

1re partie, Stratigraphie

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

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

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

I^{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 roulantes, 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 numulitique du nord des Alpes.

Les coupes d'*Orthophragma* sont nombreuses. L'une d'elle, transversale, rappelle, d'une façon remarquable, un croquis donné par M. SCHLUMBERGER d'*Orthophragma 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.

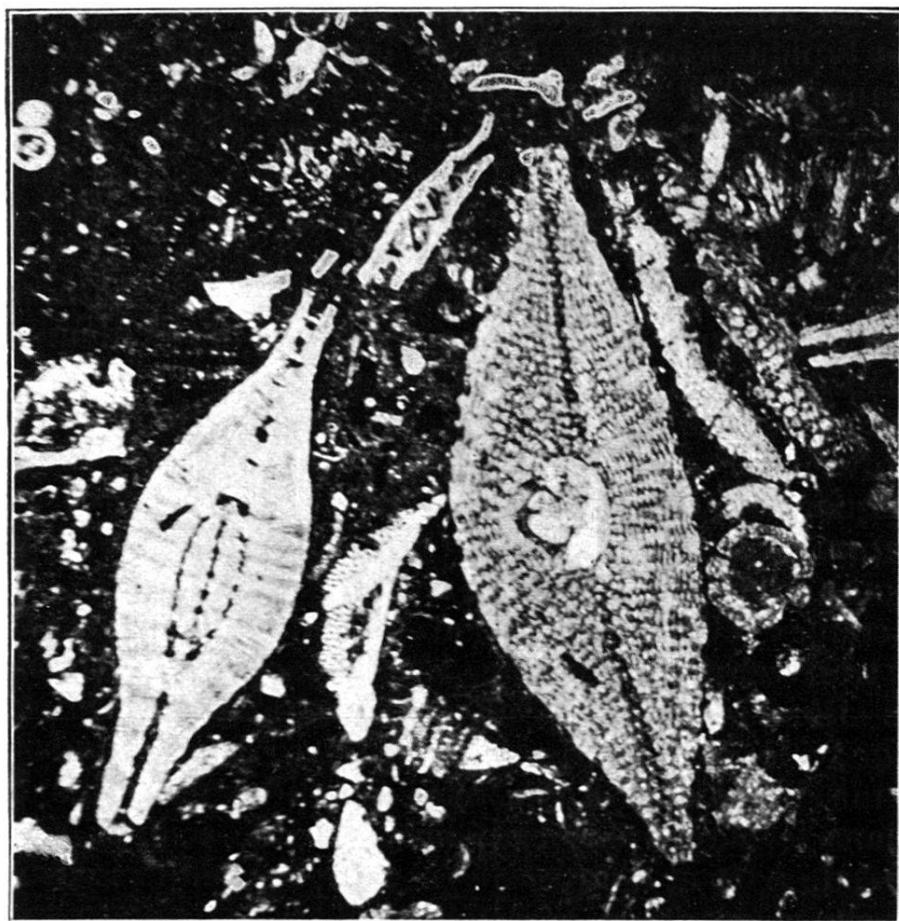


FIG. 1. — Calcaire à Lithothamnium
de la Schnittenfluh, Orthophragmina Martha. $\frac{49}{1}$.

■ *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.

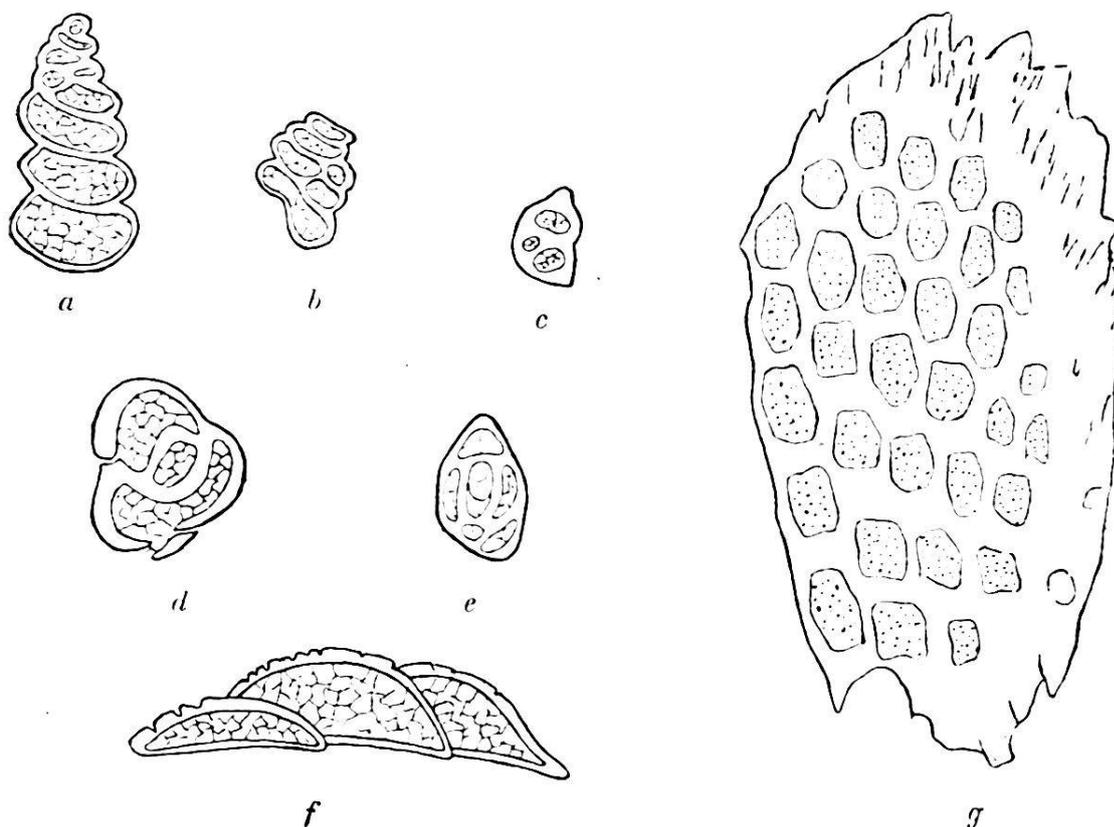


FIG. 2. — Calcaire à Lithothamnium de la Schnittenfluh.

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. *Wildflisch*. — 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

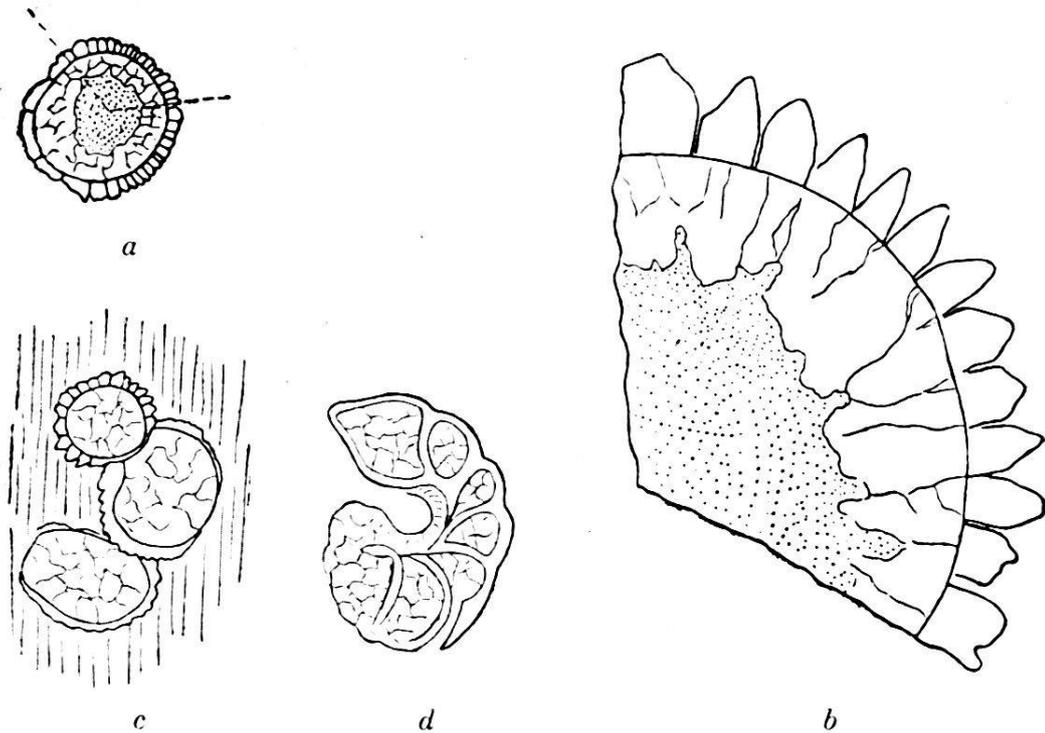


FIG. 3. — Schistes à Globigerines du Bondergrat.

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 stratigraphique¹. 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 *Gryphæa 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 Choleren-Schlucht, 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*

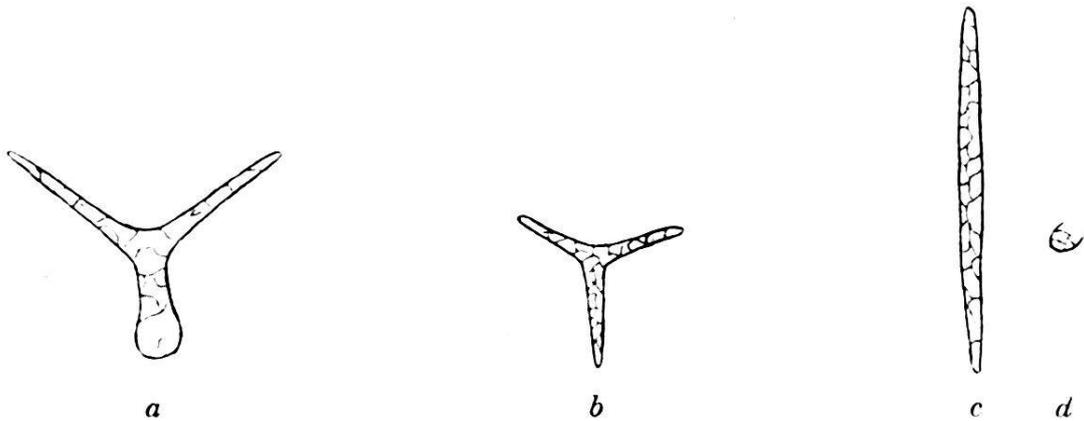


FIG. 4. — Calcaire rhétien du ravin de Losegg.

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 quartzueux 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 écailles 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 désagrégant en délits 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 écailles. 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 *Gletli*, 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 compactes, 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 Seeewisweidi.	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
Rhacophyllites tortisulcatus	*						*					
Rh. tortisulcatus?											x	x
Rh. Kobyi			x									
Rh. sp.?	x										x	
Oppelia trimarginata.							x					
» Richei	x	x										
Perisphinctes Bernensis	*						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. × 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 reparait 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

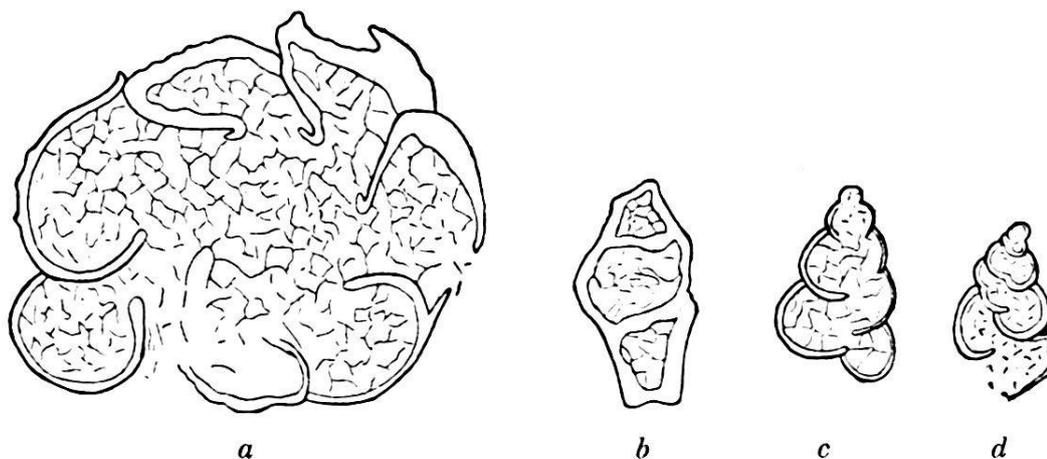


FIG. 5. — Crétacique supérieur du Hahnenmoos.

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 grésoschisteuse, 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 $1/100\ 000$, 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, Bélemnite 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 grésoschisteux 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. Quoiqu'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 Wallenstuben, 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. BRÜCKNER¹ l'a indiqué, par un glacier dont les moraines de *Laue*li 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.