s'étend à l'W de la Singine porte la trace d'une vigoureuse érosion glaciaire et la grande coupure transversale Gürbe-Aar, ainsi que les hauteurs qui la séparent du bassin de l'Emme doivent essentiellement leur configuration actuelle à l'intervention du glacier de l'Aar et de ses affluents pendant les deux dernières glaciations. Dans le bassin supérieur de l'Emme trois systèmes de terrasses sont développés, l'un supérieur, mindélien, ne comprenant que des terrasses d'érosion, les deux autres, rissien et wurmien, représentés par des terrasses d'alluvions.

Au N de cette zone de hauteurs se creuse la zone de dépressions Chexbres-Romont-Fribourg-Berne-Langenthal, qui suit une zone anticlinale de molasse inférieure. Ce territoire a été profondément modifié par les actions glaciaires, com-

portant d'une part une érosion étendue, de l'autre d'énormes accumulations morainiques ; son régime hydrographique a passé par des transformations successives, dues alternativement aux barrages glaciaires et au retrait des glaciers. Entre cette dépression médiane et la dépression sub-jurassienne s'élève la chaîne de hauteurs qui s'étend du Jorat au Bucheggberg, au S de Soleure. Ce territoire est divisé en cinq tronçons par quatre coupures de vallées, celles de la Broye, de l'Arbogne, de l'Aar et du Lyssbach, qui ont passé par une évolution très complexe. La vallée de l'Arbogne correspond très probablement à un ancien cours de la Sarine, tandis que la Singine devait s'écouler par la vallée actuelle du Biberenbach. Quant à la vallée actuelle de l'Aar, elle n'a pris sa forme définitive qu'après le retrait wurmien ; auparavant l'Aar a utilisé soit la dépression de l'Urtenen, soit la grande vallée du Lissbach, qui date en tout cas d'avant la dernière glaciation et qui a été surcreusée pendant cette dernière.

Enfin la dépression subjurassienne doit son caractère particulier 1° à l'accumulation énorme de moraines qu'a édifiée le glacier du Rhône en aval de Soleure, 2° au surcreusement intense qui a déterminé la formation entre Soleure et le Mormont d'un vaste bassin lacustre, 3° aux apports considérables d'alluvions qu'ont effectués l'Aar et la Broye soit avant, soit après la dernière glaciation.

En terminant l'auteur expose les causes géographiques, qui ont favorisé le développement des villes de la région considérée, en particulier de Berne.

Dans une brève notice M. BIERMANN (**113**) a décrit un tronçon épigénétique, qui s'est développé dans le bas de la **vallée de Tourtemagne** à la suite d'un barrage morainique, ainsi que le tracé d'une gorge interglaciaire obstruée, qu'il a reconnue dans la même vallée.

Formations pléïstocènes. — M. R. FREI (**115**) a terminé en 1912 la publication d'une monographie du **Deckenschotter de la Suisse,** fruit de longues recherches.

Après un court exposé historique l'auteur aborde l'étude de la répartition de ces dépôts pléïstocènes anciens, en commençant par une région centrale, les environs d'Eglisau. C'est ainsi qu'il décrit le Deckenschotter ancien de l'Irchel, qui repose sur la molasse suivant un plan faiblement incliné vers le N et légèrement ondulé, entre 670 et 640 m. d'altitude, puis le Deckenschotter inférieur, qui est développé vers l'W au Rheinsberg, au Hiltenberg et au Laubberg et dont la

base se trouve entre 515 et 540 m. La surface sur laquelle s'appuie cette dernière formation comporte des inégalités assez marquées, qui ne sont du reste nullement dues à des dislocations postérieures, comme l'a admis M. Penck pour certaines d'entre elles, mais à des érosions antérieures. D'autre part M. Frei a pu se convaincre que les conglomérats de Burgacker et du Weissengraben, considérés par M. Hug comme du Deckenschotter inférieur, appartiennent en réalité à la Haute Terrasse.

M. Frei a repris ensuite l'étude détaillée du Deckenschotter des envisons de Kaiserstuhl, qui est particulièrement développé à l'E de Weiach sur l'Empberg, entre Weiach et le Fisital, puis le long du versant occidental du Fisital depuis la région de Bachs jusque près de Fisibach, enfin plus à l'E au-dessus de Mellikon. Ces dépôts appartiennent pour la plus grande partie au Deckenschotter inférieur ; ils reposent sur la Molasse suivant un plan, qui est incliné d'une façon générale vers le NW, mais qui comporte de nombreuses inégalités dues à une érosion antérieure et tout à fait indépendantes de toute dislocation. Le Deckenschotter supérieur est limité au Haggenberg et au Stadlerberg, où sa base se trouve à une altitude de 580-620 m. et surtout aux hauteurs qui encadrent la haute vallée de Siglisdorf et ont leur point culminant à Egghof. Ces formations présentent un intérêt très spécial, d'abord parce que vers le S elles sont en relation avec des moraines indubitables, ensuite parce que leur surface est nettement terrassée en trois niveaux, qui se succèdent du SE au NW à 670-680 m., 630-640 m. et 600-610 m., enfin et surtout parce qu'elles reposent sur la molasse suivant une surface ondulée, dans laquelle l'auteur a reconnu la trace d'une ancienne vallée, suivant à peu près le tracé de la vallée de Siglisdorf dans sa partie supérieure et se prolongeant ensuite vers le NW jusqu'à Zurzach.

A ce système de Deckenschotter ancien se rattachent des lambeaux, qui apparaissent sur les deux versants de la vallée du Rhin jusqu'à Zurzach à des niveaux variant entre 570 et 520 m.

Dans la région de Waldshut M. Frei signale les alluvions qui se développent sur l'Aarberg et plus au N entre 400 et 470 m. et qui appartiennent au Deckenschotter inférieur; le plan de superposition de ces dépôts est nettement incliné vers la vallée du Rhin et la disposition des galets y indique des courants dirigés en général vers l'W.

Plus à l'W, au sud de Birkingen, entre 450 et 500 m. ap-

paraissent d'autres alluvions plus anciennes et appartenant au Deckenschotter ancien, tandis que le niveau du Deckenschotter inférieur se continue par Schadenbirndorf, passe au S de Buch et de Schachen, au N de Hausenstein et de Klein-Laufenburg. La surface de ces formations s'abaisse progressivement de 460 m. vers Birnsdorf à 430-440 m. au nord de Laufenburg.

Dans le domaine du Klettgau M. Frei attribue à la Haute Terrasse tout l'ensemble des alluvions qui sont développées dans la région de la Wutach inférieure entre 370 et 420 m.; comme lambeaux de Deckenschotter inférieur il reconnaît les alluvions qui existent au SE de Schwerzen entre 440 et 500 m. et celles qui se trouvent au SW de Neunkirch entre 470 et 520 m. Le Deckenschotter ancien n'est représenté dans cette région que par un petit lambeau au Bohnenberg au NW de Neuhausen au niveau de 575 m.

Aux abords de la vallée inférieure de l'Aar M. Frei attribue au Deckenschotter ancien d'abord un lambeau d'alluvions qui existe au S de Leibstadt, dans la Brühlhalde, puis un autre situé au N de Mandach, qui sont compris entre 470 et 530 m. Les alluvions de la Brühlhalde sont couvertes par places par des graviers plus récents, stratifiés en couches obliques, qui sont contemporains de la glaciation de Riss. Quant au Deckenschotter inférieur, il prend une extension plus grande; il est surtout bien développé entre Mandach Lenggern et Hettenschwil entre 420 et 470 m. Plus en amont c'est le même système d'alluvions qui couronne le Bruggerberg; c'est lui encore qu'on retrouve à l'E de l'Aar au-dessus de Würenlingen. Dans cette dernière région M. Frei a pu de nouveau constater comment le Deckenchotter s'appuie sur une surface d'érosion comportant une véritable vallée interglaciaire.

En terminant ce chapitre M. Frei décrit le Deckenschotter du bassin inférieur de la Limmat. Le Deckenschotter supérieur est surtout développé au Siggenberg entre la Limmat et la Surb, où sa base s'abaisse rapidement de 600 m. au SE à 550 m. au NW, et au Heitersberg entre Limmat et Reuss, où son plan de superposition s'abaisse vers l'E; il se retrouve vers l'extrémité orientale de la Lägern au S de Regensberg entre 600 et 680 m. Le Deckenschotter inférieur n'apparaît que localement d'abord sur l'éperon qui sépare la Reuss de la Limmat à l'E de Windisch (480-520 m.), puis au SW de Baden et près de Wettingen. Dans la région de la Lägern et du Siggenberg le Deckenschotter supérieur com-

porte un mélange irrégulier de matériaux de dimensions très diverses qui indiquent le voisinage des moraines de la première glaciation, sans que celles-ci aient été du reste constatées directement nulle part.

Dans le chapitre suivant M. Frei décrit les alluvions anciennes comprises entre le lac de Zurich et la Reuss, d'abord les dépôts bien connus de l'Utliberg et de l'Albis, puis ceux de la région de la Lorze et de la Sihl, qui ont été interprétés de façons si différentes par MM. Heim, Aeppli et Gorgarten d'une part, par M. Brückner de l'autre. Il a repris en détail l'étude des formations quaternaires dans cette dernière région et y a constaté des complications qui avaient échappé aux auteurs précédents. Dans le ravin de la Lorze les formations que M. Aeppli attribuait au Deckenschotter comprennent en réalité des alternances répétées et irrégulières d'alluvions et de moraine de fond; il en est de même pour les alluvions voisines du Höllbach, que M. Aeppli considérait comme Haute Terrasse, et des alluvions de la Wildenburg. D'autre part il n'est pas possible de distinguer dans la coupure de la Lorze trois systèmes d'alluvions, dont l'accumulation a été séparée par des phases d'érosion. Il y a ici un seul grand système fluvioglaciaire, qui, vers le N, s'appuie directement sur la Molasse au niveau de 580 m. environ, qui se continue sans aucune interruption jusque dans la région d'Allenwinden et dont la surface reste constamment à 650-660 m. Ce complexe est partout caractérisé par l'alternance répétée de moraines et d'alluvions.

Au-dessus de ce niveau apparaissent les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, dont la base est à environ 650 m. et qui sont plus anciennes que celles de la Lorze, tout en étant plus jeunes, soit d'après leur altitude, soit d'après leur degré de décomposition et la nature de leurs éléments constituants, que le Deckenschotter de l'Utliberg-Albis.

Dans la vallée de la Sihl M. Frei a étudié les alluvions qui se développent en amont de Sihlbrugg. Ces dépôts reposent sur la Molasse suivant un plan incliné au SE et ils correspondent manifestement à des courants dirigés dans la même direction. Le complexe des alluvions est divisé en deux niveaux par une zone de moraine de fond; en outre, vers l'amont, la base des alluvions est formée par de la moraine. L'auteur considère du reste l'ensemble de ces dépôts comme correspondant à une seule phase d'accumulation et ne croit donc pas pouvoir les attribuer, comme l'a fait M. Aeppli, en partie à la première glaciation, en partie à la dernière; il rec-

tifie en outre sur divers points les données fournies par M. Aeppli sur l'altitude du plan de superposition des formations pléïstocènes sur la Molasse.

Après avoir fourni quelques renseignements sur les alluvions des environs de Wädenswil, M. Frei aborde la question de l'âge des dépôts considérés entre Lorze et Sihl. Il fait une critique serrée de la manière de voir de M. Aeppli, d'après laquelle dans la région de la Lorze et de la Sihl se trouveraient des restes étendus de Deckenschotter se reliant vers l'aval avec ceux de l'Albis suivant un plan dont l'inclinaison inverse vers l'amont serait due à une dislocation. Il fait remarquer que les alluvions de la Lorze et de la Sihl sont notablement plus riches en galets de sernifite que cela n'est le cas pour le Deckenschotter ; il constate l'invraisemblance d'une conservation du Deckenschotter sur une surface aussi étendue que celle des alluvions de la Lorze et de la Sihl et dans une région aussi rapprochée des Alpes ; ensuite et surtout il combat la notion d'un affaissement tectonique du Deckenschotter en amont de l'Albis. Pour lui l'inclinaison vers le S du plan de superposition des alluvions sur la Molasse dans les tranchées de la Sihl et de la Lorze n'a nullement une origine tectonique, car une inclinaison concordante ne se retrouve ni dans la stratification ni dans la forme superficielle des alluvions ; elle est due à des formes créées par l'érosion sur la surface de la molasse avant le dépôt du Quaternaire ; les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, qui sont même nettement inclinées au N, excluent toute possibilité d'une inclinaison inverse d'origine tectonique dans cette région. Enfin M. Frei invoque encore contre l'assimilation des alluvions de la Lorze au Deckenschotter leur altération peu avancée et le fait qu'elles ne sont séparées des moraines de la dernière glaciation par aucune limite tranchée ; il explique la cimentation avancée et surtout la fréquence des cailloux creux dans ces dépôts par la circulation particulièrement abondante d'eau qui y intervient et il admet qu'il s'agit ici d'alluvions en tout cas plus jeunes que la seconde période interglaciaire.

Cherchant ensuite à préciser la chronologie des dépôts quaternaires qui couvrent le plateau entre Sihl et Lorze, M. Frei établit d'abord que les abondantes formations moraniques, qui donnent à ce plateau sa physionomie si caractéristique, ne peuvent par la fraîcheur de leurs formes, par leur altération chimique presque nulle et par une altitude inférieure à celle des moraines latérales de la glaciation princi-

pale, appartenir qu'à la dernière glaciation. Il montre ensuite que ces moraines recouvrent les alluvions de la Lorze et de la Sihl suivant une surface irrégulière, nettement érodée et que d'autre part les alluvions de la Lorze et de la Sihl devaient être déjà partiellement cimentées avant le dépôt des moraines sus-jacentes ; de la sorte ces alluvions ne peuvent pas appartenir à la dernière glaciation. D'autre part, M. Frei montre que les alluvions de la Lorze et de la Sihl remplissent des tranchées d'érosion profondément creusées dans le niveau plus élevé des alluvions de la Baarburg, du Josefsgütsch et de Ober Kellenholz, en sorte qu'il faut admettre entre le dépôt de ces deux systèmes d'alluvions une longue phase d'érosion interglaciaire. Or les alluvions de la Baarburg ne peuvent pas être du Deckenschotter; il faut donc supposer avec M. Mühlberg entre la seconde et la dernière glaciation deux glaciations distinctes, l'une correspondant à l'époque d'accumulation de la Haute Terrasse, l'autre à l'époque d'extension maximale des glaciers, et, entre elles, une longue phase d'érosion interglaciaire.

M. Frei a été amené à étudier en détail les formations de la dernière glaciation du plateau de Menzingen et du versant descendant vers Zoug et Baar; il a pu établir diverses phases dans le retrait de la dernière glaciation et montrer entre autres comment le territoire entre Sihl et Lorze, recouvert d'abord par le glacier de la Linth, a été ensuite partiellement abandonné par celui-ci et couvert par le glacier de la Reuss. Grâce à ce fait, il s'est développé à l'E de la Lorze et dans la région de Neuheim des moraines de composition mixte. D'autre part l'auteur a décrit des alluvions déposées dans des lacs de barrage sur le flanc du glacier de la Reuss pendant la dernière glaciation au SE, à l'E et au N de Baar entre 480 et 540 m.; il cite entre autres l'ancien delta de Blickenstorf au NW de Baar, que M. Brückner classe dans les dépôts interglaciaires riss-wurmiens, mais qui paraît appartenir à la phase de retrait de la dernière glaciation. Il signale enfin dans les environs du lac d'Aegeri, entre 1050 et 1150 m. d'altitude, divers gisements de graviers présentant un caractère de passage aux moraines et relativement peu altérés, qui paraissent dater de la période de l'avant-dernière glaciation.

En se basant sur l'ensemble de ses observations, M. Frei refait l'historique de l'évolution subie pendant les temps pléïstocènes par la région des hauteurs de Menzingen; il montre qu'au début une dépression longitudinale a dû exister entre le Hoherhonen et l'Albis, reliant la dépression de Sempach-

Rothkreuz à celle de Rapperschwil, puis que cette dépression a été couverte d'énormes accumulations détritiques grâce au fait qu'elle se trouvait située entre les glaciers de la Linth et de la Reuss. Ces accumulations se sont concentrées essentiellement sur les trois dernières glaciations, entre lesquelles l'érosion a retravaillé les dépôts précédemment formés et a creusé dans leur masse de profondes tranchées. Les oscillations des deux glaciers de la Linth et de la Reuss, déterminées par des conditions d'alimentation très différentes, n'ont souvent pas coïncidé, la limite entre les deux glaciers a beaucoup varié, et, pendant les phases de retrait, le régime des eaux de fusion a subi de multiples modifications, qui ont créé de nombreuses irrégularités.

M. Frei consacre un chapitre à la description du Deckenschotter du NE de la Suisse et des territoires avoisinants d'Allemagne. Il décrit ainsi les dépôts du Kohlfirst des environs de Schaffhouse; de Thayngen et de Ramsen, de la région au N de Stein et au S du lac d'Ueberlingen, puis des hauteurs entre Rhin et Thur et, finalement, des environs de Saint-Gall et de Bischoffszell. Ces dépôts appartiennent en très grande partie au Deckenschotter inférieur, dont la base, avec quelques irrégularités, s'élève vers l'E, puis vers le SE. Dans la région de Stein, soit au S, soit au N du Rhin, on peut constater la liaison des alluvions du Deckenschotter inférieur avec les moraines de la seconde glaciation. En amont de la ligne Stein-Stammheim les dépôts du Deckenschotter inférieur se retrouvent jusque dans la région de Saint-Gall, mais ils représentent ou bien, en partie, des dépôts correspondant au retrait de la deuxième glaciation, ou bien, en partie, des dépôts formés dans des lacs sur le flanc du glacier.

Le Deckenschotter supérieur n'apparaît que très localement, en particulier au Neuhauserberg au SW de Schaffhouse, puis à l'E de Ramsen et au S de l'extrémité du lac d'Ueberlingen.

Passant ensuite au Deckenschotter de la région de Rheinfelden et de Bâle, M. Frei commence par attribuer au Deckenschotter inférieur les alluvions qui forment terrasse sur la rive droite entre Schwörstadt et Riedmatt à un niveau de 350-370 m.; puis il décrit les alluvions qui se développent sur le versant S au-dessus de Rheinfelden et d'Augst; là les deux niveaux du Deckenschotter sont conservés, l'un ayant sa surface à environ 380 m., l'autre à 420-430 m. Quant aux dépôts des environs même de Bâle l'auteur se rallie aux classifi-

cations proposées en dernier lieu par MM. Penck et Brückner.

Le chapitre suivant est consacré au Deckenschotter conservé à l'W de la Reuss, d'abord aux gisements existant entre l'Aa et la Suhr, que l'auteur décrit surtout d'après les travaux de M. Mühlberg, puis aux dépôts d'âge encore douteux du Buchegggberg, et aux alluvions douteuses aussi des environs de Schüpfen et de Maikirch et du bassin de la Grande Emme. Enfin, M. Frei consacre quelques lignes à la description des alluvions de la Côte et du Bois de la Bâtie, qu'il attribue avec MM. Brückner et Kilian à la période de la dernière glaciation.

Après ces descriptions locales, M. Frei reprend l'étude d'ensemble des caractères généraux du Deckenschotter; il commence par traiter la question de la cimentation des alluvions, qu'il envisage comme une phénomène essentiellement superficiel, ne se prolongeant pas profondément dans les masses d'alluvions. Il parle ensuite des galets creux bien connus du Deckenschotter; après avoir rappelé que ces galets sont toujours dolomitiques, il admet comme explication la plus satisfaisante la suivante : dans les moments où les alluvions sont imprégnées d'eau, celle-ci pénètre jusque dans l'intérieur des galets poreux et y agit comme dissolvant, puis, lorsque les alluvions se dessèchent par évaporation, l'eau ressort en dernier lieu de l'intérieur des galets en emportant avec elle du carbonate de chaux ; ainsi s'ouvre un vide qui s'agrandit lentement et si les galets dolomitiques se prêtent presque exclusivement à cette dissolution gagnant du centre à la périphérie, c'est qu'ils sont seuls à la fois suffisamment poreux et solubles pour permettre cette action.

M. Frei cite aussi les divers types de stratification qu'on rencontre dans le Deckenschotter et décrit sommairement le phénomène de la décomposition de ces alluvions.

Dans un important chapitre, l'auteur cherche à définir la composition normale du Deckenschotter, pour laquelle il admet une teneur de 5-10 % de roches cristallines diverses provenant soit du massif de l'Aar, soit du bassin supérieur du Rhin, soit des Nagelfluhs tertiaires, une teneur de 55-65 % de calcaires jurassiques et en petite partie crétaciques, une teneur de 20 % environ de grès ou poudingues variés du Verrucano, du Flysch, de la Molasse et, enfin, une teneur de 10 % de quartz et de silex. Pour arriver à ces données, il a fait un grand nombre de prises de galets dans des régions variées et a ensuite réparti le matériel de chaque prise par affinités pétrographiques; il a pu ainsi établir une série de

tableaux de composition des deux niveaux du Deckenschotter, qu'il est impossible d'analyser ici. Disons seulement que les constatations de M. Frei ont révélé dans la composition de l'un et l'autre de ces niveaux des variations très étendues non seulement d'une région à l'autre, mais d'un point à l'autre d'une même région.

Comparant les alluvions du Deckenschotter avec celles de la Haute Terrasse, M. Frei reconnaît qu'on n'a jusqu'ici trouvé entre ces deux systèmes aucune différence absolue, ni dans l'état de cimentation ou de décomposition, ni dans la composition lithologique; il ne s'agit que de différences relatives qui sont grandement influencées par des causes locales. On peut simplement dire que, d'une façon générale, les alluvions du Deckenschotter sont plus profondément altérées et cimentées, moins riches en éléments cristallins et en Verrucano que celles de la Haute Terrasse; les matériaux y ont aussi été moins bien mêlés, en sorte que les variations dans la composition y sont plus importantes. Quant aux différences existant entre les deux niveaux du Deckenschotter, elles dépendent pour une part importante d'influences locales; d'une façon générale pourtant le Deckenschotter récent est plus riche en roches cristallines (en particulier en roches diabasiques, amphibolites et gneiss), en quartzites et en grès schisteux de la Sernifite et plus pauvre en calcaires.

En se servant des très nombreux repaires d'altitude qu'il a pu faire dans le plan de contact du Deckenschotter ancien avec son soubassement, M. Frei a cherché à reconstituer les formes de la surface préglaciaire; il est arrivé ainsi à montrer que, si cette surface se relève d'une façon générale depuis la région de Coblenz, soit vers le S, soit vers l'E, sa forme est beaucoup moins simple dans le détail qu'on ne l'a admis jusqu'ici et est accidentée par tout un système d'anciennes vallées; ce sont : d'abord une vallée descendant de Schaffhouse, par le Klettgau et Waldshut jusqu'à Bâle, puis les vallées de l'Aar et de la Reuss suivant à peu près le parcours qu'elles suivent encore de nos jours, puis une ancienne vallée de la Limmat, qui de Baden se dirigeait au N pour rejoindre l'Aar vers Dottingen, en suivant à peu près le tracé de la Surb actuelle, puis la vallée de la Thur qui d'Andelfingen à Waldshut suivait la vallée du Rhin actuelle, enfin tout un réseau de petites vallées secondaires. Toutes les eaux qui, à cette époque, confluaient vers Waldshut-Coblenz se dirigeaient vers Bâle et là prenaient, déjà alors, la direction du N. Le niveau des vallées préglaciaires qui près de

Bâle n'était qu'à 110 m. au-dessus de la vallée actuelle, s'élevait plus rapidement vers l'amont que ne le font les thalwegs de notre époque et dans la région de Schaffhouse il y a 200-250 m. de différence entre le niveau du Rhin et celui des vallées préglaciaires.

A ces considérations M. Frei ajoute quelques observations sur les formes de la pénéplaine préglaciaire dans les régions subalpines et sur les thalwegs préglaciaires dans les régions alpines. Il termine son chapitre en traitant la question de la genèse de la pénéplaine préglaciaire et de la nappe d'alluvions qui l'a recouverte. Avec M. Brückner il admet une longue phase d'érosion préglaciaire, ayant déterminé des formes de relief séniles, puis il suppose un soulèvement des Alpes, qui a provoqué une reprise de l'activité des cours d'eau dans les vallées alpines et de l'accumulation sur le plateau molassique et qui a été bientôt suivie de la première glaciation, pendant laquelle la grande masse du Deckenschotter s'est déposée.

M. Frei traite ensuite d'une façon analogue la question du relief et de l'hydrographie qui se sont développés entre l'accumulation du Deckenschotter ancien et celle du Deckenschotter récent. Il admet qu'outre le Rhin, qui coulait probablement encore vers le Danube, trois cours d'eau principaux se dirigeaient de l'E à W; c'étaient d'abord une rivière qui passait au SW du Schienerberg, puis vers Thayngen pour aboutir à Schaffhouse, 2° une rivière qui de Stein suivait à peu près le cours du Rhin actuel jusqu'à Schaffhouse, 3° une rivière qui correspondait à la Thur actuelle. Les eaux des deux premières rivières devaient s'écouler de Schaffhouse par le Klettgau jusqu'à Waldshut, où elles rejoignaient les eaux de la Thur grossies par celles de la Glatt et de la Toess. L'Aar rejoignait alors le Rhin inférieur un peu à l'W de son embouchure actuelle; la Limmat se dirigeait déjà de Baden vers Turgi et le confluent de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat était à peu près ce qu'il est actuellement. L'existence de la vallée de la Wyna avant le dépôt du Deckenschotter récent peut être considérée comme démontrée.

Ce chapitre se termine par quelques indications sur le niveau des thalwegs pendant la première période interglaciaire et par quelques considérations sur la reprise de l'érosion pendant cette période; cette reprise due en première ligne au retrait des glaciers, a été accentuée, d'après M. Frei, par les affaissements survenus dans le fossé de la vallée du Rhin en aval de Bâle.

Dans un chapitre spécial M. Frei examine les relations ayant existé entre le Deckenschotter de Suisse et les glaciers des deux premières glaciations; il commence par établir que les restes de ces alluvions conservés jusqu'à nous sont composés pour la très grande partie d'éléments provenant des bassins du Rhin et de la Linth et pour une petite part de matériaux originaires du bassin de la Reuss; ils ne contiennent pas d'éléments, pour lesquels on puisse démontrer qu'ils proviennent du bassin supérieur de l'Aar ou du Valais; ensuite M. Frei reconstitue la surface de la nappe du Deckenschotter ancien et calcule l'épaisseur de l'alluvionnement, qui dans le NE de la Suisse varie entre 60 et 100 m.; il détermine également la profondeur de l'érosion qui a suivi la première glaciation et l'évalue à 135 m. dans la région de Waldshut, 180 m. à l'W de l'Irchel, 170 m. dans la région de Brugg-Baden; il donne pour l'épaisseur des alluvions du Deckenschotter récent quelques chiffres, qui varient très irrégulièrement entre 30 et 110 m.

Quant à l'extension des deux premières glaciations, l'auteur remarque qu'elle ne peut être reconnue avec une certaine précision que pour le grand glacier Rhin-Linth, qui du reste a contribué pour la presque totalité à l'accumulation des restes actuels des deux Deckenschotter. Le passage des alluvions à la moraine se fait pour les deux Deckenschotter à peu près suivant la même ligne, qui s'étend d'abord de l'extrémité du lac d'Ueberlingen par Stein et Stammheim et se retrouve plus à l'W à Glattfelden, Schüpfheim, Schöflisdorf et le Siggenberg au NW de la Lägern. Ce n'est guère qu'entre Limmat et Reuss que le passage aux moraines de la seconde glaciation reste notablement en retrait de cette ligne.

A propos de l'inclinaison des deux niveaux du Deckenschotter vers l'aval, M. Frei fait en particulier ressortir l'influence qu'ont exercée sur l'accumulation du Deckenschotter ancien les inégalités qui existaient sur la surface préglaciaire et qui ont dû déterminer l'écoulement des eaux en un grand nombre de ruisseaux plus ou moins indépendants, possédant pour la plupart une puissance de transport très limitée. Cette dispersion des eaux explique à elle seule l'inclinaison très forte du Deckenschotter et permet de faire abstraction de l'hypothèse de MM. Penck et Brückner, qui supposent un soulèvement tectonique des régions alpines et un redressement des alluvions de la première glaciation. Du reste les observations de M. Frei l'ont amené à contester presque toutes les dislocations admises dans le Deckenschotter par

MM. Penck, Brückner et d'autres auteurs. Les anomalies de niveau citées en faveur de l'hypothèse de dislocations, s'expliquent souvent par une simple intervention des inégalités de la surface préglaciaire due à l'érosion; souvent aussi elles n'existent pas réellement, mais ont été déduites par des comparaisons erronées entre des niveaux non exactement comparables. Des affaissements locaux semblent pourtant s'être produits dans les alluvions citées entre Schwörstadt et Riedmatt et appartenant au Deckenschotter inférieur, ainsi que dans le Deckenschotter ancien qui se trouve à l'E d'Attenschweiler (à l'W de Bâle).

Dans un dernier chapitre M. Frei expose en résumé les diverses idées qui ont été émises sur l'âge du Deckenschotter et les arguments sur lesquels elles sont fondées. Il fait ressortir la nécessité d'admettre entre le dépôt de la Molasse d'eau douce supérieure et celui du Deckenschotter ancien une longue phase de stabilité tectonique et d'érosion, ce qui parlerait contre l'idée d'un âge pliocène. Par contre il insiste sur l'importance que présente la découverte fréquente dans le Deckenschotter ancien du Siggenberg de *Vallonia (Helix) tenuilimbata* Sandb., une espèce qui ne paraît pas exister au-dessus du Pliocène. C'est pourquoi M. Frei est tenté d'admettre que le Deckenschotter ancien serait peut-être encore contemporain du Pliocène supérieur, tandis que le Deckenschotter récent serait certainement quaternaire; du reste il considère la question comme non encore résolue d'une façon certaine.

Le volume de M. Frei se termine par une tabelle de composition d'un grand nombre de gisements de Deckenschotter; il est complété par une carte d'ensemble du Deckenschotter dans le NE de la Suisse, par une carte au 1 : 25000 de la région de la Lorze et de la Sihl et par une planche de profils pris à travers cette même région, enfin par deux cartes indiquant les formes de surface sur lesquelles se sont déposés le Deckenschotter ancien et le Deckenschotter récent.

M. R. Frei (**116**) a en second lieu élaboré une nouvelle carte au 1 : 1000000 des **glaciers des Alpes suisses pendant les deux dernières glaciations.** Comparée à la carte d'Alph. Favre, celle-ci en diffère d'abord par le fait que l'auteur y a établi une distinction entre le bassin d'alimentation, comprenant de multiples bras convergents et affluents, et la région d'écoulement et d'expansion, dans laquelle le niveau supérieur de la glace peut se suivre avec précision. D'autre part les extensions très différentes des grands glaciers pendant les

glaciations de Riss et de Würm sont figurées par des teintes différentes, qui permettent une comparaison facile.

Cette carte est accompagnée d'un texte d'une vingtaine de pages, dans lequel M. Frei commence par réunir une série de données concernant le niveau supérieur des glaciers du Rhin, de la Linth, de la Reuss, de l'Aar et du Rhône et sur les surfaces couvertes par ces mêmes glaciers, ainsi que par ceux de l'Adda, du Tessin et de l'Oglio. L'auteur fait ensuite ressortir l'influence exercée par le Jura qui, en barrant le glacier du Rhône, l'a forcé à s'accumuler en une véritable mer de glace, en rejetant vers le NE les glaciers affluents de l'Aar et de la Reuss ; il montre que le rôle de ce barrage a varié considérablement suivant le niveau atteint par la glace et que la réaction sur les glaciers de l'Aar, de la Reuss et même de la Linth a été complètement différente pendant les maxima de Riss et de Würm, ou encore pendant les stades de retrait. C'est ainsi que pendant le maximum rissien le glacier de l'Aar, refoulé par celui du Rhône, a envahi, par le haut Emmenthal et l'Entlebuch, l'aire d'expansion normale du glacier de la Reuss, comme du reste le glacier de la Linth a été rejeté par celui du Rhin dans la vallée de la Reuss.

En terminant, M. Frei examine comparativement les aires d'extension des fronts glaciaires et les limites supérieures des erratiques des deux dernières glaciations et constate ainsi que, si les glaciers de la glaciation principale ont beaucoup dépassé les limites qu'ont atteintes plus tard les glaciers wurmiens, par contre leur niveau supérieur dans les vallées alpines n'a pas été beaucoup plus élevé que pendant la dernière glaciation. Il en conclut que la grande extension des glaciers rissiens a été due à un abaissement de la limite des neiges persistantes, qui est descendue au-dessous de la surface d'une grande partie des glaciers, augmentant ainsi considérablement l'aire d'alimentation. D'autre part, tout en considérant la question comme non encore éclaircie, l'auteur admet que cette descente de la limite des neiges doit être due, au moins pour une bonne part, à un abaissement de la température.

M. A. Gutzwiller (**120**) a exploré à nouveau pendant ces dernières années les **dépôts fluvioglaciaires des environs de Bâle** et a résumé ses observations en une courte notice.

Il distingue cinq systèmes d'alluvions fluvioglaciaires qui sont, en commençant par le plus ancien, les suivants :

1° Les alluvions de la Haute Alsace forment une vaste nappe, qui commence au S et à l'E par un bord d'érosion

dans la région de Hagenthal et Bettlach et s'abaisse soit vers l'W, soit vers le N avec une inclinaison de 9-10 ‰. Ces dépôts sont formés exclusivement d'éléments alpins, ils montrent une altération avancée et ne se raccordent nulle part à une formation morainique ; pourtant leur caractère fluvio-glaciaire paraît ressortir des dimensions relativement grandes d'une partie de leurs éléments. M. Gutzwiller les envisage donc comme correspondant à une première glaciation, peut-être pliocène, et comme déposés par un cours d'eau coulant de Waldshut vers l'W jusque dans le bassin de la Saône. Un affaissement ultérieur de la vallée du Rhin plus en aval a provoqué un détournement des eaux vers le N et la destruction par érosion régressive d'une grande partie de ces alluvions.

2° Le Deckenschotter ancien commence dans la région de Biel-Benken à l'altitude de 400 m. environ et se suit par Neuweiler, Wenzweiler jusqu'à Attenschweiler, où il se trouve au niveau de 320 m. Vers l'E on retrouve cette même formation au-dessus de Münchenstein et de Rheinfelden. La différence de niveau de ces alluvions avec les précédentes est d'à peu près 100 m. et leur altération est moins avancée.

3° Le Deckenschotter récent se trouve vers l'E à 40 m., vers l'W à 20 m. seulement au-dessous du précédent ; il forme au S de Bâle plusieurs plateaux, dont le plus important est celui du Bruderholz ; ses matériaux, essentiellement alpins, sont moins décomposés que dans les dépôts précités. Au N du Rhin des formations, correspondantes comme niveau, sont constituées essentiellement par des roches de la Forêt Noire.

4° La Haute Terrasse a sa surface à 10-12 m. au-dessous de la base du Deckenschotter récent ; sa base, qui au S de Bâle est à 20 m. au-dessus de la surface de la Basse Terrasse, s'abaisse vers l'aval, de façon à être finalement couverte par cette dernière. C'est à la Haute Terrasse qu'il faut en particulier attribuer les alluvions décomposées, sous-jacentes à celles de la Basse Terrasse, qui ont été mises à jour près de la route de Birsfelden à Muttenz.

A propos de ce système d'alluvions, l'auteur rectifie sur divers points ses opinions antérieures et discute la question de la terrasse moyenne, dont la distinction lui paraît peu fondée, pour les environs de Bâle au moins.

5° La Basse Terrasse est sur différents points étagée en plusieurs niveaux, mais son niveau supérieur seul présente le caractère d'une véritable terrasse d'accumulation. Ces

dépôts, contrairement aux précédents, ne portent pas de Lœss proprement dit. A la base des alluvions de la Basse Terrasse on rencontre fréquemment de gros blocs, qui indiquent la proximité des moraines et qui correspondent peut-être à la grande glaciation qu'admet M. Mühlberg entre les alluvionnements de la Haute et de la Basse Terrasse.

M. Ed. Brückner (**114**), en rendant brièvement compte de ce travail, s'est déclaré absolument d'accord avec la classification et les idées proposées par M. Gutzwiller, sauf sur un point, l'origine des alluvions anciennes d'Alsace, pour lequel il maintient sa manière de voir antérieure.

En même temps à peu près que M. Gutzwiller renonçait à la distinction d'une terrasse moyenne dans les environs de Bâle, M. L. van Wervecke s'est attaché à démontrer l'inutilité de cette distinction (**132**) et à prouver l'extension du Loess jusque sur la surface de la Basse Terrasse. Il considère d'autre part le Lœss comme glaciaire, les alluvions comme interglaciaires; il n'admet pas la distinction d'un Lœss ancien et d'un Lœss récent; il assimile la Terrasse moyenne de M. Steinmann à la Basse Terrasse des glaciaristes suisses.

M. C. A. R. Behmer (**112**) a établi, à la suite d'excursions prolongées dans le territoire du plateau fribourgeois, un catalogue des **blocs erratiques** les plus frappants répandus dans ce domaine.

Dans l'exposé de son étude il donne la liste de tous les échantillons de matériel erratique conservés dans la collection Pahud, au musée d'histoire naturelle de Fribourg. Ensuite il rend compte de ses propres trouvailles, qui, à certain point de vue, sont moins abondantes que celles de Gilliéron, à cause de la destruction d'innombrables blocs effectuée pendant ces dernières années.

M. Behmer commence son énumération par la zone subalpine, qui s'étend de Châtel-Saint-Denis aux abords de Bulle et est caractérisée par la prédominance très accusée des blocs de poudingues d'Attalens, auxquels se mêlent en moindre quantité des conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône. Dans la direction du NE les poudingues d'Attalens deviennent pourtant rapidement de moins en moins fréquents, ils sont remplacés par des nagelfluhs calcaires et surpassés en nombre par les conglomérats de Valorsine.

Dans la région de Bulle M. Behmer a cherché à préciser les limites de l'erratique apporté respectivement par les glaciers

du Rhône et de la Sarine. Plus au NE il a suivi une zone de moraines latérales passant près de La Roche et Montévraz et contenant de nouveau surtout des blocs de conglomérats de Valorsine avec quelques-uns de gneiss du Mont Rose.

Ensuite M. Behmer signale un certain nombre de gros blocs qu'il a observés entre la zone subalpine et la zone de la Broye, sans s'être livré, semble-t-il, à des recherches absolument méthodiques. Enfin dans un dernier chapitre il parle de l'erratique compris entre Broye et lac de Neuchâtel. Sur les bords du lac dans les environs d'Yvonand d'une part, de Font de l'autre, et de Chevroux en troisième lieu, il a noté l'existence de blocs appartenant surtout à la protogine du Mont Blanc, et aux conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône.

MM. Ed. Gerber, B. Aeberhardt et F. Nussbaum (**118**) ont signalé, dans un rapport fait au nom de la commission bernoise pour la conservation des blocs erratiques, quelques blocs particulièrement intéressants, dont la conservation est désormais assurée ou devra l'être dans un avenir rapproché.

M. Ed. Gerber (**117**) a suivi les travaux de forage du tunnel destiné à amener à Kallnach une partie des eaux de l'Aar, captées en amont de Niederried. Il a pu ainsi établir un profil de la galerie, qui montre la superposition, suivant une surface irrégulière, de deux systèmes de moraines de fond, séparés par une zone de graviers et de sables lévigués.

M. W. Salomon (**129**) a donné une brève description de deux moraines d'âge différent, l'une profondément altérée, l'autre fraîche, toutes deux, du reste, de caractère local, qu'il a observées un peu au-dessous du sommet du Monte Bré, près de Lugano.

M. F. C. Müller (**125**) a consacré une notice de quelques pages à la description sommaire des gisements connus de **charbons quaternaires**, en particulier de ceux d'Utznach, de Wangen, d'Eschenbach, de Dürnten, de Wetzikon, de Mörswil, de Zell, de Strätlingen, de Grandson et du Signal de Bougy. Il a rendu compte des exploitations qui ont été faites dans ces diverses localités, et qui sont actuellement partout suspendues. Deux échantillons de charbon ont été analysés.

L'auteur envisage l'ensemble de ces formations à charbon comme interglaciaires et probablement préwurmiennes, mais il reconnaît que cette manière de voir n'est pas démontrée d'une façon définitive.

Dans une précédente Revue, j'ai signalé une publication de M. A. Ludwig, consacrée aux **lignites schisteuses de Mörswyl** dans le canton de Saint-Gall. M. Ed. Scheibener (**130**) a étudié à son tour ces gisements dans les ravins de la Steinach, du Schwärzebach et du Hornbach et il a retrouvé les lignites partout associées à des marnes schisteuses entre deux systèmes de moraines plus ou moins remaniées. La lignite forme un banc principal, supérieur, facile à retrouver et un banc inférieur, qui n'apparaît que localement ; le nombre plus grand de couches de charbon signalé par M. Ludwig paraît reposer sur une erreur.

Par une étude des relations existant entre les lignites de Mörswyl et les formations morainiques ou fluvioglaciaires ambiantes, M. Scheibener arrive à la conviction que ces charbons ne peuvent appartenir qu'à la phase de retrait de la dernière glaciation, qu'elles sont par conséquent interstadiaires ; il confirme ainsi la manière de voir exprimée récemment par M. Ludwig.

Après avoir visité à nouveau les environs du lac d'Iseo, M. A. Baltzer (**111**) a maintenu son opinion antérieure de l'âge interglaciaire des marnes de Pianico-Sellere ; par contre il a reconnu que sa conception tectonique de la région d'Iseo est à rectifier sur plusieurs points.

M. D. Geyer (**119**) a réuni, dans le but spécial d'étudier les variations de *Helix arbustorum* et la répartition de ses diverses variétés, un matériel considérable provenant soit de la faune actuelle de l'Allemagne du Sud, soitdes dépôts du Loess. Il est arrivé ainsi aux conclusions suivantes :

Si les Helix arbustorum du Loess sont généralement plus petits que les représentants actuels de la même espèce dans les pays de plaine, il faut se garder d'étendre ce caractère à l'ensemble des H. arbustorum pléïstocènes.

Les H. arbustorum du Loess ressemblent à la variété alpestris actuelle par leurs petites dimensions et la hauteur de leur spire, mais ils s'en distinguent nettement par la plus grande épaisseur de leur coquille, qui semble impliquer son existence dans des stations chaudes et sèches. Parmi les formes actuelles, celles qui se rapprochent le plus des formes du Loess, ce sont celles qu'on trouve sur les prairies ensoleillées de la Souabe. Ainsi l'étude comparative de cette espèce dans ses variations anciennes et récentes ne fournit aucun argument en faveur de l'idée d'un climat froid pendant l'époque du Loess ; au contraire.

Stations préhistoriques. — Les fouilles que M. J. NUESCH a effectuées de 1891 à 1894 au Schweizersbild ont été l'objet, pendant ces dernières années, de violentes critiques, émanant en particulier de M. J. Heierli. M. Nuesch a cru devoir répondre à ces critiques (**126**) en rappelant l'importance des résultats acquis par son travail, qui suffit à justifier sa méthode, ainsi que les multiples témoignages d'approbation qu'il a reçus de savants particulièrement compétents. Cette réplique est suivie de trois lettres adressées à M. Nuesch par MM. TH. STUDER, J. KOLLMANN et P. SARASIN, qui tous trois reconnaissent la conscience et la perspicacité, avec lesquelles M. Nuesch a travaillé.

M. H. HARTMANN (**121**) a rendu compte de fouilles qui ont été entreprises récemment dans une grotte située au-dessus du lac de Thoune près de la « Beatushöhle ». Ces travaux ont mis au jour des os de petits mammifères, taillés d'une façon particulière, des dents de carnassiers, des os d'écureuils, de lièvres et de divers oiseaux, brisés, ou portant des traces de morsures, enfin un très beau marteau de granite.

M. F. JACCARD (**122**) a signalé la découverte faite près de Chamblandes d'une petite hache, du type de celles des stations lacustres de Concise et de Chevroux. Il est fort probable que cet objet provient d'une des sépultures de la nécropole de Chamblandes et, comme il présente le caractère des haches datant de la seconde moitié des temps néolithiques, il paraît justifié de dater de la même époque la nécropole de Chamblandes, qui serait ainsi moins ancienne que ne l'admettait Schenck.

Le comité d'organisation du 14e congrès international d'anthropologie, présidé par M. E. PITTARD (**128**) a eu l'heureuse idée de réunir en un petit atlas les cartes des **stations lacustres des lacs de Genève, Neuchâtel, Bienne, Morat et Zurich,** qui avaient été établies pour le Dictionnaire géographique de la Suisse. Il y a joint les cartes de la répartition en Suisse des populations de l'âge du bronze, de l'âge du fer et de l'époque allemano-burgonde avec un court texte explicatif.