Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 42 (1949)

Heft: 2

Artikel: Bericht über die 65. Hauptversammlung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in Lausanne : Samstag bis Montag, den 3. bis 5. September 1949 im Palaise de Rumine, Salle Tissot

Autor: [s.n.]

Kapitel: B: 65. Hauptversammlung : Sonntag, den 4. September 1949

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-161182

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: 02.10.2025

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

V. Erstellungskosten der Eclogae Vol. 40, 1947.

	Bd. 40/1 161 Seiten 4 Tafeln 32 Textfiguren	Bd. 40/2 419 Seiten 4 Tafeln 59 Textfiguren
	Fr.	Fr.
Eigenkosten: Redaktion und Druck	3,271.10	4,781.90
Beiträge und Vergütungen	4,944.—	7,257.75
Total der Erstellungskosten	8,215.10	12,039.65
Spedition	166.20	178.10

Luzern, Mai 1949. Der Kassier: F. Roesli.

Revisorenbericht über das Rechnungsjahr 1948: Die Unterzeichneten haben die Jahresrechnung 1948 der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft geprüft und in allen Teilen in Ordnung gefunden. Sie überzeugten sich von der gewissenhaften Verbuchung der Einnahmen und Ausgaben und deren Übereinstimmung mit den Belegen. Die auf den 31. Dezember 1948 in der Bilanz aufgeführten Aktiven sind durch Bank- und Postcheckausweise belegt und die Ausscheidung der Vermögenswerte auf die einzelnen Fonds ist in der Kartothek übersichtlich eingetragen. Der zusammenfassende Rechnungsbericht stimmt mit der detaillierten Buchführung überein. Die Rechnungsrevisoren beantragen der Gesellschaft, die Jahresrechnung 1948 zu genehmigen und dem Herrn Kassier für die der Gesellschaft geleistete grosse und zeitraubende Arbeit bestens zu danken.

Zürich, den 22. Juni 1949. R. Streiff-Becker.

A. Weber.

B. 65. Hauptversammlung: Sonntag, den 4. September 1949.

Erster Teil: Geschäftliche Sitzung.

Leitung: Prof. Dr. E. C. Wegmann, Vizepräsident.

Nach der Eröffnung der Sitzung teilt der Vizepräsident mit, dass der Präsident unserer Gesellschaft, Herr Prof. L. Vonderschmitt, krankheitshalber verhindert ist, an der diesjährigen Jahresversammlung teilzunehmen und deshalb bitten lässt, seine Abwesenheit zu entschuldigen. Darauf dankt der Vizepräsident den waadtländischen Behörden und unseren Lausanner Kollegen für ihre Gastfreundschaft. Er begrüsst mehrere Kollegen aus dem Ausland, die unserer Versammlung beiwohnen, insbesondere Herrn Prof. Paul Fourmarier aus Liège und Herrn Prof. Silvio Vardabasso aus Cagliari. Zum ehrenden Gedächtnis an Herrn Prof. Elie Gagnebin spricht Herr Prof. Maurice Lugeon die Erinnerungsworte.

Der Jahresbericht des Vorstandes für das Jahr 1948/49, der Bericht des Eclogae-Redaktors, der Rechnungsbericht pro 1948 und die zugehörigen Berichte der Rechnungsrevisoren, ferner das Budget 1949 werden vom Vizepräsidenten verlesen und von den Anwesenden genehmigt.

Der Jahresbeitrag von Fr. 18.— wird beibehalten, ebenso die Gebühr für lebenslängliche Mitgliedschaft.

Als Rechnungsrevisor wird Herr Dr. A. WEBER in seinem Amt bestätigt; der turnusgemäss ausscheidende Rechnungsrevisor, Herr Dr. R. STREIFF-BECKER, wird einstimmig durch Herrn Dr. H. JÄCKLI ersetzt.

An Stelle des verstorbenen Vorstandsmitgliedes Herrn Prof. E. GAGNEBIN wählt die Versammlung ohne Gegenstimme Herrn Dr. A. FALCONNIER, der im Vorstand unserer Gesellschaft das Amt eines Beisitzers versehen wird.

Herr Prof. EMMANUEL DE MARGERIE – zur Zeit noch das einzige unserer Gesellschaft seit ihrer Gründung angehörende Mitglied – wird durch eine feierliche Adresse geehrt, die der Vorstand ihm zu Anlass unserer 65. Jahresversammlung zukommen lässt.

Ferner stimmt die Versammlung einstimmig einem Vorschlag des Vorstands zu, wonach in Zukunft Mitglieder, die unserer Gesellschaft während 50 Jahren ununterbrochen angehört haben, zu Mitgliedern auf Lebenszeiten ernannt werden. Damit sind sie von der Entrichtung weiterer Jahresbeiträge befreit. Diese Neuerung betrifft gegenwärtig die Herren Prof. E. DE MARGERIE, Prof. M. LUGEON, Prof. LEO WEHRLI, Prof. A. BUXTORF, Dr. S. BLUMER, Dr. FR. WEBER, Prof. E. LETSCH († am 7. Dezember 1949).

Zum Ehrenpräsidenten der anschliessenden wissenschaftlichen Sitzung wählt die Versammlnug Herrn Prof. M. LUGEON, zum Präsidenten Herrn Prof. P. FOURMARIER und zum Sekretär Herrn Dr. R. TRÜMPY.

Der Präsident: L. VONDERSCHMITT.

Der Sekretär: R. F. RUTSCH.

Zweiter Teil: **Wissenschaftliche Sitzung.**

Zugleich Sitzung der Sektion für Geologie der SNG.

1. — ARNOLD BERSIER (Lausanne): **Les problèmes des sédimentations cycliques des faciès Molasse et Houiller.** Pas reçu de manuscrit.

---

2. — MAURICE LUGEON (Lausanne): **Fenêtre ou tassement à Sagnevagnard (Vallée de Joux)?** Pas reçu de manuscrit.

---

3. – DANIEL AUBERT (Lausanne): **Les graviers de Montcherand, au pied du Jura vaudois**[1]**.** (Avec 4 figures dans le texte.)

Le plateau faiblement incliné sur lequel est construit le village de Montcherand, 2 km au NW d'Orbe, raccorde le versant de la chaîne jurassienne à la plaine alluviale et tourbeuse de l'Orbe. Son socle rocheux d'Urgonien et de molasse est recouvert d'une couche à peu près continue de moraine de fond alpine appartenant à la

[1]) Publié avec l'autorisation de la Commission Géologique Suisse.

dernière glaciation, sur laquelle s'étend une nappe de cailloutis pouvant atteindre une épaisseur de 10 à 12 m.

La morphologie de ces graviers est très uniforme; elle présente une succession d'ondulations très surbaissées, de paliers étroits, ou encore de terrasses séparées par des talus ou limitées par des bourrelets peu saillants. Par endroits leur surface est défoncée par de spacieuses dolines circulaires ou elliptiques considérées comme

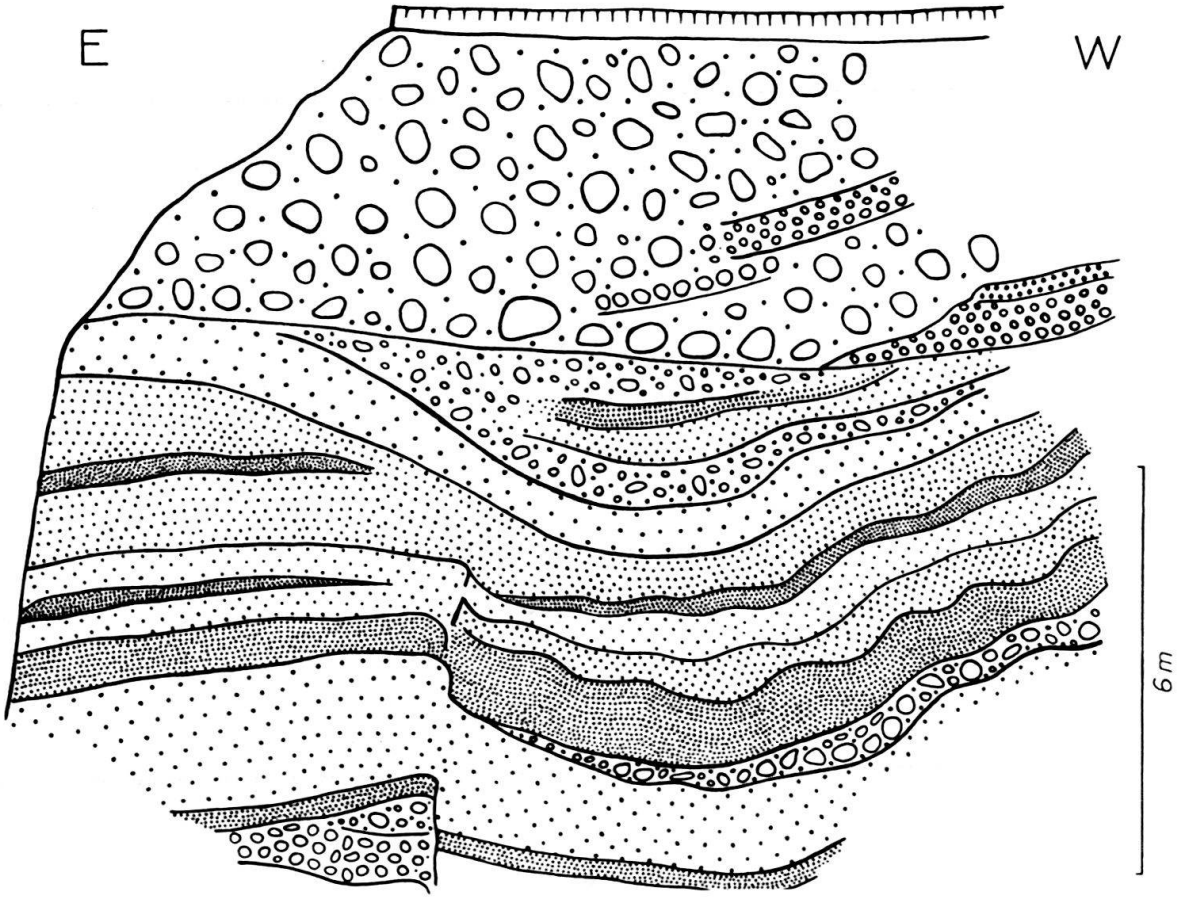


Fig. 1. *Gravière du Creux au Loup*, Montcherand (voir Feuille Siegfried 290 Lignerolle, 500 m au NW de Montcherand). Graviers et sables stratifiés et plissés, recouverts d'une grossière blocaille.

des trous de glace morte. Quant à leur structure, que l'on peut observer aisément dans plusieurs gravières en exploitation permanente, elle présente les caractères suivants:

1° La majorité des éléments sont d'origine jurassienne.

2° Ils portent les marques d'un transport torrentiel: usure et calibrage des galets, stratification des sables et des graviers.

3° Des influences glaciaires y sont visibles: lentilles de moraine argileuse, cailloux striés, rares blocs anguleux.

4° On peut distinguer presque partout deux zones superposées discordantes (fig. 1):

à la base, des matériaux relativement fins, stratifiés et parfois plissés;

au sommet, une blocaille entassée sans ordre.

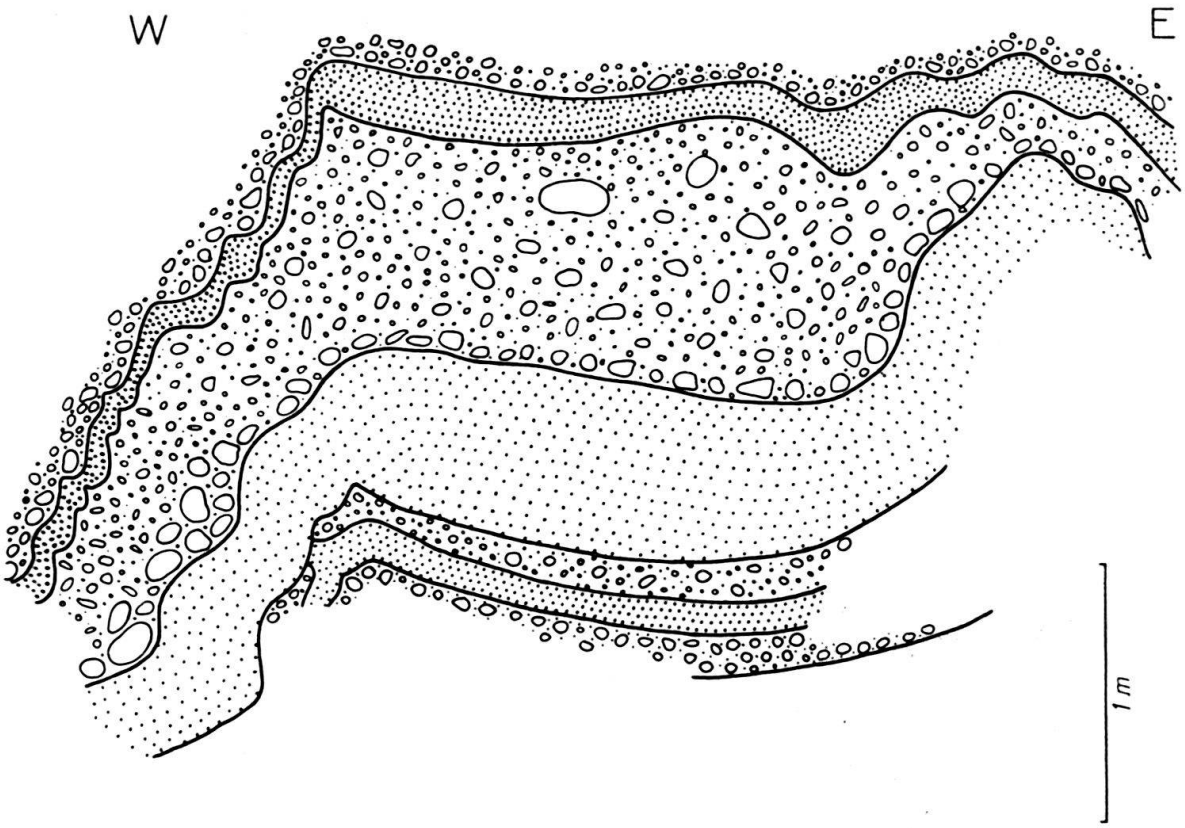


Fig. 2. *Gravière des Coteaux*, 2 km au N de Montcherand (voir Feuille Siegfried 290 Lignerolle, coord. 528,85/178,15). Graviers et sables inférieurs plissés.

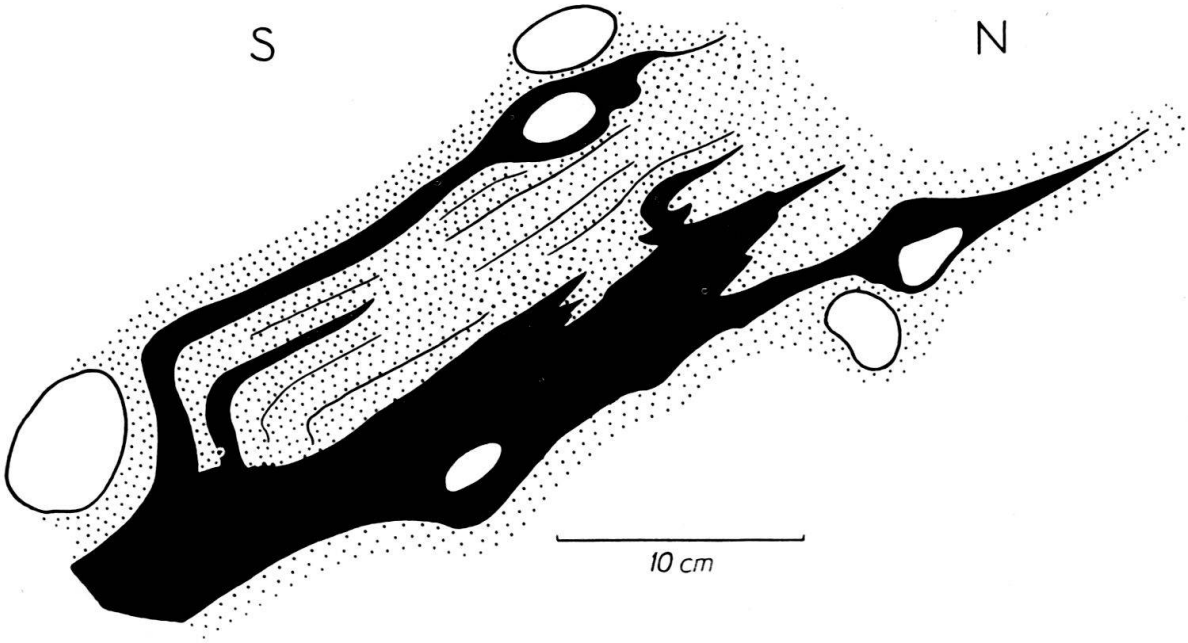


Fig. 3. *Gravière de Robellaz*, Valeyres sous Rances (voir Feuille Siegfried 290 Lignerolle, 2,5 km au au N de Montcherand). Lentilles de moraine argileuse laminées.

5° Enfin un examen attentif montre que *les couches inférieures ont été remaniées*, en ce sens que leur structure a subi des modifications, ou même par endroits des bouleversements, ultérieurement à leur dépôt. C'est ce qu'indiquent les figures. Sur la figure 1 on ne distingue que des ondulations des bancs de sable et de gravier, coupées en un point par une faille verticale. Par places, ces plissements sont beaucoup plus accentués, ainsi que le montrent la figure 2 et la figure 3, où l'on

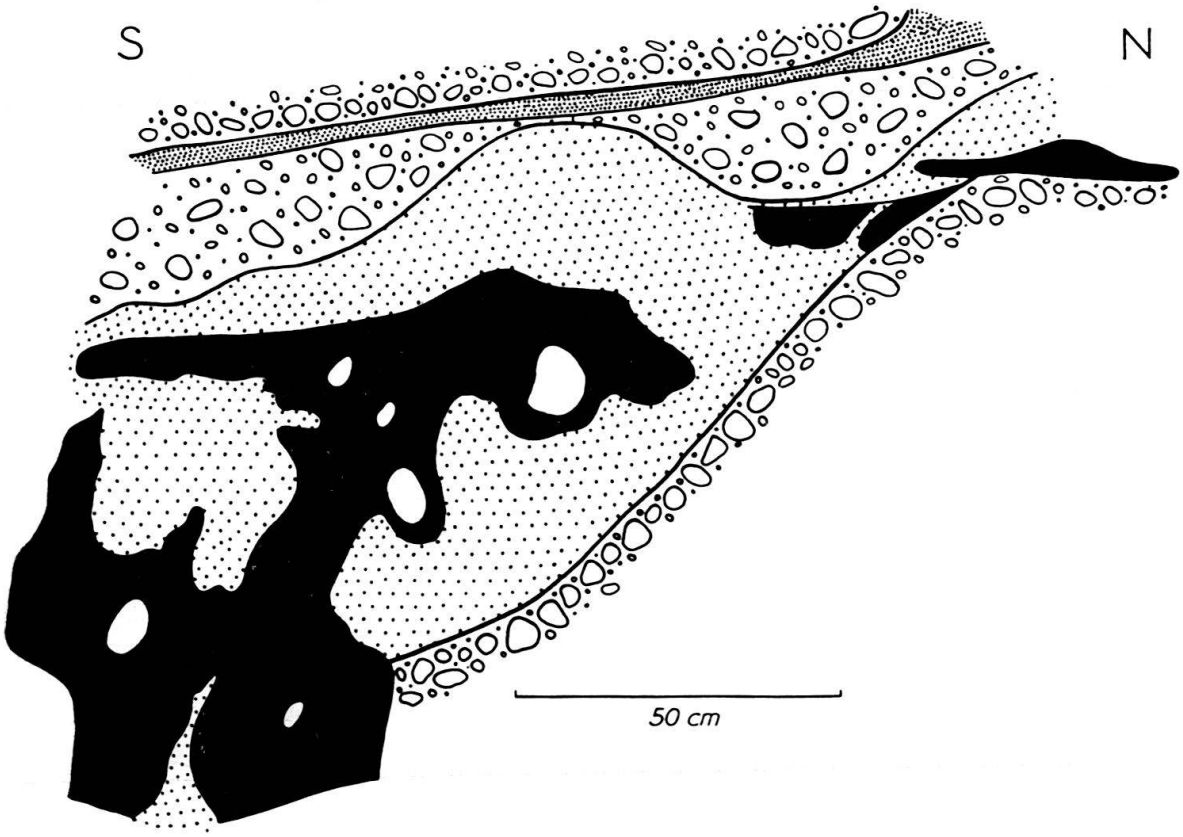


Fig. 4. *Gravière de Robellaz*, Valeyres sous Rances. Apophyses de moraine argileuse injectées dans un banc de sable.

distingue des feuillets de moraine argileuse repliés, laminés et même retroussés au contact d'un gros caillou. Quant à la figure 4, on y voit une masse argileuse de même nature comprimée et injectée à l'intérieur d'un banc sableux. Dans ce cas, l'influence d'une compression est indéniable. Elle est démontrée encore par la présence de galets écrasés par le serrage de leurs voisins. L'un de ces accidents a été observé à moins de deux mètres de la surface.

Ces cailloutis – leur taille, leur forme et leur origine l'indiquent – ont été transportés par des cours d'eau descendant du Jura, peut-être même par l'Orbe qui coule maintenant 50 m en contre-bas, lorsque le glacier du Rhône s'était déjà abaissé jusqu'au pied de la chaîne. Mais où et dans quelles conditions se sont-ils déposés? Leur morphologie correspond à une formation périglaciaire qui aurait suivi pas à pas et en s'abaissant progressivement, le recul du glacier, les dolines provenant de culots de glace recouverts d'alluvions et ayant fondu après coup.

Quelles sont alors les causes de la compression dont les couches de graviers et d'argile portent les marques? Nous n'en voyons que deux possibles, tout glissement

étant exclu sur cette surface quasi horizontale: le tassement de la masse graveleuse provoqué par le décrochage du glacier, ou la pression du glacier agissant comme une sorte de rouleau compresseur.

La pression résultant du tassement est-elle suffisante pour expliquer la déformation des lentilles argileuses et l'éclatement des galets? Cela paraît bien improbable. On est donc amené à admettre la seconde hypothèse et à envisager que ces matériaux se sont déposés, en partie tout au moins, sous le glacier, et qu'ils ont été laminés par les derniers mouvements de celui-ci. BALTZER[2]) qui les a décrits brièvement, les considérait comme des formations fluvioglaciaires bousculées et plissées par la pression latérale du glacier. Pour mon compte, j'imagine qu'il a dû se produire, pendant le retrait, un énorme alluvionnement au bord et à la surface du glacier, et même dessous, et que la masse de glace, à peu près immobile et incapable de repousser ces matériaux, les abandonna sur place lors de sa fusion définitive. C'est l'image que donne E. DE MARTONNE[3]) des glaciers de pied-mont de l'Alaska et je pense que c'est dans cet ordre d'idées qu'il faut tenter de résoudre les problèmes que posent les dépôts graveleux du pied du Jura.

---

4. — RUDOLF TRÜMPY (Lausanne): **Deux faunules kimméridgiennes des Préalpes médianes du Chablais (Haute-Savoie).**

I. Introduction.

En juillet 1948, M. ELIE GAGNEBIN conduisait ses élèves pendant une quinzaine de jours dans la vallée d'Abondance, en Haute-Savoie, pour l'exercice annuel de levé de cartes. Ce devait être la dernière fois qu'il parcourait ces Préalpes dont il avait fait son domaine principal de recherches, tout passionné par les problèmes de leur géologie, plein de projets pour des études futures. A la grande tristesse qu'évoque sa disparition s'ajoute le regret qu'une si petite partie seulement de ses résultats ait été publiée.

C'est au cours de cette excursion que furent recueillies les observations qui font le sujet de la note présente.

On sait l'extrême pauvreté en fossiles macroscopiques du Malm des Préalpes Médianes (3, 4, 7). Dans cette puissante masse calcaire, toute subdivision stratigraphique, même basée sur l'étude détaillée des microfaunes, restera précaire tant que l'on n'aura pas établi, à l'aide des Ammonites, la valeur stratigraphique locale de chaque espèce de Foraminifère ou d'autre organisme. Ceci est vrai particulièrement pour la partie interne de la nappe, caractérisée par la présence du Dogger à Mytilus. Là, toute trouvaille, même aussi peu spectaculaire que les nôtres, offre un certain intérêt.

Les deux gisements se trouvent sur le flanc droit de la vallée d'Abondance, voisine de la frontière valaisanne, dans la partie radicale des Préalpes Médianes plastiques. Nous nous référons à la nouvelle carte française au 20000e, feuille Thonon-les-Bains, N° 8.

---

[2]) A. BALTZER, Beiträge zur Kenntnis des diluvialen Rhonegletschers. Ecl. geol. Helv., vol. 6, p. 378—391, 1900.

[3]) E. DE MARTONNE (d'après Tarr et Martin): Les glaciers de l'Alaska et leur intérêt pour l'intelligence des formes du relief glaciaire. Ann. de Géol., vol. XXIX, p. 455, 1920.

II. **Le gisement de la Callaz** (Cornettes de Bise).

1. Situation topographique et tectonique. — Ce gisement se trouve à une altitude de 2120 m environ, sur le sentier qui mène du Col de Vernaz, sur la frontière franco-suisse, au sommet des Cornettes de Bise, en passant par le chalet de la Callaz (coordonnées françaises 942975/157525). On reconnaîtra facilement le banc fossilifère, qui affleure quelques mètres au N du sentier, à son aspect bréchoïde, tacheté de brun et de blanc.

Les calcaires du Jurassique supérieur plongent d'une trentaine de degrés vers le SSE. Ils sont ici en position renversée. On se trouve dans le flanc N de l'anticlinal de la Vernaz ou, si l'on veut, dans le flanc S du synclinal des Cornettes de Bise.

2. Position stratigraphique. — Le Sinémurien, qui forme la butte de la Callaz, se termine vers le haut par une trentaine de m de schistes marno-sableux.

Les couches à *Mytilus* débutent par 2 m de schistes gréseux, charbonneux, qui renferment, dans le couloir à l'W de la Callaz, une lentille de charbon assez pur. Suit un banc peu épais d'un calcaire gréseux, lumachellique, fétide, puis de nouveau 1,5 m de schistes marno-gréseux, enfin 5—7 m de calcaires gris foncé, très fétides, à patine jaunâtre, avec des délits marneux. Ce complexe renferme une riche faune, surtout de Lamellibranches et de Polypiers, que nous n'avons pas étudiée en cet endroit. La limite contre le Malm est des plus tranchées, la succession y étant fort incomplète.

La coupe détaillée du Malm est difficile à relever, grâce à l'intersection très oblique des couches avec le terrain et grâce à un jeu de petites failles. Notre gisement se trouve environ 20 m en dessus des couches à *Mytilus*. Le complexe de calcaires, du «type Malm», compris entre le niveau fossilifère et le Dogger, est bien individualisé: ce sont des calcaires finement graveleux. Ils sont gris-brun ou beige foncé à la cassure, gris-bleu clair à la surface. C'est surtout à la base que leur structure pseudo-oolithique est apparente; partout, ils sont un peu spathiques. Ces calcaires sont disposés en gros bancs. Cinq mètres sous le banc à Ammonites, on observe de gros silex brun clair, de forme irrégulière.

En coupe mince, la roche se présente comme calcaire micrograveleux (pseudo-oolithique, «onkolithique») typique. Les pseudo-oolithes constituent plus de la moitié de la roche; elles sont bien arrondies, de taille variable, le plus souvent entre 0,1 et 0,2 mm. Dans la partie supérieure, elles se confondent plus ou moins avec la pâte. Celle-ci est en général d'un grain très fin, mais par endroits elle devient hyaline et cristallisée. Petits Foraminifères, débris d'Echinodermes et de Mollusques, vers le haut spicules d'Eponges et *Globochaete alpina* Lomb.[1]).

Le niveau fossilifère lui-même, épais de 1,5 m, est constitué par un banc d'aspect bréchique: dans une gangue dolomitique, foncée, cristalline, à patine brunâtre et comme sableuse, sont enrobés des galets plus ou moins anguleux d'un calcaire clair, un peu spathique, à patine gris-bleu clair. Ces «galets» sont de taille extrêmement variable; leur diamètre maximum est à peu près de 10 cm. Le passage aux couches plus anciennes se fait de façon rapide, mais sans rupture de continuité.

Le microscope révèle qu'il ne s'agit pas d'une vraie brèche. Les «galets» sont formés par un calcaire micro-graveleux, identique à ceux que nous venons de décrire, avec quelques cristaux de

---

[1]) Les déterminations micropaléontologiques sont dues à H. Weiss, à qui j'exprime ma vive reconnaissance.

dolomite et de minerai en plus. La gangue, par contre, est un calcaire dolomitique fort caractéristique, avec des rhomboèdres idiomorphes de dolomite jaune, ankéritique. On y observe pourtant des restes d'une structure ancienne sous forme de pseudo-oolithes, absolument semblables à celles des «galets». La limite des deux types de roche est partout franche, fort capricieuse, stylolithique même; elle est soulignée par de la matière ferrugineuse. Les organismes — débris d'Echinodermes et de Mollusques, *Globochaete alpina*, de rares Foraminifères — sont les mêmes dans le ciment et dans les «galets».

Nous considérons cette roche comme une pseudo-brèche de dolomitisation; les «galets» ne seraient que des résidus du calcaire micro-graveleux original.

Enfin, au-dessus de ce banc bréchoïde, suivent des calcaires compacts ou indistinctement pseudo-oolithiques, à pâte beige plus claire, en gros bancs. L'épaisseur totale du Malm n'est pas facile à juger, mais elle doit dépasser les 200 m.

Nous retiendrons que notre gisement se trouve dans la zone de passage des calcaires pseudo-oolithiques aux calcaires compacts, à 20 m en dessus des couches à Mytilus.

3. La faune.

Hibolites cf. *royeri* (D'ORB.) 1 exemplaire

Lytoceras (*Thysanolytoceras*) sp. 1 exemplaire

Taramelliceras cf. *pseudoflexuosum* (FAVRE) 1 et 3 douteux exemplaires

Surtout à comparer avec *Amm. flexuosus costatus* QUENSTEDT, Amm. des Schwäb. Jura, pl. 97, f. 10, du Weissjura γ–δ; l'ombilic de notre fragment paraît plus large. Voir aussi p. 424.

Streblites sp. 1 exemplaire

Un fragment de tour; la détermination générique en est assurée.

Ataxioceras inconditum (?) FONT. 4 exemplaires

De conservation insuffisante pour une détermination rigoureuse; mais la concordance avec les types est bonne.

Nebrodites cf. *heimi* (FAVRE) 1 exemplaire

La conservation de ce fragment est loin d'être parfaite. Mais son ornementation très spéciale, en côtes presque droites, légèrement infléchies en avant, tantôt simples, tantôt bifurquées tout près du bord ombilical, nous a convaincu qu'il s'agit de l'*Amm.* (*Perisphinctes*) *heimi* FAVRE (Zone à *Amm. acanthicus*, p. 49, pl. 5, f. 3) dont le type provient de Talloires. L'*Amm. allobrogicus* PILLET en est peut-être la forme jeune. SIEMIRADZKI (Ammonitengattung *Perisphinctes*, p. 201) fait tomber *A. heimi* et *A. allobrogicus* en synonymie avec «*Perisphinctes*» *sautieri* DUMORTIER et FONTANNES; mais ceci est inadmissible: les côtes de l'espèce de Crussol sont plus fines, plus arquées, et se divisent bien plus loin du bord ombilical que ce n'est le cas chez *Amm. heimi*. Ce dernier doit être rétabli comme espèce valide du Kimméridgien. L'*Ammonites planula planus* QUENSTEDT, Ammoniten, pl. 109, f. 4, y appartient selon toute probabilité.

Nous attribuons cette espèce au genre *Nebrodites* BURCKHARDT (San Pedro del Gallo, p. 83) (= *Simoceras pars*). Ceci malgré le fait que BURCKHARDT lui-même l'ait classée dans son genre *Idoceras* (loc. cit., p. 102). Les *Idoceras* sont généralement plus involutes, leurs côtes sont plus fines et souvent plus arquées; enfin la région ventrale de l'*Amm. heimi* que figure FAVRE montre bien les caractères d'un *Nebrodites*.

Fragments d'Ammonites 8 exemplaires

Indéterminables: Périsphinctidés, Phyllocératidés, *Haploceras*, *Taramelliceras*, *Aspidoceras* (?).

Aptychus sp. 1 exemplaire

Velata sp (*Spondylus velatus* GOLDFUSS, 1836[2]) 1 valve gauche, 3 fragments de v. droite

Notre valve gauche, bien conservée, se rapproche fort de la figure de GOLDFUSS (Petrefacta Germaniae, pl. 105, f. 4); l'ornementation rappelle également la *Velata astartina* (GREPPIN) que figure DE LORIOL (Zone à *A. tenuilobatus* de Baden, pl. 23, f. 3), mais celle-ci a un plus petit nombre de côtes principales. Sur notre échantillon les bourrelets concentriques sont encore plus marqués et plus réguliers. Le Musée de Lausanne possède un bel exemplaire de la même variété que M. LUGEON a recueilli non loin de notre gisement à la Combaz sur Tanay.

Quant aux valves droites, elles semblent appartenir à la même espèce; mais ces valves inférieures des *Velata* ne sont que très rarement figurées.

Placunopsis aff. *tatrica* ZITTEL 20 exemplaires

Nos exemplaires sont un peu plus obliques et, pour autant qu'on en puisse juger, plus bombés que ceux de ZITTEL (Ältere Tithonbildungen, pl. 12, f. 24–25), de BOEHM et de PILLET. La très fine ornementation rayonnante se voit bien. Les côtes concentriques s'atténuent sensiblement sur les ailes. Les crochets sont fort pointus pour une *Placunopsis*, et le galbe rappelle certaines *Astarte*, abstraction faite des ailes.

Lima (*Plagiostoma*) sp. 1 exemplaire

Nucula sp. 2 exemplaires

Glossothyris nucleata (SCHLOTH.) 1 exemplaire

Exemplaire typique, quoiqu'incomplet.

Montlivaultia sp.

Nous discuterons l'âge de cette faunule plus loin (p. 424).

III. Le gisement de Chevenne.

1. Situation topographique et tectonique. — Les Ammonites ont été trouvées au SE des chalets de Chevenne, sur le flanc gauche du vallon qui débouche à la Chapelle d'Abondance, à 1320 m d'altitude (coordonnées: 942775/155225). Le rocher dont proviennent les fossiles porte gravé le chiffre 30; il se trouve à 50 m au SE du couloir dans lequel nous avons levé la coupe qui suivra, dans une pente raide à sapins disséminés.

Les couches s'inclinent de 20 à 35° vers l'ENE; on est dans le flanc SE de l'anticlinal de la Vernaz, tout près de l'axe du synclinal d'Arvouin. Ce gisement se trouve un peu plus de 2 km au S de celui de la Callaz; avant le plissement alpin, les deux localités devaient être distantes de près de 4 km.

---

[2]) Ce fossile fort répandu, le «*Hinnites velatus*» des auteurs, se trouve aujourd'hui sans nom valide. *Velata velata*, dont le type est *Pecten velatus* GOLDFUSS, 1833 (Petr. Germ., pl. 90, f. 2), est une espèce liasique, la «*Velata tumida*» (ZIETEN, 1833, *non* TURTON, 1822) des auteurs. Le seul nom disponible pour la *Velata* du Malm (*Spondylus velatus* GDF.) serait *Velata alba* (QUENSTEDT). J'hésite toutefois à l'appliquer à notre échantillon, vu que celui-ci correspond très bien à la figure de GOLDFUSS, mais bien moins au type de *V. alba* (der Jura, pl. 78, f. 3). En effet, les échantillons de GOLDFUSS et de QUENSTEDT diffèrent considérablement, quant aux détails de l'ornementation. La figure de QUENSTEDT ne montre ni des côtes de deuxième ordre alternant avec les côtes principales ni la fine ornementation quadrillée, ni les bourrelets concentriques (dont — il est vrai — QUENSTEDT parle dans le texte, loc. cit., p. 628).

Voir, à ce sujet, la discussion entre STAESCHE, ARKELL et COX dans le Zentralblatt für Mineralogie, etc., 1931, B, pp. 83, 441 et 443.

Je remercie M. le professeur R. RUTSCH de ses conseils au sujet de la nomenclature de ces espèces.

2. Position stratigraphique. — Nous tenons à résumer ici une coupe que nous avons étudiée avec M. GAGNEBIN et ses élèves.

On quitte le grand sentier venant de la Chapelle à 1200 m, juste avant d'arriver sur le cône du torrent de Chevenne. On monte alors vers le NE où commence, à 1220 m d'altitude, au-dessus d'un petit cône d'éboulis, la coupe que voici:

1° 3 m marnes gréseuses, charbonneuses; schistosité irrégulière, très oblique. *Astarte rayensis*, *Mytilus castor*, piquants d'Oursins, etc.

2° 8–9 m alternance de calcaires finement grenus, très fétides, gris brunâtre foncé, à patine claire, avec des schistes marneux, charbonneux. Les lits de calcaire varient entre 10 et 80 cm d'épaisseur, les schistes entre 5 et 40 cm. Même faune que dans 1°, en plus *Lopha*, dents de poissons, débris de plantes. A partir d'ici, la coupe suit un couloir qui commence à s'individualiser.

3° 2 m schistes calcaires irréguliers, jaunâtres, charbonneux dans les parties plus marneuses. Débris de Lamellibranches et de plantes.

4° 1-2 m calcaire gris, compact, fétide; riche en Coraux.

5° environ 4 m comme 3°; piquants d'Oursins.

6° 1,5 m calcaire semblable à 4°; granulations noires, probablement débris d'organismes.

7° 10–12 m complexe calcaréo-schisteux. A la base encore nettement schisteux, jaunâtre, comme 3° et 5°. Puis passant graduellement à des calcaires irrégulièrement plaquetés, gris foncé, fétides; *Zeilleria*, *Lopha*, *Mytilus*, *Cardium*, etc.

8° 1 m banc calcaire, formant un petit ressaut.

9° 7–8 m calcaires ± marneux, compacts, en plaquettes irrégulières; cassure gris foncé. Ces calcaires sont fétides et contiennent de petits débris charbonneux. La faune macroscopique en est pauvre, mais en coupe mince on voit des Eponges, des *Verneuillinidae* et des *Arenobulimina* (?).

10° 20–25 m calcaires en bancs plus épais (10–30 cm), à cassure plus brunâtre, patine plus claire (passage au «faciès Malm»). En général compacts, rarement noduleux. Beaucoup de veinules de calcite; stylolithes[3]). Coraux isolés, à mi-hauteur. Dans la moitié supérieure, l'on observe deux délits de schistes calcaires grossiers, très foncés, charbonneux et pyriteux, dont l'inférieur renferme des *Astarte* et des embryons d'Ammonites. Les calcaires contiennent des Foraminifères: *Pseudocyclammina sp.*, *Haurania* (?), *Arenobulimina*, *Trochammina* (?), des spicules d'Eponges et des Ostracodes.

11° 8–12 m calcaires graveleux, en bancs de 20–30 cm (faisant partie, morphologiquement, du complexe des couches à *Mytilus*). A la base, on trouve une brèche de remaniement, puis des calcaires graveleux à grain fort grossier devenant de plus en plus fin vers le haut. Il n'y a pas de vraies oolithes, par contre quelques grains de quartz. En outre, on observe des Coraux isolés, des Bryozoaires (entre autres *Bauneia* ?) et de rares Lamellibranches.

12° environ 5 m calcaires finement graveleux, plus massifs que 11° mais du même caractère lithologique. Une limite morphologique nette se place à la base de ce complexe.

13° 2 m calcaire finement spathique, avec des débris de Mollusques et de Polypiers.

14° 10–12 m calcaires plus massifs, à cassure esquilleuse, gris-brunâtre. Ce sont des calcaires indistinctement pseudo-oolithiques, un peu spathiques, analogues à ceux qui se voient à la Callaz (p. 420). Débris de Coraux au sommet; *Choffatella* (?).
L'on retrouve ces couches plus haut, à 1340 m d'altitude, dans un couloir au NW de celui de la coupe où elles ont été relevées par une faille. En cet endroit, leur base est fossilifère: Bélemnites, vestiges d'Ammonites, piquants et fragments d'Oursins.

15° 10 + x m calcaires plus clairs, en gros bancs, à pâte plus fine, compacte ou pseudo-oolithique, de couleur beige. Ces calcaires se continuent jusque sous le chalet inférieur de Resse. L'épaisseur totale du Jurassique supérieur peut être estimée à 150–170 m.

Le gisement fossilifère ne se trouve pas dans le couloir même où fut relevé cette coupe, mais une cinquantaine de mètres au SE. Une faille y a abaissé les couches. Les Ammonites proviennent des calcaires compacts du niveau 15,

---

[3]) Les stylolithes sont nettement d'origine plus récente que les veinules de calcite, phénomène curieux, mais nullement isolé.

environ 10 m en dessus de sa base, d'un calcaire assez foncé, compact, à surfaces stylolithiques brunâtres.

3. La faune.

Sowerbyceras sp. 1 exemplaire

Apparemment du groupe du *S. loryi* (MUN.-CHALM.).

Taramelliceras pseudoflexuosum (FAVRE) 1 et 3 fragments

Un exemplaire fort bien conservé de 41 mm de diamètre concorde tout à fait avec l'*Amm.* (*Oppelia*) *pseudoflexuosus* FAVRE, Zone à *Amm. acanthicus*, pl. 2, f. 9 et 10, à part les varices qui sont un peu plus fortes. Les autres figures que FAVRE accepte comme synonymes ne se rapportent probablement pas toutes à la même espèce; par contre *Amm. flexuosus costatus* QUENSTEDT, Cephalopoden, pl. 9, f. 1, et Ammoniten, pl. 97, f. 10, et peut-être *Oppelia compsa* (*an* OPPEL sp. ?) FONTANNES, Château de Crussol, pl. 5, f. 1.

Streblites tenuilobatus (OPP.) 1 exemplaire

Un moule interne de 27mm de diamètre, presque lisse, avec des plis autour de l'ombilic et de fines côtes près du bord siphonal. Nous le comparons avec les figures suivantes des «Ammoniten des Weissen Jura» de QUENSTEDT: pl. 119, f. 1,2 (*Amm. pictus nudus*), 18 (*Amm. pictus costatus*, du γ de Burladingen, et non pas du δ comme l'indique la légende de la planche) et 20 (*Amm. pictus*). C'est selon toute vraisemblance un *Str. tenuilobatus*, mais il est difficile de distinguer les jeunes de cette espèce de ceux du *Str. frotho* (OPP.).

Haploceras subelimatum (?) FONT. 2 exemplaires et 5 fragments

Les proportions de nos exemplaires correspondent parfaitement à celles des types de FONTANNES (Château de Crussol, p. 12, pl. 2, f. 5–6). Mais nos *Haploceras* sont un peu usés, et pour cette cause on ne saurait exclure *a priori* le groupe du *H. falcula* (QU.), dont l'ornementation délicate peut facilement s'oblitérer.

Glochiceras (?) sp. 1 exemplaire

Peut-être *Gl. fialar* (OPP.).

Aspidoceras (s. str.) sp. 3 exemplaires

Fragments indéterminables de deux espèces.

Ataxioceras (?) sp. 1 exemplaire

Glossothyris sp. 1 exemplaire

IV. Conclusions stratigraphiques.

Le premier problème qui se pose est celui de l'âge de ces deux faunules.

Pour le gisement de Chevenne, nous n'hésitons pas: les trois Ammonites déterminables indiquent nettement la zone à *Streblites tenuilobatus*, le «Kimméridgien inférieur» (Weissjura γ supérieur) de l'Europe centrale[4]).

Quant à la faunule de la Callaz, elle semble bien être un peu plus ancienne. *Hibolites royeri* est une espèce du Rauracien-Séquanien. On regarde en général, mais peut-être à tort, *Ataxioceras inconditum* comme fossile caractéristique du Séquanien supérieur, de la mal définie zone à *Perisphinctes achilles*. Par contre, *Taramelliceras* cf. *pseudoflexuosum*, *Streblites* sp., *Nebrodites* cf. *heimi*, *Placunopsis* aff. *tatrica* et *Glossothyris nucleata* indiqueraient un âge kimméridgien. Notre horizon appartient probablement à la base du Kimméridgien.

Nos faunules trouvent leur équivalent dans le Kimméridgien rhodanien (carrières Mallet à Crussol) et ouest-alpin (Lémenc, Châtel-St. Denis), mais aussi dans

[4]) Nous nous en tenons à la classification adoptée dans le traité de HAUG, en attendant une révision de la terminologie des étages et des zones du Jurassique supérieur.

celui du Jura souabe. Le gisement de la Callaz, avec ses Coraux et ses *Velata*, dénote une profondeur moindre de l'eau que le niveau ammonitifère de Chevenne.

Quelles sont les conclusions stratigraphiques que nous pourrons tirer de l'étude de ces fossiles?

A la Callaz, la succession est fort incomplète. Des couches à *Mytilus*, seul le niveau II de H. H. Renz (5), le niveau à Polypiers et à *Astarte rayensis*, semble être représenté. Ces couches datent probablement du Bathonien ou du Callovien; leur âge n'est pas établi avec certitude. Puis, il y a sûrement une lacune importante; elle est en partie d'origine tectonique. Il est logique d'attribuer les 20 m de calcaires pseudo-oolithiques, à silex dans leur partie supérieure, qui forment la base du Malm, au Séquanien, si nous plaçons l'horizon fossilifère dans le Kimméridgien tout à fait inférieur[5]). Un tel faciès subrécifal du Séquanien n'a rien d'insolite. En tout cas, il y a continuité stratigraphique entre le lit à Ammonites et les couches sous-jacentes. Il n'est donc pas entièrement exclu que même celles-ci soient déjà kimméridgiennes.

Rien ne fait supposer la présence de l'Argovien, si ce n'est le fragment d'Ammonite qu'Alphonse Favre (2, § 330) a recueilli sur le sentier Callaz-Cornettes de Bise, et qu'Alcide d'Orbigny lui-même a déterminé comme *Amm. plicatilis* (d'Orb., *non* Sow.!). Il faudrait retrouver cet échantillon.

Ainsi donc, les neuf dizièmes de la masse du Malm des Cornettes doivent appartenir au Kimméridgien et au «Tithonique». Les précieux jalons micropaléontologiques qu'a étudiés H. Weiss (7) permettront sans doute de préciser la limite entre ces deux étages.

La série stratigraphique que révèle notre coupe au SE de Chevenne est plus instructive.

On y reconnaît le niveau II des couches à *Mytilus* (1°—4°), ainsi que le niveau III, surtout sa partie supérieure dite niveau à Brachiopodes et à Myes (5°—9°) [6]).

D'autre part, l'étude de notre faunule nous permet d'affirmer que la base des calcaires compacts (15) date du Kimméridgien inférieur. Comme à la Callaz, nous attribuons au Séquanien les calcaires graveleux et pseudo-oolithiques 11°—14°.

L'âge du puissant complexe 10° est fort difficile à établir. On est tenté d'en faire de l'Oxfordien ou peut-être de l'Argovien, puisque ces couches reposent sur le niveau III et puisqu'elles sont séparées par une limite nette des calcaires graveleux séquaniens; ces derniers montrent même une brèche de base et sont très probablement transgressifs.

Aucun argument paléontologique n'intervient, pour le moment, pour trancher la question.

En résumé, nous pouvons dire que nos faunules ont apporté la preuve que, dans cette région des Médianes, le Kimméridgien débute fort bas dans la série

---

[5]) Serait-il possible que notre niveau soit identique au calcaire bréchoïde dolomitique que décrit Weiss à la Tour de Mayen (7, p. 186 et 198), et dans lequel il a également trouvé des traces d'Ammonites? H. Weiss est enclin d'envisager une telle parallélisation (communication écrite).

[6]) Nous n'aborderons pas ici l'épineuse question de l'âge des couches à *Mytilus*. Nous renvoyons aux travaux modernes de H. H. Renz (5), Campana (1), Chenevart (6) et Weiss (7). Nous nous rallions pleinement aux critiques formulées par les trois derniers auteurs à l'égard de l'extension démesurée vers le haut que Renz a donnée à son niveau IV. Pour le moment, on ne possède pas encore de critère infaillible pour tracer la limite entre les couches à *Mytilus* et les calcaires du Malm. C'est une limite de faciès, qui n'est pas forcément synchrone dans toutes les régions. Quoiqu'il en soit, il semble certain que les couches à *Mytilus* typiques ne montent pas plus haut que dans l'Oxfordien supérieur (faune trouvée par Rabowski dans le Simmenthal).

puissante des calcaires du Jurassique supérieur, 20 à 50 m seulement en dessus des couches à *Mytilus* typiques. Des calcaires graveleux et pseudo-oolithiques sous-jacents ont été assignés au Séquanien.

D'autres trouvailles d'Ammonites permettront sans doute de préciser la stratigraphie de cette masse calcaire et donneront en même temps plus de valeur encore aux recherches à l'aide des microfossiles. Car le Malm des Préalpes Médianes, comme tant d'autres formations de nos Alpes, est bien moins stérile que ne le veut sa réputation.

Ouvrages cités.

1. Campana, B., 1943. Géologie des Nappes préalpines au NE de Château-d'Oex. Mat. Carte géol. Suisse, N.S., 82e livr.
2. Favre, A., 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc, tome II. Paris.
3. Jeannet, A., 1918. Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes. Mat. Carte géol. Suisse, N.S., 24e livr.
4. Jeannet, A., 1922. Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen. Dans Alb. Heim, Geologie der Schweiz, vol. II/2.
5. Renz, H. H., 1935. Zur Stratigraphie und Paläontologie der *Mytilus*-Schichten im östlichen Teil der Préalpes romandes. Ecl. geol. Helv., vol. 28/1.
6. (Schwartz)-Chenevart, Ch., 1945. Les Nappes des Préalpes Médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt. Mém. Soc. Frib. Sc. Nat., vol. 12.
7. Weiss, H., 1949. Stratigraphie und Mikrofauna des Klippenmalm. Dissertation, Zürich.

5. — Arnold Bersier (Lausanne): **Le Stampien du Talent (Vaud).** Pas reçu de manuscrit.

---

6. — Maurice Lugeon (Lausanne): **La brèche et la colline d'Aigremont (Préalpes vaudoises).** Voir le travail détaillé dans ce volume, page. 155.

---

7. – Augustin Lombard (Bruxelles): **Les récurrences lithologiques du sommet du Niesen et leur interprétation[1]).**

I. Introduction.

Dans son parcours supérieur, la ligne du funiculaire du Niesen coupe une épaisse série de bancs de grès, de conglomérats et de calcaires[2]). Ils appartiennent à la série calcaréo-conglomératique du flysch du Niesen et renferment *Siderolites calcitrapoïdes* Lam.

Plissotés par endroits, ils n'en présentent pas moins une partie isoclinale et normale dans laquelle la coupe suivante a été relevée.

Plus haut encore, le long du chemin reliant la station supérieure au Kulm, une seconde coupe partielle permet également le levé d'une brève série complète.

---

[1]) Publié avec l'autorisation de la Commission Géologique Suisse.

[2]) Voir Feuille normale 507 Gantrisch-E de la Carte nationale de la Suisse, 1:50000.

Ces couches montrent une lithologie récurrente. Elles ne peuvent pas être poursuivies directement vers le Sud-Ouest, dans la prolongation du Niesen vers le massif dominant Frutigen et Adelboden. En effet, une importante faille sépare la masse du sommet du Niesen (compartiment du Niesen) du reste de la chaîne. Sa trace passe par le Lauibach d'une part, en montant de Reichenbach pour gagner le col 1955,4 entre le Niesen et le Fromberghorn. Elle redescend d'autre part vers le Simmental en suivant la profonde cuvette de Stalden et de l'Alpbach[2]).

Ce compartiment du Niesen est effondré par rapport au Fromberghorn comme si, après la mise en place de la nappe, il était parti dans le vide structural de la vallée de l'Aar, faute d'appui.

Si l'on veut en reconstituer la structure primitive, il faut donc remonter ce compartiment et rechercher les couches récurrentes au-dessus de la chaîne du Fromberghorn–Männlifluh[3]) et sur le versant du Simmental. Ce seraient les lointains équivalents des conglomérats du Reulisenhorn[4]) et des conglomérats intermédiaires du secteur romand de la nappe.

II. **Coupe lithologique dans la série calcaréo-conglomératique du flysch du Niesen** (Maestrichtien).

Partie médiane du parcours de Schwandegg au sommet du Niesen de la Niesenbahn[2]).

N⁰ des niveaux	Epaisseurs m	
101	?	Alternances (couvertes vers le haut) du type 99.
100	0,35	= 76.
99	0,40	Alternance de schistes calcaires et de bancs calcaires.
98	0,14	Calcaire à cassure sombre en 2 bancs de 0,07.
97	0,35	Schistes gris.
96	0,18	Schistes noirs, argileux et gréseux.
95	0,85	= 92.
94	0,23	= 76.
93	1,00	Schistes sombres vers le bas, plus clairs (calcaires) vers le haut avec lentilles calcaires sombres au sommet.
92	2,00	Banc de grès moyen, plus grossier vers la base et schisteux sur les 30 cm. vers le sommet.
91	0,70	= 76 (supporte un poteau de téléphone).
90	1,35	= 76.
89	0,95	= 76.
88	1,35	Alternances comme 86.
87	1,40	Banc de grès sans conglomérat de base.
86	1,35	Alternances de schistes bleus et de bancs calcaires.
85	2,30	Grès moyen calcaire à conglomérat de base formé de lamelles du niveau 84 sous-jacent.
84	1,25	Schiste bleu compact, devenant calcaire vers le sommet.
83	0,10	1 banc calcaire.
82	0,85	Schiste gréseux.
81	0,60	Grès moyen.
80	0,40	Schiste gréseux.

[3]) Männlifluh: voir Feuille normale 527 Wildstrubel-E de la Carte nationale.

[4]) Reulisenhorn: voir Feuille normale 526 Wildstrubel-W de la Carte nationale, 5 km à l'Ouest de Lenk.

N⁰ des niveaux	Epaisseurs m	
79	1,60	Grès à microconglomérat de base.
78	0,12	= 76.
77	0,45	= 76.
76	0,65	Grès à la base; grès schisteux au sommet.
75	1,70	Schistes ardoisiers bleus au sommet, noirs et gréseux à la base.
74	1,50	Conglomérat moyen.
73 bis	0,3	Couvert.
73	1,40	Schistes calcaires bleutés.
72	2,00	Grès avec microconglomérat de base.
71	0,50	Schistes gris.
70	1,30	Grès moyen sans microconglomérat de base.
69	1,35	Schistes bleus.
68	1,40	Grès moyen schisteux au sommet, sans conglomérat de base.
67	0,85	Schistes calcaires.
66	1,60	Grès bleu calcaire.
65	0,50	Schistes calcaires.
64	0,30	Schistes sombres, peu calcaires.
63	1,25	Grès moyen, schisteux au sommet, grossier à la base.
62	1,15	Grès à base microconglomératique surmonté de schistes calcaires (0,50). Entre ces deux termes, légère discordance.
61		= 55 (1,00)—56 (1,00) avec 5 cm. de calcaire bleu au sommet de 56, sous la transgression de 62.
60	1,60	= 55—56.
59	3,50	= 55—56. Sommet tronqué en discordance par la base de 60 (Supporte un poteau de téléphone).
58	2,55	= 55—56.
57	1,10	= 55—56.
56	1,00	Schistes calcaires bleus, clairs. Passage 55—56.
55	1,40	Grès calcaire, microconglomératique à la base, moyen et compact au milieu, fin et schisteux au sommet.
54	0,55	Schistes calcaires plaquetés, bleus, clairs.
53	0,60	Grès calcaire en lits réguliers.
52	1,30	Grès calcaire noduleux à lamelles schisteuses. Partie supérieure onduleuse. Quelques nodules montrent une tendance pseudo-oolithique.
51	13,00	Complexe en 1 banc de grès et de schistes en alternances variables. Vers le sommet, les grès tendent à des schistes gréseux.
50	1,00	Banc de grès moyen. Base grossière.
49	8,00	Alternance de schistes marno-calcaires et de grès calcaires en petits bancs (0,10—0,20 épaisseur).
48	0,40	Schistes gréseux. Passage 47—48.
47	1,10	Base: grès à ciment calcaire. Sommet: calcaire gréseux.
46	1,00	= 45.
45	1,70	Complexe { 5: schistes calcaires à passées argileuses. 4: calcaire bleu à cassure sombre. 3: schistes gréseux. 2: grès moyen homogène. 1: banc de grès moyen. Microconglomérat de base.
44	0,30	Schiste gris.
43	0,55	Grès grossier.
42	4,00	Complexe de grès à ciment calcaire formant une masse avec passées clastiques plus grossières et de bandes calcaires. Supporte l'écriteau: 1800 m.
41	0,23	Calcaire gréseux, quartz plus grossier à la base. Chapelet de galets de calcaire jaune sur 2—3 cm. d'épaisseur.
40	0,45	Grès zoné (= 37) Passage de 39 à 40.

N⁰ des niveaux	Epaisseurs m	
39	0,60	Grès moyen, base avec microconglomérat.
38	0,50	Grès brun, fin.
37	0,25	Grès «zoné», à fines bandes sombres d'environ 1 mm. d'épaisseur.
36	0,40	Grès en 1 banc. Base: microconglomérat.
35 bis	27,00	Couvert.
35	9,00	Alternance de schistes gréseux gris et de schistes calcaires. Rares bancs calcaires.
34	0,40	Microconglomérat.
33	0,60	Alternance de schistes gréseux et de schistes argileux gris.
32	5,00	Alternance de schistes calcaires et bancs calcaires bleus.
31	0,70	Schiste calcaire compact. Bancs calcaires minces vers le bas.
30	0,20	Grès en bas, grès schisteux en haut, avec passage. 1 banc.
29	0,25	Schistes bruns. Passage 28—29.
28	0,25	Grès moyen, grossier à la base. Passage 27—28.
27	0,80	Schiste gréseux brun. Passage 26—27.
26	0,45	Grès fin, brun et bleuté, schisteux. Passage 25—26.
25	0,50	= 21.
24	0,40	Schistes gréseux fin, lamellaire.
23	0,15	Calcaire bleu.
22	1,30	= 6.
21	0,80	Microconglomérat. Nombreux éléments de calc. dolom.
20	0,80	Grès fin. Passage 19—20.
19	0,90	Schistes brillants noirs passant vers le haut à des schistes gréseux.
18	0,20	Grès grossier. Ciment: schistes argileux noirs brillants.
17	0,80	= 6 mais plus compact.
16	0,85	Grès schisteux au sommet puis banc calcaire de 0,25.
15	0,20	Microconglomérat fin.
14	1,40	= 6.
13	1,00	Couvert.
12 bis	0,20	Calcaire bleu, non gréseux.
12	1,40	= 6.
11	0,30	Microconglomérat à éléments calcaires, avec mica.
10	13,00	= 6, partiellement couvert.
9	0,25	Grès calcaire fin; zones entrecroisées, épaisseur environ 1 mm.
8	3,00	= 6.
7	0,80	Couvert.
6	1,00	Alternance de schistes gréseux et de schistes calcaires.
5	0,35	Calcaire bleu, schisteux au sommet.
4	0,85	Alternance de schiste gréseux et de schiste calcaire.
3	0,65	Schiste gris.
2	0,60	Grès schisteux brun; cassure bleue. Grain très fin.
1	0,95	Microconglomérat à éléments calcaires bleus et dolomitiques.

III. **Coupe lithologique dans la série calcaréo-conglomératique du flysch du Niesen** (Maestrichtien).

Chemin horizontal de la station du sommet de la Niesenbahn au Niesenkulm.

N⁰ des niveaux	Epaisseurs m	
31	0,23	Calcaires en 2 bancs.
30	0,08	Schistes calcaires.
29	0,15	Grès schisteux, «zoné» (divisé en lames sombres, fines d'1 mm. d'épaisseur moyenne.

N° des niveaux	Epaisseurs m	
28	0,50	Grès fin zoné.
27	0,50	Grès grossier. Passage 27—28.
26	0,80	Grès zoné transgressif sur la surface érodée de 25.
25	0,40	= 21—22—23.
24	0,15	= 21—22—23.
23	0,10	Banc calcaire.
22	0,16	Schiste gréseux fin à passées plus grossières.
21	0,20	Grès zoné. Passage 21—22.
20	0,09	Microconglomérat. Passage 20—21.
19	0,05	Schiste gréseux.
18	1,20	Grès grossier à petit conglomérat de base (Banc interrompu par une faille, en face d'un angle de la balustrade). Matériel clastique granitique abondant.
17	5,50	Alternance de grès et de calcaires. Grès souvent zonés, sans microconglomérat de base. Calcaires compacts. Entre deux, schiste gréso-calcaires. Helminthoïdes sur ces derniers et sur les calcaires.
16	2,00	Couvert.
15	3,00	Conglomérat en 1 banc. (Augmentation locale de l'épaisseur par un repli.)
12–13–14	0,34	Grès zoné à la base passant vers le haut à du schiste gréseux.
11	0,29	Grès zoné, calcaire à la base.
10	0,18	Calcaire en lits à surfaces onduleuses.
9	0,10	Grès zoné calcaire passant à 10.
8	0,20	Grès calcaire passant à 9.
7	0,16	Schistes gris calcaires, plus compacts vers le sommet.
6	0,28	Grès zoné. Base légèrement plus grossière. Passage 6—7.
5	0,18	Schiste gris, laminés.
4	0,14	Grès à base microconglomératique. Sommet schisteux et à stratification oblique. Passage 4—5.
3	0,06	Grès schisteux. Passage 3—4.
2	0,30	Grès moyen. Passage 2—3.
1	?	Grès grossier. Passage 1—2.

IV. **Interprétation des récurrences périodiques des faciès.**

1. AVANT PROPOS.

Il n'est pas question de chercher ici à expliquer sous un angle nouveau le mécanisme de formation de ces retours mais uniquement d'en tenter l'analyse. Ces deux coupes n'ont pas pu être suivies en horizontale et l'on ne sait pas ce que deviennent les faciès dans leurs extensions latérales. Ce fait limite les conclusions et les tentatives d'explications.

On s'en tiendra à l'explication classique qui fait intervenir l'instabilité tectonique des bords du bassin et qui commande les apports clastiques. A la base de ces récurrences existe un mécanisme commun, une suite d'actions répétées dans un même sens. Plutôt que d'en chercher prématurément les causes, il faut en analyser les effets, ce qui conduira plus sûrement au but. Cette analyse de séries récurrentes a été tentée dans d'autres faciès, ceux de la molasse et ceux des Coal-measures pour n'en citer que quelques-uns mais point encore dans un flysch à calcaires. L'intérêt d'une telle opération saute aux yeux car il s'agit en fait de jeter les bases d'une systématique dans un milieu pauvre en fossiles et somme tout monotone dans son apparente diversité.

2. REMARQUES.

Un certain nombre de remarques préliminaires sont nécessaires.

1° Le terme précis pour nommer ces retours périodiques de niveaux lithologiques n'existe pas. A la 129e réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles à Lausanne, le 4 septembre 1949, M. A. BERSIER a rappelé le terme de *cyclothème*, d'origine américaine. Il convient aux séries pennsylvaniennes et permiennes à charbon et j'estime qu'il devrait toujours rester confiné à ces formations. L'auteur a parlé de sédimentation cyclique des faciès de la molasse qu'il compare aux cyclothèmes nord-américains. Il n'emploie pas de terme particulier. M. LUGEON et J. TERCIER ont rappelé que le terme de cycle devrait conserver son sens primitif qui n'est pas purement lithologique mais implique une notion paléogéographique et tectonique. C'est encore dans un autre sens que P. ARBENZ, R. FICHTER et d'autres l'ont employé. Il se justifierait ici du point de vue étymologique, mais il prête à confusion. Un nouveau substantif aurait l'avantage de mettre fin à ces équivoques.

Je pense que le terme de *séquence* conviendrait pour nommer une association de niveaux lithologiques qui tendent à se succéder suivant un ordre déterminé et continu dans une série sédimentaire analysée du bas vers le haut. E. WEGMANN m'a signalé que le mot: «varve» en scandinave exprime également d'une manière générale une succession d'évènements ou de faits et pourrait convenir aux groupes lithologiques en question. J'ai renoncé à l'utiliser car pour de nombreux géologues, il a pris un sens restrictif s'appliquant aux dépôts périglaciaires actuels et anciens. En outre la succession des termes d'une varve est 1–2–3–1–2–3 c'est-à-dire normale, alors que le terme de *séquence* est par définition assez souple pour comprendre aussi bien des associations normales qu'inverses (1–2–3 et 3–2–1) ce qui donnera des multiséquences asymétriques: 1–2–3–1–2–3 et des multiséquences symétriques 1–2–3–2–1 (voir la note en fin de travail).

2° La granulométrie d'un grès décroît en général du bas vers le haut. Le contraire est exceptionnel.

3° Un plan de stratification est une surface continue parfois pelliculaire et très réduite en épaisseur correspondant souvent à la fin latérale d'un horizon. Ce plan de stratification sera simplement intercalaire dans une série ou séparera par ailleurs le sommet d'une séquence de la base d'une nouvelle séquence.

4° Une couche passe à une autre selon trois modes: progressif, rapide ou très brusque. Dans ce dernier cas, on peut confondre un passage brusque avec un plan de stratification.

L'analyse séquencielle sera rendue difficile par le fait qu'un plan de stratification peut alors séparer aussi bien deux termes d'une même séquence que deux séquences successives.

5° Les termes d'une séquence ne sont pas tous présents. Il existe semble-t-il des séquences complètes et des séquences réduites tant en épaisseur qu'en nombre de termes. Ces dernières sont parfois réduites à un terme unique.

6° Les alternances de deux termes, comme par exemple les schistes gréseux et les schistes calcaires, sont un cas particulier des séquences dont le mécanisme de formation échappe, tout comme leur analyse séquencielle. Elles seront considérées ici comme des formations particulières formant un tout à deux termes récurrents (séquences binaires).

3. LES SEQUENCES.

Les groupements ou séquences que nous avons observés se ramènent aux types suivants:

a) Séquences de niveaux uniquement clastiques (Séquences clastiques: Cl).

Cl_1 { Schistes noirs
Schistes gréseux
grès schisteux
grès
conglomérat (microconglomérat)

Cl_2 { grès schisteux
grès fin
grès
conglomérat

Cl_3 { Grès en un banc, interrompu de passées soit plus grossières soit plus fines à allure schisteuse, sans successions cycliques nettes.

Cl_4 { schiste noir ou gris.
grès à base plus grossière.

Cl_1 représente une série complète allant du terme le plus grossier au terme le plus fin. Ce type est rare et l'on rencontre plus souvent Cl_2 qui est formé de clastiques grossiers et Cl_4 représentant une *séquence* très abrégée avec la juxtaposition de deux termes assez différents mais passant nettement l'un à l'autre.

b) Séquences de niveaux clastiques et calcaires (Séquences mixtes: Mi).

Mi_1 { Calcaire bleu à spongiaires
Alternances de grès schisteux et de schistes calcaires
Schistes gréseux gris
Grès schisteux
Grès (avec ou sans base grossière).

Mi_2 { Calcaire ou schiste calcaire.
Grès schisteux
Grès grossier

Mi_3 { Calcaire
Alternances de schistes.
Calcaires et de schistes.
Gréseux.
Grès.

Mi_1 représente une série complète, d'ailleurs rarement représentée. Mi_2 en est un abrégé avec une prédominance des éléments clastiques. Mi_3 est une autre série abrégée mais à prédominance calcaire.

c) **Séquence a deux termes du type «alternances»** (Séquences binaires: Al). (Séquences binaires: Al.)

Al_1 { Schistes calcaires
Schistes gréseux

Al_2 { Grès à passées tantôt plus grossières, tantôt plus fines = Cl_3

Al_3 { calcaire
Grès schisteux dont le sommet passe à du schiste.

d) La sédimentation calcaire est trop mal développée pour donner lieu à une analyse systématique. A peine individualisée, un niveau calcaire est surmonté par de nouveaux apports clastiques. Il n'a jamais d'épaisseur ni de continuité suffi-

santes pour que l'on observe des organismes variés ou caractéristiques, tels que M. ELIAS les a découverts dans les séries permiennes de Big Blue dans le Kansas.

4. ANALYSE DES COUPES DE FLYSCH SUIVANT LES GROUPEMENTS SEQUENCIELS.

a) Coupe le long de la ligne du funiculaire:

Couches	1–5	Type	Mi 1
,,	6–14	,,	Al 1 avec passées clastiques et sommet plus calcaire
,,	15–16	,,	Mi 2
,,	19–21	,,	Cl 2 inverse
,,	21–23	,,	Mi 3
,,	23–25	,,	Mi 2 inverse
,,	25–27	,,	Cl 1 abrégé
,,	28–29	,,	Cl 1 abrégé
,,	31–34	,,	Mi 3 inverse
,,	39–41	,,	Mi 2
,,	42	,,	Cl 3
,,	43–44	,,	Cl 4
,,	45–46	,,	Mi 1 sauf le terme 5
,,	47–49	,,	Mi 3
,,	50	,,	Cl 1 réduit
,,	51	,,	Cl 3
,,	52	,,	Phase calcaire se dégageant à la fin de 51
,,	55–56	,,	Mi 2
,,	57–61	,,	Mi 2 dans chaque couche
,,	63–65	,,	Mi 1
,,	66–67	,,	Cl 4 à tendance aux dégagements du calcaire en fin de cycle. Les passages sont cependant mal marqués
,,	68–69	,,	Cl 4
,,	70–71	,,	Cl 4
,,	72–73	,,	Cl 4
,,	74–75	,,	Cl 1 retour exceptionnel à quelques cycles purement clastiques
,,	76	,,	Cl 4
,,	77	,,	Cl 4
,,	78	,,	Cl 4
,,	79–80	,,	Cl 4
,,	81–82–83	,,	Mi 2 L'attribution de 83 à ce cycle est douteuse. 83 peut être acyclique
,,	84	,,	Mi 2
,,	85–86	,,	Mi 2
,,	87–88	,,	Mi 2
,,	89	,,	Cl 4
,,	90	,,	Cl 4
,,	91	,,	Cl 4
,,	92–93	,,	Cl 1
,,	94	,,	Cl 4
,,	95–98	,,	Cl 1
,,	99	,,	Alternances acycliques

b) Coupe le long du chemin de la station au Kulm:

Couches	1–3	Type	Cl 4
,,	4–5	,,	Cl 4
,,	6–7	,,	Cl 4
,,	8–9–10	,,	Mi 2

Couches	12–13–14	Type	Cl 4
,,	15	,,	terme acyclique
,,	17	,,	Al 3
,,	18–19	,,	Cl 2
,,	20–21–22–23	,,	Mi 1
,,	24	,,	Mi 1
,,	25	,,	Mi 1
,,	27–28–29–30–31	,,	Mi 1

Conclusions.

Il serait prématuré de tirer des conclusions d'observations limitées à un cas particulier de sédimentation du flysch. J'ai simplement voulu montrer qu'en partant d'observations précises, on pouvait établir une méthode d'analyse et que cette méthode montre le caractère particulier de certains groupes de faciès et leur récurrence.

Ce retour de sédimentation observé dans le flysch calcaréo-conglomératique du Niesen s'inscrit dans l'évolution générale d'une série sédimentaire normale. Du point de vue structurel, toute roche sédimentaire consiste en 3 composants: les clastiques, le ciment et les organismes. Toute série sédimentaire normale résulte de la superposition de roches dans lesquelles varient ces 3 groupes de composants de manière indépendante. Dans les séries ici décrites, une séquence commence par un terme clastique relativement plus grossier et se poursuit par des termes relativement moins grossiers. Si certaines conditions génétiques de chimisme, de temps, de profondeur et de calme des eaux sont réalisées, après le stade des dépôts clastiques (et colloïdaux), on passe dans la phase de dépôt du ciment ici représenté par du calcaire.

Note complémentaire. Au moment d'achever ce manuscrit, est arrivé le Mémoire 39 de la Soc. Géol. d'Amérique, 17 juin 1949. Des pages 110 à 122, L. L. Sloss, W. C. Krumbein et E. C. Dapples définissent et appliquent le terme de *séquence*. Voici les bases sur lesquelles ils emploient ce nouveau terme: Il existe, dans la série lithologique paléozoïque du bouclier nord-américain quatre grands horizons stratigraphiques. Entre ces horizons se trouvent des assemblages de couches ou «séquences». Ces séquences peuvent être considérées comme des unités, des assemblages et des groupes de roches. Elles sont comprises entre des niveaux stratigraphiques objectifs et identifiables, sans signification spécifique d'âge et ne coïncident pas avec des horizons chronologiques. Elles comprennent des roches d'âges divers dans diverses régions.

Les auteurs donnent des cartes d'isopaques et de lithofaciès de diverses séquences.

On ne saurait ici discuter des définitions de la séquence du sens américain et au sens que je lui donne. Notons simplement que leur sens général a certaines notions communes mais qu'elles diffèrent par leur échelle et leur composition[1]).

[1]) La même remarque s'applique à la notion de séquence définie par T. Robertson (Trans. Edin. Geol. Soc. Vol. XIV, part. II, 1948).

8. — HEINRICH FURRER (Bern): **Vulkanischer Spaltendurchbruch in der Doldenhorn-Decke bei Trubeln, westlich Leukerbad (Kt. Wallis).** Eine ausführliche Arbeit, die auch einen von TH. HÜGI verfassten petrographischen Teil enthält, soll später erscheinen.

---

9. — FRIEDRICH SAXER (St. Gallen): **Neue Funde von fossilen Baumstämmen.**

An der Jahresversammlung 1948 in St. Gallen hatten wir Gelegenheit, fossile Baumstämme aus der Molasse vorzuweisen. Es handelte sich zunächst um die verkieselten Hölzer aus der Meeresmolasse (Lit. 1), sodann um den Baumstamm aus der oligozänen Nagelfluh von St. Anton (Lit. 2). Seither sind weitere Funde zu verzeichnen:

a) In der aquitanen Molasse von Teufen (Steinbruch Holz, Niederteufen, Koord. 746,15/250,35[1]) entdeckte Herr E. PULVER den Steinkern eines Stammes, den er nicht nur im Bilde festhielt, sondern auch durch ein Drahtseil vor dem sonst unvermeidlichen Absturz in das Rotbachtobel bewahrte. Trotzdem ist der Teil mit dem Wurzelansatz bereits abgebrochen. Sichtbar ist der Stamm auf eine Länge von 1,20 m. Durch den Gebirgsdruck ist der ursprünglich wohl annähernd kreisrunde Querschnitt elliptisch geworden, unten 60 × 30 cm, oben 50 × 30 cm. Die ursprüngliche Holzsubstanz ist völlig verschwunden, an der Oberfläche des Steinkerns finden sich undeutliche Kriechspuren. Was den Stamm von demjenigen von St. Anton besonders unterscheidet, ist seine Lage quer zur Schichtung. Vielleicht ist er an der Stelle gewachsen, wo er heute noch steht, vielleicht aber beim Anschwemmen in aufrechter Lage abgesetzt und offenbar rasch in Sand und Schlamm eingebettet worden.

b) Ein ganz anderer Fall liegt vor in den Funden bei Notkersegg (Koord. 747,7/254,4)[1], wo diesen Sommer beim Aushub der Baugrube für ein Wasserreservoir Stämme unter Moränenmaterial zutage traten. Es schien sich also um eine interglaziale Ablagerung zu handeln. Tatsächlich liegt aber folgender nicht uninteressante Sachverhalt vor: Das Kloster Notkersegg liegt auf einer Molasserippe, die gegen S ein Isoklinaltälchen abschliesst. Dieses wurde etwa 300 m westlich des Klosters vermutlich in historischer Zeit durch Rutschungen vom Hang des Kapf zugeschüttet, wobei Stämme von Buchen und Weisstannen, Zeugen einer durchaus rezenten Waldzusammensetzung, unter Moränenmaterial gerieten. Die Rutschungen stauten anscheinend einen Weiher, der bald darauf der Verlandung und Vermoorung anheimfiel. Im Moore kamen bei Drainagearbeiten in der Kriegszeit dutzende von wohlerhaltenen starken Stämmen in geringer Tiefe zum Vorschein. Es ist anzunehmen, dass ein starker Sturm die Bäume in den durch die Rutschung gestauten Weiher warf. — Für das Reservoir bildet das nicht vermutete Vorhandensein der anstehenden Molasserippe einen Glücksfall.

Zitierte Literatur.

1. U. BÜCHI und F. HOFMANN, Über das Vorkommen kohlig-kieseliger Schichten und verkieselter Baumstämme in der obern marinen Molasse von St. Gallen. Ecl. Geol. Helv. Vol. 38, 1945.
2. F. SAXER, Ein versteinerter Baumstamm aus der Molasse. Jahrb. St. Gall. Nat. Ges. 69. Bd., 1938.

---

[1]) Siehe *Blatt St. Gallen-Appenzell* (Blätter 222—225) des Geologischen Atlas der Schweiz, 1:25000, herausgegeben von der Schweizerischen Geologischen Kommission, 1949.

10. — ADRIEN JAYET (Genève): **Découverte d'une faunule malacologique de la fin du Pléistocène au contact de graviers günziens à Boppelsen (Canton de Zurich).** Avec 1 figure dans le texte.

L'importance de l'étude des cailloutis des plateaux ou Deckenschotter réside dans le fait qu'ils constituent aux yeux des géologues des preuves évidentes de glaciations quaternaires anciennes, günzienne et mindélienne. L'un de ces Deckenschotter, remarquable par son amplitude est celui de l'Egg; il est situé directement au sud du Rhin, à la frontière des cantons d'Argovie et de Zurich et au nord du massif de la Lägern. Au sud de ce même massif montagneux se trouve une autre nappe graveleuse, celle du Wildstock à laquelle appartient le gisement de Wakern près de Boppelsen que nous décrivons ici. Son altitude est de 680 m. L'étude en a été faite par plusieurs auteurs, le dernier travail, très fouillé au point de vue pétrographique est celui de A. GÜLLER (4). Les conclusions générales admises jusqu'à présent sont que les cailloutis de l'Egg, du Wildstock et par conséquent aussi ceux de Boppelsen, correspondent à des dépôts du Quaternaire ancien, d'origine fluvio-glaciaire, abandonnés au cours de la première glaciation quaternaire, celle du Günz.

Au cours d'un voyage d'études en 1948, j'ai eu l'occasion d'observer, au sujet des cailloutis des plateaux un certain nombre de faits nouveaux pouvant modifier l'opinion reçue quant à leur âge et à leur origine. Une nouvelle visite du gisement de Boppelsen en compagnie de M. A. GÜLLER m'a confirmé dans mes impressions, de sorte que la publication des premiers résultats ne saurait tarder davantage.

Coupe générale du Deckenschotter de Wakern près de Boppelsen (fig. 1).

Il nous paraît indispensable de donner une nouvelle coupe de ce gisement. Les superpositions sont en partie masquées par des paquets graveleux écroulés provenant de la partie supérieure de la butte et intégrés dans les niveaux récents, mais on peut nettement reconnaître de haut en bas (voir fig. 1):

1° Terre moderne plus ou moins argileuse. m 0,3 à 0,4.
2° Terre rouge holocène. m 0,4 à 0,5.
3° Limon jaune sans cailloux. m 0,3.
4° Gravier et sable jaune à mollusques. 1 m.
5° Terre brune tufo-calcaire, caillouteuse à mollusques. Traces charbonneuses. Faune à *Goniodiscus ruderatus* datant de la fin du Pléistocène. 2 m.
6° Cailloutis non calibré, très grossier vers le haut. m 1,5.
7° Zone à gros éléments dans du sable fin. m 0,4.
8° Sable grossier et petit gravier. m 0,4.
9° Gravier morainique à imprégnation calcaire. m 2,5.
10° Succession de lits gréseux et sableux gris-jaunâtres. m 1,5.

Les graviers frappent à la fois par leur allure morainique et par leur stratification. L'aspect morainique est donné par le mélange de gros éléments avec des éléments plus petits, c'est-à-dire par un calibrage médiocre. On observe en outre, provenant de la coupe des blocs anguleux éboulés, d'autres portant des stries, enfin dans les graviers eux-mêmes de rares galets striés.

On ne peut donc pas considérer les graviers de Wakern près de Boppelsen comme étant une alluvion fluviatile ou fluvio-glaciaire, ils ont été déposés directement par un glacier, probablement celui de la Limmat et ceci, comme nous le verrons plus loin, à une date relativement récente.

Il faut encore signaler la continuité remarquable dans le passage des graviers günziens à la terre tufeuse fossilifère qui leur est superposée. L'absence d'un sédiment interglaciaire quelconque, entre les graviers et cette terre tufeuse, enfin la proximité de la ride würmienne située en contre-bas sont non moins remarquables.

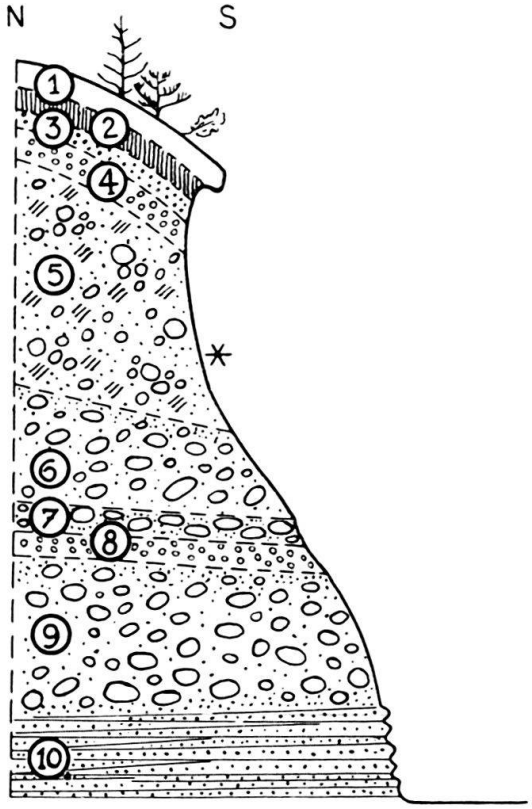


Fig. 1. Coupe du Deckenschotter günzien de Wakern près de Boppelsen. (Canton de Zurich.) Voir le texte.

Faunule malacologique de la partie supérieure du gisement.

La découverte d'une faunule malacologique nettement intercalée entre les graviers pléistocènes et la terre rouge holocène est d'une extrême importance; les mollusques que nous avons retirés de la couche terreuse se rapportent à plus de 20 espèces dont nous donnons la liste; nous indiquons aussi les espèces de la faune actuelle prises aux environs immédiats du gisement. Les appellations génériques ou sub-génériques que nous utilisons ici sont celles du Catalogue des Invertébrés de la Suisse (Gastéropodes), publié par G. MERMOD (9).

Nos déterminations ont été vérifiées par M. JULES FAVRE, assistant au Museum d'Histoire naturelle de Genève, que nous remercions très vivement de son obligeance. Les matériaux récoltés ont été déposés au Musée d'Histoire naturelle de Genève.

Liste des mollusques de Wakern près de Boppelsen.

rr = très rare, r = rare, ar = assez rare, ac = assez commun, c = commun, cc = très commun.

	Pléistocène	Actuel
Aegopina radiatula (ALD.)	c	
Aegopina nitidula (DRAP.) var. *nitens* MICH.	cc	c

	Pléistocène	Actuel
Aegopina pura (ALD.)	ac	
Crystallus diaphanus (STUD.) var. *subrimata* (RHEINH.)		ac
Crystallus crystallinus (MÜLL.)	c	
Euconulus fulvus (MÜLL.)	r	
Punctum pygmaeum (DRAP.)	c	
Goniodiscus ruderatus (STUD.)	ac	
Goniodiscus rotundatus (MÜLL.)	r	ac
Helicodonta obvoluta (MÜLL.)		cc
Fruticicola villosa (STUD.)	cc	cc
Fruticicola hispida (L.)	ar	ac
Helicigona lapicida (L.)		cc
Helicigona (*Arianta*) *arbustorum* (L.)	cc	ac
Helix (*Helicogena*) *pomatia* (L.)		c
Cepaea hortensis (MÜLL.)	r	ac
Clausilia (*Pirostoma*) *parvula* (STUD.)	ar	ac
Clausilia (*Pirostoma*) *plicatula* (DRAP.)	c	cc
Cochlicopa lubrica (MÜLL.)	c	
Acanthinula aculeata (MÜLL.)	c	
Ena montana (DRAP.)	ac	cc
Jaminia quadridens (MÜLL.)	rr	
Vallonia costata (MÜLL.)	cc	
Vallonia pulchella (MÜLL.)	ar	
Columella edentula (DRAP.)	rr	
Vertigo pusilla (MÜLL.)	c	
Abida secale (DRAP.)	c	ar
Succinea oblonga DRAP. var. *elongata* AL. BR.	ac	
Carychium tridentatum RISSO	cc	
Pupula lineata (DRAP.)		rr
Cochlostoma septemspirale RAZ.		cc

La faunule malacologique du gisement pléistocène de Boppelsen a une tendance générale mésophile, elle correspond à un lieu modérément boisé et montre des différences essentielles avec la faune actuelle qui sont:

1° Présence d'une variété, *Succinea elongata*, abondante dans la faune des loess, éteinte actuellement.

2° Présence d'une espèce alpine, *Goniodiscus ruderatus*, disparue de la région à l'époque actuelle.

3° Abondance de certaines espèces reliques telles que *Vertigo pusilla*, *Arianta arbustorum*.

4° Absence dans la faunule ancienne d'espèces qui dominent aujourd'hui dans la localité telles que *Helicodonta obvoluta*, *Helicigona lapicida*, *Helix pomatia*, *Cochlostoma septemspirale*.

Il s'agit exactement, et avec les mêmes nuances, de la faune dite à *Goniodiscus ruderatus* si bien mise en évidence par J. FAVRE dans le post-glaciaire du bassin de Genève. Connue actuellement d'une vingtaine de gisements de la partie occidentale du plateau suisse, cette faunule se superpose toujours aux sédiments du retrait glaciaire würmien et caractérise la fin de l'époque pléistocène.

D'autre part, nous devrions nous attendre à trouver au contact de graviers günziens une faune très ancienne rappelant celle du Quaternaire inférieur ou au moins celle du Quaternaire moyen, mais il n'en est rien.

Un remarquable gisement, celui de Zell, dans le canton de Lucerne, a livré à son inventeur A. ERNI (2) une faunule malacologique qui a été très complètement étudiée par L. FORCART. Il semble que cette faune doit être attribuée à l'interglaciaire Riss-Würm[1]). Elle contient un certain nombre d'espèces qui n'ont pas été trouvées dans les dépôts würmiens ou post-würmiens, par exemple *Pagodulina pagodula* (DESMOUL.), *Goniodiscus perspectivus* (MÜHLF.), ou encore des variétés particulières telles de grandes formes de *Pupula lineata* et de *Helicodonta obvoluta*. Un ensemble faunique équivalent a été trouvé par J. FAVRE dans l'interglaciaire Riss-Würm du sondage de Montfleury à Genève.

On voit donc qu'il est impossible d'attribuer la faunule de Boppelsen à un interglaciaire. Il faut encore ajouter que les mollusques interglaciaires sont le plus souvent brisés par une action où la pression exercée par le glacier, ultérieurement, n'est probablement pas absente. Cette caractéristique fait défaut aux mollusques de Boppelsen.

Nous avons aussi essayé de récolter la faune en plusieurs niveaux successifs, elle semble bien être la même sur toute la hauteur, mais une recherche plus détaillée est encore désirable.

Enfin la terre tufeuse de Boppelsen contient de gros morceaux de charbon de bois, ce qui semble indiquer la présence de foyers préhistoriques voisins. Aux environs de Genève, la faune à *Goniodiscus ruderatus* se retrouve, également au-dessous de la terre rouge, dans des foyers magdaléniens. On peut donc penser qu'il sera également possible de la dater archéologiquement à Boppelsen.

Rapports entre la faune a Goniodiscus ruderatus et l'âge des sédiments.

La faune à *Goniodiscus ruderatus* nous donne une détermination exacte de l'âge de la partie moyenne du gisement, mais que faut-il penser de l'âge des autres dépôts et surtout quel âge attribuer aux cailloutis?

Nous sommes obligés d'insister ici sur un point qui a une importance particulièrement grande dans l'interprétation des terrains quaternaires. Ceux-ci correspondent, comme ceux des autres époques à des séries normales continues. Si donc il y a une lacune par l'absence fortuite d'un des sédiments, ce sédiment doit néanmoins se retrouver en d'autres points. Pour préciser, il faudrait, en admettant avec les géologues l'âge günzien du Deckenschotter, retrouver des sédiments de l'interglaciaire Günz-Mindel, puis des restes mindéliens, ensuite un interglaciaire Mindel-Riss, enfin des dépôts rissiens bien caractérisés, surmontés eux-mêmes d'un interglaciaire Riss-Würm. Aucune démonstration de ce genre n'a été faite dans la région des Deckenschotter zuricois, au contraire, l'absence de faunes du Quaternaire est si flagrante et si générale que G. STEHLIN (1) a proposé, sans grand succès d'ailleurs, la suppression de la glaciation günzienne.

Avant d'aller plus loin, il faut dire un mot de la partie supérieure de la coupe; celle-ci se termine vers le haut par la terre rouge et par la terre moderne. J'ai donné

[1]) La faune malacologique de Zell est rapportée par ses auteurs, ainsi que les graviers qui la contiennent à une «Schweizer Hochterrasse». Les graviers inférieurs de ce gisement, reposant sur la molasse tertiaire ne contiennent aucune faune, ils sont très probablement d'âge rissien. Quant aux graviers supérieurs, ils montrent sous forme de paquets et de lentilles, des lambeaux de sablon interglaciaire remanié, seul le banc de sablon inférieur est en place. Ce fait semble avoir échappé à l'attention des observateurs jusqu'à présent, c'est pourquoi je pense qu'il convient de donner pour la coupe de Zell une nouvelle interprétation soit: a) graviers rissiens, b) sablons interglaciaires Riss-Würm, faune à *Goniodiscus perspectivus*, c) graviers de l'avance würmienne remaniant l'interglaciaire. C'est l'interglaciaire remanié qui a fourni les mollusques étudiés jusqu'à présent.

ailleurs les raisons qui me font considérer les terres rouges comme étant d'âge holocène, elles sont d'ordre stratigraphique, paléontologique et archéologique. Je n'ai pas à les reprendre ici, mais je tiens cependant à signaler que l'examen des terres rouges superficielles en Suisse nord-orientale conduit aux mêmes conclusions; de nombreuses stations protohistoriques sont situées sur la terre rouge dont elles limitent l'âge vers le haut. Vers le bas, on voit par la découverte de la faune de Boppelsen que les choses se passent comme en Suisse occidentale. Il me paraît bien certain que d'autres gisements que Boppelsen viendront confirmer l'âge pléistocène des couches situées entre la terre rouge et le substratum glaciaire.

Nous avons ainsi l'alternative suivante:

1° La série de Boppelsen est continue. Pour autant que de nouvelles recherches n'amèneront pas la découverte sous les graviers d'autres sédiments pléistocènes plus anciens, elle débute avec le retrait würmien. Au cours de celui-ci, un glacier, très probablement celui de la Limmat, dépose sur sa partie frontale les cailloutis des niveaux 10 à 6; au cours du post-glaciaire, à la fin du Pléistocène, une végétation arbustive ou arborescente s'installe qui favorise le développement de la faune à *Goniodiscus ruderatus* (niveau 5). On passe ensuite par les niveaux intermédiaires 4 et 3 à l'Holocène dont l'élément le plus caractéristique est la terre rouge (niveau 2). Enfin les temps historiques voient le dépôt de la terre moderne (niveau 1).

2° La série de Boppelsen est discontinue. La partie inférieure caillouteuse correspond à un dépôt fluviatile ou fluvio-glaciaire datant du Quaternaire inférieur (Günz). Après de longues périodes qui n'auraient laissé aucune trace ou dont toute trace aurait été enlevée, la sédimentation reprend brusquement à la fin du Pléistocène pour déposer la couche 5 et se poursuit dès lors normalement.

On voit aisément que toutes les présomptions sont en faveur du premier cas et non du second, surtout si l'on tient compte du fait que le passage des cailloutis à la terre tufeuse est continu, du fait enfin que les séries équivalentes que nous avons étudiées dans le bassin de Genève (3, 5, 7) permettent une nette attribution au retrait würmien de graviers absolument analogues quant à la structure et à la place stratigraphique.

Conclusions.

Nous avons repéré dans le gisement de Wakern près de Boppelsen plusieurs caractéristiques qui avaient échappé aux auteurs précédents, les principales en sont:

1° l'existence d'une série sédimentaire continue allant du Pléistocène supérieur à l'époque actuelle;

2° la nature morainique des cailloutis rapportés jusqu'ici à des dépôts fluvio-glaciaires;

3° l'existence de la faune à *Goniodiscus ruderatus* surmontant directement les cailloutis morainiques et caractérisant la fin du Pléistocène;

4° l'existence de la terre rouge holocène superposée au niveau fossilifère pléistocène.

La série sédimentaire étant continue, il ne semble guère possible que les cailloutis aient été déposés à une phase glaciaire autre que la dernière, c'est-à-dire au cours du Würm et d'après la constitution des graviers au cours du retrait würmien. Il s'ensuit que l'âge du maximum glaciaire est ici, comme ailleurs, à revoir.

J'ai l'agréable devoir de remercier les administrateurs de la Fondation Amrein-Troller du Jardin des glaciers à Lucerne pour le généreux octroi d'une

subvention. Il m'a été ainsi possible de faire une ample moisson d'observations intéressantes. La présente note n'est à mes yeux que le premier travail d'une série où je m'efforcerai d'établir les grands traits de l'évolution de notre pays au cours du Quaternaire. Il apparaît bien actuellement que l'accumulation de faits en grande partie contradictoires est le plus sérieux obstacle à la claire compréhension de la géologie du Quaternaire.

Bibliographie sommaire.

1. Dubois Auguste et Stehlin H. G.: La grotte de Cotencher, station moustérienne. Mémoires de la Soc. Pal. suisse. Vol. LII–LIII. Bâle 1933.
2. Erni Arthur, Forcart Lothar, Härri Hans: Fundstellen pleistocaener Fossilien in der Hochterrasse von Zell (Kanton Luzern) und in der Moräne der grössten Eiszeit von Auswil bei Rohrbach (Kanton Bern) Ecl. Geol. Helv. Vol. 36, Nr. 1, 1943.
3. Favre Jules: Les Mollusques post-glaciaires et actuels du bassin de Genève. Mémoires de la Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève. Vol. 40, No 3, 1927.
4. Güller Alfred: Über den Deckenschotter am Südhang der Lägern (Kt. Zürich). Ecl. Geol. Helv. Vol. 37, Nr. 1, 1944.
5. Jayet Adrien: L'âge des terres rouges et de la rubéfaction quaternaires dans les régions voisines de Genève. Compte rendu des séances de la Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève. Vol. 62, No 2, 1945.
6. Jayet Adrien: A propos de l'âge du maximum glaciaire quaternaire. Ecl. Geol. Helv. Vol. 38, N° 2, 1946.
7. Jayet Adrien: La limite pléistocène-holocène dans la région de Genève et le problème du Mésolithique. Annuaire de la Soc. suisse de Préhistoire, 1946.
8. Jayet Adrien: Une nouvelle conception des glaciations quaternaires, ses rapports avec la paléontologie et la préhistoire. Ecl. Geol. Helv. Vol. 40, N° 2, 1947.
9. Mermod Gaston: Catalogue des Invertébrés de la Suisse. Fascicule 18. Gastéropodes. Museum d'Histoire naturelle de Genève, 1930.
10. Suter Hans: Geologische Übersichtskarte des Kantons Zürich, 1939.
11. Suter Hans: Glazialgeologische Studien im Gebiet zwischen Limmat, Glatt und Rhein. Ecl. Geol. Helv. Vol. 37, Nr. 1, 1944.

Diskussion: A. von Moos (Zürich) stellt an den Autor die Frage, ob es zulässig sei, in Diluvialgebieten eine liegende ältere Schicht durch eine hangende jüngere Schicht zu datieren, besonders in einem Gebiet, wo Rutschungen jüngeren Datums häufig sind. Endlich stellte er der weiteren Diskussion anheim, ob die durch den Referenten an Hand von Beobachtungen aus dem Rhonegletschergebiet aufgestellte vereinfachte Diluvialstratigraphie sich ohne weiteres auf die Ostschweiz übertragen lasse, wo die morphologischen Beobachtungen und Überlegungen für 4—5 verschiedene Akkumulationsperioden und Eiszeiten sprechen.

Remarque additionnelle par Ad. Jayet. On peut affirmer que la série stratigraphique de Boppelsen n'est affectée par aucun glissement important qui pourrait en dénaturer le sens; on peut en outre, dans l'état actuel de nos connaissances du Quaternaire suisse, rapporter avec la plus grande certitude la faune trouvée dans le niveau 5 à la fin du Pléistocène, c'est à dire au début du postglaciaire.

---

11. — ARMIN VON MOOS (Zürich): **Quellerscheinungen an schweizerischen Molassemergeln.** Mit 2 Textfiguren.

Neben den Konglomeraten (Nagelfluh) und den Sandsteinen spielen im Gesteinsverband der tertiären Molasseablagerungen, die den Felsuntergrund des schweizerischen Mittellandes aufbauen, die Mergel eine dominierende Rolle. Unter dem Begriff Mergel verstehen dabei namentlich die schweizerischen Baufachleute jene oft bunten, feinkörnigen, meist dichten, bohr- und sprengfesten Gesteine (sog. Leberfels), die meist karbonathaltig sind und nur selten karbonatfreie Glieder aufweisen. Um ihre Bedeutung für den Felsuntergrund zu illustrieren, mag beispielsweise erwähnt werden, dass ihr Anteil in einer 57 m tiefen Bohrung bei Sihlbrugg über 40% (Lit. 9), im Liftschacht des Fernheizwerkes der ETH., Zürich, von total 40 m Höhe 80% der durchfahrenen Gesteinsserie betrug.

Zahlreiche Tunnel und Stollenbauten, aber auch viele Fundationen im schweizerischen Mittellande kommen teilweise oder vollständig in Mergelzonen zu liegen. Dabei zeigen sich in Tunnels und Stollen in diesen Mergelzonen gelegentlich auffallende Quellerscheinungen, bei Fundationen aber auch Setzungen. Da sowohl beratende Geologen wie auch Bauingenieure in unserem schweizerischen Mittelland immer wieder mit Molassemergeln zu tun haben, sollen nachfolgend einige Beobachtungen, Messungen und Laboratoriumsversuche aus jüngerer Zeit zusammengestellt und gedeutet werden und ihrerseits wieder zu neuen Beobachtungen anregen.

Eine Luftschutzanlage in Zürich führt als Stollenanlage von einer Hauptstrasse am Fusse eines Hanges ebenerdig unter eine höher gelegene Terrasse. Diese Anlage musste vollständig in der hier flach gelagerten, tektonisch nur wenig beanspruchten Oberen Süsswassermolasse (Tortonien) ausgesprengt werden. Der grösste Teil des im Innern 14 m breiten und 4 m hohen Stollens liegt im Sandstein, nur in der Sohle häufen sich sandige und dichte Mergel. Schon in den ersten Monaten nach Fertigstellung des Stollens wurde ein in einem Graben der nur schwach verkleideten Sohle eingelassenes Zementrohr durch Druck der umgebenden Mergel zerdrückt (Druck ca. 0,5 bis 1,0 kg/cm² nach Dr. VOELLMY, Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich). In der Folge wurde der Stollen während einiger Jahre einer sorgfältigen periodisch wiederholten Vermessung unterzogen (Lit. 12). Dabei zeigte es sich (Fig. 1), dass die Sohle des Hauptstollens (Überlagerung ca. 35 m), deren heutiger Überlagerungsdruck vor dem Aushub ca. 7—10 kg/cm² betrug, in 1504 Tagen sich um 74,8 mm gehoben hatte, was einer mittleren täglichen Hebung von 0,048 mm/Tag entsprach. Im Detail zeigt sich deutlich, dass die Grösse der Hebung vor allem von der Einspannung abhängt. Im Zugangsstollen mit einer Breite von 6 m (Punkte 1—6) und in den randlichen Zonen des Hauptstollens (Punkte 7, 11, 12, 13) sind die Hebungsbeträge kleiner als im mittleren Teil des 14 m breiten Hauptstollen. Ferner zeigt es sich, dass nach der anfänglichen Hauptquellung eine bis zum Schluss der Messung anhaltende Nachquellung einsetzte, deren Ende noch nicht abgeschätzt werden kann; das heisst, die Quellung schreitet entweder an der Oberfläche weiter, oder aber erfasst grössere Tiefen.

Ganz ähnliche Erscheinungen beobachtete man bei einer grösseren Stollenanlage im Gebiet der tektonisch stärker beanspruchten, aufgeschobenen Molasse am nördlichen Alpenrand der Innerschweiz. Die Hauptstollen lagen zum grössten Teil im Streichen der mit ca. 20° einfallenden Schichten, die aus Mergeln und aus Nagelfluh zusammengesetzt waren und eine Überlagerung von über 50 m aufwiesen. Auch hier zeigten sich wenige Monate nach dem Ausbruch, sowohl in den

Entwässerungskanälen, als auch in der Sohle im Mergel Hebungserscheinungen. Diese betrugen auf der 10 m breiten Sohle im Maximum in 144 Tagen 6,2 mm, entsprechend einer mittleren täglichen Hebung von 0,043 mm/Tag. Dieser Betrag ist von derselben Grössenordnung wie beim erstgenannten Beispiel.

Ähnliche Hebungserscheinungen wurden vom Bau des Rickentunnels (Lit. 1) und des Grenchenbergtunnels (Lit. 11) beschrieben, die beide Molassegebiete durchfahren. Im Kohlenbergwerk Gottshalden bei Käpfnach-Horgen verengten sich 1941/42 die anfänglich 1,8 m hohen Stollen durch Hebung der aus bituminösen, kalkarmen Tonmergeln der Molasse bestehenden Sohle bei einer Überlagerungshöhe von 20—30 m in wenigen Monaten auf eine lichte Höhe von 0,8—1,0 m und weniger (Fig. siehe Lit. 10, S. 167). Analoge Beobachtungen machte man in bayrischen Molassekohlenbergwerken (Lit. 13).

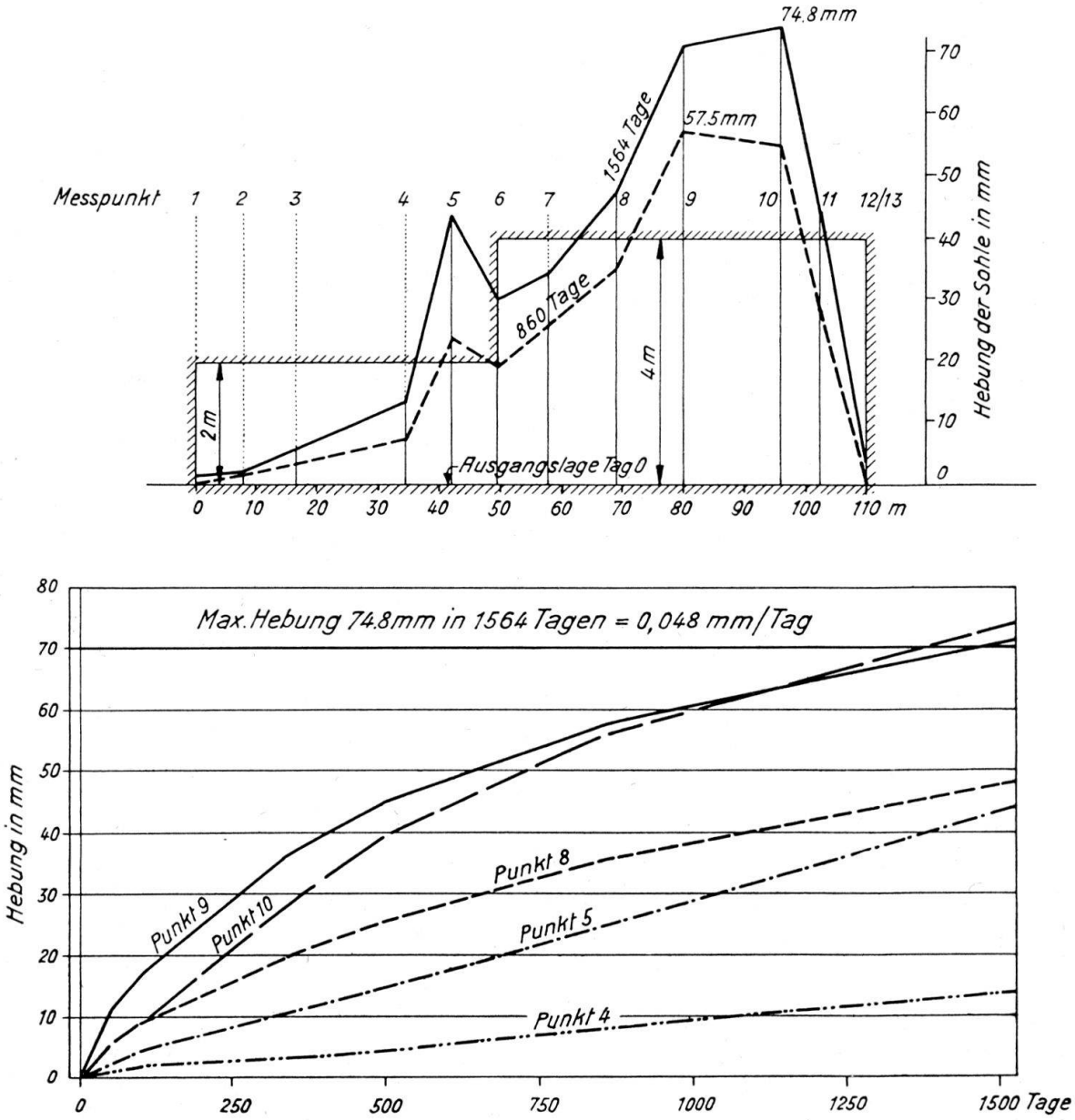


Fig. 1. Sohlehebungen durch Quellung der Molassemergel (Luftschutzanlage Leonhardsplatz, Zürich). Oben Längsprofil mit Maximalbewegungen, unten Bewegungen der Punkte in Funktion der Zeit.

Endlich sei noch erwähnt, dass das Bogenwiderlager Winkeln (21 × 8,7 m) der Fürstenlandbrücke bei St. Gallen, die den aus sprengfesten Mergeln bestehenden Untergrund ca. 10 m unter Terrain mit 3 kg/cm² belastet, sich in ca. 8½ Jahren von 1938—1947 um im Mittel 6,6 mm gesetzt hat (Lit. 3), wobei die mittlere Setzung bis zur Fertigstellung des Baues d.h. in den ersten 2 Jahren bereits 4,6 mm betrug.

Zur prinzipiellen Abklärung der Vorgänge wurden bei den ersten beiden und beim letzten der erwähnten Fälle aus dem anstehenden Gestein frische Proben entnommen und nach einer Formatisierung mit der Säge und auf der Drehbank auf

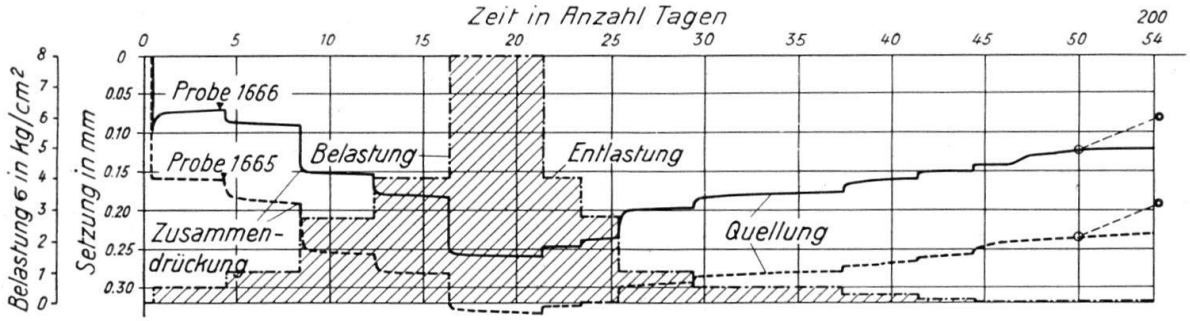


Fig. 2. Zusammendrückungs- und Quellversuche an Molassemergeln (Luftschutzanlage Leonhardsplatz, Zürich. Probenhöhe 40 mm, Probendurchmesser 56 mm).

Anregung von Herrn Prof. Dr. R. Haefeli in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH., Zürich (Direktion Prof. Dr. E. Meyer-Peter), in einem Zusammendrückungsapparat (Oedometer) bei gehinderter Seitenausdehnung unter Wasser einer steigenden Belastung bis 8 kg/cm² und einer anschliessenden Entlastung bis auf 0 kg/cm² unterworfen. Dabei zeigte sich bei allen untersuchten Proben deutlich, dass unter kleinen, unterhalb des Überlagerungsdruckes liegenden Pressungen die Proben des entnommenen Mergels mit der Zeit zunehmende Quellungen erfahren. Bei steigender Belastung verkleinern sie ihr Volumen, quellen jedoch wieder bei anschliessender Entlastung (siehe Fig. 2). Zufolge der sehr kleinen Durchlässigkeit erfolgen diese Vorgänge sehr langsam.

Da beim Zusammendrückungs- bzw. Entlastungsprozess keine Festsubstanz entweichen kann, geht die Volumenveränderung zum kleinsten Teil auf eine elastische Deformation der Festsubstanz, vor allem aber auf die Veränderung des Porenvolumens und damit des Wassergehaltes zurück. Gleichzeitig zeigen die Versuche, dass die Poren der Molassemergel miteinander kommunizieren und so das Wasser langsam ausgepresst bzw. wieder aufgenommen wird. Dass dieser Prozess der Quellung bzw. der Wassereinlagerung sehr langsam vor sich geht, zeigt deutlich die langandauernde Nachquellung, z.B. von 50 auf 200 Tage in Fig. 2.

Der im Vergleich zu feinkörnigen Lockergesteinen relativ geringe Wassergehalt der Molassemergel dürfte in erster Linie mit dem im Vergleich zum heutigen wesentlich grösseren ehemaligen Überlagerungsdruck von einigen hundert Metern und vor allem mit der tektonischen Beanspruchung, die kaum messbar ist, zusammenhängen (Lit. 7). Leider liegen erst wenige röntgenographische Untersuchungen an Molassemergeln vor. Diese vereinzelten Untersuchungen bestätigen aber die Anwesenheit von Tonmineralien (Montmorillonit) zum mindesten im Verwitterungsprodukt der Molassemergel (Lit. 4), so dass der geringe Wassergehalt wohl

Tabelle 1: Wassergehalt einiger feinkörniger Fest- und Lockergesteine.

Gestein	Geol. Alter	Ort	Natürl. Entnahme-Wassergehalt in % pro Trockensubstanz
Grünschiefer	Jura	Marmorera (Schweiz)	0,065*
Bündnerschiefer	Jura	Marmorera (Schweiz)	0,29*
Molassemergel dicht	Stampien (Tertiär)	Schweiz	8,6 (4,9–11,9)
Laminated grey clay shale	Coal measures (Karbon)	Waun Y Gilfach (England)	9 Lit. 6
Grundmoräne	Diluvium	Zürich	14,8 (12,2–17,8)
Firm red clay shale	Keuper marl (Trias)	Severn Estuary (England)	15* Lit. 6
Cucaracha clay	?	Gaillard cut Panama-canal	16* Lit. 7
Oxford clay	Jura	England	18 Lit. 2
Molassemergel verwittert	Tortonien (Tertiär)	Zürich	19,8 (17,3–22,2)
Gault clay	Kreide	England	18–20 Lit. 6
Stiff red clay shale	Keuper marl (Trias)	Portishead (England)	19–20* Lit. 6
Seebodenlehm	Alluvium	Zürich	26,9 (24 –32,0)
London clay	Unt. Eocän (Tertiär)	London	30 Lit. 5
Seeschlamm	Alluvium	Zürich	52,0 (40,1–67,0)
Seekreide	Alluvium	Zürich (Bürkliplatz)	63 (52 –83)
Torf	Alluvium	Hageneckmoos, Kt. Bern	81,2 (37,5–136,0)

*) Einzelwerte, sonst alles Mittelwerte; pulverisierte Proben bei 105° während 5 Stunden getrocknet.

kaum durch die Vorherrschaft von wenig wasserbindendem Gesteinsdetritus zu deuten ist[1]) (siehe auch Tab. 1).

Die Modellversuche im Zusammendrückungsapparat haben somit gezeigt, dass selbst sprengfeste Gesteine, wie sie die unverwitterten Molassemergel darstellen, bei Entlastung durch Wasseraufnahme ihr Volumen vergrössern, bei Belastung unter Wasserabgabe ihr Volumen vermindern. Aus Analogie dürfen wir deshalb schliessen, dass die Schwellung der Mergel in den Stollen eine Folge der Entlastung der Mergel ist, hervorgerufen durch den Wegfall der ursprünglichen Auflast in der Sohle der Stollen. Diese Entlastung bewirkt eine plastische Deformation unter Volumen- bzw. Porenraum-Vergrösserung und Wasseraufnahme. Dabei wird das Wasser nicht aus der feuchten Luft, sondern aus dem umgebenden Gestein gesogen (siehe darüber auch Lit. 13), ähnlich wie bei der Eislinsenbildung im Boden. Der Prozess der Wasseraufnahme bzw. Quellung ist zugleich mit einer Aufweichung verbunden. Dieser Quellprozess spielt auch eine Rolle beim Verwitterungsvorgang an der Oberfläche, der ja mit einer Aufweichung verbunden ist (siehe Tab. 1, verwitterte Molassemergel). Bei einer erneuten Belastung des aufgequollenen Untergrundes, z. B. durch eine Kunstbaute, wird wieder ein Teil des Wassers ausge-

[1]) Neuerdings hat F. Hofmann, St. Gallen südlich Bischofszell (Ostschweiz) in einem neuentdeckten vulkanischen Tuff auch Montmorillonittone in einer Mächtigkeit von 0,3—0,5 m festgestellt. Zur Zeit wird ein Versuch zur bergmännischen Gewinnung des Tones im Auftrage einer schweizerischen Giesserei vorgenommen. Siehe auch F. Hofmann, Th. Geiger und W. Schwarzenbach: Über ein Vorkommen von Montmorillonit in der ostschweizerischen Molasse. Schweiz. Min. Petr. Mitt., Bd. 29, p. 43, 1949.

presst, das Gebäude setzt sich. Im Stollen erfolgt dieser Quellvorgang unter Wasseraufnahme allseitig und führt zur Profilverkleinerung, evtl. zur Zerstörung des Einbaues.

Zusammengefasst besitzen die tertiären Molassemergel des schweizerischen Mittellandes ein für Festgesteine beträchtliches Porenvolumen, das von Wasser erfüllt ist. Diese Poren kommunizieren, verkleinern sich bei Belastung, vergrössern sich bei Entlastung, was jeweilen mit Wasserab- bzw. -aufnahme verbunden ist. Bei Entlastungen im Stollenbau ist deshalb mit Querschnittsverengerungen zu rechnen, wobei die damit verbundenen Drücke allseitig wirken. Bei Baugruben erfolgt zunächst durch Entlastung eine Quellung, bei Belastung durch Bauten eine nachfolgende Volumenverminderung, d. h. Setzung. Diese Vorgänge gehen sehr langsam, dauern aber als Nachquellung bzw. Nachsetzung sehr lange an.

Summary

In this paper are described some swellings, which occured in different tunnels, an air-raid shelter and a foundation of a bridge, which were blasted out of the solid marls of tertiary age in Central Switzerland. The data on one of this swellings is given in Fig. 1. A comparison with laboratory results is to be found in Fig. 2. This swellings are in good relation to the rather high water content of this solid rock (see table 1). The swelling in these marls is due to the relieving of the load and the absorption of water, in addition some elstic deformation will play a certain part.

Literatur.

1. Bodensee-Toggenburg-Zürichsee. Denkschrift über die Eisenbahnverbindung Romanshorn–St. Gallen–Wattwil–Uznach. Zollikofer, St. Gallen S. 75, 76, 1911.
2. Prof. P. G. H. Boswell: Briefl. Mitteilung vom 15. Juli 1949.
3. A. Brunner: Die neue Fürstenland-Brücke in St. Gallen. Schweiz. Bauzeitung Bd. 118, 1941, ferner Mitteilung von Herrn Kantonsingenieur R. Meyer vom 20. September 1949.
4. J. Geering: Beitrag zur Kenntnis der Braunerdebildung auf Molasse im schweizerischen Mittelland, Dissertation ETH., Zürich, S. 62, 1935.
5. R. Glossop: The London Clay. Soil mechanics studies of a stiff fissured clay. Part. I. Verre et silicates industriels Bruxelles 1948.
6. H. Q. Golder and A. W. Skempton: The angle of shearing resistance in cohesive soils for tests at constant water content. Proc. II. Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering 1948.
7. R. E. Grim: Mineralogical composition in relation to the properties of certain soils. Géotechnique Vol. 1 P. 146, 1949.
8. R. Haefeli und A. von Moos: Drei Lockergesteine und ihre technischen Probleme: Hydraulischer Grundbruch, Strukturstörung, Plastizität. Schweiz. Bauzeitung B. 112, 1938.
9. A. von Moos: Die Kohlebohrungen von Sihlbrugg, Kt. Zürich und die Molassestrukturen um Zürich. Eclogae Geol. Helv. Vol. 39, 1946.
10. A. von Moos und F. de Quervain: Technische Gesteinskunde. Birkhäuser, Basel, 1948.
11. Schlussbericht an das Schweizerische Post- und Eisenbahndepartement über den Bau der normalspurigen Hauptlinie Münster–Lengnau (Grenchenbergtunnel 8578 m), Bern 1917.
12. Mitteilung von Herrn Stadtingenieur Steiner, Zürich.
13. K. Terzaghi: Rock defects and loads on tunnel supports. Harvard university. Publications from the graduate school of engineers No. 418, p. 69, 1945/46.
14. K. A. Weithofer: Das Pechkohlengebiet des bayrischen Voralpenlandes und die oberbayrische Aktiengesellschaft für Kohlenbergbau. Denkschrift München 1920.

12. — TONI HAGEN (Zürich): **Über Bruch- und Kluftsysteme und Clivage am Ostende des Aar-Massivs zwischen Tödi und Kistenpass.** Mit 4 Textfiguren.

1. Vorwort.

Das Gebiet zwischen Tödi und Kistenpass wurde in den Jahren 1944/45 im Auftrage der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG. (NOK.) für das Linth-Limmern Kraftwerkprojekt durch das Vermessungsbureau Dr. R. HELBLING in Flums photogeologisch aufgenommen. Der Verfasser hatte dabei die spezielle Aufgabe, die Bruch- und Kluftsysteme zu Handen des geologischen Gutachtens der Professoren R. STAUB und W. LEUPOLD qualitativ und quantitativ zu untersuchen. Während und nach den Feldarbeiten wurden im Bureau Dr. R. HELBLING Karten in verschiedenen Masstäben (1:5000, 1:2000) stereophotogrammetrisch ausgewertet. Die Karte der beiliegenden Fig. 1 ist eine vereinfachte Reduktion der Originalauswertung 1:5000. Es sei ferner auf die Karte Helbling (Lit. 1) Blatt 2, Kistenpass, verwiesen, in welcher sämtliche hier besprochenen Brüche auch enthalten sind. Zur Orientierung diene die geologische Spezialkarte Nr. 117 von OBERHOLZER (Lit. 4), welcher die im folgenden verwendete Toponomie entnommen ist.

Der NOK. sei hier für die Bewilligung der Veröffentlichung dieser Arbeit bestens gedankt.

2. Überblick.

Der geologische Bau des vorliegenden Gebietes wird durch das nach E absinkende Aar-Massiv mit seiner zugehörigen Sedimentbedeckung, durch parautochthone mesozoische Schuppen und durch Teile der Glarner Schubmassen bestimmt. Wir haben es hier mit einer tektonisch besonders stark beanspruchten Zone zu tun. Es ist daher verständlich, dass es zur Entwicklung ausgedehnter Bruch- und Kluftsysteme kam. Zwei Hauptgruppen solcher Kluftsysteme konnten erkannt werden, nämlich Längsklüfte W-E (in der Längsrichtung des Aar-Massivs verlaufend) und Querklüfte SSE-NNW (quer zum Aar-Massiv verlaufend). Die Längsklüfte haben nur lokale Bedeutung, während die Querbrüche z. T. sehr grosse Ausdehnung besitzen. Die letzteren lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Reine Klüfte und eigentliche Brüche mit feststellbaren Bewegungsbeträgen. Es konnten folgende Brüche festgestellt werden (vgl. Fig. 1): a) der Muttenseebruch, b) der Mörtalbruch, c) der Limmernbruch, d) das Cavordia-Bruchsystem.

3. Querbrüche.

Der im Untersuchungsgebiet am weitesten E gelegene Bruch ist der Muttenseebruch. Die Benennung wurde so gewählt, weil er den Abfluss des Muttensees aufnimmt (siehe Karte OBERHOLZER, Lit. 4 und Karte HELBLING, Lit. 1). Er stellt ein ganzes System von Brüchen dar. Sein südlicher Endpunkt liegt im südlichsten, anstehenden Malmkalk, ca. 2 km ESE des Piz da Dartgas (siehe Fig. 1, Karte HELBLING, Lit. 1, und Karte OBERHOLZER, Lit. 4). Im Kristallin konnte keine Fortsetzung nach S gefunden werden. E des Piz da Dartgas (vgl. Fig. 1), sind nebst mehreren kleinen, zwei grosse Brüche zum Muttenseebruch zu zählen. Das Gebiet

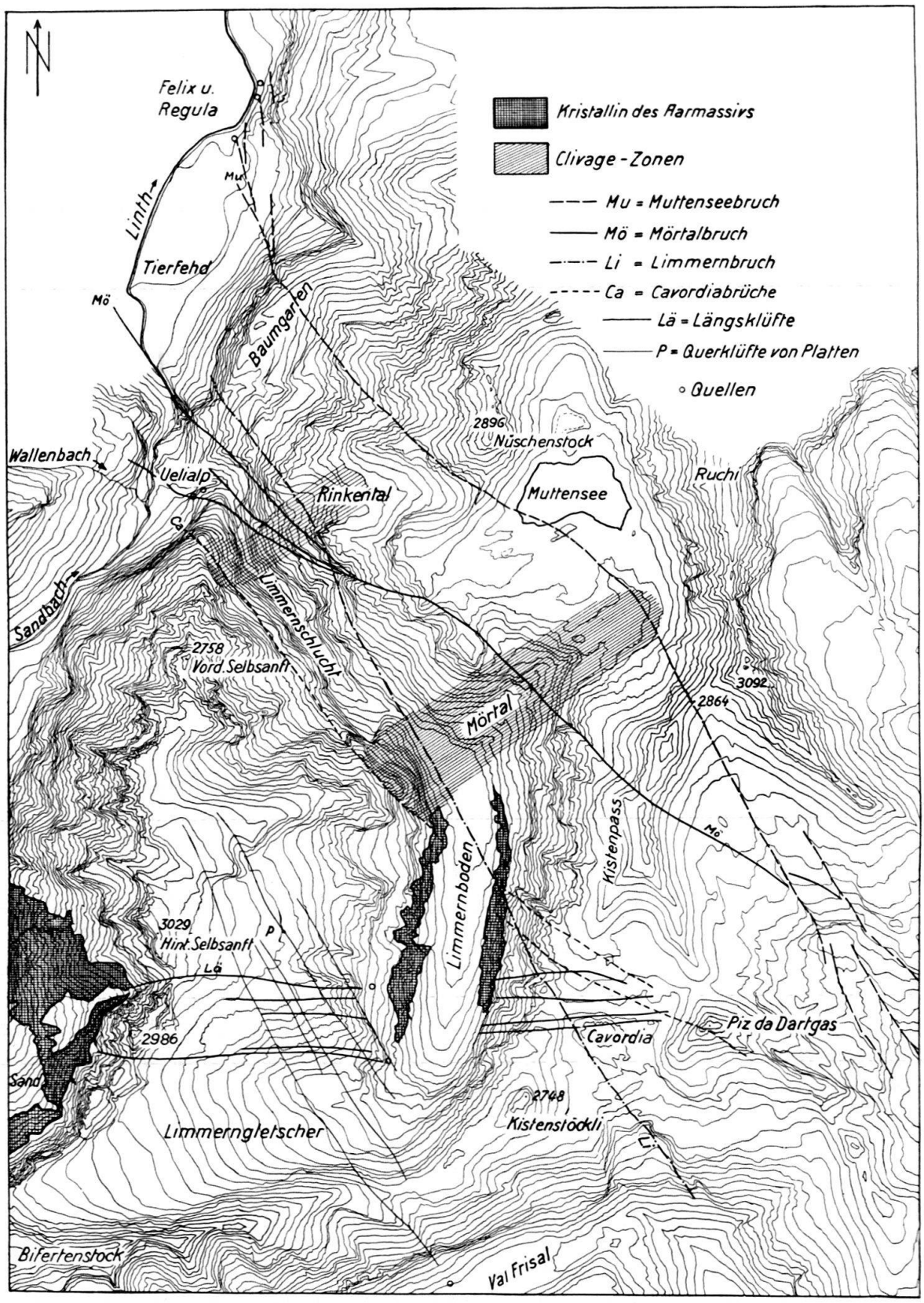


Fig. 1. Karte der Brüche und Klüfte des Limmerngebietes,
Masstab 1:62500, Äquidistanz 40 Meter.
(Stereophotogrammetrische Originalauswertung im Masstab 1:5000 durch das Vermessungsbureau Dr. R. Helbling, Flums.) Die Brüche und Klüfte sind vereinfacht und zusammengefasst dargestellt.

zwischen diesen beiden Brüchen ist als Ganzes etwas eingesunken. Von hier an nach NW ist der Muttenseebruch nicht ein einziger, scharfer Schnitt, sondern er spaltet sich im allgemeinen auf. Zwar sind stellenweise einzelne Schnitte auf grössere Strecken verfolgbar; plötzlich setzen sie jedoch aus, um sich zur Seite gestaffelt weiter fortzusetzen. Dessen ungeachtet kann der Bruch aber auch in den südlicheren Partien sehr undeutlich werden, indem auch das Gestein seinen äusseren Charakter stark beeinflusst. So ist er im weichen Flysch aus der Nähe oft kaum zu erkennen.

Vom Gebiet E des Piz da Dartgas (vgl. Fig. 1) verläuft der Muttenseebruch zum Pass bei Punkt 2864 (Fig. 1 und Karte OBERHOLZER, Lit. 4), von den Einheimischen Muttenfurkel genannt. Auf dem Muttenseeplateau sind die Teilbrüche sehr deutlich ausgebildet. S des Muttensees stellt die vom Bruchsystem durchzogene Zone einen nach innen gestaffelten Einbruchgraben dar. Der grosse Trichter, in dessen tiefstem Punkt der Abfluss des Muttensees verschwindet (300 m NW Punkt 2394 der Karte OBERHOLZER, Lit. 4), liegt im Schnittpunkt des Muttenseebruches mit einer Schar W-E streichender Schub und Clivageflächen. Nordwestlich des Nüschenstocks sind infolge der fortschreitenden Divergenz der Teilbrüche weder Einbrüche noch Bewegungsbeträge feststellbar.

In seinem weiteren Verlauf nach NW schneidet der Muttenseebruch den Südwestgrat des Nüschenstockes, den obersten Teil des Rinkentales (vgl. Fig. 1), die tiefe Runse des Tritts (400 m NNE Punkt 1593,8 der Karte OBERHOLZER, Lit. 4) und endet in der Quellengruppe Felix und Regula (vgl. Fig. 1). An der Wand, bestehend aus Unterm Quintnerkalk E dieser Quellengruppe, ist deutlich zu sehen, wie zu jeder dieser Quelle ein Teilbruch führt.

Nach NW ist das Muttenseebruchsystem noch weiter verfolgbar, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die grossen Brüche im Ortstock- und Faulengebiet (siehe Karte OBERHOLZER, Lit. 4), zum selben System gehören.

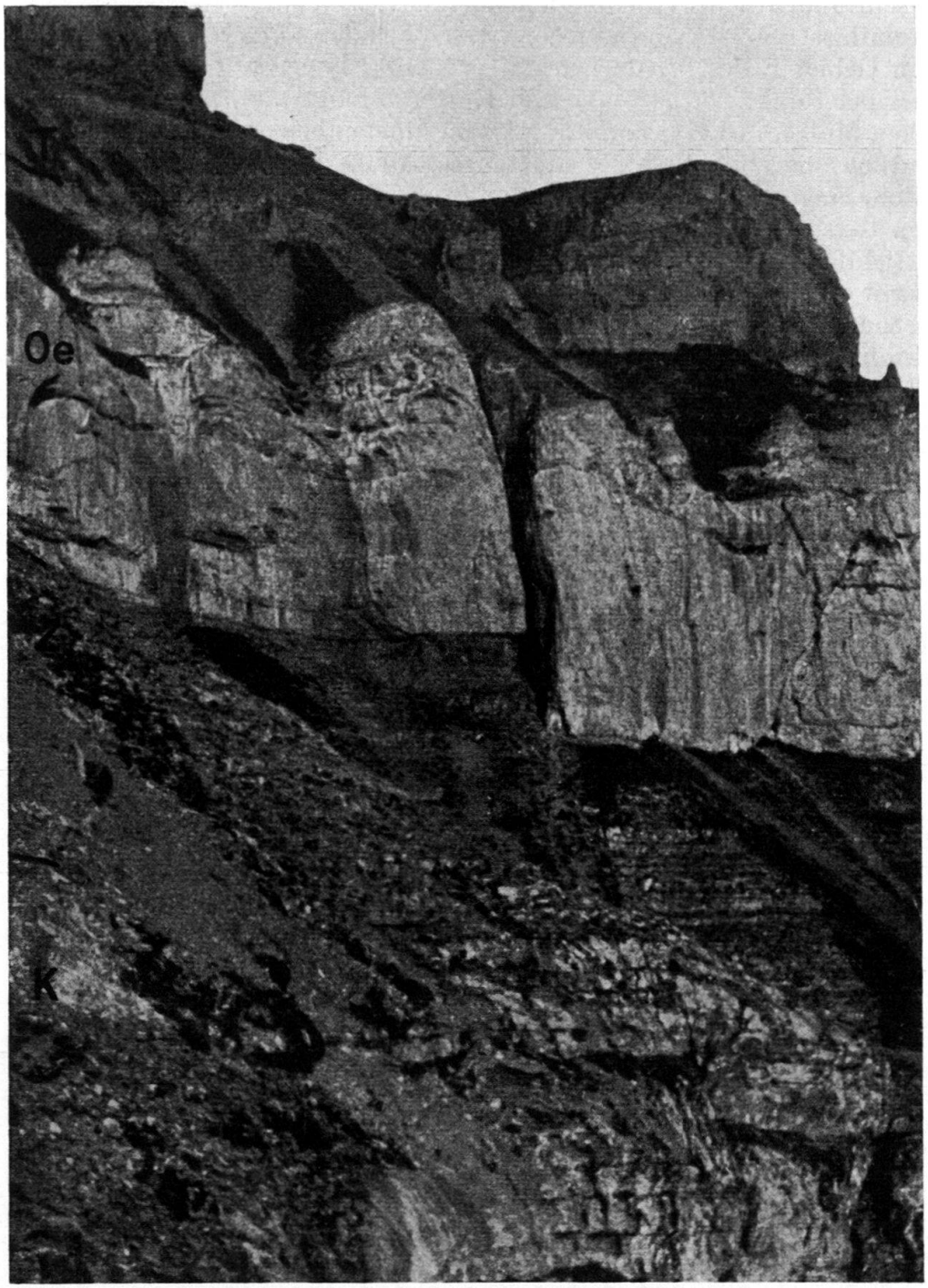
An Längenausdehnung übertrifft der Muttenseebruch alle andern Brüche. Er misst vom Gebiet E des Piz da Dartgas bis Thierfehd ca. 12 km.

Ein weiterer grosser Bruch ist der Mörtalbruch (Mörtal S des Muttenseeplateaus, siehe Fig. 1). Er ist mit Ausnahme unbedeutender, kleiner Teilstrecken über eine Horizontaldistanz von 11 km als zusammenhängender, scharfer Schnitt verfolgbar. Der Mörtalbruch nimmt seinen südöstlichen Anfang ebenfalls E des Piz da Dartgas (Fig. 1), und zwar mit seinen äussersten Ausläufern E des Muttenseebruches. Er wird vom letzteren geschnitten und versetzt (vgl. Fig. 1 und Karte HELBLING, Lit. 1). In seinem weiteren Verlauf schneidet er den Grat NE Kistenpass, die Kreideserie des Kistenpasses (vgl. HELBLING, Aufriss Bl. 6, Lit. 1, und OBERHOLZER, Lit. 4), das Mörtal und den Muttenkopf (Lit. 4). Von hier aus lässt er sich weiter nach NW verfolgen über das Hohloch (vgl. Karte OBERHOLZER, Lit. 4, HELBLING, Lit. 1, Bl. 6; und Fig. 2) in die Limmernschlucht hinunter. Im untern Teil der Schlucht spaltet er sich in drei Teilbrüche auf (siehe Fig. 1). Der nördlichste verläuft genau durch den untersten Teil der Linthschlucht S Thierfehd, deren Richtung wohl durch den Bruch gegeben wurde, während der südlichste die Limmernschlucht und den untersten Teil des Selbsanft-Nordgrates schneidet. Der mittlere Teilbruch verläuft durch den untersten Teil der Limmernschlucht.

Als einziger Bruch zeigt der Mörtalbruch eine deutliche Sprunghöhe in seinem ganzen Verlauf. Der maximale Betrag erreicht 12 m in der Ostflanke der Limmernschlucht. Die Ebene des Mörtalbruches liegt nicht vertikal, sondern sie zeigt ein sehr steiles Fallen nach SW. Auch der Mörtalbruch speist eine Quellengruppe: Die Uelialpquellen.

Das Cavordia-Bruchsystem nimmt seinen Anfang S des Piz da Dartgas (siehe Fig. 1). Der Südwestgrat dieses Gipfels ist stark zerschnitten, und einzelne

Klemmpakete sind abgesunken. Auf Cavordia selbst ist das System in eine Unzahl von Teilbrüchen aufgespalten (in Fig. 1 nur zusammengefasst dargestellt, dagegen in der Karte HELBLING, Lit. 1, z. T. besser ausgeschieden). Die vorhandenen Sprunghöhen bewirken, dass die sehr flach liegende Kreideserie treppenartig ge-



Phot. T. Hagen

Fig. 2. Der Mörtalbruch im Hohloch.
(Hohloch siehe Karte Oberholzer, Lit. 4, 1 km SW Muttseehütte SAC.)
T = Tertiär, Oe = Oehrlikalk, Z = Zementsteinschichten, K = Korallenkalk.
Die Versetzung des Oehrlikalks beträgt ca. 10 Meter.

stuft ist. In Repetitionen liegen Oehrlikalk, Valangienkalk und Kieselkalk nebeneinander, da immer das nächst östliche Paket einige Meter höher liegt. (Repetitionen wegen Kleinheit auch in Karte HELBLING, Lit. 4, nicht ausgeschieden.) In der Ostflanke des Limmernbodens sind die Cavordiabrüche an den grossen Spalten sehr gut erkenntlich (siehe HELBLING, Lit. 4, Aufriss in Blatt 6). Durch die Doggerschichten sind sie nach unten abgeschlossen. Die nordwestliche Fortsetzung der Cavordiabrüche findet sich in der Ostflanke des Selbsanftes.

Der Limmernbruch verläuft direkt durch den Nordausgang des Limmernbodens (siehe Fig. 1). Er nimmt seinen Anfang im Val Frisal (Fig. 1), verläuft über den Westteil von Cavordia, dann durch den Limmernboden, durch die Ostflanke der Limmernschlucht und endet in der Malmwand von Baumgarten (S Thierfehd). Am obern Rand dieser Wand zwängt sich der Wildwüstibach (siehe Karte OBERHOLZER, Lit. 4) durch einen tiefen Spalt, der direkt im Bruch liegt.

Da der Limmernbruch in NNW-Richtung streicht, schneidet er die Cavordiabrüche und den Mörtalbruch. Auf Cavordia ist er in mehrere Teilbrüche aufgespalten (siehe Karte HELBLING, Lit. 1). Die Sprunghöhe bewirkt, dass die östlichen Partien hier durchwegs tiefer liegen. Im Gegensatz dazu liegt nördlich des Limmernbodens der Westrand des Bruches tiefer, so dass wir es hier mit einer Torsionsbewegung zu tun haben.

Die Entstehung der abflusslosen Mulde von Cavordia scheint durch den Limmernbruch und die Cavordiabrüche bedingt zu sein. Es ist ein eigentlicher Einbruchstrichter zwischen diesen beiden Bruchsystemen.

4. Querklüfte.

Ausser den vorhin beschriebenen Brüchen sind ferner ausgedehnte Kluftsysteme vorhanden. Ihre Längenausdehnung ist aber den ersteren gegenüber beschränkt, so dass ihnen keine grosse Bedeutung zukommt. Die folgenden Gebiete zeichnen sich durch Querklüfte aus: Kistenstöckli-Gebiet W des Limmernbodens, Muttenkopf, Platten, Limmerntobel (siehe Fig. 1 und besonders Karte HELBLING, Lit. 1). Die letzteren Klüfte mögen dem untern Teil der Limmernschlucht die Richtung gegeben haben, denn hier ist eine auffallende Scharung von Klüften festzustellen. (In Fig. 1 nicht ausgeschieden, dagegen z. T. in der Karte HELBLING, Lit. 1; vgl. auch Fig. 4.)

5. Längsklüfte.

Der Bereich der Längsklüfte W-E ist ziemlich genau an die Querkulmination des Aar-Massivs gebunden. Die Längsklüfte sind somit offenbar die Spalten, längs denen die Sedimenthülle des Aar-Massivs geborsten ist. Die Klüfte sind alle offen. Sowohl auf Platten (= P der Fig. 1) wie auch auf Cavordia kann man in scheinbar grundlos tiefe Spalten hinab blicken. Sprunghöhen sind naturgemäss keine vorhanden. Alle diese Klüfte reichen nicht bis in das Kristallin hinab. Das letztere ist zwar in gleicher Weise zerklüftet wie die Sedimenthülle, aber nirgends stehen seine Klüfte mit denjenigen der Sedimenthülle in direktem Zusammenhang.

Die Längsklüfte reichen am tiefsten in der Querkulmination des Aar-Massivs. Von da an fortschreitend gegen S und N schliessen sich diese Klüfte in immer höheren Schichten. Der Abschluss wird in der Regel dort festgestellt, wo

entweder eine der Klüftung gegenüber widerstandsfähige Schicht vorhanden ist, oder wo sie durch Schubflächen abgeschert wurden. Solche abschliessende Gesteine finden wir im Mergelband, im Blegioolith und im Melsersandstein.

Ausser diesen grossen Längsklüften sind noch zwei weitere, lokal eng begrenzte Systeme von Klüften vorhanden, welche z. T. zu den Längsklüften, z. T. zu den Querklüften einzureihen sind. So zeichnet sich der Nordausgang des Limmernbodens und der Westgrat des Nüschenstockes durch ein Kluftsystem aus, das NW streicht und mit etwa 55° gegen SW einfällt. Am Nüschenstock ist dieses Kluftsystem durch den Muttenseebruch etwas versetzt, so dass das ältere Datum der Klüfte erwiesen ist. Die beiden genannten schiefen (nicht vertikalen) Kluftsysteme stimmen auffallend mit Zonen verstärkter Clivage (siehe Abschnitt 7) überein, welche ihrerseits wieder mit der Tektonik des Aar-Massivs in Beziehung stehen: An beiden Orten ist dies der äussere Ausdruck von Strukturen im Kristallin („Limmernstirn", Kristallinfalten von Vordersand; vgl. hiezu HELBLING, Lit. 1, Aufriss in Blatt 5).

Nach H. WIDMER (Lit. 11) weisen die Längsklüfte W des Selbsanftes Bewegungsbeträge auf.

6. Die Altersfrage.

Die Längsklüfte weisen das älteste Datum auf, denn sie sind nicht nur z. T. von den Querbrüchen versetzt, sondern sie wurden auch in einer letzten Bewegungs- und Schuppungsphase in den Zwischenschichten abgeschert, so dass der Zusammenhang der Klüfte zwischen Malm und Kristallin vollständig verloren ging. Die Querbrüche dagegen sind jüngeren Datums, denn Ihr Zusammenhang zwischen Malm und Kristallin ist in keiner Weise gestört. Eine altersmässige Zusammenstellung, beginnend mit dem jüngsten, lautet demnach folgendermassen:

1. Muttenseebruch;
2. Mörtalbruch;
3. Querbrüche im allgemeinen;
4. Querklüfte im allgemeinen;
5. Längsklüfte auf dem Aar-Massiv.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass das Gebiet von Cavordia ein zweites, bedeutend älteres Längskluftsystem aufweist. Längs diesem greifen die Ablagerungen des Lutetien sprunghaft auf verschiedene Kreidestufen, und zwar so, dass die nördlicheren Teile gehoben sind. Schon TRÜMPY (Lit. 10) hat diese Erscheinung festgestellt. Ein direkter Zusammenhang mit den jüngeren Längsklüften konnte nicht beobachtet werden.

7. Clivage.

Zwei Zonen weisen eine besonders starke Clivage auf: Der Nordteil des Limmernbodens und das Gebiet Ueliplanggen–Rinkental (siehe Karte OBERHOLZER, Lit. 4, sowie Fig. 1). Auf ihren Zusammenhang mit tektonischen Komplikationen im Kristallin des Aar-Massivs wurde schon am Schluss des Abschnittes 5 (Längsklüfte) hingewiesen (vgl. hiezu HELBLING, Lit. 1, Aufrisse in Blatt 5 und 6).

Die Clivageflächen zeigen ein Streichen von WSW–ENE und ein Fallen von ca. 40° gegen SSE. Oft durchqueren sie mehrere kleintektonische Einheiten (z. B.

Falten), um dann allmählich oder auch plötzlich in eine richtige Schubfläche überzugehen (vgl. hiezu Fig. 3, welche die Verhältnisse am Nordausgang des Limmernbodens darstellt).

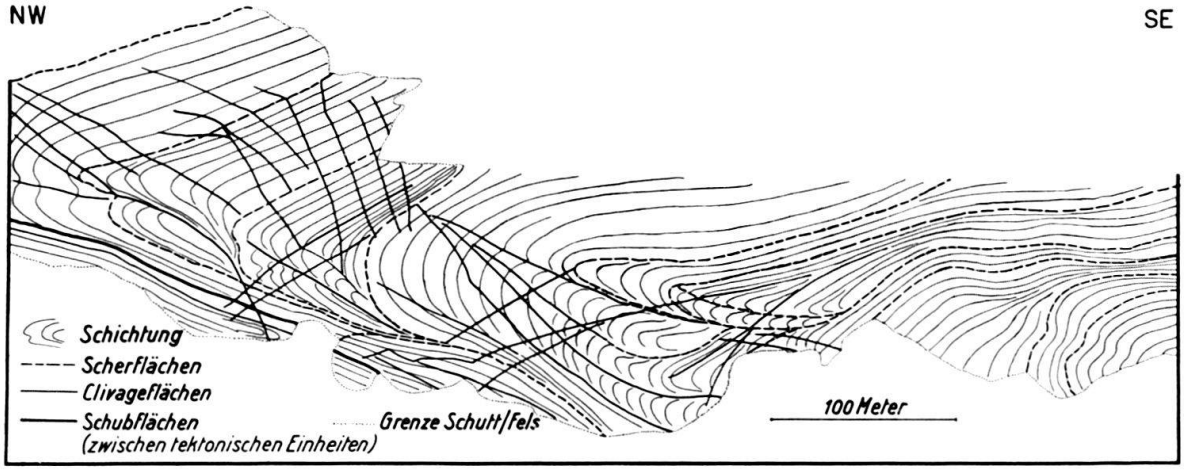


Fig. 3. Detail aus der Nordostflanke des Limmernbodens.
(Ochsenplanggen der Karte Oberholzer, Lit. 4), Strukturen und Clivage im Untern Quintnerkalk. Geologischer Aufriss 1:5000.
(Originalauswertung 1:1000 mit dem Stereokartiergerät Wild A6 an der ETH.; die Aufrissebene konnte so gewählt werden, dass sie normal zum geologischen Faltenstreichen liegt. Sie streicht N 40° W und fällt mit 95° gegen SW. Auf diese Weise gelangen die geologischen Strukturen und Mächtigkeiten unverzerrt und masstäblich zur Darstellung.)

8. Kluftsysteme und Gewässernetz.

Ein Gebiet, welches dermassen von Brüchen und Klüften durchsetzt ist, und das ausserdem noch Gesteinsformationen aufweist, welche die Karstverwitterung begünstigen, muss ein anormales Gewässernetz besitzen. Dies ist auch tatsächlich der Fall, indem im ganzen Gebiet nur drei grössere, natürliche Gewässer vorhanden sind: Limmernbach, Linth und Frisalbach. Auf grossen Strecken ist oberflächlich kein Gewässernetz zu sehen; das Wasser nimmt seinen Weg unterirdisch und erscheint wieder in Form von kräftigen Quellen. Die unterirdischen Wege des Wassers sind dabei durch Brüche, Klüfte und Clivage- und Scherflächen gegeben. Während die ersteren grosse, zusammenhängende Kommunikationen darstellen, bilden die letzteren mehr ein feines Netz. Der allgemeine Verlauf des Wassers in den Clivage- und Scherflächen ist infolge des östlichen Axialgefälles des Aar-Massivs nach E gerichtet. In den durchgehenden Querbrüchen wird es gesammelt und nach NW und SE abgeleitet. Tatsächlich entspringen den meisten grossen Querbrüchen kräftige Quellen (vgl. Fig. 1).

Ausser den direkt sichtbaren Zusammenhängen wurde diese spezielle Art der Entwässerung auch durch sehr umfangreiche Färbeversuche mit Fluoreszin bestätigt. Diese Versuche standen unter Leitung von Prof. W. Leupold.

Das gesamte Wasser des Selbsanftgebietes wird auf diese Art nach E, in den Limmernboden und in die Limmernschlucht abgeleitet. Es konnte beobachtet werden, wie aus den Schnittpunkten von Scherflächen mit dem Mergelband einer-

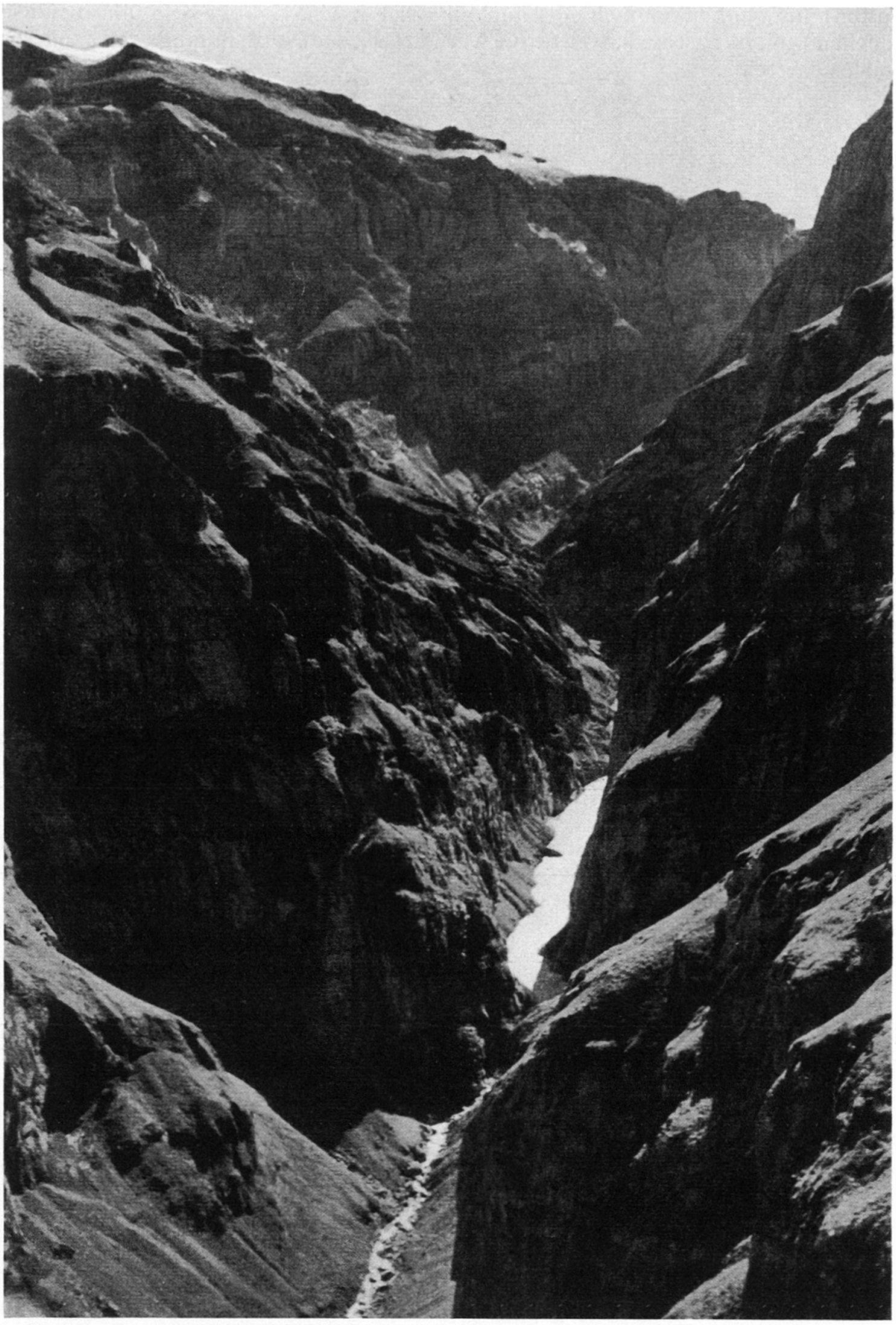


Fig. 4. Die Limmernschlucht von NW. Phot. T. Hagen

seits und von Längsklüften mit den Doggerschichten anderseits, kräftige Quellen in den Limmernboden austreten (vgl. Fig. 1). Regenfälle machen sich in der Wasserführung augenblicklich bemerkbar, was auf eine ziemlich direkte Verbindung schliessen lässt. Die Längsklüfte spielen gewissermassen die Rolle eines „Dachkännels", der das Wasser aus den nach S fallenden Scherflächen sammelt und in den Limmernboden leitet. Die kräftigste Quelle des ganzen Limmernbodengebietes tritt aus dem Schnittpunkt der Längskluft durch die Scharte S Punkt 2986 am hintern Selbsanft (vgl. Fig. 1) und einer markanten Scherfläche zwischen Mergelband und Unterem Quintnerkalk (Fig. 1). Diese Scherfläche entwickelt sich gegen N zu einer Schubfläche, welche zwei grössere parautochthone Schuppen voneinander trennt. Es ist wahrscheinlich, dass dieselbe Scherfläche weiter südlich durch den Biferten-stock hindurch teilweise die bekannte Quellengruppe im Val Frisal speist (siehe Fig. 1).

Östlich der Linie Limmernbach–Linth wird das Wasser durch Scher- und Clivageflächen (vgl. Fig. 3) und durch lokale Längsklüfte nach E abgeleitet und hernach vom Mörtalbruch und vom Muttenseebruch gesammelt. Der Mörtalbruch speist die Uelialpquellen und der Muttenseebruch die Quellengruppe Felix und Regula (siehe Fig. 1).

Es ist wahrscheinlich, dass das Gebiet von Cavordia z. T. durch Querklüfte nach S entwässert wird.

Der Abfluss des Muttensees versickert im Schnittpunkt zwischen dem Muttenseebruch und einer Schubfläche (siehe Karte HELBLING, Lit. 1). Die ganze Zone des südlichen Teils des Muttenseeplateaus ist tektonisch stark gestört, was im Mörtal besonders gut zu sehen ist. Eine südliche Kreideschuppe ist an eine horizontal liegende andere Serie aufgeschoben. Das Wasser verschwindet dort in einer Höhle zwischen Oehrli- und Valangienkalk der aufgeschobenen Serie.

Aus der Betrachtung all dieser Bruch- und Kluftsysteme geht hervor, dass diese an der Gestaltung der Morphologie des Limmerngebietes mitbeteiligt waren. Sowohl der Limmernboden als auch die Schlucht (Fig. 4) wurden primär durch diese Brüche vorbereitet, und die Erosion hat in erster Linie an diesen Schwächezonen angesetzt (vgl. hiezu die Scharung der Brüche um die Limmernschlucht, wie sie in der Karte HELBLING, Lit. 1, dargestellt ist). Die Ursache für die Entstehung der Brüche selbst liegt wohl im Axialgefälle des Aar-Massivs und in der Überschiebung durch die Glarner Schubmassen begründet. Im Zusammenhang mit der letzteren Tatsache ist auch darauf hinzuweisen, dass einige Brüche in ihren nördlichen Teilen auffallend nach NW und sogar nach WNW abbiegen (siehe Fig. 1).

Literaturverzeichnis.

Karten

1. HELBLING R.: Photogeologische Studien; Beilagen Blatt 2 (Kistenpass), Blätter 5 und 6 (Geologische Aufrisse). — Art. Inst. Orell-Füssli AG., Zürich, 1948.
2. OBERHOLZER, J., und HEIM ALBERT: Geologische Karte der Glarner Alpen: 1:50000. — Spezialkarte Nr. 50, 1910.
3. OBERHOLZER, J.: Geologische Karte der Alpen zwischen Linthgebiet und Rhein 1:50000. — Spezialkarte Nr. 21, 1920.
4. OBERHOLZER, J.: Geologische Karte des Kt. Glarus 1:50000. — Spezialkarte Nr. 117, 1942.
5. WEBER, F.: Geologische Karte des Tödi-Vorderrheintalgebietes 1:50000. — Spezialkarte Nr. 100 A, 1924.

Literatur

6. HEIM, A.: Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass. — Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, N.F. 24. Lieferung, III. Teil, 1910.
7. HÜGI, TH.: Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs (Bifertengletscher, Limmernboden, Vättis) und des Kristallins von Tamins. — Schweiz. Min.-Petrographische Mitteilungen, Band XXI, Heft 1, 1941.
8. OBERHOLZER, J.: Geologie der Glarner Alpen. — Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. N.F. 28. Lieferung, 1933.
9. STAUB, R.: Geologisches Gutachten für das Kraftwerkprojekt Linth-Limmern. — Nordostschweiz. Kraftwerke AG., Baden, 1945 (Manuskript).
10. TRÜMPY, R.: Zur Tektonik der südlichen Hausstockgruppe. — Eclogae Geologicae Helvetiae, Band 37/2, 1944.
11. WIDMER, H.: Zur Geologie der Tödigruppe. — Diss., AG. Buchdruckerei Wetzikon und Rüti, 1949.