

La zone des cols entre Adelboden et Frutigen

Autor(en): **Bernet, Edm.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **10 (1908-1909)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-156863>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

der oberste Verrucano über in den Melsersandstein. So führen alle Uebergänge von dem Quartenschiefer zu den eingelagerten Sandsteinbänken, dem kieselsäurereichsten Endglied, einerseits, zu den Kalkkonkretionen, dem kieselsäureärmsten Endglied, anderseits. Auch zwischen Melsersandstein- und Dolomitekalk der Rötigruppe scheint ein Uebergang durch Wechsellagerung stattzufinden, wo sich nicht zwischen beide eine noch rätselhafte Rauchwacke mit Serizitschieferbrocken einschaltet.

La zone des cols entre Adelboden et Frutigen.

PAR EDM. BERNET.

(Avec planche.)

INTRODUCTION

La région que je me suis proposé d'étudier en détail dans le présent travail est circonscrite par les côtés d'un triangle, dont les trois sommets seraient respectivement situés à Adelboden, Frutigen et Kandersteg. Deux de ces côtés sont déterminés par les grandes vallées de l'Engstligen et de la Kander, tandis que le troisième coupe transversalement le massif du Lohner. Il est du reste évident que je serai maintes fois obligé de sortir de limites aussi arbitrairement tracées.

Le territoire ainsi déterminé fait directement suite au NE à celui étudié, en 1905, par MM. Sarasin et Collet. Je me suis efforcé, dans ce travail, d'étudier surtout la ligne de contact des formations préalpines et haut-alpines qui devient particulièrement intéressante ici grâce à l'élévation rapide du socle helvétique vers le NE.

ISCHER (¹ et carte géologique au $\frac{1}{100\ 000}$, feuille 17), le premier s'occupa de cette partie de la zone interne des Préalpes, dont il fit les levés pour la carte au $\frac{1}{100\ 000}$, mais dont il n'a jamais donné la description complète; quelques

¹ Les numéros qui suivent le nom d'un auteur se rapportent à la liste bibliographique que l'on trouvera aux pages 216 et 217.

profils publiés dans le *Jahrbuch* du S. A. C. sont les seules sources de renseignements que l'on puisse trouver. Ils manquent d'exactitude dans les détails et surtout ils ne concordent pas avec la carte, celle-ci montrant, d'une façon évidente, la superposition du faciès préalpin sur les Hautes-Alpes, tandis que les profils font intervenir des relations toutes différentes.

Depuis lors la zone des cols, dans sa partie orientale, n'a fait l'objet d'aucune étude détaillée. Par contre, en 1893, M. H. SCHARDT a le premier développé l'idée de l'origine étrangère des Préalpes, dans leur ensemble, posant ainsi le premier jalon de la théorie des nappes de charriage. Cette notion a été généralisée, dans la suite, à l'ensemble des Alpes, par M. M. LUGEON.

Depuis que cette interprétation nouvelle de la tectonique préalpine a été proposée, M. DOUVILLÉ a publié, en 1903, les résultats d'observations faites dans les environs d'Interlaken et de Kandersteg. Dans ce travail (8, 16) il considérait les formations préalpines de la vallée d'Adelboden comme sous-jacentes tectoniquement au grand pli helvétique du Lohner et recouvrant, d'autre part, le système du Gerihorn et de l'Elsighorn. Il proposait en outre de considérer la zone du Niesen comme faisant partie des plis couchés helvétiques.

En 1906, MM. SARASIN et COLLET (24), dans un premier travail concernant la région comprise entre la Lenk et Adelboden, émettaient encore quelques doutes sur le charriage des Préalpes. Ils se basaient principalement sur l'absence de bord radical dans la zone interne des Préalpes et sur la présence indubitable, au contraire, de charnières anticlinales fermées au SE. Toutefois, dans une note toute récente (28), MM. Sarasin et Collet se rallient à la théorie généralement admise de MM. Schardt et Lugeon. Ils maintiennent cependant la présence des charnières fermées au SE et sont amenés à une interprétation un peu différente de celle qui résulte des profils de MM. Schardt et Lugeon. Cette nouvelle conception est basée sur l'identité du Wildflysch haut alpin avec le Flysch du Niesen, qui ne serait alors que la couverture haut-alpine entraînée et replissée par les nappes supérieures, idée qui avait déjà été indiquée, en 1903, par M. Douvillé. La zone des cols ne serait, dans ce cas, qu'une « fenêtre » ouverte dans un pli haut-alpin. On trouvera les développements complets de cette manière de voir dans les Archives des Sc. Ph. et Nat. (28, page 586 à 593, « La zone des cols en général » et un profil très suggestif à la page 588.) Mes observations

personnelles dans la vallée de l'Engstligen sont absolument concordantes avec cette manière d'envisager la tectonique de la zone des cols, car les raccords ainsi établis sont identiques dans le détail avec ceux de plis amorcés au NW.

Tout récemment, M. TROESCH (29) a fait paraître dans cette revue même un travail concernant l'étude géologique des chaînes qui bordent la vallée de la Kander à l'E. Cet auteur donne un profil passant par l'Aermighorn, mais qui n'atteint pas le Gerihorn. Il tend à montrer que la première des deux chaînes doit être en recouvrement mécanique sur la seconde. En me basant sur les relations qui existent à l'W de la vallée de la Kander entre le système du Lohner et celui de l'Elsighorn, je pense que le chevauchement de l'Aermighorn n'est qu'une dislocation de faible profondeur entre deux digitations d'une même nappe, car le manteau tertiaire du pli du Gerihorn se prolonge à l'W de la Kander dans le Flysch de l'Elsighorn et celui-ci est enveloppé par un synclinal couché de Crétacique qui raccorde les deux plis de l'Elsighorn et du Lohner d'une façon continue. Je considère donc l'Aermighorn et le Gerihorn comme faisant partie tous deux de la grande nappe digitée des Alpes calcaires médianes au même titre que le Lohner et l'Elsighorn. (Voir mon chapitre traitant des « Relations entre les deux versants de la vallée de la Kander »).

Il me reste maintenant à remercier mon cher maître, M. le professeur Ch. Sarasin, de la patience avec laquelle il m'a initié à la géologie si compliquée des Préalpes. C'est grâce à ses courses nombreuses dans les Alpes, à son enseignement de la géologie alpine, fait tant au laboratoire que dans des excursions, qu'il m'a été possible de mener à chef le présent travail.

Mes remerciements également à M. le Dr E. Joukowsky qui m'a grandement aidé dans l'étude microscopique des roches, et au Dr L.-W Collet, de l'intérêt constant qu'il a montré pour mon travail.

Liste des ouvrages se rapportant à la zone des cols.

1878.

1. G. ISCHER. Blick über den Bau der westlichen Schweizer Alpen. *Jahrb. des S. A. C. I.* XIII.
2. — Ueber die Geologie der Niesenkette. *Act. Soc. helv., Berne.*

1893.

3. SCHARDT. Sur l'origine des préAlpes romandes. *Arch. Genève*, déc. 1893.

1894.

4. QUEREAU. Ueber die Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburger Alpen im Bereiche des Oberen Simmenthales. *Ber. der Naturf. Gesell. zu Freiburg i. B.*, Bd. IX, H. 2, 1894.
5. SARASIN. De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Archives*, 3^e période, t. XXXI.

1898.

6. SCHARDT. Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, vol. XXXIV, n° 128, 1898.

1899.

7. HAUG. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, vol. XXXV.

1900.

8. DOUVILLÉ. Les Ralligstöcke et le Gerihorn. *Bull. Soc. géol. de France* (3), vol. XXVIII, p. 57.
9. SCHARDT. Encore les régions exotiques. Réplique à M. Emile Haug. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, vol. XXXVI.
10. LUGEON et ROESSINGER. Géologie de la haute vallée de Lauenen. *Archives*, t. XI, p. 74-78; *C. R. Soc. vaud. des sc. nat.* (3), vol. VII, 1900.

1901.

11. M. LUGEON. Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses. *C. R. de l'Acad. des sc. de Paris*, 15 janvier 1901.
12. M. LUGEON. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I, p. 723.
13. H. KEIDEL. Ein Beitrag zur Kenntnis der Lagerungsverhältnisse in den Freiburgeralpen. *Ber. nat. Ges. Freib. i. B.*, t. XIII.

1902.

14. GERBER. Vorläufige Mitteilung über das Eocän des Kientals. *Eclogæ*, vol. VII, 4, 1902.

1903.

15. MAYER-EYMAR. Sur le Flysch et en particulier sur le Flysch de Biarritz. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. II, p. 383-393.

16. DOUVILLÉ. Les Ralligstöcke et le Gerihorn. *Bull. Soc. géol. de France* (4), vol. III, p. 193. 1903.

17. TERMIER. Nappes et synthèses des Alpes. *Bull. Soc. géol. de France*, vol. I. 1903.

18. TRÖSCH. Einige Korrekturen der geologischen Karte im Gebiet zwischen Kienthal und Kanderthal. *Mitth. der Naturf. Gesell. in Bern*, 1903.

1904.

19. LUGEON. Deuxième communication préliminaire sur la géologie comprise entre le Sanetsch et la Kander. *Eclogæ*, vol. VIII.

20. RÖESSINGER. La zone des cols dans la vallée de Lauenen (Alpes bernoises). *Thèse à la Fac. des sc. de l'Univ. de Lausanne*, 1904.

21. JACCARD. La région de la brèche de la Hornfluh. *Bull. des lab. de géol., géogr. physique, min. et paléont. de l'Univ. de Lausanne*, n° 5. 1904.

1905.

22. E. GERBER. Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen. Zürich, 1905. *Neue Denkschriften der allg. schweiz. Gesell. für die gesamten Naturwissenschaften*, Bd. XI, Abh. 2.

23. STEINMANN. Geologische Beobachtungen in den Alpen. II *Ber. Nat. Gesell. Freib.* 1905.

1906.

24. SARASIN et COLLET. La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Arch. Sc. phys. et nat.*, janvier-février 1906, 4^e, vol. XXII.

25. SARASIN et COLLET. Notice complémentaire sur la région de la Lenk. *Archives*, vol. XXII, décembre 1906.

26. V. TURNAU. Beiträge zur Geologie der Berner Alpen. *Thèse*, Berne, 1906.

1907.

27. SCHARDT. Les vues modernes sur la Tectonique et l'origine de la chaîne des Alpes. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 4-5, vol. XXIII, 1907.

28. SARASIN et COLLET. La zone des cols et la géologie du Chamossaire. *Arch. Sc. phys. et nat.*, décembre 1907, 4^e, vol. XXIV.

29. TRÖSCH. Beiträge zur Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blumlisalpgruppe). *Eclogæ Geologicae Helvetiae*, vol. X, n° 1, mars 1908.

30. ROLLIER. Les dislocations orogéniques des Alpes. *Extrait des actes de la Société jurassienne d'émulation*, 1906.

1^{re} PARTIE. — STRATIGRAPHIE

L'étude stratigraphique des terrains que nous rencontrons dans la vallée de l'Engstligen peut être divisée en deux parties. Nous avons d'abord le socle de toute la région, formé de terrains haut-alpins crétacés et tertiaires que je n'ai, à la vérité, pas étudié d'une façon spéciale, mais qui cependant ont une importance capitale dans la compréhension de la tectonique de cette région. Aussi commencerai-je par eux. Ensuite je prendrai, dans le second paragraphe de ce chapitre, la description des terrains de la zone des cols proprement dite, chapitre qui nous retiendra plus longtemps, vu que mon travail a en vue principalement l'étude des Préalpes.

A. Terrains haut-alpins.

Les terrains haut-alpins sont assez bien connus grâce aux travaux de ISCHER (1, 2), GERBER (22) et surtout DOUVILLÉ (8, 16) qui a établi une stratigraphie rigoureuse des termes supérieurs. Le terrain le plus ancien que nous rencontrons est le Néocomien, le Jurassique n'appartenant déjà plus à la région que nous avons parcourue et ne se trouvant que sur le flanc oriental du massif du Lohner.

CRÉTACIQUE

NÉCOMIEN. — Ce terrain est bien représenté au Pochten-Kessel, à Achseten, à la Schnittenfluh, sur l'Achsetenberg et au-dessus du Kanderthal. Le facies est quelque peu variable et comprend surtout des *calcaires gréseux* en bancs plus ou moins épais, en général bien lités ou en gros bancs fissurés, à cassure foncée ou plus ou moins ocreuse (Pochten Kessel, Elsigbach, Meserlisberg, Marchgraben, NW de l'Elsighorn). Les bancs gréseux peuvent présenter des intercalations plus schisteuses également gréseuses, mais aussi marneuses, et à certains endroits, comme au bas du Lochbach, nous trouvons de *véritables ardoises*. Il est vrai que ce fait est relativement rare. Ces couches plus ou moins schisteuses se rencontrent dans le Lochbach, dans l'Otternbach inférieur, puis dans le Kanderthal, à l'endroit appelé An den Aegerten et sous Lauenen dans cette même vallée.

Le Néocomien forme, dans les Alpes, comme on le sait depuis longtemps, des paliers sous les parois du Schrattenkalk. C'est à ce fait que les flancs de la vallée du Kandergrund doivent leur aspect. Il faut cependant remarquer qu'il donne parfois aussi naissance à des parois comme par exemple celle du Pochten Kessel et celle qui domine la route en amont d'Achseten. La structure nettement schisteuse des bancs peut alors être cachée par des dépôts tufeux blancs, et l'on pourrait prendre de loin ces parois pour de l'Urgonien. Mais la cassure toujours foncée et gréseuse de la roche lève en général le doute. (Lochbach inférieur, grande paroi de Néocomien).

URGONIEN. — C'est le *Schrattenkalk*, bien connu sous forme de hautes parois de couleur claire sans stratification nette, sauf dans sa partie inférieure où il devient lité. La cassure spathique est généralement claire. Au Pochten Kessel, l'Urgonien contient un banc de *quartzite* très dur formé de grains de quartz aglutinés. Le *calcaire oolitique* ne fait également pas défaut et je l'ai constaté sur l'arête au N de l'Elsighorn, au point 1512. Les oolites sont des grains arrondis de calcaire gris ne dépassant pas 1 mm. de diamètre. Ces bancs quartzitiques et oolitiques me paraissent être des formations locales prenant la forme de lentilles discontinues.

NUMMULITIQUE

Ce terrain a une grande importance pour nous, car c'est lui qui vient en contact direct avec les formations préalpines. Le travail de M. DOUVILLÉ m'a fourni des renseignements très précieux sur la succession des couches et la faune des foraminifères qu'on y rencontre. Je me suis servi, d'autre part, pour la détermination de ces derniers, de la note de M. SCHLUMBERGER¹ sur les *Orthophragmina*². Je distinguerai, de bas en haut, les termes suivants :

Eocène (Lutétien et Bartonien). 1. *Calcaire gréseux à grains de quartz*. — La roche est, comme son nom l'indique,

¹ SCHLUMBERGER. Première note sur les Orbitoides, *B. S. G. F.*, I., p. 459-467, pl. VII, IX, 1901. Deuxième note sur les Orbitoides *B. S. G. F.* (4) II, p. 255-264, pl. VI, VIII, 1902. Troisième note sur les Orbitoides *B. S. G. F.* (4) III, p. 279, pl. VIII, XII, 1903.

² Ont été consulté également : HOVELAQUE. *Album de Microphotographie des roches sédimentaires*. Paris, Gauthier Villars, 1900.

LUCIEN CAYEUX. *Mémoires de la Soc. géol. du N.* Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, T. IV. 2. Lille, le Bigot, 1897.

un *grès quartzeux* dont les grains de quartz roulés, de 2 à 3 mm. de diamètre, font saillie sur les surfaces corrodées. Je l'ai constaté un peu au NE du Bondergrat, il forme là de gros bancs fracturés directement *sous l'Urgonien renversé*. Les nummulites sont extrêmement nombreuses, la section équatoriale présente 6-7 spires très régulières, le diamètre étant de 5 mm. La section axiale, par contre, montre des ellipses dont la longueur est double de la largeur. Leur détermination comme *Nu. laevigata* est douteuse.

Coupe mince. Les grains de quartz sont encastrés dans un ciment calcaire et se présentent sous deux formes, les uns, plus gros et roulés montrent souvent des extinctions rou-lantes, les autres, plus petits sont anguleux. Les coupes de foraminifères sont nombreuses, parmi lesquelles les *Nummulites* et les *Orthophragmina* prédominent. Ces dernières sont facilement reconnaissables par leurs cellules très nombreuses, basses et superposées en séries verticales que séparent fréquemment des piliers. Quelques autres polythalamies sont difficilement déterminables (*Operculina?* *Cristellaria?*).

2. *Lumachelle à Orthophragmina radians et O. stellata.* La roche foncée en cassure fraîche prend fréquemment, à la surface, une patine ocreuse et est constituée presque entièrement par des *Orthophragmina*. Celles-ci ressortent, d'une façon très nette, sur les surfaces corrodées, les unes montrent un bouton central duquel partent de nombreux rayons droits et présentent exactement les caractères d'*Orthophragmina radians*; d'autres plus petites et correspondant à des jeunes de la même espèce sont caractérisées par la forme helicoïdale de leurs filets cloisonnaires; d'autres enfin portent sur leur disque des étoiles régulières à cinq ou six rayons, et doivent être rapportées à *Orthophragmina stellata*.

Cette lumachelle se trouve sur l'arête qui relie le Metschorn à l'Allmengrat dans une série renversée directement au-dessus des calcaires à *Lithothamnium*, au pied d'une paroi verticale qui ne m'a pas permis de constater les formations superposées.

3. Le *calcaire à Lithothamnium* est un calcaire très pur, gris-bleu compact, il paraît souvent tacheté et présente de petites ellipses allongées noires qui sont évidemment des sections de *Nummulites* ou d'*Orbitoides*. La cassure est esquilleuse, conchoïdale. Il forme une paroi relativement peu épaisse, 2 à 3 mètres au plus, visible de fort loin grâce à sa couleur claire, qui tranche avec la teinte foncée des autres

niveaux du Nummulitique. On peut suivre cette paroi depuis la base du First vers le SW, elle se perd dans les éboulis au-dessus de Thal; elle se voit même d'Adelboden sur l'arête sud du Metschorn. On retrouve le calcaire à *Lithothamnium* sur la Schnittenfluh et sous Blatti au NW du Choleren Schlucht.

Coupe mince. La pâte est formée presque exclusivement de calcite. La roche est pétrie d'*algues calcaires*. Les sections les plus typiques représentent de longs rubans dont les cloisons transversales sont en continuité et déterminent un arc convexe en avant, régulier, ce sont des coupes obliques et terminales des branches de l'algue. Sur les coupes longitudinales les loges sont rectangulaires, tandis que sur les coupes horizontales elles sont polygonales, le plus souvent à cinq ou six côtés. Une grande section horizontale de *Lithothamnium* présente plusieurs zones concentriques de couleur foncée dont les intervalles plus clairs laissent apercevoir la structure réticulée. Des lambeaux de réseaux rectangulaires très réguliers doivent aussi appartenir à des coupes longitudinales de cette algue. Je rapporte toutes ces sections à l'espèce *Lithothamnium nummuliticum* que Gumbel¹ a décrite dans le terrain nummulitique du nord des Alpes.

Les coupes d'*Orthophragmina* sont nombreuses. L'une d'elle, transversale, rappelle, d'une façon remarquable, un croquis donné par M. SCHLUMBERGER d'*Orthophragmina Marthae*; elle montre (fig. 1), au centre, deux grandes loges, dont l'une ellipsoïdale et l'autre crescentiforme et plus grande; puis, dans le plan équatorial, une série de cellules rectangulaires et, de part et d'autre de ce plan, les cellules surbaissées qui se superposent en séries verticales; les piliers sont bien développés dans la région médiane.

En outre, on reconnaît encore *Textilaria* (fig. 2, a, b) et probablement un *Lagénidé* présentant 3 cellules hémisphériques se recouvrant en partie (f). Puis des *Miliolidés* avec *Triloculina* (c, d), *Quinqueloculina* (e); des plaques à grandes cellules rectangulaires ou hexagonales allongées dont les parois de calcite sont très épaisses, appartiennent à des *Bryozoaires* (g).

OLIGOCÈNE. (Tongrien). — 4. *Schistes à Globigérines*. — A la partie supérieure du Nummulitique, j'ai partout rencontré

¹ C.-W. GUMBEL. Die sog. Nulliporen u. ihre Betheiligung an der Zusammensetzung der Kalksteine, 1^{re} partie. Nulliporen des Pflanzenreichs (*Lithothamnium*) in *Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wissensch.* II, cl. XI, vol. I, 1872.

des *schistes jaunes* extérieurement, dont la cassure variant du brun foncé au jaune suivant le degré de décomposition. Leur structure est nettement feuilletée, schisteuse; ils se désagrègent en longues aiguilles anguleuses. Leur épaisseur est assez grande; ils se rencontrent au sommet de nos deux principales arêtes, Bondergrat et Metschgrat.

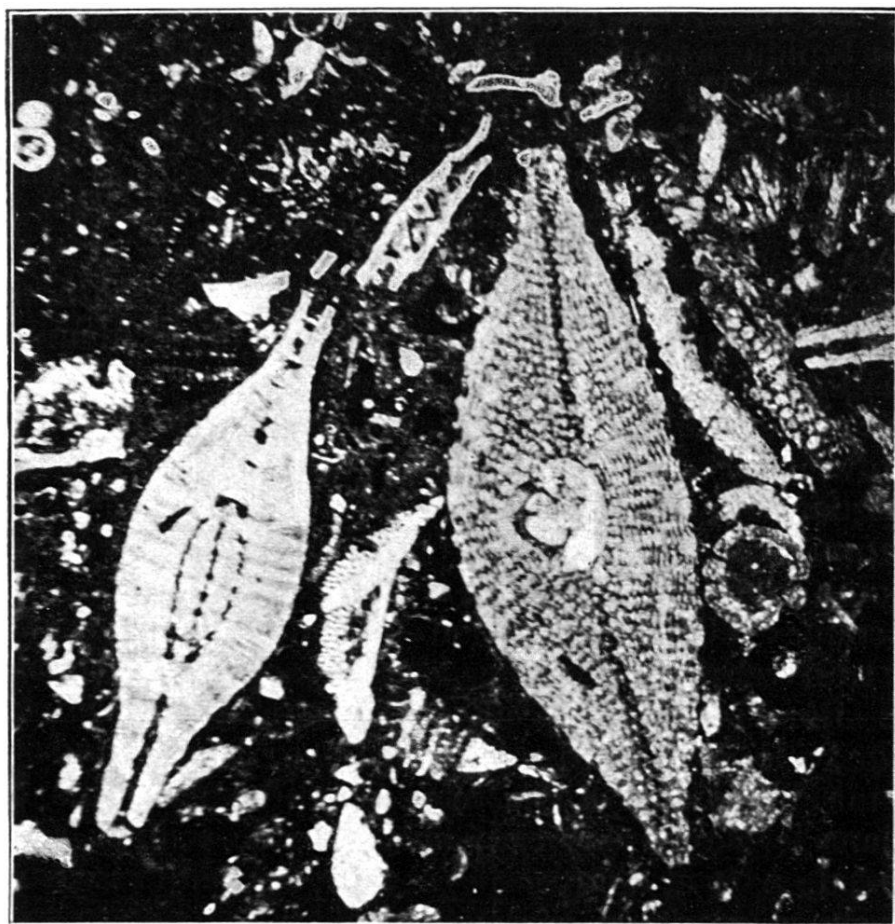


FIG. 1. — Calcaire à Lithothamnium
de la Schnittenfluh, Orthophragmina Marthaë. $\frac{49}{4}$.

■ *Coupe mince.* — Structure schisteuse, couleur brune. Le *quartz*, en petits grains anguleux, existe mais est très peu abondant; à signaler encore un peu de *mica blanc* et de *pyrite*. Par oxydation, la couleur devient ocreuse, ce qui est en rapport avec un fort développement de *limonite*. Les foraminifères sont ici beaucoup plus petits que dans le calcaire à Lithothamnium. Ce sont presque exclusivement des *Globigérines* à surface externe tantôt lisse, tantôt dentelée. Sur les bonnes sections l'on voit nettement entre les dents de la péri-

phérie les canaux perforants ; la coquille a été, le plus souvent, épaissie secondairement par un dépôt de calcaire largement cristallin incrustant la face interne, tandis que le centre est rempli par un dépôt finement grenu. La fig. 3 (a) donne l'allure générale d'une section de *Globigerine*, tandis que (b) est une portion grossie du même échantillon montrant les canaux radiaux entre les dents.

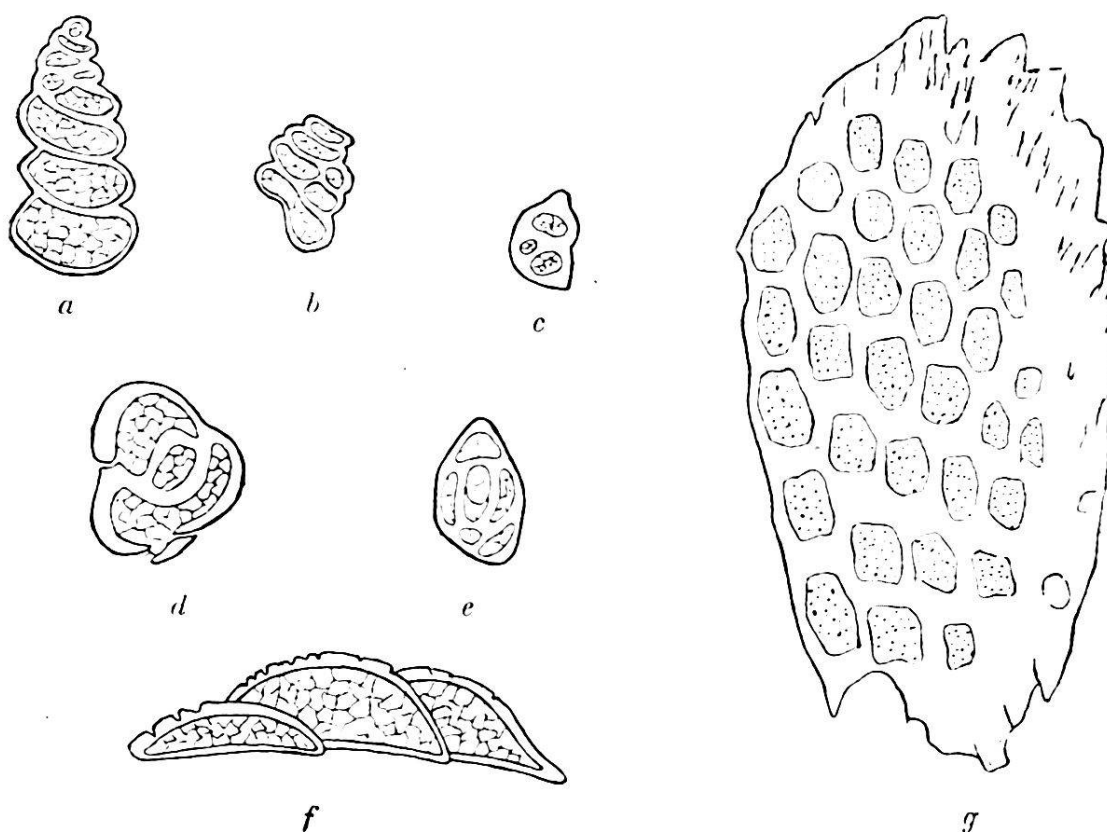


FIG. 2. — Calcaire à Lithothamnium de la Schnittenfluh.

a, b = *Textilaria* sp. c, d = *Triloculina* s. p. e = *Quinqueloculina* sp.
f = *Vaginulina*. g = Bryozoaire ?

Une autre section représente une succession spiralée de loges convexes en avant, concaves en arrière appartenant au genre *Pulvinula* (d). Il est à remarquer ici que la composition de la coquille est bien différente de celle des Globigérines, elle semble imprégnée par un pigment de couleur foncée et les limites ne sont pas nettes. Ces formes sont semblables à celles que M. GERBER a décrites des *Leimern Schiefer* du Kienthal et aux croquis qu'il en donne (22).

5. *Wildflysch*. — Au-dessus des schistes de Leimern nous avons partout un complexe très puissant de schistes, grès,

conglomérats et brèches, le tout très quartzeux et en somme tout à fait semblable à ce que M. DOUVILLÉ (16) décrit sous le nom de *Wildflysch*. On peut le diviser en trois facies qui ne se superposent pas stratigraphiquement mais se pénètrent les uns les autres. Pour la clarté de l'exposition nous les décrirons séparément.

a. Schistes gréseux à Helminthopsis. — Ces schistes plus ou moins bien lités sont essentiellement *quartzeux*. Sur le

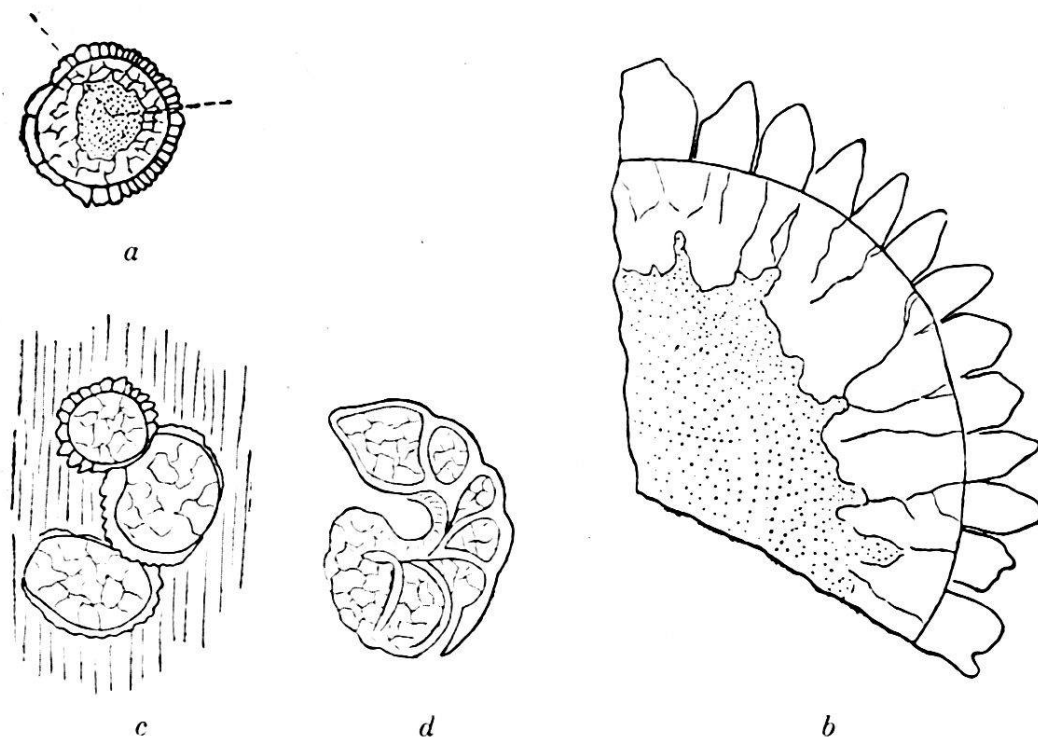


FIG. 3. — Schistes à Globigerines du Bondergrat.

a, c = *Globigerina* sp. *b* = Portion grossie de *a*. *d* = *Pulvinula*.

plan de schistosité ils montrent souvent une forte teneur en *mica blanc*. Sur les surfaces corrodées, on voit parfois des cordons saillants que l'on désigne généralement sous le nom de *Helminthopsis*. Ces schistes se délitent en plaquettes à surfaces parallèles, dont la couleur brune ou ocreuse est due à la décomposition.

β. Les grès quartzeux jouent un rôle prédominant dans la constitution du *Wildflysch* et se présentent sous des formes diverses. Un premier type de structure compacte forme des bancs très irréguliers intercalés dans les schistes précités ; sur les surfaces corrodées ils prennent par oxydation et décalcification une teinte ocreuse et une structure poreuse.

Coupe mince. — Sous le microscope, ces grès se révèlent comme formés essentiellement par des *grains de quartz* de dimensions très diverses et de forme anguleuse, liés par un ciment calcaire peu abondant ; au quartz se mêlent quelques petits fragments *feldspathiques* remarquablement frais, des lamelles irrégulières de *mica blanc* et de la *chlorite* ; l'on voit en outre des amas, de très petite dimension, d'*oxyde de fer*. Aucun organisme.

Un second type relié du reste au précédent par de nombreux termes de passage comprend des grès de structure plus grossière dans lesquels les nummulites sont relativement rares et mal conservées, mais cependant indubitables.

γ. Ces dépôts contiennent sous forme d'intercalations lenticulaires des *brèches et conglomérats*. Ils varient beaucoup quant à leur composition et leur structure. Nous distinguons d'abord un *grès polygénique bréchiforme* contenant d'une part en quantité importante des *fragments calcaires* relativement grands et parfaitement reconnaissables pour du Malm, d'autre part des *éléments verts cristallins* et des *fragments dolomitiques*.

Nous trouvons en outre des *conglomérats* formés principalement de *cailloux de quartz roulés* qui font saillie sur les surfaces corrodées, puis d'autres éléments siliceux et de petits *fragments calcaires* rappelant le Malm.

Résumé sur le terrain nummulitique.

Le terrain nummulitique jusqu'aux schistes de Leimern est très bien connu et les faciès si tranchés qu'il présente facilitent leur détermination stratigraphique ¹. Il n'en est pas de même de ces grès que, à l'instar de KAUFMANN et de M. DOUVILLÉ, nous avons appelés Wildflysch. Ce complexe gréseux ressemble en effet beaucoup d'une part au Flysch de la zone du Niesen, d'autre part au Lias moyen de la région au SW d'Adelboden. Les variations étendues que montrent indépendamment les différentes séries rendent une caractéristique serrée de chacune d'elles impossible, leur structure ne peut guère servir à les distinguer. *Les raisons décisives* en faveur de l'attribution de ce complexe si puissant au Wildflysch sont les suivantes :

La première, *tectonique*, consiste dans l'infraposition di-

¹ Je tiens à signaler ici la ressemblance des schistes du nummulitique supérieur avec certains schistes argileux oxfordiens. Je reviendrai sur cette question à propos des terrains préalpins.

recte, générale dans notre région, de ce Wildflysch aux schistes de Leimern à globigérines dans la série renversée de la Bonderspitz sans trace de dislocation apparente. Le Lias du SW d'Adelboden, celui par exemple qui forme le Höchst, ne présente jamais cette relation avec le système haut alpin, il en est toujours séparé par du Malm ou au moins du Dogger.

La seconde raison, plus concluante et d'ordre *pétrographique*, réside dans la présence de cailloux de Malm dans nos brèches et conglomérats qui, par conséquent, avec les dépôts qui les encadrent, doivent être en tous cas postérieurs au jurassique supérieur.

La troisième raison qui tranche la question est la présence de nummulites, très rares il est vrai, mais décisives cependant pour fixer l'âge du complexe.

B. Terrains préalpins.

La série préalpine qui recouvre le Nummulitique sur le versant oriental de la vallée de l'Enstligen est le plus souvent très incomplète, mais en tenant compte des différents profils on finit par retrouver tous les principaux termes qui séparent le Trias et le Flysch.

Ces divers niveaux ne jouent pas tous un rôle équivalent et tandis que le Lias et le Dogger sont souvent très réduits ou même absents, le jurassique supérieur prend une grande extension. Le Trias avec ses affleurements disloqués ne se prête à aucune étude de détail ; le Malm avec ses grandes parois de calcaires clairs nous fournira des points de repère importants et le complexe callovien-oxfordien, partout riche en fossiles, joue presque partout le rôle primordial dans toute la région. Les termes inférieurs du Jurassique existent, mais leur diagnose n'a pu être établie d'une façon rigoureuse ; en effet l'absence presque totale de fossiles en est la cause. Je pense cependant qu'il faut faire rentrer dans le Lias moyen un puissant complexe gréseux ; la présence d'un *banc lumachellique* intercalé avec *Gryphaea obliqua* ? donne une certaine valeur à cette opinion. Reste à signaler dans cette introduction des Calcaires à Spicules de spongiaires rapportés au Rhétien, le Dogger à Zoophicos et le Crétacique supérieur qui ne forme que deux petites écailles.

LE TRIAS.

Le Trias est le terrain le plus ancien que nous rencontrons. Il est représenté comme partout dans la Zone des cols par un complexe de calcaire dolomitique, de schistes rouges et verts, de calcaire à grain fin, finement et bien lité, et de gypse, complexe dont il m'a été impossible d'établir la succession stratigraphique par suite de l'emmêlement des différents niveaux.

a) *Calcaire dolomitique, corgneule.*

Argilites rouges et vertes.

Il est impossible de séparer ces différents faciès, car ils sont souvent liés les uns aux autres d'une façon intime. En effet la corgneule n'est qu'un produit secondaire du calcaire dolomitique, tandis que les argilites n'y forment que des intercalations.

Je décrirai d'abord trois affleurements qui ont l'avantage de montrer les différentes modifications que peut prendre le calcaire dolomitique par dynamo-métamorphisme. Je commencerai par celui de *Oei* non loin de Frutigen pour remonter ensuite la vallée. Dans ce premier affleurement le Trias est représenté par un calcaire dolomitique marmoréen compact, en gros bancs, rosé, verdâtre, surtout gris et dans ce cas souvent parcouru par des veines vertes, dans lequel sont interstratifiés des schistes argilo-calcaires rouges et verts. Sous *Ewigkeit* on trouve associés à des bancs peu épais de calcaire dolomitique, gris, micacé, grenu, finement et régulièrement lité, des dolomies intensément laminées, dans lesquelles on reconnaît encore facilement des fragments lenticulaires de roche intacte, mais au milieu desquelles se sont développés d'innombrables feuillets de produits de trituration donnant à l'ensemble un aspect schisteux ; ces roches dynamo-métamorphisées sont colorées plus ou moins en vert ou en rouge.

Dans le *Lochbach* apparaît au milieu d'une véritable zone de broyage un produit un peu différent de métamorphisme du Trias ; ici la roche était primitivement beaucoup plus riche en éléments détritiques, les parties restées intactes sont grenues et ocreuses, les produits de trituration très abondants sont de nature gréseuse et fortement colorés.

La parenté lithologique de ces trois types est bien évidente.

Je reviens maintenant à deux affleurements que nous avons laissés de côté. Le premier, celui de *Egg*, est formé par un calcaire dolomitique sillonné de veines blanches de calcite ; le second se trouve en aval du *Pont de Steg*. Un grand rocher gris qui domine ici la route ne montre aucune stratification franche, il est parcouru par contre par de nombreuses fractures irrégulières ; cet affleurement pourrait être pris à première vue pour du Malm, mais il se distingue de celui-ci par la nature de ses produits de décomposition qui sont gris-jau-nâtres et poreux à la façon des corgneules. C'est un calcaire dolomitique bien typique.

La Corgneule vacuolaire, produit de décalcification de la Dolomie, est très bien développée au *S. d'Achseten*, à la base de la chaîne du Niesen. La couleur est en général rouge brique, dans la pâte poreuse se trouvent souvent encastrés des débris de calcaire dolomitique verdâtre qui n'ont pas encore été attaqués. De là la zone de corgneule se poursuit à la vérité d'une façon fort discontinue jusqu'à Adelboden.

COUPE MINCE. — *Calcaire dolomitique du S. de Oei*. — La coupe montre une masse compacte à grains indiscernables parcourue par des fissures qui sont tapissées de chaque côté d'une rangée de *cristaux de dolomie*, tandis que la partie médiane du filon est remplie de *chrysotile en petits cristaux allongés* perpendiculairement aux faces de la cassure ; par places, là où celle-ci présente un élargissement, on voit les cristaux de chrysotile augmenter, ce qui permet de déterminer les constantes optiques du minéral qui sont les suivantes :

Biref. maximum polarise dans le rouge brique, les bords dans le jaune de premier ordre ; pas de clivages. Biaxe. — 2 V très faible. Signe optique (+).

Il est à remarquer que le chrysotile est un des minéraux constituants de la Serpentine et que sa présence ici est due à la circulation d'eau minéralisée dans ces fissures.

Schiste argilo calcaire rouge intercalé dans le calcaire dolomitique précédent : couleur lie de vin due à l'*hématite*, quelques grains anguleux de *quartz*.

β) Gypse.

Le *gypse* est bien développé en plusieurs points, par exemple de chaque côté de la *route de Frutigen*, en aval du torrent de Sackgraben. Sa couleur blanche ou légèrement rosée attire de suite les regards, il donne par désagrégation une fine poudre cristalline. Au sud de Marchgraben, au

point de la jonction des deux torrents, on peut constater la présence de quelques blocs de gypse pris dans la moraine, il doit être ici en partie remanié.

Un peu en aval du *Pont-Couvert de l'Armenspital*, des sources très abondantes qui se répandent sur la pente donnent naissance à des dépôts gypseux blancs. Ceci nous indique la présence du gypse en profondeur, continuation évidente du Trias du Lochbach et du Marchgraben.

Ces dépôts de gypse sont aussi abondants au-dessous de Bütschegg, puis au sud de Blatti, en relation avec le Trias de la base du Niesen. Cette zone de gypse doit se retrouver au-dessus d'Adelboden, car des eaux sulfureuses sortent au fond de la vallée vers le point 1207, près de Margelibrücke.

TERRAINS JURASSIQUES

Les terrains jurassiques jouent un rôle très important dans la vallée de l'Engstligen, comme dans la zone des cols en général. Je distinguerai plusieurs niveaux qui n'ont malheureusement pas toujours une base paléontologique, mais dont la position stratigraphique semble cependant bien évidente.

Lias.

Le Lias paraît exister dans notre région, comme cela était plus ou moins à prévoir, car nous sommes ici dans le prolongement de la zone du Höchst. J'ai distingué trois niveaux dans lesquels je n'ai trouvé aucun fossile, à l'exception d'une *Gryphaea obliqua*, mais l'analogie et souvent l'identité presque absolue de leur faciès avec ceux des terrains liasiques de la région Lenk-Adelboden est frappante ; en outre leur interposition entre le Trias et le Dogger paraît évidente. Il est vrai qu'ailleurs des contacts mécaniques nous font passer directement du Lias moyen au complexe callovien-oxfordien, mais il ne saurait être question ici que d'un laminage du niveau intermédiaire absent, en relation avec le laminage général des couches dans la région.

1. Rhétien.

Si du Pont couvert de l'Armenspital on s'élève dans le ravin qui monte vers Losegg, on commence par traverser des dépôts gypseux déjà signalés à propos du Trias, puis bientôt, au-dessus de la vieille route, on atteint une paroi de *calcaire noir très bien lité*. La roche a une cassure franche un peu

esquilleuse et micacée légèrement. J'avais d'abord pris ce calcaire pour du Dogger, mais vu les différences considérables qu'il présente avec le Jurassique moyen de la Cholerenschlucht, du Regenbolshorn, du Pommerngrat et aussi vu sa position entre le complexe à Gryphæa et le Trias, il me paraît évident qu'il ne peut représenter qu'un niveau inférieur du Lias. Ce qui donne du poids à cette détermination, c'est sa ressemblance avec les calcaires noirs de Geilsberg, eux aussi en contact avec le Trias. Aucun fossile macroscopique n'y a été trouvé, mais en coupe mince la roche présente un type bien particulier.

COUPE MINCE. — Dans une pâte constituée par de la *calcite extra-fine* sont englobés de nombreux *spicules de spongiaires*

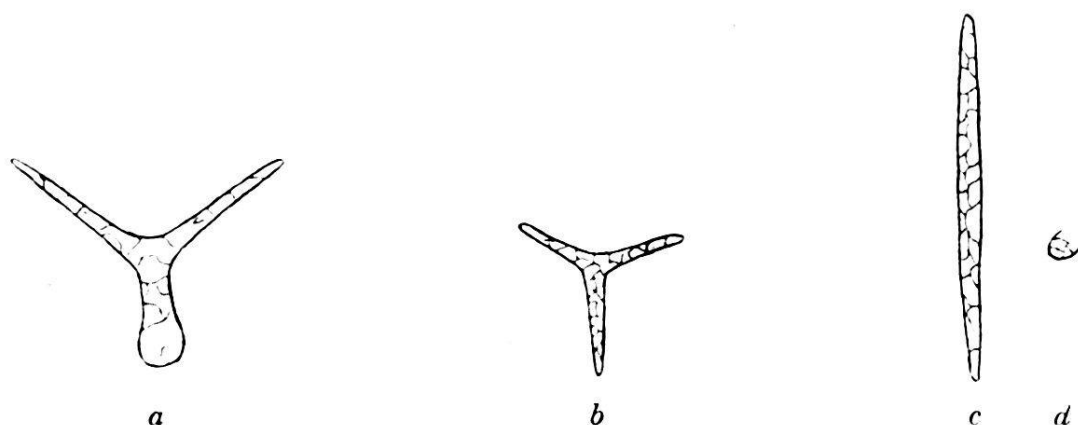


FIG. 4. — Calcaire rhétien du ravin de Losegg.

a, b = Spicules de Spongiaires à 4 axes. *c* = Spicule à 1 axe.
d = Section transversale d'un spicule.

dont les uns sont à un axe (fig. 4, *c*), les autres à quatre axes (*a, b*).

Ces spicules sont presque *tous calcifiés* et chez plusieurs on peut encore constater le canal axial finissant en pointe. Des sections circulaires ou elliptiques représentent des coupes plus ou moins obliques au spicule (*d*).

2. Hettangien. Sinémurien. Liasien.

Ce complexe est, comme dans la région au SW d'Adelboden, essentiellement *détritique*, souvent même très grossièrement. La dureté de certaines de ses parties peut être cause de la formation de parois comme celle qui domine le lac de Seewlisweidi. Les affleurements se trouvent au sud et à

l'ouest de Seewlisweidi, puis sur le flanc NE du Bonderthal. Ils comprennent d'abord des *grès généralement assez fins*, mais d'un grain variable, montrant une couleur foncée qui par décomposition devient grisâtre, richement micacés. Le *quartz* y est abondant et les inclusions qu'il y forme peuvent atteindre la grosseur d'un pois.

Au S de *Seewlisweidi* on voit au-dessus d'une paroi la naissance d'une arête qui se dirige au NW, dominant ainsi le ravin de Losegg au NE. Cette paroi se trouve en haut d'un talus d'éboulis recouvert de végétation. Elle est constituée par des alternances de grès durs faisant saillie en dehors et de grès schisteux plus délitables. Du sommet de cette paroi on peut descendre l'arête qui se continue au NW., la roche est en réalité rarement visible; pourtant quelques petits bancs de grès font saillie dans des ressauts de terrains. Mais ce qui est plus important, c'est la présence en deux points d'abord d'un calcaire échinodermique spathique de couleur claire qui rappelle les *couches à raricostatus de Metsch*¹ (Lenkthal), ensuite d'un banc lumachellique, dans lequel j'ai trouvé un jeune Ostracé qui paraît être *Gryphaea obliqua*.

Je rapporte encore au *Lias moyen* un grès grossier quartzeux rempli de petits fragments dolomitiques décomposés que j'ai récolté au voisinage du Trias dans le *Lochbach*; et enfin, avec doute, les bancs disloqués de grès en partie décomposés du Pont couvert de l'Armenspital.

Il m'a été impossible d'établir une coupe nette et détaillée de cette série infra et médio liasique, car une végétation trop luxuriante couvre toute la partie au SW de Seewlisweidi. Quoi qu'il en soit, le complexe gréseux, échinodermique, lumachellique dont je viens de donner les principaux types, me semble ne pouvoir être rapporté qu'au *Lias moyen*. J'ai signalé plus haut les raisons qui militent en faveur de cette manière de voir.

COUPE MINCE. — Grès à grain fin couleur foncée, très micacé, compact. Entre les nicols on reconnaît du *quartz* en grains anguleux, un ciment composé de *calcite cristallisée*, du *feldspath* rare et du *mica*. Le *feldspath* devait être primitivement plus abondant; sa substitution par de la calcite est souvent très avancée.

¹ Voir 24, p. 60.

3. *Toarcien.*

Le Toarcien est représenté par des *schistes noirs micacés* avec intercalations de bancs gréseux ; je n'y ai trouvé aucun fossile, mais ces schistes sont identiques à ceux du Pommerngrat et de Ludnung¹ et aux schistes mordorés de MM. RÆSSINGER et LUGEON. Je considère comme appartenant au Lias supérieur les schistes noirs micacés qui se trouvent en aval de la Choleren-Schlucht à l'endroit nommé Sägge, directement au-dessous du Dogger gréseux, puis les schistes noirs micacés du Lochbach, qui sont associés dans une zone de dislocation intense au Trias et au Lias moyen.

Dogger. Calcaires gréseux à Zoophicos.

Le Dogger sous forme de *faciès à Zoophicos* ne se trouve qu'à la Choleren-Schlucht, entre les écaïlles de Malm où il est plus ou moins broyé avec les schistes argileux supérieurs appartenant au Callovien-Oxfordien. Il vient aussi directement sur les schistes mordorés et sous le Jurassique supérieur de la base du Niesen. Ce sont des calcaires gréseux, plus ou moins schisteux, presque toujours micacés, gris blanchâtres sur la cassure fraîche, contenant du *quartz* en quantité variable, en général bien lités et se désagrégeant en délités plaquetés ou irrégulièrement esquilleux.

Entre ce calcaire gréseux et le Malm, nous trouvons partout un complexe souvent très puissant et dont la position stratigraphique est dûment établie par une série de fossiles. Nous voulons parler du :

Callovien-Oxfordien.

Ce niveau, de faciès très variable, couvre une étendue considérable de notre champ d'étude. Il sert généralement de sous-bassement au calcaire supra-jurassique, mais sur l'arête d'El-sigen il paraît pincé dans le Wildflysch sous forme de deux petites écaïlles. Il comprend soit des calcaires marneux grisâtres, soit des marnes schisteuses et gréseuses, soit des schistes noirs qui paraissent alterner stratigraphiquement. Vu l'état de dislocation des divers affleurements il ne m'a pas été possible d'établir un profil détaillé et je décrirai séparément les trois principaux faciès.

¹ Voir 24, p. 64.

a. *Les calcaires marneux* sont en général nettement stratifiés, les bancs pouvant être séparés ou non par des lits schisteux ; ainsi ceux-ci manquent dans le ravin du Metschbach où apparaît une petite paroi, tandis qu'ils sont au contraire bien développés sur l'arête au N du Metschorn.

L'aspect de ces couches marno-calcaires peut du reste être notablement modifié par le laminage. Ainsi dans la *Choleren-Schlucht*, près du pont qui la traverse, on peut voir des bancs calcaires morcelés en lentilles laminées et moulées par des schistes gréseux abondants. Une autre forme de métamorphisme s'observe dans le *ravin de Gleti*, sur la Bonderalp ; ici des paquets irréguliers de calcaire resté normal sont comme empâtés dans des couches beaucoup plus feuilletées, intensément plissotées, et en examinant les choses de près il est facile de se convaincre qu'il s'agit ici d'une seule et même formation essentiellement calcaire, dont la plus grande partie a été métamorphosée et dont certains fragments sont restés intacts. Il est à remarquer que le *Callovien-Oxfordien* ainsi modifié peut prendre l'aspect du *Crétacique supérieur*, comme c'est le cas ici et de l'autre côté du Bonderthal au-dessus de Wenig ; mais il s'en distingue toujours par l'absence de ces petites taches noires sur fond clair qui caractérisent les calcaires sub-lithographiques.

Vus sous le microscope en *coupe mince*, les calcaires marneux de l'Oxfordien se révèlent comme des vases à éléments très fins, pauvres en grains siliceux et ne montrant pas d'organismes. L'échantillon qui sert de base à cette caractéristique a été pris dans une lentille calcaire englobée dans les schistes gréseux de la Choleren-Schlucht.

β. *Schistes marno-calcaires. Schistes rouille.* — Les schistes calcaréo-marneux et les schistes gréseux représentent les deux types extrêmes de ce complexe ; les premiers ne sont que des calcaires marneux ayant acquis, par compression, une structure schisteuse ; les surfaces de glissement se recouvrent parfois de dépôts blancs talqueux. Les schistes gréseux, de cassure sombre, sont très irrégulièrement schisteux, ils sont très friables et prennent, par oxydation du fer, une teinte variant du jaune au rouge brique, qui me les a fait désigner sous le nom de schistes rouille ; les strates, sur la tranche, sont presque toujours de cette teinte.

Des miches gréseuses, de grandeur variable, jusqu'à un diamètre maximum de 2 à 3 dm., ont une couleur noire ou ocreuse, et se trouvent intercalées dans les schistes gréseux.

J'ai constaté la présence de schistes gréseux jaunes sur l'arête de Wenig au-dessous et au-dessus du Malm, au NE de Seewlisweidi et au Pont de Steg; les schistes rouille avec miches gréseuses affleurent principalement sur le Bondergrat et la Bonderalp.

Je dois signaler ici l'analogie qui existe entre les *schistes gréseux* de couleur foncée jaune, *oxfordiens*, avec les *schistes à Globigérines de Leimern*. Pour les affleurements de quelque importance, la diagnose peut se baser sur la schistosité bien plus nette, plus régulière des schistes de Leimern, donnant naissance à ces aiguilles, déjà signalées à propos du Tertiaire, dont les deux surfaces sont rigoureusement parallèles; mais ces schistes deviennent, par oxydation, jaunes ocreux, les surfaces de schistosité disparaissent en partie, et le critère tombe dans ce cas.

γ . *Les schistes noirs* sont de consistance extrêmement friable, et ils donnent naissance à de petits débris caractéristiques que l'on rencontre souvent dans les ravins et sur les pentes. Ils renferment des nodules gréseux noirs dont la grosseur ne dépasse pas quelques centimètres et dont la forme est celle d'une massue cassée à la naissance du manche. La surface de ces schistes est souvent recouverte d'amas de substances bitumineuses qui représentent des plans de glissement évident, et il est à peu près certain que nous avons affaire ici à des schistes rouille dynamométamorphisés par laminage et écrasement. Les schistes noirs se trouvent bien développés au-dessus du Malm du Bondergrat, sur la partie sud et nord du Metschorn, sur l'arête d'Elsigen et à d'autres endroits. Ils ressemblent aux *schistes mordorés*, mais ne sont généralement pas micacés et ne contiennent pas, comme le Toarcien, des bancs gréseux compacts, riches en limonite; de plus, la présence, au milieu d'eux, de débris de *Rhacophyllites* ou de *Perisphinctes*, presque toujours assez abondants, ne laissent aucun doute sur leur attribution.

Les fossiles trouvés dans les faciès $\alpha \beta \gamma$ sont indiqués dans le tableau suivant :

	Bondergrat sous le Malm.	Bondergrat sur le Malm.	Bonderalp.	Près Losegg.	Près Seewlisweidi.	Ravin de Zelghi.	Est du sommet du Metschhorn.	Sommet herbeux et arête au Nord du Metschhorn.	Arête d'Elsigen.	Sous Eggen.	Route, aval du pont de Steg.	Amont du pont de Steg.
Facies.	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β
Rhacophyllites tortisulcatus .	*						*					
Rh. tortisulcatus ?											x	x
Rh. Kobyi			x									
Rh. sp. ?	x										x	
Oppelia trimarginata. . . .							x					
» Richei	x	x										
Perisphinctes Bernensis. . .	x						x				x	x
» Tiziani	x											
» Tiziani ?					x							
» sp. ?	x				x		x	x	x			
Belemnites hastatus				x			x	x		x		
» Fleuriaus								x				
» sp. ?	x					x						

× Très fréquent. X Plus rare.

Malm.

Le Malm prend le faciès du *Hochgebirgskalk*, formant de hautes parois qui se voient de loin, souvent couronnées par une bordure de sapins. Il est toujours très disloqué, ce qui provient de la nature même de la roche. En effet, constitué par un calcaire compact, dur, il n'a pu se prêter docilement ni aux flexions, ni aux étirements déterminés par les efforts orogéniques, il s'est brisé en blocs et masses énormes qui jalonnent, sans lien visible, notre champ d'étude. C'est ainsi que, au pied de la chaîne du Niesen, une haute paroi de Malm de 50 m. de hauteur, surgit tout à coup, se prolonge quelques cents mètres, puis

disparaît subitement, de telle façon que pas même un ressaut de terrain ne vient trahir sa présence sur la pente ; plus loin elle reparaît aussi puissante qu'auparavant. La paroi d'Adelboden et celle du Butschegg sont des exemples frappants de ce phénomène, qui doit s'expliquer sans doute par des laminages, et à propos duquel on ne saurait faire intervenir ni l'érosion, ni les moraines glaciaires. Pour plus de détails voir la description des profils I à IV.

Je distinguerai trois faciès dont il m'a encore ici été impossible de constater la succession, car ils ne sont que rarement représentés ensemble au même affleurement.

a. Des calcaires compactes assez bien lités dont la couleur est généralement claire. De gros silex à cassure noire donnent, sur les surfaces corrodées, des figures tourmentées, anguleuses, faisant très fortement saillie au dehors.

β. Des calcaires siliceux noirs très bien lités : les bancs ont une stratification très régulière et leur épaisseur ne dépasse pas quelques décimètres. Ils forment une petite paroi dans le torrent au N de Zelghi et dans la paroi inférieure du Metschorn. Dans ce premier affleurement j'ai trouvé un débris d'ammonite indéterminable.

Une *coupe mince* faite dans un échantillon provenant du second affleurement ne montre qu'une pâte cristalline à grain extrêmement fin, à peine discernable.

γ. Des calcaires en gros bancs dont la stratification n'est pas visible et dont la couleur est plus ou moins foncée. C'est le faciès le plus généralement répandu, celui qui forme les hautes parois signalées plus haut. Le Malm de Brandegg qui appartient à ce type m'a fourni un *Aptychus* (*A. punctatus*).

Dans ces trois faciès, la *pyrite* et la *marcassite* se rencontrent par places en plus ou moins grande quantité. Par laminage, les *matières bitumineuses* contenues dans ces divers calcaires suprajurassiques peuvent être accumulées sur les plans de glissement. La roche peut, d'autre part, passer à des *brèches de dislocation* (Butschegg), dans lesquelles des fragments généralement clairs sont ressoudés par de la calcite secondaire ; tantôt les éléments de ces brèches restent gros et la masse calcitique est alors moins abondante, tantôt la roche est comme pulvérisée en fragments très petits et la masse calcitique prédomine plus ou moins fortement.

Le Malm sur la rive droite de l'Engstligen, dans toute la région de Dürrenboden, Zwischenbach, Marchgraben,

Höchst ne forme même plus de parois plus ou moins discontinues, il se trouve à l'état de blocs isolés les uns des autres, mais formant souvent des amas chaotiques considérables, comme c'est le cas dans la région de Marchgraben. Or, si le plus souvent il est impossible de voir sur quoi reposent ces blocs, on peut s'assurer en plusieurs endroits qu'ils sont toujours enfoncés dans les schistes oxfordiens sous-jacents et qu'ils doivent être considérés comme les derniers témoins d'une *vaste nappe égrenée de Malm* avec pendage général au NW.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR.

Je n'ai trouvé le Crétacique supérieur que sous forme de deux petits amas sur l'arête d'Elsigen, en contact avec les schistes et calcaires oxfordiens. C'est un calcaire sublithographique, marneux, plus ou moins bien lité, couleur vert-bleuâtre, se cassant facilement sous le marteau. La roche elle-même, compacte, est fissurée avec accumulations de substances bitumineuses sur les surfaces. Sur le fond gris clair se détachent toujours de petits points noirs qui constituent pour ces calcaires un caractère distinctif très net relativement aux calcaires oxfordiens.

Coupe mince d'un échantillon de calcaire sublithographique du Haanenmoos¹. Ce calcaire se présente sous forme de *calcite*, en grains très fins, dont la couleur légèrement noirâtre est due à des substances bitumineuses. Des fissures innombrables parcourent la roche et ont été postérieurement remplies de *calcite secondaire largement cristallisée*. Les foraminifères, abondants dans ce dépôt, correspondent absolument à ceux que M. GERBER (22) décrit du Seewerkalk du Kienthal. Leurs coquilles sont remplies par des cristaux de calcite.

Les Globigérines sont en grand nombre, on observe aussi des sections, circulaires ou ovales semblables à celles qu'on attribue généralement à *Pithonella ovalis*, mais qui pourraient fort bien être au moins en partie des sections à travers une loge de Globigérine, de Textilaire ou d'un autre genre à cellules sphériques. Du reste, on trouve des coupes indubitables de *Textilaria* (fig. 5, *c*, *d*) et des échantillons fragmentaires de *Pulvinula tricarinata* (Querceau) (*a*, *b*).

¹ Col situé entre Adelboden et la Lenk.

C. Zone du Niesen.

Je n'ai étudié la zone du Niesen que dans la partie SE qui se superpose aux affleurements de Trias de l'Engstligenthal. En s'élevant depuis le Trias on constate les deux complexes suivants :

a. *Des alternances de grès quartzeux micacés bien lités avec des schistes argileux noirs.* Les schistes sont très argileux, satinés, gras sur la surface, membraneux, contenant souvent des *Chondrites* (Fucoides). Les grès polygéniques

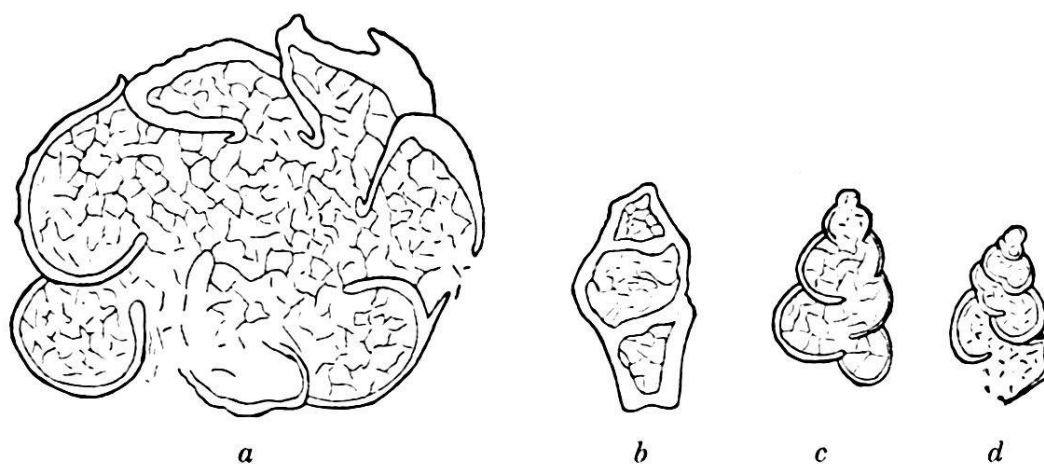


FIG. 5. — Crétacique supérieur du Hahnenmoos.

a, b = *Pulvinula tricarinata*. Quer. c, d = *Textilaria* sp.

sont généralement très quartzeux, ils montrent un grain variable, plutôt fin et forment des bancs quelquefois assez épais ou bien passent à des schistes gréseux. Dans ce complexe sont intercalées des lentilles de brèches formées par du quartz, un minéral cristallin vert, des calcaires gris, des fragments dolomitiques ocreux sur les surfaces de décomposition. Sur l'arête de Huckli les grès ont donné naissance par décomposition à de gros amas de quartz laiteux. Les parties moyennes de l'Otternbach et du Tschentenbach sont creusées dans ces bancs gréseux, dont la succession régulière et le plongement isoclinal parfaitement constant au NW offre un contraste frappant avec les affleurements de la zone interne des cols dans l'Engstligenthal.

β. Dans la partie supérieure de l'Otternbach, au point de convergence des différents ravins tributaires, on atteint une zone d'ardoises jadis exploitée, très régulièrement feuilletée

et formant un complexe épais. Cette zone, située ici à l'altitude de 1500 mètres, doit se continuer en s'abaissant vers le NE ; en effet, au-dessus de Lischen et au Gantenbach près de Frutigen et un peu au-dessus de la route, des ardoises toutes semblables sont aujourd'hui activement exploitées.

COUPE MINCE. Brèche intercalée dans le complexe gréseux du Tschentenbach. Sous le microscope la roche se révèle comme un grès bréchoïde, dont les éléments assez gros sont constitués par du *quartz* à extinctions roulantes, du *calcaire*, de la *dolomie*, de l'*orthose* en grande partie *séricitisée* et du *plagioclase*. Ces feldspaths forment souvent de grandes plages remarquablement fraîches. Parmi les cailloux calcaires et dolomitiques on peut distinguer un type à grain ultra-fin analogue à un calcaire bitumineux, puis un second type à grain plus gros et mieux cristallisé. A signaler encore quelques minéraux plus rares qui sont : de la *chlorite*, de la *pyrite en rognons*, du *mica noir* et de la *séricite*.

Grès à grain fin bien lités du Tschentenbach. Coupe perpendiculaire à la schistosité. Sous le microscope on reconnaît un schiste argilo-calcaire micacé avec très peu de quartz. La structure schisteuse est nettement due à un dynamométamorphisme intense qui a réduit la roche en feuillets calcaires très minces, séparés par des lits noirs sous le microscope et constitués par du mica blanc associé à de l'argile extrêmement ténue. Aucun organisme.

Grès provenant du pont supérieur de l'Otternbach. Les éléments de petite grandeur comprenant du *quartz* et du *feldspath* beaucoup plus rare, sont noyés dans un ciment calcaire. On peut encore signaler, mais en très faible quantité, de la *muscovite*, de la *biotite*, de la *pyrite cubique* et en rognons. Aucun organisme.

Dans les ardoises, comme dans la série gréso-schisteuse, je n'ai trouvé, malgré de longues recherches, aucun fossile, abstraction faite des *Fucoides* des schistes argileux inférieurs. Je ne puis donc avoir sur l'âge de ces couches aucune opinion absolue.

Sur sa carte au $\frac{1}{100\,000}$, ISCHER a classé uniformément toute la succession précitée dans le *Flysch* ; il est vrai que dans son premier article il avait émis des doutes sur cette attribution générale, mais plus tard son opinion devint plus positive. Ayant constaté au N du Tauben (entre la Lenk et Laenen), au-dessus de couches fossilifères triasiques et oxfordiennes, un complexe de grès et de schistes gréseux à *Fucoi-*

des semblable à celui qui existe dans notre région, il n'hésita pas alors à classer ce dernier dans le Flysch.

En 1904, M. ROESSINGER (20) conserve avec certaines réserves la notion de l'âge tertiaire des schistes, grès et brèches qui forment la bordure méridionale de la zone du Niesen, en signalant d'une part des *Helminthopsis* dans des bancs calcaires de cette série, d'autre part quelques *Bélemnites* renfermées dans une brèche du même complexe et considérées par lui comme probablement en gisement secondaire.

En 1905 M. RENEVIER, se basant sur les relations existant entre les grès et brèches des Ormonts et le Lias de la même région, a émis l'opinion qu'une grande partie des formations qui constituent la zone du Niesen *doit être d'âge jurassique* et M. SARASIN¹ en 1906 est arrivé à une conclusion analogue pour la région Lenk-Adelboden en constatant la ressemblance presque absolue des grès polygéniques du Niesen avec des grès indubitablement du Lias moyen de la zone des cols².

De ce qui précède il résulte que la question de la stratigraphie de la zone du Niesen est loin d'être résolue et je ne puis malheureusement y apporter aucun argument définitif.

La distinction entre le Lias moyen et le Wildflysch de la série haut alpine est facile à faire en coupe mince grâce à la présence dans le second de rares *Nummulites*, de débris d'*Orthophragmina*, de *Globigérines* ou de réticules de *Lithothamnies*. Mais ces caractères faunistiques semblent ne plus se retrouver dans les formations tertiaires des Préalpes et le seul critère invoqué en faveur d'un âge tertiaire, la présence de *Fucoides*, n'a qu'une signification très relative. D'autre part la composition minéralogique paraît presque exactement la même dans les complexes gréseux d'âge différent.

Je reviens maintenant à l'*Engstligenthal* où nous allons suivre le contact du Flysch et du Jurassique. Il semble, d'après les levés d'ISCHER au 1/100 000, que dans le Tschentenbach le Malm soit séparé du Flysch par une zone des schistes jurassiques (J. L. S.) qui s'élèvent assez haut dans le ravin. Mais il y a évidemment ici une erreur topographique, car sur le Malm viennent directement d'abord le Trias, visible seule-

¹ Dans une publication récente (28) MM. Sarasin et Collet admettent l'âge tertiaire pour une grande partie du Flysch du Niesen avec cependant la présence d'écaillés oxfordiennes. (Voir (28) p. 588, fig. 1.)

² Voir également JACCARD, *Belemnite du Flysch du Niesen*, *Arch. Sc. Ph. et Nat.*, t. XXII, n° 12, 1906.

ment par places, puis des grès, brèches et schistes à *Fucoides* qu'Ischer considère lui-même ailleurs comme Flysch. La limite du Jurassique est aussi beaucoup trop élevée dans l'Otternbach, car le complexe grés-schisteux commence un peu au-dessous du pont de Fuchsweidli et le Malm ne se trouve pas au-dessus du Trias, mais bien au-dessous. Il est vrai que des éboulements considérables ainsi que des moraines abondantes rendent l'observation particulièrement difficile dans cette zone de contact. Quoi qu'il en soit, je serais plutôt en faveur d'un âge tertiaire à attribuer aux grès au-dessus du Trias de la base du Niesen, mais il est bien évident que je fais les plus grandes réserves sur cette opinion. Je me base en particulier sur la présence de *Chondrites* que je n'ai jamais trouvés dans les terrains jurassiques de la zone interne, sur la ressemblance avec le Wildflysch du massif de l'Elsighorn, sur l'absence absolue d'intercalations lumachelliques ou échinodermiques dans ce complexe très épais.

Quant aux *schistes ardoisiers* qui les recouvrent, je n'ai là aucun point de repère ; des ardoises sont totalement absentes dans la région que j'ai étudiée. M. SARASIN me signale dans la *région de la Lenk*, dans le bas du ravin de Waldbach, des ardoises semblables à celles de l'Otternbach dans lesquelles il a trouvé un *Peltoceras* ; ceci pourrait faire croire à un âge oxfordien pour les ardoises de notre région ; par contre le passage des ardoises aux schistes sous-jacents dans l'Otternbach qui paraît graduel indiquerait plutôt que nous avons ici un complexe stratigraphique entièrement tertiaire.

PLESTOCÈNE.

1. *Glaciaire.*

Les moraines recouvrent jusqu'à une hauteur de 1500 m. la plus grande partie de l'Engstligenthal et donnent naissance sur les deux flancs de la vallée à des *terrasses qui se correspondent de part et d'autre*. Il est intéressant de constater ici l'influence de ces dépôts sur l'emplacement des villages et le parcours des anciennes voies de communication. *Adelboden* est situé à l'altitude d'environ 1350 mètres sur un plateau morainique que suit le chemin de Butschegg au NE ; mais les dépôts glaciaires se retrouvent au-dessus de ce niveau et à la sortie du village, dans le ravin de la Schachtfluh, je les ai

constatés jusqu'à 1400 mètres. Plus bas, au-dessous du niveau de la terrasse, on voit nettement dans le ravin que suit le chemin de piétons d'Adelboden à la Margelibrücke des masses argileuses avec intercalations de lentilles caillouteuses et sableuses.

Au sud d'Adelboden la région de *Schützenmatt* est constituée uniquement par des moraines découpées en petites collines allongées parallèlement à la vallée qui forment l'éperon séparant l'Allenbach de l'Engstligenbach et ferment au nord le bassin de Boden.

En aval de Margelibrücke et dans la direction de *Lischen* (flanc droit de la vallée), la surface du sol couverte de moraines est également modelée en des formes drumliniques.

Une arête étroite qui s'étend du Butschegg dans la direction du nord jusqu'au confluent du Tschentenbach et de l'Engstligenbach représente une pointe de la terrasse d'Adelboden délimitée par l'érosion des deux cours d'eau qui l'encadrent ; on y voit au milieu d'une masse argileuse des éléments plus ou moins arrondis appartenant exclusivement à des roches de la région (calcaires nummulitiques, grès siliceux grossiers, calcschistes, etc.). Ces dépôts forment tout le fond de la vallée jusqu'à l'Armenspital, qui est construit sur un replat légèrement concave dominant le lit de l'Engstligen d'une quarantaine de mètres. Par contre une grande carrière de graviers ouverte entre l'Armenspital et le Pont couvert sur l'Engstligen met au jour du gravier nettement stratifié en couches obliques dont le pendage se fait au NW et qui représentent évidemment un dépôt de delta effectué par un *cours d'eau latéral*. Ce palier de l'Armenspital se prolonge vers l'amont dans la direction du coude de l'Engstligen vers Neunweg, il se continue d'autre part vers l'aval jusqu'à un petit lac sans nom et correspond ainsi à un ancien fond de vallée presque rectiligne et se poursuivant sur plus d'un kilomètre.

Sur le chemin de Margelibrücke à Lischen, qui traverse l'éperon séparant le Bonderbach et l'Engstligenbach, affleure une boue argileuse noire, englobant des éléments de roches haut-alpines et préalpines, qui paraît être formée, en grande partie, par des produits de la trituration des argiles toarciennes et que je considère comme de la moraine de fond.

Les ruisseaux qui descendent dans l'Engstligen, sur le flanc oriental de la vallée, ont tous creusé leur lit inférieur dans les dépôts morainiques qui, du reste, s'étendent sur tout le *Dürrenboden*. Cette région est couverte de prairies parsemées

de chalets nombreux ; par l'humidité le sol devient spongieux grâce à l'argile imperméable qui lui sert de base ; par les temps secs, au contraire, la sécheresse est générale, d'où le nom de Dürrenboden. *Les torrents de Metsch et d' Eggen* ont profondément entaillé la moraine et sur les berges de leurs ravins, par les temps pluvieux, il se produit des chutes de matières meubles considérables qui ont coupé, en plus d'un point, les chemins qui les traversaient. C'est ainsi que le sentier qui conduit du Höchst à Tannen a été emporté et a dû être reconstruit à un autre endroit. Par les temps secs toute cette argile devient extrêmement dure. Ces placages morainiques qui couvrent toute la région de Tannen, Zelghi, Dürrenboden, Marchgraben s'observent jusqu'à une altitude maximum de 1600 m.

Descendons maintenant la vallée sur la rive droite, dans la direction de Frutigen, nous atteignons bientôt l'*Elsigbach* qui limite, avec l'Engstligen, une région triangulaire ou se reproduit exactement ce que j'ai décrit à propos des « coins » formés par les confluent de l'Allenbach, du Tschentenbach, du Bonderbach avec l'Engstligen. Ici encore une arête étroite, morainique, s'avance en aval, formant un angle aigu avec l'axe de la vallée. Du reste, à partir de l'Elsigbach jusqu'à Frutigen, la vieille route suit constamment une terrasse nettement indiquée jusqu'au Schleifenwald ; au-dessous de cette terrasse l'on ne voit, à la surface, que des terrains morainiques.

Au N de *Unter Achseten* jusqu'au-dessous de *Schützen*, la pente, assez raide, est coupée par de nombreux petits ravins déterminant, entre eux, des arêtes analogues à celles que nous avons décrites, à flancs très rapides, recouvertes par des sapins qui s'alignent sur les crêtes. L'arête d'Ewigkeit est particulièrement bien marquée dans la topographie.

Jetons un coup d'œil sur la carte à l'endroit nommé *Bühl*. Un plateau attire de suite les regards, c'est la *terrasse Holzach-Bühl* située à une altitude de 1200 m., véritable marécage par la pluie, aride par la sécheresse. Il est évidemment formé par des dépôts morainiques argileux que l'on voit abondamment sur le talus occidental. Au-dessus, par contre, s'étend une zone formée en partie d'éboulis, et enfin les couches en place de l'Hauterivien. Au milieu de cette terrasse *un puits* a été creusé et a atteint un niveau aquifère qui est déterminé très probablement par la surface des couches néocomiennes plongeant contre la vallée. Dans sa plus grande largeur, la terrasse atteint 500 m.

Au N du signal de Bühl la terrasse est profondément entamée par plusieurs ravins profonds s'amorçant dans des cirques très larges, parmi lesquels le plus typique est occupé par le Schleifenwald. Puis elle reparaît dans les environs d'*Adelgos*, au niveau de 1000 m., sous la forme d'un palier se terminant au N par un éperon mameloné, et il paraît justifié d'établir un raccord direct entre ce palier morainique et les moraines des environs de Reinisch.

Sur la rive gauche la terrasse d'Adelboden peut également se suivre au N par Blatti à 1330 m., Fuchsweidli à 1300 m., Lister et Gampelen à 1200 m., et enfin Ried à 1000 m. Le plateau entier de *Fuchsweidli* est occupé par de la moraine qui est mise au jour sur de grandes surfaces au-dessous des chalets, vers le wei de Fuchsweidli. Cette suite de replats sur la rive gauche correspond exactement, comme altitude, à ceux que nous avons décrits sur l'autre versant.

Revenons maintenant à Adelboden. Les hautes montagnes du Gsür et de l'Albristhorn dominant la plaine d'alluvions du *Stiegelschwand*, tandis que le *Boden*, couvert de vertes prairies, s'étend au pied du Mittaghorn et du Höchst. Ces deux plaines correspondent, sans aucun doute, à d'anciens lacs déterminés par un barrage, dont la présence est encore nettement indiquée par une ligne de hauteurs reliant Adelboden à la Kehle puis au Wal-lenstuben, mais entamée profondément par l'Allenbach et l'Engstligenbach. Il est extrêmement vraisemblable que la région de Grabenmatt a été occupée par un lac post-glaciaire analogue et contemporain des précédents.

Dans *la région de Laueli*, des dépôts morainiques, profondément entamés par le ruisseau, sont extrêmement abondants à une altitude de 1600 m., et il est probable que la croupe arrondie de Stutz à Brandegg, est en partie recouverte de dépôts analogues.

En résumé, les faits que nous venons d'établir nous conduisent à admettre que la vallée de l'Engstligen était occupée par un glacier dont nous avons suivi les traces jusqu'à Frutigen et qui appartenait, d'après M. BRÜCKNER, au *stade moyen de Gschnitz*. Les deux moraines latérales de ce glacier qui se correspondent de chaque côté de la vallée, forment, aujourd'hui, sur les flancs de celle-ci, des terrasses plus ou moins continues qui sont devenues tout naturellement des zones d'habitation et que suivent également les voies de communication.

La terrasse, *sur la rive droite*, se trouve aux altitudes sui-

vantes : à Hohlieben, 1400 m., de Hirzboden à l'Elsigbach, à environ 1300 m., à Holzach et Bühl, à 1200 m., et dans les environs d'Adelgos et Reinisch, à 1000 m. *Sur la rive gauche*, la terrasse correspondante entre Adalboden et Bütschegg est à 1350 m., dans la région de Blatti, Fuchsweidli, Landholz, Lischen, Linter, elle est à 1300 m., à Gampelen, Zwischenbach, à 1200 m., à Ried, Hochstätt, à 1000 m.

Le glacier qui déposa ces moraines venait de l'Engstligenalp ; depuis la région de Bonder il débordait, à gauche, sur le territoire de Geilsbach vers le confluent de l'Allenbach.

Dans la chaîne du Lohner, le cirque Bonderspitz-Nunihorn était occupé, comme M. BRÜCKNER ¹ l'a indiqué, par un *glacier* dont *les moraines de Laueli* sont un reste, et qui devait s'écouler de là par la large dépression de Grabenmatt jusque vers Bonderlehn.

D'autres petits glaciers devaient descendre du First et du Kirchhorn, mais il ne m'a pas été possible d'établir, dans ces hauts pâturages, ce qui revient aux éboulements ou aux moraines.

On peut donc conclure de ce qui précède, que le grand glacier de l'Engstligen a subi un temps de repos très prolongé, à l'altitude de 1400 m. en amont et 1000 m. en aval, en remarquant que l'abaissement des moraines vers l'aval, faible et constante sur une grande longueur, s'accroît rapidement en approchant de Frutigen. Là s'opérait la jonction des glaciers de l'Engstligen et de la Kander.

Au-dessus de cette terrasse morainique de Gschnitz on trouve, à divers endroits, des dépôts glaciaires qui s'élèvent jusqu'au niveau de 1600 m. et appartiennent évidemment à un stade antérieur ; ces dépôts sont particulièrement développés au Dürrenboden, où ils sont certainement le fait d'un glacier principal et non d'un glacier latéral venant de la Bonderkrinde.

Pendant la période de retrait qui a précédé immédiatement le stade de Daun, un temps d'arrêt prolongé a permis le dépôt des moraines frontales de Boden, dont le barrage a suscité la formation en amont d'une vaste plaine d'alluvions.

Dans le lit du Bonderbach ainsi que dans l'Engstligen sous Hirzboden des blocs énormes, anguleux, formés en majeure partie de grès nummulitiques, sont disséminés d'une façon

¹ PENCK und BRÜCKNER. Alpen im Eiszeitalter, page 631. — Leipzig, 1902-1903.

tout à fait chaotique. Il m'est difficile de dire si ce sont des blocs erratiques ou si ils sont dûs à quelque gigantesque éboulement, quoique la première hypothèse me paraisse la plus plausible.

Mais un fait bien digne d'intérêt est la présence, au N de Eggen, à peu près à mi-chemin entre les chalets et le sommet de la Schnittenfluh, à une altitude de 1800 m., de quelques blocs erratiques (?) épars d'un granit acide rappelant celui de Gasteren. Ceci nous amène à considérer qu'à un stade antérieur à celui de Gschnitz et difficile à préciser, le Kandergletscher devait pousser par dessus l'arête au S du Kirchhorn, à l'altitude de 2000 m., une ramification qui se joignait à l'Engstligengletscher.

Les dépôts quaternaires du Kanderthal ont fait l'objet d'une étude détaillée de la part de MM. BRUCKNER et TURNAU, (26) qui ont établi que les blocs énormes qui se trouvent dans la région de Auf der Höhe et de Bühl et la Tomalandschaft du Kandergrund résultent de la chute sur la moraine d'un gigantesque éboulement provenant des parois abruptes du Fisistock.

2. Eboulements.

Les *glissements de terrain* font presque complètement défaut sur la rive droite de la vallée où les pentes sont relativement très faibles ; sur la rive gauche les pentes sont plus fortes et la Schlachtfluh est une niche d'arrachement dans le flysch qui indique une rupture des couches perpendiculairement à la stratification. Les glissements affectant les masses argileuses des moraines sont au contraire très fréquents sur les deux flancs de l'Engstligen et j'ai déjà signalé plus haut les deux exemples des ravins de Metsch et de Fuchsweidli, ainsi que le cirque du Schleifenwald.

Les *éboulements* sont nombreux au front des Hautes-Alpes. A *Schreckmatten* des blocs énormes chaotiques haut-alpins sont recouverts de végétation et forment une grande partie de l'arête séparant Laueli de Holzberg, ainsi que la pente occidentale recouverte de forêts ; ces blocs peuvent se suivre dans le Bonderbach et, fait curieux, ils se retrouvent encore près de Marchegg dans le torrent de l'Engstligen.

Au N de Schreckmatten la contrée de *Kühlbach* et *Thal* est recouverte en entier par un amas chaotique de blocs haut-alpins qui forment avec plusieurs autres collines les deux môles indiqués sur la carte par les cotes 1801 et 1797. Au-

dessus de cet éboulement des affleurements de Malm alignés depuis le Metschorn jusqu'au Bondergrat représentent une zone de roche en place formant arête ; puis contre celle-ci vient s'adosser un éboulement supérieur dont la surface s'abaisse vers le SE, c'est-à-dire vers la montagne, pour se perdre finalement sous l'éboulis. Cette topographie s'explique facilement par la présence d'une combe oxfordienne entre le Malm préalpin et le Nummulitique des Hautes-Alpes.

Au NE de cette région, entre les sommets du First et de l'Elsighorn, on peut distinguer trois dépressions logées dans autant de synclinaux nummulitiques : l'une à *Elsigen*, la seconde à *Bütschi* et la troisième entre le *Metschhorn* et le *First*. La dépression supérieure est en grande partie comblée par des éboulis descendus des hautes parois du First qui la dominant. Elle se relie vers son extrémité SW à une vallée transversale, qui passe entre le Metschorn et le Hohwang pour aboutir au N de la cuvette de Bütschi, où un torrent marqué sur la carte alimente un petit bassin fermé. A l'E et parallèlement à ce torrent se suit un amas de blocs anguleux qui pourrait être un tronçon de moraine d'un glacier local.

Le lac de Bütschi est complètement entouré par un amas chaotique de blocs qui sont surtout accumulés contre la barre d'Urgonien au N et ferment en partie la communication entre Bütschi et Elsigen ; ces blocs remplissent également la dépression d'Elsigen fermée au N par une nouvelle barre d'Urgonien. Le torrent d'Elsigen jaillit sous l'éboulement et est en relation souterraine avec le lac de Bütschi. On pourrait considérer ces blocs énormes comme le reste de grands éboulements retenus par ces crêtes urgoniennes, qui auraient formé des barrages entamés postérieurement par les eaux ; mais il se peut fort bien qu'ils aient en partie une origine morainique.

Vers l'extrémité septentrionale de la chaîne, le versant occidental de l'Elsighorn est couvert entre le niveau de 1500 mètres à peu près et la terrasse morainique décrite plus haut par des masses considérables d'éboulis qui ont créé une pente régulière fortement inclinée.

II^{me} PARTIE. — TECTONIQUE

Dans cette seconde partie de mon travail, je vais décrire les relations tectoniques des différents terrains qui constituent la zone des cols dans l'Engstligenthal ; je prendrai pour cela une série de profils transversaux à cette vallée en partant d'Adelboden pour me diriger au NE jusqu'au massif du First-Elsighorn. Je ferai mention en plus d'un endroit des profils d'ISCHER (1, 2) concernant cette région et tâcherai de raccorder les directions et zones tectoniques avec celles que MM. SARASIN et COLLET (24) ont établies dans la chaîne du Höchst. Ensuite dans un dernier paragraphe je résumerai les faits qui me paraissent acquis d'une façon certaine et il y aura lieu alors de voir s'ils apportent quelques témoignages en faveur de l'une ou l'autre hypothèse sur la formation des préalpes suisses.

D'une façon générale les terrains préalpins, comme plus au SW simulent une large voûte, due au plongement des couches d'une part sous la zone du Niesen à l'W et de l'autre contre les Hautes-Alpes à l'E, mais cette disposition comporte, comme nous le verrons, de nombreuses complications.

Profil I. Schlachtfluh-Adelboden-Wenig-Mittaghorn.

(Voir la planche en couleur.)

Ce profil a déjà été figuré en 1878 par ISCHER (1) et en 1906 par MM. SARASIN et COLLET (24), mais je le donne ici pour le raccorder avec mes observations au NE. Mon profil est du reste identique aux deux précédents dans ses points fondamentaux.

Directement *au-dessus de la terrasse d'Adelboden* on peut relever de bas en haut la coupe suivante (Fig. 6)¹ :

1. Calcaires gréseux et micacés en bancs assez bien lités et schistes gréseux noirs (Dogger).

2. Calcaires marneux, schistes argileux et schistes gréseux. La couleur des calcaires varie du clair au foncé (Oxfordien).

¹ Les signes explicatifs des terrains sont les mêmes pour tous les profils dans le texte.

3. Une paroi de calcaire compact gris-clair souvent riche en pyrite sur les surfaces de glissement, ainsi que des calcaires noirs bien lités avec accumulations de substances bitumineuses sur les plans de stratification (Calcaire du Malm).

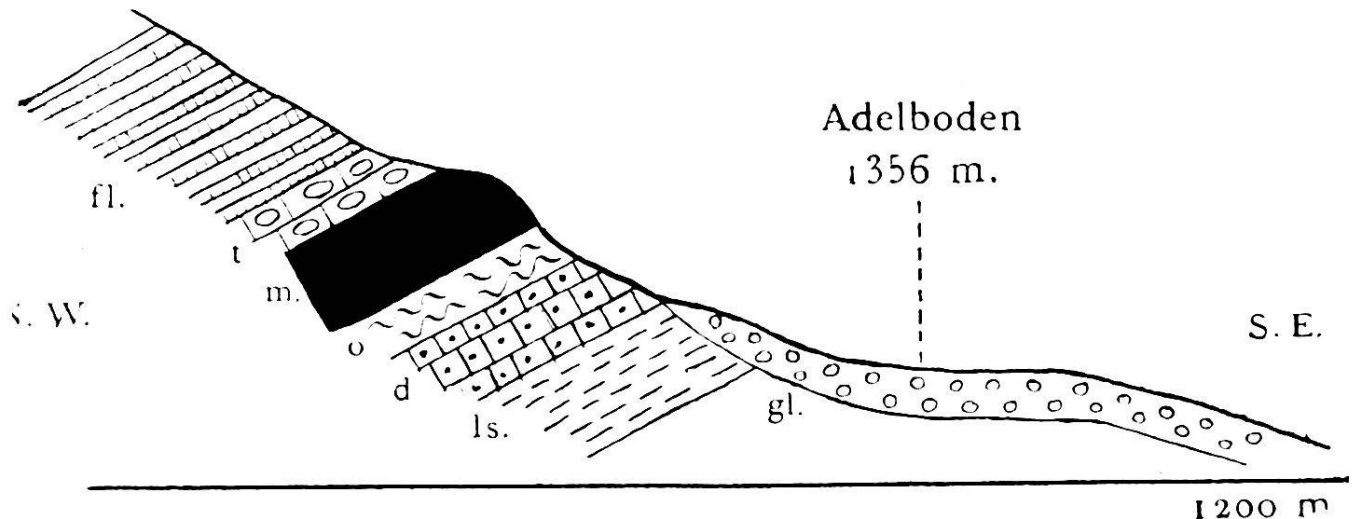


FIG. 6. — La série normale jurassique d'Adelboden est recouverte par le Trias et le Flysch.
Echelle 1 : 10000.

Terrains			
des Hautes-Alpes.		de la zone des Col.	
W. = Wildflysch.		fl. = Flysch du Niesen.	
S. L. = Schistes de Leimern.		c. s. = Crétacique supérieur.	
Nu. = Grès (et Calcaires du Nummulitique inf.		m. c. = Malm compact.	
U. = Urgonien.		m. l. = Malm lité.	
Né. = Néocomien.		o. = Callovien Oxfordien.	
Quaternaire.		d. = Dogger à Zoophycos.	
éb. = Eboulis.		l. s. = Schistes toarciens.	
mgl. = Moraines.		l. m. = Grès du Lias moyen.	
		r. = Calcaire rhétien.	
		t. = Calcaires dolomitiques, Gypse, Schistes r. et v. du Trias.	

4. Des cornieules extrêmement disloquées dans la base du cirque de la Schlachtfluh au-dessus de Vorschwand (Trias).

5. Alternances de schistes satinés talqueux et de bancs gréseux. En outre grès fortement micacés avec quartz laiteux et schistes anguleux à Fucoides (Flysch).

Le Malm est particulièrement bien développé au-dessous de *Senggi*, où il est supporté par le complexe Callovien-Dogger ; les argiles et grès noirs du Lias supérieur affleurent à *Bad*. Vers le nord la belle paroi de *Senggi* se disloque rapidement et bientôt, directement au-dessus d'Adelboden, elle n'est plus qu'à l'état de blocs épars sur les pentes ; à *Ausserschwand* elle disparaît totalement. Ce Jurassique plonge nettement sous la zone du Niesen, il y a lieu cependant de remarquer que dans le premier ravin au S d'Adelboden des plongements secondaires se font contre la vallée, ils sont probablement dus au tassement des roches sous-jacentes. De même des blocs assez gros de Malm se trouvent à diverses altitudes et sont évidemment éboulés.

De même, au-dessus du Jurassique supérieur, la zone des corgneules n'affleure plus, d'une façon continue, à partir de *Schwand*, où l'on ne trouve plus que quelques blocs épars semés vers la lisière supérieure d'un bois, à l'altitude de 1500 m. Plus haut toute la longue croupe du *Schwendfelspitz* et de *Tschentenegg* est constituée par du *Flysch*, au milieu duquel une rupture de couches a creusé le cirque d'arrachement de la *Schlachtfluh*.

Au-dessous de la terrasse d'Adelboden, les matériaux morainiques, extrêmement abondants, masquent partout la roche en place ainsi que sur l'autre versant de la vallée jusqu'à *Wenig*. Au-dessus de ce chalet (fig. 7), le long de l'arête qui se dirige au S jusqu'au point 1865, affleurent des marnes jaunes schisteuses avec des bancs de calcaire gréseux qui représentent le Callovien-Oxfordien et dans lesquelles est creusé tout le profond ravin qui descend vers *Grabenmatt*, ce qui dénote pour elle une épaisseur considérable. Au point 1865 on atteint le bord d'un replat déterminé par une paroi de Malm haute à peine de deux mètres, puis quelques dizaines de mètres sans affleurements, et enfin, sur la pente N de petits ressauts de schistes gréseux jaunes avec des bancs marneux absolument identiques aux schistes qui supportent le Malm et que je rapporte au Callovien-Oxfordien. Plus haut commence la série renversée du Nummulitique.

Revenons au point 1865 et descendons au N la crête de Malm suivant la direction de ses couches qui plongent très fortement au SE. Entre nous et la grande paroi du *Mittaghorn* nous voyons une dépression s'élargir progressivement jusqu'à *Holzberg*. Au NW, nous avons au contraire un véritable précipice creusé dans les schistes calloviens-oxfordiens du cirque de *Grabenmatt*. Mais bientôt la surface de stratifi-

cation du Malm s'incline jusqu'à 45°, et en même temps l'on voit s'appliquer sur elle un épais complexe de schistes noirs gréseux très bien lités en grandes dalles, jaunes extérieurement, qui sont, sans aucun doute, les schistes de Leimern et qui sont surmontés par des alternances de bancs et schistes gréseux. Plus bas, des roches éboulées masquent presque tout, mais en aval de Holzberg un gros rocher formé de calcaire et de grès nummulitique paraît bien être en place.

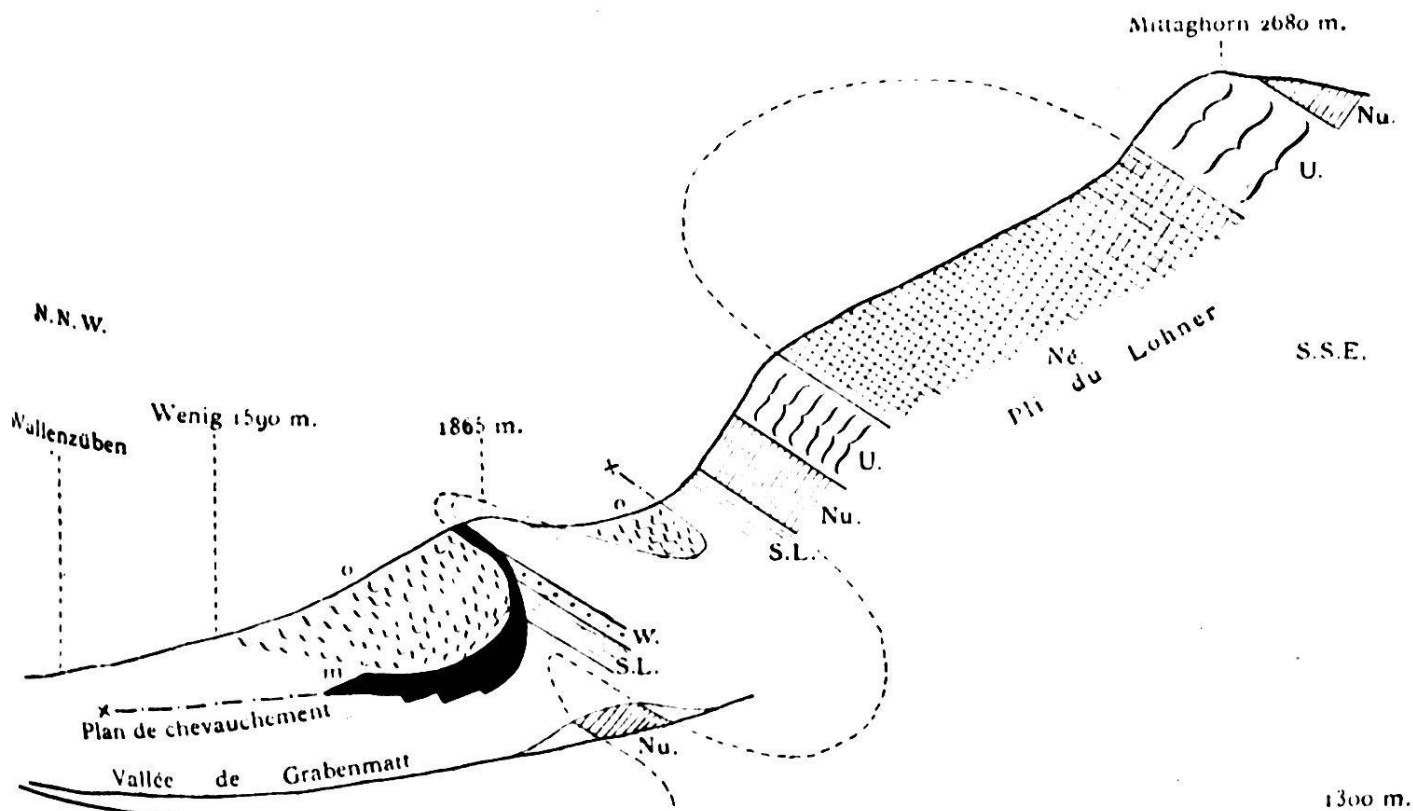


FIG. 7. — Les deux digitations jurassiques préalpines s'enfoncent dans des synclinaux helvétiques du N. au S.

Echelle 1 : 20 000. — Légende p. 249.

Une vue d'ensemble des affleurements que je viens de décrire s'observe des hauteurs de Stutz sur l'autre versant du Bonderthal. Le Malm (Fig. 7) qui pointe au point 1865 s'incline de plus en plus jusqu'à devenir vertical et enveloppe totalement l'Oxfordien du grand cirque de Grabenmatt, il revient même par dessous en une paroi horizontale qui se suit sur une courte distance en diminuant d'épaisseur et se termine bientôt en pointe entièrement laminée.

Nous sommes donc ici en présence d'une charnière de Malm entourant l'Oxfordien, coupée obliquement par le

Bonderthal et s'enfonçant au SE sous les schistes nummulitiques haut-alpins. C'est la barre horizontale de Malm qui délimite vers l'E le cirque de Grabenmatt et le ravin qui draine ce cirque passe à l'endroit même où cette barre est déchirée.

ISCHER a donné un profil de la région de Wenig (1, planche III, profil 3) dans lequel cette charnière de Jurassique supérieur est déjà indiquée, mais le jambage renversé de Malm y est figuré trop épais, et sur le dos du pli le Malm est prolongé d'une façon erronée; de plus, les replis frontaux que dessine ISCHER n'existent pas et l'on voit, au contraire, le Malm fortement réduit en épaisseur avant d'atteindre l'arête de Wenig. La zone d'Oxfordien qui s'intercale sur l'arête entre le Malm et le Nummulitique n'est pas marquée dans le profil d'Ischer, tandis qu'il la figure sur sa carte. Enfin, il est évident que les raccords cherchés par Ischer entre les terrains préalpins et haut-alpins ne se justifient plus de nos jours.

La seule différence entre le profil que MM. SARASIN et COLLET ont publié en 1906 et le mien réside dans le fait que j'ai été amené à attribuer à l'Oxfordien les calcaires marneux intercalés entre le Malm et le Nummulitique alpin que ces auteurs avaient considéré comme supracrétacique; mon attribution est basée essentiellement sur la comparaison de ce profil avec le suivant.

Je puis donc considérer que, en dehors de toute considération théorique, plusieurs faits sont établis. (Profil I de la planche en couleur.) La base du Niesen est formée par une série normale allant du Lias au Malm (Fig. 6), laquelle est surmontée par du Trias supportant les grès et schistes à *Fucoides*.

Sur l'autre versant (Fig. 7), le Jurassique supérieur dessine deux digitations distinctes s'enfonçant au SE, sous la série renversée du Mittaghorn, et séparées par une sorte de faux anticlinal écrasé de Nummulitique. Le principal de ces plis, inférieur, comporte une charnière fermée d'Oxfordien enveloppée par du Malm; le second, supérieur, n'est constitué que par une série isoclinale et laminée de marnes oxfordiennes; il est clair que cet Oxfordien ne peut pas se raccorder avec celui de la charnière sous-jacente par un synclinal fermé au S et que le raccord doit au contraire se faire au NW.

Profil II. Hörnli-Losegg-Bondergrat-Bonderspitz.

(Voir la planche en couleur.)

A propos de ce profil je vais décrire la région comprise dans un rectangle dont les sommets seraient respectivement à Bütschegg, Hückli, Holzberg et Bonderspitz, et pour cela je prendrai une ligne principale de profil passant par Hörnli-Armenspital Losegg, Bonderspitz que je compléterai par quelques lignes partielles, parallèles à celle-ci. Je commencerai sur la rive gauche de l'Engstligenthal par l'éperon qui termine la croupe de Tschentenegg au-dessus du restaurant et point de vue du Bütschegg et de la terrasse d'Adelboden.

1. Hörnli-Bütschegg-Tschentenbach.

Au-dessus du chalet de *Hörnli* une grande paroi de Malm, en partie boisée, domine la terrasse de Bütschegg (fig. 8). Elle surgit subitement au N de Aeusser-Schwand, atteint encore une grande épaisseur sur l'éperon de Hörnli, puis passe subitement, sur le versant N de celui-ci à une brèche de dislocation avant de disparaître tout à fait dans les pentes du Bütschegg.

La croupe de Hörnli, qui est la continuation de celle de Tschentenegg, est constituée, comme elle, par le complexe gréseux, riche en quartz laiteux et schisteux, que je rapporte au Flysch. Le Trias que nous avons constaté dans le profil précédent entre le Malm et le Flysch n'affleure plus au-dessus du Malm de Bütschegg, mais *vers Aebi*, dans les prés et près d'une fontaine, sa présence est indiquée par quelques blocs isolés de corgneule. Du reste, des sources gypsifères sortent au NW de Aebi, près du pont sur le Tschentenbach et des dépôts de gypse se forment aussi plus bas, au-dessous de Bütschegg, à un niveau évidemment bien inférieur à la zone d'affleurement du Trias. Une même zone aquifère avec dépôts blanchâtres gypseux longe à peu près de niveau le chemin qui conduit de Bütschegg à Blatti, démontrant l'intercalation jusque là, du Trias entre le Malm et le Flysch.

Au pont sur le Tschentenbach, vers Aebi, pointe un petit affleurement d'un conglomérat calcaire. Immédiatement au-dessus commence le Flysch plongeant régulièrement d'environ 30° au NW et formé par des alternances indéfiniment répétées de grès quartzeux d'épaisseur variable. Le grain est généralement fin et une coupe mince,

faite dans un de ces échantillons, montre un laminage intense. Des schistes gréseux et argileux luisants séparent régulièrement les couches de grès, tandis que des lentilles de brèches à éléments dolomitiques et calcaires ne présentent, au contraire aucune continuité. (Voir stratigraphie : Flysch.) La richesse en mica est aussi très variable, certains bancs ont leur surface couverte de mouscovite, tandis que chez d'autres il est impossible d'en constater la présence macroscopiquement.

Au-dessus du pont supérieur *sur le Tschentenbach*, dans les parties boisées de la rive droite, le sol devient très argileux et l'on rencontre de petits pointements de schistes gras à empreintes de *Chondrites*; puis, au-dessus de ce niveau, soit les hauteurs de Tschenten, soit les environs de Kühmaten et Laub sont formés par des alternances monotones de ces mêmes schistes à *Fucoides* avec des bancs gréseux.

Revenons maintenant à la *paroi de Malm de Bütschegg*, qui repose sur un horizon peu épais de schistes marneux oxfordiens couvrant eux-mêmes un complexe de calcaire gréseux micacé de couleur foncée du Dogger. Audessous, jusqu'à la terrasse de Bütschegg, des blocs éboulés de Malm, provenant de la paroi supérieure, masquent la roche en place.

Un peu en aval de la bifurcation des chemins qui conduisent d'Adelboden à Bütschegg et au Pochtenkessel, on voit affleurer quelques bancs de calcaire gris-verdâtre finement lités rappelant le Crétacique supérieur ou certains faciès de l'Oxfordien, qui, entourés de toutes parts par la moraine, ne me paraissent pas être en place.

Nous voyons donc qu'au Bütschegg la coupe est absolument identique à celle d'Adelboden. Une série normale plongeant au NW composée de Dogger-Callovien-Oxfordien-Malm supporte une zone de Trias, recouverte elle-même par un complexe extraordinairement puissant et régulier de grès et schistes à *Chondrites*. Passons maintenant au flanc oriental de l'Engstlenthäl.

2. Arête, au N du ravin de Losegg,

suivant une ligne tracée du Pont-Couvert au point 1807 au SW du petit lac de Seewlisweidi (fig. 8).

Le ravin de Losegg est dominé au N par une croupe boisée qui s'élève vers le SE et le sépare des pentes morainiques de Seewlisweidi et de Zelghi. Malgré une végétation

abondante on peut constater, et particulièrement dans les excavations laissées par les arbres déracinés, que la surface de cette croupe est constituée par des gros bancs gréseux et des lits plus schisteux du Lias moyen et que la pente elle-même coïncide avec la surface des couches. A la hauteur de *Losegg*, à peu près, on voit pointer, sur l'arête, des calcaires échinodermiques gris foncé avec bancs lumachelliques à Ostracés (*Ostrea obliqua*?). Ces calcaires doivent s'enfoncer au NW sous les grès et les schistes précités qui plongent visiblement de 45° dans cette direction, au S du lac de Seewlisweidi; on les retrouve, en effet, un peu au N de l'arête, sous les grès.

Aucun affleurement ne permet de fixer, avec certitude, ce qui est intercalé entre ces pointements isolés dans la forêt et les schistes calloviens-oxfordiens qui apparaissent un peu plus haut, à partir du niveau 1800 m.

3. Ravin de Losegg (fig. 8).

Le ruisseau qui descend de Losegg se jette dans l'Engstligenbach, un peu en amont du *Pont-Couvert de l'Armenspital*. Dans cette région, des sources avec dépôts gypseux sont très

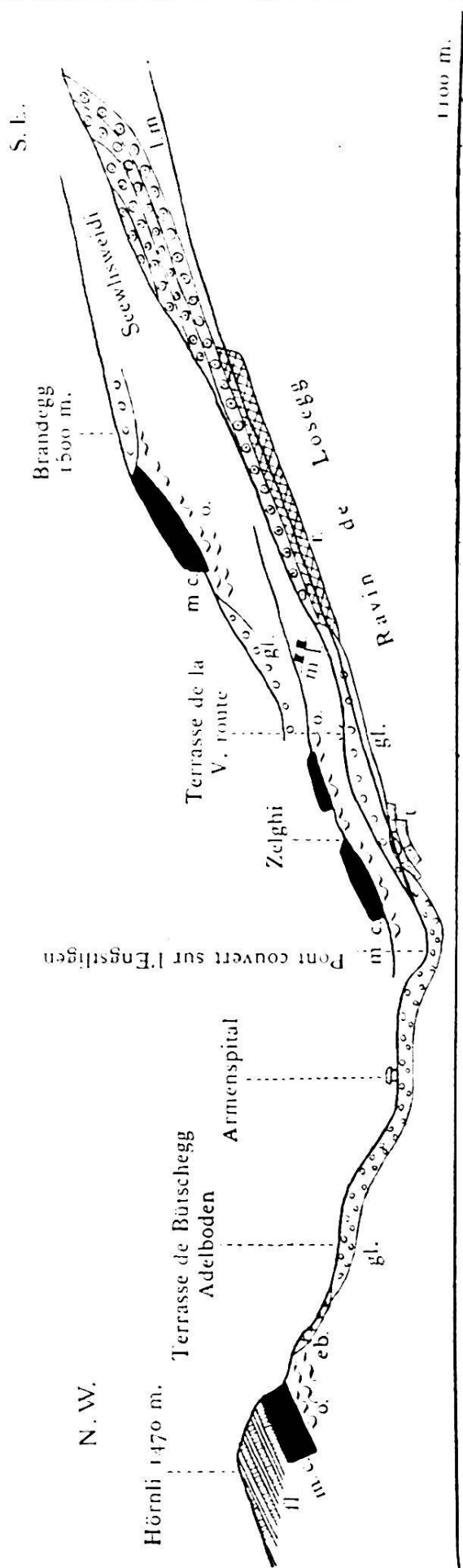


FIG. 8. — Profil transversal à la vallée de l'Engstligen, de Hörnli à Brandegg.

Echelle 1 : 45 000. — Légende p. 249.

abondantes surtout près du fond de la vallée. Remontons maintenant ce torrent vers le SE. Des dépôts morainiques n'affleurent que jusqu'à la Vieille-Route, puis le lit du torrent est subitement coupé par une paroi que le ruisseau doit franchir en cascade et qui comprend des bancs calcaires très bien lités de couleur noire, légèrement micacés, compacts, plongeant avec un angle variable au SW. Tandis que depuis la cascade jusqu'au niveau de 1500 m. le fond du ravin entame ces calcaires, les deux versants sont formés par les mêmes grès et schistes qui existent à Seewlisweidi; puis, vers l'amont, ces derniers se referment par dessus le calcaire et bientôt après les schistes calloviens-oxfordiens apparaissent au bord même du ruisseau depuis le coude accusé que celui-ci dessine vers le SE jusqu'à la source.

4. Ligne de profil Brandegg-Stutz-Ahorni.

Revenons maintenant à notre point de départ dans le bas du ravin de Losegg vers Lischen et remontons de là l'arête qui s'élève vers le plateau de Brandegg. Nous arrivons ainsi bientôt à une grande dalle délimitée au NW par une paroi bien visible et composée d'un calcaire noir compact en gros bancs très disloqué et prenant, par suite, localement, une structure absolument bréchiforme. Cette dalle repose sur des schistes intensément écrasés appartenant au Callovien-Oxfordien. Elle cesse du reste déjà avant Brandegg, aux environs duquel les affleurements manquent complètement. Par contre, la roche en place redevient visible sur les flancs du Bonderthal, au-dessous des localités de Stutz et Brandegg.

Au N de *Ahorni*, une ancienne carrière est ouverte dans des bancs très épais, compacts de grès quartzeux, durs, micacés, qui, par décomposition, prennent une teinte ocreuse et qui plongent faiblement au NW. Ces couches gréseuses se retrouvent plus au NW dans les bois au-dessous de Brandegg et au-dessus d'elles apparaissent quelques bancs désagrégés argileux et gréseux de l'Oxfordien. Sur la rive gauche du torrent de Laeli, au-dessus d'un chalet marqué sur la carte, à l'altitude de 1500 m., affleurent également les mêmes grès compacts micacés en gros bancs surmontés par des schistes plus argileux; plus haut, les grands éboulements de Schreckmatten et les moraines de Laeli masquent tout, sauf cependant un affleurement au fond du Bonderthal, *au N de Holz-*

berg, à plus de 1500 m., où l'on voit, sur les bords d'un profond ravin, des marnes argileuses et gréseuses ainsi que des schistes noirs, probablement calloviens-oxfordiens.

5. Ligne de profil suivant le ravin au N. de Zelghi (fig. 8).

La route d'Adelboden à Frutigen traverse, à 400 m. en aval du pont couvert de l'Armenspital, un ravin qui s'élève rapidement à l'ESE pour traverser, plus haut, les terrains morainiques de la région de Seewlisweidi et s'amorcer dans les pâturages de Kühbach. *En remontant ce ravin*, au-dessus de la nouvelle route, on constate tout près de celle-ci une paroi de Malm assez considérable que le ruisseau contourne au N; un peu plus haut, une seconde paroi traverse le ravin et donne lieu à une cascade; à son pied, dans la cuvette de creusement de la cascade, on voit des marnes oxfordiennes surplombées par le calcaire massif du Jurassique supérieur. Au-dessus, les affleurements disparaissent jusqu'à la vieille route, mais pour reparaitre quelques dizaines de mètres plus haut sous la forme de bancs de calcaires siliceux noirs, très bien lités, souvent avec gros rognons de silex et dans lequel j'ai trouvé une *Ammonite* à grosses côtes régulières indéterminable. A partir de là, la moraine seule est visible, mais un peu au N de cette ligne, près des lettres boden de Dürrenboden, dans une forêt, s'élèvent des masses énormes de Malm, en partie en gros bancs, en partie en blocs disloqués reposant sur le Callovien-Oxfordien écrasé. Un banc de Malm pointant isolément de la prairie s'observe encore à Tannen, puis un amas de blocs se trouve à *Senggi* un peu plus au SE, près du point où le chemin venant de Tannen fait un coude pour se diriger à l'E et s'engager dans le torrent au S de Metsch.

Le Dürrenboden est dominé par un escarpement boisé sur les pentes duquel de petites parois forment des ressauts de terrain en plus d'un point. D'abord, au SW. de Thal au-dessous du point 1797, affleurent des marnes argileuses jaunes se délitant en petits débris irréguliers très répandus sur la pente, qui m'ont fourni *Perisphinctes Tiziani* et une autre ammonite du même genre spécifiquement indéterminable. Ces mêmes schistes se continuent au NE au-dessous du môle coté 1801, et au N de ce point on peut voir encore un banc de Malm.

6. Ligne de profil Bondergrat-Bonderalp (fig. 9).

Dans la description du profil, représenté par la fig. 8, nous nous sommes arrêtés sur la crête qui domine le lac de Seewlisweidi au point où affleure un banc lumachellique de l'Infraalias. C'est à partir de cet endroit et *entre les chalets de Kühbach et Losegg* que se trouvent des affleurements considérables de Callovien-Oxfordien représentés par des marnes, des schistes argileux, des calcaires marneux, des grès à grains fins. Par oxydation, ce complexe peut prendre les teintes les plus variables : jaune, verdâtre, rouge ou couleur rouille. Les fossiles sont ici nombreux, parmi lesquels : *Rhacophyllites tortisulcatus* et *Perisphinctes Bernensis*, particulièrement abondants, caractérisent le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur. Les couches sont pourries, intensément disloquées avec un plongement très variable ; horizontales dans la partie inférieure, elles simulent plus haut une voûte rompue.

Au point 1807 on peut voir un gros bloc de Malm enchassé dans les schistes sousjacents qui représente un lambeau d'une couche primitivement continue enfoncé par son propre poids dans son soubassement peu résistant.

De ce bloc de Malm jusqu'au contact haut-alpin une large croupe peut se suivre d'une façon continue. J'étudierai d'abord la région au sud de cette ligne. Si, partant de *Stutz*, on s'élève à travers les pâturages dans la direction de l'E, on voit la pente devenir plus forte et on atteint bientôt un ressaut de terrain de deux mètres de haut déterminé par une paroi de Malm intensément laminée. Elle surgit des gazons au point 1757 et peut se suivre avec des interruptions, il est vrai, dans la direction du nord, mais elle disparaît cependant bien avant d'avoir atteint l'arête séparant la Bonderalp de Kühbach. Un peu à l'E du point 1757, près d'une fontaine, affleurent des marnes noires, puis, *dans le profond ravin de Gletti* qui s'élève vers l'arête de la Bonderspitz, apparaît un complexe puissant de schistes argileux verts, jaunes et rouille, très plissotés avec des bancs plus gréseux et des paquets laminés de calcaires marneux compacts bien lités, gris et verdâtres se cassant facilement en esquilles conchoïdales. Cette série oxfordienne plonge presque verticalement à l'E et est en contact direct avec les schistes du Nummulitique supérieur surmontés par l'Urgonien.

Revenons maintenant sur le *Bondergrat*, à l'endroit où

nous avons constaté au N la disparition de la bande de Malm. Sur l'arête même l'Oxfordien seul est visible.

Je donne ici une coupe complète du point 1807 à la Bonderspitz.

1. Un complexe très puissant de schistes argileux, de marnes noires avec nodules, de schistes rouille à *Rhacophyllites tortisulcatus*, *Oppelia Richei*, *Perisphinctes Bernensis*, dessine une large voûte surbaissée sur le dos de laquelle sont semés des lambeaux enfoncés de Malm.

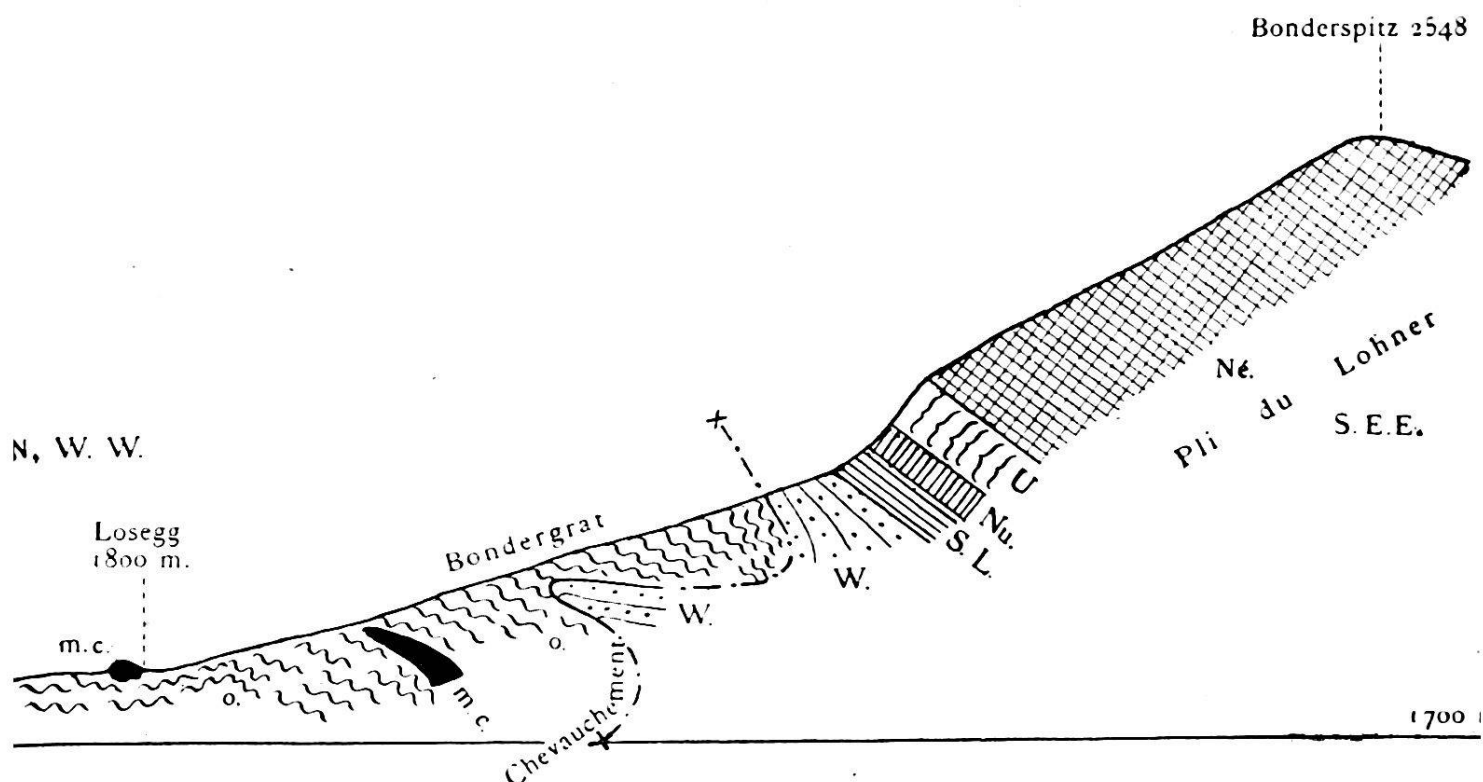


FIG. 9. — Contact mécanique entre l'Oxfordien préalpin et le Wildflysch de la série du Lohner.

Echelle 1 : 15000. — Légende p. 249.

2. La paroi de Malm précitée n'affleure pas sur l'arête.

3. Une série isoclinale, plongeant au nord, de schistes oxfordiens comprend d'abord des argiles micacées et feuilletées grises devenant blanchâtres à la surface, puis des argiles semblables mais avec intercalations de grès et finalement une grande épaisseur de schistes argilo-calcaires jaunes et micacés.

4. Vient ensuite une zone très mince sur l'arête, mais s'élargissant vers le bas du côté du N, de grès grossiers en gros bancs (Wildflysch).

5. Puis les couches oxfordiennes comprennent :

a) Argiles noires micacées avec galets ocreux et cassure gréseuse noire. *Oppelia Richei*.

b) Schistes argileux jaunes et schistes gréseux micacés, rouille sur tranches, avec des paquets de bancs de calcaires marneux isolés.

c) Schistes noirs avec nodules gréseux ferrugineux.

6. La série nummulitique renversée qui vient ensuite est formée de :

a) Grès en gros bancs et schistes en plaquettes (Wildflysch).

b) Schistes gréseux noirs, jaunes à l'extérieur, se délitant en aiguilles (Schistes de Leimern).

c) Calcaire à *Orthophragmina* et *Lithotamnium*.

d) Grès quartzeux nummulitique.

7. Après avoir traversé une paroi d'Urgonien on aborde les calcaires gréseux foncés de l'Hauterivien qui forment toute la pyramide de la Bonderspitz.

Le plongement des couches préalpines est encore ici très variable, de vertical qu'il est près du contact avec les Hautes-Alpes il devient horizontal vers le bas. D'autre part l'âge oxfordien de tout l'ensemble des schistes qui forment l'arête de la Bonder au pied de la Bonderspitz est démontré par la découverte de fossiles à des niveaux très différents.

Examinons maintenant le *versant abrupt qui domine Thal au nord*. Le chemin qui vient de Losegg à Kühbach est creusé uniquement dans les schistes de l'Oxfordien, puis au-dessus de ceux-ci apparaît non loin de l'arête et peu en arrière de celle-ci du Malm laminé, dont l'épaisseur augmente notablement à l'E et qui arrive même à former une paroi de 10 mètres de hauteur. Cette couche semble s'incurver vers l'est en prenant un plongement plus accentué ; après une courte interruption le Malm se retrouve sous la forme d'une chaîne de pointements alignés surgissant sous l'éboulement et donnent lieu à une arête nettement dessinée jusque près du Metschhorn. Ce Malm repose ici encore sur le complexe callovien-oxfordien, dont les débris couvrent en certains endroits la pente dominant Thal. Ces mêmes schistes semblent encore ici se retrouver au-dessus du Malm, mais sont en grande partie cachés par les blocs haut-alpins éboulés.

Pour terminer cette description, il me reste à signaler un *décrochement horizontal qui affecte le jambage renversé du*

pli haut-alpin un peu au N du Bondergrat, le long d'un profond couloir. Les schistes du Nummulitique supérieur venant du Bondergrat butent contre une paroi urgonienne supportée par les grès du Nummulitique inférieur. La partie N a donc été poussée en avant par rapport à la partie S et il est probable qu'il y a eu simultanément léger affaissement vertical.

Le sommet de la *Bonderspitz* et l'arête qui la continue au N (Allmengrat) est formée par l'Hauterivien replié en anticlinal et dont les couches de calcaire gréseux alternativement plus compacts et plus marneux donnent lieu à de grandes pentes gazonnées entre les parois blanches de l'Urgonien renversé et de l'Urgonien normal. Ce dernier forme le sommet du *Nünihorn*, où il est couronné par un chapeau sombre de Nummulitique et celui du Klein-Lohner.

Résumé.

(Voir le profil II de la planche en couleur.)

En résumé il ressort des observations précitées, d'abord que sur la rive gauche de l'Engstligenthal, dans la région de Bütschegg, affleure une série normale jurassique plongeant au NW, recouverte par les grès et schistes d'âge indéterminé de la zone du Niesen, qui prolonge les affleurements similaires d'Adelboden indiqués dans le profil précédent (Fig. 6), avec une interruption locale à Schwand. Sur l'autre versant de la vallée une série normale assez complète, mais très réduite en épaisseur, formée de Trias, de Rhétien, d'Infralias, de Lias moyen, de Callovien-Oxfordien et de Malm montre un plongement isoclinal au NW (Fig. 8); le Malm y est déchiqueté par l'érosion et réduit à des lambeaux isolés plus ou moins enfoncés dans l'Oxfordien, ainsi au Dürrenboden, à Zelghi, à Brandegg, à Losegg, etc. C'est à cette même série qu'appartient l'Oxfordien de Brandegg, Stutz et Losegg, ainsi que très probablement la bande laminée de Malm que nous avons constatée sur les deux versants du Bondergrat et au-dessus de Thal. Dans cette région le plongement de l'Oxfordien et du Malm incurvé en anticlinal se fait finalement au SE; puis vient une nouvelle série d'Oxfordien qui s'enfonce entre la première et le jambage renversé du pli du Lohner et entre directement en contact avec le Wildflysch de celui-ci.

Enfin comme dernière complication il nous reste à signaler une sorte de digitation de cette dernière zone oxfordienne par l'enfoncement au milieu d'elle et de **bas en haut** d'un coin de Wildflysch.

Les *raccords* avec le profil précédent sont faciles à établir, l'Oxfordien supérieur du point 1865 correspond à celui du Bondergrat supérieur, mais dans ce dernier profil il est notablement plus épais et est, comme nous venons de le voir, digité. Le Malm et l'Oxfordien de Losegg correspondent d'autre part à la série normale de Wenig et doivent par conséquent comme celle-ci être repliés en une charnière fermée au SE ; au-dessous d'eux existent les termes inférieurs et moyens du Jurassique que nous n'avons pas vu affleurer plus au sud.

ISCHER (n° I, pl. III, prof. 2) avait déjà établi un profil à travers la Bonderalp ; je ne veux pas ici le discuter, mais remarquerai seulement que la grande extension de l'Oxfordien est bien indiquée, ainsi que la paroi de Malm de Brandegg le recouvrant normalement. Le contact intime du tertiaire haut-alpin avec l'Oxfordien préalpin, fait général dans cette région, a été constaté par cet infatigable observateur.

Profil III. Choleren-Schlucht-Pochten-Kessel-Metschhorn.

Le Tschentenbach se jette dans l'Engstligenbach par une gorge profonde, bien connue des touristes sous le nom de Choleren-Schlucht ; un peu en aval, l'Engstligenbach s'engage lui-même dans une gorge semblable, le Pochten-Kessel. Ces coupures profondes, dans lesquelles l'eau se précipite en tourbillonnant, ont pour nous une valeur considérable car elles ont entamé la roche en place sur une grande hauteur et ceci précisément à l'endroit où se trouve le contact entre les digitations haut-alpines et les formations préalpines.

1. Choleren-Schlucht (fig. 10).

Je commencerai par la description de la Choleren-Schlucht, véritable canion creusé dans les roches compactes du Malm qui a déjà été cité par plus d'un géographe comme type de l'action érosive tourbillonnaire de l'eau et du profil jeune en **U** qui en est la conséquence.

Une étroite passerelle s'enfonce dans la gorge, mais malheureusement elle se termine avant d'en avoir atteint le fond, à un endroit plus évasé, remarquable par des marmites de grandes dimensions. La roche est formée de calcaire compact du Malm plongeant légèrement à l'W, sous lequel s'enfoncent, vers la sortie de la gorge, des schistes argileux noirs de l'Oxfordien. Depuis ce contact vers l'aval, aucun affleurement n'est visible sur la rive gauche, et le lit du torrent est parsemé de blocs éboulés de Malm souvent de grandeur considérable ; par contre, sur la rive droite, on voit la paroi de Malm se continuer, supportée toujours par l'Oxfordien ; puis, au milieu d'un complexe schisteux formé par celui-ci, s'intercale une nouvelle zone de Malm moins

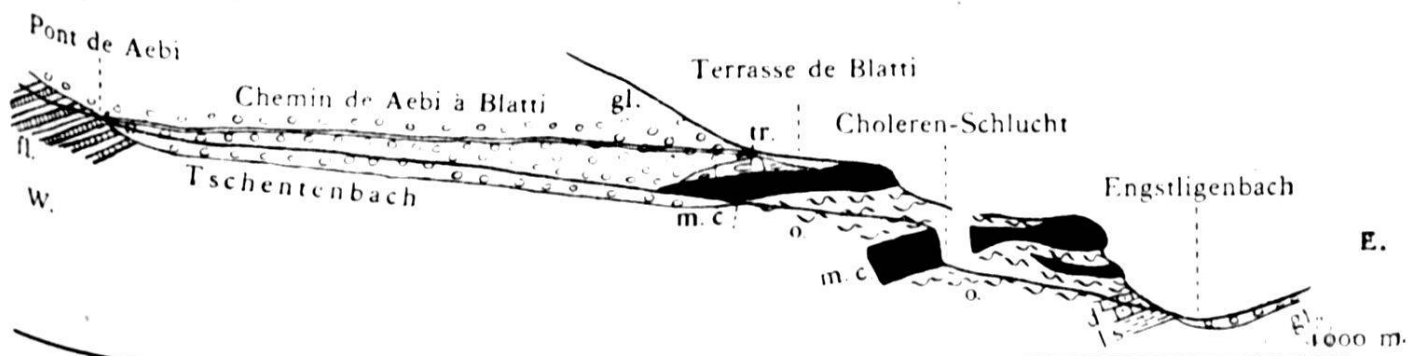


FIG. 10. — Structure écaillée du Malm à la Choleren-Schlucht.

Echelle 1 : 45000. — Légende p. 249.

puissante que la paroi supérieure, qui s'amincit rapidement dans la direction de la gorge jusqu'à s'effiler complètement et qui montre une large incurvation synclinale. En outre, au milieu des schistes argileux et marneux de l'Oxfordien, on trouve des bancs de grès plaquetés, quartzeux et micacés rappelant exactement les couches à *Stephanoceras Humphriesi*. Nous avons donc ici une véritable zone de broyage dans laquelle sont enchevêtrés des éléments du Dogger, de l'Oxfordien et du Malm.

Sous cette zone de broyage, dans la direction du confluent avec l'Engstligenbach, on constate la présence de bancs gréseux micacés avec quelques intercalations plus schisteuses du Dogger et à la *Holzachseggen* des argiles noires micacées avec bancs gréseux noirs du Toarcien.

De la Choleren-Schlucht un sentier escalade la pente d'éboulis de la rive gauche et mène à un pont jeté par dessus la gorge sur la seconde paroi de Malm. Près de ce pont, sur les deux rives du Tschentenbach, affleure

une zone assez puissante d'Oxfordien, comprenant des grès en bancs laminés avec des lentilles de calcaire marneux gris-bleu ; ensuite, la vallée s'élargissant brusquement en une plaine d'alluvions, ses deux versants sont formés par des argiles noires également oxfordiennes, puis le torrent traverse une nouvelle paroi de Malm qui se suit vers l'E jusque sous la terrasse de *Eggernschwand*. Là, la sortie d'abondantes eaux gypseuses indique clairement la présence, au-dessus du Malm, du Trias, prolongement du Trias d'Adelboden.

Descendons maintenant d'Eggernschwand sur le *pont de Blatti* (fig. 11). De ce pont nous voyons, à l'W, surgir de terre une paroi de calcaire blanchâtre qui devient, de suite, assez élevée. Elle se continue au NNE pour dispa-

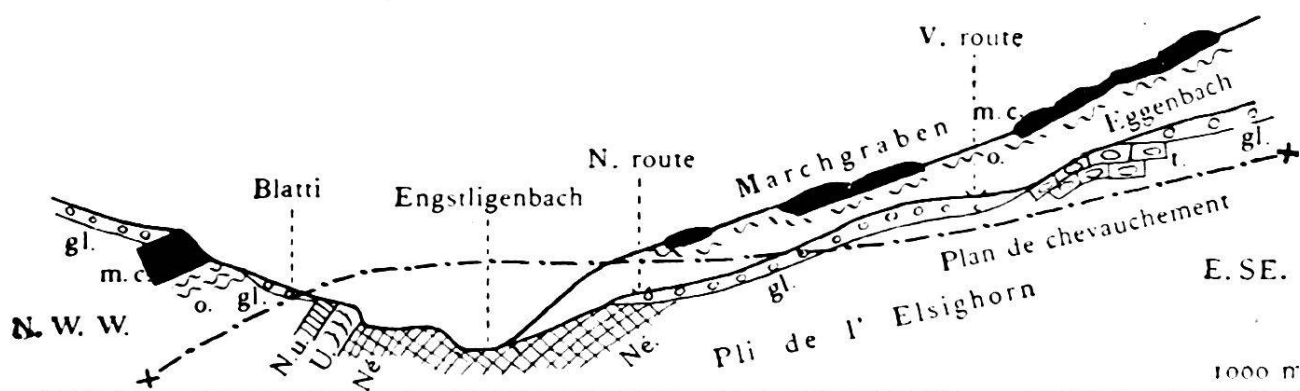


FIG. 11. — La série normale du pli de l'Elsighorn est recouverte par des lambeaux de formations préalpines.

Echelle 1 : 15000. — Légende p. 249.

raître bientôt dans la pente égalisée. La cassure de la roche ne montre ici que de la calcite secondaire. Le plongement est de 50° au NW. Cette paroi repose sur des bancs de calcaires gréseux de couleur foncée devenant jaunes par décomposition, parfois bien lités, alternant avec des schistes ardoisiers, qui forment un petit rocher à quelques mètres en amont du pont. La compréhension de cette coupe de Blatti, peu nette par elle-même, devient facile si l'on suit de là les rives de l'Engstligenbach jusqu'au Pochten-Kessel.

2. Pochten-Kessel (fig. 12).

Les calcaires gréseux du pont de Blatti se continuent sur les deux rives jusqu'à l'Otternbach, plongeant au NW faiblement sur la rive droite, puis toujours plus fortement dans le

fond du Pochten-Kessel et sur la rive gauche. Le torrent opère au milieu son travail de creusement et les entame jusqu'à une grande profondeur, permettant de les déterminer facilement comme Hauterivien.

Les calcaires calcifiés qui forment la petite paroi signalée au NW du pont de Blatti, se continuent dans la direction de l'éperon rocheux qui sépare le Pochten-Kessel du ravin de l'Otternbach; là, moins disloqués, ils sont facilement reconnaissables comme des calcaires urgoniens typiques reposant normalement sur l'Hauterivien. Ils supportent en outre vers l'W une zone de calcaire nummulitique à *Orthophragmina* qui n'est séparée que par une bande étroite de terrains couverts des formations préalpines. Enfin, un peu au S de l'Otternbach, l'Urgonien contient un gros banc de quartzite compacte.

Revenons à l'*Otternbach* et remontons en le cours. Le bas du torrent est creusé dans le complexe gréso-schisteux de l'Hauterivien qui présente les symptômes d'un écrasement et d'un laminage intenses. Les couches, de plongement extrêmement variable, sont très disloquées, les bancs gréseux ont été réduits, par places, à de gros moellons empâtés dans les couches plus schisteuses. Ce complexe est recouvert par le calcaire spathique de l'Urgonien avec le banc de quartzite qui lui est associé et dont j'ai signalé la présence sur le flanc S du ravin.

A partir du pont inférieur sur l'Otternbach les couches néocomiennes disparaissent sous les terrains meubles argileux provenant de la terrasse glaciaire de Fuchsweidli. Puis, un peu *au-dessus du deuxième pont* qui traverse l'Ottern-

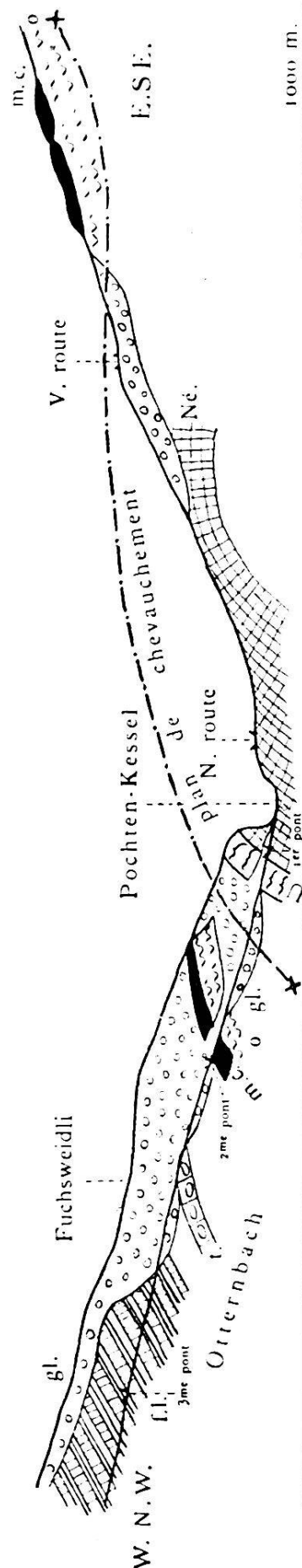


Fig. 12. — Le Pochten-Kessel est creusé dans la série normale crétacique du pli de l'Elsighorn.

Echelle 1 : 15 000. — Légende p. 249.

bach, on peut voir, sur les deux flancs du ravin, une paroi de Malm plongeant très faiblement au NW, recouvrant normalement un puissant complexe oxfordien de schistes argileux noirs noduleux, souvent satinés sur les surfaces et présentant au soleil un chatoiement polychrome caractéristique. A 800 m. au N, ces mêmes schistes m'ont fourni *Rhacophyllites tortisulcatus* et *Perisphinctes Bernensis* (fig. 12).

Au-dessus de ce Malm jusque près du *troisième pont*, c'est de la moraine éboulée qui couvre presque toutes les pentes et le fond du torrent : un seul affleurement, du reste important, formé surtout de gypse avec un peu de corneille, est mis à nu par l'érosion torrentielle à peu près à mi-chemin.

Un peu avant le troisième pont, *au niveau de 1209 m.*, commence une série analogue à celle que nous avons signalée dans le Tschentenbach. Ici encore un complexe à plongement isoclinal au NW est composé de grès quartzeux micacés, à fragments dolomitiques, disposés en bancs séparés par des lits schisteux. L'Otternbach s'y est creusé un lit profondément encaissé, aux parois souvent abruptes, et il se précipite en tourbillonnant dans de gigantesques marmites. Cette série monotone se continue en devenant de plus en plus schisteuse vers le haut jusqu'au confluent des deux principaux ruisseaux. Des schistes ardoisiers forment même une zone épaisse à l'*altitude de 1800 m.*, où furent ouvertes, dans le temps, plusieurs carrières. Plus haut, la pente devient de nouveau plus forte avec la réapparition de grès quartzeux, par dessus les têtes de couches desquels les nombreux torrents descendant de la *Weissenfluh* et du *Winterhorn*, se précipitent en de nombreuses cascades.

Passons maintenant à l'examen du versant oriental de l'Engstligenthal.

3. Marchgraben-Achseten-Metschbach-Eggenbach-Metschalp.

Les calcaires gréseux de l'Hauterivien que nous avons trouvés au Pochten-Kessel se retrouvent le long de la route d'Adelboden depuis le pont sur le Marchbach jusqu'à l'auberge Zum Hohen Steg. Les affleurements étendus permettent de reconnaître un plongement général au NW, qui, faible au pont, s'accroît rapidement dans la direction du N. Ce sont ces calcaires gréseux qui forment en particulier la haute paroi qui domine la route vers le point 1158 et affleurent entre la vieille et la nouvelle route dans tous les lits des ruisseaux. De là la zone d'affleurement de l'Hauterivien s'incurve vers

l'E de façon à passer au-dessus d'Elsigbach et sous la paroi urgonienne de la Schnittenfluh (fig. 11, 12).

Les formations quaternaires de la terrasse d'Achseten cachent momentanément tout affleurement ; pourtant la présence du Trias est indiquée par la sortie de sources gypseuses et d'autre part, dans un petit ravin montant vers le chalet du Höchst, des schistes oxfordiens apparaissent, en superposition évidente sur les formations haut-alpines. En outre *entre Inner-Achseten et le Marchgraben* toute la pente est jonchée de blocs et même de bancs de Malm, déchiquetés en formes chaotiques (fig. 11). Ce Malm qui comprend d'une part des calcaires compacts du niveau supérieur, de l'autre des calcaires lités du niveau inférieur repose sur les schistes oxfordiens, qui affleurent dans le profond ravin séparant Achseten de Marchegg ; et dans le flanc de cette coupure on peut voir nettement comment les blocs calcaires sont enfoncés dans leur soubassement normal.

Enfin au point de convergence du Metschbach et de l'Eggenbach, au fond du ravin pointe un petit amas isolé de gypse certainement sousjacent à l'Oxfordien (fig. 11).

La plus grande partie du *Metschbach* est creusée dans de la moraine argileuse ; cependant en quelques points on peut voir que partout la zone oxfordienne continue ; celle-ci affleure sur une grande épaisseur au S de Metsch dans la coupure du torrent, constituée de schistes rouille et d'argiles à nodules gréseux ; elle se poursuit au N, donnant naissance à un talus et prenant une extension considérable dans les environs de Eggen. Sa présence peut être constatée dans le torrent jusqu'à Marchgraben malgré des revêtements morainiques locaux.

Une région triangulaire délimitée par l'Eggenbach et le Metschbach est indiquée sur la carte sous le nom de *Zwischenbach*. Sa surface est recouverte de moraines, mais vers la partie supérieure des bancs disloqués de Malm sortent de la prairie, jouant sans doute ici le même rôle que les blocs de Malm d'Inner-Achseten.

Des *pâturages de Metsch et de Eggen* la pente s'élève rapidement dans la direction de la base du Metschorn. Les ruisseaux y ont creusé des ravins étroits et souvent profonds, dans lesquels affleurent tantôt des grès de couleur jaune plus ou moins argileux, tantôt des argiles noires, des couches noduleuses avec souvent des paquets de calcaire marneux gris bleu clair. Directement au SE de Metsch un banc disloqué de calcaire de Malm réduit à l'état de fragments recimentés repose sur la pente.

4. Le Metschhorn (fig. 13).

La base du *Metschhorn* est occupée par des éboulis considérables provenant des parois supérieures. Ce sommet, qui atteint l'altitude de 2239, s'élève d'un seul jet au-dessus de Metschalp et est relié en arrière à l'Allmengrat par une arête déprimée. Au SW il s'abaisse rapidement, mais se prolonge pour ainsi dire en cette arête surbaissée qui le relie, comme nous l'avons déjà vu, au Bondergrat. Au N par contre une arête aux formes adoucies le continue et donne naissance à un petit sommet herbeux bien indiqué sur la carte.

Au pied de la paroi inférieure du Metschhorn affleure le même complexe oxfordien que nous avons suivi depuis Inner-Achseten, surmonté directement par des calcaires lités de couleur noire du Malm inférieur, puis par une paroi de calcaire clair avec de gros rognons siliceux noirs irréguliers. Cette haute paroi laisse apercevoir en son milieu des couches de calcaire noir lité qui semble indiquer qu'elle est constituée par deux écailles normales superposées. Au-dessus d'elle et donnant naissance à un replat et même sur le côté S à un ravin longitudinal, affleure une zone assez épaisse de schistes noirs oxfordiens qui se suivent jusqu'au sommet indiqué par le Steinmann et forment encore son versant SE jusqu'au col qui le sépare de l'Allmengrat. Pourtant entre le sommet et le col on voit pointer sur l'arête une lame de Malm qui est comme enfoncée dans les schistes oxfordiens et s'amincit rapidement de haut en bas. Un peu au N du sommet du Metschhorn les deux parois de Malm sont coupées et, dans un ravin qui détermine une profonde coupure, on peut voir les parois de Malm du Metschhorn cesser brusquement et butter longitudinalement contre les schistes oxfordiens.

Au S de ce ravin et de cette fracture se montre la coupe figurée dans le profil ci-joint (fig. 13). Une paroi supérieure de Malm compact, prolongement de la lame suprajurassique que nous avons vue pointer au S du sommet du Metschhorn, recouvre les calcaires noirs lités du Malm inférieur qui s'incurvent en un arc de cercle fermé au S autour des schistes oxfordiens, prolongement de ceux du sommet, et qui se retrouvent même en partie au-dessous de l'Oxfordien. Sous celui-ci une nouvelle paroi de Malm compact supportée par du Malm lité forme une seconde série normale, qui en recouvre

une troisième absolument identique reposant sur l'Oxfordien de la base.

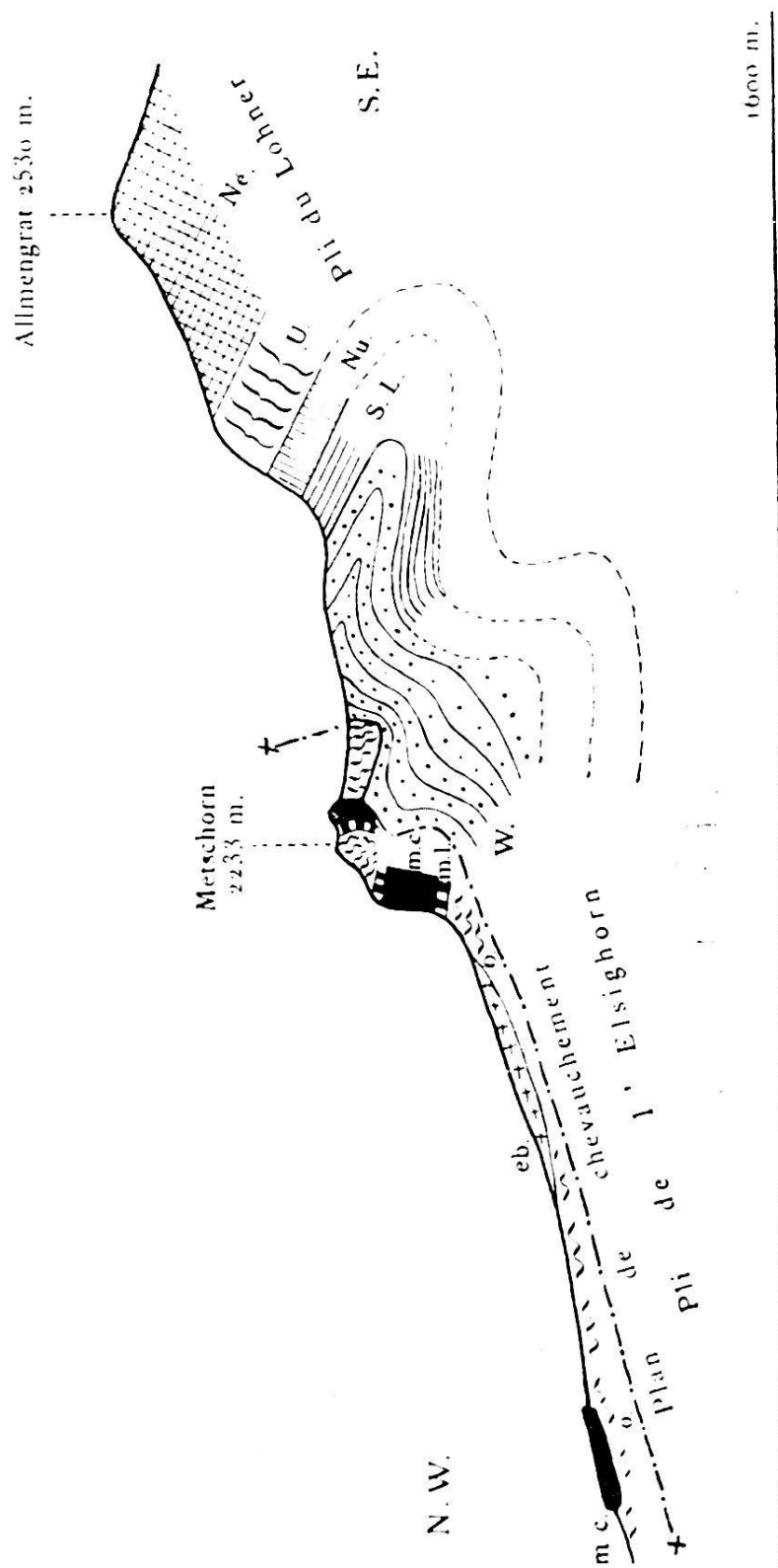


Fig. 13. — Profil du Metschhorn à l'Allmengrat. Le Metschhorn est constitué par la superposition de trois écailles normales jurassiques qui s'enfoncent dans le Wildflysch.

Echelle 1 : 45000. — Légende p. 249.

Au N de la fracture les choses sont bien différentes (fig. 14). La pente uniforme ne présente que de légers ressauts de terrain, où n'affleurent que des schistes et calcaires ox-

fordiens. Mais plus bas avant d'atteindre la zone d'éboulis, une paroi intensément réduite de calcaire noir parallèle à la paroi du Metschhorn se dirige de niveau au N où elle disparaît bientôt sous les prairies. Au S elle s'arrête au ravin précité, mais bien plus bas que la paroi inférieure de Malm sur l'autre versant. Il faut donc admettre ici une ligne de fracture correspondant sans doute à un plan de décrochement horizontal indiqué aujourd'hui par le ravin. La petite paroi de Malm qui se retrouve au N de cette fracture représente certainement la continuation de l'une des trois pa-

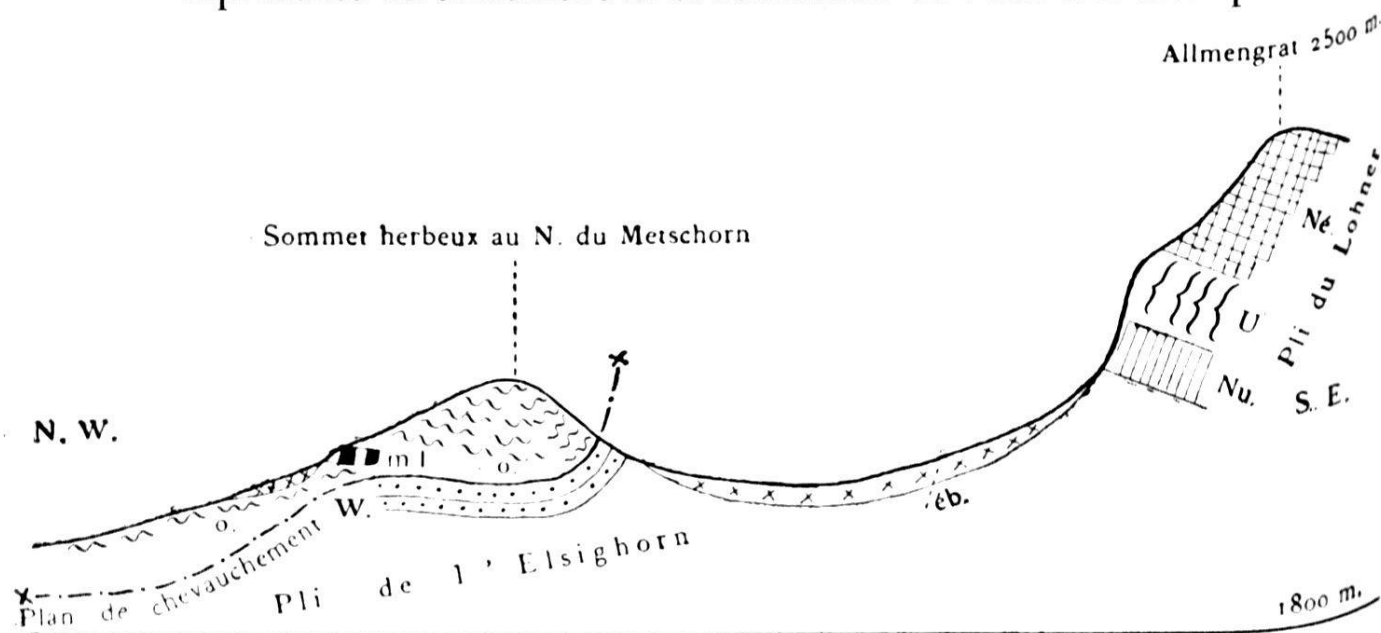


FIG. 14. — L'Oxfordien du sommet herbeux repose dans un synclinal de Wildflysch.

Echelle 1 : 15000. — Légende p. 249.

rois du Metschhorn, mais il est difficile de dire laquelle. Pendant le décrochement il y a eu un mouvement connexe d'affaissement qui a affecté la prolongation du Metschhorn au N de telle sorte que cette partie a également subi un rejet vertical appréciable.

A 200 mètres au S du Metschhorn une coupe NO-SE ne montre que de l'Oxfordien représenté par un complexe très épais d'argiles noires à nodules, de schistes argileux et de marnes jaunes et vertes avec intercalations gréseuses plongeant ici directement dans les schistes de Leimern. De là il forme tout le bas de la pente jusqu'aux sources du Metschbach sans aucune intercalation de Malm assimilable à celles de la coupe décrite ci-dessus.

Ce complexe se poursuit au N et atteint l'arête du Metsch-

horn en arrière du sommet en se moulant sur l'écaille supérieure de Malm. Il est alors recouvert par une série assez complète de Nummulitique haut-alpin qui commence par des grès quartzeux plongeant faiblement au SE et qui comprend ensuite les schistes à Globigérines, le calcaire à Lithothamnium et les grès à Orthophragmina (fig. 13).

Sur le versant N de cette arête nous retrouvons l'écaille de Malm du versant S notablement épaissie et, appuyé contre elle, un épais complexe de calcaires marneux séparés par des schistes qui contiennent *Belemnites hastatus*, *Perisphinctes Bernensis* et *Rhacophyllites tortisulcatus* abondants. Cet Oxfordien marno-calcaire se poursuit jusqu'au col qui sépare le Metschhorn du sommet herbeux, tandis que ce dernier est formé par des couches presque horizontales de grès et marnes à *Rhacophyllites tortisulcatus*. Un peu au SE de ce sommet l'Oxfordien représenté par des argiles noires plissotées est de nouveau presque vertical et entre directement en contact vers l'E avec le Wildflysch. Ces argiles qui paraissent prolonger celles que nous avons trouvées déjà en contact avec le Wildflysch entre le Metchhorn et l'Allmengrat s'incurvent ensuite au N, se moulant sur un synclinal de Flysch, dont le jambage septentrional reparaît sur l'arête en haut du ravin d'Elsigen. Vers le haut de l'arête qui relie le Metschhorn à l'Allmengrat affleurent au milieu du Wildflysch des calcaires gréseux jaunes dans lesquels un profond ravin s'est creusé, ce sont des schistes de Leimern dessinant un anticlinal écrasé, dernier indice d'un pli qui prend un développement important plus au nord, au Stand.

Résumé.

(Voir le profil III de la planche en couleur.)

A la base du Niesen, trois écailles de Malm s'enfoncent sous le Flysch; on voit l'inférieure se laminer et de terminer en coin au NW. Ces écailles sont supportées par un soubassement haut-alpin et doivent être considérées comme des replis imbriqués d'une même série normale, dont les nombreux débris se retrouvent sur l'autre versant de la vallée jusqu'à la base du Metschhorn. Il y a peut-être une relation de cause à effet entre la présence de ces complications et le bombement des formations haut-alpines sous-jacentes. Ces écailles expliquent, d'autre part, la raison pour laquelle, dans notre

précédent profil, le Malm et l'Oxfordien, sur la rive droite de la vallée, se trouvent à un niveau bien plus bas que la paroi de la base du Niesen. Il est probable que plus au S des écailles analogues sont aujourd'hui cachées sous les revêtements morainiques ou enlevées par l'érosion

Le Metschhorn nous a montré l'empilement de quatre séries normales qui s'enfoncent dans un synclinal de Wildflysch haut-alpin et, comme au Bondergrat, la digitation supérieure n'est représentée que par l'Oxfordien. Cette manière de voir est basée en partie sur les déductions tirées du profil I, qui nous ont montré que le pli de Wenig simulait un anticlinal au SE.

La nappe de terrains préalpins repose donc entièrement sur les formations des Hautes-Alpes. Celles-ci semblent avoir subi un rabotage énergique dû au chevauchement des terrains préalpins, car sur la rive droite de l'Engstligen le Néocomien arrive presque en contact avec le Jurassique supérieur des Préalpes; sur la rive gauche, la série est par contre plus complète, quoique ici encore l'épaisseur du Nummulitique soit considérablement réduite.

Les différences avec le profil II sont manifestes et résident surtout dans l'élévation rapide du soubassement, qui a porté les formations préalpines à une altitude bien supérieure, dans un amincissement plus accentué des couches préalpines et particulièrement de leur base et dans une augmentation du nombre des replis terminaux vers le S qui prennent la forme d'écailles irrégulières de faible amplitude.

Les raccords avec le profil I et le profil II sont faciles à établir. La paroi de Malm d'Adelboden se continue par Bütschegg, Egernschwand et le bas Otternbach. Les affleurements du Jurassique supérieur de Brandegg, Zelghi, Marchbach, Marchgraben, Dürrenboden, Senggi, Höchst appartiennent à la même série normale, dont nous avons constaté les termes assez complets dans le ravin de Losegg. Le Malm de Wenig se suit au N sur la Bonderalp, au-dessus de Thal et au Metschhorn et à cette dernière sommité nos observations concordent en tous points avec celles que nous avons faites à Wenig, c'est-à-dire que le Malm, entourant l'Oxfordien, est replié en charnière simulant un anticlinal plongeant dans le tertiaire haut-alpin à l'E. Comme à Wenig, comme à la Bonderalp, l'écaille supérieure du Metschhorn est formée d'Oxfordien seul venant en contact avec le Wildflysch. Les digitations augmentent à mesure que nous avançons vers

le NE ; à Wenig nous en avons constaté deux, à la Bonderalp trois et enfin au Metschhorn quatre.

Les différences de notre profil avec celui de Ischer sont bien plus considérables ici que pour les deux coupes précédentes. Je ne mentionnerai que la plus importante, c'est l'absence, dans les profils de Ischer, du soubassement haut-alpin de Blatti ; sur la carte au $1/100\,000$ toute la série du Néocomien au Nummulitique est colorée comme Malm. De même, une zone triasique, indiquée dans l'Otternbach, au-dessous du Malm, n'existe pas, un lambeau de gypse se trouve par contre au-dessus du Jurassique. L'Oxfordien de la Metschalp existe et son extension en arrière du Metschhorn est bien observée. Les détails concernant cette sommité font naturellement défaut et les raccords avec les plis haut-alpins sont erronés. Cependant, le chevauchement général des Préalpes sur les Hautes-Alpes ressort nettement de l'examen de la carte au $1/100\,000$.

Profil IV. Stein-Steg-Achseten-Schnittenfluh-Lochbach-Elsigengrat-Sommet herbeux-First.

(Voir le profil IV de la planche en couleur.)

A mi-chemin entre Adelboden et Frutigen, la route traverse l'Engstligenbach sur un pont très élevé aux abords duquel s'observe une coupe intéressante. En haut, sur la rive gauche jusqu'au chalet de *Stein*, affleurent les grès et schistes du Flysch (fig. 15). Au-dessous d'eux je n'ai pas trouvé le Trias à Stein, mais je l'ai constaté le long de la grande route, du Sackgraben jusque près de Ziel, où il est représenté par une couche de gypse et une paroi importante de calcaires dolomitiques, puis sur la rive droite de l'Engstligenbach, près de Egg, où il comprend des calcaires dolomitiques associés à des schistes rouges et verts.

A *Stein*, le Flysch semble directement supporté par une zone plus importante mais d'épaisseur variable de Malm qui disparaît bientôt vers le S et n'atteint pas au N le Sackgraben (fig. 15). Au-dessous apparaît l'Oxfordien qui affleure le long de la route et en amont du pont de Steg sous forme de schistes noirâtres chatoyants, à *Rhacophyllites tortisulcatus*, *Perisphinctes Bernensis*, etc., et qui, comme le Malm, disparaît vers le SE dans la région de Moos, sous un revêtement morainique. Au-dessous du niveau du pont, jusqu'au fond du

ravin, on ne voit qu'un enchevêtrement chaotique d'Oxfordien et de Malm, créé sans doute par des glissements de terrains, mais qui peut provenir en partie d'une imbrication tectonique des deux étages l'un dans l'autre. Ce qui confirmerait cette dernière supposition c'est la présence, sur la rive droite, directement à l'extrémité du pont et un peu en amont sous le restaurant Zum Hohen Steg, d'affleurements importants de Malm, plongeant faiblement au NW et surmontant des schistes oxfordiens qui se raccordent très probablement avec ceux de la rive gauche par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs petits

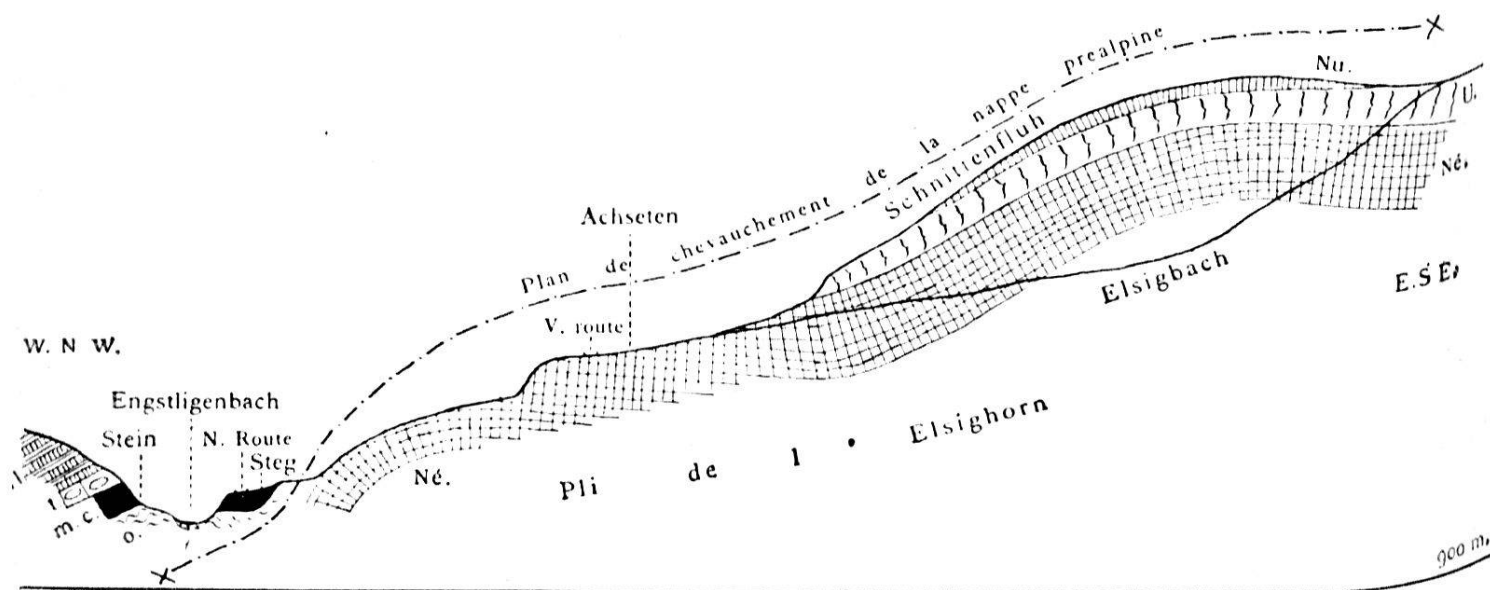


FIG. 15. — Profil de Stein à la Schnittenfluh montrant la manière dont la série normale du pli de l'Elsighorn a été rabotée par la nappe préalpine.

Echelle 1 : 20 000. — Légende page 249.

synclinaux imbriqués. Cette zone de Malm de Steg se suit au NE jusque vers le point 1116, émergeant au milieu d'un terrain presque entièrement morainique. Il est intéressant de constater que le Malm de Steg vient presque buter contre le Néocomien à l'E (fig. 15). La dépression qui sépare ces deux terrains est large à peine de 200 m., mais ne laisse voir, malheureusement, aucune des formations intercalées entre eux.

A quelques centaines de mètres au S nous atteignons les calcaires gréseux et schistes du Néocomien en prolongement des affleurements du Pochten-Kessel. Les couches ont une inclinaison très forte vers le fond de la vallée, mais on les voit vers l'E nettement s'incurver pour disparaître sous les moraines près de la vieille route. Ces dalles de calcaire gré-

seux de couleur sombre, souvent ocreuses par décomposition, se suivent d'une façon continue jusqu'au pont sur le Lochbach, où le plongement est faiblement au SE, puis de là jusque sous l'Urgonien de la Schnittenfluh au N. Je n'ai nulle part constaté la présence d'Urgonien ou de Nummulitique dans ce secteur, ils ont été probablement enlevés par suite du rabotage de la nappe chevauchante.

La *Schnittenfluh* (fig. 15) est une haute paroi d'Urgonien qui commence un peu au-dessus du pont de la Vieille-Route sur le Lochbach, et au pied de laquelle sort une source à

S E

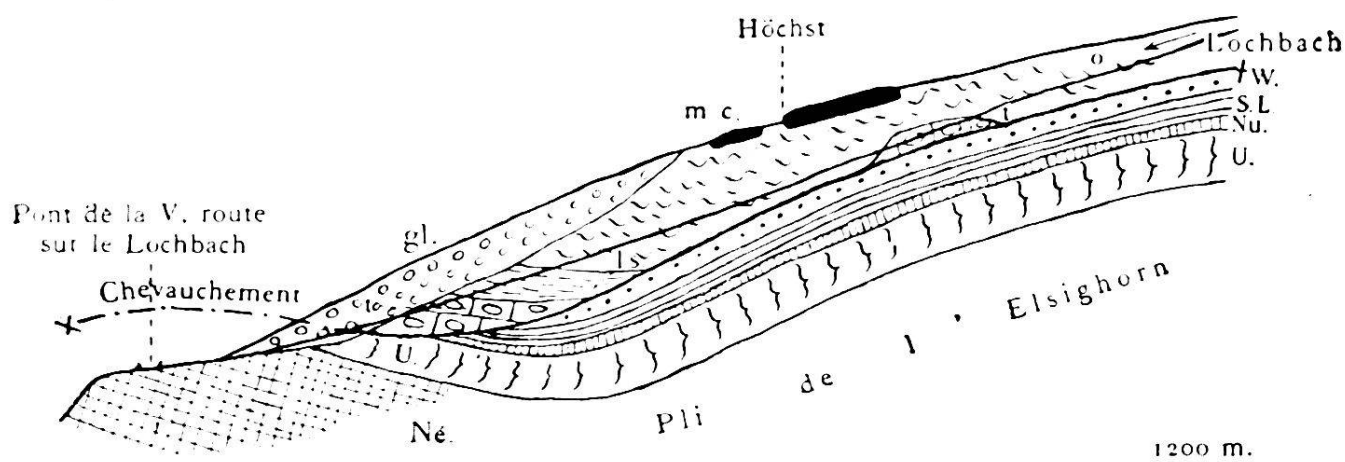


FIG. 16. — La série normale du pli de l'Elsiehorn
a été rabotée par la nappe préalpine. Profil suivant le Lochbach.

Echelle 1 : 15000. — Légende p. 249.

débit très considérable; elle s'élève rapidement vers le SE en augmentant d'épaisseur. Le plongement des couches se fait longitudinalement au SW, sous le calcaire à Lithothamnium, les schistes de Leimern et le Wildflysch. Ce dernier constitue une zone continue depuis le N de Höchst, par les pâturages au N de Eggen, le monticule à l'W d'Elsiehorn, et la pente qui domine ces chalets au SW, jusqu'au grand ravin qui descend au N du sommet herbeux où affleurent des schistes gréseux à *Helminthopsis*, et à *Nummulites*. Il se relie enfin à la zone gréseuse du col qui sépare le Metschhorn de l'Allmengrat.

Sur la série haut-alpine de la Schnittenfluh nous allons trouver dans le Lochbach des termes préalpins en recouvrement incontestable (fig. 16). Pour cela, à partir du pont de la vieille route, remontons ce ravin au

SE jusqu'à Eggen ; le Néocomien du pont disparaît bientôt sous la moraine. Ensuite pointent des schistes rouges et verts avec fragments dolomitiques du Trias, puis des alternances de schistes noirs micacés avec des bancs gréseux du Toarcien auxquels se mêlent des grès charmouthiens bien différents de ceux du Wildflysch.

Les chalets d'Elsigen occupent une plaine alluviale parsemée de blocs éboulés. Ils sont dominés à l'W par une arête, de laquelle descendent de grands ravins, et qui les sépare des beaux pâturages de Eggen. Cette crête, qui se raccorde au point 1837 à la Schnittenfluh, est coupée d'abord par deux petites selles, puis elle s'élève au S avec une inclinaison toujours plus forte pour atteindre finalement le sommet herbeux déjà signalé dans le profil précédent. Je donne ici une coupe détaillée de l'arête qui montre les relations du Nummulitique haut-alpin avec les terrains préalpins. Le plongement des couches est régulièrement isoclinal au SE. En suivant la ligne de faite du N au S on observe la coupe suivante (fig. 17) :

1. Urgonien de la Schnittenfluh ;
2. Grès quartzeux du Wildflysch formant une petite croupe arrondie à l'W d'Elsigen ;
3. Argiles rouges et verdâtres de l'Oxfordien à l'endroit où le chemin d'Elsigen à Eggen traverse l'arête ;
4. Grès quartzeux à très gros éléments ; Wildflysch ;
5. Argile à surface lustrée noire présentant les traces d'une compression intense, se délitant en menus débris. Oxfordien ;
6. Amas de calcaire marneux gris bleu clair du Crétacique supérieur ;
7. Oxfordien analogue à 5 ;
8. Crétacique supérieur analogue à 6. Calcaire gris bleu clair, marneux, parfois bien feuilleté ;
9. Grès et schistes siliceux en bancs plus ou moins épais, souvent riches en oxyde de fer. Par places ces grès passent à des conglomérats ou des brèches polygéniques ; Wildflysch ;
10. Argiles jaunes avec couches gréseuses. Oxfordien ;
11. Epais complexe de schistes et grès siliceux analogues à 9, dans lequel est creusé le grand ravin marqué sur la carte au S d'Elsigen. Ces couches m'ont fourni des

Helminthopsis et dans leur prolongement à l'E du sommet herbeux j'ai rencontré des *Nummulites*. Wildflysch ;

12. Argiles noires avec débris de *Perisphinctes*.

Au sommet herbeux couches gréseuses et alternances schisteuses avec *Phylloceras tortisulcatus*.

A l'E de ce sommet argiles noires verticales.

13. Sur la pente à l'E du sommet herbeux Wildflysch et ensuite zone d'éboulis jusqu'au pied de la paroi du First, où commence le Nummulitique inférieur de la série renversée du pli du Lohner.

Cette coupe montre donc dans tous ses détails les relations du Wildflysch avec la nappe chevauchante qui est réduite à des écailles enfoncées isoclinalement dans le Tertiaire. La véritable profondeur de ces « coins » est impossible à déterminer, mais elle ne doit pas être considérable, car très peu en dessous de l'arête à l'E on ne constate plus trace d'Oxfordien.

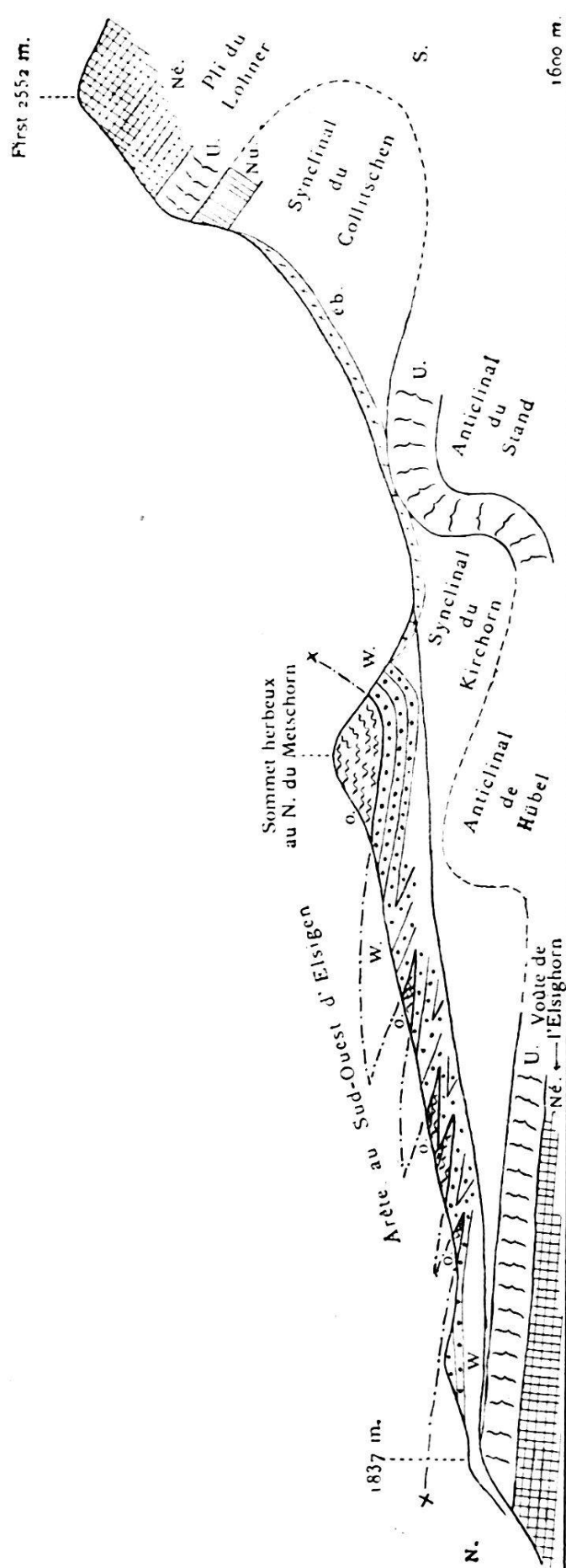


FIG. 17. — Arête d'Elsigen. Ecailles d'Oxfordien enfoncées dans le Wildflysch.

Echelle 1 : 20 000. — Légende p. 249.

Les affleurements sont rares sur l'*Eggenalp*. Quelques blocs de grès quartzeux sortent des gazons en prolongement évident avec les anticlinaux du Wildflysch de l'arête. L'Oxfordien par contre occupe une superficie bien plus considérable et augmente rapidement d'épaisseur au S.

Résumé.

(Voir le profil IV de la planche en couleur.)

Le profil que nous venons d'étudier concorde en somme remarquablement avec le précédent, dont il se distingue surtout par l'exhaussement longitudinal rapide des plis externes haut-alpins. C'est du reste cet exhaussement qui donne à cette coupe son principal intérêt puisque, ayant déterminé une érosion plus profonde des formations préalpines, il a pour conséquence la mise à nu sur une plus grande largeur de la zone de contact entre les Préalpes et les Hautes-Alpes.

Dans la voûte frontale de la Schnittenfluh le fait saillant réside dans la *disparition par rabotage de l'Urgonien et du Nummulitique dans le jambage NW*.

Dans le Lochbach nous avons constaté la présence à la base de la série préalpine et sur le Nummulitique haut-alpin d'une zone de friction typique de Trias et de Lias.

Sur l'arête s'étendant de la Schnittenfluh à l'éperon herbeux du Metschorn nous avons vu l'enchevêtrement de l'Oxfordien préalpin et du Nummulitique haut-alpin, le second formant des coins dirigés de bas en haut entre des coins plongeant au SE du premier; puis autour du sommet herbeux lui-même l'Oxfordien se superpose à un large synclinal de Nummulitique, prolongement de celui de Bütschi. Cet enchevêtrement du Nummulitique et de l'Oxfordien pourrait s'expliquer par un chevauchement plongeant et dirigé SE-NW de l'Oxfordien, qui aurait occasionné un plissotement de la surface de son soubassement et aurait pénétré en coins dans les synclinaux aigus ainsi formés. Il est possible d'autre part que les pointes d'Oxfordien représentent de véritables têtes de plis ou plutôt d'écailles enfoncées du NW dans le Nummulitique et dont l'imbrication répétée serait due à la résistance rencontrée dans celui-ci. Mais la comparaison du profil en question avec les coupes étudiées précédemment nous conduit presque forcément à donner la préférence à la seconde explication et à admettre comme très probable

que les formations haut-alpines ont été encore plissées pendant et même après leur recouvrement par les terrains préalpins.

Dans la partie correspondante de sa carte, ISCHER a fort bien vu le Nummulitique au-dessous de l'Oxfordien à l'E de l'arête du Metschhorn, mais, au lieu de prolonger ce terrain au-dessus d'Elsigen et à l'W de la Schnittenfuh, il figure à sa place du Néocomien. Il donne d'autre part beaucoup trop d'extension au Malm dans toute la région de Steg.

Profil V. First-Elsighorn-Flanc W. du Kanderthal.

Fig. 18.

Le soubassement haut-alpin s'élève rapidement au NE et atteint sa plus grande hauteur au First et à l'Elsighorn. Le First, prolongement de la Bonderspitz et de l'Allmengrat, est constitué comme eux par les calcaires gréseux du Néocomien qui lui valent sa forme en croupe arrondie, et qui sont supportés au N par la série renversée d'Urgonien et de Nummulitique de la base du Lohner. Le cœur jurassique de ce pli couché affleure sur le flanc NW de l'Üeschinenthal jusqu'à l'Allmenalp. La montée longitudinale du pli du Lohner au NE, ressort surtout nettement de l'examen de la ligne de contact entre l'Urgonien et le Nummulitique dans le jambage renversé. La série normale telle qu'elle existe au Nünihorn et au Klein-Lohner a par contre été enlevée.

Au N du Hohwang se développe un synclinal nummulitique profond, dont les couches calcaires et gréseuses plongeant au SE dessinent une charnière splendide dans le Néocomien et l'Urgonien. Le contournement des couches est surtout visible de Bühl près de Kandersteg; l'Urgonien renversé du Hohwang forme une paroi élevée qui domine au S les maigres pâturages du Collitschen, puis il s'infléchit en une charnière complète pour remonter ensuite au-dessus de An den Ägerten et former l'arête au N du Collitschen. Le chemin qui conduit du Collitschen à Auf der Höhe traverse le Tertiaire et le Crétacique dans toute leur épaisseur. La cascade de An den Ägerten se trouve dans les calcaires gréseux et schistes du Néocomien, supportant normalement l'Urgonien, qui de là se relève vers le NW, de façon à affleurer localement sur l'arête au S du Kirchhorn suivant l'axe d'un anticlinal dejeté au

NW, dont le jambage normal, urgonien et nummulitique, forme le sommet du Stand, tandis que son Urgonien renversé constitue la pyramide du Kirchhorn. Cet anticlinal s'abaissant rapidement vers le SW, sa voûte urgonienne disparaît bientôt enveloppée par le Nummulitique dans la direction de l'arête du Metschhorn.

Un synclinal urgonien rempli de Nummulitique fait suite au N à ce pli. Le contact entre le Crétacé et le Tertiaire passe exactement au fond d'un vallon SW-NE au point 2042, au N duquel affleurent des grès quartzeux nummulitiques souvent désagrégés en amas chaotiques de blocs aux contours arrondis, qui s'adossent d'autre part au N sur les calcaires spathiques et oolithiques de l'Urgonien de l'Elsighorn. Une lame anticlinale urgonienne donne naissance à une paroi qui sépare Elsigen de Bütschi. Elle monte rapidement au NE et sur l'arête qui domine le Kanderthal, prend l'aspect d'une lame chevauchante sur une écaille de Nummulitique écrasé. Sur les lapiaz de l'Elsighorn s'observent encore des amas considérables de grès siliceux qui ont échappé à la destruction. Le sommet même de l'Elsighorn est formé par les calcaires spathiques clairs de l'Urgonien, dont la haute paroi se suit d'une façon continue par le point 2012 et les rapides de l'Elsigbach jusqu'à la Schnittenfluh. Elle domine au N une vaste région, où affleurent sur une grande étendue les calcaires gréseux foncés bien lités du Néocomien. Ce dernier est particulièrement épais parce qu'il forme le cœur d'un grand pli couché au NW, dont le jambage renversé urgonien se suit dans tout le soubassement de l'Elsighorn depuis Truten jusqu'à Mittholz dans le Kanderthal. En descendant d'Ober-Achsetenberg on peut voir le Néocomien plonger d'abord faiblement au SE, puis s'incurver de façon à plonger toujours plus fortement au N.

Le Néocomien affleure d'une façon continue sur toute l'arête qui s'étend au N de l'Elsighorn. Au signal 1625 commence une zone urgonienne de calcaire oolithique et de calcaire blanc spathique qui forme les parois au SE de Truten, se continue par Horn jusqu'au-dessus de Blau-Seeli. Entre l'Urgonien normal du sommet de l'Elsighorn et l'Urgonien de la série renversée s'étend le palier hauterivien sillonné de ravins profonds. L'Urgonien inférieur repose à l'E de Truten et sous Balmen sur le complexe calcaire et siliceux du Nummulitique; le Néocomien dessine en outre sous Lauenen une charnière synclinale fermée au S qui nous indique une nouvelle digitation haut-alpine sousja-

cente à celle de l'Elsighorn, mais dont l'amplitude est impossible à déterminer.

Revenons à l'*Engstlignenthal*, où les relations entre les Préalpes et les Hautes-Alpes sont malheureusement cachées par le Quaternaire. On peut néanmoins reconnaître sous le complexe du Niesen une zone continue de Trias, qui affleure tantôt sur la rive gauche, tantôt sur la rive droite de l'Engstligenbach. La description détaillée des divers faciès de ces affleurements a été faite à propos du Trias dans la partie stratigraphique de ce travail, aussi est-il superflu d'y revenir ici, étant donné surtout que les considérations tectoniques qui en découlent ne peuvent présenter aucun intérêt. Le Flysch qui surmonte le Trias affleure sur presque tout le parcours de la route d'Achseten à Frutigen où il existe encore le long du Kanderbach sous Adelnrain.

Résumé (fig. 18).

La splendide coupe trans-
versale du Kanderthal nous
a permis de constater de
visu les relations qui exist-
tent entre le pli couché du
Lohner et le massif de l'El-
sighorn. Ce dernier s'est
révélé comme étant une
digitation inférieure anti-
clinale du premier et les
plongements de l'Haute-
rivien nous ont indiqué que
la partie frontale ne devait pas dépasser beaucoup
la ligne de l'Engstligenbach au N.

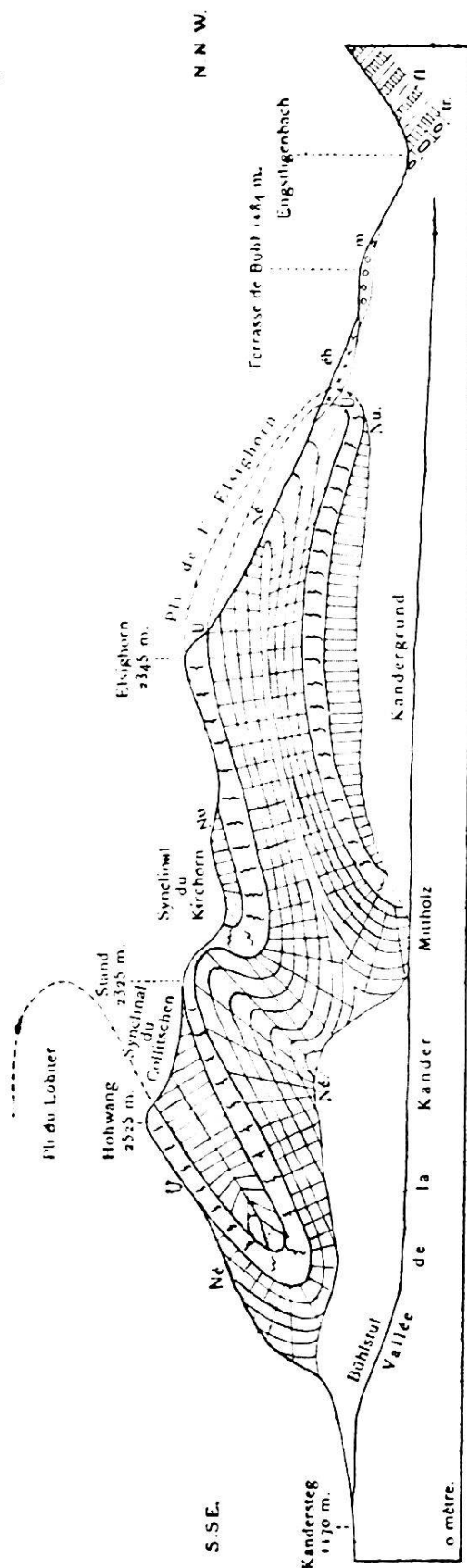


FIG. 48. — Profil V. First-Elsighorn.

Echelle 1 : 62500. Légende p. 249.

Quoi qu'il en soit, le massif de l'Elsighorn, dont le dos montre quelques replis secondaires, s'enfonce longitudinalement au SW sous les formations jurassiques préalpines, de telle façon qu'on peut considérer toute la région que nous avons décrite comme reposant entièrement sur un socle haut-alpin.

Relations entre les deux versants de la vallée de la Kander.

Du sommet de l'Elsighorn jetons nos regards vers l'E. Une coupe transversale admirable par la beauté des contournements de ses différents niveaux s'étend de la Birre au Gerihorn. Ayant été souvent en face de ce panorama, je ne puis résister à l'envie d'en décrire rapidement les grandes lignes et de les raccorder avec mes observations sur la rive gauche de la Kander. A ce propos je serai amené tout naturellement à discuter un certain nombre de faits mis en avant par M. Douvillé (8, 16) et les conceptions théoriques qu'il a voulu en déduire. Je n'ai du reste nullement la prétention de décrire ici avec précision le territoire à l'E de la Kander qui fait actuellement l'objet d'une étude détaillée de la part de M. Trösch ¹ (18).

Sur le flanc W de la Birre une splendide charnière fermée au NW de calcaires compacts, appartenant d'après M. Trösch en partie au Malm, en partie au Crétacique inférieur enveloppe les niveaux schisteux du Jurassique moyen. Le contournement est à grand rayon dans le calcaire compact, tandis qu'il présente trois ou quatre replis peu importants, mais qui s'exagèrent vers le bas dans les couches schisteuses sous-jacentes. Au sommet de la Birre le plongement est faible au N, tandis que plus au N il se fait au SE. Cette charnière jurassique correspond absolument au cœur jurassique du pli du Lohner que j'ai signalé à l'Allemenalp au N de l'Ueschinenthal et est sur son prolongement direct au NE.

Dans le prolongement de la Birre s'élève le sommet de la Witwe, à partir duquel une arête de Néocomien se dirige au N vers l'Ærmighorn. Celui-ci est constitué par l'Urgonien

¹ Mon manuscrit était déjà terminé lorsque parut le travail de M. Trösch (29). On trouvera dans cette publication tous les détails désirables pour la région située au SE de l'Ærmighorn, tandis que la géologie du Gerihorn est traitée d'une façon très rapide. M. Trösch émet une explication différente de la nôtre en ce qui concerne les relations de l'Ærmighorn et du Gerihorn, en faisant rentrer le premier dans la Decke, le second dans la Basis. Cependant sa conviction n'est pas exempte de quelques doutes.

vertical appuyé au S contre le Néocomien de l'arête et relié vers le bas par une charnière continue avec une paroi urgonienne qui, s'élevant au N, domine les pâturages d'Ober Giesenen. L'intérieur de ce pli synclinal est rempli par du Nummulitique qui forme tout le versant occidental de l'Aermighorn. D'autre part le Nummulitique reparait sous la paroi urgonienne d'Ober Giesenen et ces deux zones tertiaires entrent bientôt directement en contact, le Crétacique qui les sépare disparaissant au haut du cirque de Giesenen. La zone inférieure de Nummulitique se suit depuis le Giesenengrat jusqu'au-dessus du *rocher de Fluh* où j'ai constaté les schistes de Leimern déjà indiqués par M. Douvillé. Le rocher lui-même est constitué par une paroi de calcaire urgonien supporté normalement par le Néocomien, lequel prend un grand développement au château de Felsenburg. Nous avons donc ici un synclinal tertiaire pli-faillé recouvert par la lame chevauchante urgonienne d'Ober-Giesenen. La série normale de Fluh s'élève rapidement au N, jusqu'au sommet du *Gerihorn*, où elle recouvre une série renversée. Cette coupe correspond en tous points à celle que nous connaissons à l'W de la Kander et le pli de l'Elsighorn est évidemment le même que celui du Gerihorn.

La série redressée du Néocomien, de l'Urgonien et du Nummulitique de l'Aermighorn est la même que celle du First; le synclinal nummulitique, qui lui fait suite au N, n'est autre que celui du Collitschen et l'anticlinal du Stand se prolonge dans le pli-faillé d'Ober-Giesenen. Le synclinal d'Ober-Giesenen est le même que celui du Kirchhorn, car il sépare des éléments tectoniques rigoureusement semblables. Toutefois, les dimensions relatives des deux synclinaux, du Collitschen et du Kirchhorn d'un côté, de l'Aernighorn et de Ober-Giesenen de l'autre sont inversées. Ce synclinal d'Ober-Giesenen a pris une profondeur considérable, sa charnière étant au rocher de Fluh; le synclinal de l'Aermighorn forme par contre une cuvette peu profonde.

Il est clair d'autre part que l'Aermighorn se continue par la Dreispitz, comme M. GERBER (22) l'a indiqué.

L'axe du Kanderthal semble correspondre à une ligne anticlinale transversale, à partir de laquelle la chaîne s'abaisse vers le SW comme vers le NE. Les formations préalpines sont conservées dans une

même zone synclinale, qui se suit depuis le Metshorn par Ober-Giesenen jusque dans le Farnithal, où le Trias et le Jurassique préalpins sont pincés dans le Flysch des Hautes-Alpes.

M. DOUVILLÉ a distingué, dans les chaînes du S du lac de Thoune, trois unités tectoniques distinctes qui sont : un premier système Hautochtone, un second système BG ou nappe supérieure charriée et la nappe des Klippes K. La nappe K recouvre le système H et est recouverte elle-même par le système BG.

Cet auteur donne une photographie du rocher de *Fluh* près *Mittholz*, qui est sensée montrer le Malm de la nappe K s'étirer en biseau et finir en pointe dans les Schistes de Leimern. Or, j'ai constaté que le rocher de Fluh était formé par un calcaire à *Textilaria* de l'Urgonien supporté par le Néocomien du château de Felsenburg. Quant aux Schistes de Leimern que M. Douvillé signale au-dessus de ce soi-disant Malm, ils affleurent effectivement dans le Stegenbach, mais sont ici en superposition stratigraphique normale sur l'Urgonien.

Nous avons donc aux environs de Fluh une simple série de terrains haut-alpins.

M. DOUVILLÉ donne une grande importance au fait que la paroi de Fluh s'étire en fuseau au N et se lamine, mais, si l'on regarde la paroi du Giesenengrat, on voit qu'elle est formée par une succession de petites parois qui s'étirent en pointe, comme celle de Fluh, pour reparaître bientôt. M. Douvillé n'hésite cependant pas à considérer tout le Giesenengrat comme une zone unique, et il paraît, dès lors, évident que le rocher de Fluh est la continuation de cette arête.

Enfin, les débris de schistes nummulitiques que M. Douvillé a constatés au Bühlstuhl, et dans lesquels il voit le prolongement de la chaîne du Gerihorn (nappe H), appartiennent, comme M. Turnau l'a montré, à un grand éboulement descendu du Fisistock.

J'ai décrit, dans un paragraphe précédent, la localité de Auf der Höhe au N de Kandersteg, au pied du synclinal du Collitschen et montré que les calcaires gréseux et schistes qui s'y trouvent sont néocomiens et appartiennent au cœur des plis du Lohner et de l'Elsighorn. M. Douvillé, par contre, a cru y voir des schistes de Leimern qu'il raccorde avec ceux du rocher de Fluh. Il va sans dire que cette opinion ne peut pas être maintenue.

D'autre part le Jurassique de l'Ueschinenthal, représente le noyau du pli du Lohner, il n'appartient donc pas à la nappe K, pas plus du reste que les formations des hautes montagnes du versant N de la Blümlisalp qui font partie de la couverture normale du massif de l'Aar.

Le Gerihorn étant, comme je viens de le prouver, la continuation de l'Elsighorn et appartenant, comme celui-ci, à une digitation inférieure du pli du Lohner, la séparation entre les systèmes H et BG, telle que M. Douvillé l'a établie, ne peut être maintenue; la direction apparente NS du pli du Gerihorn doit s'expliquer par une intersection oblique à 45° de la paroi urgonienne.

Enfin, de ce qui précède, il résulte que dans le Kanderthal aucune des formations attribuées par M. Douvillé aux terrains préalpins (nappe K) sous-jacents au pli de l'Elsighorn n'appartient en réalité à ces terrains; l'on peut voir, par contre, du côté de l'Engstligenthal, la superposition manifeste des sédiments préalpins sur ce même pli de l'Elsighorn que M. Douvillé attribue, avec la Standfluh, à son système BG.

J'ai également signalé que le Wildflysch repose normalement et en concordance sur les schistes de Leimern et la superposition stratigraphique simple du premier sur le second ne me paraît pas faire de doute malgré la discordance probablement locale que M. Douvillé a observée à Habkern.

En résumé, les vues de M. DOUVILLÉ ne me paraissent plus admissibles car je crois avoir suffisamment démontré :

1. que la séparation du système H et BG est arbitraire;
2. et que la nappe K repose sur le système BG au lieu de s'insérer entre lui et le système H.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

Dans ce résumé final je me propose de passer en revue les grandes lignes qui se dégagent de l'étude de détail que nous venons de faire. Je montrerai que les formations haut-alpines donnent naissance à un grand ensellement transversal d'une largeur de plus de 15 km., et que c'est à l'endroit le plus

profond que les couches préalpines sont le plus épaisses, je traiterai ensuite des formations préalpines elles-mêmes et tâcherai de les raccorder avec les zones de MM. Sarasin et Collet (24). Finalement j'examinerai les deux théories qui servent actuellement à l'explication de l'origine des préalpes (plis autochtones ou nappes) en considérant laquelle concorde le mieux avec le caractère tectonique de notre région.

C'est sous forme d'une série normale plongeant au NW qu'apparaît le socle haut-alpin dans la région d'Achseten (voir profil III). Cette série normale s'élève rapidement et longitudinalement vers le NE, forme la Schnittenfluh (profil IV) et atteint sa plus grande hauteur à l'Elsighorn (fig. 18) où l'on peut constater qu'elle appartient à une digitation inférieure du pli du Lohner; elle se relie à celui-ci par un vaste synclinal digité qui contient les formations préalpines. Peut-être faut-il voir dans la région de Habkern la prolongation de ce synclinal, et les klipptes de Giswyl et du Stanzerhorn occuperaient une position analogue à celle des formations préalpines de l'Engstligenthal toujours par rapport aux chaînes à faciès helvétique qui leur servent de soubassement.

Le pli de l'Elsighorn s'enfonce longitudinalement au SW et disparaît ainsi dans toute la région comprise entre Adelboden et la Lenk sous les formations préalpines (peut-être pourtant le Wildflysch haut-alpin émerge-t-il par places). Mais, dans le Haut-Simmenthal le Nummulitique revient à la surface en amont d'Oberried et près de la Lenk; et plus loin, vers l'W, l'axe du pli se relevant toujours, se développe la grande voûte de l'Iffigenberg, tandis que d'autres plis haut-alpins, plus externes, émergent par places sous le manteau préalpin.

Au NE comme au SW, les formations à faciès helvétique s'enfoncent longitudinalement sous la région Hahnenmoos¹-Pommerngrat² en donnant naissance à un ensellement transversal, dont le maximum de profondeur se trouve entre le Hahnenmoos et le Höchst. Les formations préalpines de cette région reposent presque entièrement sur les Hautes-Alpes comme le montrent clairement les affleurements nummulitiques de la vallée de la Lenck.

¹ Col entre Adelboden et la Lenk.

² Arête au SSE du Hahnenmoos.

Je passe maintenant au coup d'œil d'ensemble sur les formations préalpines de l'Engstligenthal. Sur la rive gauche du torrent à la base de la chaîne du Niesen s'étend une zone continue de terrains jurassiques en série normale comprenant tous les termes entre le Lias et le Malm et qui se relie directement à celle du Geilsbach indiquée dans le profil II de MM. SARASIN et COLLET (24).

Sur le flanc E de la vallée, des lambeaux de terrains jurassiques, en succession normale, couvrent la pente et se terminent vers le haut par une zone de Malm qui s'étend de Wenig par la Bonderalp jusqu'au Metschhorn où elle se dédouble. Cet ensemble continue le pli supérieur du Höchst et montre vers sa bordure SE un repli secondaire d'Oxfordien et de Malm. Là aussi les affleurements de Malm sont discontinus, comme déchirés par un laminage intense en paquets disjoints, plus ou moins enfoncés dans les marnes oxfordiennes.

Le profil de Wenig nous a démontré que le Malm entourait l'Oxfordien en simulant une charnière anticlinale au SE (profil I) ce qui ressort déjà suffisamment du profil I de MM. SARASIN et COLLET (24). D'autre part, le profil du Metschhorn (profil III) nous montre des écailles normales d'Oxfordien et de Malm enfoncées au SE dans le Tertiaire haut-alpin, disposition qui rappelle exactement celle constatée par MM. SARASIN et COLLET aux Gorges de la Simme et qui est, sans doute, en relation avec l'élévation considérable du pli haut-alpin.

Il y a donc eu sur les deux bords du synclinal transversal haut-alpin des phénomènes analogues; l'élévation rapide du soubassement a occasionné, dans ces directions, à la fois, un rabotage de la base des plis préalpins et un écaillage de leur partie supérieure.

Si l'on chemine du NE vers le SW, d'Elsigen au Hahnenmoos, on constate que les plis représentés d'abord par de simples écailles, développent de plus en plus l'épaisseur des différents termes dont ils sont constitués (voir les profils IV, III, II, I); ces plis prennent de plus amples proportions à Brandegg et à Wenig et finalement dans la région du Höchst. Au Pommergrat, MM. SARASIN et COLLET (24) ont constaté l'existence de plusieurs plis superposés (voir les profils I, II, III, IV de ces auteurs, 24), et comme cette dernière région correspond à la partie la plus profonde de l'ensellement transversal, il est intéressant

de constater que c'est précisément en ce point qu'il y a eu accumulation de formations préalpines et surtout de terrains relativement anciens tels que le Lias et le Dogger, tandis que l'Oxfordien et le Malm y sont relativement peu abondants.

Trois faits sont donc définitivement établis :

1. LA RÉGION ENTRE L'ELSIGHORN ET L'OBERLAUBHORN CORRESPOND A UN ENSELLEMENT TRANSVERSAL DES CHAINES A FACIÈS HELVÉTIQUE.

2. LES FORMATIONS PRÉALPINES SONT EN RECOUVREMENT GÉNÉRAL ET SOUVENT SUR UNE LARGEUR CONSIDÉRABLE SUR LES PLIS HAUT-ALPINS.

3. LES TERMES LES PLUS ANCIENS DE CES FORMATIONS PRÉALPINES SE TROUVENT ACCUMULÉS DANS LA PARTIE LA PLUS PROFONDE DU SYNCLINAL HELVÉTIQUE TRANSVERSAL et à mesure que nous nous élevons sur les deux bords de ce synclinal ces termes anciens disparaissent tandis que les termes relativement récents, surtout l'Oxfordien et le Malm, viennent en contact intime avec le tertiaire haut-alpin.

Cette tectonique semble indiquer que LES FORMATIONS PRÉALPINES RECOUVRAIENT LES HAUTES-ALPES DANS LA RÉGION CONSIDÉRÉE LORS DES DERNIERS MOUVEMENTS OROGÉNIQUES DE CELLES-CI; qu'elles se sont comportées vis-à-vis des formations hauts-alpines comme une série normale, et que replissées sur elles-mêmes elles simulent aujourd'hui des têtes anticlinales plongeant au SE pincées dans le Wildflysch.

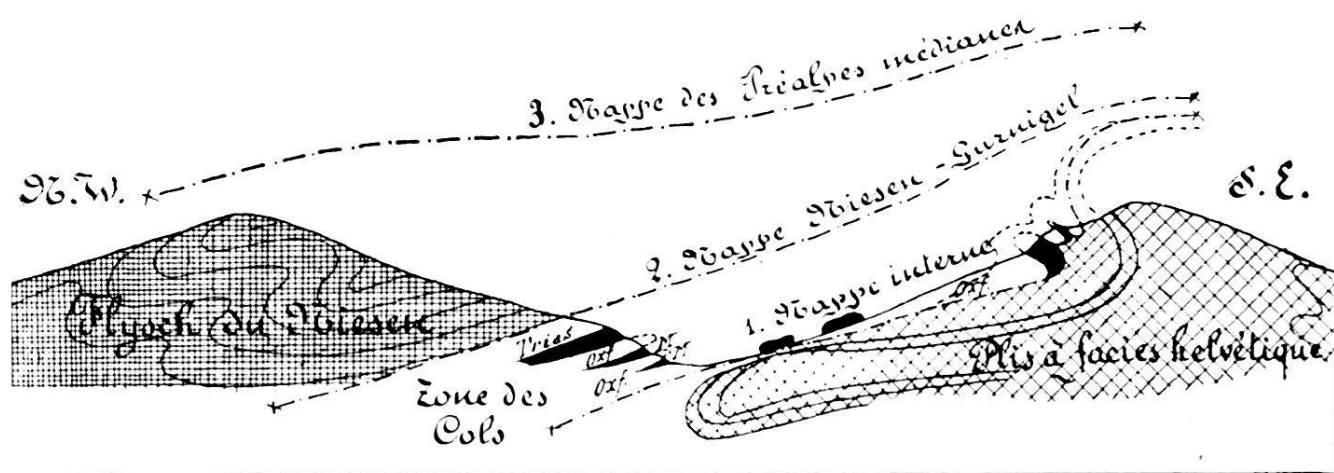
Examinons, pour terminer, comment ces faits s'accordent avec les HYPOTHÈSES SUR LA GENÈSE DES PRÉALPES. Je crois inutile d'examiner la notion des PRÉALPES AUTOCHTONES qui paraît bien difficile à soutenir encore aujourd'hui après les constatations nombreuses faites dans ces dernières années, quoique M. ROLLIER (30) ait cherché, tout récemment, à lui redonner une nouvelle vigueur. Je dois pourtant remarquer que la présence, dans la zone des cols, de plis couchés au SE et s'amorçant sous la zone du Niesen semble, à première vue, fournir une confirmation à cette ancienne manière de voir.

Mais tout récemment MM. SARASIN et COLLET (28) ont donné dans une courte notice une explication de cette apparente anomalie dans la notion des nappes préalpines ¹ en fai-

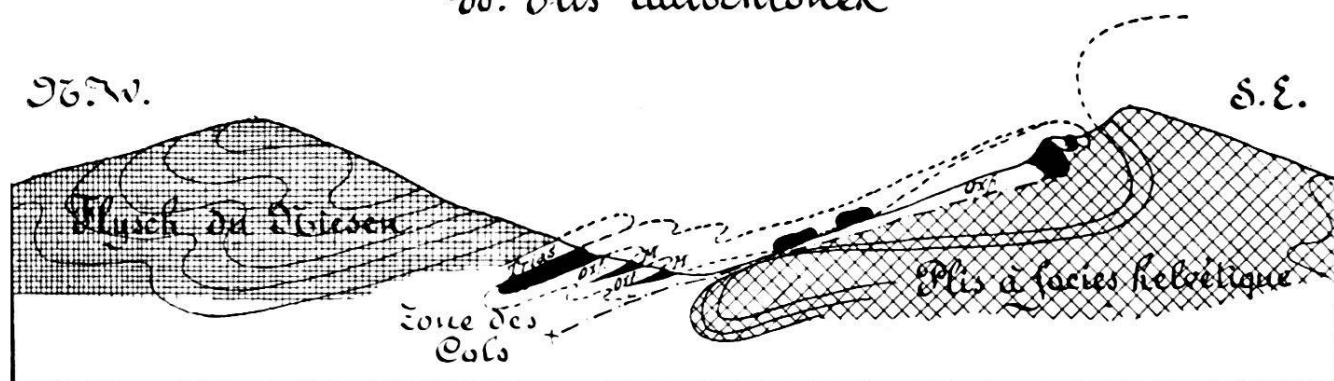
¹ Je donne (fig. 19 b) un schéma qui composé avec (fig. 19 c) montre que le détail de la zone interne reste le même par l'explication ancienne de plis

La zone des Cols considérée comme:

A. D'apage de charriage indépendante



B. Plis autochtones



C. Digitation des Préalpes médianes

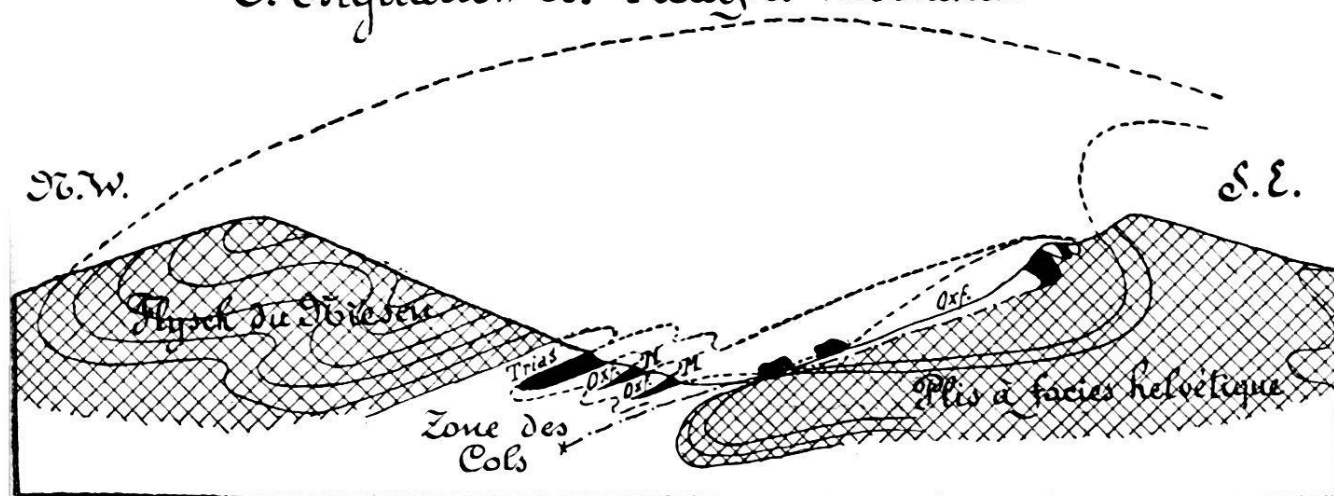


FIG. 49.

sant cadrer une série d'observations personnelles avec le grand phénomène de charriage indubitablement admis.

Voyons tout d'abord comment mes observations se raccordent avec les profils généraux de MM. SCHARDT et LUGEON et ensuite avec ceux de MM. SARASIN et COLLET qui en diffèrent par quelques modifications.

La théorie de MM. Schardt et Lugeon peut expliquer les faits d'observation directe que je crois avoir établis d'une façon suffisamment rigoureuse dans le présent travail (voir fig. 19, schéma *a*). Mais pour cela il faut nécessairement faire intervenir dans la nappe chevauchante formant la zone interne une série normale et une série renversée. La première serait représentée par les affleurements jurassiques de la base du Niesen, dont les replis à la Choleren-Schlucht s'expliquent par leur position en avant du front de la digitation haut-alpine et par la rupture d'équilibre qui découlant de cette position a pu amener un écaillage. La série renversée dans son mouvement de translation vers le N se serait enfoncée dans le synclinal helvétique longitudinal et grâce à cette circonstance aurait échappé à l'action laminante de la série normale qui cheminait sur elle; par contre cette série renversée a disparu totalement vers le front des digitations haut-alpines, où le laminage a dû atteindre sa plus grande force et a affecté non seulement la série renversée, mais aussi la plus grande partie des termes inférieurs de la série normale. C'est ainsi qu'on peut voir, aux environs d'Achseten, l'Oxfordien et le Malm normaux en contact presque direct avec le Néocomien. Dans les parties les plus profondes de l'ensellement transversal la série renversée doit avoir de plus amples proportions et ceci correspond également aux faits. Il est clair d'autre part que les replis synclinaux de cette série renversée ne peuvent se présenter aujourd'hui à nos observations que comme des pseudo-anticlinaux à têtes plongeant au SE et il faut donc se garder d'attribuer à ces têtes anticlinales dirigées au SE une valeur qu'elles n'ont peut-être pas. Elles seraient dans cette théorie un phénomène connexe et indispensable du développement de grandes nappes.

amorcés au NW et celle nouvelle introduite par MM. SARASIN et COLLET. C'est pour cela que ces deux auteurs ont longtemps mis en doute les charriages préalpins.

Le profil du Höchst établi par MM. Sarasin et Collet (24, profil II, Höchst) présente une objection importante à cette manière d'envisager les nappes. Ces auteurs ont en effet montré la liaison intime de la série normale de la base du Niesen avec les têtes anticlinales plongeant au SE et dès lors il semble démontré qu'il ne peut y avoir de bord radical dans la zone des cols. En cherchant à mettre ce profil d'accord avec la notion des nappes de charriage préalpines, MM. Sarasin et Collet¹ sont arrivés à la conception suivante : **La zone du Niesen serait la couverture anticlinale du pli du Lohner**, comme l'a déjà supposé M. DOUVILLÉ (8, 16) en 1903 et la zone des cols représenterait une **fenêtre** ouverte dans les terrains haut-alpins et jusque dans les formations préalpines pincées en un profond synclinal couché entre le pli du Lohner-Niesen et les plis haut-alpins sous-jacents. Toutes les formations préalpines de la zone interne appartiendraient à une nappe inférieure à celle des Préalpes médianes conservée dans un synclinal haut-alpin et comme enroulée autour de l'anticlinal plongeant du Niesen. Cette manière de voir est d'accord avec le fait que dans la zone des cols on rencontre les mêmes faciès que dans la zone externe des Préalpes, et non les faciès de la zone des Gastlosen et des Spielgärten. Elle explique aussi le fait que le Flysch du Niesen et celui de la zone Pléiades-Gurnigel, que veulent raccorder MM. SCHARDT et LUGEON, diffèrent absolument par la nature des galets cristallins qu'ils contiennent (voir 5), tandis que le Flysch du Niesen se rapproche bien plutôt du Wildflysch haut-alpin. En outre la disparition de la zone du Niesen au SW de la vallée du Rhône se comprend très naturellement, si l'on considère le retrait des plis haut-alpins supérieurs qui devaient constituer le cœur de cette énorme masse de Flysch.

Il nous resterait à donner maintenant une conclusion satisfaisante basée sur les faits observés. Or si le lecteur examine avec la plus scrupuleuse impartialité les observations relevées dans le présent travail, il arrivera sans doute à la même conclusion que nous-mêmes, c'est que dans la région considérée la question ne peut pas être tranchée. Si l'on se place au

¹ On trouvera cette théorie développée en détail dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* (29). MM. Sarasin et Collet donnent à la page 588 une coupe schématique à travers les Préalpes internes dans le Haut-Simmenthal et ils trouvent d'autre part une nouvelle confirmation de leur théorie dans un profil passant par le Chamossaire (p. 600).

point de vue de l'observation directe des détails de la tectonique, il semble que la théorie ancienne de plis autochtones satisfasse entièrement les relations que nous avons constatées entre les Hautes-Alpes et les Préalpes.

D'un autre côté l'esprit ne peut être que charmé par les magistrales vues synthétiques des SCHARDT, des LUGEON, des STEINMANN, des TERMIER, et s'il subsiste quelques difficultés à expliquer par la théorie des nappes de charriage sous sa forme actuelle certains détails de notre tectonique, cette théorie ne peut être modifiée si facilement, car elle est protégée par l'ampleur même de ses conceptions.

ERRATUM

A la page 190 de la précédente livraison, dernière ligne de la note, au lieu de *précise le nom de la Douve*, il faut lire : *précède le Plan de la Douve*.

Explication des couleurs.

Faciès helvétique.

Faciès préalpin.



Wildflysch.



Schistes de Lœm.
Nummulitique
inférieur.



Urgonien.



Néocomien.



Quaternaire.



Moraines.



Eboules et
éboulements.



Flysch du
Niesen.



Malm.



Callovien.
(Dogger).



Lias moyen.



Rhetien.

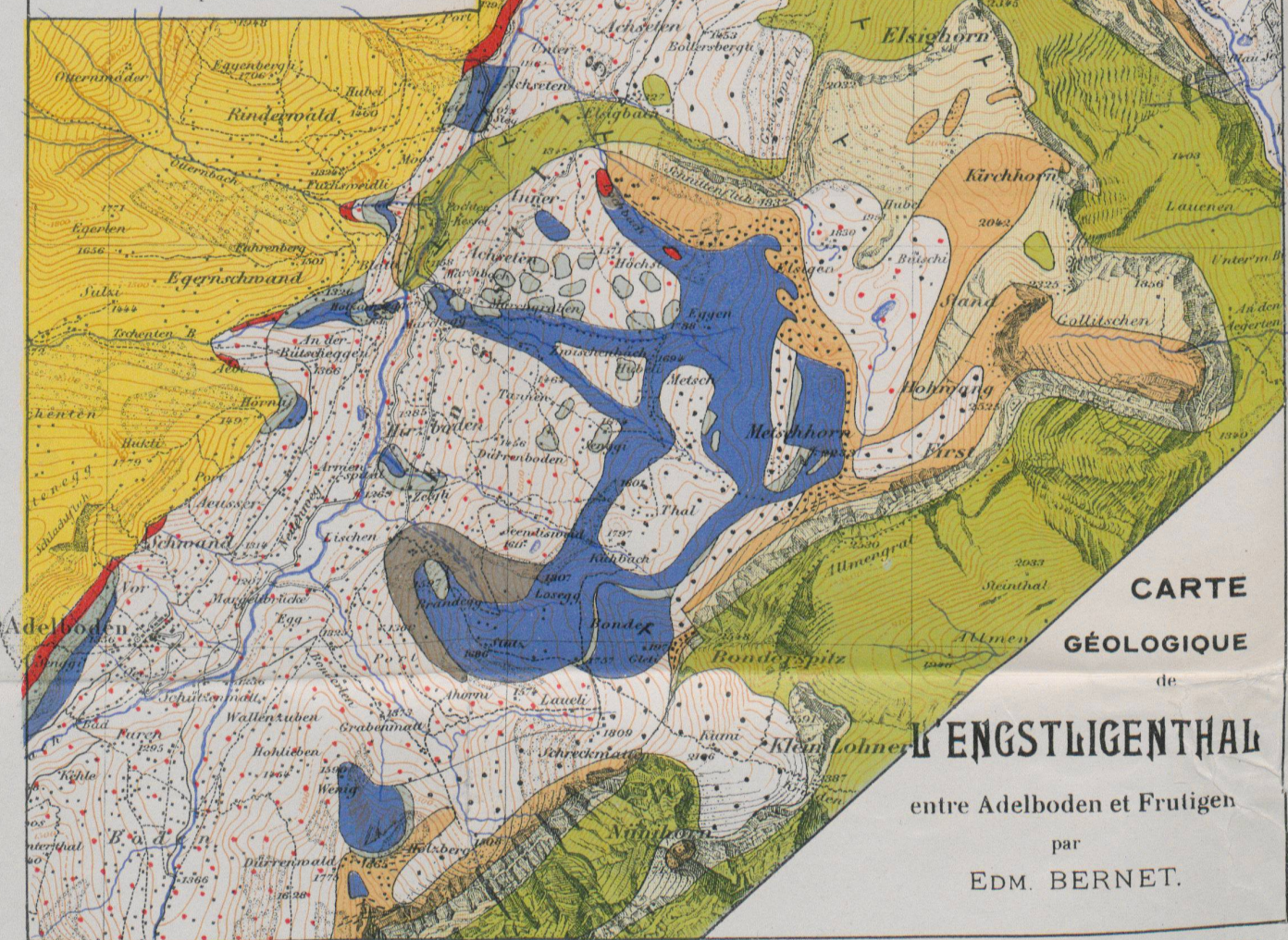


Trias.

Massstab 1:50000

0"001 für 50 Meter

Equidistanz 30 Meter



CARTE

GÉOLOGIQUE

de

ENGSTLIGENTHAL

entre Adelboden et Frutigen

par

EDM. BERNET.

Reproduction faite avec l'autorisation du Service topographique fédéral.

LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

