

B10 II 90,053/74,1

GÉOLOGIE DES VOIRONS

PAR

AUGUSTIN LOMBARD

DR. ÈS-SCIENCES
PRIVAT-DOCENT A L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

AVEC 38 FIGURES, 5 PLANCHES
ET 4 TABLEAUX

Ausgegeben am 29. Juni 1940

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXXIV, Abh. 1.

Vol. LXXIV, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen
(Präsident Prof. Dr. E. LUDWIG, Pestalozzistr. 20, Basel) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1940

GÉOLOGIE DES VOIRONS

PAR

AUGUSTIN LOMBARD

DR. ÈS-SCIENCES

PRIVAT-DOCENT A L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

AVEC 38 FIGURES, 5 PLANCHES
ET 4 TABLEAUX

Ausgegeben am 29. Juni 1940

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXXIV, Abh. 1.

Vol. LXXIV, Mém. 1.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen
(Präsident Prof. Dr. E. LUDWIG, Pestalozzistr. 20, Basel) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1 9 4 0

BIO II 90,053/74,1

**OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum**

Inv. 1997/1807

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avant-Propos	V
Introduction .	1
I. Les Voirons	1
II. Le Vouan	2
III. Historique	2
IV. Divisions de l'ouvrage	4
V. Notations	4
1 ^{ère} PARTIE - STRATIGRAPHIE	
Chap. I. La molasse chattienne autochtone	7
Chap. II. La molasse stampienne subalpine	8
1° La molasse grise	8
2° Complexe des marnes à Cyrènes et des grès à poudingues polygéniques .	10
A. Les marnes à Cyrènes	10
B. Grès à micropoudingues polygéniques	11
C. Schistes argileux	13
3° Comparaisons	13
4° Ages des termes de l'Oligocène du Bassin d'Evires	16
5° Comparaisons entre les Bassins d'Evires et de Genève	16
6° Généralités	17
Chap. III. Les micropoudingues éocènes de Bellevue	18
Chap. IV. Nappe des Préalpes Externes	20
1° Terrains mésozoïques	20
A. Lias	20
B. Argovien	21
C. Séquanien	23
D. Kimeridgien	25
E. Portlandien	26
F. Jurassique indéterminé	27
G. Berriasien (?)	27
H. Valanginien (?) .	28
I. Hauterivien inférieur (?)	29
J. Hauterivien supérieur - Barrémien .	29
K. Albien	32
L. Sénonien - Turonien	32
M. Généralités, Conclusions, Comparaisons.	33
2° Nummulitique	33
A. Introduction	33
B. Série des Grès des Voirons	33
a) Description, affleurements, faune	33
b) Age des grès .	48
c) Comparaisons, généralités	51
C. Série des conglomérats de Pralaira	52

	Page
D. Série des conglomérats et grès du Vouan	54
a) Généralités	54
b) Composition lithologique des conglomérats, grès et marnes	55
c) Faune et âge .	58
d) Comparaisons	59
E. Relations entre les séries des Voirons, de Pralaira et du Vouan. Le problème de la nappe du Niesen au Vouan	60
F. Flysch marneux ou flysch de base	62
a) Descriptions, affleurements	62
b) Age, relations avec la série du Vouan; comparaisons	64
3° Quaternaire	65
A. Glaciaire	65
B. Formations alluviales	67
C. Dépôts récents	67
D. Glissements de terrain	67
E. Cônes de déjection	70
F. Sources, marais, tuf	70
G. Matières exploitables	71
2 ^{ème} PARTIE TECTONIQUE	
Chap. I. La Nappe des Préalpes Bordières ou Externes	73
A. Les grès nummulitiques	73
B. Le flysch de base	76
C. Ecailles mésozoïques et nummulitiques	77
a) Quelques coupes naturelles (torrents, etc.)	77
b) Trains de lames mésozoïques et écailles de grès nummulitiques	85
Chap. II. Lentilles de conglomérats polygéniques éocènes de Bellevue. Le contact des Préalpes externes sur la molasse subalpine	88
Chap. III. Molasse subalpine	90
A. Quelques affleurements	90
B. Décrochement de la Chandouze, compartiment de Lucinges	93
C. Promontoire de Langins	94
3 ^{ème} PARTIE MORPHOLOGIE	95
4 ^{ème} PARTIE - GÉNÉRALITÉS	
Chap. I. L'origine des Voirons. Relations tectoniques avec les Préalpes avoisinantes	99
Chap. II. Relations tectoniques avec l'autochtone	101
1° Les dislocations de la molasse .	101
2° Les dislocations du Jura	101
3° Relations entre ces divers accidents .	102
4° La molasse subalpine dans la vallée de l'Arve	105
5° Le Salève et la notion d'anticlinal principal	105
6° Chronologie	106
7° Hypothèse des mouvements actuels	107
Bibliographie	108
Tables des figures	111
Planches	
Tableaux	

AVANT-PROPOS

L'étude géologique régionale de la Haute Savoie et particulièrement celle du bassin de l'Arve a fait grands progrès depuis quelques décades. Les Universités de Genève, Grenoble et Lausanne ont envoyé des géologues qui, peu à peu, ont exploré de manière détaillée le territoire couvert par la feuille «Annecy» de la carte au 1:80 000 et les régions limitrophes de la feuille «Thonon».

Il subsistait encore une lacune dans le Faucigny, lacune que nous nous sommes proposé de combler. Tel est le but du présent travail. Il s'agit du massif des Voirons et de ses alentours immédiats: le Vouan au Sud et le Mont Macheret au Nord.

Nous n'avons certes pas la prétention d'avoir épuisé un sujet aussi complexe. Les Voirons comportent un territoire facile d'accès mais d'exploration malaisée, encombré de végétation, aux pentes couvertes d'éboulis et dont les replats sont envahis de dépôts glaciaires ou récents. Les affleurements sont petits et espacés, sauf pour les grès molassiques ou ultrahelvétiques; ceux-ci sont par contre altérés en surface et présentent peu de coupes fraîches.

Il en résulte une géologie de caractère assez particulier, familière aux géologues préalpins, monotone dans son ensemble mais variée dans le détail. Les synthèses résultent d'une foule d'observations isolées et minutieuses, reliées entr'elles avec la plus grande prudence.

A ceci s'ajoutent les effets d'une tectonique de déferlement qui a laminé à l'extrême l'ancien substratum mésozoïque et l'a réduit à l'état de lentilles étirées et dispersées.

On comprendra désormais pourquoi certains problèmes restent encore insolubles, et pourquoi des doutes planeront encore longtemps sur plusieurs questions. Il faut dans bien des cas savoir décrire et observer sans chercher à expliquer, sans vouloir conclure.

Cette étude détaillée a été entravée par l'absence d'une carte topographique à grande échelle. Nous avons tenté d'y suppléer par des levés expéditifs, notamment à Montauban et dans la région de Lucinges. Pour le reste, la base utilisée est celle de la carte de l'Etat-Major au 1:50 000.

Nous considérons l'étude des Nummulites et des Orbitoïdes des grès des Voirons comme un gros obstacle. La paléontologie de ces microfossiles est une science complexe et seuls quelques spécialistes semblent actuellement en saisir les données. Une littérature abondante, touffue et parfois contradictoire exige une culture qui n'est pas la nôtre. Aussi n'avons-nous qu'amorcé le problème, laissant à de plus compétents que nous le soin de poursuivre les déterminations ou d'en faire l'étude critique.

Nous nous sommes placés du point de vue du géologue, pour qui les faunes permettent de dater et de paralléliser les terrains.

Nous tenons à exprimer en tête de travail la reconnaissance très vive que nous avons pour le Professeur L. COLLET. Il a saisi d'emblée l'intérêt que pouvait offrir cette étude, nous a engagé à la faire et n'a cessé de faciliter notre travail par tous les moyens possibles.

Grâce à de fructueuses discussions avec le Professeur PARÉJAS, nous avons pu préciser et appliquer ici ses notions alors inédites sur les poussées transversales à travers l'avant pays autochtone. MM. GAGNEBIN, TERCIER et RUTSCH m'ont fait profiter de leurs connaissances des Préalpes et de la Molasse. Que tous trouvent ici l'expression de nos sentiments de gratitude.

Nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin nous ont aidé dans ce travail. En tout premier lieu nous pensons aux membres de la Commission des Mémoires de la Société helvétique des Sciences Naturelles qui nous ont fait l'honneur de faire paraître notre étude géologique dans cette belle publication. Grâce à eux nous avons pu lui donner une extension sans cela impossible à réaliser, notamment en ce qui concerne l'iconographie.

La Faculté des Sciences de l'Université de Genève a décerné à ce travail le Prix Plantamour-Prévoist.

VILLETTE, Décembre 1939.

A. LOMBARD

INTRODUCTION

I. Les Voirons

Le massif des Voirons limite au levant l'horizon de Genève. Sa silhouette basse et allongée fait suite à celle du Salève dont elle diffère toutefois par ses versants boisés et son relief beaucoup moins vigoureux.

Vu de Lausanne ou de quelque sommité des Préalpes vaudoises, les Voirons se présentent différemment. Leur structure géologique se pressent dans ce cône aplati et asymétrique. Son versant Est est peu incliné, alors que les pentes occidentales sont plus abruptes et coupées par des plateaux d'où surgissent quelques dorsales appartenant aux écaillés mésozoïques.

Le terme de Voirons s'applique à la partie la plus importante de l'entité tectonique des Préalpes Bordières située entre la Dranse et l'Arve. Il faut encore rattacher à cette nappe le Vouan, le Mont Macheret, la Pointe de Targaillon jusqu'au Col de Cou et aux Allinges. De toutes ces montagnes, les Voirons et le Vouan sont les plus intéressantes et c'est naturellement sur elles que se concentrera notre étude.

Quelques itinéraires d'exploration à Targaillon, au Macheret et dans les collines à l'Ouest de Bogève nous ont montré que l'on est dans du flysch ultrahelvétique monotone, d'un faciès voisin de celui de la série gréseuse des Voirons. Ses particularités stratigraphiques et tectoniques n'apportent aucun argument capital infirmant ou s'opposant aux conclusions que nous avons tirées de l'étude des Voirons-Vouan. Il était indispensable toutefois de les étudier pour en connaître la tectonique et pour compléter nos profils entre le Vouan et le Trias des Préalpes Médiannes.

Les Voirons s'allongent Nord-Sud, du col de Saxel à la vallée de la Menoge. Cette vallée les limite encore à l'Est et au Sud, alors qu'à l'Ouest ils cessent au contact de la plaine glaciaire lémanienne.

Leur crête terminale est sensiblement horizontale entre le sommet Nord (point culminant du massif à 1486 m) et le sommet Sud ou Pointe de Pralère (Pralère sur la carte d'état-major française) à 1442 m.

Du sommet Nord la crête s'abaisse rapidement vers le col de Saxel, alors que vers le Sud cette dorsale s'incurve progressivement au Sud-Est puis à l'Est, pour plonger sous la Menoge à Pont-Morand.

Le versant Ouest consiste en deux talus, celui de la crête terminale et celui de Lossy-Montauban-Langins, interrompus par le long plateau de Lucinge-Armiaz. C'est le versant habité et cultivé.

Le versant Est est moins accidenté. Il consiste en grandes pentes ravinées qui s'inclinent vers la Menoge. Elles sont presque désertes et couvertes d'épaisses forêts.



Fig. 1. L'extrémité méridionale des Voirons vue de la Pointe des Brasses.

Au premier plan, la vallée du Foron de Bogève. Une tache blanche dans la forêt est due au Lias calcaire de la vallée de Bogève sur la rive gauche et droite du torrent.

Au second plan, le crêt boisé des Collines du Vouan au delà desquelles se profile la Pointe (!) de Pralaira. Les prairies s'étendant sur les pentes des Voirons s'arrêtent à la limite supérieure de la moraine des versants.

Entre le Vouan et les Voirons, la coupure de la Vallée de la Menoge.

Plus loin à gauche, le Petit Salève et le col de Monnetier. Au-devant se détache le coteau de Monthoux et le détroit compris entre les Voirons et la base du Salève.

Au fond, le lac et le Jura.

II. Le Vouan

Le chaînon interne qui succède parallèlement aux Voirons à l'Est se nomme le Vouan. Il est bordé au Sud et à l'Est par le Foron de Bogève, à l'Ouest par la Menoge. Il passe insensiblement au nord dans les collines qui séparent les vallées de Boège et de Bogève.

Au levant, le Vouan est couvert de pentes cultivées ou boisées, alors qu'à l'Ouest il domine la vallée de la Menoge de parois rocheuses arides.

III. Historique

Le premier géologue qui ait décrit les Voirons est H. B. DE SAUSSURE (1) dans ses *Voyages*. Il considère la montagne comme presque entièrement formée de grès à «gluten» calcaire sauf des bancs de calcaires au-dessus de Lucinges et non loin de la Servette.

DE LUC (2) en 1800, extrait des *Aptychus* de la carrière de Lucinge¹, nommée plus tard carrière d'Hominal.

ELIE DE BEAUMONT (6) assimile au grès vert et à la craie les couches à Fucoïdes des Voirons. BOUÉ (7) énumère les divers terrains alors connus dans la montagne. J. A. de LUC (8) publie une note sur la formation calcaire des Voirons et l'attribue à l'Oxfordien. BOUÉ (10) signale la présence de petites Nummulites dans les grès de la partie supérieure de la montagne. DE BUCH (11) cite les Voirons dans son étude sur les Caractères distinctifs des couches du Jurassique supérieur dans le midi de l'Europe.

¹ Lucinge s'écrit avec ou sans s.

STUDER, en 1827 (5) suppose le premier que les Voirons sont la prolongation du Gurnigel et des Pléiades. Il confirme cette manière de voir dans sa «Géologie de la Suisse» (15). ALPHONSE FAVRE, dans ses «Recherches», reproduit un profil de STUDER, à notre avis remarquable car il rattache déjà le Vouan aux Voirons, point de vue sur lequel reviendront plusieurs géologues dans la suite et que nous maintenons ici.

ALPHONSE FAVRE publiera en 1848 puis en 1849 (13 et 14) un bref mémoire signalant pour la première fois des débris de poissons dans le Néocomien. Cette découverte sera reprise plus tard par PICTET qui la développera (18) dans un ouvrage demeuré célèbre. DE MORTILLET (16) s'occupe plus particulièrement de la tectonique de la montagne. ALPHONSE FAVRE reproduit une coupe extraite de cet ouvrage dans les planches accompagnant ses «Recherches Géologiques».

ALPHONSE FAVRE, dans ses fameuses «Recherches Géologiques» (20) décrit les Voirons avec l'acuité d'observation et la précision qui lui sont coutumières. Son étude résulte d'un itinéraire linéaire consistant à traverser la montagne de l'Ouest à l'Est, de la Chandouze aux Hivernages, puis d'Hominal au Pralaira et au Vouan. Il remarque la structure singulière des terrains parcourus. Le Jurassique et le Crétacé recouvrent des grès évidemment tertiaires qu'il rattache à la Molasse. Il découvrira les très petits affleurements d'Hauterivien supérieur-Barrémien disséminés dans le Nord de la chaîne et les Nummulites qui pétrissent un banc intercalé dans les conglomérats sous Pralaira. Ce dernier endroit est très escarpé et se trouve hors des itinéraires courants. C'est pourquoi pendant longtemps encore on contestera sa découverte, faute de connaître ce gisement unique et sa voie d'accès.

Il découvrira encore des Nummulites au Vouan et des Ammonites dans les marno-calcaires valanginiens de la lame n° 1 du Fenil qui depuis n'en a jamais plus donné.

Plus tard, DOUXAMI s'intéressera aux Voirons et publiera des observations originales au cours des revisions successives de la carte géologique au 1:80000° de la France. Reprenant l'itinéraire d'ALPHONSE FAVRE, il remonte la Chandouze et note la Molasse rouge. Il mentionne des intercalations de gypse et de calcite que nous n'avons malheureusement pas retrouvées. Plus haut, après avoir traversé la Molasse grise, il s'arrête aux «jayets» et lits charbonneux qui ressemblent si parfaitement au faciès des Barattes près d'Annecy-le-Vieux. Il y a pour lui passage progressif de la Molasse aquitanaise au flysch, sans séparation possible. Il se rallie à l'opinion de FAVRE contre celle de RENEVIER qui voulait que le grès des Voirons fût molassique.

Le Vouan a des conglomérats rappelant ceux de Pralaira. C'est pour cette raison qu'il raccordera les deux séries par un pli synclinal.

LUGEON (33) a remarqué les particularités morphologiques du massif des Voirons. Il saisit d'emblée le point capital du modelé de cette région et se demande dans quelle mesure l'érosion a modifié le relief structural primitif. En 1902, il rattache les Voirons aux Préalpes Bardières.

ARGAND, STAUB et MORET rattachent le Vouan au Niesen. MORET pense que le flysch du Vouan pourrait être comparé à celui de la nappe moyenne des klippen de Haute-Savoie (53) qui occupe, entre les Préalpes Médiannes et les Bardières, une situation analogue à celle du flysch du Niesen.

Ailleurs (64) MORET cite les Voirons et les enracine, en tant qu'unité ultrahelvétique, au Mont Chétif.

BOUSSAC, dans son Etude du Nummulitique alpin (40), synthétise les recherches faites jusqu'alors dans le Nummulitique des Voirons qu'il considère comme éocène.

En 1924, E. GAGNEBIN publie l'étude géologique des Préalpes Bardières entre Montreux et Semsales (46). Son travail, très fructueux, marque le début des analyses détaillées de cette unité tectonique. Il sera suivi en 1928 de celui de TERCIER (47) sur le flysch de la Berra. Ces deux ouvrages ont été d'une grande utilité lors de notre exploration, car ils décrivent maint territoire analogue aux Voirons mais mieux conservé, avec des séries plus complètes.

PILLOUD (67) a fait sa thèse de doctorat sur les Voiron. Il a publié au cours de ses recherches quelques notes signalant ses découvertes, notamment celle du Gault fossilifère (51).

On lui doit la première identification de Nummulites paléocènes dans les grès des Voiron, ainsi que de nombreuses observations nouvelles sur la stratigraphie locale.

Il tente un premier groupement des écaillés tectoniques en «trains» et contribue à préciser la stratigraphie du Mésozoïque.

Nous avons collaboré maintes fois avec lui sur le terrain et au Laboratoire. C'est en sa compagnie que nous prîmes notre premier contact avec la géologie du massif.

R. VERNIORY a récemment publié une étude monographique complète et très précise sur les Collines du Faucigny (72). Etant donné la proximité et la similitude de nos deux régions, elle a été notre guide le plus sûr pour parachever la stratigraphie du Mésozoïque aux Voiron.

IV. Divisions de l'ouvrage

Dans la première partie, nous étudierons tout d'abord la stratigraphie de l'Autochtone puis celle des éléments tectoniques qui lui sont superposés: la Molasse subalpine, les lentilles de poudingues polygéniques, et l'Ultrahelvétique. Nous suivons ainsi les unités de la base des Voiron vers le sommet et de l'Ouest à l'Est.

Dans la seconde partie, consacrée à la tectonique, nous procéderons au contraire de l'Est à l'Ouest, soit de l'intérieur à l'extérieur de la chaîne, suivant la direction et le sens du déferlement préalpin. Il sera ainsi plus aisé d'en suivre les effets jusque dans le bassin du Petit Lac et le Jura.

Une troisième partie est consacrée à la morphologie. Dans la quatrième partie nous étudierons les Voiron en fonction de la région environnante et d'un point de vue plus général.

V. Notations

Afin d'éviter de fastidieuses répétitions dans les diagnoses microscopiques, nous avons adopté un type de notation abrégée pour les grès de la Molasse et ceux de l'Ultrahelvétique. Nous définissons les grès par la lettre G, ce qui indique un grès à ciment calcaire.

Leur dimension moyenne est notée comme suit:

petite = $1/2$ mm de longueur maximale
 moyenne = entre $1/2$ et 2 mm de longueur maximale
 grossière = 2 mm de longueur maximale.

Ces dimensions sont abrégées par les indices p, m et g ajoutés à la lettre G. Exemple: G_p .

Le grès est défini par des majuscules abréviatives groupées comme une fraction algébrique, avec les minéraux d'une part et les fossiles de l'autre. Les deux catégories sont séparées par une barre de fraction (/). Exemple: $G_p = \text{QFMG/NO}$ signifiant: grès calcaire fin à Quartz, Feldspaths, Micas, Glauconie. Comme organismes: Nummulites et Orbitoïdes.

Les abréviations pour les minéraux sont les suivantes:

Q_I ou Q = Quartz détritique primaire.
 Q_{II} = Quartz secondaire authigène
 Q_m = Quartz détritique originaire de roches éruptives ou métamorphiques
 J = Jaspe
 F = Feldspaths indifférenciés
 M = Micas (Biotite ou Muscovite)

G	=	Glauconie
P	=	Pyrite
Chl.	=	Chlorites
Crist.	=	Roches cristallines ou cristallophylliennes indifférenciées
Cre.	=	Calcaire
Cte.	=	Calcite
Ph	=	Phosphates

Les abréviations pour les organismes sont les suivantes :

L	=	Lithothamnium, Lithophyllum et Archaeolithothamnium indifférenciés
N	=	Nummulites
O	=	Orbitoïdes, sous-entendant que l'on n'a ici que des Discocyclines et des Asterodiscus

En outre, un certain nombre d'abréviations se comprennent d'elles-mêmes : Globig. pour Globigérines, Rotal. pour Rotalidés, etc.

Nous avons délibérément renoncé à entreprendre l'étude pétrographique détaillée des minéraux constituant les grès. Elle sortait du cadre de ce travail en ce sens qu'une analyse minutieuse n'aurait pas apporté d'éléments contribuant à diviser ou mieux définir les grès des Voirons. C'est tout au moins à cette conclusion que nous ont amené certaines analyses quantitatives et sédiment-pétrographiques préliminaires entreprises dans ce but.

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

CHAPITRE PREMIER

MOLASSE CHATTIENNE AUTOCHTONE

La Molasse chattienne rouge affleure en un seul point dans le secteur inférieur du ravin de la Chandouze. Quittant la route nationale et remontant le cours du torrent, on ne tarde pas à rencontrer la première falaise de roche en place. DOUXAMI (34) la mentionne pour la première fois. C'est la coupe que nous avons relevée à la figure 32.

Elle est très plissée, mais on reconnaît toutefois les faciès si répandus aux environs (Cranves, Boisy, Monthoux) et maintes fois décrits ailleurs par NECKER (9) et A. FAVRE (25). Ce sont des marnes violacées, grises ou beiges, finement micacées, alternant avec des bancs fréquents mais peu épais, d'un grès micacé gris, jaune ou lie de vin, à grain fin et tendre.

On remarque de nombreux termes intermédiaires entre les marnes et les grès. Quelques niveaux dans les grès sont très glauconieux.

Il est rare que les grès n'aient pas de stratification oblique ou entrecroisée.

Nous n'avons trouvé aucun fossile, sauf quelques feuilles de *Graminées* malheureusement toujours brisées. Aucun de ces lits fossilifères n'est charbonneux. On observe quelques pistes de vers.

En remontant le cours du torrent, la coupe est interrompue par des glissades de terrains morainiques. Ces glissades se répètent malheureusement très souvent et oblitérent une grande partie du lit de la rivière. Toutefois les affleurements restent clairs. Les dislocations que l'on y voit sont nombreuses: failles, chevauchements, plis. La Molasse prend progressivement un type moins coloré, moins marneux, et tend peu à peu au faciès de la Molasse grise. Il est impossible de séparer franchement un type de l'autre ni de supposer un plan de chevauchement les séparant nettement. Il faut concevoir une zone mixte entre la Molasse rouge d'une part et la Molasse grise typique.

Les gisements permettant des comparaisons sont nombreux dans la région avoisinante. Notons surtout Boisy, Monthoux, Reignier (au bord de l'Arve).

CHAPITRE II

MOLASSE STAMPIENNE SUBALPINE

1° Molasse grise

En continuant à remonter la Chandouze vers l'amont on poursuit la coupe la plus caractéristique de la Molasse des Voirons. Après un espace assez étendu couvert de glaciaire, la Molasse réapparaît. Cette fois, c'est la Molasse grise.

On désigne sous ce terme un grès à ciment calcaire, glauconieux, micacé, gris et compact. Il forme tantôt d'épaisses, assises, tantôt des bancs plus minces. Ces bancs alternent avec des schistes argilo-micacés, souvent feuilletés et sombres, dont l'épaisseur varie beaucoup non seulement en hauteur mais encore dans le sens horizontal. En général, ces grès sont en proportion plus élevée que les schistes.

Les dépôts charbonneux sont fréquents mais très minces. Ils sont dus à des accumulations de végétaux malheureusement très détériorés, réduits en menus fragments et indéterminables. Ils enduisent d'une pellicule charbonneuse les surfaces de stratification.

Dans le ravin de la Chandouze, ils semblent atteindre leur maximum au sommet des bancs de grès épais non loin de la base des marnes à Cyrènes de la haute Chandouze. C'est d'ailleurs ce gisement que signale ALPHONSE FAVRE en 1867.

Dans le ravin de Milly, au Sud de Lucinge, c'est à la base de la coupe que l'on a les meilleures surfaces charbonneuses. Partout ailleurs elles sont réparties à divers niveaux mais sont plus fréquentes dans les petites alternances de grès et de schistes.

Nous n'avons pas trouvé de fossiles dans la Molasse grise.

La face inférieure de certains bancs de Molasse est très irrégulière. Nous signalons à Langins des ripplemarks. Sous Montauban, ces irrégularités sont très caractéristiques et représentent bien probablement des figures de fluxion (fig. 36 à 39) peut-être même certaines figures d'érosion sous-marine. Elles se ramènent à quelques types que nous avons photographiés. Les échantillons proviennent du ravin de la Chandouze; mais on trouve aussi ces types de reliefs le long de la route de Lucinge à Bellevue dans les grès à micropoudingues polygéniques alternant avec les marnes schisteuses.

Pour simplifier la fastidieuse énumération de coupes sériées dans la Molasse, nous avons résumé nos observations dans deux profils (tabl. IV).

Les affleurements principaux de Molasse grise se trouvent :

- a) dans les pentes dominant Machilly-Saint Cergues ;
- b) dans le ravin de Milly ;
- c) dans le torrent qui coule à l'Ouest de Bonne sur Menoge, près de Chavannes.
- d) Dans les pentes qui dominent Machilly, on doit s'attendre à trouver les mêmes faciès que ceux rencontrés dans le ravin de la Chandouze; en effet les bancs semblent courir le long des pentes à la même hauteur ou presque.

Toutefois, ce n'est pas le cas. La Molasse consiste en alternances de grès et de marnoschistes gréseux dans lesquels l'élément schisteux domine sur les grès. Il en résulte d'ailleurs un aspect raviné et inconsistant de ce grand talus.

Nous avons observé

- 1° que les grès micacés du type de la Molasse grise ont une structure contournée et fluidale marquée (nous en figurons un échantillon) pris sous Montauban (fig. 50), due à des mouvements dans le sédiment encore mal consolidé.

2° que certains bancs de grès montrent une composition polygénique graveleuse, parfois microscopique mais souvent visible à l'œil nu. Il y a des éléments rouges, jaspoïdes, des débris de roches éruptives qui ailleurs n'apparaissent pas notamment dans la Molasse grise habituelle. On trouve en outre des Foraminifères roulés. Bref l'analogie de faciès est grande avec les micropoudingues du Stampien dont nous parlerons plus loin.

Au microscope:

Carrière sous la Tour de Langins, niveau 3 de la coupe fig. 2:

$G_m = Q-Q_m-F-M-J-Cres-Crist./pas\ d'org. - Mica\ abond.$

Sous la Servette vers Machilly:

$G_g = Q-Crist./N$

Pâturage du Seujet:

$G_m = Q-J-Q_m-M-G/L-O-Rotal.-Crin.$

Chemin Est de Langins:

$G_p = Q-Q_m-M-F-J-Crist.-Chl.-Limonite/L-Globig.$

Pentes dominant Machilly:

$G_p = Q-F-Q_m-J/L-O-Rotal.-Globig.$

Pentes dominant Machilly:

$G_g = Q-Q_m-F-M-J-Cre-Crist.-Roches\ volc.-Galet\ radiolarite/N$

Certains grès par contre conservent la composition d'une Molasse grise:

Est de Langins:

$G_p = Q-F-Q_m-M-G/pas\ d'org.-roche\ de\ type\ marneux.$

On les observe très bien à la carrière de Langins, sous la tour du même nom, versant Ouest. Nous figurons cette coupe fig. 2 et en tirons les conclusions suivantes:

La coupe de Langins montre l'intercalation de niveaux de micropoudingues polygéniques locaux dans une série molassique homogène représentant les dépôts typiques de la Molasse subalpine grise châtienne.

Il existe donc dans la région comprise entre Langins, Machilly et la Chandouze une différence marquée entre les faciès du Nord, avec une Molasse marno-gréseuse et des micropoudingues du Sud (Chandouze) avec des grès compacts et des marnes.

Cette différence peut s'expliquer

1° tectoniquement par un accident masqué mais coupant la régularité des couches. C'est probablement le cas pour le promontoire de Langins.

2° Stratigraphiquement par un changement de faciès latéral. Nous adopterons cette deuxième hypothèse pour les pentes dominant Machilly dans lesquelles nous n'avons observé nulle part d'accident tectonique. En allant de la Chandouze vers le Nord, la Molasse grise devient plus marneuse et se charge en micropoudingues.

La série de Langins est inférieure à celle de Machilly.

Ces micropoudingues seraient-ils peut-être la lointaine réplique de la Nagelfluh du Mont-Pélerin?

La Molasse grise de Montauban, telle qu'elle apparaît dans le ravin de la Chandouze, ressemble aux descriptions classiques des grès stampiens de Vaulruz (GILLIÉRON) (26), DAM et BUESS (bibliographie dans TERCIER 47).

Cette homologie est capitale et nous permet de supposer dans les Voirons la prolongation de la Molasse de Vaulruz.

Son âge serait alors **stampien** (BAUMBERGER 42) d'après GILLIÉRON, TERCIER et BAUMBERGER, ou **rupélien** d'après les récentes données du Guide géologique de la Suisse (60).

Nous reviendrons plus loin sur ces équivalences et l'âge de ces couches.

2° Complexe des marnes à Cyrènes et des grès à poudingues polygéniques

A. Les marnes à Cyrènes

Plus haut dans la série, les grès en bancs plus ou moins épais cessent pour faire place à des marnes épaisses bien visibles à la Chandouze, mais plus réduites à Milly. Elles figurent sur les deux coupes stratigraphiques (tabl. IV). Ce sont des marnes plus ou moins argileuses, finement micacées, stratifiées, extrêmement compactes et homogènes, entrecoupées par de rares bancs de grès rappelant la Molasse grise.

Sous le microscope elles sont semblables à celles de la Molasse de Feygire, dont elles sont d'ailleurs l'équivalent. Micr.: Marnes à grains de quartz disséminés, mica.

Dans un banc de grès, on voit sous le microscope:

Q_I-F-M-G-Q_m/Débris de Rotalidé

Après de longues recherches dans les marnes nous avons trouvé à la Chandouze quelques moules internes de Lamellibranches semblables en tous points aux formes figurées par les auteurs sous le terme de «faune des couches à Cyrènes» et notamment par BAUMBERGER (65 et 71). Il nous a paru absolument superflu de tenter une détermination spécifique de ces moules dont on n'a que les caractères internes et que l'on sait être bien souvent déformés à la suite de pressions tectoniques. Un échange de correspondance avec M. le Dr. RUTSCH et des discussions avec M. le Dr. JULES FAVRE sur ce sujet n'ont fait que confirmer cette manière de voir.

Voici l'attribution de quelques formes récoltées:

Polymesoda?

Psammobia sp.

Polymesoda convexa BRONGN.

Cyrena aff. *C. Eymari* LOC. petite taille.

Ecailles de poissons.

Gastéropode planispiral.

L'identité de forme entre les specimens figurés et ceux que nous avons récoltés nous paraît un argument suffisant pour établir un parallélisme entre les faunes. Nous avons donc placé ces marnes dans les couches à Cyrènes, couches que décrit E. GAGNEBIN dans la Ve veysse de Feygire (43).

Leur épaisseur est considérable, dans la haute Chandouze tout au moins. On les retrouve par intermittence en remontant le cours de ce torrent jusqu'au pont de la route d'Armiatz à Montauban.

Dans le torrent de Milly, les marnes jouent un rôle beaucoup moins important; par contre, les grès dominant.

Nous avons retrouvé la faune à Cyrènes à l'amont du pont du Vieux-Moulin (intersection de la route Lucinge-La Ravoire et du torrent de Milly) non dans des marnes mais à la base de bancs gréseux disséminés dans des schistes.

C'est dire que la limite entre la molasse grise et les marnes à Cyrènes sera beaucoup moins accusée qu'à la Chandouze. Les marnes forment dans ce district la terrasse sur laquelle se trouve la fromagerie de Lucinge et le plateau coté 847 sur la carte au 1:50 000.

Le talus qui se trouve en dessous et contre lequel sont adossés les villages des Evêques, de Lossy et de Lucinge, a certainement pour armature les grès de la Molasse grise. Le glaciaire est si continu qu'ils n'affleurent presque nulle part. Un glissement de terre au-dessus des marais de Lossy laisse apercevoir dans sa niche d'arrachement un pan de cette molasse grise en place, confirmant notre supposition.

B. Grès à micropoudingues polygéniques

A la Chandouze comme à Milly, ces deux grandes coupes naturelles du versant occidental des Voiron, les marnes à Cyrènes cessent brusquement et sont surmontées par des assises gréseuses de grande importance.

Le mode de passage de l'une à l'autre de ces formations nous est inconnu, car le glaciaire s'est accumulé au pied du talus formé par les grès. Il est possible qu'il se soit produit un décollement des grès sur les marnes, mais il doit être peu important car les faciès les plus rapprochés sur le terrain sont étroitement apparentés.

Ce banc de grès, épais de 50 m environ, a une très grande extension. Il surgit des forêts et des régions couvertes de glaciaire du Nord du massif, se marque dans la topographie dès la région des Feux et servira d'horizon repère fort loin vers le Sud. Nous le retrouvons au-dessus des Cheminots; il s'atténue aux environs du torrent descendant des Hivernages, reprend sous Armiaz (coupe dans un petit torrent traversant le hameau, et carrière le long de la route Armiaz-Lossy), domine le plateau de la fromagerie de Lucinge (carrière abandonnée de la colonie de vacances de Lucinge, que nous appelons «Carrière de Lucinge», falaise de la route Lucinge-Bellevue, talweg du torrent de Milly) et disparaît non loin de La Ravoire.

Les grès sont complexes et consistent en :

- a) grès semblables à ceux de la Molasse grise. Bancs parfois épais (3—4 m), surtout moyens (10 cm à 1 m), de grès micacé, glauconieux à débris charbonneux, compacts et gélives. Ces bancs passent latéralement ou verticalement à des
- b) poudingues très fins, rarement grossiers (diam. moyen des grains: 1 mm au plus), d'aspect voisin d'une Molasse grise mais renfermant des éléments détritiques très variés, rarement anguleux, fréquemment roulés.

Parmi ceux-ci figurent des jaspes, radiolarites aisément reconnaissable à leur coloration sanguine, quartz rose, feldspaths rouge clair et éléments de roches éruptives.

Ces intercalations varient rapidement d'épaisseur dans la masse fondamentale des grès qui les englobent.

- c) marnes ou argiles schisteuses, sombres, peu épaisses. Celles-ci renferment des écailles de poissons (*Meletta*) et on y trouve à nouveau une faunule appartenant aux couches à Cyrènes.

Ces formations semblent continues dans le sens horizontal. Elles varient rapidement par contre dans le sens de la hauteur. Ce sont tantôt des alternances de schistes et de grès, formations généralement fossilifères et charbonneuses, tantôt des bancs de grès passant aux poudingues polygéniques.

La présence d'écailles de poissons et de la faune à Cyrènes permet de les attribuer au Stampien.

C'est cet ensemble qui forme la falaise abrupte et continue décrite plus haut.

Afin d'éviter de fastidieuses descriptions de cette série, nous avons figuré (tabl. IV), une coupe lui appartenant, prise dans le torrent de Milly.

Une autre section, fraîche et typique, se trouve le long de la route de Lucinge à Bellevue. Au second virage au-dessus de la fromagerie de Lucinge, peu après le réservoir, on commence par des schistes marneux entrecoupés de grès; nous y avons trouvé des *Meletta*. Plus haut, les grès commencent à prédominer et l'on entre dans une série de bancs à micropoudingues dont le sommet disparaîtra plus haut sous les prairies de Bellevue.

Ces micropoudingues sont malheureusement très altérés; on distingue cependant leur composition polygénique et la forme parfois lenticulaire des niveaux graveleux. La stratification est rarement oblique, mais les bancs fins sont fréquemment contournés et plissés.

Au pont de la route d'Armiat à Montauban sur la haute Chandouze, une exploitation a été ouverte sur la rive gauche du torrent (fig. 36). Dans un des bancs de faciès typique des grès polygéniques, on trouve sous le microscope :

$G_p = Q-Q_m-F-J-G/Rotal.-Globig.$ puis marnes à traînées limonitiques. Peu de quartz.-Mica. Dans les marnes nous n'avons trouvé que quelques moules de *Cyrènes*, une écaille de poisson et une dent de poisson.

Non loin de là on trouvera une autre coupe dans ce complexe des grès à micropoudingues. Il s'agit de l'ancienne carrière de Lucinge. Pour l'atteindre, retourner au réservoir et prendre l'ancienne route d'Armiat. A 200 m de là on parvient à la carrière où se relève la coupe suivante (de bas en haut) :

- 1° 0 m 80 3 bancs de grès molassique compact, dur, homogène.
- 2° 0 m 65 Couche de grès micacé compact, à débris charbonneux, formant un plan herbeux.
- 3° 1 m 30 Semblable au niveau 2. Tendre.
- 4° 0 m 55 Banc compact de grès molassique gris, grain fin, homogène. Epaisseur régulière.
- 5° 0 m 20 Grès molassique à fines stratifications.
- 6° 0 m 05 Vire couverte.
- 7° 0 m 95 5 bancs de grès schisteux. Surfaces de desquamation arrondies. Traces charbonneuses fines. Surfaces stratifiées, contournées, résultant d'une fluxion du sédiment encore mou.
- 8° 0 m 90 2 bancs de grès compact, fin et homogène.
- 9° 0 m 65 Banc de grès gris compact, fin, à niveau intercalaire microconglomératique. Surface de stratification supérieure irrégulière, ondulée. Le microconglomérat disparaît latéralement.
- 10° 0 m 45 Banc de grès compact, fin, homogène. Se réduit plus loin à zéro. Séparé de 9 par de la Molasse schisteuse.
- 11° 2 m 65 Banc de grès compact, fin et homogène.
- 12° 0 m 50 env. Banc schisteux, à débris charbonneux déterminant une surface plane herbeuse.
- 13° 2 m 00 env. Couvert. Chemin de Lucinge à Armiat. Alternance de a) grès durs en petits bancs à surfaces de stratification charbonneuses et pistes diverses (fig. 44 et 49) et de b) marnes litées à petits Lamellibranches du type de la faune à *Cyrènes* et à *Meletta*, écailles de poissons, Gastéropode petit et planispiral. Sections de Mollusques.

Micr. $G_p = Q_1-Q_m-F$ fréq.-Phosph. M-J-G-Chl. peu de ciment, pas d'organismes.

Notes lithologiques. Un certain nombre de faits méritent d'être relevés : entre les niveaux 10 et 11 on observe une mince bande schisteuse ondulée, à rayon de courbure de grande dimension, les crêtes d'ondes sont distantes de 30 cm. La surface de stratification entre 6 et 7 est également ondulée. La direction des crêtes est transverse par rapport à celle des couches. Il y a des variations d'épaisseur dans les horizons de grès ; plusieurs bancs se fondent latéralement en un seul.

Pas trace de particules charbonneuses dans les niveaux 7 à 11.

Si l'on ajoute à ces notes les observations faites le long de la route de Lucinge à Bellevue, on conçoit que le milieu de sédimentation duquel est issue cette série était instable. De fréquents mouvements orogéniques et des surcharges locales de sédiments ont agi sur la masse plastique du fond de mer et on entraîné des mouvements de fluxion, de tassement et de glissement. Les courants côtiers ont du varier également, déposant ici les micropoudingues, là les grès fins, sans continuation ni passage de l'un à l'autre. En outre, ils étaient tantôt marins, tantôt d'eau douce.

La découverte d'une faune dans ce complexe permet de préciser sa date : c'est du Stampien. Elle montre en outre l'origine saumâtre des dépôts qui la renferment, ainsi que l'a démontré BAUMBERGER (65). Cet auteur met en garde les paléontologistes contre les déformations mécaniques des fossiles du type *Polymesoda convexa* BRONGN. et le risque qu'il y a à faire des déterminations prématurées. Or la faune que nous avons extraite est sujette à caution. Elle comprend des fossiles déformés de ce type et, tout comme pour la faune de la Chandouze, nous n'avons voulu la déterminer dans ces conditions.

Parmi ces fossiles, certaines empreintes rappelleraient de petites *Cyrènes* pour M. le Prof. GAGNEBIN ; les schistes qui les renferment semblent être plus argileux que ceux de la Veveyse de Feygire ; l'ensemble lui rappelle nettement les couches de Horw.

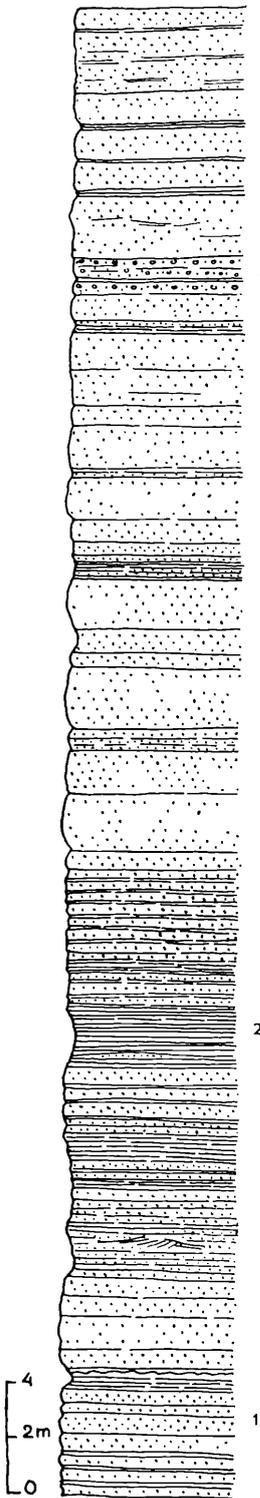


Fig. 2. Coupe stratigraphique de la carrière de Langins.

Carrière de Langins.

Base du Versant Ouest de la Colline de la Tour de Langins.

Observations complémentaires: (Légende lithologique) fig. 9.

4 Micropoudingues polygéniques.

3 Micropoudingues polygéniques.

2 Les surfaces de stratification des grès sont ondulées. Ripple-marks. Longueur d'onde 0 m 20. Amplitude 0 m 18. Direction des crêtes N 70 W.

1 Alternances de grès molassique gris-dur et de schistes tendres.

Le sommet de la coupe disparaît sous la végétation.

Les alternances de bancs gréseux et de schistes marneux le long du chemin renferment quelques pistes de vers localisées à la surface des bancs de grès. Elles ont des formes qui ne sont pas figurées dans la littérature spécialisée et nous les reproduisons (fig. 63) avec une description sommaire.

Ce n'est d'ailleurs pas le seul endroit où l'on trouve de telles traces à la surface des bancs de la Molasse à micropoudingues. A Limargne, dans un ravin qui coupe le sommet de cette série et les schistes qui la surmontent, nous avons récolté des grès à pistes de Gastéropodes se rapportant aux travaux de GÖTZINGER et BECKER (63) pl. IX, fig. e et à des pistes de vers ainsi que: *Subphyllochora* n. g. G et B (fig. 62).

Plus loin vers le Nord, on ne retrouve pas d'autre section caractéristique à travers les poudingues polygéniques. La barre qu'ils déterminent dans le paysage est couverte de glaciaire. Nous avons trouvé quelques horizons repères dans la haute Chandouze ainsi qu'à l'amont immédiat du pont de la route Armiaz-Montauban, sur la Chandouze. On y observe la coupe suivante relevée au tabl. III et déjà citée p. 11. Comme fossiles, elle ne nous a donné qu'une petite dent de poisson.

La Tour de Langins repose sur un promontoire dont le sommet est également en micropoudingues. Un peu en dessous, une carrière offre la coupe déjà citée p. 9 (fig. 2) donnant un aspect typique de la formation gréseuse qui encadre ces intercalations si particulières.

C. Schistes argileux

La falaise des grès à micropoudingues borde un replat très allongé, commençant au Nord aux Lottys, s'étalant sur Armiaz et devant Bellevue pour se rétrécir ensuite en direction de Limargne vers le Sud.

Le torrent de Milly l'entaille et l'on voit alors des argiles schisteuses litées à rares bancs de grès qui semblent appartenir au complexe des micropoudingues et marquent le sommet de la série subalpine.

Il est fort difficile de les séparer des schistes du flysch charrié sus-jacent. Le plan de contact passe certainement entre les deux séries tendres.

Ces argiles et grès ne nous ont donné aucun fossile dans leur partie inférieure, la seule accessible. Nous reparlerons plus loin des schistes du flysch qui les surmontent à propos des lentilles de microconglomérats de Taveyenne.

3° Comparaisons

Cette série molassique est composée, rappelons-le:
des marnes à Cyrènes
des grès à micropoudingues polygéniques
des schistes argileux.

Elle ressemble aux couches de Horw, de la Suisse centrale.

Il est impossible de n'être pas frappé par l'analogie des faciès et d'une partie de la faune. C'est pourquoi nous établissons le parallélisme entre les couches de Horw et celles des Voirons.

D'après les travaux de BAUMBERGER et KRÄUSEL sur Horw, on trouve là-bas un complexe formé à la base des marnes de Grisigen ou Grisigermergel, épais de 350 m environ, fines, grises, sombres, souvent prises pour du flysch. Au-dessus, viennent des grès calcaires en bancs peu épais, les Horwerplatten, gris bleus à la cassure, micacés, et couverts de débris charbonneux (épaisseur 50 m).

C'est de ces grès que provient la fameuse faune de Cardiidés et de poissons étudiée par ailleurs à Bilten par BAUMBERGER (65).

Dans le Haut-Emmenthal, H. HAUS (73) décrit des couches semblables. Leur lithologie offre également de grandes analogies avec la Molasse des Voirons. Nous avons trouvé au microscope, dans les grès de l'écaille de Schangnau :

$$G_p = Q_I - Q_m - F - M - J / \text{Rotal. - Globig. rares.}$$

La série de la Veveysse de Feygire est également semblable à celle des Voirons. Les Cyrènes sont connues à la base des grès et des schistes, qui forment également le sommet de la Molasse à bancs de poudingues.

Etant donné les distances séparant ces localités, il serait vain de chercher des équivalences de détail d'un niveau à l'autre ou de fossile à fossile, ou moins encore en se basant sur les épaisseurs.

Nous avons démontré la parenté stratigraphique de la Molasse grise des Voirons avec celle de Vaulruz et celle des grès et marnes avec Horw. Considérons maintenant l'ensemble de cette Molasse subalpine et comparons-la avec les régions avoisinantes.

Trois termes chevauchent la Molasse rouge autochtone. Ce sont de haut en bas :

3° les grès à micropoudingues avec les schistes qui les surmontent.

2° les marnes à Cyrènes.

1° Molasse grise.

Pour chacun nous avons établi les équivalents suivants en Suisse :

$$\left. \begin{array}{l} 3 = \text{Grès de Horw} \\ 2 = \text{Grisigermergel} \\ 1 = \text{Grès de Vaulruz, faciès de la Guiga.} \end{array} \right\} = \text{couches de Horw}$$

Les épaisseurs massives de ces termes se réduisent vers le Sud. La Molasse, telle qu'on l'observe aux Voirons n'a peut-être pas son épaisseur complète. On peut supposer en effet qu'une partie est restée en arrière et que seule une masse partielle a été charriée.

L'âge des grès de Vaulruz est rupélien, ainsi que les grès de Horw, Ralligen, Bilten, etc. On peut penser qu'il en est de même aux Voirons.

Relevons l'absence de la base de l'Oligocène connue plus au Sud en Haute-Savoie : le Stampien avec les marnes à *Parvamussium* et à *Foraminifères*, puis le Sannoisien avec les calcaires gréseux bleus, les grès à *Pectinidés* et à petites *Nummulites*.

En Haute-Savoie, la Molasse grise semblable au terme de base 1 de notre série, se trouve très répandue. C'est elle qui occupe la plus grande surface du synclorium compris entre le Salève et le massif des Bornes. Nous appellerons cette vaste cuvette le **synclinal d'Evires**.

La Molasse grise forme le Mont Gosse, non loin du Petit-Salève, affleure le long de l'Arve et à Ezery, puis dans la falaise dominant Contamine sur Arve. On la retrouve dans le talweg du torrent des Usses.

MAILLARD, en 1889 (27) en faisait du Miocène, mais la rapproche déjà de la Molasse grise aquitanaïenne du plateau suisse romand. Elle est aquitanaïenne pour MORET (64).

Les marnes à Cyrènes nous sont inconnues dans le synclinorium d'Evires. Peut-être sont-elles réduites à une faible épaisseur. Malheureusement, comme elles sont tendres, elles forment une dépression couverte de glaciaire.

Nous les avons retrouvées dans le torrent de «chez Jolivet» au Faucigny (VERNIORY 72), sans toutefois découvrir de fossiles déterminables. Dans ce même torrent, immédiatement au-dessus des marnes, apparaissent les grès à micropoudingues polygéniques et les grès en dalles du terme 3. C'est ainsi qu'on voit dans cette coupe la superposition de trois séries identiques aux Voironnais mais moins épaisses. Au-dessus vient du flysch marneux puis une lentille de micropoudingues de Bellevue-Taveyenne. Le reste est recouvert de glaciaire.

A Bonneville, nous n'avons point fait d'étude systématique, laissant R. VERNIORY poursuivre les travaux qu'il a en cours.

On trouve aux environs de cette ville les divers faciès et étages rencontrés précédemment. Mais leurs relations sont complexes; ils sont violemment bouleversés par la mise en place des nappes préalpines.

On retrouve d'abord la Molasse grise, passant à la Molasse rouge, normalement autochtone mais décollée ici. Puis viennent les grès à végétaux qui ne sont autres que les couches charbonneuses de Horw des Voironnais; ici les végétaux sont admirablement bien conservés, alors qu'à Montauban et à Milly ils sont brisés et dispersés.

Les micropoudingues polygéniques qui les accompagnent sont connus depuis longtemps.

Enfin VERNIORY a signalé la présence de poudingues qui, sans aucun doute, sont les équivalents de ceux de Bellevue.

Ces divers faciès à micropoudingues sont fréquemment confondus dans la littérature et bloqués sous le nom de «grès de Bonneville». La confusion vient de leur parenté qu'a si ingénieusement expliquée MORET (64) et de leur proximité si anormale que nous avons interprétée ailleurs (74).

A Thorens, l'Oligocène présente les mêmes caractères qu'aux Voironnais. Au-dessus de l'épaisse Molasse grise et ondulée que l'on observe à l'Ouest de la ville (Laffin, chez Cocaser), apparaissent les bancs molassiques plus minces, alternant avec des marnes schisteuses dans lesquelles se trouvent les végétaux et les lignites signalés par les auteurs. On reconnaîtra ici la superposition des termes des Voironnais et de Bonneville. Toutefois le terme marneux à Cyrènes entre la Molasse grise et les couches à lignite n'affleure nulle part.

A Brogny, le long de la route d'Annecy à La Roche, on a une superbe falaise de ces micropoudingues polygéniques. En coupe mince:

$G_m = Q_1 - Q_m - F - J - \text{Crist. abondants} - \text{Cres. fins} - \text{Roches chloriteuses} - \text{Radiolarites} / \text{Globig.}$

L'analogie lithologique de ces micropoudingues et des poudingues nummulitiques marqués e_m^3 sur la carte géologique de la France, est frappante. Une coupe mince prélevée dans ces mêmes poudingues à «Sur les Bois» près d'Annecy-le-Vieux, donne:

Microbrèche sans organismes. Galets anguleux de: Andésite-Jaspe-Granulite-Quartzite-Quartz-Calc. siliceux-G-Calc. à Radiolaires- Q_m -F.

Une autre coupe donne les mêmes constituants mais avec quelques Rotalidés dispersés dans le ciment.

Au Pont de Naves, déjà décrit par MORET (64), nous avons découvert la faune à Cyrènes avec des Meletta dans les alternances de Marnes et de grès. Ainsi la prolongation déjà établie des éléments de Thorens dans ceux de Naves ne fait que se confirmer.

A la chapelle de St-Clair, les termes 5, 6 et 7 (MORET 64, p. 45) de la coupe stratigraphique sont les équivalents des couches à lignite de Thorens. Le faciès de la Molasse grise qu'on devrait trouver tout comme à Thorens sous ces couches et sur les marnes à Parvamusium, manque ici.

Il manque également aux Barattes (Montagne de Veyrier près d'Annecy) où l'on devrait le traverser entre le Sannoisien du niveau 8 (MORET) fossilifère et le niveau 12, stampien, des grès charbonneux de Bonneville. Peut-être est-il représenté par les niveaux 9, 10 et 11: grès grossiers détritiques, qui seraient alors le faciès côtier de ces grès gris, aquitaniens pour MORET et chattiens pour nous.

Si nous avons insisté sur ces quelques localités déjà si bien décrites par notre collègue, et si d'autre part nous avons répété des faits qu'il a énoncés avant nous, c'est que nous tenons à partir de bases communes pour préciser la stratigraphie et l'âge des termes de l'Oligocène externe entre la bordure tertiaire périalpine et le Salève. Après quoi nous établirons les relations entre ce territoire et la base des Voirons-Collines du Faucigny.

4° Age des termes de l'Oligocène du bassin d'Evires

La Molasse grise est à la base du synclinorium; elle repose sur l'Urgonien par endroits, ailleurs sur le Sidérolithique. Pour MAILLARD, elle était miocène. Plus tard, il en fera de l'Aquitaniens. Pour MORET, elle est aquitanienne aussi. Nous la considérons comme stampienne (sans pouvoir préciser s'il s'agit du Rupélien ou du Chattien). En effet, ALPH. FAVRE a signalé à sa base des coquillages d'âge stampien inférieur. Ils se trouvent dans la fameux conglomérat de base transgressif sur l'Urgonien, à Mornex comme aux Ussets. Là-dessus s'édifie la Molasse grise gréseuse, chattienne d'après PARÉJAS (77), qui dans la partie externe du synclinorium atteint des épaisseurs considérables avec un faciès très homogène.

C'est dans cette Molasse que MAILLARD (27) signale:

Plebecula Ramondi Brnt.

à Villy-le-Peloux, près du sommet de la série grise.

Les marnes et molasses rouges sont du même âge que la Molasse grise. Ce sont parfois des intercalations, mais surtout des faciès d'assèchement de la Molasse grise. On trouve des passages latéraux de l'un dans l'autre (ex.: sommet de la Molasse rouge de Montauban passant graduellement à la Molasse grise, à Reignier au bord de l'Arve, à 3 km du Plot sur la route de la Roche). Ces gisements de Molasse rouge coïncident sommairement avec de vastes synclinaux et sont alignés. Ils disparaissent lorsqu'on s'approche du bord périalpin.

Les marnes à Cyrènes qui surmontent la Molasse sont datées par les trouvailles de fossiles des Voirons.

Les grès à micropoudingues polygéniques qui les surmontent sont du Stampien (grès de Bonneville, MORET (64) p. 48).

Ainsi nous n'avons pas d'Aquitaniens au plateau d'Evires ni aux Voirons. La série commence et se termine pendant le Stampien.

5° Comparaisons entre les bassins d'Evires et de Genève

ED. PARÉJAS (77) a établi le synchronisme de la Molasse chattienne de part et d'autre du Salève. *Plebecula Ramondi*, signalé dans les grès de Cuvat et à Villy-le-Peloux, caractérise et date la quasi totalité du bassin de Genève.

On peut donc considérer alors la Molasse rouge du plateau d'Evires comme l'analogue de celle du bassin de Genève.

Il en est de même de la Molasse grise.

6° Généralités

La série subalpine oligocène des Voirons offre les mêmes termes que celle de l'Oligocène externe des Bornes.

Nous avons vu plus haut l'analogie de cette série des Voirons avec celle de la Molasse subalpine de Suisse centrale. C'est démontrer que les faciès oligocènes du synclinorium d'Evires sont la prolongation de ceux de la Molasse subalpine de Suisse.

La vaste région comprise entre le Salève, les Bornes, l'Arve et le Fier, montre donc cette Molasse subalpine étalée et à peine ondulée, avec son soubassement.

Plus au nord, et dès les Voirons, on retrouvera les mêmes terrains mais cette fois-ci charriés et accumulés les uns sur les autres sous la surcharge de l'édifice préalpin.

Un doute subsiste quant à l'âge exact de cet ensemble oligocène. S'agit-il du Rupélien ou du Chattien? Les géologues de Suisse centrale font du Rupélien des couches analogues. Ceux de Suisse occidentale et de France en font du Chattien.

Nous ne pouvons ici apporter d'argument décisif en faveur de l'un ou de l'autre.

CHAPITRE III

LES MICROPOUDINGUES ÉOCÈNES DE BELLEVUE

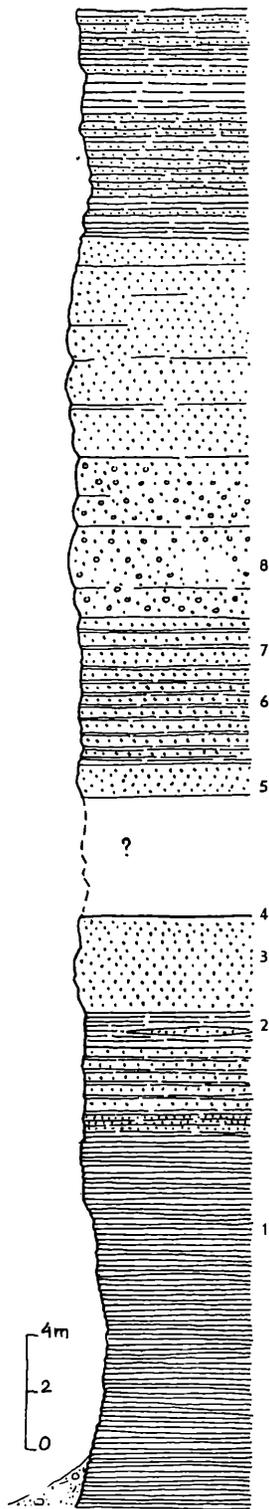


Fig. 3. Coupe stratigraphique dans les Poudingues de Bellevue.
Contour de la Route de Bellevue à Lachaud.

Observations complémentaires:

8 G_g : Q- Q_m -F-M-J-G-éléments de roches éruptives-Rotal-Alvéolina-Globig.-

Complexe épais de micropoudingues de grandes dimensions. Niveaux conglomératiques à divers niveaux.

Ces conglomérats sont grossiers. Certains éléments atteignent 0 m. 15 de diam. max. Ils ont sensiblement la même composition lithologique que les poudingues polygéniques formant le reste du complexe et dont nous avons énuméré les composants plus haut p. 11.

On rencontre souvent des lentilles d'argile micacée grise, ovoïdes ou globulaires dont la longueur est parfois de 0 m. 80 sur 0 m. 35 de diamètre. Elles se trouvent aussi bien à Bellevue qu'à la Clusaz.

Ce complexe montre une foule de faits lithologiques très particuliers. Relevons notamment la succession suivante sur env. 0 m. 10 de hauteur:

1° A la base, schistes gréseux fins, horizontaux mais dont les lits supérieurs sont ondulés et même plissés.

2° Au-dessus, transgression gréseuse sur cette surface irrégulière. Un microconglomérat de base est strictement horizontal, postérieur au plissement des schistes. Une coupe mince dans ce

grès donne: G_p Q- Q_m -F-M-/Rotal.

3° Au-dessus et séparés de 2 par une surface irrégulière très nette, des schistes gréseux fins semblables à 1, épousant la surface irrégulière. Peu au-dessus, deviennent horizontaux puis plus haut encore, montrent des stratifications entrecroisées ou obliques.

Lentille argileuse dans leur masse. Phénomène de fluxion dans les sédiments. Couches contournées.

Ces observations démontrent l'extrême mobilité des facteurs de la sédimentation de ce milieu.

7 G_m : Q- Q_m -F-M-1/1 Discocycline-Globig.-

6 Quelques bancs de micropoudingues. Micr.:

G_g : Q- Q_m -F-G-M-J-Minéraux de roches éruptives-Globorotal.-
 G_m : Q-F-J-/Globig.-

5 G_g Q- Q_m -J-F-G-Roches filoniennes.

4 G_m : Q- Q_m -F-J-G-Granulite-Minéraux de roches éruptives-/Globig.- 1 ex. de Nummulites fabiani sur la surface d'un banc.

3 G_p : Q-M-G-J-Pyrite-Limonite-Ciment calcaire.

2 Marnes litées beiges à grises, laminées. Plongent de 70° E sur les 4 mètres visibles à la base, de 50° sur les 2 mètres suivants et de 30° au-delà.

L'élément tectonique qui surmonte la Molasse subalpine est très particulier. Il consiste en un chapelet de lentilles de grès et de schistes, dont l'origine exotique ne fait maintenant plus de doute.

PILLOUD a signalé (67 p. 31) l'analogie de ces grès avec ceux que signale E. GAGNEBIN à Cucloz. Il n'a pas poursuivi le problème plus loin.

Plus récemment, nous avons apporté une contribution à la question de la composition et de l'âge de ces formations (74) dont nous reprenons ici quelques passages.

Les affleurements principaux sont les suivants:

- 1° contour de la route de Lucinge à Hominal;
- 2° au-dessus de l'Hôtel Bellevue;
- 3° partie supérieure du torrent de Milly;
- 4° environs de «Sous-Lachat»;
- 5° sous le village de Malan.

L'affleurement principal est celui de Bellevue. Une coupe fraîche permet d'observer la coupe relevée à la fig. 3.

On observe à la base des schistes beiges ou gris clairs; au-dessus, des alternances de bancs à éléments roulés polygéniques. Ce sont des graviers consolidés formant une masse vert-sombre

sur laquelle se détachent les couleurs rouges, vertes ou blanches des galets. La base est plus grossière sur une dizaine de mètres environ, alors que plus haut les alternances continuent sur 40 mètres d'épaisseur; mais les grès sont plus fins et passent eux-mêmes à des sables et à des schistes.

Plusieurs coupes minces nous ont permis d'identifier les éléments détritiques suivants:

Granite blanc et rose	Feldspaths isolés
Gneiss	Aplite
Gneiss à muscovite	Quartzite d'origine éruptive
Trachytes (porphyrites)	Quartz porphyre
Roche basique altérée	Jaspes rouges ou verts
Masse verte à aiguilles (indéterminée)	Quartz primaire
Albite	Muscovite
Serpentine concrétionnée	Glauconie
Andésite	Minéraux lourds: zircon, etc.
Genre de diabase à phénocristaux allongés	Radiolarites (fig. 44)
Microcline isolé	Flysch calcaire à spicules de Spongiaires,
Plagioclases isolés	Globigérines, petites Nummulites et Orbi-
Hornblende	toïdes

Quelques galets de niveaux conglomératiques plus grossiers ont donné en coupe mince les diagnoses suivantes:

1° Grès du flysch

$G_g = Q_I - Q_m - J - F - G - \text{Granulite} - \text{Quartzite} / \text{Globigérines}$

2° Calcaire à quartz détritique assez abondant, Glauconie, Globigérines, Rotalidés, Miliolidés, spicules siliceux.

3° Radiolarite à Radiolaires siliceux, admirablement conservés (fig. 44).

A «Sous-Malan», des coupes microscopiques ont encore montré:

1° Jaspe à Radiolaires.

2° Calcaire éocène à

Nummulites

Lithothamnium

Miliolidés

Rotalidés

Globigérines

Globorotalidés

Discocyclines

Actinocyclines

Bryozoaires

Verneuilliidé (?)

3° Calcaire fin à Radiolaires.

4° $G_g = Q - G - M - \text{Hornblende} / \text{pas de ciment} - \text{pas d'organismes}$, Niveau de «Granitsandstein».

Les fossiles sont extrêmement rares. Nous avons trouvé une petite Nummulite probablement attribuable au groupe de

Nummulites Fabiani PREV.,

quelques sections de Nummulites, un fragment de Discocycline, une section douteuse d'Alveoline brisée, des piquants d'Oursins et des Globigérines. Nous attribuons ce complexe au Priabonien

L'affleurement appartient à une masse importante de ces conglomérats. Ce sont eux qui forment une colline allongée Nord-Sud. Vers le Nord, cette masse s'arrête non loin de la lentille de calcaires échinodermiques du Lias sur Armiaz. Au Sud, la lentille cesse brusquement. Toutefois, on retrouve dans sa prolongation à 500 m plus loin la masse suivante du torrent de Milly. Les lentilles de «Sous-Lachat» et de Malan sont égrenées sur le même alignement.

Comparaisons. — La similitude entre ce dispositif et les gisements décrits au Faucigny est frappante. A Cucloz, sous les Pléiades, tout semble correspondre avec nos observations des Voirons-Faucigny. Nous groupons donc dans une même formation les conglomérats des Pléiades-Cucloz, des Voirons-Bellevue et du Faucigny. Nous discuterons l'origine de ces lentilles au chapitre concernant la tectonique.

CHAPITRE IV

NAPPE DES PRÉALPES EXTERNES

La nature du terrain aux Voiron est telle que toute étude stratigraphique présentera des lacunes. Les affleurements dans les champs ou en forêt sont rares et généralement il n'y a que la partie centrale d'une lame ou d'une écaille qui émerge de la couverture de dépôts récents. Il n'y a en outre que les têtes de couches dures qui affleurent. Les meilleures sections se trouvent ou dans les torrents ou dans les carrières. Ces dernières sont rares.

On verra plus loin combien le laminage tectonique a réduit les séries en modifiant le volume des calcaires et en écrasant les schistes et marnes. D'autre part, il est à supposer qu'une partie des terrains est restée égrenée sous la masse déferlante du Nummulitique.

1° Terrains mésozoïques

Leur étude est localisée dans la région comprise entre les Lottys, Châtillonet, Hominal, Lucinge et les Hivernages. En dehors de ce périmètre, on n'a que la lame de Juffly et le chapelet d'écailles de La Lette à la Servette.

A. Lias

Le Trias nous est inconnu et le terme le plus ancien de la série mésozoïque est le Lias supérieur.

DE MORTILLET dans l'introduction géologique à l'ouvrage de PICTET et de LORIOU (18) mentionne la présence d'Ammonites argoviennes à Hominal et ajoute à la liste :

Ammonites tatricus, Pusch. = *Philoceras tatricum* fossile caractéristique de l'Alénien de la zone à *Pl. aalensis* et *Harpoceras murichsonae*.

PILLOUD et nous-mêmes (67) redécouvrons en 1936 la couche fossilifère qui a donné cette Ammonite. Nous y ajouterons une forme proche de

Raeboceras tortum Buckman.

Cette couche affleure sur 3 m de long à 10 m à l'Est des derniers bancs de Jurassique dans un sentier montant d'Hominal au crêt qui domine la carrière. Elle consiste en marnes foncées, légèrement micacées, à rognons de calcaire jaunâtre nodules pyriteux de la grosseur du poing; débris d'Ammonites. La position de ces couches est très redressée.

On retrouve actuellement cette couche à la suite de nouveaux déblais à l'Est de la carrière d'Hominal, où elle est appliquée contre l'Argovien grumeleux. Nous n'avons trouvé que des débris d'Ammonites et quelques Posidonomes dans un faciès analogue au précédent, sans nodules. Il est traversé par un banc de calcaire oolithique, clair, d'environ 0 m 20 d'épaisseur.

Aux Hivernages, PILLOUD a découvert le Lias (51) dans le ruisseau des Hivernages. Il surmonte l'Hauterivien-Barrémien. Le contact n'est pas net. Sa puissance est d'environ 20 m. Il s'agit d'un marno-calcaire noir, légèrement micacé et gris à l'état sec.

Signalons quelques intercalations de calcaire spathique.

Au microscope, ce calcaire est largement cristallisé. Il renferme du quartz détritique, peu de quartz secondaire, de la pyrite épigénisant des organismes et des sections d'Echinodermes. Débris roulés de Miliolidés. Trainées siliceuses diffuses. Spicules. *Triloculina*. *Spiroloculina*.

Dans les schistes argileux, des coupes minces montrent du quartz détritique en trainées, des granules de pyrite, du phosphate de Ca. Comme organismes: rares sections de Miliolidés, spicules de Spongiaires.

PILLOUD a récolté dans des niveaux marno-calcaires :

Lioceras opalinum, Reinecke

Lioceras opalinum var. *comptum*, Buckm.

Lioceras cf. *comptum*, Buckm.

Grammoceras (*Cotteswoldia*) *costulatum*, Zieten.

Grammoceras (*Pleydellia*) *leurum*, Buckm.

Dumortieria subundulata, Branco.

Phylloceras tatricum, Pusch.

Lytoceras sp.

Belemnites sp.

Pecten sp.

Posidonomya alpina Gras.

fossiles appartenant à la zone à *Harpoceras opalinum* de l'Aalénien.

PILLOUD signale une autre lame de Lias plus bas dans le torrent; elle sépare en deux l'Hauterivien-Barrémien des Hivernages. Nous n'avons pu la retrouver. Elle est peut-être recouverte de terre glissée.

Au torrent des Lottys, il a également signalé un Lias à Posidonomies reposant sur du Jurassique supérieur. Ce sont des schistes sombres, finement micacés et très laminés, à rognons calcaires et bancs également calcaires. Le tout a un faciès semblable à celui des Hivernages.

En résumé, le Lias existe aux Voirons sous son faciès schisteux aalénien. Il est daté par la faune des zones à *Harpoceras muchisonae* et *H. opalinum*.

C'est un Lias supérieur profond, sans les nodules et les calcaires si particuliers au Lias helvétique. Il est inconnu au Faucigny tout comme à Montreux-Semsaies.

Dans les Préalpes Internes, l'Aalénien diffère un peu de celui des Voirons. Il s'agit de schistes micacés noirs à nodules passant à des bandes calcaires foncées.

Revenons aux Voirons. Une carrière ouverte au-dessus d'Armiatz permet d'observer un calcaire échinodermique très particulier. Il consiste en bancs redressés d'un calcaire jaune, grossier et conglomératique; dans les galets on trouve des feldspaths, du calcaire gris et quelques fragments roulés de fossiles (Lamellibranches?).

Le sommet de la coupe est en grès plus fin.

On trouve quelques Térébratules indéterminables; plusieurs bancs sont spathiques. Le tout n'est guère épais et appartient à une lentille prise entre la Molasse subalpine et la grande lentille de micropoudingues de Bellevue. Position des couches: N 40° E, pl. 50° SE.

L'absence de bons fossiles rend la date du terrain incertaine. Ce faciès est semblable à certain Lias décrit dans les Préalpes Bordières du Gurnigel-Thoune et c'est sur cette similitude que nous nous basons pour lui attribuer un âge. Pour être complet, il faut citer la présence d'intercalations oolithiques au sommet de cette formation.

Il est inconnu partout ailleurs, aussi bien dans les Voirons qu'au Faucigny et à Montreux-Semsaies.

TERCIER le signale dans le Wildflysch de la Berra.

B. Argovien

DE MORTILLET signale pour la première fois l'Argovien à Hominal. Il l'attribue à l'Oxfordien. La faune suivante a été trouvée par PICTET et DE LORIOLE dans la célèbre carrière:

Aptychus latus, Park.

Aptychus lamellosus, Park.

Belemnites hastatus, Blainv.

Belemnites Sauvanausus d'Orb.
Belemnites Didayanus d'Orb.
Ammonites (Perisphinctes) plicatilis Sow.
Ammonites (Lytoceras) Adelaë d'Orb.
Ammonites (Lissoceras) Erato d'Orb.
Ammonites (Oppelia) oculata Bean.
Ammonites (Aspidoceras) perarmatus Sow.
Ammonites (Sowerbyceras) tortisulcatus d'Orb.
Terebratula nucleata Sow.

Les Céphalopodes appartiennent à l'Argovien de la zone à *Peltoceras transversarium*, sauf *Lytoceras Adelaë*, *Oppelia oculata*, qui sont caractéristiques de tout l'Argovien. *Aspidoceras perarmatum* est connu au sommet de l'Oxfordien et dans l'Argovien.

E. FAVRE (22) cite les fossiles suivants :

Phylloceras Manfredi, Opper
Sowerbyceras tortisulcatum, d'Orb.
Ochetoceras hispidum, d'Orb.
Neumayria callicera, Opper
Lissoceras Erato, d'Orb.
Aspidoceras Oegir, Opper
Perisphinctes Lucingensis E. Favre
Perisphinctes Navillei E. Favre
Perisphinctes Pralairi E. Favre
Perisphinctes Tiziani Ronch.
Perisphinctes Birmensdorfensis De Riaz
Perisphinctes Delgadoi Choffat
Perisphinctes Colubrinus De Riaz
Aptychus punctatus Voltz
Aptychus latus, Park.
Belemnites argovianus May.
Belemnopsis Voironensis E. Favre
Collyrites Friburgensis Ooster
Collyrites Voltzi Ag.

Les couches fossilifères sont des marno-calcaires grumeleux, bleutés à jaunes, alternant avec des marnes grises fossilifères très laminées et qui sont en contact mécanique avec le Lias à l'Est et le Séquanien à l'Ouest.

L'Argovien affleure encore en un seul autre point des Voirons; c'est dans un synclinal marqué au cœur du Lias dans le haut du torrent des Lottys. Il s'agit du banc de quelques décimètres d'épaisseur, très contourné et d'un faciès grumeleux semblable à celui d'Hominal, dans lequel nous avons trouvé des débris de *Perisphinctes*.

Comparaisons. — Aux Collines du Faucigny, l'Argovien a un faciès différent. Les alternances de calcaires et de marnes sont plus régulières, non grumeleuses et moins fossilifères.

Dans la Veveyse de Châtel, à Planière, c'est l'Argovien supérieur grumeleux qui correspond au terme de la carrière d'Hominal. Le reste (calcaire marneux et schistes) n'a pas son équivalent aux Voirons.

A Sulens, dans la nappe inférieure, on signale un Lusitanien consistant en calcaires gris noirs séparés par des lits schisteux de même teinte dans lesquels MORET cite :

Perisphinctes du gr. *Tiziani*,
Sowerbyceras Loryi
Belemnopsis cf. *hastatus*.

Ce faciès n'est pas sans offrir une certaine ressemblance avec celui d'Hominal.

C. Séquanien

C'est encore à la carrière d'Hominal et à la suite des récoltes de fossiles d'ERNEST FAVRE (22) que l'on identifie le Séquanien aux Voirons. Mais tout d'abord il faut citer les trouvailles de PICTET et DE LORIOU (18). Les fossiles proviennent du Néocomien (?). Nous reviendrons tout à l'heure sur la valeur à attribuer à cet étage.

Belemnites bipartitus (Catullo), Blainville
Belemnites pistilliformis, Blainville
Belemnites Orbignyanus Duval-Jouve
Belemnites conicus, Blainville
Belemnites latus, Blainville
Rhynchoteuthis sabaudianus P. et de L.
Rhynchoteuthis Quenstedti P. et de L.
Aptychus seranonis, Coq.
Aptychus Mortilleti, P. et de L.

Ces quelques espèces de *Belemnites* et d'*Aptychus* proviennent, d'après la description des auteurs, de la couche où nous avons extrait nous-même des formes semblables. Elle porte le n° 11 de notre coupe de la carrière d'Hominal. Les auteurs la définissent ainsi :

«Le terrain néocomien forme deux couches distinctes: la supérieure ou la plus voisine de la couche oxfordienne 0 (lisez Argovien Aug. L.) et par conséquent la plus inférieure dans l'ordre normal de stratification, est un calcaire riche en *Belemnites* et en becs de *Rhynchoteuthis* qui ne se trouve pas à notre connaissance dans la coupe représentée par la figure 2 (passant par les Hivernages, Aug. L.)»

PICTET et DE LORIOU ont dû commettre une confusion lorsqu'ils ont admis la prolongation des couches néocomiennes des Hivernages jusqu'à Hominal. En effet, lorsqu'on examine l'origine des fossiles telle qu'elle figure dans l'ouvrage, on remarque que les Céphalopodes viennent des Hivernages et les *Aptychus* et *Belemnites*, d'Hominal. Quelques genres (*Rhynchoteuthis*) viennent des deux localités. Or à Hominal le Néocomien est inconnu. Par contre, les couches séquaniennes à *Aptychus* et *Belemnites* existent et fournissent encore ces fossiles. C'est pourquoi nous plaçons dans le Séquanien le gisement d'Hominal considéré autrefois comme Néocomien par les auteurs et notamment par DE MORTILLET, qui a écrit la partie géologique du mémoire précité.

ERNEST FAVRE a récolté les fossiles suivants, revisés par PILLOUD :

Peltoceras bicristatum Rasp. (= *P. bimammatum* Quenst. in Favre)
Perisphinctes Tiziani Opp.
Perisphinctes Regalmicensis (Gemm.)
Perisphinctes colubrinus Rein. (in Quenst.)
Aspidoceras eucyphum Opp.
Neumayria flexuosa Munster
Phylloceras isotypum Ben.
Aptychus latus Park.
Aptychus punctatus Voltz appartenant au Séquanien à *Peltoceras bimammatum*.

Son étude apporte une contribution considérable à la paléontologie des Voirons. Nos recherches ont confirmé l'existence de deux niveaux à faciès distincts correspondant aux deux grandes zones paléontologiques: l'Argovien = zone inférieure des auteurs, et le Séquanien-Kimeridgien = zone supérieure des auteurs.

Le Séquanien n'est pas rigoureusement séparable du Kimeridgien sur le terrain. Nous nous sommes bornés à distinguer sommairement les deux faciès les plus importants et à les attribuer chacun à un étage. Nous renvoyons à l'ouvrage de FAVRE pour l'étude critique détaillée des faunes et n'extrayons que les données principales, notamment la table n° 1.

	Voirons Zone inférieure	Voirons Zone supérieure	Zone inférieure à la zone à Peltoceras transversarium = Argovien inf.	Zone à Peltoceras transversarium = Argovien inf.	Zone à Peltoceras bimammatum = Séquanien inf.	Zone à Oppedia tenitobata Aspidoceras acanthicum Kimeridgien- Séquanien	Reineckia eudoxus, Reineckia pseudo- mutabilis et Waa- genia Beckeri Kimeridgien sup- Portlandien inf.	Zone à A. steraspis = Portlandien sup.
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Belemnites hastatus</i> Montf.	+		+	+	+	+		
<i>Belemnites argovianus</i> May.	+				+	+		
<i>Belemnites voironensis</i> E. Favre	+							
<i>Nautilus Franconicus</i> Opp.	+			+	+	+	—	
<i>Rhynchoteuthis</i> sp.	+							
<i>Phylloceras isotypum</i> Ben.		+				+		
<i>Phylloceras Manfredi</i> Opp.	+		+	+			+	
<i>Phylloceras mediterraneum</i> Neum.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phylloceras Silesiacum</i> Opp.		+						+
<i>Sowerbyceras tortisulcatum</i> d'Orb.	+	+	+		+	+	+	+
<i>Phylloceras Orsini</i> Gem.		+				+		
<i>Neumayria flexuosa</i> Munst.		+			+	+		
<i>Oppedia callicera</i> Opp.	+			+				
<i>Ochetoceras hispidum</i> Opp.	+			+				
<i>Oppedia Erato</i> d'Orb.	+			+				
<i>Peltoceras bimammatum</i> Quenst.	+			+	+			
<i>Perisphinctes plicatilis</i> d'Orb.	+			+	+			
<i>Perisphinctes Lucingae</i> E. Favre	+			+	+			
<i>Perisphinctes Pralairi</i> E. Favre	+				+			
<i>Grossouiria Navillei</i> E. Favre	+							
<i>Nebrodités Randensis</i> Moesch.	+					+		
<i>Aspidoceras perarmatum</i> Sow.	+		+	+				
<i>Aspidoceras Oegir</i> Opp.	+			+	+			
<i>Perisphinctes Hominalis</i> E. Favre	+				+			
<i>Aspidoceras Eucyphus</i> Opp.	+				+			
<i>Aspidoceras Ruppellensis</i> d'Orb.		+			+	+		
<i>Perisphinctes Lemani</i> E. Favre	+						+	
<i>Aspidoceras longispinum</i> Sow.		+				+	+	+
<i>Aspidoceras acanthicum</i> Opp.		+				+	+	
<i>Aspidoceras liparum</i> Opp.		+				+	+	
<i>Aptychus latus</i> Park. sp.	+	+		+	+	+	+	+
<i>Aptychus punctatus</i> Voltz	+	+		+	+	+	+	+
<i>Aptychus sparsilamellosus</i> Gumb.						+		
<i>Aptychus Beyrichi</i> Opp.		+						+
<i>Terebratula Bouei</i> Zeusch.		+				+		+
<i>Terebratula janitor</i> Eict.		+				+	+	+
<i>Collyrites Voltzi</i> Ag. sp.	+	+		+	+	+	+	+
<i>Collyrites Friburgensis</i> Oost.	+	+		+	+	+		+

On verra sur la coupe fig. 26 et 27 les caractéristiques détaillées du Séquanien. Résumons ici: calcaire dur, blanc rosé à la cassure, blanc à jaune de patine.

La carrière d'Hominal est la seule localité fossilifère de cet étage aux Voirons. Un certain nombre d'écaillés peuvent être du même âge; elles n'ont donné aucune trace de fossile, pas plus à PILLOUD qu'à nous-même. Leur faciès semble toutefois suffisamment typique pour pouvoir lui être attribué.

Ces gisements de Séquanien sont notamment:

- 1° Bande calcaire affleurant sur la rive droite du ruisseau qui coule d'Hominal vers les Gets. Fragments indéterminables d'Ammonites, Belemnites et Aptychus.
- 2° Au Nord de la carrière d'Hominal, à l'orée orientale de la forêt de Lachaud, deux écaillés calcaires, pas de fossiles.
- 3° Plus au Nord encore, à l'Est d'une combe débouchant aux Hivernages, il forme une écaille allongée, bien marquée dans la topographie malgré l'épaisse forêt. Cette écaille cesse au gué Pilloud. Au microscope: calcaire fin à organismes D et Radiolaires.
- 4° Ruisseau des Lottys. Le Séquanien forme une écaille entre le Barrémien (dessous) et le Lias (dessus). Il renferme des débris de Perisphinctes, Aptychus et Belemnites.
- 5° Dans le Lias cité ci-dessus, il forme le cœur d'un synclinal et repose sur de l'Argovien.
- 6° Dans le complexe d'écaillés sous Châtillonnet, au haut du talus boisé dominant les Lottys.
- 7° Dans le premier talus au Sud-Est des Lottys près du chalet.

D'une manière générale, c'est un calcaire gris bleuté à la cassure, parfois gris clair, jaune clair de patine. Il est rarement compact et presque toujours lité. Les plans de stratification sont onduleux et accentués par l'effet combiné de frictions tectoniques et de dissolution chimique. Ces surfaces déterminent à Hominal des plans grossièrement grumeleux sur lesquels se détachent en relief les fossiles. Au microscope: calcaire fin, parfois pyriteux, à débris de Textulaires, Spongiaires, Ostracodes (voir fig. 26 et 27 la coupe du Séquanien de la carrière d'Hominal).

Dans les Collines du Faucigny, c'est à la partie supérieure que l'on trouvera l'équivalent des couches d'Hominal. Il est beaucoup plus épais là-bas qu'aux Voirons. VERNIORY (72, p. 79) distingue aux Voirons le Séquanien inférieur du supérieur. Est-ce réellement possible devant une coupe comme celle d'Hominal, où la série est si réduite?

A Semsales et à la Berra, le Séquanien est formé de calcaires compacts à la base et grumeleux au sommet. Là encore il nous semble difficile de tenter un parallélisme avec les Voirons et de faire à Hominal une subdivision analogue, bien que dans l'ensemble les faciès se ressemblent.

D. Kimeridgien

La trouvaille de

Aspidoceras acanthicum Opp.

par E. FAVRE permet d'affirmer que ce terrain existe aux Voirons. Nous n'avons pas retrouvé la couche exacte d'où il provenait à Hominal et ne pouvons fixer la situation de cet étage, ni sa limite avec le Séquanien. Il doit être représenté à l'extrémité Ouest de la carrière, dans les calcaires plus blancs qui prolongent le Séquanien. Ce calcaire gris jaune n'a pas le faciès coutumier du Kimeridgien des Préalpes Bordières tel qu'il est décrit au Faucigny et dans la région comprise entre Montreux et Semsales. Toutefois le Kimeridgien d'Hominal est si peu épais qu'on ne doit avoir ici qu'une très petite partie de l'étage et pas nécessairement la plus typique.

C'est en tout cas la seule assise de la carrière qui puisse vraisemblablement s'y rapporter. Pour la lithologie de ces couches, voir encore fig. 26 et 27 la coupe de la carrière d'Hominal.

PILLOUD (67) attribue au Kimeridgien la partie de droite et le centre de la carrière de Juffly constituée de petits bancs de calcaire très fin, brun foncé, bleuâtre aux endroits chargés de pyrite. A part quelques Aptychus, il n'a pas trouvé de fossiles. Cette attribution semble

juste. Nous considérons comme appartenant au Kimeridgien un calcaire dont quelques petits bancs émergent seuls de l'herbe, non loin du chalet des Lottys, au Sud-Est. Il détermine un replat prolongeant celui sur lequel est fondé le chalet lui-même. Le talus qui les surmonte serait en Séquanien. Là encore les affleurements sont minimes et les attributions ne reposent que sur des analogies de faciès.

Comparée au Faucigny, la couche d'Hominal fait penser à la base de la série kimeridgienne surmontant les niveaux noduleux séquanien. Les surfaces de bancs restent encore onduleuses; le calcaire devient sublithographique. Mais quelle différence d'épaisseur entre les deux étages! (200 m à Penouclère).

A Sulens, le Kimeridgien ressemble à celui de Juffly. Il est formé de calcaires gris, plus ou moins foncés, souvent en petits bancs avec silex. MORET y a récolté

Acanthoceras acanthicum et
Simoceras Doublieri, et enfin
Neumayria compsa.

Dans la Veveyse de Châtel, l'étage atteint 120 à 130 mètres. Ce sont des calcaires compacts finement lités, souvent chargés de rognons siliceux. Le passage au Séquanien et au Tithonique est progressif. C'est, on le voit, un faciès voisin de celui des Voirons, sous réserve, bien entendu, de la différence considérable d'épaisseur.

E. Portlandien (faciès tithonique).

Il est surprenant qu'un étage aussi largement représenté dans les Préalpes Bordières du Faucigny soit si réduit aux Voirons. Nous le connaissons par les travaux d'E. FAVRE, qui a récolté des formes tithoniques à Hominal. Il est resté inconnu dans le reste de la montagne jusqu'en 1936, date à laquelle PILLOUD a publié sa découverte de Calpionelles dans le calcaire d'une écaille située dans la forêt de Lachaud, non loin de sa bordure orientale, au Nord d'Hominal.

La coupe du gisement (fig. 4) montre des lames calcaires verticales dont la plus haute a fourni la microfaune caractéristique.

Le calcaire est craquelé en tous sens, porcelané, blanc de patine et rose à la cassure. Au microscope: calcaire sublithographique à

Calpionella alpina Lor. et
Calpionella elliptica Cad.,
Radiolaires (?),
Organisme D (fig. 46).

Cette diagnose ressemble à celle que l'on relève dans le calcaire du Malm au Nant d'An près de Samoëns.

Le Laboratoire de Géologie de l'Université de Genève possède dans sa collection une coupe mince provenant d'Hominal et montrant qu'il existe du calcaire à Calpionelles dans cette carrière. On y trouve:

Calpionella alpina Lor.
Calpionella elliptica Cad.
Radiolaires (?)
Spicules
Organismes D très abondants.

Malgré de nombreuses recherches et de fréquentes coupes microscopiques, nous n'avons pu retrouver ce niveau. Peut-être s'agit-il d'une petite lentille, actuellement disparue à la suite des exploitations. La chose est fort probable. Ou encore cette coupe se référerait-elle à l'affleurement d'Infravalangien cité plus loin?

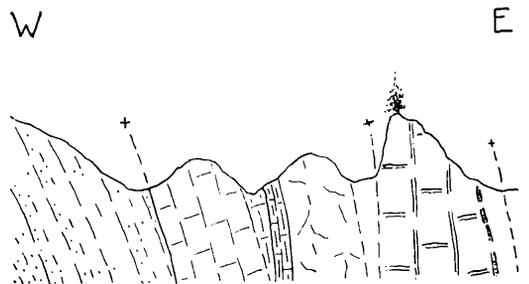


Fig. 4. Profil schématique de l'écaille tithonique de la Forêt de Lachaud. Elle appartient au train No. 2 de lames. A droite, rocher massif de calcaire à Calpionelles. Au centre, écailles de calcaire compact blanc.

A gauche, grès nummulitique de l'écaille d'Hominal-Affamés.

Etant donné ce doute, nous n'avons pas fait intervenir ce terrain dans la coupe stratigraphique de la carrière.

Le Tithonique existe aussi, selon PILLOUD, à Juffly à gauche de la carrière. Cette attribution que nous fîmes dans une course en commun, repose sur une ressemblance de faciès avec la lame de Lachaud: même calcaire porcelané gris rosé. Latéralement (vers la gauche) le calcaire passe à des couches plus grumeleuses. Nous avons trouvé:

Aptychus sparsilamellosus Gûmb.

Coscinoconus alpinus Leupold.

Rognons de silex. Pas de Calpionelles.

Comparaisons. — Au Faucigny, le Tithonique est représenté par des calcaires francs, très clairs, d'un blanc rosé, à lits de silex très semblables au calcaire de Lachaud. Toutefois, aux Voirons, la régularité des bancs est oblitérée par les effets de pression.

A Juffly on retrouve très bien les bancs gris cendré à gris beige avec dépôts noduleux ou remaniés.

Dans les Préalpes Internes, il existe à la partie supérieure du Malm des calcaires lités à silex et à Calpionelles rappelant les couches de Juffly ou de Lachaud.

A Sulens, on trouve les bancs de calcaires massifs de teinte claire, parfois blanchâtre. Silex, zones grumeleuses, bancs de pseudobrèches fossilifères. MORET (64) a extrait:

Aptychus Beyrichi,

Terebratula substriata,

des *Belemnites*

et quelques *Perisphinctes* sp.

Entre Montreux et Semsales, ce terrain se présente soit en lits calcaires réguliers (Riondonnaire) soit en calcaires clairs, noduleux (Chevalleyres). C'est ce dernier faciès qui se retrouve à la forêt de Lachaud. Le premier rappellerait plutôt Juffly.

F. Jurassique indéterminé

Sur la lame de Crétacé supérieur de la Servette repose en contact anormal une nouvelle lame de calcaire dur alternant avec des marnes schisteuses. Ce calcaire est fin et montre au microscope une quantité de Radiolaires siliceux.

Nous attribuons ce calcaire au Jurassique supérieur sans pouvoir préciser davantage. Il est séparé du Crétacé supérieur par une lentille de grès nummulitique.

Le tout affleure à l'amont d'une source elle-même à 50 m à l'Est d'un chalet en ruine dit «La Servette». La végétation rend les affleurements difficiles à repérer.

G. Berriasien (?)

Ce terrain n'est déterminé par aucune faune caractéristique. Nous lui attribuons quelques bancs mal exposés au Nord de la carrière d'Hominal dans la forêt. Ils semblent se rattacher à la suite du Jurassique supérieur de cette carrière et se rapprochent de la description du Berrias que donne VERNIORY au Faucigny (72, p. 58). Ils ne contiennent pas de Céphalopodes et ont un caractère détritique très net qui correspond mal au faciès plus profond du Valanginien avec lequel ils pourraient être confondus.

Nous avons levé avec PILLOUD la coupe suivante du Sud-Est au Nord-Ouest, soit de bas en haut:

1° Calcaire gréseux légèrement brun clair	0 m 08
2° Calcaire blanc tacheté	0 m 06
3° Calcaire gréseux fin brun, à silex	0 m 18
4° Calcaire siliceux rubanné, gris bleu	0 m 06
5° Brèche calcaire à éléments de calcaire blanc contenant des <i>Belemnites</i> , <i>Aptychus</i> et <i>Brachiopodes</i> roulés, galets de Tithonique	0 m 08

A 1 m 80 plus au Nord :

6° Calcaires sublithographiques bleu tacheté

0 m 50

A 2 m 50 plus au Nord :

7° Calcaire identique à 6.

A 1 m 60 plus au Nord :

8° Calcaire gris tacheté

A 15 m plus au Nord :

9° Calcaire gris bleu légèrement rubanné.

La couche est trop mince et couverte de végétation pour faire des comparaisons avec les régions avoisinantes. Toutefois notons qu'au Faucigny on a aussi des calcaires gris cendré, parfois tachetés, séparés par des lits de marnes. On remarquera toutefois la différence des microfaunes. Il est vrai que nous n'avons fait qu'une coupe microscopique. Peut-être aussi faut-il lui rapporter la coupe mince de calcaire à Calpionelles dont nous avons parlé à propos du Tithonique d'Hominal.

A la Veveysse de Châtel, le Berrias commence par un conglomérat de base dont les microniveaux des Voirons pourraient fort bien être un lointain équivalent. Le faciès calcaire qui les surmonte est le même aux deux localités. Aux Voirons il mesure quelques mètres alors qu'à la Veveysse il en a 40 à 60.

H. Valanginien (?)

De récentes fouilles ont mis à jour à Hominal une partie basse de la grande lentille d'où émergent quelques couches très particulières. Ce sont des marno-calcaires jaunes sableux, très écrasés, dont la position est telle (sous le Jurassique supérieur et à l'Ouest) qu'ils surmontent stratigraphiquement le Jurassique supérieur. Ces terrains répondent assez bien à la description que donne VERNIORY du Valanginien inférieur au Faucigny.

Nous n'avons trouvé que quelques côtes d'Ammonites très mal conservées.

Ces couches réapparaissent à l'Ouest de la carrière à travers l'éboulis.

En l'absence d'autres indices, nous les considérons pour l'instant comme valanginiennes. C'est le seul affleurement que nous ayons de ce faciès.

VERNIORY cite dans son travail (p. 78) une comparaison entre le Valanginien des Voirons et le Valanginien calcaire gréseux beige du Faucigny. Dans le même ordre d'idées, PILLOUD a remarqué des calcaires bleus tachetés, si caractéristiques du Valanginien des Préalpes Bordières. Or aux Voirons ils renferment presque tous des Ammonites de l'Hauterivien supérieur-Barrémien. Cependant certains affleurements sont stériles et il se demande s'ils ne représenteraient pas le Valanginien qu'il n'a pu déterminer aux Voirons. Ces deux points de vue convergents cadrent avec les vues de GAGNEBIN (46 p. 22). Nous les considérons comme parfaitement valables dans la région des écaïlles d'Hominal.

C'est en se basant également sur une analogie de faciès que nous attribuons au Valanginien supérieur les calcaires formant le «Crêt de la Ruine» ou «Crêt des Fenils» ainsi que le désigne ALPHONSE FAVRE au-dessus d'Hominal sous le Pralaira.

Cette crête très vive se remarque de loin. C'est la plus élevée sous la pointe de Pralaira, versant Ouest. Elle est due à une lame de calcaires durs, redressée, orientée Nord-Sud.

De rares têtes de bancs émergent du sol et l'on entrevoit alors un calcaire en bancs peu épais, gris jaune, très clair à la surface, altéré sur une forte épaisseur. Dans les cassures profondes on distingue une masse compacte bleutée, fortement glauconieuse, pétrie de particules diverses lui donnant un aspect de roche d'origine détritique.

Des niveaux bréchoïdes parcourent ce calcaire. Ils sont chargés de grains de quartz et de glauconie.

Micr.: 1° Calcaire siliceux. Traînées argileuses. Q-G-Q_m fibreux. Sphérules siliceuses. Textulaires. Gumbelines. Spicules.

2° Mêmes constituants. Beaucoup de phosphate. Débris échinodermiques.

La base de ce calcaire passe à des marnes jaunes que nous avons prises tout d'abord pour du flysch mais dans lesquelles nous avons fini par trouver des côtes d'Ammonites.

L'affleurement se trouve au-dessus du sentier qui d'Hominal, monte vers les Hivernages. A 30 m environ de son origine, prendre à droite dans le pré et gagner la falaise d'un petit ruisseau. L'affleurement est à la limite du glaciaire qui s'écroule et de la roche en place, dans le lit même du ruisseau.

Comparant certains faciès de ce calcaire à des échantillons récoltés par VERNIORY, nous avons pu le rapporter à du Valanginien des collines du Faucigny. La description qu'en donne notre confrère (72, p. 59) correspond d'ailleurs avec le caractère des calcaires des Fenils et confirme cette attribution.

A la Veveysse de Châtel, on retrouve les faciès décrits ici du Valanginien calcaire gris tacheté à schistes marneux. Par contre, la ressemblance des marno-calcaires des Fenils de la lame n° 1 avec les couches de calcaires marneux et de schistes plaquetés de la Veveysse est très lointaine.

Rien ne correspond au calcaire sableux jaune d'Hominal.

Entre Arve et Giffre, on trouve dans les Préalpes Internes l'équivalent du Valanginien calcaire tacheté des Hivernages. Notons au passage que LILLIE reconnaît la présence des Calpionelles dans ce faciès du Valanginien.

Ces calcaires offrent une certaine affinité avec ceux que décrit par MORET à Sulens, notamment ceux qui renferment les couches à glauconie.

I. Hauterivien inférieur (?)

On trouve en contact étroit avec l'Hauterivien supérieur-Barrémien, une lamelle de quelques mètres de longueur, d'un faciès très particulier. Elle affleure non loin de l'extrémité du long banc de Portlandien, à l'intersection d'un chemin forestier et du ruisseau des Hivernages, au lieu dit «le gué Pilloud».

Elle consiste en un grès siliceux gris bleuté, très dur. Sous le microscope on observe un ciment calcaire englobant une foule de spicules siliceux de Spongiaires. Ils sont accompagnés de grains de phosphate. La silice est sous un habitus fibreux à extinction onduleuse (fig. 47).

Nous attribuons cette Spongiolithe à l'Hauterivien inférieur et cette détermination semble confirmée lorsque l'on compare les faciès des Voirons à ceux de Riondonnaire (Veveysse de Châtel). En coupe mince on trouve là-bas: calcaire fin, détritique, à spicules abondants bien que non siliceux. Textulaires. Miliolidés.

Située entre le Séquanien et l'Hauterivien, cette roche pourrait être néocomienne. Sa nature lithologique la rapproche de certaines couches siliceuses de l'Hauterivien inférieur. Nous venons de citer l'analogie avec le faciès de Riondonnaire. Au Faucigny et dans les Préalpes internes, on n'a jamais rien signalé de semblable, mais l'Hauterivien inférieur présente souvent des faciès voisins du nôtre à Spongiaires, quartz et glauconie.

J. Hauterivien supérieur-Barrémien

Ce groupement d'étages est le plus important des Voirons. C'est l'équivalent du Néocomien à Céphalopodes des Alpes Vaudoises. Il consiste en marno-calcaires alternant avec des schistes; l'ensemble a une couleur gris clair ou bleutée à taches plus sombres et renferme la célèbre faune étudiée par PICTET et DE LORIOU (18) puis plus récemment par PILLOUD (67).

Les premiers auteurs ont signalé aux Hivernages la liste de fossiles suivants, qui sans doute se rapportent à cet étage :

Belemnites pistilliformis, Blainville
Belemnites minaret, Raspail
Belemnites dilatatus, Blainville
Ammonites (Lytoceras) subfimbriatus d'Orb.
Ammonites (Holcostephanus) asterianus d'Orb.
Ammonites (Puziosa) ligatus d'Orb.
Ammonites (Desmoceras difficile) d'Orb.
Ammonites (Phylloceras) Thetys d'Orb.
Ammonites (Phylloceras) Rouyanum d'Orb.
Ammonites (Paraspitoceras) Voironensis Pict. et de Lor.
Ammonites (Leopoldia) cryptoceras d'Orb.
Ammonites (Neocomites) Mortilleti Pict. et de Lor.
Ammonites (Acanthoceras) angulicostatus d'Orb.
Ammonites (Pulchellia) Mazylaea Coq.
Ammonites (Douvilleiceras) Martinii d'Orb.
Ammonites (Echioceras) crassicostatus d'Orb.
Ancyloceras Tabarelli, Astier.
Ancyloceras Emerici (Léveillé) d'Orb.
Ancyloceras sabaudianus Pict. et de Lor.
Toxoceras longicornis Pict. et de Lor.
Hamulina fascicularis Pict. et de Lor.
Rhynchoteuthis fragilis Pict. et de Lor.
Rhynchoteuthis sabaudianus Pict. et de Lor.
Mytilus Voironensis Pict. et de Lor.
Pecten Agassizi Pict. et de Lor.
Terebratula diphyoides d'Orb.
Aptychus angulicostatus Pict. et de Lor.
Aptychus Seranonis, Coq.
Aptychus Mortilleti, Pict. et de Lor.
Aptychus radians, Coq.
Phyllocrinus sabaudianus, Pict. et de Lor.

Nous avons cité ici intégralement PICTET et DE LORIOU. Il apparaît clairement qu'une erreur a été commise par les auteurs de l'ouvrage lorsqu'ils admettent du Néocomien à Hominal. En effet, la répartition des fossiles d'après leurs gisements respectifs, montre que les Céphalopodes viennent uniquement des Hivernages, les Aptychus et les Belemnites, d'Hominal. Or à Hominal, nous l'avons vu, les fossiles sont nettement dans le Séquanien.

Il convient, pour être complet, de citer les espèces de poissons signalées par les auteurs dans les couches des Hivernages. Ce sont :

Spathodactylus neocomiensis, Pictet
Crossognatus sabaudianus, Pictet
Clupea antiqua Pictet
Clupea voironensis Pictet
Aspidorhynchus genevensis Pictet.

PILLOUD (67) a complété ces trouvailles aux Hivernages également. Il cite :

Lissoceras Grazianum d'Orb.
Holcodiscus Hugii, Oost.
Holcodiscus intermedius d'Orb.
Neocomites subfimbriatum d'Orb.
Aptychus Didayi, Coq.

Phylloceras infudibulum, d'Orb.

Hoplites regalis, Bean.

En coupe mince, le marno-calcaire montre : Radiolaires, quartz anguleux rare, phosphate, pyrite, glauconie, spicules de Spongiaires. Aux Hivernages, les diagnoses microscopiques sont semblables. Dans le ruisseau des Lottys, une lame du même terrain a fourni à PILLOUD :

Lytoceras Grazianum d'Orb.

Crioceras Duvali, Lév.

Holcodiscus intermedius d'Orb.

Phylloceras Thétys d'Orb.

Crioceras sp.

Pecten sp.

L'auteur considère comme hauterivien supérieur-barrémien un complexe du même faciès affleurant non loin de la carrière d'Hominal dans la forêt, en bancs mal exposés qui semblent faire suite à la carrière vers l'Ouest.

Nous ne partageons pas l'opinion de l'auteur et les mettons dans le Berrias, pour les raisons que l'on a vues plus haut.

PILLOUD attribue à l'Hauterivien supérieur-Barrémien les affleurements suivants :

1° Calcaires dans le ruisseau à l'amont de la pension des Gets près d'Hominal.

2° Lame de calcaire dans le ruisseau non loin de la croisée de la route des Tattes et de celle des Gets au Feu.

3° Des calcaires tachetés à côté de la petite lame de Spongiolithe d'Hauterivien inférieur au Gué Pilloud.

Ajoutons dans cette région méridionale des écaïles la lame fossilifère que nous avons découverte (70) dans le haut du torrent de Milly et qui figure en détail dans la coupe suivant ce ruisseau (pl. III) (fig. 5).

Nous y avons récolté :

Phylloceras Thetys d'Orb.

Phylloceras sp.

Lytoceras subfimbriatum d'Orb.

Lytoceras sp.

Crioceras aff. Emerici d'Orb. 2 éch.

Crioceras sp. 2 éch.

Crioceras aff. Munieri Sar. et Schoend.

Hamulina sp.

Ptychoceras sp.

Bochianites sp.

Belemnites sp.

Aptychus angulicostatus Pict. et de Lor.

Position des couches : N 15 à 22 E, pl. 85 W (fig. 5).

PILLOUD a groupé sous le terme de «lames du train supérieur» une autre série d'affleurements d'Hauterivien supérieur-Barrémien. Nous reviendrons au chapitre de la Tectonique sur cette notion de lames esquissée par PILLOUD et que nous avons reprise en détail.

Nous regrouperons à ce propos ces divers affleurements, que nous nous bornons ici à énumérer et décrire.

C'est tout d'abord le Barrémien du torrent Sud de Chatillonnet qu'on retrouve vers le Sud et vers le Nord du Chalet dans les pâturages et les bois. Il chevauche le Gault avec un coussinet intermédiaire de flysch.

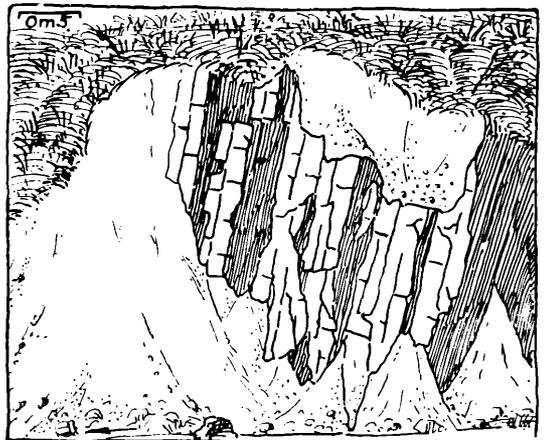


Fig. 5. Ecaïlle d'Hauterivien sup.-Barrémien de «chez Deperraz». Alternances de calcaires gris à Ammonites et de marno-calcaires laminés. Fort plongement vers l'Ouest.

Au microscope: calcaire à débris de spicules et organismes indéterminables, quartz secondaire fibreux; glauconie rare, texture fine et homogène; Radiolaires?

Dans le torrent des Lottys on recoupe cette même couche sur une forte épaisseur.

Enfin nous lui attribuons les lentilles signalées depuis très longtemps dans le Nord du massif, sauf bien entendu à la Servette où l'on n'a que le Jurassique à Radiolaires et le Sénonien-Turonien.

Comparaisons. — Entre Montreux et Semsales, GAGNEBIN (46, p. 22) a très justement noté que la limite entre les deux étages est impossible à tracer. On observe la coexistence dans le même niveau de:

Crioceras Dubali Lév.

Neocomites neocomiensis d'Orb.

Neocomites neocomiensiformis Hohen.

L'auteur désigne donc sous le terme de Hauterivien supérieur-Barrémien tout le complexe. On trouvera les arguments paléontologiques pour la discussion des limites de ces terrains dans l'ouvrage de SARASIN et SCHOENDELMAYER (36) et dans les *Lethea* (38).

Sous le microscope, le faciès est identiquement le même. A Riondonnaire on a également un marno-calcaire fin à Radiolaires et menus débris anguleux de calcite.

K. Albien

PILLOUD (51) a découvert l'Albien dans le ruisseau Sud de Chatillonnet. Cet étage peu épais (4 m) est fossilifère. Il a donné:

Douvilleiceras mamillatum (Schlott)

Hoplites (Leymeriella) tardefurcatus (Leym.)

Hoplites (Leymeriella) tardefurcatus, forme voisine de

Hoplites regularis Brug.

Avellana cf. incrassata Mantell.

Ce sont des marnes noires, tendres, légèrement micacées, souvent laminées.

Au microscope: marne siliceuse, quartz anguleux abondant, silice secondaire disséminée dans la pâte marneuse, fréquente glauconie en grains arrondis, zircon, rares granules de phosphate, pas d'organismes.

Comparaisons. La grande différence entre l'Albien des Voirons et celui du Faucigny consiste en l'absence dans le premier de calcaires intercalaires qui sont si marqués au Faucigny. Les épaisseurs sont également très inégales: 4 m aux Voirons et 50 m au Faucigny. VERNIORY, tenant compte de ces différences, admet l'équivalence des deux formations et leur synchronisme (72, p. 67).

L. Sénonien-Turonien

Il existe, non loin du chalet de la Servette, une écaille de calcaires plaquetés dans laquelle une coupe microscopique a donné

Globo truncana Linnei d'Orb.

Globigérines

Fissurines

Le faciès est semblable à celui des calcaires gris signalés au Faucigny.

Sur le flanc occidental du Niremout à la Chaudereire, E. GAGNEBIN signale un marno-calcaire plaqueté analogue au «Leistmergel» renfermant

Globo truncana Linnei (d'Orb)

qui semble être un équivalent de celui des Voirons. C'est également un affleurement unique dans la chaîne.

TABLEAU COMPARATIF DES SÉRIES MÉSOZOÏQUES DE QUELQUES RÉGIONS ULTRAHELVÉTIQUES

	Voirons AUGUSTIN LOMBARD	Entre Arve et Giffre A. LILLIE	Champéry - Morgins E. GAGNEBIN	Collines Faucigny R. VERNIORY	Châtel-St-Denis E. GAGNEBIN	Annes - Sulens L. MORET	
Maestrichtien		Lames dans le Flysch	Lames dans le Flysch (?)	Calcaires schistoïdes grenus spathiques, gris bleu à patine rousse.	Comme au Faucigny	—	Maestrichtien
Sénonien Turonien	Calcaires plaquetés à Glob. Linnei, Globigérines et Fissurines. Comme au Faucigny	Calcaires plaquetés à microfaune abondante	Lames dans le Flysch	Calcaire jaune verdâtre tacheté de violet, en plaquettes irrégulières. Bancs calcaires clairs ou gris à intercalations de marnes claires	Comme au Faucigny	Schistes jaunes Calcaires marneux blanc jaunâtre avec minces lits schisteux	Sénonien Turonien
Albien	Schistes marneux sombres à Ammonites	—	Calcaires foncés gréseux à glauconie?	Cénomaniens: alternance de calcaires et de marnes Marnes grises onctueuses et calcaire gris bleu	Comme au Faucigny	Schistes noirs grésomiacés et grès glauconieux	Albien
Aptien		Calcaire glauconieux?		Marnes jaunâtres puis marnes gréseuses. Niveaux de grès durs bleus ou verdâtres	Comme au Faucigny sans les marnes jaunâtres	Même faciès que l'Albien	Aptien
Urgonien				Boulets de calcaire zoogène foncé dans marnes à Orbitolines	Calcaire zoogène oolitique et détritique	Calcaire zoogène gris clair	Urgonien
Barrémien	Marno-calcaires tachetés à Ammonites (+ Hauter. sup.)	Calcaires siliceux et marno-calcaires tachetés à Ammonites		Alternances de calcaire gris bleu tacheté et de marnes grises	Comme au Faucigny		Barrémien
Hauterivien	Hauter. sup. = Barrémien Hauter. inf. (?) = calcaire siliceux brun	Calcaire gréseux noir Calcaire sombre Grès glauconieux à Toxaster	Calcaires siliceux bruns à spicules de Spongiaires, Aptychus et Belemnites	Calcaire gréseux plus ou moins fin, gris ou bleu foncé à patine brune	Comme au Faucigny	Calcaires noirs ou gris à patine rougeâtre et à traînées schisteuses	Hauterivien
Valanginien	Calcaire gris tacheté et schistes marneux Calcaire brun sableux ?	Calcaires et marnes tachetés à Calpionelles et Radiolaires	Calcaires et schistes marneux à Ammonites et Aptychus	c) Calcaires gréseux beiges b) Marnes schisteuses noires a) Alternances de calcaires marneux et de marnes Les calcaires sont tachetés	Alternances régulières de calcaires gris clair tachetés et de schistes marneux gris ou jaunâtres	Comme l'Hauterivien	Valanginien
Berriasien	Calcaires gris clair et marnes tendres		Schistes noirs à punctuations siliceuses	Alternances de calcaires gris cendré tacheté et marnes grises Passe insensiblement au Tithonique	Marnes grises grenues à granulations noires Conglomérat de base	Petits bancs marneux bleuâtres à taches noires. Minces délits schisteux Passage au Tithonique	Berriasien
Tithonique	Calcaire blanchâtre, lité, gris, rose, compact, à Calpionelles. Silex	Calcaire à Calpionelles et Radiolaires	Calcaires blanchâtres à pseudobrèches et Calpionelles	Calcaire blanc rosé. Bancs épais. Niveaux conglomératiques ou grumeleux. Rognons ou lits de silex	Quelques bancs remaniés	Bancs calcaires massifs clairs avec silex. Zones grumeleuses. Pseudobrèches	Tithonique
Kimeridgien	Calcaires blanchâtres à silex	Calcaire à Radiolaires	Calcaire compact en couches minces. Silex en rognons	Calcaires bruns ou bleus foncés bien lités en petits bancs. Brèches	Comme au Faucigny sans brèches	Calcaires gris en petits bancs	Kimeridgien
Séquanien	Calcaire grumeleux jaune à patine blanche Lits noduleux	Calcaire gris à brunâtre à Radiolaires	Calcaire lité compact à lits noduleux	Sup.: Calcaires spathiques, siliceux, en nodules bleus à auréole rousse. Inf.: Bancs massifs et couches grumeleuses	Comme au Faucigny sans couches grumeleuses au Séquanien inférieur	Alternances de bancs calcaires et de lits schisteux gris-noir	Séquanien
Argovien	Calcaire grumeleux gris jaune et marnes rognonneuses à fossiles		Alternances de calcaires compacts et schistes marneux Semblable au Valanginien	Alternances de bancs calcaires et marnes gris foncé à taches ferrugineuses	Couches grumeleuses puis comme au Faucigny	Bancs calcaires séparés par des délits schisteux	Argovien
Oxfordien			Schistes argileux et sombres	Marnes et rares bancs de calcaires marneux gris foncé à taches ferrugineuses	Comme au Faucigny	Schistes noirs à petits nodules calcaires puis alternances de bancs calcaires noirs à patine rousse et de schistes calcaires	Oxfordien
Callovien Bathonien Bajocien		—	Calcaires schisteux gris clair et marnes interstratifiées?		—	Le Callovien n'est pas séparé de l'Oxfordien	Callovien Bathonien Bajocien
Aalénien	Schistes marneux à Ammonites Rares nodules ferrugineux	Schistes argileux micacés à nodules pyriteux Bandes de calcaire Ammonites	Schistes noirs argileux à nodules ferrugineux et calcaires Posidonies		—		Aalénien
Trias	—	Gypse — Calcaires dolomitiques — Schistes bariolés	Carnieule et calcaires dolomitiques		—		Trias

LILLIE signale dans les Préalpes Internes entre Arve et Giffre un Sénonien-Turonien dont la microfaune est beaucoup plus riche que celle de la Servette. En plus de *Globotruncana Linnei*, il cite des *Globigérines*, *Lagena*, *Gümbelina*, prismes d'Inocérames, etc.

M. Généralités. Conclusions

Il nous paraît imprudent de tirer des conclusions sur une série mésozoïque dont les termes ont été si bouleversés. Les lacunes telles que l'Urgonien, l'Oxfordien, l'Aptien, le Maestrichtien, peuvent provenir de laminages tectoniques ou d'absences d'ordre sédimentaire.

Plusieurs attributions sont basées sur de simples analogies de faciès. Les réductions d'épaisseur sont ainsi de deux ordres: tectonique et lithologique, sans qu'il soit possible de choisir. Plusieurs terrains tendres sont certainement recouverts de dépôts meubles: à plus forte raison nous paraît-il nécessaire d'être très prudent lorsque l'on reconstituera la stratigraphie complète du territoire.

Il résulte de ce fait une impossibilité de faire une reconstitution paléogéographique de la région d'où sont issues les écaïlles des Voirons. Il s'agit probablement, comme pour le Faucigny et la nappe inférieure des klippes savoyardes, de la couverture sédimentaire de l'arrière du massif du Mont-Blanc, qui s'enracinerait au Mont Chétif.

L'étude comparée des Voirons n'amène à aucun résultat positif permettant de séparer la série du Laubhorn de celle de la Tour d'Anzeinde.

2° Le Nummulitique

A. Introduction

Les terrains tertiaires jouent dans la composition des roches des Voirons un rôle considérable. Le Mésozoïque se réduit à quelques trains d'écaïlles laminées dans du flysch marneux, lequel est pénétré et surmonté par la grande masse des grès des Voirons et du Vouan.

Cet ensemble a déferlé sur l'avant-pays molassique subalpin, l'entraînant à son tour et l'accumulant sur la Molasse châtienne autochtone.

La stratigraphie du Nummulitique préalpin des Voirons a préoccupé tous nos prédécesseurs. DE SAUSSURE s'y attache pour la première fois, en ne considérant que les grès seulement, comme d'ailleurs ses successeurs jusqu'à nos jours. On trouvera dans l'Introduction l'historique de cette exploration.

Relevons simplement que PILLOUD le premier, s'inspirant de l'étude d'E. GAGNEBIN (46), signale l'existence d'un flysch dit «de base», sur lequel reposent les grès.

B. Série des Grès des Voirons

a) Description — Affleurements — Faune

On désigne sous ce terme la masse épaisse de grès qui forme la crête des Voirons et leur versant Est, de la vallée de la Menoge jusqu'au col de Saxel et au delà jusqu'au Mont Macheret et au col de Cou. Ils appartiennent au tertiaire de la nappe des Préalpes externes ou bordières, dont ils forment la plus grande partie dans notre région.

C'est l'équivalent des grès du Gurnigel.

Ils consistent en un grès à ciment calcaire à grain généralement fin, parfois conglomératique. (Dans ce cas nous l'avons différencié au Pralaira et au Vouan et l'étudierons à part).

Ce grès, gris à jaune en surface, est bleu en profondeur. Il s'altère facilement en se décalcifiant. Il forme rarement des bancs épais, mais peut lorsqu'il est dur et compact, former

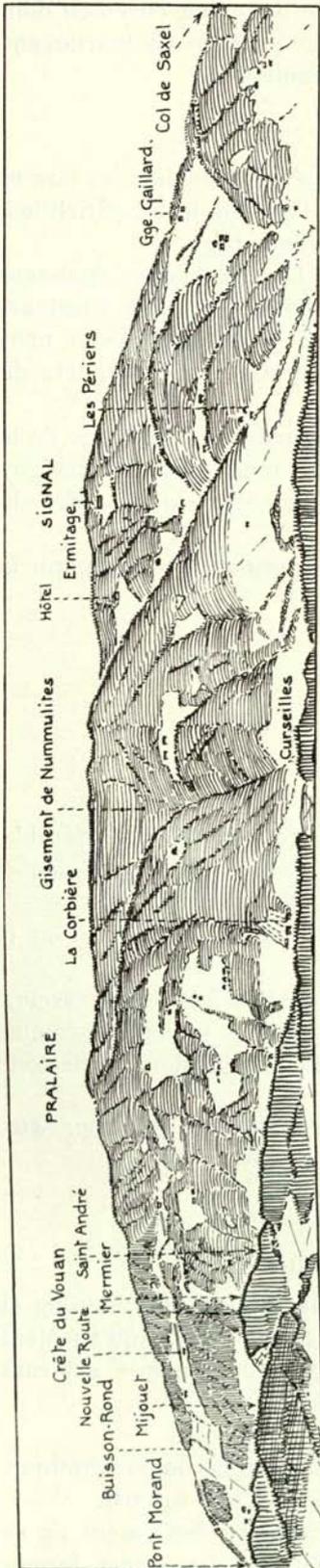


Fig. 6. Croquis panoramique du versant Est des Voironns situant les principales localités. Vue prise de la Pointe des Brasses.

des crêtes. C'est le cas des Voironns (ou du Vouan pour le faciès conglomératique). Au Mont Macheret, il est plus tendre et ne forme que des reliefs atténués.

Sous le microscope, ses grains constitutifs sont anguleux ou arrondis, de composition hétérogène et sont cimentés dans de la calcite. Les grès renferment une microfaune abondante dont les éléments les plus constants et les plus caractéristiques sont les Lithothamnies. A titre accessoire, on trouve les Nummulites et les Discocyclines.

Lithologiquement, il nous est apparu impossible de différencier les diverses couches de ces grès. Nous avons cherché sans succès à y parvenir en multipliant les coupes minces ou en utilisant successivement tous les critères de classification habituels: dimensions de grains, proportion de minéraux, etc.

Seules de très grandes et très larges subdivisions, ou séries, ont permis d'établir certaines équivalences. Ce sont les seules unités que nous ayons suivies d'un bout à l'autre de la chaîne.

La diversité de constitution semble être le seul caractère constant de ces grès!

STUDER a bien décrit et défini les grès du Gurnigel (15). Nous y reviendrons lors de la description des affleurements. Il semble que les types de grès classés par catégories pétrographiques soient plus nets au Gurnigel et à la Berra (26, 49, 47) qu'aux Voironns où nous n'avons jamais de vraies «Brèches feldspathiques», «grès glauconieux», «grès à Bryozoaires ou à Lithothamnies», sinon par ci, par là dans un petit volume de roche n'offrant qu'un intérêt local.

Les plans de stratification sont bien marqués et sont dus à un type lithologique de grès ultra-fin ou de marnes argileuses à traînées de quartz. Dans les séries où les bancs sont minces et alternent avec des schistes, il apparaît des traces carbonneuses de végétaux. PILLOUD signale de l'ambre qui, comme aux Allinges, se trouve sur un de ces plans.

Les fucoïdes se trouvent également sur des plans de stratification dans des alternances minces.

A Pont Morand, ces plans sont parcourus par de remarquables hiéroglyphes dont nous faisons l'analyse et l'étude à propos de ce gisement.

Les foraminifères sont répartis dans la masse des grès ou sur certaines surfaces de bancs. Dans le premier cas, il est extrêmement difficile de les extraire, car ils sont fortement cimentés. Nous sommes parvenus à dégager des Nummulites dans les conglomérats altérés du Vouan. Dans le second cas, malheureusement exceptionnel (gisement du haut de Curseilles et Saxel), les Orbitoïdes et les Nummulites sont cimentés dans une argile verte qui comble les irrégularités de la surface du banc de grès. Leur extraction est aisée. Ailleurs, elles peuvent être sommairement serties à la surface du grès.

Principaux affleurements:

I° Les grès de la série de la crête des Voirons proprement dite

1° Carrière de Fillinges ou Carrière Achard. — Située le long de la route d'Annemasse à Samoëns, à 3 km du Pont de Fillinges (fig. 7).

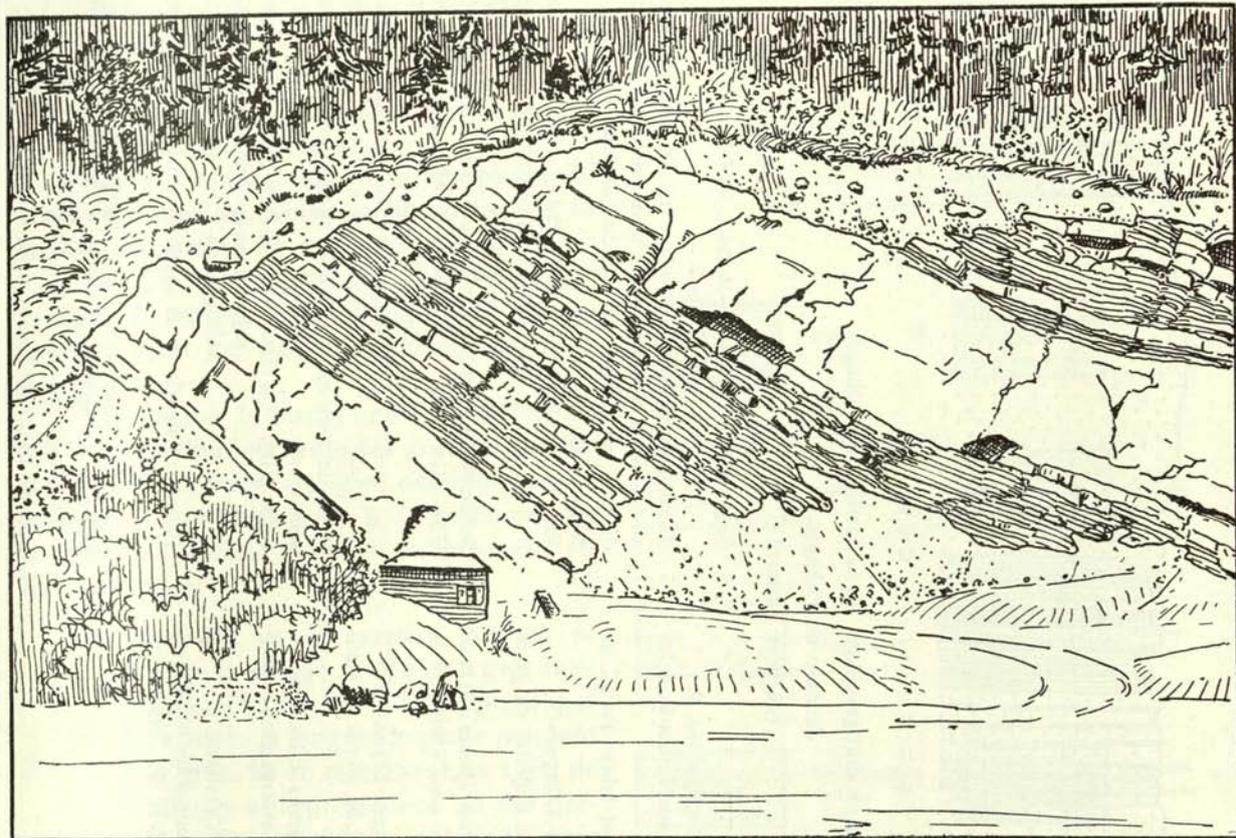


Fig. 7. Carrière de Fillinges. Grès nummulitiques de la série des Voirons.
Relèvement anormal des couches à proximité du soubassement autochtone subalpin.

Cette carrière montre une des plus belles coupes du massif. Nous en donnons un relevé avec la coupe schématique aux fig. 8 et 9. La position des couches est: N 10 E, 37 E.

En résumé nous avons affaire à un grès calcaire moyen à fin en bancs bien marqués, peu épais sauf deux d'entr'eux très importants (fig. 7 et 8).

Lithologie. — Vers la base, les surfaces charbonneuses sont abondantes. Leurs éléments ont toujours l'aspect calibré, ovale ou arrondi.

Le grand banc de grès supérieur montre plusieurs fois des alvéoles comblées d'argile dure, étudiés par A. CAILLEUX (69).

Il semble que l'on ait là des grains mous de formation d'estuaires. L'auteur a observé de tels galets argileux dans des formations récentes à l'embouchure de la Loire, sur la plage de Wimereux et dans des dépôts anciens tels que des alluvions de la Seine, des sables interglaciaires de Pologne et enfin dans les grès rouges triasiques des Vosges. Ces lentilles argileuses sont, étant donné leur contour bien délimité, des galets probablement mous à l'origine, formés aux dépens de couches argileuses émergées, peut-être même submergées.

Notons ici que le long de la Menoge, nous avons récolté des tels galets récents d'argile glaciaire, de la dimension du poing, dont la surface est incrustée de granules sableux ou graveleux.

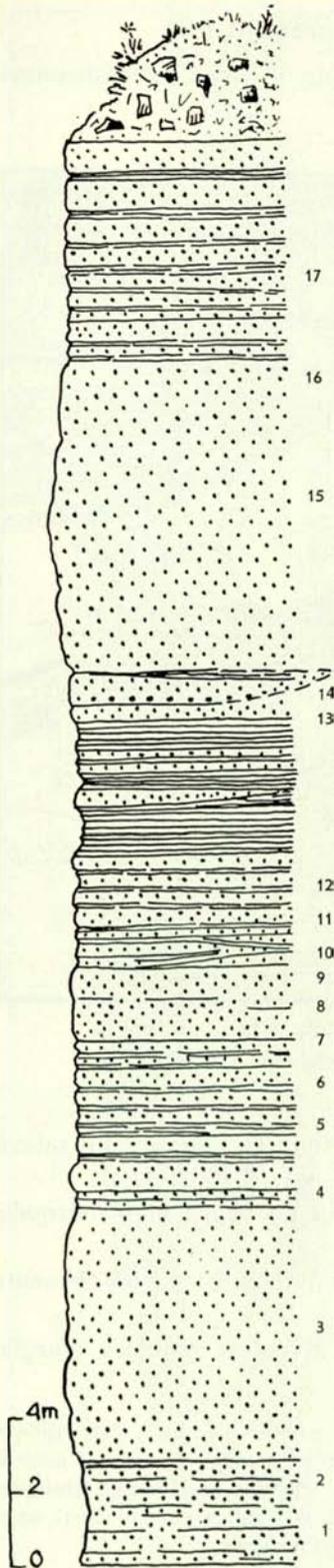


Fig. 8. Coupe stratigraphique de la carrière de Fillinges.

Carrière de Fillinges.

(Carrière Achard)

Position des couches: N 15° E, pl. 37° SE.

Observations complémentaires: Légende lithologique fig. 9.

- 17 Grès. Micr.: G_p ; Q_r - Q_m -J-M-G-/L-N-Prismes d'Inocérames-Robulus sp.-Dent de poisson.
La glauconie est grumeleuse et lobée. Parmi les feldspaths, microcline.
 Q_r - Q_m -Crist. abondant-Cre. fin-/L-Bryoz.-O.
Une croûte de Lithothamnium englobe un grain de Quartz.
- 16 Grès.: G_p ; Q -J-G-M-F-Crist.-/L-N-Tests de Brachiopodes et Lamellibranches-Globigérines à grosses perforations-Rotalidés-.
- 15 Grains et galets d'argile de diverses dimensions (jusqu'à 0 m.20 de long). Aspect de traces de pas. Surtout à la surface inférieure des bancs.
 G_m ; Q_r - Q_m -G-Crist.-Zircon-/L-N fragm.-Bryoz.-
- 14 Grès. Micr.: G_p ; Q_r - Q_m -Q fibreux-F-G-/L autour de grains de glauconie-Dents de poissons.
- 13 Grès. Micr.: G_p ; Q_r -M-G-F-J-/L-Heterohelix-Prismes d'Inocérames.
Grès stratifié, ciment abondant et largement cristallisé.
- 12 Grès. Micr.: G_p ; Q_r - Q_m -J-G-M-/L-Prolocolum d'Orbitoïde.
- 11 Grès. Micr.: G_p ; Q_r - Q_m -J-G-M-/L-Prolocolum d'Orbitoïde.
- 10 Traces de fluxion dans les grès. Stratification contournée et oblique.
- 8 et 9 Grès. Micr.: G_m ; Q_r - Q_m -F-G-M-J-Crist.-/L-N-O-Test de Brachiopodes-Prismes d'Inocérames-Globorotalidés-Miliolidés-Prolocolum d'Orbitoïde.
- 7 Niveau charbonneux

6 Grès. Micr.: G_p ; Q -G-F-M-Crist.-/L-N-Rotal.-Globig.-Prismes d'Inocérames?

5 Microconglomérat plus grossier que le reste du banc; se trouve à mi-épaisseur de ce dernier. D'une manière générale, aucun banc de grès ne débute par un conglomérat de base, même de fine granulation.

Micr.: G_p ; Q -J-G-M-F-Crist.-/L-N-Tests de Brachiopodes et Lamellibranches-Globigérines à grosses perforations-Rotalidés-.

4 Surfaces de stratification à traces charbonneuses.

3 Grès. Micr.: G_m ; Q_r - Q_m -Crist.-/L-O-Prismes d'Inocérames-Sections d'Echinodermes.

Le quartz est fréquemment craquelé et a des extinctions onduleuses.

2 Pistes de vers cylindriques dures, dans les marnes sableuses et schisteuses.

1 Grès. Micr.: G_m ; Q_r - Q_m -M-F-G-/L-N-Echinodermes-Miliolidés quinqueloculaires-Globorotalia-Textul-Operculina-Globigérines-.

Parmi les débris de la carrière, nous avons encore observé:

1 Grès. Micr.: G_p ; Q_r - Q_m -F-G-Crist.-/L-O-.

2 Marne à Globigérines. Micr.: Quartz secondaire, G-P-/Globigérines-
Spicules de Spong-.

3 Grès. Micr.: G_m ; Q_r - Q_m -G-J-Crist.-/L-.

La forme d'ellipsoïde aplati que présentent ces enclaves argileuses dans les grès nummulitiques résulte d'un écrasement au cours de la sédimentation ou d'une pression tectonique ultérieure (fig. 51).

Certaines surfaces des bancs de grès, dans les alternances de grès et de schistes, sont parcourues par des pistes de Gastéropodes, du type

Palaeobullia n. g. Götz. et Becker
ou encore du type *Cylindrites* in Fuchs.
Ailleurs on trouve des traces du type

Helminthopsis hieroglyphica Hr. in
Maillard (pl. II, fig 4)

Ailleurs encore signalons des pistes de vers non décrites, voisines de celles de la Menoge, en amont de Pont Morand.

Sous le microscope, ce grès est polygénique et renferme une quantité de microfossiles. C'est par excellence le type du grès des Voirons.

En résumé, la carrière de Fillinges donne une notion générale des grès de la série des Voirons. Faciès typiques des alternances de grès et schistes, grès à Lithothamnium, la microfaune dans laquelle prédominent ici les Orbitoïdes.

1° Non loin de la carrière Achard se trouve le village de Boisinges relié récemment au Pont de Fillinges par une route le long de laquelle pointent des grès. Ils se rattachent au type de Fillinges et représentent un des derniers niveaux du sommet de la série des Voirons. Peu au-dessus commencent en effet les termes de la série du Vouan.

Une coupe mince a donné:

$$G_m = Q-Q_m\text{-Calcite/L-Miliol.-Bryoz.-Rotal.-Textul.-Globig.-Piq}^t \text{ d'Oursin}$$

Sous Boisinges, dans les prés dominant la route nationale, tête de banc de grès à Numulites. Au micr.:

$$G_m = Q-Q_m\text{-F-G-J-Cte./L-O-N-Archaeolithoth.}$$

2° Le long de la Menoge, entre Pont Morand et Mermier, il existe quelques affleurements égrenés sur la rive droite. Ce sont d'ailleurs les seuls terrains en place que coupe ce torrent, de la Corbière (série du Vouan) à Bonne-sur-Menoge (Molasse subalpine).

De l'aval à l'amont, on rencontre les grès des Voirons sous le pont Morand; le grès est brun, homogène et fin, en bancs réguliers de 0 m 60 à 0 m 70. Il affleure sur une tranche de 9 m. Quelques niveaux sont plus fins et donnent sous le microscope:

$G_p = Q\text{-Cre.-M-G/Pas de Lithoth.}$, ce qui est extrêmement rare et point d'organismes déterminables.

Position: N 2° W, pl. 41° E.

ALPH. FAVRE y a découvert des fucoïdes (20).

Plus haut, sur 85 m de longueur, de grandes dalles longent le cours de l'eau. Elles alternent

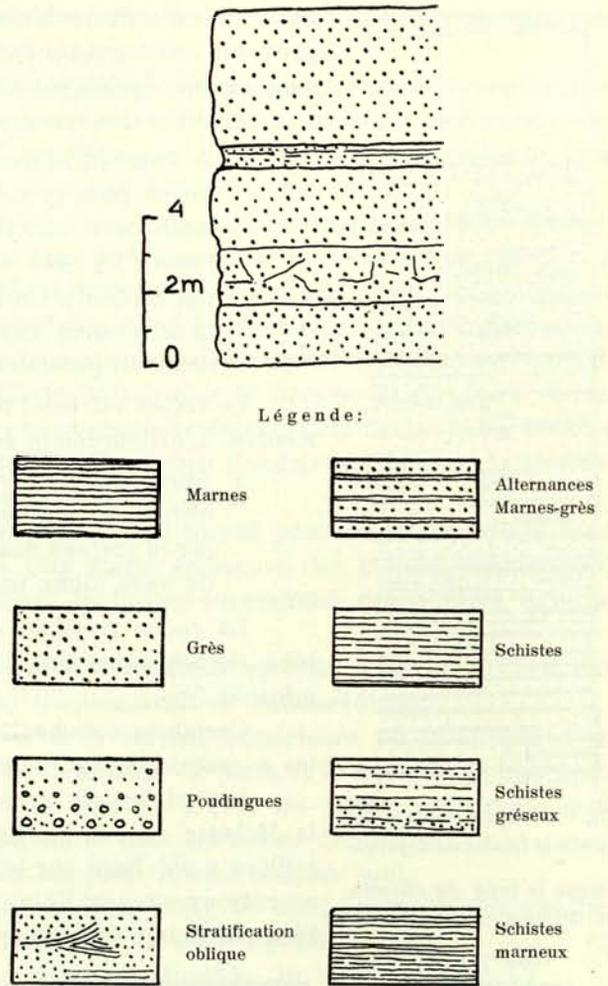


Fig 9. Coupe stratigraphique dans le talus de la route à Fillinges (suite de la coupe de la carrière à l'Ouest) et légende lithologique des coupes.

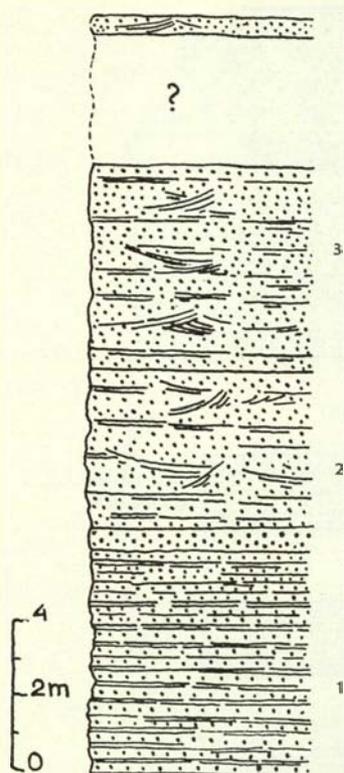


Fig. 10. Coupe stratigraphique de la falaise de Mijouet.

Coupe le long du chemin de Mijouet vers le Nord.

Observations

complémentaires:

Position des couches:
N 35 W. pl. 48 NE.

- 3 Quelques Orbitoïdes.
- 2 Niveaux microconglomératiques à grains mal calibrés (longueur maximale 0 m. 03).
- 1 Microconglomérat (diamètre moyen des grains: 0 m. 003). Stratification entrecroisée. Traces charbonneuses. Lentille d'argile verte.

Fig. 11.

Polygones de fractures par gauchissement dans un banc de grès des Voirons. Bord de la Menoge, environs de Pont Morand. Gisement à Palaeobullia.

avec des marnes schisteuses. A l'extrémité aval, deux bancs épais de grès dur montrent un faciès fin passant à un grain beaucoup plus grossier, visible également au Pont Morand.

Position des couches: N 36 W, pl. 47° E.

3° A l'amont, nouvel affleurement bordant la rivière. Le grès a un faciès plus grossier. Certains éléments ont une longueur maximale de 8 cm. Beaucoup de quartz. Les Lithothamniums sont rares. Le grès est dur et détermine une longue dalle gauchie par endroits. Sa position moyenne est N 14 W, pl. 25° NE. Noter la différence marquée entre les plongements de ce complexe et ceux du précédent, malgré la faible distance qui les sépare.

Le faciès est celui de Fillinges à Lithothamnies, Orbitoïdes, Bryozoaires. L'affleurement est continu. Il est relevé à la figure 12.

4° Après une interruption due au glaciaire et à la végétation, on trouve un nouveau pointement de grès; celui-ci est important, car la surface des bancs est parcourue par d'innombrables pistes de vers, dans un état de fraîcheur remarquable.

La roche consiste en grès du type Fillinges fin, en petits bancs bien détachés les uns des autres par des couches de schistes argilomicacés fins.

Certaines couches sont gauchies et ont subi une déformation qui les a craquelées en un réseau polygonal (photo fig. 11).

Les **pistes de vers** sont fréquemment citées dans les études sur la Molasse ou sur les grès tertiaires préalpins. Une série d'études détaillées a été faite sur le flysch de Vienne et les types de pistes décrits se retrouvent aux Voirons. Il n'y a là d'ailleurs aucune anomalie, mais bien plutôt une rareté, car à notre connaissance, aucun gisement analogue



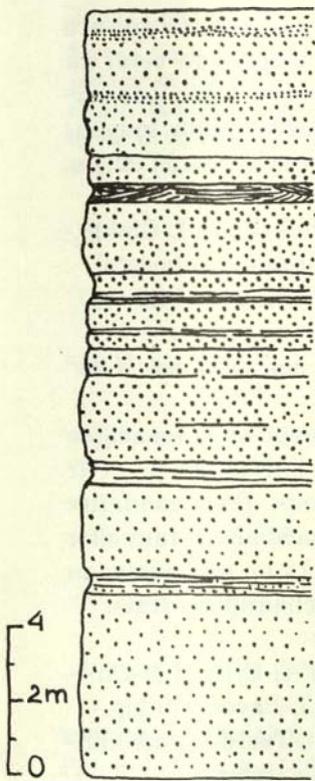


Fig. 12. Coupe stratigraphique le long de la Menoge, en amont de Pont Morand, rive droite.

Rive droite de la Menoge.

Observations complémentaires.

Position des couches:
N 43 W, pl. 58 NE.

- 3 $G_g = Q-F-G-Q_m-Cr./L-O-Bryoz.-Globig.-Globorotal.-Rotal.$
 $G_m = Q-Q_m-Je-G-Cr.-Cr./L-O-Rotal.-Globig.-Miliol.$
- 2 Traces carbonneuses. Stratification entrecroisée, onduluse, plissée. Pistes de vers, serpules. $G_p = Q-Q_m-F-G-M-Cr./L-N-Globig.-Rotal.-Bryoz.-Lamellibr.$
- 1 Alternances de grès et de schistes. Dans les grès «grading» des éléments, c'est-à-dire classement dimensionnel, les plus gros grains sont en bas. Sur les surfaces schisteuses: fucoïdes.

n'a été signalé en Suisse ou en Bavière entre ces deux points extrêmes du flysch préalpin de bordure.

FUCHS (30) figure un certain nombre de pistes et de figures d'origine incertaine dont nous avons retrouvé des traces isolées et mal conservées le long de la Menoge. Il considère certaines traces comme pistes de gros Anelidés, ceci toutefois n'est pas démontré, ajoute-t-il.

ABEL (54) apporte des vues nouvelles sur certaines pistes très typiques que l'on retrouve dans le Wienerwald et découvertes par nous à la Menoge. Elles ressemblent à certaines traces laissées actuellement par un Gastéropode du genre *Bullia* (*Bullia rhodostoma*). Les observations ont été faites à marée basse sur une plage de la côte Ouest de l'Afrique du Sud.

C'est dans le travail de GÖTZINGER et H. BECKER (in 63) sur le flysch du Wienerwald que nous trouverons les déterminations des pistes fossiles dans certains niveaux des Greifensteiner Sandstein, basée sur la ressemblance avec les pistes signalées par ABEL.

Nous renvoyons le lecteur à ce travail pour les détails concernant les environs de Vienne. Une étude ultérieure des mêmes auteurs (63) concerne plus spécialement les pistes récemment découvertes dans le flysch ostalpin.

A la Menoge, les pistes parcourent en tous sens la surface des grès. Elles se recouvrent fréquemment et s'enchevêtrent.

Suivant qu'on observe la surface supérieure ou inférieure d'un banc, on retrouve un type déterminé de piste. A la suite de FUCHS, nous avons également remarqué que les traces les mieux conservées sont presque toujours situées sur la face inférieure des bancs.

Les types de pistes les plus caractéristiques sont:

Palaeobullia g. n. G. et B. fig. 56 et 57 échantillon de gauche.

Subphyllochorda g. n. G. et B. fig. 59

Cylindrites à forme de fucoïde, in Fuchs (30) pl. IV, fig. 1 et fig. 41

Helminthoides labyrinthica Heer.

Halymenites sp. ind. fig. 57 droite.

Cylindrites fig. 54

Piste de ver indéterminée (v. fig. 60)

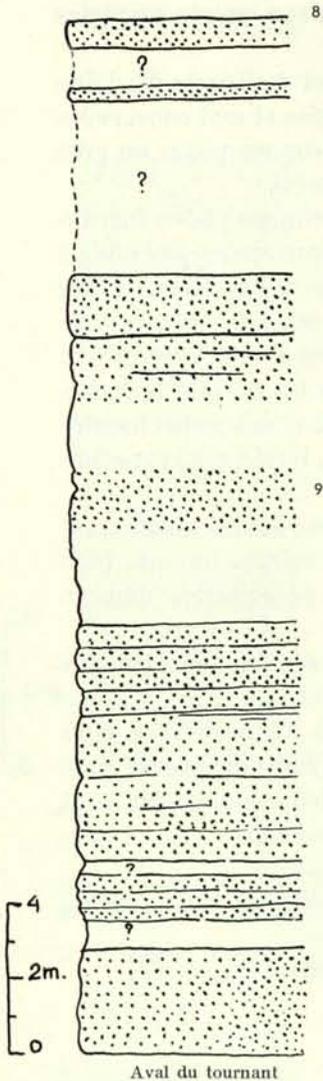
Piste de ver indéterminée (v. fig. 61)

En outre: un fragment de *Zoophycos*.

5° Chacun de ces affleurements égrenés le long de la Menoge correspond à des têtes de bancs plus dures que les autres. Leur prolongation se perd dans les prés et sous le glaciaire qui couvre les pentes comprises entre la Menoge et la route de Pont-de-Fillinges à Boège.

On retrouve toutefois certaines d'entre elles dans la tranchée creusée pour l'établissement d'une ligne de chemin de fer de Fillinges à Boège. Elles sont recouvertes pour la plupart, car la ligne a été abandonnée et les talus s'éboulent.

6° Le hameau de Mijouet est adossé à un crêt de grès bien marqué dans la topographie. Une petite route se dirigeant sur Les Blancs en coupe une fraction, le long de laquelle nous avons relevé la série figurée fig. 10. Il s'agit d'un grès fin, banal, à Foraminifères, semblable à celui de Fillinges.



7° En montant de Mijouet vers Buisson-Rond, on atteint l'épaule des Voirons, qui sépare le versant E de la montagne de celui du Sud, et domine le Pont de Fillinges. Les grès affleurent sur une surface dénudée. Lithologie: grain moyen; pas de microorganismes visibles à l'œil nu.

Au microscope on a :

$G_p = Q_1-Q_m-F-J-G-Cre/L-Globig.-Textul.-Rotal.-Globorotal.$

$G_m = Q-Q_m-F-Crist.-M-G-Zircon/L-N?$

La position de ces grès est N 25° E pl. 33° SE.

8° Cet affleurement nous renseigne sur les grès formant l'armature de cette épaule Sud des Voirons. Pour connaître le faciès de sa partie médiane, il faut aller à l'Est de Donchegay où une ancienne carrière donne des échantillons frais.

Au microscope :

$G_m = Q_1-Q_m-F-G-Crist.-J-M-Chloritosch./L-Bryoz.-Globig.-Echinod.-Teste-Lamellibr.-Miliol.-Textular.$

$G_g = Q-Q_m-J-Cte-G-Cristall.div.-Calcaires div./L-O.$

9° La lentille de calcaire jurassique supérieure de Juffly est couverte d'un banc de grès nummulitiques. Leur position tectonique montre nettement qu'il s'agit des derniers bancs redressés de la base du complexe de la crête des Voirons. Ils sont malheureusement altérés sur une grande épaisseur et n'ont pu permettre de diagnose lithologique exacte.

10° Remontant en verticale jusqu'à l'épaule des Voirons, on parvient à Buisson-Rond. Une ancienne route montant de Juffly y arrive et, au contour de l'épaule, coupe les grès. On relève en ce point la coupe fig. 13 et 14. Les sections de Globorotalidés y sont exceptionnellement fraîches. Nous n'avons malheureusement pu parvenir à en isoler pour les préparer en vue d'une détermination spécifique.

Pistes de vers traversant verticalement les grès, stratifications obliques fig. 15.

Peu au-dessus de Buisson Rond, le

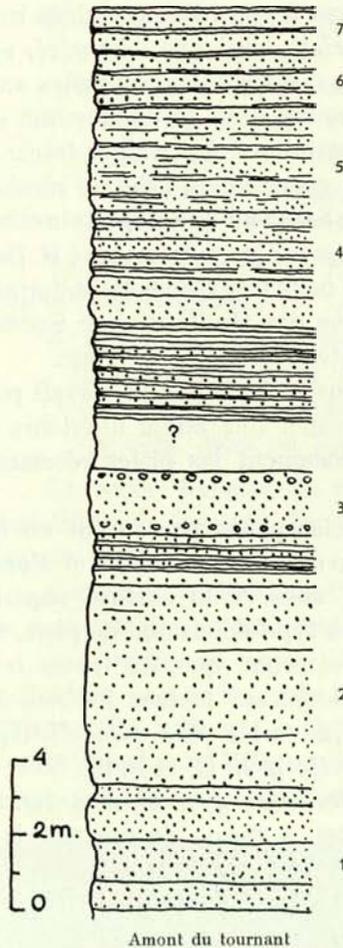


Fig. 13. Coupe stratigraphique à Buisson Rond. 1re partie
 Fig. 14. Coupe stratigraphique à Buisson Rond. 2me partie
 Coupe de Buisson-Rond.

Position des couches au début de la coupe: N 67 W pl. 36 NE
 Observations complémentaires:

- Aval du tournant:
- 8 Position du grès: N 26 E, pl. 46 E.
 - 9 Grès. Micr.: $G_g: Q-Q_m-F-M-/L-O-$
- Amont du tournant:
- 7 Grès. Micr.: $G_p: Q-Q_m-J-Phosph.-G.$ à orientation optique marquée.-Cte.-/L-N-Miliol.-Globig.-1 Globorotalidé (Globotruncana?).
 - 6 La surface des grès forme une dalle gauchie le long de la route. De N 25 W pl. 46 NE, elle passe sur quelques mètres à N 8 E pl. 82 SE.
 - 5 Niveaux schisteux feuilletés.
 - 4 Grès. Micr.: $G_p: Q-M-F-J-/L-Globig.-Bryoz.-Globorotalidé$ très aplati en section axiale.
 - 3 Sommet de banc microconglomératique. Niveau altéré et arénacé. Galets d'argile très allongés et plats.
 - 2 Niveau à délits carbonneux.
 - 1 Même faciès que 2.

Fig. 15. Grès des Voirons. Niveau fin à stratification inclinée et horizontale cyclique. Pistes de vers obliques et verticales. Environs de Buisson Rond.



sentier du Pralaira longe des bancs de grès très fins à l'aspect de molasse. En coupe mince, l'abondance de Lithothamnium et de Foraminifères bien conservés permet de reconnaître du grès des Voirons.

Micr.: $G_m = Q_t - Q_m - M - F - G/L - \text{Globorotal.} - \text{Globigér.} - \text{Rotal.}$

11° A Buisson-Rond s'amorce une nouvelle route qui longe le versant Est des Voirons et se dirige vers le sommet Nord. Elle est actuellement ouverte sur la moitié de son futur tracé. Plusieurs tranchées ont mis à jour des bancs de grès dans lesquels nous avons fait des coupes minces, sans d'ailleurs y trouver d'organismes originaux.

De Buisson-Rond vers le Nord, on trouve successivement:

a) $G_m = Q_t - F - Q_m - G - J/L - O - \text{Archaelithoth.} - \text{Globorotal.}$

$G_g = Q - Q_m - J - \text{Cre.} - \text{Crist.} - G - F - M/L - O - \text{Bryoz.} - \text{Archaelithoth.}$

b) Grès appartenant au talus de grès de Mijouet, recoupé par la route; position: N 18° W, pl. 58 NE.

$G_m = Q - Q - \text{Cristallin} - J - M - F/L - O$

c) Grès grossier, dans la forêt. Lentilles d'argile. Position des couches: N 14° W, pl. 32 E. Surmonté d'un grès bleu, dur. Au microscope il se compose de:

$G_m = Q - M - Q_m - J - F/L - O - \text{Textul.}$

12° La nouvelle route de Buisson-Rond passe, non loin de ce hameau, au-dessus de la niche d'arrachement du glissement de Mermier. Si l'on descend dans les prés jusqu'à la falaise éboulée, on trouvera au fond de la première fissure de glaciaire un affleurement de marne en place.

Cette marne marque le plus haut terme de la série des Voirons. En dessous, stratigraphiquement parlant, on entre dans les grès. En dessus, commencent les conglomérats de la série du Vouan. C'est le seul affleurement de toute la région qui nous ait renseigné sur la nature de la couche tendre qui sépare les deux séries et qui partout ailleurs détermine un plateau couvert de moraine et de dépôts récents.

La marne est tendre, verdâtre ou olive, alternant avec des grès fins. Elle est peu écrasée. Au microscope, on trouve:

Marne argileuse, siliceuse = Q détrit. abond.-M-J-G/Globig. abond.-Hétérohélicidés
Position des couches N 4° E pl. 36° E.

13° Plus au nord de ce point, les affleurements de grès sont rares, isolés les uns des autres et très altérés en surface. Toute étude lithologique est donc aléatoire. C'est la région boisée des Voirons par excellence, où la carte est approximative et les chemins rares. Le repérage des affleurements est difficile.

Un pointement principal vaut la peine d'être mentionné, car il nous a livré une microfaune abondante. Il consiste en une série de bancs de grès, épais d'un mètre environ, avec la position suivante: M 15° E, pl. 49° E.

Il est situé dans un petit torrent, sous l'eau, dans la haute partie du ravin de Curseilles. Nous l'avons indiqué sur le croquis de situation, fig. 6, p. 34.

(Pour l'atteindre, remonter à partir de la Corbière le câble de téléférique de bois jusqu'à son origine et de là, environ 20 minutes dans la prolongation de cette même direction. Forêt abattue par un cyclone à proximité.)

Quelques dalles de grès ont une surface très irrégulière, souvent recouverte d'argile verdâtre, où pullulent les Nummulites et les Orbitoïdes. Ils sont légèrement sertis à la surface du grès ou sont pris dans l'argile. Leur extraction est aisée, et leur état de conservation excellent (fig. 48).

Il est probable que ses microfossiles ont été flottés par les courants marins jusque là et se sont déposés en eau calme, au milieu de sédiments fins. La plasticité de la couverture argileuse les a protégés de l'écrasement ou d'une cimentation trop forte.

Une coupe mince dans ce grès a donné:

$G_m = Q_I - Q_m - F - \text{Crist.} - J - G - \text{Pyrite}$ dans les loges de Globig./L-N-O-Rotal.-Globorotal.-Hétérohélix-Globig.

Les fossiles suivants ont été trouvés:

Nummulites lucasanus Defr. d'Arch. in Douv. = *N. lucasi* sur les figures 22 et 26 pl. I.

Parmi ces espèces, avons trouvé de vraies *N. lucasi*, *N. taurica* forme A, *N. granifera* forme A et *N. granifera* forme B d'ap. Bieda p. 100.

Nummulites pustulosus Douv., in Douv. p. 44, pl. II, fig. 2.

Nummulites granifer Douv., d'ap. Rozl., Stud. über Num. pl. II, fig. 1 et 5.

Nummulites nitida de la Harpe, cf. Rozloznik, Stud. über Num., p. 195 et pl. I, fig. 11.

Nummulites laevigatus Brug. = *N. Boussaci* Rozl. cf. Llueca, pl. XIV, fig. 10 et Boussac pl. II, fig. 12 et 4.

Nummulites granifera Douv. (Bieda) non *lucasi* Douv.

Nummulites subplanulata Douv. De la Harpe, Num. d. l. Suisse, vol. X, p. 175 et Douv. Eoc. de l'Aquitaine p. 49 et Llueca pl. I, fig. 14, 15, 16.

Nummulites guettardi d'Arch., cf. Douvillé Eoc. inf. aquit., pl. I, fig. 3 et 5 et Doncieux p. 40 f. 18 et pl. V, fig. 11 et 12.

Nummulites subatacicus Douv., cf. Rozl. pl. II fig. 8; échant. vois. de *N. Bactchissaraïensis*.

Nummulites distans Desh. d'ap. Rozl. type A var. 3 pl. I, fig. 20 et texte.

Nummulites globulus Leym., d'ap. Doncieux, Corbières p. 37 et pl. V, fig. 4 et 6.

Discocyclina scalaris Schlumb. d'ap. Douv. fig. 23 p. 69, Revis. Orbit.

Discocyclina archiaci Schl.

Discocyclina douvillei Schl. d'ap. 3e Note Schlumberger pl. IX fig. 22, Llueca pl. XXIII f. 18

Discocyclina umbo Schafhautl. Douv. Rev. Orbit. fig. 26 et 27.

Discocyclina roberti Douv.

Asterodiscus stellatus (d'Arch.) d'ap. Schlumberger p. 132 et Llueca pl. XXIV, n° 9.

Asterodiscus stella (Gümbel) d'ap. Schlumberger 4e Note, pl. V, fig. 31.

Asterodiscus taramellii (Schlumb.), d'ap. Schlumberger 4e Note, pl. VI, fig. 41, 42, 43.

Assilina leymeriei (d'Arch. et Haime) d'ap. Doncieux, Corbières, pl. V, fig. 31 et 34.

Assilina praespira H. Douv.

Assilina pustulosa Donc. p. 52 et pl. V, fig. 42.

Anomalinidé

Nodosariidé

Spirilliné

Lagenidé (peut-être *Cristellaria* in Mohler, ou *Saracenaria* DeFr. in Cushman).

Dents de poissons

Bâtonnets striés à section radiée.

14° Plus bas dans le ravin de Curseilles, à l'aval de la forêt abattue, affleurent à nouveau des grès, situés environ N 35 E et plongeant 43° SE.

$G_m = Q-Q_m-F-G-M-Crist.-Zircon/O-L$ rares

$G_m = Q-F-G-Q_m-J/L-N-Sect.$ d'Assiline

$G_g = Q-Q_m-F-M-G-Crist./O-Globig.-Heterohelix-Rotal.$

Entre les dalles de grès se trouvent des marnes en lits peu épais. Au microscope, grains de quartz dans un milieu marneux, glauconie, mica. Pas d'organismes.

Nous y avons récolté la microfaune suivante:

Nummulites subatacicus Douv.

Nummulites guettardi d'Arch.

Nummulites granifera Douv.

Discocyclusina roberti Douv.

Discocyclusina scalaris Douv.

Les conditions de gisement sont les mêmes que pour l'affleurement précédent. Les fossiles sont abondants. Localité difficile à repérer sur le terrain.

15° Non loin de cet endroit, dans le cours du torrent principal émergent quelques dalles (N 37° E, pl. 70° SE) de grès moyen à aspect micro-fossilifère. Une coupe mince a confirmé le fait:

$G_m = Q-Q_m-M-G-Cte/L-Bryoz.-Globig.-Rotal.-1$ Buliminidé aff. *Mimosina*.

Nous avons en outre récolté:

Nummulites subatacicus Douv.

Discocyclusina sp. ind.

15° Plus haut dans le cirque entourant la haute partie du ravin de Curseilles, on retrouvera quelques émergences de grès dans les forêts. Le grès renferme une forte proportion de grains roses, des feldspaths probablement, lui donnant un aspect particulier. Il s'agit d'un faciès qui n'affleure pas au Sud du massif et semble affecter la partie supérieure des grès des Voirons, tout près du passage à la série du Vouan ou au voisinage de la série du Prairaie.

Au microscope:

$G_g = Q_l-Q_m-F-M-Granulite-G/L-O-N$

$G_m = Q_l-Q_m-M-F-G-Calc.$ à fausses ool./L-O-N-Globig.

$G_p = Q-M-G/Globig.-Globorotal.-Heterohelix$

Type de grès marneux.

15bis. Aux Châbles près Curseilles:

$G_p = Q-F-Q_m-G-M/D-N-Globig.-Miliol.$

Nous y avons récolté:

Nummulites guettardi d'Arch.

Nummulites subatacicus Douv.

Discocyclusina sp.

16° Quittant le versant Est, et suivant la crête des Voirons, on rencontre de fréquents affleurements qu'il est superflu d'énumérer. Citons les principaux.

Au sommet Nord, le grès a un grain moyen à fin et donne au microscope:

$G_f = Q_l-J-Cte-Séricite/L-Miliol.-Rotal.$

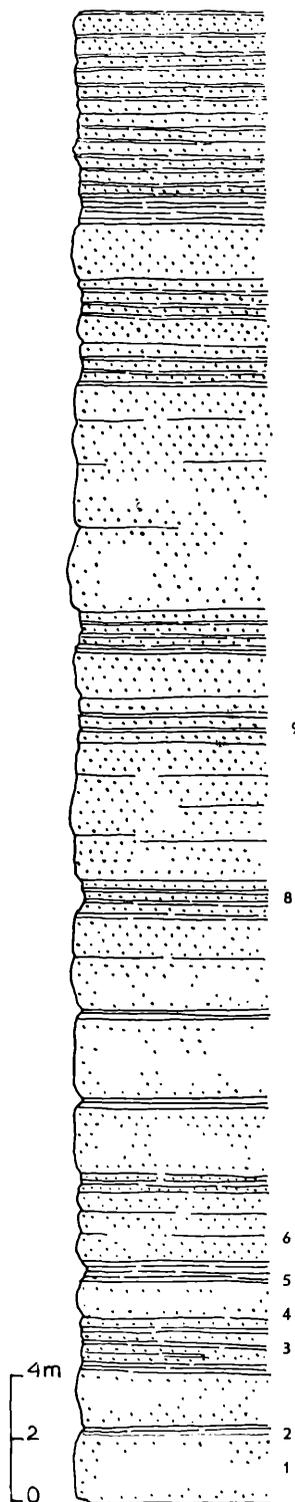


Fig. 16. Coupe stratigraphique. Carrière supérieure de Saxel.
Carrière supérieure, route de Saxel.

Observations complémentaires:

Position des couches: N 11 E, pl. 48 SE.

9 G_m : Q-Q_m-M-J-G-/Globig.-Rotal.-

8 G_p : Q-Q_m-F-J-F-M-G-J-/Globig.-Rotal.-

7 Marne gréseuse: Q1 à extinction onduleuse-M-G-/Rotal.-Globig.-
6 Bancs de Nummulites sur les surfaces de stratification et
dans l'argile verte qui comble certaines irrégularités du relief.

5 G_p : Q-Q_m-F-G-M-/L-O-N fragm.-Globig.-Lamellibr.-

4 G_p : Q-Q_m-F-J-G-/Rotal.-Globig.-

3 G_p : Q-Q_m-F-M-G-/L-O-Pellatispira-Rotal.-Heterohelic.-

2 G_m : Q-Q_m-M-F-G-/L-N-O-Globig.-Rotal.-Débris de Lamellibr.-

Rotalité à section trochoïde-Assilina-Gümbelina-Astero-
discus-Galets de Malm à Calpionelles-Glauconie existe
en grains arrondis, sans inclusions, sous un habitus proba-
blement détritique. Ailleurs, elle épigénise des loges
d'organismes ou se moule sur des grains de quartz. Elle
est alors authigène. Fig. 45.

Autre coupe micr.:

G_m : Q-Q_m-F-J-M-Sch. crist.-/L-O-abond. N-Heterohelix-Astero-
discus-Rotal.-Globig.-Prismes d'Inocerames.-

1 Grès dur compact. Petites traces charbonneuses.

Position: N 21 E, pl. 34 SE.

Au départ du sentier descendant sur Châtilonet, on observe:

G_p = Q1-Q_m-J-G-F-M/L-Textul.-
Rotal.-Globorotal.

17° Entre le sommet Nord et le col de Saxel, les grès de la série des Voirons émergent fréquemment. Parmi les pointements offrant un intérêt marqué, notons:

a) l'entrée du chemin creux de l'Ermitage à St. Cergues, au point où il quitte la route carrossable, près du sommet Nord. Grès fins en bancs minces orientés N 14 E, pl. 44 SE, renfermant des Nummulites:

Nummulites subatacicus Douv.

Nummulites guettardi Douv.

Nummulites globulus Leym.

Au micr.:

G_m = Q1-Q_m-F-J-G-Cre-Chlorite-
Zircon/L-O-N-Bryoz.

18° La route entre Grange-Gaillard et Clavel fait quelques lacets dans la forêt. Dans celui de l'amont, une petite carrière a été ouverte dans les grès (N 20 E, pl. 47° E).

Au micr.:

G_p = Q1-Q_m-G-J-M-F-Crist./O-L-
Rotal.

Le long de la route, ces grès forment une falaise, dont les bancs sont orientés N 0° E, très redressés. Au micr.:

G_p = Q1-Q_m-G-Crist./L-O-Globo-
rotal.-Miliol.-Globig.-Rotal.-
Amphimorphina.

19° Au Sud de Clavel, la route suit une dorsale dans les prairies. A l'Est de ce palier, une petite carrière a été creusée en contrebas, montrant quelques bancs de grès bleuté dur dans lequel nous avons trouvé

Nummulites globulus Leym.

Au micr.:

G_p = Q1-M-Q_m-F-Cr.-G/N-O

G_p = Q1-Q_m-J-G-Chlorite-Bcp. de
pyrite-Calc-fin/O-L-N-
Globorotal.

Position des grès: N 6 E, pl. 45° E.

Il s'agit d'un grès du type de celui de Fillinges, semblable lui aussi à celui des carrières de Saxel.

20° La carrière supérieure de Saxel est en bordure de la route qui va de Boège à Bons par le col de Saxel. Nous en donnons fig. 16 la coupe stratigraphique.

Fig. 17. Coupe stratigraphique. Carrière inférieure de Saxel.

Carrière inférieure de la route de Saxel.

Observations complémentaires:

Position des couches: N 19 E, pl. 41 SE.

6 Niveaux plus grossiers. Lits de marnes discontinus.

Micr.: G_m : Q-Q_m-F-M-J-Pyroxène-G-/L-Globig.-à test épais-Globorotal.-

5 Grès fin dur, compact à conglomérat de base dans lequel on observe au micr.:

 G_g : Q-Q_m-Crist. filon.-J-Galets de Malm à Calpionelles-Jaspe amygdaloïde-Ciment recristallisé-/L.

4 Grès compact, plus grossier au sommet.

Micr.: G_m : Q-Q_m-F-G-/L.

3 Complexe de grès fins ou moyens avec quelques lits de marnes schisteuses interstratifiées. Dans les grès, niveaux microcongloméraliques:

 G_p : Q-J-F-G-/L. G_m : Q-F-J-G-/L-Rotalidés. G_p : Q-Q_m-F-J-G-/L-Fragm. d'Orbitoïde. G_p : Q-J-G-Q_m-/Grde. Globigérine-Globorotalidé.

5 Roche pauvre en minéraux et en organismes.

2 Grès bleu, moyen ou fin à traces charbonneuses sur les plans de stratification.

Micr.: G_p : Q_l-Cte. M-/Globig.-Rotal.-Globorotal.-L.

1 Grès moyen bleu dur en bancs d'épaisseur variable.

 G_m : Q_l-Q_m-F-G-Cte.-/L.-Rotal.- G_m : Q-F-Hornblende= Grès sans ciment voisin d'un grès granitique.

Grès récoltés dans les débris de la carrière.

Micr.: G_g : Q_l-Q_m-J-/L-O-Rotal.-

Galets de Jaspes et de Radiolarite.

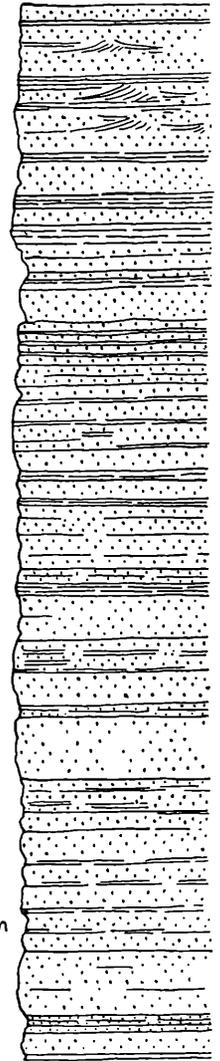
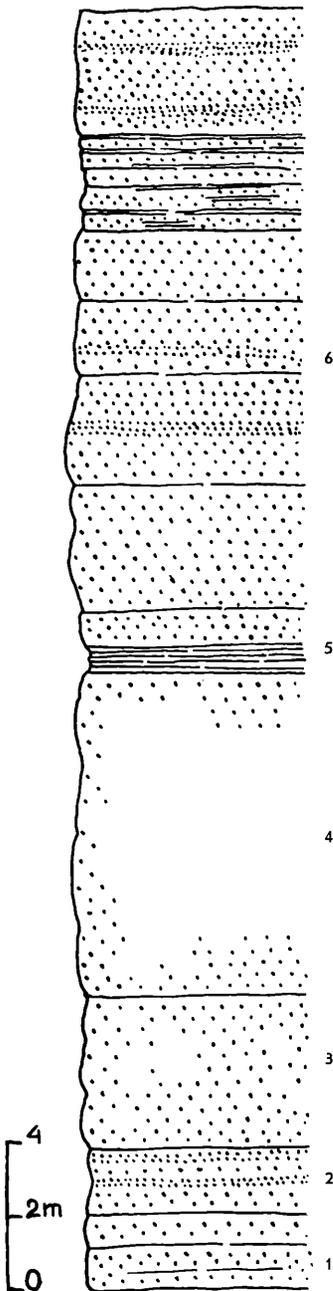
 G_m : Q_l-Q_m-J-M-G-F-/L-O-N-Asterocyclina-Globorotal.-Rotal.-Nummulite à grosse mégasphère.

Fig. 18.

Coupe stratigraphique de la Carrière de Bons.
Carrière de Bons.

Observations complémentaires.

Position des couches: N 18 E, pl. 32 SE.

Une faille traverse la série. Le compartiment Ouest est surélevé et avancé par rapport au compartiment Est. Il a été en quelque sorte expulsé vers l'Ouest par la pression des terrains sus-jacents et par leur poussée.

La coupe est prise dans le compartiment Ouest, à droite de la carrière.

Les fucoides suivants ont été trouvés:

Chondrites (Phycopsis) Targioni arbuscula Fischer-Ooster.

Chondrites (Phycopsis) intricatus Fischeri Heer.

4 G_g =Q-Q_m-F-J-Galet calcaire à Calpionelles et Radiolaires. Org. D./L-N-O. Fig. 42.

3 a) Marne verte quartzreuse, micacée, glauconieuse. Pas d'organismes.

b) G_m =Q-J-Q_m-G-F-Galet de calcaire à Calpionelles/N-O fragm.2 G_p =Q-Q_m-G-Cte-F/Rotal.-Globig.-Hetero-helix-Prismes d'Inoc. (?)

1 Surface de stratification à pistes de vers. Dans un bloc isolé, on observe au micr.:

 G_g =Q-Q_m-J-F-G-Cr./O-N fragm.-Algue calcaire (Chaetetid?) fragm.

Plusieurs blocs de l'exploitation avaient des surfaces de stratification avec de petites Nummulites. Nous avons pu déterminer:

Nummulites granifera Douv.
Nummulites guettardi d'Arch.
Nummulites lucasi d'Arch.
Nummulites subatacicus Douv.
Discocyclina archiaci Schl.
Asterodiscus bayani Mun. Chalmas.

Ces grès représentent un type lithologique très voisin de celui des grès de Fillinges.

La faune de Nummulites et d'Orbitoïdes est par contre beaucoup plus riche à Saxel.

21° Carrière inférieure de Saxel. Elle est située le long de la route de Bons à Saxel à l'aval de la précédente. Sa coupe est relevée à la figure 17.

Nous y avons trouvé :

Nummulites granifera Douv.
Nummulites lucasi Douv.

dans des blocs isolés.

22° Carrière de Bons. On y accède par un petit chemin quittant la route de Saxel à son premier grand virage au Nord, non loins de Bons. Sa coupe stratigraphique est relevée à la figure 18.

Les microfossiles récoltés sont les suivants :

Au niveau 3: *Nummulites subatacicus* Douv.
Nummulites guettardi d'Arch.
Discocyclina scalaris Schl.
Discocyclina douvillei Schl.
Asterodiscus stellatus d'Arch.
Assilina leymeriei d'Arch.

Au niveau 4: *Nummulites subatacicus* Douv.
Discocyclina douvillei Schl.
Discocyclina roberti Douv.

Ces divers gisements de grès concernent tous la partie moyenne et supérieure de la série des Voirons. Pour en connaître la partie inférieure, il faut revenir au Sud du massif, notamment aux localités suivantes :

23° Le torrent des Hivernages. Il prend sa source au pied de la grande falaise des Voirons, dans les forêts. L'eau a décapé quelques bancs de grès qui, sans cela, seraient recouverts des éboulis du versant. Ce sont des couches très basses dans la série et assez voisines du flysch marneux sous-jacent. Toutefois, le plan de contact qui les en sépare ne se voit nulle part. On pourrait s'attendre à quelque trait particulier dans leur faune ou leur lithologie, vu leur position stratigraphique. Or il n'en est rien. On a affaire ici à un faciès de Fillinges: grès moyen à quelques galets atteignant 0 m 05 de longueur maximale. Pas d'organismes. Lithothamnium rare. Quelques feldspaths roses. Position: N 40 E, pl. 28° SE.

24° Plus haut dans la série, les bancs sont plus fins et s'enrichissent de débris de roches diverses; le grain reste fin.

Les niveaux les plus typiques affleurent le long du sentier de « Sous Lachat » (au Sud d'Hominal) à la Pointe de Pralaira. Au Sud de ce sommet, il existe un petit pâturage avec un chalet abandonné (Grange de Pralaira). Au bas du pâturage, le sentier traverse et longe un banc de grès durs. (Position à la base N 28 E, pl. 38 SE, et plus haut, dans le détroit du sentier: N 52 E, pl. 46 SE). C'est là que se trouve le célèbre gisement de Fucoïdes décrits par FISCHER-OOSTER (17) et AL. FAVRE (20). On a, de bas en haut :

1° banc de grès polygéniques (N 55 E, pl. 60° E).

$G_g = Q-Q_m-M-F-J-Sch. cr.-Jur\ sup. \ à\ Radiol.\ et\ org.\ D,\ et\ Calpion./N-L-Textul.-Globig.-Heterohelix$

passant rapidement à des grès très fins au sommet.

2° série marno-gréseuse en alternances peu épaisses. Niveaux à fucoïdes (N 55 E, pl. 70 SE). FISCHER-OOSTER intitule ce gisement «Grange de Boège» et le considère comme classique (p. 21).

ALPH. FAVRE a récolté :

Chondrites targionii Steinb. var. *arbuscula* F.-O.

Chondrites longipes F.-O.

Nous y avons reconnu :

Chondrites (Phycopsis) intricatus Br. var. *Fischeri* Hr.

Chondrites intricatus Steinb. (in F.-O., bibl. 17, pl. VIII, fig. 1 b).

Münsteria Hoessi Steinb. (in F.-O. pl. VII, fig. 3).

Halymenites flexuosus F.-O. (in F.-O. pl. XIII, fig. 1).

Halymenites sp. ind.

Chondrites cf. fig. 5 pl. V, in MAILLARD, Algues fossiles.

Caulerpa filiformis Hr. (extrémité de rameau).

3° grès en bancs irréguliers, déversés (N 55 E, pl. 70 SW).

Dans les complexes 2 et 3, les figures de fluxion sont fréquentes. L'une d'elles accompagne un nodule de silex de 10×4 cm. La dimension des grains de ces petits poudingues augmente vers l'Ouest.

4° Plus bas, dans le sentier, dans des dalles redressées, banc de grès. Micr. :

a) $G_m = Q_1-Q_m-J-F-M-G/Nummul.?-Rotal.-Globig.$

Puis b) Marne à grains de quartz I disséminés-spicules calcaires.

c) marno-calcaire détritique. Beaucoup de quartz clastique.
Globig.-Textulaires-Rotalidés-Globorotalia.

d) $G_p = Q_1-Q_m-M-J-G-abond./Rotal. Buliminidé (?)-L.$

II° Les grès des écailles

Les affleurements décrits jusqu'ici concernent les grès de la «série des Voirons» proprement dite, c'est-à-dire la série formant l'ossature de la crête du massif et ses versants Nord et Est.

Ces mêmes grès, avec un faciès analogue, se retrouvent dans les écailles accompagnant les lames mésozoïques. Comme ces dernières elles sont emballées dans le flysch marneux.

Nous n'avons jamais pu isoler de Nummulites et ne connaissons la présence de ces dernières que par les coupes minces.

1° Au bord de la route de Coulet à Juffly, en bordure du glissement de terrain de Limargne, le grès affleure et contient des Miliolidés et Lithothamnium. En coupe micr. :

$G_p = Q_1-Q_m-M/L-Globig.-Heterohelix-Textul.-Rotal.$

$G_p = Q_1-Q_m-J-G/L-Heterohelix-Rotal. Globig.-Miliol. bi- et triloculinaires.$

2° Plus haut, les grès forment une immense écaille contre laquelle s'adosse la série mésozoïque d'Hominal. Au-dessus de la route d'Hominal, dans les jardins entourant de récents chalets, les grès pointent en quelques endroits. De même, à la sortie E du tournant de la route. Au micr. :

a) Calcaire zoogène à quartz I, mica. Org. : L-O-N-Rotal. tuberculé.-Bryoz.-Globig. Cette coupe est remarquable par son originalité et ses affinités avec certains calcaires à Lithothamnium et Discocyclines du flysch marneux. Ajoutons encore : Miliolidés.

b) Même faciès avec Assilines, Operculines (?).

c) $G_g = Q_I-Q_m$ -J-Crist./L-O-Test de Lamellibranche.

d) Alternances de marnes et grès fins. L-Bryoz. Globigérines, les unes petites à parois minces, les autres plus grandes aux parois épaisses, à belles perforations; calcaire hyalin-Rotalidés-Miliolidés-Alveolina sp. ind. Globorotalidé.

2bis. L'extrémité nord de cette puissante lame de grès forme un palier, au-dessus des Hivernages au lieu dit «Château des Affamés» (nom d'un chalet isolé). Quelques dalles de grès émergent de l'herbe, sur les rives du ruisseau des Hivernages. Position N 47 E, pl. 52 SE.

Ce sont des bancs de grès du type de Fillinges, bleu à la cassure lorsqu'elle est fraîche. En surface, les Lithothamnies font une quantité de petites taches blanches. Au micr.:

$G_g = Q_I-Q_m$ -(M-J-F rares)/L abond.-Rotal.-Bryoz.-Globig.-Textul.

Ciment calcaire abondant.

Ces mêmes grès se retrouvent dans le ruisseau, au droit du chalet et le long de la route qui, des Affamés, descend sur «Chez Compagnon» et Lucinges.

3° Le torrent des Lottys, dont nous donnons une description plus loin, coupe une barre de grès à proximité du chalet de ce nom (position N 0° E, pl. 52° E). Il s'agit encore de grès des Voirons très laminés.

Au micr.: $G_p = Q_I-Q_m$ -G-Ciment de calcite abondant/L-Rotal.-Orbit.-Globig.-Heterohelix-Piq. d'Oursin.

4° A la Servette, une lamelle de grès de quelques décimètres d'épaisseur sépare deux écaillés mésozoïques, l'une de calcaire à Radiolaires, l'autre de calcaire sénonien-turonien. Le grès est très écrasé et profondément altéré. Grains de dimensions moyennes.

Au micr.: $G_m = Q_I-Q_m$ -F abond.-M/L rares

C'est un grès feldspathique dont les feldspaths sont altérés. Beaucoup de séricite.

Position du banc env. N 5 E, pl. 70° E.

b) Age des Grès des Voirons

L'âge de cette série est donné par les Nummulites et les Orbitoïdes quelle renferme. Avant de discuter leur âge, il convient de se demander si ces microfossiles peuvent être employés sans réserve comme fossiles caractéristiques ou non. Leur légèreté et leurs petites dimensions les prédisposent à une large répartition horizontale, ce qui pour de lointaines comparaisons stratigraphiques est une condition de premier ordre. Cependant, ces mêmes caractères, auxquels s'ajoute la robustesse de leur test, les appellent à être remaniés. Le milieu dans lequel ils se sont déposés est littoral, soumis à de fréquents changements de courants et de profondeurs, instable par définition. Dans ces conditions, le remaniement des fossiles n'est pas exclu. Ce n'est donc que dans son ensemble que doit être considérée la faune qui s'y trouve.

Les données bibliographiques concernant l'âge des grès de cette nappe ne nous fournissent que de vagues renseignements sur ce sujet.

Pour E. GAGNEBIN (in 60) le flysch transgresse au Lutétien et, bien que très épais, ne comprend probablement que cet étage. On signale des Nummulites lutétiennes dans le faciès du Gurnigel. En note infrapaginale, l'auteur signale les travaux de l'école de Berne et spécialement de W. LEUPOLD, pour lequel ce flysch débiterait à l'Eocène inférieur.

GERBER et P. BECK (in 60) signalent dans un bloc de la carrière de Ziegerhubel au Gurnigel quatre genres de Nummulites (Lutétién-Priabonien).

La première mention de Nummulites dans le flysch des Préalpes Bardières est due à C. BRUNNER DE WATTENWYL vers 1850. FISCHER-OOSTER en étudie également peu après. PH. DE LA

HARPE, examinant les fossiles rapportés par DE WATTENWYL, reconnaît une espèce voisine de *N. lucasanus* (= *Num. perforatus*).

TERCIER (47, p. 55) dit à ce sujet: «Une grande incertitude ne continua pas moins à régner quant à l'âge du flysch, car les géologues distinguaient alors le flysch ou Eocène schisteux, dans le sens de B. STUDER, du terrain nummulitique proprement dit».

ALPH. FAVRE en 1867 (20) signale des Nummulites au Vouan.

GILLIÉRON en 1873 cite également des Nummulites à la Berra.

DE LA HARPE, en 1880, publie une note sur deux nouvelles espèces de Nummulites, *N. Partsch* et *N. Oosteri*, provenant du Gurnigel.

En 1882, M. DOGE découvre un gisement de Nummulites au Lac Noir (Préalpes fribourgeoises). FAVRE et SCHARDT confirment cette découverte en 1887 et mentionnent *Num. Oosteri* au Lac Noir.

ARNOLD HEIM, dans son ouvrage sur le flysch des Préalpes suisses, observe que *Num. Oosteri* de la Harpe est la variété mégasphérique de l'espèce *Num. gallensis* qu'il a créée.

BOUSSAC, dans sa synthèse du Nummulitique alpin, s'arrête peu aux Voirons et attribue au flysch un âge lutétien (40).

Dans le domaine de la Berra, il relève les trouvailles de DE LA HARPE et de DOGE et identifie *Num. Partsch* de la Harpe à la variété microsphérique de *Num. gallensis* Heim.

E. GAGNEBIN en 1924, dans son étude sur les Préalpes de Montreux à Semsales (46), mentionne dans la masse de flysch, trois espèces de Nummulites, à savoir *Num. striatus*, *Num. Partsch* et *Assilina exponens*. L'auteur conclut à l'âge lutétien supérieur ou auversien des bancs du flysch de base.

Il en est de même pour le flysch gréseux du sommet, auversien certainement et peut-être aussi priabonien.

TERCIER mentionne (49 p. 8) les Nummulites suivantes:

Num. Partsch de la Harpe = (*N. gallensis* Heim)

Num. striatus Brug.

Num. irregularis Desh.

Num. complanatus Lam.

Assilina exponens Souv.

Assilina granulosa d'Arch.

Cette faune situe le grès du Gurnigel dans le Lutétien supérieur et l'Auversien.

Son opinion est la même dans son travail de base sur la Berra, travail auquel nous avons emprunté maints détails d'ordre bibliographique (47).

Il précise que la faune nummulitique recueillie au Gurnigel est la même qu'à la Berra. C'est donc du Lutétien et de l'Auversien.

Dans des régions plus proches des Voirons, à la klippe de Sulens, MORET (38 et 52) admet que les bancs de base du flysch sont ultrahelvétiques et les couches à *Lithothamnium* sont lutétiennes en partie.

Dans ces mêmes massifs exotiques, MORET (45 et 64) considère le flysch de l'auréole externe comme éocène (*Lithothamnium*, petites Nummulites et Orthophragmines).

VERNORY, dans les Collines du Faucigny (72), ne date pas le flysch, vu l'absence de fossiles.

Dans les Préalpes Internes entre Arve et Giffre, LILLIE (76) ne précise pas l'âge des grès de Samoëns, que par ailleurs il parallélise avec les grès du Gurnigel, des Allinges et des Voirons.

En somme les auteurs admettent jusqu'à nos jours que les grès ultrahelvétiques du type des grès du Gurnigel sont lutétiens et peut-être même priaboniens.

Les grès des Voirons semblent ne pas dater de la même époque. En effet, PILLOUD qui, le premier, s'est attaché à dater cette formation (67) parvient à d'autres notions. Il a récolté :

Nummulites ramondi (d'Arch.) in Bieda = anc. *N. globulus* pro parte

Nummulites guettardi d'Arch.

Operculina canalifera d'Arch.

Assilina du type *Assilina praespira* Douv.

Cette faunule, examinée par le Dr. W. LEUPOLD à Berne, se rattache non pas exclusivement au Lutétien mais bien à l'Yprésien, car les Assilines de l'espèce *praespira* sont seules représentées, sans *Assilina granulosa*, et les Operculines sont de l'espèce *canalifera* (Lut. inf. et moyen).

Pilloud signale encore, dans les grès du Vouan :

Nummulites granifera d'Arch. forme A

Nummulites granifera d'Arch. forme B

Nummulites granifera var. *Delvenëensis* Rozl.

Après DOUVILLÉ, PILLOUD conclut à l'âge thanétien et yprésien des grès des Voirons. Rappelons que cet auteur n'établissait pas encore la distinction entre les deux séries du Vouan et des Voirons mais les emplacements de gisements fossilifères qu'il cite sont répartis dans les deux formations.

Voici, en résumé, l'état de nos connaissances et les données du problème de l'âge du grès des Voirons :

D'un côté, les études des grès ultrahelvétiques de Suisse romande ou de Savoie démontrent l'âge éocène moyen et supérieur de cette formation. De l'autre, une étude locale et détaillée montre que les grès des Voirons semblent faire exception et sont plus anciens, et remontent au Paléocène.

Nous voudrions laisser à un spécialiste du Nummulitique le soin de discuter la paléontologie et la stratigraphie des grès, sur la base de nos découvertes. Il faut cependant amorcer cette discussion ici même, car elle doit s'encadrer dans cette étude, même chargée d'imperfections. Nous nous en tiendrons à quelques données simples.

1° Rappelons au préalable que les *Nummulites* citées sont sans exception de petites dimensions. Nous nous basons sur une récolte de 600 individus environ et sur les diagnostics de 110 coupes microscopiques.

Certaines formes ont un aspect et des caractères très primitifs, notamment dans les espèces *lucasi-granifera*.

2° Les données sur la répartition stratigraphique des espèces sont les suivantes, basées principalement sur DOUVILLÉ :

Nummulites lucasi d'Arch. Yprésien — Lutétien ?

Nummulites pustulosus Douv. Yprésien

Nummulites granifera Douv. Yprésien et Lutétien inférieur

Nummulites laevigatus Brug. Lutétien

Nummulites subplanulatus Brug. Yprésien; Thanétien à Gan (couches inf.)

Nummulites globulus Leym. Lutétien, Thanétien (Gan couches inf.) Yprésien

Nummulites guettardi d'Arch. Lutétien idem.

Nummulites subatacicus Douv. Yprésien — Lutétien moyen

Nummulites distans Desh. Lutétien

Assilina leymeriei (d'Arch. et H.) Eocène inférieur.

Assilina praespira H. Douv. Lutétien inf. et moyen.

Assilina pustulosa Donc. Yprésien et Lutétien inférieur et moyen

Discocyclusina scalaris Schl. Eoc. inf. (base couches Gan) — Lutétien supérieur

Discocyclusina archiaci Schl. ?

Discocyclina douvillei Schl. Eoc. inf. et Lutétien.

Discocyclina umbo Schafh. Lutétien moyen et supérieur

Discocyclina roberti Douv.

Asterodiscus stellatus (d'Arch.) Lutétien moyen et supérieur

Asterodiscus stella (Gumb.) Lutétien

Asterodiscus taramelli Schlumb. Lutétien

Asterodiscus bayani Mun. Ch. Eocène inférieur

Les conclusions à tirer de ces données méritent d'être confirmées par une étude critique de l'âge des gisements de chacun de ces fossiles. Nous ne voulons pas l'entreprendre ici, car elle sortirait du cadre de cette description géologique des Voirons.

En outre, divers travaux sur ce sujet sont en cours, notamment celui de W. LEUPOLD.

Il paraît évident pour l'instant que la faune des grès des Voirons débute avec l'Eocène très inférieur par des formes connues dans les couches inférieures de Gan (Yprésien et Thanétien) et monte jusqu'au Lutétien supérieur, peut-être même plus haut.

A titre de comparaison, rappelons que les formes citées au Gurnigel sont du Lutétien inférieur, à la Berra du Lutétien, mais elles débent à l'Eocène inférieur aussi puisqu'on connaît *Assilina granulosa*.

A Semsales, on a du Lutétien supérieur et du Priabonien.

Nos recherches prouveraient donc que les grès des Voirons ont débuté plus anciennement que l'on ne l'admettait jusqu'à maintenant. C'est une série compréhensive qui s'étend du Thanétien au Lutétien supérieur et même à la base du Priabonien.

c) Comparaisons — Généralités

1° Les grès du Gurnigel ont une analogie frappante avec ceux des Voirons. Les études de STUDER, GILLIÉRON et TERCIER le démontrent du double point de vue lithologique et tectonique. L'âge est différent, sous réserve toutefois des résultats qu'apporterait une révision des Nummulites et de leur stratigraphie.

Au cours d'une excursion dans la région du Gurnigel, nous avons pu confirmer l'analogie des faciès rencontrés avec ceux des Voirons. Une coupe mince, prise à côté de la Skihütte du Gurnigel, montre:

$$G_p = Q_1 - Q_m - F - G / L - N - \text{Bryoz.} - \text{Globig.} - \text{Rotal.}$$

formule rappelant celle de grès du type de Fillings. Une autre coupe n'a pas donné de Nummulites ni de Bryozoaires.

2° A la Berra, on retrouve les mêmes analogies qu'à propos du Gurnigel.

3° Entre Semsales et Montreux, les faciès des grès sont voisins de ceux du Gurnigel. Toutefois une étude comparative n'a pas encore été entreprise.

4° Dans le val d'Illiez, au pied des Dents du Midi, il existe une klippe de grès ultrahelvétiques à la Dent de Valère, signalée et décrite par DE LOYS et GAGNEBIN (50).

Le faciès de ce grès, sans être identiquement celui des Voirons, s'en rapproche par la présence de petites Nummulites, renflées et pustuleuses, ainsi que par les débris de *Lithothamnium*. Il en diffère par son caractère plus grossier et largement détritique. Son individualité tectonique n'apparaît pas immédiatement sur le terrain, car il présente des niveaux schisteux et finement gréseux qui tranchent mal avec le flysch autochtone sur lequel il repose. Tous deux sont très replissés.

5° Entre Arve et Giffre, les grès de Samoëns individualisés par LILLIE, ressemblent aux faciès des Voirons mais, contrairement à l'opinion de cet auteur, ne peuvent être assimilés à ceux du Vouan.

6° Dans la nappe inférieure de Sulens, MORET (64) décrit le flysch qui enveloppe les écaïlles de terrains mésozoïques. Ses affinités de faciès sont autochtones par sa moitié supérieure; mais dans la moitié inférieure, certains niveaux de microbrèches sont très caractéristiques et permettent de le différencier du Nummulitique autochtone du synclinal de Thônes. Les éléments prédominants sont des fragments de Lithothamnium. On trouve également des Bryozoaires, Orthophragmines, Nummulites, Assilines, Globigérines, dans un ciment calcaire parfois légèrement gréseux.

Cette définition, si claire et explicite, n'est-elle pas celle des grès des Voirons?

Comme aux Voirons, le faciès du Wildflysch n'est pas représenté.

L'auteur cite parmi les Nummulites et Orbitoïdes de ce flysch

Nummulites striatus Brug.

Discocyclus nummulitica Gumb.

Assilines,

ce qui en fait du Lutétien-Priabonien. Selon les données ci-dessus, il n'est pas possible de préciser lequel des deux, les Assilines pouvant monter dans l'Eocène supérieur, comme l'a démontré FLANDRIN en Algérie. L'auteur estime que les grès des Voirons doivent être du même âge (Lutétien-Priabonien) qu'à Sulens.

MORET, p. 126, donne une coupe prise le long de la route de St. Ferréol à Serraval. Le niveau 2 est précisément un banc de grès ultrahelvétiques fait de schistes marneux blanchâtres à grosses Globigérines, alternant avec de minces bancs gréseux à gros grains de quartz. Son aspect rappelle un grès de la Menoge.

En coupe mince, la similitude est confirmée. On trouve:

$G_g = Q-Q_m-G-Phosphates/L-N-O-Bryoz.-Coquille \text{ de Lamellibr.-Rotal. perforé.}$

En résumé

Il apparaît que si les grès des Voirons ont une lithologie semblable à celle des autres séries gréseuses et schisteuses ultrahelvétiques, leur âge n'est pas le même. L'origine du dépôt est plus ancienne et l'on a peut-être affaire à une série compréhensive s'étendant à tout l'Eocène inférieur et moyen.

C. Série des conglomérats de Pralaira

Il faut préciser d'emblée que cette série n'a pas une très grande importance dans l'énorme complexe gréso-conglomératique du massif.

Le fait qu'elle est bien individualisée lithologiquement justifie seul son existence. C'est un niveau repère qui s'intercale de manière continue dans les grès des Voirons. De tels niveaux sont si rares qu'il faut les mettre en évidence et en tirer tout le parti possible.

Cette série consiste en conglomérats grossiers où le granite rose est fréquent, avec des bancs de grès à petites Nummulites et à schistes intercalaires.

Sa composition pétrographique est la même que celle des conglomérats du Vouan. Nous y reviendrons plus loin.

AL. FAVRE la mentionne implicitement (20) lorsqu'il décrit les conglomérats à Nummulites, situés sous la pointe de Pralaira, à l'Ouest de celle-ci.

Ce sont ces couches dont DOUXAMI dit en 1901—02: «Les couches supérieures des Voirons comprennent à la base des grès mi-grossiers avec grains de quartz rose dans lesquels M. FAVRE a recueilli, entre la Grange de Boège et le Pralaira, de petites Nummulites striées que j'ai vues dans sa collection au Musée de Genève.»

SARASIN (29) dans son étude pétrographique des constituants des conglomérats du flysch et en particulier de ceux des Voirons, a dû s'occuper de cette série-ci en particulier, car il

parle de Pralaira et de la découverte d'AL. FAVRE, alors qu'il ne cite nulle part le Vouan. Le fait n'est pas certain, mais probable. Il est regrettable de ne trouver nulle part la mention de l'origine exacte des échantillons. Nous reviendrons à cette étude dans le chapitre suivant.

L'affleurement le plus typique de cette série, au Sud du massif, est précisément dans la paroi abrupte et déboisée sous Pralaira et que l'on voit fort bien d'Hominal.

Ceux qui ne craignent pas une traversée de dévaloirs et des couloirs très rapides, observeront une série de conglomérats à galets grossiers récurrents, très redressés (N 40 E, 67° SE).

Dimension maximale observée pour un élément de calcaire urgonien: 60×40 cm. La composition pétrographique correspond à celle des grès du Vouan, sauf pour les proportions d'éléments. Le grès carbonifère y joue un rôle minime alors que le granite rose prédomine.

Micr.: Calc. détritique formant de petits bancs-Lithoth.-Bryoz.-Glauc.-Pas de quartz.

Dans le paysage, cette série coupe obliquement la crête de la montagne. Elle détermine la base du Pralaira et peut-être le Pralaira lui-même entre ce sommet et un petit bec proéminent vers l'W, que l'on voit fort bien en profil du signal Nord des Voirons.

2° Plus au Sud, la série de Pralaira disparaît sous les forêts. Il semble toutefois qu'elle passe très près des grès à Fucoïdes, car leur composition lithologique a un caractère polygénique qui l'apparenterait à cette série.

3° Vers le Nord, la prochaine coupure fraîche dans ces conglomérats se trouve dans une carrière et d'ailleurs dans toute une dorsale contournée par la route entre l'Hôtel des Voirons et l'Ermitage. Tour le contour, entaillé par la chaussée, permet de voir les galets de granite rose si caractéristiques, les silex, grès, éléments métamorphiques, etc.

Entre 2° et 3°, les conglomérats n'affleurent pas à notre connaissance. Par contre, les grès à Lithothamnium se chargent fréquemment d'éléments roses au voisinage de l'axe médian du dépôt. Cela s'observe notamment à la culmination déboisée cotée 1448, en retrait de la crête des Voirons, au Sud du Signal méridional.

4° Plus au Nord, c'est encore le long de la route des Voirons à Saxel qu'affleurent les conglomérats. La carte au 1:50,000 en montre les emplacements principaux.

5° Le plus frais et le mieux exposé est à la carrière de Grange Gaillard. Les grès y sont moins conglomératiques mais représentent toutefois un faciès trop grossier pour être rattaché à la série des Voirons. Une faille sépare les couches en un compartiment Est: N 5 W, pl. 56° NE et un compartiment Ouest: N 18 W, pl. 86° E.

Le grès se présente sous un aspect grossier, à nombreuses lamelles d'argile sombre. L'irrégularité dans la répartition des roches constitutives est marquée.

Signalons surtout: feldspaths et quartz roses.

Parmi les microfossiles: Nummulites, Discocyclines, Lithothamnium, Miliolidés.

Micr.: $G_g = Q-Q_m-Cr.$ métaux-Quartz abond./L.

$G_m = Q-Q_m-M-F-G-Chlorite-Calcite-Crist./$

O-Rotal.-Globig.-Miliol.-Piq. d'Oursins

$G_m = Q-J-F-Chlorite/L-Bryoz.$

$G_g = Q-Q_m-F-M-Cre-Cte-Crist./L-O-$

Ailleurs, le grain est beaucoup plus fin. Le grès ressemble à une Molasse. Bancs peu épais, à surfaces charbonneuses, stratifications entrecroisées, pistes de vers.

Micr.: $G_r = Q-M-G-J/Globig.-Rotal.$

Pas de roches cristallines ou de métamorphiques.

$G_r = Q-Q_m-G-J-Zircon$ abond./L-Rotal. rares.

C'est le dernier affleurement de cette série vers le Nord.

Elle a l'âge de la série des Voirons dont elle représente un épisode local de peu d'importance dans l'ensemble de la région.

C. Série des conglomérats et grès du Vouan

a) Généralités

Comme l'indique leur nom, ils forment au Sud du Massif le Mont Vouan, dont les falaises pelées dominent la rive Est de la Menoge.

C'est une formation puissante, surgissant de la vallée du Foron à Boisinge, s'infléchissant vers l'Ouest entre Mermier et la Corbière où elle change de rive de la Menoge et cesse de former une montagne autonome. Elle s'adosse aux Voirons jusqu'à Saxel pour plonger axialement vers la plaine de Thonon.

La série consiste en conglomérats dans sa partie inférieure et en grès dans sa partie supérieure. Les conglomérats seuls affleurent et peuvent être étudiés avec quelque continuité.

Les grès du sommet forment des pentes molles, couvertes de glaciaire ou de végétation. Les affleurements sont très espacés, et altérés sur une grande épaisseur, rendant vaine toute recherche lithologique ou paléontologique. Leur faciès est proche de celui des grès des Voirons. Nous n'étudierons ici que les conglomérats.

Ils ont depuis fort longtemps retenu l'attention des géologues au double point de vue stratigraphique et tectonique.

Pour AL. FAVRE (20) il s'agit de la suite du grès des Voirons, donc du flysch alpin; ces conglomérats renferment:

Calcaires gris ou jaunâtres

Quartzites

Schistes argileux

Schistes argilo-micacés carbonifères à débris charbonneux que DE MORTILLET a déterminés:

Calamites

Neuropteris

Sphenopteris

Grès à fucoides

Granites à mica noir

Protogines

Petrosilex plus ou moins micacés

Syénites à feldspath rose

Espèce de granite sans quartz

Grès de Taveyenne possible.

L'auteur signale des cailloux de dimensions énormes (p. ex. 2 m. long. \times 1 m. de large, un autre de 4 m long. \times 1 m. larg.) rappelant ceux d'Habkern.

Nous n'avons pu malheureusement retrouver ces gisements.

Sur la crête du Vouan, l'auteur découvre des Nummulites.

RENEVIER dans son «Étude géologique des Préalpes de Savoie» considère au contraire les poudingues du Vouan comme molassiques. Il conteste la découverte de Nummulites par FAVRE et considère comme du flysch les grès supérieurs aux conglomérats qui s'étendent jusqu'au Trias de Bogève.

DOUXAMI (34) en fait un terme conglomératique nummulitique entre deux séries gréseuses semblables.

SARASIN (29), nous l'avons déjà dit plus haut, décrit et inventorie les roches constituant les conglomérats des Voirons. Nous ne savons s'il a étudié ceux de Pralaira, ceux de la série du Vouan ou les deux. Comme les compositions des deux séries semblent analogues et que l'auteur ne précise rien, nous appliquerons ces données aux deux également.

Nos recherches nous montrent que les conglomérats du Vouan commencent brusquement au-dessus d'une couche tendre, marneuse; elle-même recouvre les ultimes bancs de la série

des Voirons. Il n'y a aucun conglomérat de base plus grossier que le reste à la base de la série où d'emblée, le faciès prend l'aspect et la composition qu'il aura sur toute son épaisseur. Il consiste en une série de conglomérats et grès correspondant très probablement à des oscillations rythmiques, de période sensiblement régulière affectant le fond de la mer. Ce sont des récurrences conglomératiques, grossières à la base et plus fines à mesure que l'on monte. Un cycle succède à l'autre sans émerision ni discordance. Les épaisseurs varient peu latéralement.

On compte une quinzaine de cycles dans la grande falaise en face de Mijouet.

Le sommet des conglomérats n'est pas visible. Il semble, d'après quelques affleurements disséminés aux environs de Chauffemerande, que le dépôt devienne de plus en plus fin et c'est au-dessus de cette localité qu'apparaissent les premières et seules intercalations marneuses. Au-dessus reprennent les faciès des grès nummulitiques de la série des Voirons.

b) Composition lithologique

Conglomérats

Sur le terrain, ils se distinguent de suite des conglomérats de Pralaira par les galets de grès micacé sombre du Carbonifère, l'abondance d'inclusions discoïdales d'argile et la muscovite répandue partout. Ils se desquament, se désagrègent en arènes et s'altèrent profondément, prenant une teinte fauve ou grise d'aspect sale.

SARASIN a trouvé dans ces conglomérats :

1° Granulite avec abondant orthose rouge.

Biotite chloritisée

Oligoclase hypocristallin en lamelles fines

Orthose coloré rouge

Quartz abondant, tendance granulitique.

Ressemblance: Baveno, Predazzo. — Trouvée à la Berra.

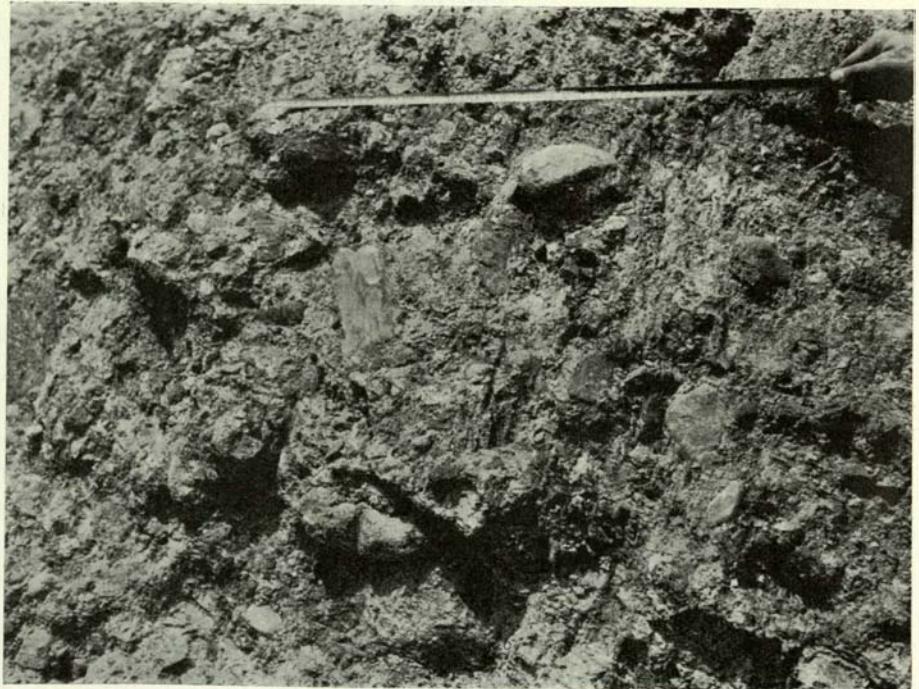


Fig. 19.
Conglomérats du Vouan.
Falaises du Vouan.
1:10 env.

2° Granite souvent décomposé.

Feldspaths colorés vert-grisâtre par saussuritisation.

Répandu à la Berra, Habkern, Gurnigel. Ressemblance: Gastern.

3° Porphyre globulaire rouge.

Quartz en gros dihexaèdres

Feldsp. rarement frais. Petits prismes courts, rouges

Pâte fine de porphyre, globulaire à plages de micropegmatite abondante.

Répandu à la Berra. Ressemblance: Porphyres de Lugano-Melano.

4° Granulite très riche en biotite et orthoses porphyroïdes roses.

Biotite abondante, partiellement chloritisée, polychroïque

Zircon

Epidote

Feldspaths: orthose rose, oligoclase, microcline

Quartz à contours déchiquetés, répandu sous forme de quartz granulitique

Zircon

Apatite

Analogie avec certains filons de granulite entre Morcote et Melide.

5° Microgranulite à amphibole.

Orthose et plagioclase en grands cristaux

Prismes d'amphibole

Biotite

Quartz en cristaux noyés dans une base de quartz microgranulitique

Epidote abondant

Zircon

Quartz de seconde venue.

Analogie avec des microgranulites de Lugano.

6° Micropegmatite graphique rose du type classique.

Accessoirement: fer titané

Sphène

Chlorite

Zircon

Analogie avec des porphyres de Lugano.

7° Porphyre globulaire très acide rouge brunâtre à cristaux de quartz à éclat huileux.

Orthose rose. Grands cristaux, 1 cm long.

Oligoclase

Quartz porphyroïde à inclusions

Biotite chloritisée avec formation d'épidote

Epidote résultant de décomposition des feldspaths

Pâte de quartz globulaire nourri et d'abondantes plages de micropegmatite.

Voisin des porphyres de Lugano. Connu à la Berra.

8° Porphyre globulaire de couleur noire.

Orthose rose, grands cristaux

Feldspaths — quartz et biotite = éléments de première consolidation

Feldspaths kaolinisés

Quartz porphyroïde à contours cristallins ± corrodés

Mica chloritisé avec formation d'épidote.

La base, de couleur foncée, est constituée de quartz globulaire nourri, fin, à beaucoup de fer titané et d'épidote en petits grains.

Affinités de Lugano. Connu à la Berra.

9° Gneiss à gros cristaux d'Orthose empâtés dans une base foncée à structure fibreuse composée de quartz de recristallisation et beaucoup de biotite chloritisée. —

Orthose, grandes plages kaolinisées.

Oligoclase, petites plages rares.

Quartz: extinction onduleuse.

Pâte grossière à structure fibreuse à quartz et biotite fibreux contournant les éléments du porphyre.

Amphibole serpentinisée. — Fer titané — Zircon — Epidote.

Analogue à des gneiss des Massifs Centraux.

Connu au Gurnigel.

10° Roche détritique métamorphisée. Quartz en plages irrégulières, orthose, oligoclase.

Pâte amorphe brune verdâtre en lumière naturelle et à abondants microcristaux d'épidote. Orthose en plages fendillées, quartz abondant, à contours anguleux et extinction onduleuse. Caractères dynamométamorphiques intenses.

11° Grès noir ressoudé, riche en biotite, magnétite et parties charbonneuses. Quartz abondant, biotite fraîche, muscovite rare. Semblable à un grès carbonifère plus métamorphique.

12° Série de calcaires du Malm, Néocomien et de l'Urgonien.

Cette description a une immense importance, car elle concerne aussi les roches qui ont donné les grès de la série des Voirons.

Pour la compléter, ou l'illustrer, il faut se rendre à Mermier. C'est le meilleur affleurement pour les observer. Il est au nord de Mermier, au point où la route traverse la première barre de conglomérats. Une carrière (Carrière de Mermier ou de St-André) y a été ouverte.

Sous le microscope Ciment:

1° $G_g = Q-Q_m$ -Crist. divers abond. — F/ —

2° $G_g = Q-Q_m$ -Cte-M-G-Crist. / L-O-Textul.-Globig. O = Discocycline

3° Grès sans ciment ni organismes, sauf 1 Nummulite, formé de grains de $Q-F-Q_m$ -Crist. dont granulite.

Comme éléments constitutifs, au micr.:

a) Malm à Radiolaires et organismes D.

b) Calcaire remarquable à Petites Nummulites

Discocyclines

Rotalidés

Globigérines

Lithothamnium

Miliolidés

Textul.

Globorotalidés

c) Même diagnose plus Alveolina et Algues calcaires indéterminables.

d) Vase à débris de Spongiaires, Radiolaires et fragment de test de Lamellibranche.

e) Calcaire remanié à piquants d'Oursins, Plaques d'échinodermes, Bryozoaires, Algues, etc.

f) Calcaire à Spongiaires (débris), org. D.

Position des couches: N 10 W, pl. 18° E.

Au col de Saxel, dans le talus Est de la route, un banc émerge dont on a fait une coupe micr.:

1° $G_m = Q-Q_m$ -Crist.-J-Calc.-Granite-Pegmat./L-O-Rotal-Textul.

2° Coupe semblable sans L ni O.

Aux Allinges on trouve dans le ciment des conglomérats:

$G_r = Q-Q_m$ -F-J-G/Archaeolith.-Bryoz.-Echinod.-Rotal.

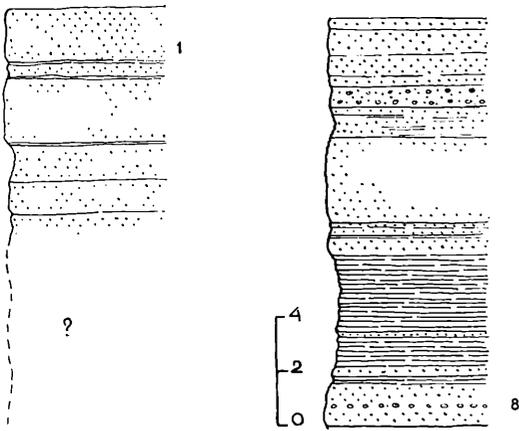


Fig. 20. Coupe stratigraphique dans le Ravin des Périers.

Ravin des Périers
Sentier des Voiron.

Observations complémentaires:
Position des grès: N 23 E, pl. 57 SE
Cette coupe montre la composition de grès fins de la série du Vouan. Ils rappellent en tous points les grès des Voiron par leur lithologie.

8 G_m : Q-F- Q_m -M-Porphyre-J-G-Cte.-/L-N-O-Rotal.-Débris de Lamellibr.-

Plus haut encore dans la série, deux coupes ont donné:

G_m : Q- Q_m -M-F-J-Cte. G-Porph.-sans org. Cette coupe est semblable à certains faciès de la molasse à micropoudingues polygéniques (Machilly p. ex.).

G_m : Q- Q_m -M-Porph.-J-Cte.-G-Calcaire sombre-/L-O-N-Globig.-

7 Pistes de vers sur la surface des dalles.

6 G_y : Q- Q_m -F-J-M-Granite-Sch.crist.-G-Calcaire-/L-O-N-

G_y : Q- Q_m -M-G-J-Cte.-Sch.crist.-/L-N-Globig.-Rotal.-

5 G_p : Q- Q_m -F-M-G-J-Chl.-/L-N-O-

4 Position des couches N 20 E pl. 67 E.

3 G_y : Q- Q_m -Cte.-Cre.-J-M-G-Chlorite-/O.

2 G_p : Q- Q_m -F-G-amorphe-/Globig.-Textul.-

1 Grès compact dur. Se retrouve dans le torrent où il détermine une cascade non loin de laquelle affleurent des schistes et grès sur la rive droite du torrent. Nombreuses Nummulites dans un des bancs de grès. Au micr.:

G_m : Q- Q_m -F-M-J-G-Grès micac.-Chloritosch.-/L-O-N-Asterodiscus-

Grès. — Nous avons vu que la série n'était pas seulement formée de conglomérats mais qu'entre ceux-ci se trouvaient des grès. Une excellente section parmi ceux-ci se trouve le long du chemin de Boège aux Voiron, au-dessus des Périers. La coupe (fig. 19) en représente la plus grande partie.

On verra combien ces grès ressemblent à ceux des Voiron. Nous les avons longtemps pris pour tels, vu la ressemblance lithologique et paléontologique, mais les avons finalement incorporés dans la série du Vouan pour des raisons plus générales, notamment la découverte de niveaux conglomératiques situés topographiquement plus haut mais stratigraphiquement plus bas dans la série.

La carte montre la répartition de ces conglomérats et grès. Un affleurement, découvert par PILLOUD (67) mérite de retenir l'attention. C'est celui situé au bord de la Menoge, sous la Corbière, où l'auteur a signalé de l'ambre fossile.

c) Fossiles

Age des conglomérats du Vouan

Les microfossiles suivants ont été récoltés:

A) A Saint-André:

Nummulites granifera d'Arch. d'apr.

Rozl. pl. II, fig. 1 et 5 et Bieda.

(Yprés.-Lut. inf. et sup.)

Nummulites striatus Brug. (var. minor?)

Boussac, p. 41, Rozlozn. pl. VI, fig. 7.

(Auversien et Priabonien)

Nummulites atacicus Leym. d'apr. Don-

cieux p. 31 Variété plate et de petite taille. B.

(Lutétien inf.)

Nummulites gallensis Heim.

(Lutétien)

Nummulites parva Douv. d'apr. Bieda

fig. 3 b.

Nummulites incrassatus de la Harpe.

B) Sur l'arête du Vouan:

Nummulites striatus Brug.

Nummulites granifera d'Arch.

Nummulites subatacicus Douv. Yprésien

ou Lutétien moyen.

Nummulites incrassatus de la Harpe?

Auversien Oligoc.

Discocyclina scalaris (Schlump.) Eocène de l'Yprés. à l'Auversien.

Discocyclina roberti Douv. Lutétien inférieur Lutétien moyen.

C) Dans le ravin des Périers:

1° dans un banc rive droite près de l'eau:

Nummulites guettardi d'Arch. abond.

Discocyclina scalaris Schl.

Discocyclina archiaci Schl.

2° niveau 4 de la coupe:

Nummulites granifera d'Arch.

Discocyclina scalaris Schl.

Discocyclina archiaci Schl.

Discocyclina archiaci Schl.

Asterodiscus Tamarellii (Schlumb.)

3° niveau 5 de la coupe:

Nummulites subatacicus Douv.

D'une manière générale, on remarquera:

1° l'apparition de *Nummulites* pustuleuses un peu plus grandes dès le bas de la série à St-André.

2° la persistance des formes petites et globuleuses des *Nummulites* de la série des Voirons.

3° l'apparition d'espèces telles que *N. striatus* Brug., *N. atacicus* Leym., *N. parva* Douv. et surtout *N. incrassatus* de la H. connue dès le Priabonien et montant jusqu'à l'Oligocène.

Nous pouvons en conclure que la série du Vouan succède dans le temps à celle des Voirons. Elle renferme les formes yprésiennes et lutétiennes inférieures connues dans cette dernière série et qui persistent dans celle du Vouan à la suite d'un remaniement ou de la transgression possible sur des dépôts paléocènes peu profonds ou émergés dont les fossiles ont été libérés et flottés. Il en résulte un milieu de sédimentation compréhensive à faune paléocène remaniée à laquelle vont s'ajouter les formes du Lutétien supérieur et du Priabonien.

Voici des conclusions provisoires qui demandent certainement à être précisées et à être élargies au delà des limites d'une étude locale. Elles n'expliquent pas tout dans ce problème si complexe; parmi les points à élucider encore, nous pensons particulièrement à l'absence énigmatique des grandes *Nummulites* du Lutétien dans les deux séries.

Marnes. — On connaît à Chauffemerande, versant Est du Vouan, un niveau épais d'une trentaine de mètres, composé de marnes tendres, laminées, affleurant en partie dans un ravin au Nord du hameau. En coupe microscopique elles renferment

Quartz détritique-G-Pas d'organismes.

Dans un niveau de grès intercalaires, une coupe a donné:

G_r = Q-M-Cte-G/L-Globig.-Miliol.-Hétérohel.

d) Comparaisons

Les conglomérats du Vouan sont presque inconnus en dehors du massif même du Vouan-Voirons et sa prolongation septentrionale.

Ainsi vers le Sud, ils ne sont pas signalés entre les Collines du Faucigny et le Môle, ni à Sulens. On les retrouve:

1° aux Allinges. Cette crête rocheuse émerge de la plaine glaciaire de Thonon. Formée de grès et conglomérats ultrahelvétiques elle représente une culmination ultime de la nappe des Préalpes Bordières avant le plongement et la disparition de celle-ci sous les Préalpes Médiannes.

Seul apparaît le plus haut terme de l'Eocène: les conglomérats nummulitiques. RENEVIER les a décrits et nous n'y reviendrons point ici.

Nous avons fait quelques observations pour en préciser la composition et la structure tectonique.

Du point de vue lithologique, il est évident qu'ils sont formés de conglomérats du Vouan. La grande carrière ouverte au pied de la montagne, à la sortie Sud du village des Allinges, montre admirablement les alternances de conglomérats et de grès. On les voit aussi dans les anciennes carrières maintenant abandonnées au Nord de la principale d'entr'elles (N 40 E, pl. 40° E). C'est probablement de ces dernières que provient le superbe échantillon d'ambre fossile conservé au Musée de Lausanne et récolté par RENEVIER.

Nous avons en effet découvert un plan de stratification couvert de schistes dont le faciès correspond parfaitement à celui de Lausanne.

Rappelons à propos de cet ambre la découverte de PILLOUD sous la Corbière (67 p. 21). Elle confirme encore l'équivalence des 2 formations.

Le faciès des conglomérats est généralement moins grossier qu'au Vouan. Pas de Nummulites. Les grès s'altèrent et donnent des sables. Les pistes de vers sont fréquentes sur les surfaces de bancs schisteux. Ces mêmes surfaces ont souvent des débris charbonneux et micacés.

2° Le sommet de la Dent de Valerette (ou petite Dent) situé au pied des Dents du Midi, sur le versant du Val d'Illiez, est également constitué de conglomérats de la série du Vouan. Il s'agit d'une klippe ultrahelvétique, qui ne figure pas sur l'Atlas géologique suisse au 1:25,000 et qui n'est pas citée par de LOYS et GAGNEBIN dans leur Monographie géologique de la Dent du Midi (50).

AL. FAVRE (20, p. 287) la connaissait déjà, car il écrit à son sujet: «les schistes argileux qui paraissent appartenir au Macigno alpin sont surmontés d'un grès grossier ou poudingue très quartzeux, micacé, blanchâtre ou jaunâtre, avec des cailloux de nature très variée. Ce grès, qui parfois ressemble à un granit décomposé, renferme des Nummulites. Il paraît être l'équivalent du grès de la Molire, vallée de Boège, ou de celui du sommet des Voirons.»

E. Relations entre les trois séries de grès des Voirons — Le problème de la nappe du Niesen au Vouan

Afin de tirer une conclusion de cette étude détaillée, il faut préciser et résumer les résultats de nos recherches.

Les grès formant la majeure partie de ce massif consistent en assises isoclinales, plongeant vers l'Est. Ils forment une série compréhensive allant du Thanétien ou de l'Yprésien au Priabonien.

Lithologiquement, on distingue trois séries:

1° La plus ancienne, ou série des Voirons, comprend des grès fins, bleutés, durs, à Lithothamnium et Foraminifères. Parmi ceux-ci, les Nummulites permettent de la dater, tout au moins dans ses grandes lignes. Elle débute au Paléocène et comprend le Lutétien inférieur et moyen. Peut-être une partie du supérieur.

2° La série de Pralaira est un épisode grossièrement détritique, formée de conglomérats intercalés dans la série des Voirons.

3° La série du Vouan succède aux précédentes, avec plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de conglomérats grossiers et de grès d'âge plus récent que la série des Voirons. Il semble en effet qu'avec la base des conglomérats apparaissent des formes de Nummulites indiquant un Lutétien supérieur et même du Priabonien.

Les données paléontologiques de ces trois séries sont très oblitérées par un remaniement des faunes.

Quelles sont les relations entre la série du Vouan et celle des Voirons? Dans ce complexe isoclinal, le Vouan repose sur les Voirons. De quel ordre est le contact? Voici un point que de minutieuses recherches sur le terrain n'ont pu parvenir à élucider.

Les derniers bancs des grès des Voirons déterminent un talus qui dans le paysage se marque clairement (v. Chap. Morphologie). Au-dessus, une zone tendre lui succède avec des plateaux ou des cols. Enfin, dominant ce replat, surgit la falaise des conglomérats. C'est dire que le contact ou la séparation entre les deux séries se trouve sous le plateau, couvert de glaciaire ou de terres et de forêts.

On a vu que la niche d'arrachement de Mermier met à nu un niveau de marnes appartenant à cette vire de contact. Il ne trahit aucun laminage mécanique.

Partout ailleurs, il n'existe aucun indice de plan de glissement ou de chevauchement. Pas de discordance angulaire appréciable entre les deux séries.

En somme, aucun argument ne permet de savoir si les séries sont en superposition tectonique ou en série stratigraphique normale. Nous nous rallions actuellement à la seconde hypothèse qui semble bien correspondre avec les données paléontologiques et ce qui suit.

La série du Vouan n'appartient pas à la nappe du Niesen. Un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels figurent ARGAND, STAUB et L. MORET, ont admis que les conglomérats du Vouan pourraient fort bien représenter la prolongation vers le Sud de cette importante unité tectonique préalpine.

MORET entrevoit un parallélisme possible entre le flysch nummulitique de la nappe moyenne et celui du Vouan. «Il occupe là, comme d'ailleurs à Sulens et aux Annes, une situation tout à fait comparable à celle du flysch du Niesen en Suisse, c'est-à-dire qu'il forme un coussinet entre les Préalpes médianes et les Préalpes externes.»

Nous arrivons à des conclusions négatives et proposons de maintenir l'unité du Vouan dans les Préalpes externes. En effet, cette série est extrêmement monotone, malgré une apparente variété de composants et de détails locaux.

Se référant aux travaux de DE RAAF sur le flysch du Niesen, on voit que deux hypothèses sont possibles :

1° Le Vouan appartient au conglomérat moyen du flysch moyen.

Dans ce cas, on doit trouver au-dessus :

a) le flysch marno-schisteux à Nodosaires et au-dessus encore :

b) le flysch supérieur marno-gréseux.

En dessous du Vouan, on aura le flysch inférieur à calcaires blancs et brèches accompagné de schistes. Les calcaires renferment des Helminthoïdes et des Radiolaires. Les brèches renferment des calcaires échinodermiques. Ce flysch n'existe qu'à l'Est de la Sarine et le conglomérat moyen et supérieur n'existe qu'à l'W du Pic Chaussy.

Au Mont Vouan, rien de semblable. Si l'on admet qu'il ne peut y avoir de flysch inférieur puisque l'on est à l'Ouest de la Sarine, il n'en reste pas moins le flysch à Nodosaires et le complexe marno-gréseux dont nous n'avons aucune trace ici. Les environs de Chauffemerande, explorés dans l'intention de vérifier sa présence possible, sont décisifs à ce sujet.

2° Le Vouan appartient au flysch inférieur. On est alors dans l'Albristserie (BORNHAUSER), composée de gréso-calcaires à brèches (Mc CONNELL). On doit alors trouver des grès échinodermiques, puis des calcaires compacts à spicules et à brèches polygéniques. Par contre on ne devra jamais avoir de granites ou porphyres rouges, pas de feldspaths roses et jamais de radiolarites.

Or la carrière de Mermier-St-André nous a montré des granites rouges; SARASIN en cite et l'on en observe ailleurs dans le massif.

Nous avons songé un instant à un parallélisme possible du Vouan avec la série du Meilleret; mais les faciès sont trop différents pour l'admettre.

Ces diverses hypothèses ne s'appliquent pas aux conglomérats du Vouan. Les faciès particuliers qui caractérisent la nappe du Niesen ne se retrouvent pas dans le massif des Voirons. C'est ce que met en évidence l'étude locale que nous en avons faite.

Telles sont les raisons pour lesquelles nous éliminons le raccord des conglomérats du Vouan à la nappe du Niesen et nous la considérons comme la suite de la série des Voirons.

F. Le flysch marneux ou flysch noir de base

a) Description — Affleurements

E. GAGNEBIN (46) a introduit la notion de flysch noir de base dans son étude des Préalpes Bardières, notion très adéquate et que nous reprenons ici pour désigner les schistes marneux sombres qui accompagnent les écailles de grès nummulitique et de lames mésozoïques.

Ce flysch est chevauché par les grès des Voirons. Il repose tantôt sur (ou contre) les grès de Bellevue-Taveyenne, tantôt sur les schistes sombres de la molasse subalpine. Dans ce dernier cas, nous avons vu qu'il est souvent impossible de tracer une limite précise entre ces deux formations.

Il consiste en schistes gris, sombres, marno-micacés, tendres, se désagrégeant en surface, toujours très redressés. Peu ou pas de grès interstratifiés. Pas de fossiles. Intercalations de calcaire à Lithothamnium. On l'observe généralement au fond des ravins ou dans quelques coupures artificielles (tranchées, chemins, fouilles). Parmi les principaux affleurements, citons:

1° La région d'Hominal. — Le sentier qui, de la fontaine de la ferme, remonte sur la rive gauche du ruisseau vers le Nord, affouille dès son origine. L'autre sentier, remontant la rive droite en direction de la forêt de Lachaud, entaille profondément ce flysch sur une cinquantaine de mètres de longueur.

Le cours du ruisseau recoupe maintes fois des couches en place. A l'amont, dans la forêt, il franchit une barre rocheuse formant cascade. Cette barre n'est autre chose qu'un gros banc de calcaire à Lithothamnium (position: N 40 E, pl. vertical) découvert par PILLOUD. L'affleurement a 3 mètres de haut et 5 de long sur une épaisseur maximale de 2 m. Il s'agit certainement d'une lentille interstratifiée, très laminée, autour de laquelle s'appliquent les schistes sombres environnants.

PILLOUD l'assimile aux calcaires et brèches à Lithothamnium et Discocyclines tels que les décrit HUBER (58) dans la région d'Adelboden (Préalpes Internes).

Il a trouvé:

Nummulites striatus Brug.

Discocyclina scalaris Schlumb.

Asterocyclina stellaris Brunner

Heterostegina helvetica Kaufm.

Pellatis spira Madarasz et Boussac

et conclut à l'âge priabonien des brèches calcaires d'Hominal.

En coupe mince, il a défini:

Lithothamnium, Lithophyllum, Archaeolithothamnium, Bryozoaires cyclostomes, Discocyclines, Nummulites, Rotalidés, Textulaires (fig. 43).

Ajoutons: Echinoderme-Globigérine-Globorotalidé. Operculina (?) Heterohelix-Rotal. à grosses perforations.

2° Dans le torrent Sud de Châtillonnet, se trouve une autre lentille de brèche calcaire prise dans le flysch sombre. Ce dernier sépare le Barrémien (au toit) du Gault (au mur). C'est également PILLOUD qui l'a découverte, sous l'eau du ruisseau. Elle mesure quelque 10 cm d'épaisseur sur 0 m. 60 de long.

3° Plus haut dans ce même ruisseau, le flysch présente un aspect marno-calcaire, bleuté, gris en surface, qui offre un cas de mimétisme de faciès avec les marno-calcaires hauteriviens-barrémiens.

Or, il sépare ici deux écailles hauteriviennes-barrémiennes. On conçoit la difficulté de les séparer. PILLOUD y a heureusement découvert des fossiles tels que

Cornuspires

Pulvinulines

Graines fossiles

Lamellibranches (indéterminables)

qui étayent l'hypothèse du flysch.

4° Le torrent des Hivernages s'écoule vers la Chandouze à travers une première combe limitée à l'W par la barre des grès de Bellevue-Taveyanne. Cette combe est due aux couches plus tendre du flysch marneux, ce que prouve une coupure que fait le ruisseau dans cette formation. On l'observe à l'aval du hameau, sous des bois et non loin d'une confluence. Les bancs mesurent N 25 E, pl. 65° E. Ce sont des marnes micacées avec quelques bancs de grès intercalé.

Plus bas, un nouvel affleurement sous l'eau montre un grès conglomératique polygénique très grossier. On peut se demander s'il fait partie des grès interstratifiés ou s'il représente une tête d'écaille.

Beaucoup plus près des chalets, l'eau a entaillé des marnes, sans grès. Une fouille pratiquée dans la combe a montré également une prédominance de marnes.

5° Ces marnes et grès apparaissent entre les écailles de grès ou de mésozoïque, dans les rares coupes naturelles visibles le long des torrents. Citons principalement: a) torrent des Hivernages, sous les grès des Voirons, b) torrent à sec au-dessus de la longue lame de Séquanien-Kimeridgien du train 2, c) torrent des Lottys, d) torrent de Milly, e) torrent de Limargne dans sa partie très supérieure, non loin du glissement de terrain. La route traverse ce torrent et en dessous, les deux rives sont entaillées dans des marnes et grès. Toutefois, on est très près du plan de contact et il est possible que ce complexe se rattache aux couches tendres qui surmontent les grès polygéniques de la Molasse subalpine. Les critères manquent pour trancher la question.

6° Le plateau d'Armiatz est limité à l'Est par la dorsale lenticulaire des grès de Bellevue. Au pied du versant occidental, à l'orée de la forêt, on a ouvert deux fouilles pour des captages d'eau. Dans les tranchées apparaît un flysch marno-schisteux micacé à quelques bancs de grès, qui forme le soubassement de la lentille et la sépare des formations tendres du sommet de la Molasse du plateau d'Armiatz.

Ce flysch appartient-il au complexe de Bellevue-Taveyanne ou faut-il voir une lame de flysch marneux sombre de la série de base? Il est difficile de se prononcer.

A la surface des grès on voit quelques spécimens d'un petit foraminifère très involute, que nous n'avons pu parvenir à identifier (9 chambres égales disposées à la manière d'une Globigérine, à cloisons radiées. Bouton central. Test calcaire perforé friable dont la section équatoriale est impossible à obtenir).

Une petite Nummulite indéterminable.

En coupe mince, ce grès nous donne:

G_r = Q_r-Q_m-M-F-Phosphate/Lith.-Rotal.-Globig.-Miliol.

Heterohelix.-Globorotal.-

Dent de poisson (?)

Fragment d'Orbitoïde.

La position des couches est N 55 E, pl. 50° E. Etant donné la situation tectonique si particulière de ce flysch, nous ne le comprenons pas dans les conclusions relatives au flysch de base.

b) Age. Relations. Comparaisons

Ce flysch ne renferme pas, à notre connaissance, de fossiles caractéristiques.

Le seul indice pour le dater, ce sont les bancs de brèche calcaire à Lithothamnium et Discocyclines, en admettant toutefois que ces lentilles soient interstratifiées et non des copeaux d'origine tectonique.

Leur âge priabonien semble bien reconnu et pourrait alors s'étendre à l'ensemble de la formation [ambiante.

On sait que les grès des Voirons reposent sur le flysch de base. D'autre part l'âge plus ancien des premiers et plus jeune du second obligent à admettre un plan de chevauchement entre les deux.

Sur le terrain, il n'apparaît nulle part. Cette zone de contact est recouverte par les éboulis tombés de la falaise de grès ou par d'anciens dépôts morainiques. Son évidence n'est donc pas démontrée. La région où les affleurements des deux unités sont les plus proches est la haute partie du torrent des Hivernages. Les grès ont été décrits ailleurs (§ 23 p. 105) et les schistes affleurent au croisement du sentier venant de la combe longeant le pied de Pralaira.

Ce faciès de flysch marneux sombre à bancs de calcaires à Lithothamnium est banal. Il est épais dans les Préalpes Bordières entre Montreux et Semsales (46). LUGEON et GAGNEBIN y ont trouvé des bancs de calcaire à Lithothamnies analogues aux nôtres «en intercalation sans aucun doute stratigraphique dans les schistes micacés du flysch». Les auteurs y ont découvert

Assilina exponens Sow.

assignant à ces bancs un âge lutétien supérieur ou priabonien inférieur.

Comparé aux dépôts calcaires à Lithothamnium signalés dans le Wildflysch d'Adelboden par K. HUBER (58), celui d'Hominal est moins fin, plus largement calcaire. Les fossiles qu'il y a signalés en font du Lutétien-Priabonien inférieur.

Aux Voirons, le Wildflysch n'est pas connu. Il s'agit ici d'une analogie.

Il y a une analogie certaine aussi entre les calcaires à Lithothamnium inclus dans le flysch subalpin de la région de la Schratzenfluh et ceux des Voirons. L'affinité de ce flysch subalpin avec du flysch ultrahelvétique est frappante (68). Ces calcaires sont éocènes.

A. LILLIE, à propos du Wildflysch (76, p. 28) admet aussi l'âge priabonien des calcaires à Lithothamnium et l'étend à une partie du Wildflysch de la région entre Arve et Giffre.

Au Faucigny (72) VERNIORY observe le même flysch schisto-gréseux, sombre et micacé. Il renferme des intercalations gréseuses dures que nous n'avons pas trouvées aux Voirons, sauf dans le torrent des Hivernages à l'aval de cette localité, sous un bosquet. Ce flysch ne renferme pas de fossiles.

Au Faucigny il accuse un mimétisme de faciès avec l'Hauterivien supérieur-Barrémien, rappelant singulièrement le cas du torrent Sud de Châtillonnet dans sa partie haute.

Dans les klippen préalpines de Haute-Savoie, le Wildflysch n'existe pas. MORET constate l'analogie entre le flysch noir de base, connu entre Montreux et Semsales, et les bancs découverts à la base du flysch ultrahelvétique de Sulens.

Rappelons qu'il convient de donner un sens restrictif à cette série de base des Préalpes bordières vaudoises. Car les couches à Cyrènes sont rattachées à la Molasse subalpine et les grès polygéniques sont probablement des copeaux de grès de Taveyanne.

3° Quaternaire

A. Glaciaire

Le massif des Voirons disparaît sous un manteau morainique jusqu'à une grande altitude. Cette couverture est peu épaisse sur les versants et s'épaissit rapidement sur les plateaux et dans les combes.

Les dépôts morainiques résultent de l'invasion des glaciers du Rhône sur le versant lémanien, de l'Arve et du Giffre sur le versant Sud, et d'un glacier préalpin sur le versant oriental, dans la vallée de la Menoge.

La moraine est altérée et couverte de végétation. Il n'a pas été possible de distinguer les dépôts rhodaniens de ceux de l'Arve d'après leurs composants ou par les blocs erratiques, toujours rares, qu'ils ont abandonnés.

Le glacier de la Menoge n'a pas laissé de moraine de fond très épaisse, sauf dans la partie aval de la vallée, dès la Corbière. Nous ne discuterons pas ici de la possibilité d'une diffluence du glacier rhodanien dans la vallée de la Menoge par le col de Saxel, car nous n'avons fait aucune observation susceptible d'éclairer la question.

Glaciation de Würm

A. Moraine des versants

C'est la seule glaciation qui ait laissé des témoins dans notre région. Elle a abandonné sur les versants des Voirons une moraine argileuse à éléments alpins qui prend une plus grande épaisseur aux localités suivantes:

- 1° Entre Juffly-Limargne et Coulet, jusqu'au pied de la falaise terminale des Voirons.
- 2° Au-dessus d'Hominal en direction de Pralaira dans les vallons entre les écailles des trains 1 et 2.
- 3° Dans le ravin du torrent des Hivernages, depuis l'axe de la lentille des grès de Bellevue jusqu'à la confluence avec la Chandouze, c'est-à-dire la traversée du plateau d'Armiarz.
- 4° Le plateau de Montauban-Les Cheminots-Armiarz.
- 5° Les pentes ondulées aux alentours de Clavel-Col de Saxel, ainsi que dans le bassin d'alimentation du torrent de «Chez Dupuis», dès l'altitude de «La Moutonnière» et en dessous.
- 6° Dans les pentes dominant Mermier, puis entre Buisson Rond, Pont Morand et Mijouet. Ailleurs, sans être très épaisse, elle est toutefois continue et très étendue.

La limite supérieure de la moraine des versants s'observe au Sud du massif, à Buisson Rond. Une horizontale de ce point vers le Nord en longeant le flanc Est marquerait approximativement cette limite. En effet, au-dessous commencent les terres arables argileuses; les affleurements de roches sont rares. Au-dessus, le sol est plus maigre, sans gros cailloux. Ceux-ci, lorsqu'il y en a, sont toujours des grès des Voirons. Cette limite, assez arbitraire, ne s'étend d'ailleurs pas loin vers le Nord. Car, au delà de l'épaule de Pralaira et des Brettenets, tout est couvert de forêts. Le sol est profondément altéré. La distinction que nous avons faite sur la carte entre glaciaire alpin et local repose sur des observations espacées.

Entre Buisson Rond et les hauts de Lachat et Limargne, on trouve au pied du talus de grès une zone d'éboulis de versants qui, en certains endroits, couvrent le haut de la moraine. Ailleurs par contre elle s'appuie contre des crêts morainiques qui semblent être des reliquats d'une moraine latérale. Elle se poursuit par intermittence jusqu'aux environs de Sous-Lachat. Au delà, vers le Nord, ce sont les éboulis de la crête du sommet qui recouvrent le sommet de la moraine de fond des versants.

Il est difficile de déterminer l'altitude de la limite supérieure de cette moraine. La carte n'a pas de cotes aux points intéressants. Elle doit se trouver entre 1100 et 1200 m. d'altitude.

B. Plateaux morainiques de base

On remarque une brusque rupture de pente au bas des pentes des Voirons et sur la périphérie du massif. Les versants inclinés, qu'ils soient formés de roche en place ou couverts de glaciaire, sont interrompus par la surface plane des plateaux glaciaires marquant le fond de la vallée de la Menoge ou les plaines d'Annemasse à Machilly. Ce sont les dépôts morainiques du retrait de Würm.

Entre la Menoge et les Voirons, le plateau morainique ceinture le pied de la montagne. Il supporte les villages de Malan, Coulet et la Bergue. Sa surface se raccorde, au delà de la Menoge, avec celle du plateau de Fillinges-Marcellaz. Elle se prolonge aussi au pied du Vouan, à Boisinge, vis-à-vis de Pont Morand, puis à Pont Morand même, Mijouet et Mermier.

Les coupures dues aux torrents, glissements de terrains et routes montrent partout un matériel morainique alpin.

La Menoge a creusé son lit dans cette moraine qui est bordée sur les deux rives par un rebord de terrasse continu, bien visible du Pont de Fillinges à Bonne-sur-Menoge et la Bergue.

Au pied du versant occidental des Voirons, on suit également ce plateau morainique dont la planéité contraste brusquement avec les pentes sous Lucinge et Lossy. Une certaine interruption sur la rive gauche de la Chandouze et sous le plateau 874 provient de glissements de la moraine des versants sur un promontoire molassique. Puis, plus au Nord, sous Montauban et sur Machilly, on retrouve la moraine de la plaine. Celle-ci n'est plus plane mais s'élève à la rencontre des pentes molassiques dénudées dominant Machilly. La moraine de ces versants s'est éboulée au pied de la montagne, dégarnissant les falaises de Molasse et s'étalant à leur base.

Le versant Nord du massif, compris entre l'épaule de Langins, le sommet Nord et la crête descendant sur le col de Saxel, est lui aussi couverte de moraine jusque vers 1200 mètres. La moraine est couverte de forêts très denses. Elle accuse de grandes vagues de glissement et se raccorde progressivement au glaciaire du plateau de Bons.

Blocs erratiques

D'une manière générale ils sont rares, surtout si on compare les Voirons avec le Salève.

On en trouve à la hauteur de Lucinge, au Sud de Milly, le long du sentier allant de ces localités à Malan par les bois. C'est presque toujours de la protogine du Mont-Blanc. L'un d'eux, à l'orée de la forêt de pins dominant Orlier, est de très grandes dimensions (6 m. long. \times 1,50 haut. appar.).

Il en existe un, de grande taille aussi, dans les prés compris entre la Chandouze, la route nationale de Thonon à La Roche et le pied des Voirons sous Montauban.

C. Glaciaire local

Il arrive fréquemment que le matériel détritique dont est composée la moraine consiste principalement en grès nummulitique. S'il s'agissait de dépôts du pied des versants abrupts du côté Ouest de la crête, on pourrait expliquer le fait par des éboulis ou éboulements plus ou moins récents, post-glaciaires en tous cas.

Or ces observations se font également dans les combes du versant oriental, sur les pentes peu inclinées de ce même côté et souvent sur une assez grande épaisseur.

L'explication nous paraît devoir être cherchée ailleurs, dans un apport de matériaux d'origine locale. La crête des Voirons, telle un nunatak groenlandais, se démantelait et ses ruines alimentaient le bord du glacier, sans que les blocs soient transportés bien loin.

Exemples: Région au-dessus des Granges Melet, Cirque du haut ravin de Curseilles, environs de l'Hôtel des Voirons.

La limite entre ces dépôts de glaciaire local et ceux des grands glaciers est très irrégulière. Il est rare d'ailleurs de pouvoir la tracer avec précision. Les seules endroits sont au Nord de Buisson Rond et sur le versant E du sommet Nord des Voirons.

B. Formations alluviales

La Menoge coule sur les alluvions, dans un lit creusé au travers de la moraine de fond würmienne.

Le fond de cette vallée est très étroit entre le Vouan et les Voirons à l'amont du Pont Morand. A partir du Pont de Fillinges la vallée s'élargit nettement. Son fond est sensiblement plat.

A 200 m. environ à l'aval du Pont de Fillinges, la rivière a entaillé son ancien lit d'alluvions et coule maintenant sur la moraine à blocs sous-jacente.

Dans les alluvions entre Mermier et Pont Morand, les blocs roulés sont d'origines diverses. On reconnaît tout d'abord du Nummulitique des Voirons et les calcaires foncés du Lias des Médianes, puis des granites gris clairs, grès de Taveyenne, sous forme de microconglomérats polygéniques, calcaires à Discocyclines et Nummulites, cargneules triasiques, brèches du type nappe de la Brèche (brèche inférieure), enfin un certain nombre de galets d'argile sur la surface desquels se sont incrustés de petits grains de gravier. L'argile provient surtout de moraines coupées par la rivière et qui s'écoulent lentement jusque dans l'eau.

C. Dépôts récents

1° Eboulis

A la base du versant occidental, on suit, de Donchegay à l'extrémité Nord du massif, une zone résultant du démantèlement des parois de la crête sommitale. Elle recouvre non seulement le contact de la base des grès des Voirons et du flysch de base, mais la limite supérieure de la moraine des versants. Sous le pré de Pralaira et dans la région de Sous-Lachat elle est particulièrement épaisse et chaotique.

Entre le pied de Pralaira et le chalet de Châtillonnet cette zone se rétrécit. Elle s'étale par contre considérablement au delà vers le Nord, où il est très difficile de séparer ses dépôts de ceux de la moraine de fond déposée sur les versants avec ses accumulations marginales. Ceci se remarque dans les grandes forêts sous le sommet septentrional et surtout sur le vaste épaulement qu'il domine.

La distinction entre éboulis et moraine devient à nouveau plus aisée au delà de l'épaule de Langins et jusqu'au col de Saxel.

L'exploration de ce versant Nord est rendue très difficile par la densité des forêts qui le recouvrent. La délimitation sur la carte en est délicate, surtout au 1:50 000.

Les éboulis ont une importance et une extension bien moindres sur le versant Est des Voirons où les pentes sont peu rapides. Nous avons confondu sous un même signe les éboulis et les débris de la destruction des grès sur place. Dans bien des cas ces dépôts se confondent avec la moraine à éléments locaux sans argile.

Au pied des rochers du Vouan, on retrouve à nouveau une ceinture d'éboulis arenacés et altérés, passant vers le bas à la moraine de la vallée de la Menoge.

Sur le versant Est, il n'y a que des sols et de la moraine laissée par le glacier qui occupait la vallée du Foron de Bogève.

D. Glissements de terrains

La moraine glisse sur plusieurs points du territoire, et plus spécialement lorsque deux conditions sont remplies: pente accentuée, moraine épaisse et argileuse.

C'est le cas notamment à Limargne et à Mermier, où l'on observera le phénomène dans tout son développement.

1° A Limargne les traces de mouvement se voient très haut et il faut remonter au-dessus de «Sous-Lachat» pour trouver la niche d'arrachement. Celle-ci, de forme hémicirculaire, borde



Fig. 21.

Glissement de terrain de Limargne. La route de Coulet à Juffly est coupée par la niche d'arrachement d'une coulée latérale, non loin de la bifurcation des routes de Juffly et Limargne.

Etat des lieux au Printemps 1936.

la paroi des grès des Voirons. Les prés sont bosselés, les arbres fruitiers inclinés et la route de Limargne à «Sous-Lachat» nettement tassée. A la hauteur de la Ravoire et au Sud de ce hameau, le glissement oblique vers le Sud et affecte le glacière comblant une dépression qui suit le plan de contact du flysch ultrahelvétique sur la molasse subalpine.

Aux environs de Limargne, l'aspect de la coulée est saisissant. Il offre les formes les plus typiques d'un terrain qui progresse: fissures ouvertes, poches d'eau, marécages, contre-pentes. Un crêt de Nummulitique en place émerge au milieu. La déchirure d'arrachement se poursuit sur les deux rives. Elle butte, sur la rive droite, contre un banc de Molasse grise supportant quelques maisons à l'Est du hameau de Limargne.

Plus bas, la route de Malan à Juffly est affaissée de plusieurs mètres sur une longueur de 30 m. environ, non loin de la bifurcation de Limargne (fig. 21).

La coulée ne s'est jamais franchement déclenchée. Son bulbe frontal est freiné par la surface subhorizontale du plateau glacière de Malan.

2° Le glissement de terrain de Mermier est plus connu, car il cause le tassement de la route très fréquentée de Pont de Fillings à Boège.

La masse en mouvement est composée de la moraine déposée dans la dépression marneuse séparant la série du Vouan de celle des grès des Voirons.

La pente générale est forte et le mouvement semble plus actif qu'à Limargne. La Menoge coule au pied du glissement dont elle enlève la base au fur et à mesure de sa progression. Ce facteur joue un rôle prépondérant dans l'avance du terrain.

Une progression subite, commentée par la presse locale, a eu lieu en février 1936 à la suite de fortes pluies.

La niche d'arrachement se trouve en dessous du chemin de Buisson Rond vers le Nord.

La tranche de terrain visible dénote clairement la nature morainique du terrain. Plus bas, on traverse divers ressauts herbeux coupés de crevasses entr'ouvertes ou de marécages à roseaux desséchés. A Mermier, la fissure d'arrachement latérale gauche traverse une maison et longe la paroi de conglomérats. A droite, elle traverse des grès et se dirige vers la Menoge.



Fig. 22. Glissement de terrain de Mermier. Fissures d'arrachement transversales et hémicycliques à l'amont de la route de Pont-de-Fillings à Boège. 28 II 1936.



Fig. 23. Glissement de terrain de Mermier. Le front de la coulée et la Menoge. On mesure les effets de la poussée à la déformation du mur de soutènement dont la première partie est presque intacte. La seconde est propulsée à 3 mètres en avant de la première et la suivante est complètement emportée. Le cours d'eau est rétréci sur le front de la coulée. Son lit est encombré de blocs provenant du délavage de la moraine au fur et à mesure de sa progression. 28 II 1936.

Le long de la rivière, la moraine a détruit dans son avance des ouvrages de soutènement de la voie de chemin de fer et provoque un détour de la Menoge.

Bien que moins spectaculaire que celui de Limargne, le glissement de terrain de Mermier est plus intéressant par la fraîcheur de ses crevasses et l'intensité du phénomène à certains endroits, comme par exemple l'amont de la route et la coupure de la Menoge.

3° Ch. SARASIN (39) mentionne un glissement de terrain près de Machilly. Actuellement le mouvement a cessé et la terre est reboisée.

3bis. Non loin de là, la moraine se décolle sur le talus frontal de la Molasse subalpine du plateau 847 au N de Lucinges. Le mouvement est très large mais progresse très lentement.

4° Le sol accuse des tassements à Milly, dans le cirque et sur les rives du torrent du même nom. L'érosion du terrain par la base et son contenu en eau d'infiltration en sont les causes.

5° La Menoge érode la moraine en face de Pont Morand. Il en résulte un tassement massif du terrain par compartiments. Cette action régressive atteint les premières maisons du hameau au Nord de «Aux Tattes».

6° Au Nord d'Armiat le torrent des hivernages entaille le glacière du plateau. Il en résulte un tassement très marqué des rives, surtout de la rive droite.

7° Entre Juffly et Buisson Rond, le terrain glisse sur une largeur d'environ 150 m. au maximum à partir de la paroi qui forme l'épaule des Voirons et les prés à la hauteur de Juffly. Il semble s'atténuer progressivement vers le bas.

Ces divers mouvements affectent tous le placage morainique des versants. Nous n'en connaissons pas dans la roche en place.

E. Cônes de déjection

Aucun torrent n'est réellement actif et n'alimente de cône de déjection dans le massif des Voirons. Quelques ruisseaux subissent des crues temporaires sans importance. Les quelques cônes que nous avons cartographiés appartiennent aux affluents de la Menoge entre le Pont de Fillinges et Bonne.

Les grands torrents comme celui de Curseilles, des Périers ou de la Chandouze, alluvionnent peu et leurs cônes ne se distinguent presque pas dans la morphologie. Ils sont d'ailleurs boisés ou couverts de cultures.

F. Sources

L'échelle de la carte est trop réduite pour figurer les quelques sources que l'on rencontre. Celles-ci sont rares et peu abondantes. La plupart sont situées à la limite supérieure de la moraine des versants. Sur le versant Est. Cette limite, nous l'avons vu, correspond au hameau de Buisson Rond et aux maisons isolées situées à la même altitude vers le Nord. C'est précisément à la présence de sources à cette altitude-limite qu'est dû cet habitat égrené et linéaire. Sur le versant Ouest, des sources situées de la même manière ont été captées à Hominal, Châtillonnet, la Servette, ainsi qu'au pied des pentes dominant Machilly et St-Cergues.

Marais – Tuf

Le plateau qui surmonte les collines du Vouan à l'Est de Mermier est couvert de marais. C'est le seul endroit où l'on en trouve quelque peu. Ailleurs ils sont dispersés et n'ont que de petites surfaces. Ce sont: 1° Marais entre Clavel et les forêts environnant le sommet Nord; 2° entre les écaillés mésozoïques et nummulitiques de Lachaud à la base de Pralaira; 3° au-dessus de la Ravoire, en amont de la lentille de grès à micropoudingues de Bellevue, pour ne citer que les principaux. Quelques marais temporaires se forment sur les terrains en cours de glissement à Limargne et Juffly. Le seul dépôt de tuf assez important pour être cité ici se trouve sous Lossy, au pied des pentes de la Molasse.

G. Matières exploitables

Les richesses du sous-sol sont pratiquement nulles aux Voirons. Le charbon de végétaux de la Molasse subalpine est beaucoup trop clairsemé ou dispersé pour être utilisé.

C'est pour la pierre de construction que l'on exploite le terrain. Les carrières existent ou ont été en activité

1° Dans les calcaires: à Juffly

Hominal

Emploi: empierrage de routes.

2° Dans la Molasse subalpine: à Lucinge

Armiatz

sous Montauban

Langins

Emplois: constructions.

3° Dans les grès de la série des Voirons:

Fillinges

Donchegay

Saxel, supérieure

Saxel, inférieure

Bons

Grange Gaillard

Emplois: murs, bords de trottoirs, pavages de routes.

4° Dans les conglomérats de la série du Vouan:

Saint André

Chauffemerande

Saxel

Emplois: ferrage de routes.

5° Dans les grès de la Série du Vouan, à la base des falaises du Vouan même, en face de Mi-jouet, on a extrait de la pierre pour faire des meules. Les alvéoles qui subsistent se voient bien de la route de Fillinges à Boège. Elles donnent au rocher l'aspect de «taffonis» corses.

TECTONIQUE

Généralités

Le massif des Voirons résulte de la superposition isoclinale des éléments suivants :

1° à l'Est, comme unité supérieure, la *nappe des Préalpes Bordières* ou *Préalpes Externes*, formée de la série ultrahelvétique déferlée.

Elle surgit sous le front des Préalpes Médiannes et repose sur l'élément suivant :

2° La *Molasse subalpine stampienne* charriée dont le bassin d'origine n'est pas éloigné et se trouve actuellement recouvert par les nappes préalpines. C'est une entité parautochtone.

3° Entre l'ultrahelvétique et la Molasse subalpine s'interpose une série de *lentilles de poudingues polygéniques éocènes* allochtones.

4° La *Molasse autochtone chattienne*, appartenant au bassin oligocène compris entre le Jura et la bordure subalpine.

Cette superposition est indiquée sur le profil, tabl. III.

CHAPITRE I

LA NAPPE DES PRÉALPES EXTERNES

A. Les Grès nummulitiques du Vouan-Voirons

La plus grande partie de cette nappe est constituée par les grès et conglomérats des séries des Voirons et du Vouan, en séries isoclinales.

Cette masse volumineuse et peu plastique a joué un rôle prépondérant dans la tectonique de la nappe ; tel un chasse-neige elle a poussé devant elle puis chevauché le flysch marneux et les écaillés mésozoïques.

Partie interne

Les grès et conglomérats du Vouan sont en série normale sur ceux des Voirons. Les deux séries surgissent de la vallée du Foron près de Fillinges, culminent aux Voirons pour s'abaisser vers le Nord et s'enfoncer sous les Préalpes Médiannes au Sud de Thonon. Les grès supérieurs au conglomérat du Vouan culminent à leur tour dans le massif de Macheret.

Ceci est une vue d'ensemble sur laquelle il faut revenir en détail pour préciser de nombreuses anomalies locales. On suivra les descriptions tectoniques sur le schéma structural de la fig. 24 et sur la carte au 1:25 000 pour les écaillés.

En profil, la série des conglomérats du Vouan, peu inclinée vers le Sud, se rapproche de celle des Voirons et se redresse vers le Nord. Au droit de Mermier, les gros bancs changent de rive de la Menoge et vont s'adosser à ceux des Voirons. C'est ce que montrent les plongements et directions sur toute la moitié septentrionale des Voirons, jusqu'à la grande cuvette de Saxel-Boège-Corbière.

Dans la partie méridionale, les grès des Voirons suivent ceux du Vouan lors du changement de rive de la Menoge. Les deux séries accusent un feston arqué vers le Sud-Est, feston qui se retrouve jusqu'au front des grès des Voirons.

La position des couches de la carrière de Fillinges peut paraître anormalement redressée. En effet, elles ne se prolongent pas dans les couches équivalentes du versant Est des Voirons. Il s'agit là d'un rebroussement local accentué, faisant partie d'une zone marginale de la nappe.

Le défilé de la Menoge entre la Corbière et Mermier coïncide avec une inflexion transverse des bancs de conglomérats. Dans les parois en face de Mermier, le plongement est de 20° E et la direction indique l'WNW, alors qu'au-dessus de la Corbière, les couches ont tourné et mesurent N-S 15° E. Plus haut encore, elles se redressent à 25° et plus.

Partie moyenne

Le versant Est des Voirons montre partout des couches plongeant plus ou moins vers l'Est. Une carte détaillée permettrait de relever les variations d'un point à l'autre. En son absence, relevons sommairement quelques particularités locales sans les situer graphiquement.

1° Le sentier qui, de la grange de Pralaira, contourne le sommet à l'Est et gagne la crête des Voirons, coupe quelques têtes de bancs de situation aberrante, N 30 E, mais plongeant à 10° NW, c'est-à-dire déversés vers l'W. Cette localité est environnée de quelques blocs erratiques de Malm.

2° Les couches se redressent assez vivement dans la partie moyenne des pentes, au-dessus de la Corbière et dans la haute partie du ravin de Curseilles. Il s'agit d'un redressement local. Dans la forêt abattue dont il est question, p. 43, § 14, on mesure N 15 E, 49 SE, puis non loin de là N 42 E, pl. 50° , puis au Nord des Eculets, N 67 W, pl. 72 NE. Au redressement des grès correspondent des changements de direction dont on ne peut saisir l'origine, étant donné l'espacement des affleurements.

Des observations analogues se font sur la rive gauche du torrent de Curseilles, dans la falaise de conglomérats.

Nous n'avons pu poursuivre ces redressements vers le Nord, où pourtant de meilleures sections surgissent dans le ravin des Périers.

Ils ne sont jamais très éloignés de la zone du contact des conglomérats du Vouan et des grès des Voirons. Faut-il admettre un décollement des premiers sur les seconds? Il expliquerait alors les plongements si marqués dans cette zone.

Partie externe et frontale

D'une manière générale, la zone marginale des grès des Voirons est plus redressée qu'à l'intérieur. Nous avons déjà relevé le fait à la carrière de Fillinges.

1° On l'observe encore à Pralaira, où, sous le sommet, la série conglomératique est à 70° vers l'Est alors que dans l'ensemble de la crête les grès oscillent entre 30° et 50° .

2° Ce redressement est assez subit, ainsi que le montre la coupe du sentier, au bas du pâturage de Pralaira. De 33° (direction N 28 E), on passe à 46° (dir. N 52 E) puis, avec N 55 E, on passe à 60° puis à 90° pour finir par un déversement de 70° vers l'Ouest.

Il y a donc sous le pâturage un axe de fracture qui semble se diriger à l'Est du Pra-

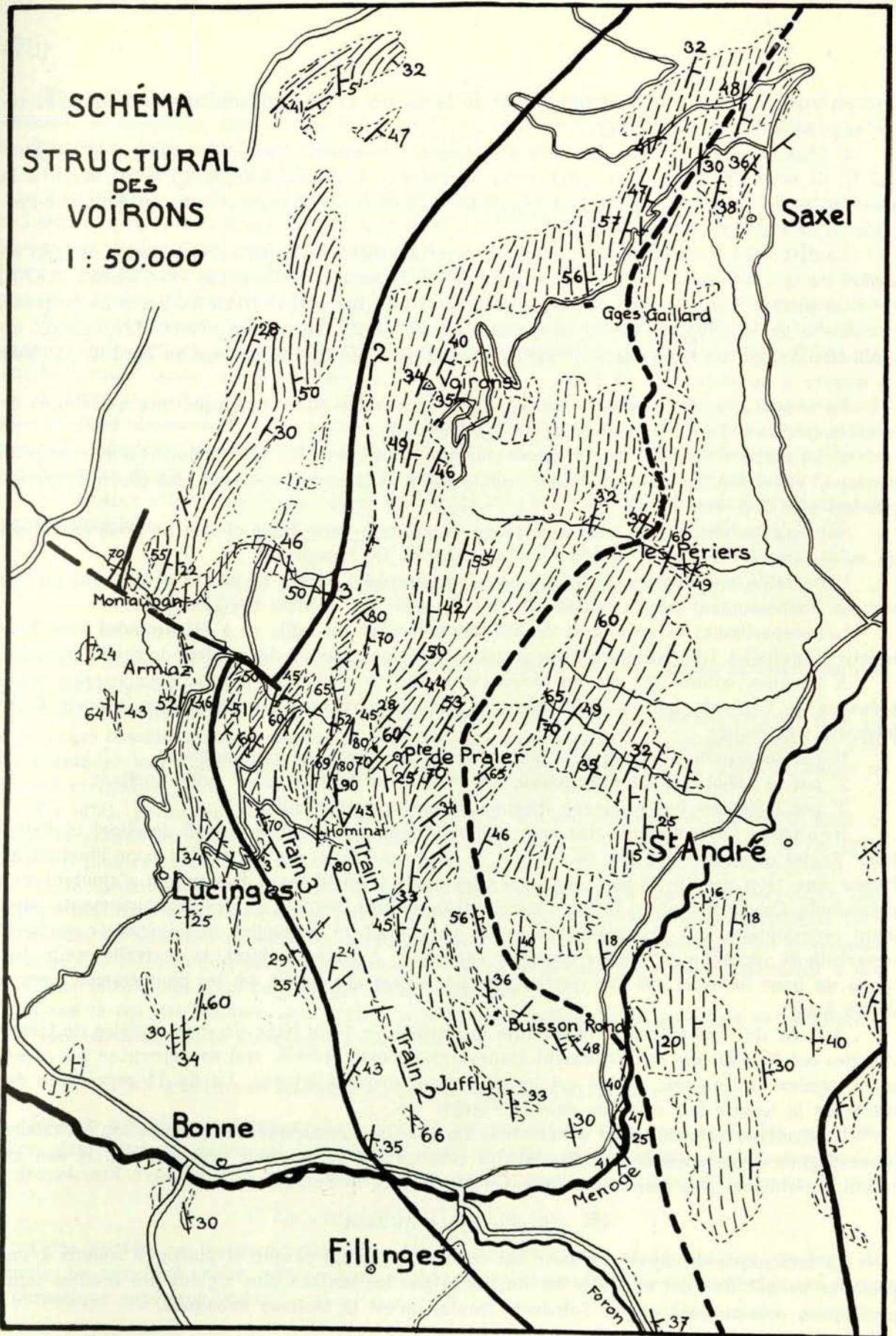


Fig. 24. Schéma structural du Massif des Voïrons.

laire où malheureusement il est impossible de le suivre. Il est probable que les anomalies relevées p. 46, § 24 s'y rattachent.

3° Plus loin sur la crête, les grès s'abaissent à nouveau. Entre le sommet S et le sommet N, ils mesurent 28° à la naissance du torrent des Hivernages (cf. p. 46, § 23), donc à la base de la série; 42° à la crête, au départ du sentier de Châtillonet. Entre ce point et Pralaira, ils se redressent jusqu'à 50°.

Au-delà vers le sommet Nord, les grès se relèvent aussi. Une croupe chauve située en arrière de la crête entre l'amorce du sentier de Châtillonet et du sommet Nord accuse N 12 E, 46° E et plus près du sommet: 49° E; au sommet Nord, ils ont 34° (N 21 E). Au N de ce point, la chapelle de la crête repose sur des dalles de 40° (N 22 E). A l'Est, c'est-à-dire suivant un profil transversal, on trouve une décroissance, car non loin de l'Hermitage au bord de la route on mesure à nouveau: 35° (N 25 E).

En résumé, ce redressement frontal est général mais surtout marqué aux extrémités de la crête (sommet Nord, sommet Sud, Grange-Gaillard).

4° La carrière de Bons est traversée par une faille normale, dont le toit recouvre le compartiment sur élevé. Le plan de faille, orienté selon la direction générale des couches, plonge extrêmement fort vers l'Est.

Nous n'attacherions pas une importance exagérée à cette faille si elle ne nous expliquait un mécanisme tectonique à l'origine du promontoire de Langins.

Cette faille normale résulte d'une pression exercée d'arrière en avant et de haut en bas sur son soubassement par la puissante série de grès des Voirons sus-jacente.

Le compartiment externe s'est décollé selon le plan de faille et à été propulsé vers l'extérieur de la chaîne. Ici le trajet n'est pas grand, il est théoriquement de la valeur du rejet horizontal.

A Langins, colline qui tel un éperon s'avance au pied des Voirons, nous expliquons la présence de l'éperon par un phénomène du même ordre mais beaucoup plus intense. Cette intensité s'explique:

1° par la pression qui est plus forte, car la surcharge est plus épaisse;

2° par le trajet qui est plus grand, car le plan de faille semble moins incliné;

3° par l'absence de résistance frontale ici pratiquement nulle.

Résumé. La tectonique des grès nummulitiques est de style massif, isoclinal et monotone. Seules quelques fractures en longent la partie médiane. On ne saurait pour l'instant attacher une trop grande importance à ces incidents probablement locaux qui s'ajoutent aux précédents. Quelques coupes fraîches montrent de petites flexures ou des gauchissements purement occasionnels, qui prouvent bien qu'on ne saurait ni prolonger ni généraliser quelques observations sporadiques. Citons quelques exemples. A Buisson Rond, la nouvelle route traverse un banc déformé sur une quarantaine de mètres seulement, où les plongements passent de 35 à 90°.

A l'aval de Pont Morand, au bord de la Menoge, le beau banc de grès à pistes de Gastéropodes est bombé par un plissement transverse, orienté N 50 E, qui se superpose au plissement général. Ici encore, le fait est localisé, bien qu'assez intense. La fig. 11 représente des effets de la torsion sur une des dalles de grès.

Les traits structuraux sont schématisés fig. 24. On y remarque une culmination à Pralaira, accompagnée d'un redressement frontal des couches qui se poursuit vers le Nord. A son extrémité méridionale, la masse s'incurve vers le Sud et le Sud-Est.

B. Le flysch de base

La tectonique du flysch de base est celle d'un terrain souple et plastique soumis à une pression venant de l'Est et fretté en tous sens par les masses plus rigides des écailles nummulitiques, mésozoïques et par l'obstacle frontal qu'est la Molasse subalpine.

Il remplit l'espace compris entre ces diverses unités rigides. On voit alors une structure redressée et isoclinale, moulée contre les lames où, sauf deux exceptions, il ne subsiste jamais de charnières. Elles ont été laminées.

Ces deux exceptions se trouvent

1° à Hominal (cf. Stratigr. p. 62). Un bon chemin quitte la ferme et remonte vers la forêt de Lachaud par la rive droite du ruisseau. Il suit le flysch marno-micacé dont on voit les têtes de couches. Celles-ci ne sont pas toutes plongées vers l'Est mais tournent à l'horizontale et finissent par plonger dans l'autre sens puis à nouveau vers l'Est. On en conclut que ce flysch appartient vraisemblablement à une tête anticlinale déjetée vers l'Ouest et fortement comprimée.

C'est probablement à l'arrière de ce pli que s'insère la lentille de calcaires à Lithothamnium et Discocyclines alors qu'à l'avant, il s'applique contre la série mésozoïque d'Hominal, dont le premier terme est ici le Lias.

2° Dans le torrent Sud de Châtillonet. A sa partie supérieure le flysch est marno-calcaire et se confond aisément avec les marnes et calcaires hauteriviens-barrémiens qu'il entoure. Ces marnes et calcaires appartiennent à une lentille dont l'extrémité sud est visible dans la falaise du torrent. Le flysch l'enveloppe et l'ensemble présente l'aspect d'un faux synclinal.

Les autres affleurements de flysch sont énumérés et situés dans les coupes de torrents décrites plus loin.

C. Les écailles mésozoïques et nummulitiques

Introduction

C'est PILLOUD (67) qui le premier, a tenté une coordination des écailles égrenées dans le flysch ultrahelvétique aux Voirons.

Nous empruntons à son étude la notion de trains de lames tectoniques, formées d'un ou de plusieurs terrains groupés parfois en petites séries stratigraphiques. Il semble bien que c'est leur dureté et leur rigidité qui leur ont assuré une conservation relative dans ce milieu si déformé et laminé.

En effet, parmi les termes stratigraphiques qui ont été charriés et intercalés dans le flysch, la grande majorité est formée de calcaires, de calcaires à bancs marneux et de grès. Beaucoup plus rares sont les témoins de séries schisteuses telles que le Lias et le Gault.

Cette disparition mécanique des termes les plus tendres de la série ultrahelvétique doit inciter à beaucoup de circonspection lorsque l'on tentera une synthèse paléogéographique. Bien des lacunes ne sont pas purement stratigraphiques. Cette série est beaucoup plus incomplète que celle des Collines du Faucigny pourtant peu éloignée. Là encore, c'est certainement à des réductions tectoniques qu'il faut songer pour l'expliquer.

Dans le cas des Voirons, nous avons préféré poser nettement le problème et renoncer à toute reconstruction de la stratigraphie ancienne.

a) Quelques coupes naturelles (torrents, carrières).

PILLOUD a relevé quelques profils à travers les principales coupures naturelles ou artificielles, dont nous reprenons ici les données avec quelques modifications. Nous avons revisé ses levers, soit avec lui, soit seuls, et en avons parfois modifié et simplifié la teneur.

1° La carrière de Juffly (Fig. 25).

Cette carrière se trouve au-dessus du village de Juffly près de la fruitière, au bord de la route. De gauche à droite, soit de haut en bas, nous avons de l'éboulis contenant des blocs de Jurassique supérieur. Puis :



Fig. 25. Carrière de Juffly. Le tiers de gauche est en Tithonique. Le reste est en Kimeridgien, à partir des bancs redressés.

Tithonique:

1° Calcaire rosé, fin, sublithographique	1 m. 50
2° Calcaire siliceux, grumeleux et conglomératique	2 m.
3° Calcaire sublithographique passant latéralement à un conglomérat à ciment verdâtre. <i>Aptychus latus</i> Park.	1 m.
4° Calcaire rose à débris d'organismes passant latéralement et irrégulièrement à des couches grumeleuses. <i>Aptychus sparsilamellosus</i> Gümb. <i>Coscinoconus alpinus</i> Leupold	1 m. 60

Kimeridgien:

5° Petits bancs de 0 m. 05 à 0 m. 10 de calcaires sublithographique brun ou bleu, séparés par des bandes plus marneuses et plus pyriteuses	0 m. 80
6° Banc compact et bien visible de calcaire finement spathique	0 m. 40
7° Petits bancs de calcaire brun-rosé de 0 m. 05 à 0 m. 08	0 m. 30
8° Calcaire spathique, fin, brun-rosé, gris à l'intérieur	0 m. 35
9° Petits bancs de 0 m. 05 à 0 m. 10 de calcaire sublithographique gris-brun ou rosé	3 m. 40
10° Brèche de calcaire sublithographique gris-brun. Partie couverte	2 à 3 m.

Grès fin, bleu, à patine brunâtre du flysch; taches charbonneuses.

2° La carrière d'Hominal. (Fig. 26 et 27)

La coupe donnée par cette exploitation est une des clés de la tectonique des Voirons. La réouverture d'un chantier a mis à jour de nouveaux affleurements à son extrémité Est, et à sa base, permettant d'identifier le Lias, l'Argovien et du Crétacé inférieur (?). Elle est constituée de couches isoclines dont nous avons déjà fait l'historique (p. 2) et étudié la paléontologie.

Cette coupe (fig. 26 et 27) montre une série renversée. C'est un fait à peu près unique dans la tectonique des Voirons et très rare dans la tectonique des Préalpes Bardières. SARASIN en 1901 (32), en étudiant la stratigraphie et les faunes néocomiennes de la Veveysse de Châtel, admettait que la chaîne bordière était formée d'écaillés superposées, chacune en série nor-

male, sans trace de flancs renversés. E. GAGNEBIN (46) remarque fort justement qu'il existe quelques exceptions à cette règle, la Veveyse de Feygire nous montre de véritables plis imbriqués; cependant la constatation de M. SARASIN reste juste pour l'ensemble de la chaîne.

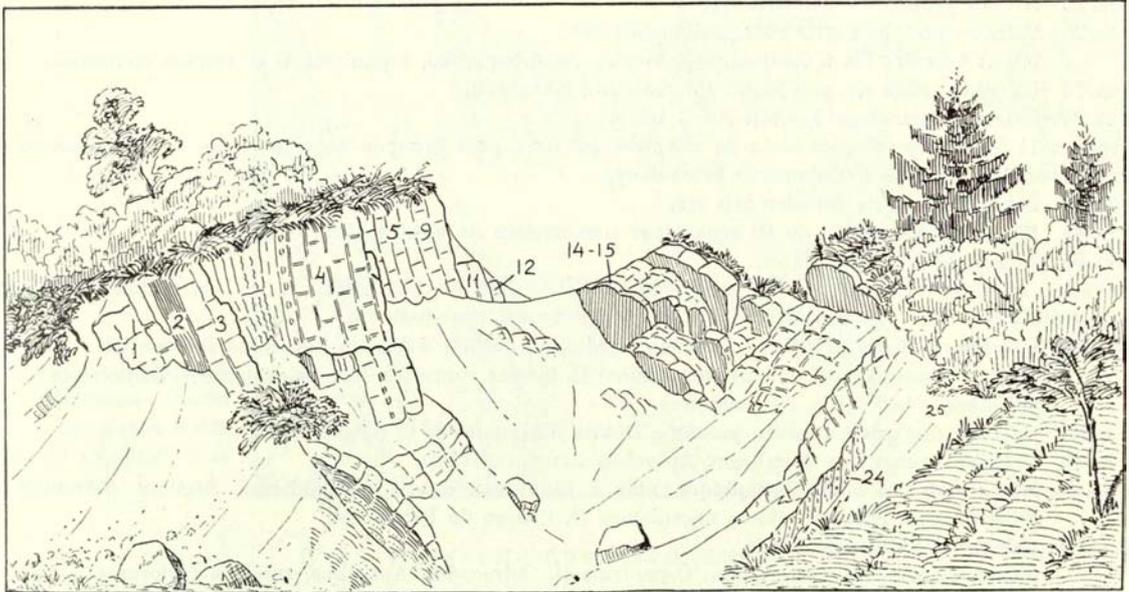


Fig. 26. Carrière d'Hominal. Partie inférieure.

Carrière d'Hominal Coupe stratigraphique.

De l'ouest à l'est, soit de gauche à droite, la succession des couches est la suivante:

A. Dans l'étage inférieur de la carrière:

- 1 2 m. 50 Calcaire gris-blanc siliceux fin à patine blanche. Souvent tacheté de rose. Banc compact. C'est le premier banc de la carrière. Plus à l'Ouest émergent des éboulis quelques têtes de bancs appartenant à des marnes grisâtres localement glissées dans lesquelles nous avons trouvé un *Aptychus*.
- 2 0 m. 40 Marnes grises plus calcaires à la base.
- 3 1 m. 50 Calcaire compact à patine blanche, cassure gris-rosé.
- 4 3 m. 20 Complexe calcaire à niveaux grumeleux en bancs d'épaisseur variable. Cassure blanche ou rosée, patine blanche. Lit de silex en lentilles de 0 m. 05 à 0 m. 15 d'épaisseur. *Aptychus*.
Micr.: Calcaire fin. Organismes D abondants, avec formes connexes. Ces organismes ont été décrits par nous-même en 1937 (bibl. 75).
Dans une autre coupe: Calcaire fin à Radiolaires siliceux, organisme D, spicules. Beaucoup de silice fibreuse.

Les niveaux 1 à 4 peuvent être groupés sous le terme de: calcaire gris-clair rosé.

- 5 0 m. 20 Calcaire grenu gris-clair en 2 bancs.
- 6 0 m. 22 Calcaire remanié gris-clair rosé à patine blanche.
- 7 1 m. 15 Complexe de calcaires grumeleux à pseudo-conglomérats et de calcaires grenus. Les surfaces de bancs ainsi que certaines surfaces stylolithiques sont enduites d'un résidu argileux verdâtre. Aspect gris-rosé du calcaire.
Micr.: Calcaire fin sombre. Organisme D, formes connexes. Radiolaires probables.
- 8 0 m. 15 Calcaire grenu. Patine blanche. 1 banc.
Micr.: Calcaire remanié à oolithes, fausses oolithes, débris roulés d'organismes, Miliolidés (ou *Nubecularia*?) *Coscinoconus*. *Textularia*.
- 9 1 m. Faciès semblable au niveau 7.
- 10 0 m. 38 Calcaire bleuâtre fin, à *Aptychus*.

Les niveaux 5 à 10 se groupent sous le terme de calcaires gris-rosé à surfaces stylolithiques verdâtres à niveaux noduleux.

Micr.: Calcaire fin à débris d'organismes en feutrage souvent très compact. Organisme D. Radiolaires? Spicules, Nids d'oolithes recristallisées Valves d'Ostracodes.

- 11 0 m. 50 à Banc compact de calcaire bleu-clair formant une vaste dalle. Plan de stratification grumeleux à

0 m. 80 traces d'Ammonites et d'Aptychus. Belemnites. Ce banc est continu et passe de la partie inférieure de la carrière à la supérieure.

B. Dans l'étage supérieur de la carrière:

12 0 m. 15 Niveau grumeleux calcaire.

13 0 m. 25 Calcaire noduleux gris rosé, patine blanche.

Micr.: Calcaire fin à Radiolaires, spicules de spongiaires, organisme D et formes connexes.

14 0 m. 30 Calcaire voisin du précédent. Intercalation marneuse.

15 0 m. 25 Calcaire grumeleux à grain fin. 1 banc.

Les niveaux 11 à 15 forment une série de calcaires que l'on peut grouper sous le terme de: calcaires en bancs alternant avec des calcaires noduleux ou grumeleux.

16 0 m. 80 Banc compact de calcaire gris fin.

17 1 m. 40 Banc calcaire voisin de 16 séparé par une surface de stratification ondulée.

18 0 m. 05 Niveau plus sableux jaune.

Les niveaux 16-18 se groupent en un complexe de bancs fins dont la masse même est noduleuse et donne à l'ensemble un aspect de faux conglomérats. Cette structure est peu distincte.

19 2 m. 60 Calcaire compact gris-jaune finement spathique. Débris d'Ammonites et de Belemnites.

Micr.: Calcaire fin. Abondants organismes D, formes connexes, formes découpées. Radiolaires? Formes spiralées à test épais. Nubéculaires.

20 2 m. 30 Calcaire dur gris à cassure jaunâtre. Débris d'Ammonites et d'Aptychus.

21 0 m. 80 Calcaire grumeleux. Nombreux Aptychus punctatus Voltz.

Micr.: Calcaire sublithographique noir à nombreux débris d'organismes. Sections d'Ammonites et d'Ostracodes. Spicules. Rares organismes D. Plaque de Pentacrine.

22 2. m 50 Calcaire fin compact, jaune.

Micr.: Calcaire fin sombre, fin. Organisme D. Ostracodes, Aptychus, spicules filiformes.

23 2 m. 50 Même faciès que le niveau 22, plus craquelé.

On peut grouper les bancs de 16 à 23 en une série de bancs calcaires d'épaisseurs variables, compacts à rares intercalations grumeleuses.

24 Affleurement partiel à droite de la carrière (partie inférieure). Alternances de petits bancs calcaires clairs, porcelanés et de niveaux marneux bleutés à nodules. Fossiles: Perisphinctidés, Belemnites. Le tout est très laminé et discordé sur 23.

25 Schistes sombres argilo-micacés. Quelques nodules ferrugineux et pyriteux.

Intercalation de calcaire oolithique de 0 m. 20. Posidonomes. Débris d'Ammonites. Cette couche affleure dans la partie inférieure de la carrière à la suite de nouvelles excavations dans la carrière.

Il est fort difficile d'attribuer un âge aux différents termes de la carrière. Les gisements primitifs sont épuisés et il manque actuellement de fossiles caractéristiques.

Les diagnoses des faunes récoltées par PICTET et E. FAVRE ne précisent jamais l'origine exacte des fossiles.

Nous avons tenté les attributions d'étages ci-après. En nous basant sur les faciès du calcaire englobant ou constituant les fossiles caractéristiques et sur des comparaisons de faciès avec la Faucigny et Planrière. Elles sont confirmées par quelques fossiles récoltés sur place.

Valanginien. Calcaire sableux jaune apparaissant à l'Ouest du niveau 1 et sous le complexe des bancs 3 et 4, au pied de la carrière.

Berrias. Ce terrain ne figure pas dans la carrière même, mais dans les têtes de bancs au-dessus de celle-ci, dans la forêt qui la domine. Elles paraissent prolonger les premières couches calcaires des bancs 1 et 2.

Micr.: Calcaires grenus à débris d'Echinodermes. Textulaires. Piquants d'Oursins. Grains de phosphate.

Kimmeridgien. Calcaires des couches 1 à 4 (pro parte), formant un tout distinct des niveaux suivants.

Séquanien. Bancs de 4 (pro parte) à 16 et même au-delà de 16.

Argovien. Alternances No. 24.

Lias. Niveau 25.

Il semble que ces observations s'appliquent également bien aux Collines du Faucigny et aux Voirons. Ici nous connaissons les exceptions de Juffly et d'Hominal. Revenons à cette dernière. Elle consiste en une série renversée et laminée, qui s'épanouit de la profondeur vers la surface. Au haut de la carrière, les couches sont sensiblement parallèles les unes aux autres, alors que dans le bas, elles convergent toutes très fortement, et tendent peut-être à s'incliner vers l'Est.

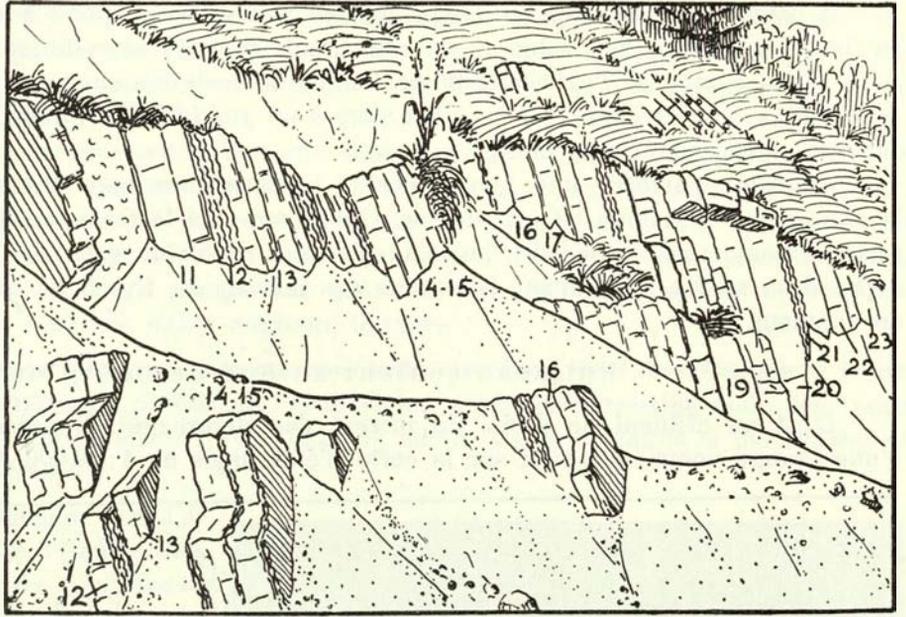


Fig. 27.
Carrière d'Hominal. Partie supérieure. Les numéros des terrains sont expliqués à la fig. 26.

3° Le Ruisseau des Hivernages

coupe sous ce hameau des bancs de flysch marneux redressé.

Devant le dernier chalet vers l'amont (chalet de l'Avenir), débute une section (fig. 28) qui de bas en haut comporte:

- 1° Hauterivien supérieur-Barrémien. Marno-calcaires très laminés, pl. 45° E; fossilifères, reposant probablement sur le flysch marneux de base. C'est le gisement classique de PICTET et de LORIOL, avec les Céphalopodes et les poissons. PILLOUD a complété ces découvertes (67, p. 12) plus récemment.
- 2° Aalénien. Ce niveau comprend des calcaires très marneux, foncés, à petits bancs de calcaire intercalés et rognons de pyrite. L'ensemble est faillé et laminé. Fossiles décrits, p. 20.
- 3° Grès des Voirons décrit p. 48, § 2^{bis}, formant un talus surmonté d'un plateau où se trouve le «Chalet des Affamés». La coupe telle que nous la donnons ici diffère de celle de PILLOUD. Il a signalé une lame de 2 m. d'Aalénien divisant en deux l'Hauterivien supérieur-Barrémien. Or nous n'avons pu la repérer. Peut-être est-ce à cause de glissements de terre et de boue qui sur un long parcours encombrant le lit du torrent.

Les épaisseurs qu'il donne nous semblent trop fortes. En les totalisant, on arrive à 126 m. 40. alors qu'à l'anéroïde, la différence d'altitude est de 60 m. environ. En tenant compte du plongement moyen, on n'arrive pas à ce total, mais à un résultat bien inférieur.

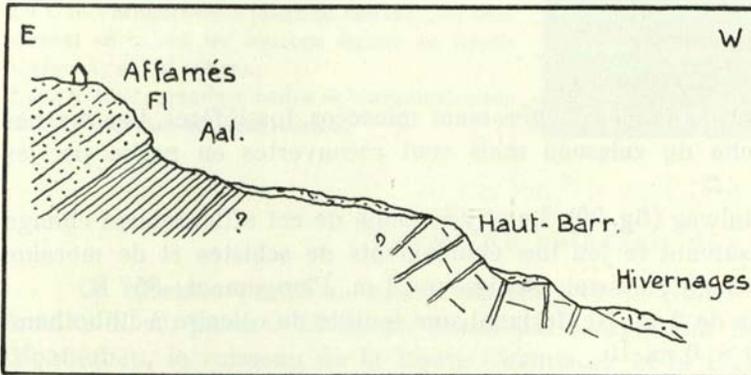


Fig. 28.
Profil schématique du Torrent des Hivernages à l'amont du hameau.
Echelle approximative 1:200.

A l'amont des Affamés, un long intervalle couvert correspond à la traversée d'une combe de flysch marneux. Puis, toujours en remontant, le profil se redresse progressivement, car le cours d'eau contourne l'extrémité d'une longue lame de Séquanien et coupe une écharde de spongiolithe hauterivienne. On parvient alors à un gué (dit Gué Pilloud), dont les affleurements ont une signification importante.

Au Nord s'amorce une longue écaille hauterivienne sup.-barrémienne, au Sud débute la dorsale de Séquanien citée ci-dessus. On traverse ici le train de lames No. 2. Plus haut le ruisseau coule sur du glaciaire jusqu'au pied des parois de grès des Voirons (p. 46, § 23) où il prend sa source. Peu avant il entame des marnes du flysch de base sur quelques mètres de longueur.

Ruisseau coulant au Sud de Châtillonet

C'est un affluent de droite du torrent des Hivernages. Il passe quelque peu au Nord d'une grange nommée Serron sur la carte d'état-major au 1:50 000. C'est d'ailleurs à 150 m.

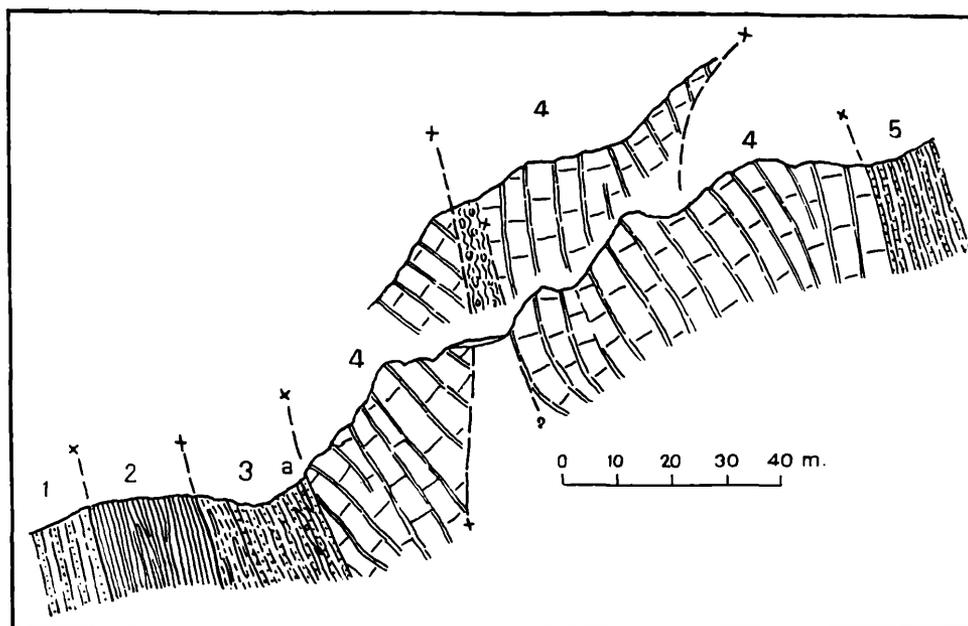


Fig 29.

Profil de l'affleurement inférieur du torrent Sud de Châtillonet.

Echelle 1:100.

De gauche à droite (aval à l'amont) on trouve:

1 flysch grésomarneux.

2 Gault.

3 flysch grésomarneux. a) Lentille de calcaire à Lithothamnium et Discocyclines.

4 Hauterivien sup.-Barrémien, disloqué.

5 flysch grésomarneux.

env. à partir de ce chalet vers l'amont que le ruisseau s'encaisse et montre les premières coupes dans le flysch marneux (N 10 E, 20° E).

On parvient ensuite au Gault puis, au pied d'une paroi d'Hauterivien supérieur-Barrémien très redressé. Le ruisseau fait un coude et érode les falaises dans lesquelles se dessine le profil fig. 29.

De bas en haut, il y a successivement:

1° le Flysch marno-micacé, sombre, très redressé.

2° l'Albien, découvert par PILLLOUD. Marnes foncées, légèrement micacées, fossilifères. Ces marnes forment le talus de la rive gauche du ruisseau mais sont recouvertes en partie par les éboulis barrémiens.

Elles forment aussi le fond du talweg (fig. 30). La physionomie de cet affleurement change d'ailleurs fréquemment d'aspect, suivant le jeu des éboulements de schistes et de moraine et celui de l'ablation par les crues du ruisseau. Epaisseur: 4 m. Plongement: 65° E.

3° Flysch. Marnes verdâtres, épaisses de 2 m. Renferment une lentille de calcaire à Lithothamnium et Discocyclines de 0 m. 60 × 0 m. 10.

4° Hauterivien supérieur-Barrémien. PILLOUD le définit ainsi: «Complexe de calcaire siliceux, gris-bleu, très dur, à patine gris-clair, alternant avec des schistes grisâtres. Vers leur partie supérieure, les calcaires deviennent marneux. Ce complexe forme une cascade dans la rivière. Epaisseur: 32 m.

Il faut revenir sur la description de cette barre calcaire, plus compliquée qu'il ne semble au premier abord. Comme le montre le croquis fig. 29, cet Hauterivien supérieur-Barrémien est brusquement faillé et chevauché par une lame pincée de marno-calcaire grumeleux d'un faciès assez semblable aux calcaires, puis l'Hauterivien supérieur-Barrémien reprend jusqu'au haut, avec un plongement qui varie peu. Il doit cependant y avoir des laminages obliques le long des délits marneux tendres.

5° On passe plus haut encore à une masse marno-calcaire gris-bleu, sans stratification ni bancs de calcaires, qui se rapproche parfois de l'Hauterivien supérieur-Barrémien mais dont nous faisons du flysch (d'accord d'ailleurs avec PILLOUD) sur le vu de sa faune si particulière et l'absence de Céphalopodes.

6° Cette masse reste homogène vers l'amont et entoure l'écaïlle d'Hauterivien supérieur-Barrémien de Châtillonet dont on aperçoit l'extrémité dans la falaise droite du ruisseau.

Les relations de ces deux terrains semblent nettes sur le terrain. On reste toutefois perplexe devant cette association si anormale, où aucune trace de contact tectonique ne paraît exister.

La coupe cesse à ce point et le ruisseau est enfoui plus haut sous une épaisse végétation et de la moraine.



Fig. 30.

Affleurement de Gault dans le torrent Sud de Châtillonet. Au premier plan, de l'aval à la flaque d'eau, flysch marneux.

Le Gault affleure de là jusqu'au marteau, au-delà duquel se voient les couches claires du flysch marneux, sur 2 mètres.

Dans le fond, premiers bancs de marno-calcaires de l'Hauterivien sup.-Barrémien.

Coupe du ruisseau des Lottys

Ce ruisseau prend sa source au Nord de la colline de Châtillonet dont il traverse l'extrémité Nord, passe à 50 m. du chalet des Lottys pour devenir, au pont de la route Armiaz-Montauban, le ruisseau de la Haute Chandouze et la Chandouze elle-même plus bas.

En résumé, il coupe de bas en haut :

1° Molasse rouge.

2° a) Molasse subalpine grise gréseuse sous Montauban.

b) Marnes à Cyrènes du plateau des Cheminots.

c) Micropoudingues polygéniques débutant au pont de la route Armiaz-Montauban (fig. 36, p. 92) et plus haut.

Il traverse la zone des schistes qui surmontent le niveau 2c ci-dessus et qui marquent le contact tectonique de base de la nappe ultrahelvétique. Malheureusement, à part quelques têtes de bancs dans la Molasse on ne voit rien. Le glacière est très épais et on ne trouve que peu d'affleurements du flysch avant les premiers grès des Voirons.

Ceux-ci sont très réduits et ce sont surtout des schistes qui sortent des dépôts torrentiels. C'est du flysch marneux, micacé, gris-bleu (N 20 E, env. 50° E). La direction reste constante lorsqu'on remonte le cours, mais les plongements varient fréquemment de 45 à 90°, quoique toujours vers l'E, sauf 50 m. avant le gué des Lottys où il se déverse à l'W (60° W). Au gué même, le flysch est devenu plus gréseux et dur. Sa position est de N 0° pl. 52° E.

C'est à ce point que commence la coupe de PILLOUD à laquelle nous apportons quelques modifications.

1° Grès nummulitique des Voirons avec nombreux niveaux marneux qui prédominent. Petites Nummulites dans les grès. Position des couches, près de la base N 28° E, pl. 90°, près du haut N 40° E, pl. 72° E. Epaisseur 105 m. 20.

2° Hauterivien sup.-Barrémien, marno-calcaire bleuâtre, tacheté, fossilifère. Epaisseur env. 28 m.

A ce sommet de série succède un faciès plus marneux, jaune, à lentilles de calcaire, dont PILLOUD fait du Tithonique ainsi que ce qui le surmonte. Nous maintenons ces bancs dans l'Hauterivien sup.-Barrémien qui continue ainsi sur une quinzaine de mètres d'épaisseur. Le faciès marno-calcaire reprend peu après. Nous y avons trouvé avec PILLOUD un fragment de Crioceras.

Le haut de ce Hauterivien sup.-Barrémien est cassé par une faille très visible sur les deux rives. Elle n'a guère d'importance, car les deux compartiments sont hauteriviens-barrémiens.

3° Séquanien. (Tithonique de PILLOUD). Calcaire jaune du faciès d'Hominal à Aptychus et Ammonites (p. 25, § 4), niveaux grumeleux, marnes calcaires bleutées et rognons calcaires.

Position des couches: N 25 E, pl. 30° E. Epaisseur 6 m. environ. — Des débris torrentiels couvrent le contact entre ce terrain, celui qui le surmonte ou celui qu'il chevauche.

4° Lias. Schistes marneux foncés, très laminés, à trains de nodules ferrugineux ou pyriteux. Rares bancs plus calcaires. Fossiles (Stratigr. p. 21). Grandes variétés de directions et plongements. Epaisseur apparente: env. 120 m.

Ce Lias remonte jusqu'en haut, dans le ruisseau, comme le démontrent les Posidonomes récoltées dans les derniers bancs du haut. Ce n'est guère qu'au gué du chemin de Châtillonnet qu'il pourrait y avoir alors le:

5° Flysch, représenté par de mauvais affleurements de grès des Voirons très altéré.

L'affleurement de Lias décrit ici joue un rôle important dans la tectonique du Mésozoïque des Voirons.

Il renferme en effet un petit synclinal d'Argovien et de Séquanien que l'on voit sur la rive gauche du torrent, à mi-hauteur d'une falaise, dans la moitié supérieure de la coupe de Lias. Les schistes contournent grossièrement ce cœur de pli et le mettent en évidence.

On est en ce point à l'extrémité effilée d'une écaille. Nos observations nous ont montré qu'il s'agit de l'extrémité du train de lames No. 2, celui qui débute à Hominal.

Si l'on sort du lit du torrent vers le Sud (rive gauche) en suivant la direction de ces couches, on parvient au flanc du talus abrupt situé sous Châtillonnet. Dans un inextricable

fouillis de ronces et de végétation, ces couches semblent se poursuivre sur une centaine de mètres et rejoindre le toit de l'Hauterivien sup.-Barrémien et du Séquanien observés plus bas dans le torrent.

Il est actuellement très difficile de raccorder ces diverses lames et d'en reconstituer l'édifice tectonique, faute de carte topographique détaillée.

En résumé, la coupe du torrent montre un certain nombre d'écaillés qui, vers le Nord ne vont pas plus loin, et vers le Sud se rapprochent en s'empilant. L'une d'elles consiste en un synclinal de Séquanien entouré d'Argovien et Lias. C'est l'extrémité du train 2.

b) Trains de lames mésozoïques et écaillés de grès nummulitique.

Ces quelques grandes coupes naturelles ont permis de reconstituer les unités tectoniques du territoire. En effet, plusieurs écaillés se prolongent de part et d'autre des torrents. (Cf. carte au 1:25 000.)

Par exemple: le Nummulitique à l'Ouest d'Hominal jusqu'aux Affamés, l'Hauterivien supérieur-Barrémien du torrent Sud de Châtillonet jusqu'au gué PILLOUD.

D'autres écaillés sont isolées mais peuvent, dans presque chaque cas, se coordonner les unes aux autres et s'incorporer à leur voisines, en formant un chapelet ou train d'écaillés.

Cette méthode de reconstitution nous a permis de montrer l'existence de trois grands trains, correspondant à des plans de chevauchement. Toutes les écaillés mésozoïques et nummulitiques ont pu être ordonnées suivant l'un de ces trois plans. Ils ont des directions sensiblement Nord-Sud, sujettes à des variations locales.

Le premier train prend naissance au-dessus d'Hominal, avec une lame très accentuée dans la topographie, formant un crêt qu'Al. FAVRE nomme «Crêt des Fenils». On y trouve un chalet en ruine.

L'armature de ce crêt consiste en Valanginien supérieur calcaire dont les bancs, presque verticaux, culminent au droit de la Pointe de Pralaira. Un peu plus loin, ils disparaissent sous la végétation, non sans avoir formé un second crêt, peu marqué il est vrai, lequel se termine à un affleurement d'Hauterivien supérieur-Barrémien en lentille accolée à la précédente.

Au delà vers le Nord, à 50 m., ruisseau à sec creusé dans les marnes du Flysch. Puis apparaissent dans la forêt quelques têtes de bancs de Jurassique supérieur longues de 1 à 2 mètres et très étroites (à l'affleurement: 10 cm.), orientées N-S et verticales.

Plus loin encore, on tombe dans la haute partie du torrent S de Châtillonet où naît une écaille d'Hauterivien supérieur-Barrémien déjà citée et que l'on retrouve à 300 m. de là dans une petite carrière abandonnée sur la colline du chalet, à 200 m. au S. de celui-ci.

Cette écaille forme probablement la crête dorsale de Châtillonet, couronnée par le grand chalet. Elle cesse un peu au Nord, ce que montre la section du haut du ravin des Lottys. Dans l'axe de l'écaille on ne recoupe que du flysch marneux.

Dans la pente située sous le Chalet on ne trouve aucun affleurement, sauf à sa base, le long d'un chemin, où pointent quelques grès nummulitiques et du sable qui résulte de leur destruction. Ce premier train se termine avec l'écaille de Châtillonet ennoyée dans le flysch de base.

Le deuxième train d'écaillés est le plus important. Son extrémité Sud est à Hominal et peut-être même lui rattacherait-on les couches de Juffly. La série d'Hominal est séparée de celle du crêt des Fenils (train 1) par du flysch marneux de base qui perce le glaciaire dans le torrent d'Hominal et dans les deux chemins qui le longent sur chaque rive. Celui de la rive droite est un anticlinal laminé déjeté contre le Lias.

Si l'on suit la direction des couches de la carrière en prenant pour terrain repère le grand dos du Nummulitique d'Hominal-Affamés, on tombe successivement sur une série d'écaillés très

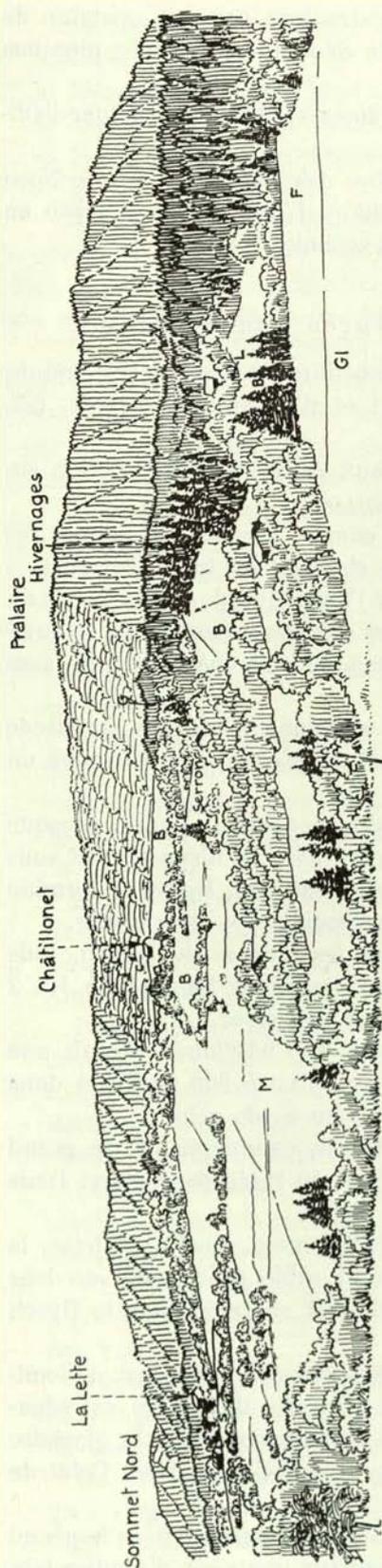


Fig. 31. Croquis panoramique du versant occidental des Voironis. Répartition des principales écailles dans la région des Hivernages, Châtillonnet et la Lette.
Légende: Gl. Glaciaire

F Flysch marneux de base.

N Grès nummulitique des Voironis en lentilles.

G Gault.

B Hauterivien sup.-Barrémien.

S Séquanien.

L Lias.

M Molasse subalpine.

allongées et dispersées dans les forêts, selon un alignement presque rectiligne. Parmi les principales se trouvent: le Tithonique à Calpionelles avec ses satellites de Jurassique supérieur (fig. 4), la langue dorsale de Séquanien qui se termine au gué PILLOUD sur le torrent des Hivernages. Au gué même, les terrains se multiplient. Une longue écaille d'Hauterivien supérieur-Barrémien prend naissance en arrière de celle de Séquanien. Entre les deux s'interpose la lentille d'Hauterivien inférieur (affleurement dans le chemin creux). L'Hauterivien supérieur-Barrémien va s'épaissir vers le nord et s'éteindre au milieu des pentes sous Châtillonnet, dans les prés. Auparavant, il est coupé a) par un chemin creux qui conduit des Affamés au Pralaise (coupe PILLOUD, 67, p.15) puis b) par le torrent S de Châtillonnet dont il forme la barre faillée qui l'interrompt brusquement au-dessus du Gault.

Ce train presque ininterrompu d'écailles permet de raccorder Hominal et la coupe du torrent Sud de Châtillonnet. Le Gault et l'Hauterivien supérieur-Barrémien appartiennent ainsi au train 2.

Entre le torrent Sud de Châtillonnet et celui des Lottys, le train s'amplifie à nouveau. De l'Est à l'Ouest, soit de haut en bas des pentes sous le Chalet, on a successivement:

- 1° Hauterivien supérieur-Barrémien de la crête supportant le chalet (train 1).
- 2° Flysch marneux et grès nummulitique.
- 3° Hauterivien supérieur-Barrémien du train 2.
- 4° Flysch marneux de base.

Plus on se déplace vers le Nord en s'approchant de la coupe du ravin des Lottys, plus la série s'enrichit. On a vu ailleurs que c'est dans des pentes boisées et abruptes dominant le chalet des Lottys que se fait le passage des éléments constituant les pentes sous Châtillonnet et ceux de la coupe du torrent.

Ce passage est rendu plus confus du fait d'une flexure générale du train vers le Nord-Est, dû à un rebroussement tectonique local.

Mentionnons à quelque 50 mètres au Sud du chalet des Lottys une petite écaille de Kimeridgien à moitié couverte de terre et plus haut encore un calcaire franc et de faciès séquanien.

A partir du torrent vers le Nord, le train cesse d'être continu. On retrouvera le long de son

axe une série de lentilles très distantes les unes des autres aux environs du Chalet de la Lette (Hauterivien supérieur-Barrémien) puis au Chalet de la Servette, où l'on voit de l'Ouest à l'Est :

- 1° Crétacé supérieur-Sénonien-Turonien ;
- 2° Une lentille de grès nummulitiques ;
- 3° Calcaire à Radiolaires.

Le tout plonge de 80° environ vers l'Est. Cet affleurement nous a intrigués par la présence insolite d'un banc de Molasse altérée et faillée qui semble chevaucher horizontalement la surface des têtes de bancs cités ci-dessus. Peut-être est-ce simplement un bloc erratique.

Ici se terminent les ultimes lentilles du Mésozoïque des Voirons vers le Nord. Nous avons en vain cherché dans les forêts du versant septentrional des Voirons la suite de ces écailles ou quelque autre trace d'un plan de chevauchement, mais sans succès. Il est possible qu'on trouve une fois l'origine de certains petits éboulis de calcaire hauterivien supérieur-barrémien observés dans les pentes ravinées dominant Langins.

En résumé, ce deuxième train comprend les termes les plus variés de la série. Une autre particularité d'ordre tectonique, c'est le fait qu'à Hominal, extrémité Sud du train, on ait une série renversée et aux Loitys, un synclinal. Faut-il voir alors à Hominal le jambage inverse d'un synclinal déjeté, dont l'autre terme serait laminé ou disparu ? Ce qui reste actuellement ne serait que le reste d'un pli primitivement complet. Cela laisse à supposer que certaines écailles ne s'enracinent pas en profondeur mais sont des synclinaux qui, tels un bateau sur la mer, flottent sur (ou dans) du flysch de base. On aurait alors à l'origine de cet état un premier déferlement du Mésozoïque sur le flysch, puis une phase de plissement commun, contemporaine ou antérieure au grand charriage alpin. Pour finir viendrait une ultime phase de compression par les grès nummulitiques. Ce processus, tout hypothétique, diffère peu du mécanisme reconstitué par R. VERNIORY au Faucigny.

Le troisième train a pour origine méridionale l'écaille d'Hauterivien-Barrémien nouvellement découverte (70) de « Chez Deperraz », dans la haute partie du torrent de Milly.

Il est séparé du deuxième train par du flysch de base, formant une combe, et par la dorsale de l'écaille nummulitique Hominal-Affamés.

Ce troisième train s'adosse à son tour à la colline de grès nummulitique de Lachaud.

Plus au Nord, il s'incurve et atteint les Hivernages où l'on a la série d'Hauterivien supérieur-Barrémien et de Lias surmontée par le Nummulitique de la dorsale Hominal-Affamés qui le sépare du deuxième train.

La trace de ce troisième plan n'est pas jalonnée de lamelles mésozoïques comme les précédents.

On la détermine sur le terrain en prolongeant la direction initiale de la lame de Deperraz puis en suivant une direction parallèle aux grès nummulitiques de Lachaud.

Les écailles des Hivernages se trouvent le long de ce plan qui disparaît peu après.

CHAPITRE II

LENTILLES DE CONGLOMÉRATS POLYGÉNIQUES ÉOCÈNES DE BELLEVUE. CONTACT DES PRÉALPES BORDIÈRES SUR LA MOLASSE SUBALPINE

La nappe des Préalpes Bardières est charriée sur la Molasse subalpine. Le plan de chevauchement ne s'observe nulle part. En effet, la Molasse passe dans sa partie supérieure à des schistes marneux et la base de la série ultrahelvétique est schisteuse également. Le contact tectonique est ainsi compris entre deux couches tendres formant un replat couvert de dépôts glaciaires.

Toutefois quelques torrents découpent de profonds sillons dans la couverture quaternaire. L'un d'eux, le torrent de Milly, donne des affleurements qui permettent de préciser l'emplacement de ce plan. En effet, la présence d'une lame de calcaires hauteriviens sup.-barrémiens «chez Deperraz» indique la nappe ultrahelvétique de manière certaine. La limite est donc située plus bas et a pu être précisée par la découverte de lentilles de conglomérats polygéniques et par l'hypothèse que nous avons établie concernant leur origine (74). Rappelons de quoi il s'agit.

Leur faciès ressemble exactement à celui des formations éocènes du synclinal du Reposoir-Thônes coupées par la route de la Clusaz aux Aravis.

Il s'agit de grès de Taveyenne autochtones, sous un faciès détritique bien défini par de QUERVAIN (56). Ils occupent le milieu du synclinal de Serraval. On les connaît en gisements lenticulaires à Cucloz (près de Vevey) et aux collines du Faucigny.

Cette indentité entre la Clusaz et les Voirons permet d'établir ce qui suit :

1° Les conglomérats polygéniques de Cucloz-Voirons-Collines du Faucigny sont des grès de Taveyenne priaboniens du type de la Clusaz, arrachés à cette formation autochtone, supposée prolongée vers le NE, par le front de la nappe des Préalpes Externes lors de sa progression et propulsés jusqu'à leur emplacement actuel. La distance de ce charriage est de l'ordre de 25 kilomètres pour les Collines du Faucigny et de 30 kilomètres pour les Voirons.

2° Les lentilles de ces conglomérats sont égrenées le long du plan de chevauchement de l'Ultrahelvétique externe sur l'autochtone qu'elles soulignent sur le terrain. Nous avons relevé précédemment combien il était malaisé de localiser ce plan entre leurs affleurements.

3° Aux collines du Faucigny, R. VERNIORY apporte une confirmation à notre hypothèse. Il signale des Foraminifères dans les grès du ruisseau de Chez Jolivet. Ceux-ci sont donc fort probablement des grès nummulitiques et se trouvent à quelques dizaines de mètres à l'amont d'une lentille de conglomérats typiques. A l'aval, des faciès semblables sont stériles et font partie de la molasse autochtone.

4° L'écaille de Lias échinodermique ultrahelvétique d'Armiat étonne par sa situation tectonique. Elle est prise entre les conglomérats de la lentille de Bellevue et les schistes de la Molasse. Son orientation est conforme aux directions des grès environnants.

Il faut considérer sa position comme un accident local. Cette interposition anormale s'explique par l'entraînement limité de cette écaille le long d'un plan de décrochement transverse dont nous parlerons plus loin. Elle appartenait auparavant à l'Ultrahelvétique dont elle a été arrachée.

Ouvrons une parenthèse ici pour préciser que ces conglomérats polygéniques sont bien distincts des micropoudingues polygéniques oligocènes de la Molasse subalpine. Ils ont cependant une parenté lointaine comme l'a démontré L. MORET. La formation nommée grès de

Taveyenne est grossièrement détritique et éocène dans les chaînons subalpins internes. Plus on s'éloigne vers l'extérieur des chaînes, plus la formation devient fine et rajeunit. Si bien qu'à la bordure subalpine même, les micropoudingues polygéniques de Bonneville sont oligocènes.

Résumé. Du Sud au Nord du massif, le contact des préalpes et du parautochtone est marqué par des lentilles à «Sous Malan», près de «Sous Lachat», au haut du torrent de Milly et à Bellevue. Entre deux, un large replat indique la présence des schistes tendres du contact. Au-dessus commencent les grès du flysch, alors qu'au-dessous descend le long talus des micropoudingues subalpins.

Le plan de contact surgit à Malan, monte progressivement vers le Nord-Ouest, plafonne au-dessus de Lucinge, à Bellevue et jusqu'au torrent des Hivernages sur Armiaz. On le présente dans la morphologie au delà de ce point vers le Nord. Il ne cesse de monter jusqu'au droit du signal des Voirons où il culmine. Dans cette région le replat morphologique qui lui correspond est très vaste et les affleurements fort espacés. On peut donc hésiter sur son tracé exact. La question a peu d'importance. Il passe certainement entre l'Ultrahelvétique de la Servette et la Molasse affleurant au sommet des pentes dominant Machilly.

Plus loin, il plonge rapidement vers le Nord, comme d'ailleurs tous les éléments constituant le massif: grès des Voirons, Molasse subalpine, et s'enfonce sous la plaine de Bons-Feissy.

CHAPITRE III

LA MOLASSE SUBALPINE

A. Quelques affleurements

Cet épais complexe de grès et de marnes, dans lequel les grès dominent largement, forme les assises de la montagne. Il donne aux Voirons cette base élargie et massive qui de loin tranche avec les zones accidentées d'écaillés ou même avec la falaise terminale des grès nummulitiques.

D'une manière générale, la Molasse est isoclinale et plonge vers l'Est, de telle sorte qu'elle fait une vaste auréole périphérique encadrant le feston ultrahelvétique.

Plus on entre dans le détail de sa tectonique, plus on s'aperçoit qu'elle est compliquée. De cette étude détaillée, il ne se dégage guère de conclusions ayant une portée générale.

Aussi pour alléger une description qui serait lourde et ingrate, nous n'avons reproduit qu'un graphique résumant les innombrables fractures qui s'observent en remontant les deux grandes coupes naturelles de la région: Milly et la Chandouze (tabl. IV). L'une succède à l'autre. La première permet de partir de la Molasse rouge pour atteindre la Molasse grise alors que l'autre part de la Molasse grise pour arriver à l'Ultrahelvétique. La zone commune qu'elles traversent toutes deux est celle des terrasses de la Ravoire et de Montauban.

Le style des dislocations est avant tout un style de failles et de chevauchements. Il résulte évidemment de pressions horizontales exercées dans un milieu sous forte surcharge et dans un matériel gréseux cassant.

Ajoutons encore que suivant les niveaux, l'abondance de lits schisteux facilite les décollements et prépare l'amorce de failles obliques ou horizontales.

Relevons quelques cas particuliers typiques:

1° Molasse rouge autochtone. Plis redressés et laminés montrant une pression horizontale dominante sous faible surcharge (fig. 32 et tabl. IV).

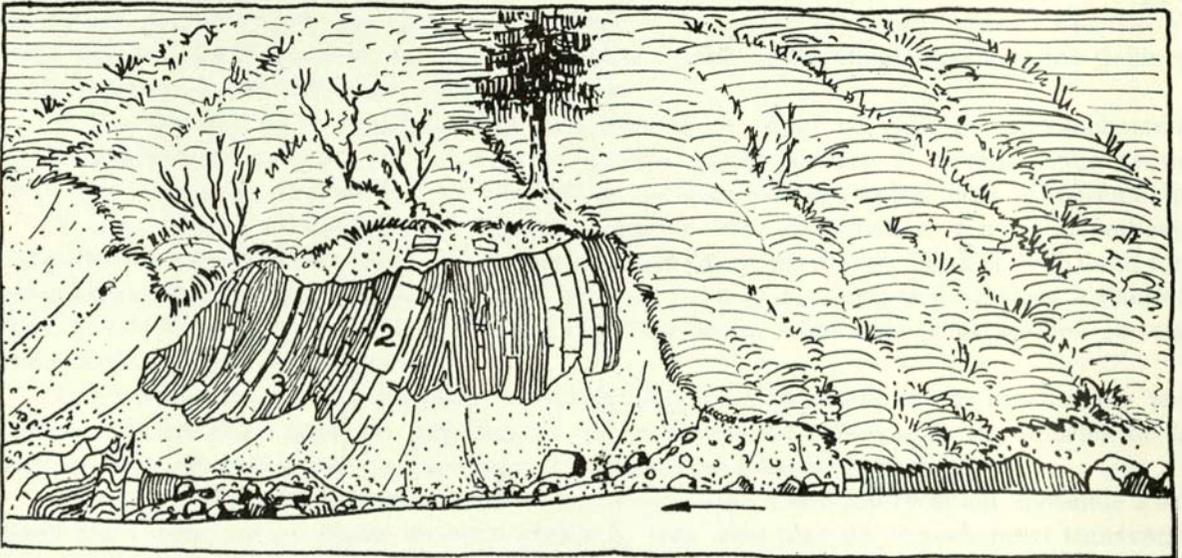


Fig. 32. Dislocations de la molasse rouge autochtone. Ravin de la Chandouze.

- 1 Schistes marneux et laminés, tendres, rouges.
- 2 Grès rouge à gris-brun redressé. Traces de Graminées.
- 3 Alternances de schistes et de grès.

Le style des plis est tantôt isoclinal tantôt faillé. Quelques charnières pincées dans les marnes.

2° Rive gauche. Falaise dans la Molasse rouge et grise alternant avec des schistes (fig. 33 et 34). Plis et failles dans un même complexe.

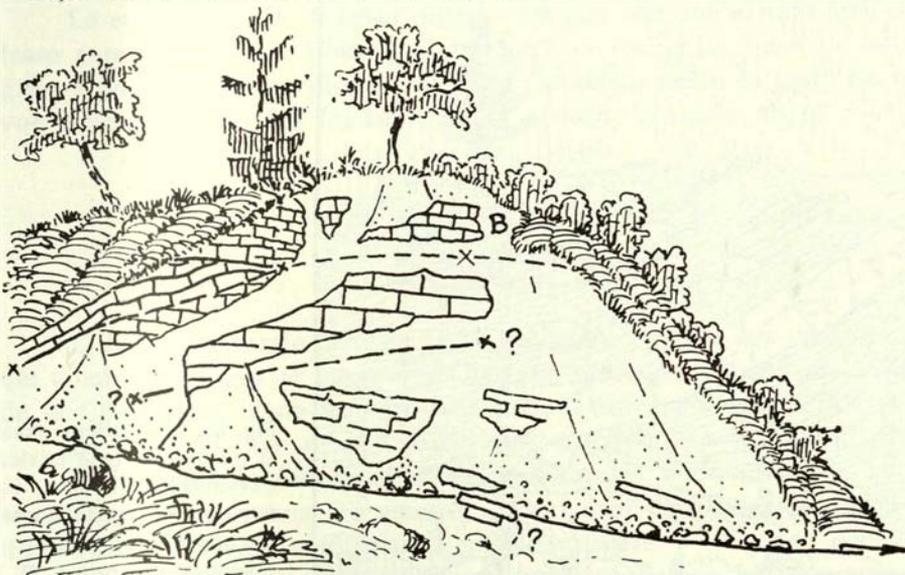


Fig. 33.

Dislocations de la molasse subalpine. Rive gauche de la Chandouze. Type de chevauchement au sein d'une série de grès et de marnes. Le plan de contact inférieur est supposé. Il existe en effet une discordance entre les bancs visibles, et par ailleurs un laminage des grès à l'amont. Le plan de chevauchement supérieur sépare deux séries gréseuses. Il est souligné par une zone de laminage d'env. 20 cm. d'épaisseur.

Sur la figure suivante (34) plis multiples et dislocations du banc B.

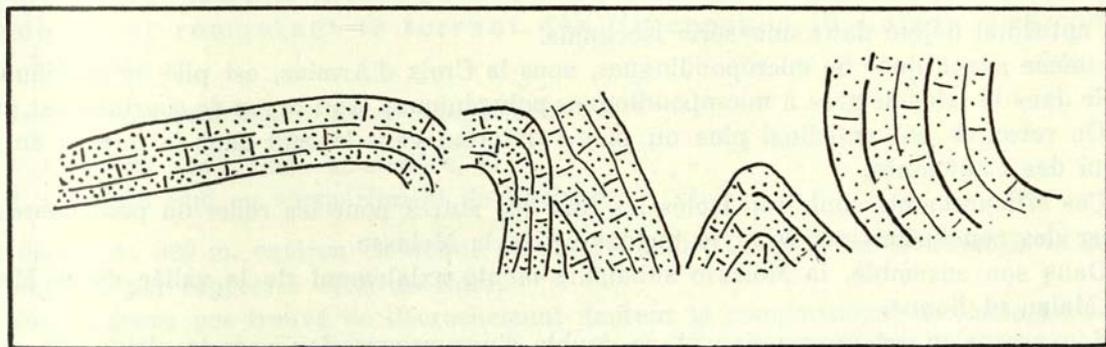


Fig. 34. Détail du banc B de la figure 33, montrant le mécanisme des fractures isoclinales vers la partie amont et celui des fractures par plissement vers la partie extérieure (aval).

3° Rive droite. Plus haut que l'affleurement précédent. Falaise de Molasse gris rosé et de marnes rouges (fig. 35). Plan de chevauchement coupant des couches isoclinales.

De bas en haut:

- 1° Marnes gréseuses grises tendres.
 - 2° Alternances de grès compacts en lits de 15—20 cm. et de marnes.
 - 3° Marnes micacées.
 - 4° Grès schisteux fin en bancs irréguliers.
 - 5° Grès durs compacts, en gros bancs.
 - 6° Marnes rouges. Zone écrasée au contact de 7. 20—30 cm. de marne bleue feuilletée.
 - 7° Grès dur compact.
 - 8° Marnes micacées dures et compactes; chevauchent 7 et se terminent en coin.
- Quelques niveaux de grès intercalés.

De part et d'autre des plans de décollement les faciès sont les mêmes. Il est impossible de trouver un niveau repère permettant de mesurer un rejet ou le déplacement des compartiments.

4° Pont de la route Armiaz-Montauban sur la Haute Chandouze. — Rive gauche du torrent à l'amont du pont (fig. 36). Grès à micropoudingues polygéniques et Molasse grise.

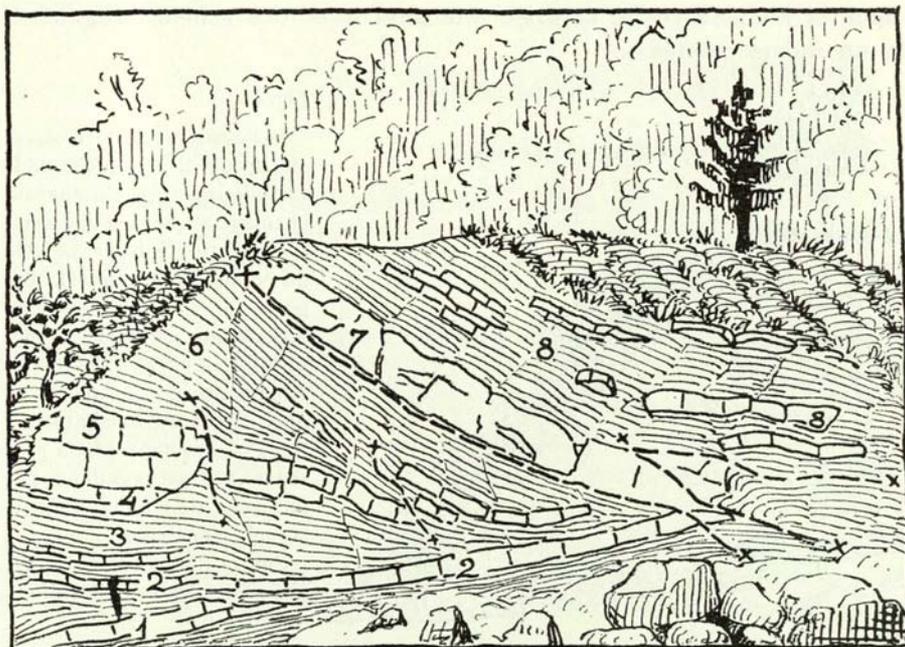


Fig. 35. Dislocations dans la molasse de type mixte. Chevauchement dans la falaise, rive droite de la Chandouze. Les numéros renvoient au texte p.91.

Pli anticlinal déjeté dans une série isoclinale.

5° Le même grand banc de micropoudingues, sous la Croix d'Armiatz, est plié en anticlinal, visible dans le talus de grès à micropoudingues polygéniques. Son rayon de courbure est grand.

On retrouve cet anticlinal plus ou moins déformé vers le Sud dans le torrent de Milly et celui des Chavannes.

Ces affleurements sont trop isolés les uns des autres pour les relier ou pour chercher à en tirer des conclusions sur le style tectonique de la Molasse.

Dans son ensemble, la Molasse subalpine monte axialement de la vallée de la Menoge entre Malan et Bonne.

Son ascension est progressive et se double d'une progression vers la plaine. Ce double mouvement donne à la base des Voirons cet aspect de rempart si frappant lorsqu'on le voit des environs d'Annemasse.

Après un rentrant correspondant au ravin de la Chandouze, la Molasse ne monte plus

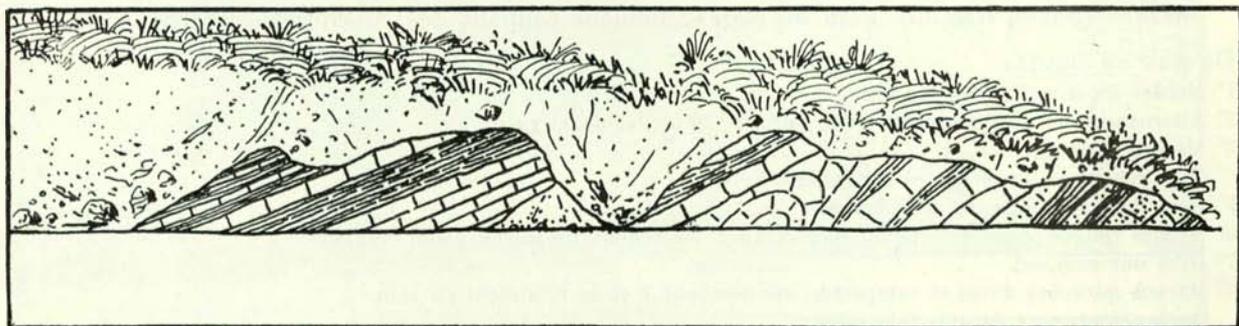


Fig. 36. Dislocations de la molasse à micropoudingues polygéniques. Pont de la route Armiatz-Montauban sur la Chandouze. A l'amont du pont, sur la rive gauche du torrent, une petite falaise montre une charnière anticlinale déjetée entre des couches isoclinales.

Cet affleurement est le seul permettant de reconnaître, même partiellement, l'allure des couches de ce complexe au Nord du compartiment de Lucinges.

guère, culmine au-dessus de Machilly, au droit du signal des Voirons, et s'abaisse brusquement vers Bons pour s'enfoncer dans le glacière des plateaux.

Le contact sur la Molasse rouge n'est pas tranché et doit être subdivisé en lames de molasse superposées. La Molasse rouge typique est à la base de la Chandouze et la Molasse grise typique à 200 m. plus haut. Entre les deux existe la zone de transition tant au point de vue tectonique que des faciès; c'est la zone de Molasse mixte.

B. Le décrochement de la Chandouze

Compartiment de Lucinges

L'étude structurale de la Molasse subalpine montre que certains bancs de grès comme celui qui domine Lucinges et passe sous Armiatz, ne se prolongent pas exactement de part et d'autre de la Chandouze, ni de son affluent Sud, le torrent des Hivernages.

Le tracé du plan de chevauchement préalpin est également interrompu.

Enfin, dans la falaise sous Montauban, les deux rives de la Chandouze sont très dissemblables. Nous avons été amenés à supposer qu'il passait par la Chandouze un plan de décrochement qui expliquerait cette asymétrie.

L'hypothèse s'est vérifiée dans la suite par plusieurs observations. Il existe donc un plan de décrochement orienté NW-SE passant par le cours inférieur de la Chandouze et remontant le torrent des Hivernages jusqu'aux environs de cette localité.

Le décrochement sépare deux compartiments:

- 1° Celui du Nord, resté en arrière, et
- 2° Celui du Sud ou compartiment de Lucinges.

Il est décalé de 300 m. environ en avant de l'autre dans la région de Montauban et légèrement enfoncé par rapport à celui du Nord.

Nous n'avons pas trouvé de décrochement limitant le compartiment de Lucinges vers le Sud. La Molasse se poursuit intacte d'Armiatz à Bonne. Ce bloc semble avoir pivoté autour d'un axe, situé au Sud, vers Fillinges par exemple. Son aile Nord a décrit une trajectoire maximale et plus on va vers le Sud, moins les déplacements se sont fait sentir.

La cause de ce décrochement est à rechercher dans l'accumulation des écailles mésozoïques et nummulitiques entre Hominal et les Hivernages.

Elles forment un paquet volumineux qui s'interpose sur une petite longueur entre a) les grès des Voirons-Vouan et b) la molasse subalpine.

Dans cette zone externe, la poussée alpine s'est transmise par l'intermédiaire des grosses masses rigides des grès des Voirons-Vouan. Elles ont à leur tour propulsé la Molasse subalpine mais cette poussée était plus accentuée devant les écailles qu'ailleurs puisqu'elles formaient une intercalation supplémentaire.

La Molasse subalpine a cédé devant ce surcroît de pression. Un secteur s'est détaché et a accompli un chemin plus grand qu'ailleurs.

Il faut ajouter aux écailles mésozoïques et nummulitiques la grande lentille de Bellevue qui, par son épaisseur très forte, a joué un rôle analogue.

Le décrochement s'amorce en une flexure au-dessus et au Nord des Hivernages, vers le Serron.

Au cours de la progression, l'extrémité Nord de la lentille de Bellevue a entraîné une lamelle de Lias échinodermique qu'elle a dû arracher au troisième train.

C. Le promontoire de Langins

La tour et les ruines de Langins couronnent une éminence qui s'avance tel un cap vers la plaine et le lac.

Les affleurements sont rares mais assez explicites pour se rendre compte que ce promontoire n'est pas la prolongation exacte des couches de base des Voirons.

Les terrains consistent en grès gris à micropoudingues et se rattachent donc à la Molasse subalpine.

Du côté des Voirons leur position est à peu près celle des grès dominant Machilly, mais au sommet du promontoire, c'est-à-dire près du front du cap, elles ne plongent presque plus et tendent à devenir horizontales. Plus au Nord elles s'incurvent vers le Nord-Est.

Cette structure est anormale et ne cadre pas avec les grandes lignes tectoniques et morphologiques de cette partie du massif. Nous supposons que le promontoire est formé par une écaille du soubassement de la Molasse subalpine des Voirons.

Selon un mécanisme dont nous avons vu le détail à la carrière de Bons, nous admettons que sous la surcharge de la Molasse subalpine (qui, rappelons-le, culmine au-dessus avec les grès des Voirons) sa partie inférieure a cédé et a été expulsée vers l'Ouest. Les plans de glissements inférieur et supérieur de cette écaille seraient très couchés et convergeraient en profondeur.

On admettrait volontiers qu'ils coïncident pro parte avec un des nombreux niveaux schisteux qui séparent les complexes de grès.

3ÈME PARTIE

MORPHOLOGIE

Avant de passer à l'étude générale des Voirons en fonction de leur position et des chaînes qui les environnent, il faut considérer le massif du point de vue de son relief et des relations de ce relief avec le substratum.

Cet aspect du terrain est capital et conduira à des conclusions d'un ordre général.

Ce qui frappe d'un bout à l'autre de la chaîne, c'est que le relief est directement fonction de la structure du sous-sol.

Dans la série des conglomérats du Vouan, les conglomérats déterminent des falaises rapides sur leur tranche (rive gauche de la Menoge entre Corbière et Boisings) et des pentes parallèles à la stratification sur le versant Est (versant de Sevraz). Aux grès qui les surmontent correspondent les collines au relief mou à l'Ouest de Bogève jusqu'à Boège. Plus au Nord ce sont les croupes du Mont Macheret et de Targaillan. A Targaillan, et jusqu'au col de Cou, dès que les grès deviennent plus durs on a des abrupts.

Les marnes de Chauffemerande sont marquées par une dépression naissant à la vallée du Foron à Buquigny. A Chauffemerande même, elles créent un vallon encaissé. Sur la crête, leur faible plongement donne un affleurement étalé et bas qui sera occupé par des marais. Ceux-ci cessent vers le Nord mais on trouve dans leur prolongation le vaste couloir cultivé de l'Empereur et de St.-André.

Si on les prolonge en direction Nord, on se trouve dans l'axe de la vallée qui remonte à Saxel et au col du même nom.

Il a déjà été question de l'inflexion de la Corbière-Mermier dans les conglomérats du Vouan.

La Menoge et le glacier qui l'a précédée, ont emprunté le fond de cette inflexion que la rivière occupe encore aujourd'hui.

La limite entre les conglomérats du Vouan et la série des Voirons consiste en une assise tendre, composée de marnes avec bancs de grès. Cette assise tendre forme une terrasse qui se poursuit presque sans interruption du Sud au Nord du massif. Elle est jalonnée par les localités suivantes:

Bregny-Boisings-Mermier et son glissement de terrain-Les Brettenets-l'Est de la Pointe de Pralaira-le haut du ravin de Curseilles-les Périers et l'Est de Grange Gaillard. Les affleurements manquent au Nord pour la poursuivre et le relief est altéré par des placages de moraine plus ou moins éboulée.

Les grès des Voirons ont également un relief qui correspond presque partout à leur structure. On remarque notamment l'épaule méridionale de la chaîne incurvée vers le SE, le pré de Pralaira, correspondant à une fracture, le versant abrupt Ouest du Pralaira fonction des

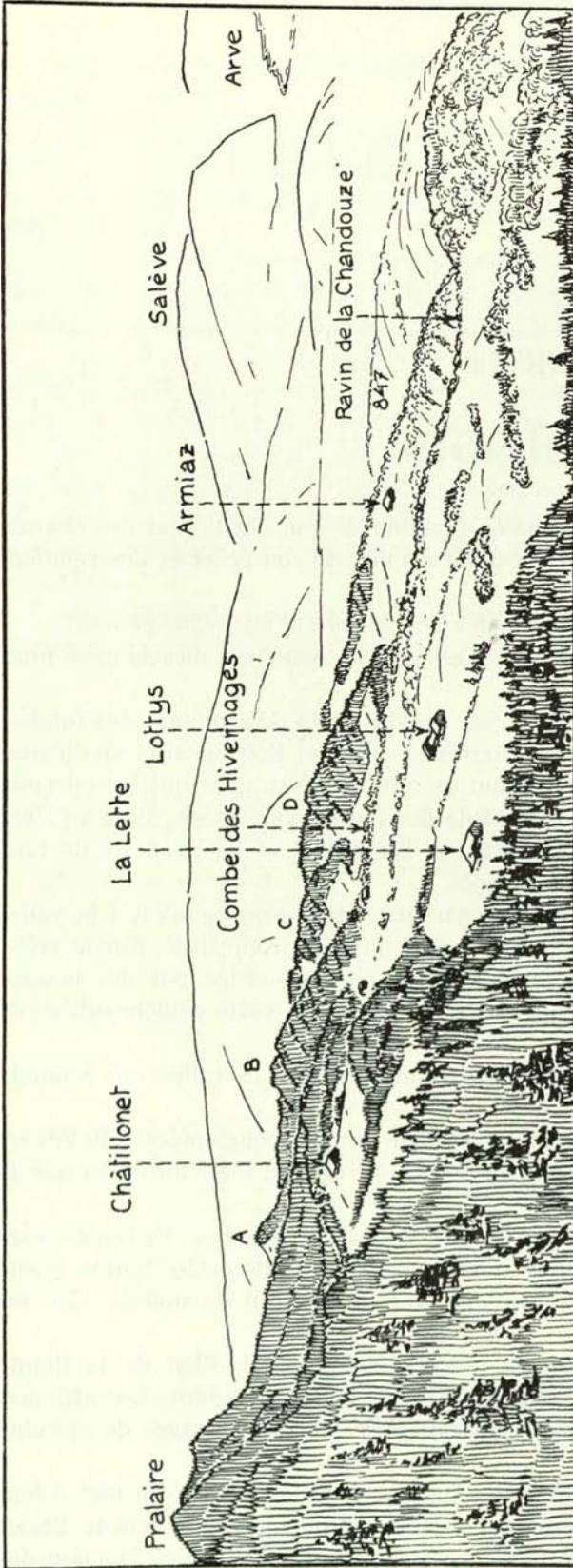


Fig. 37. Croquis panoramique du versant occidental des Vosges, vu du Nord. A gauche, le sommet de Pralaira, en grès des Voirons et conglomérats de Pralaira. Au centre, le crêt de Châtillonnet, lame d'Hauterivien-Barrémien.

A Crêt des Fenils ou de la Ruine, en Valanginien calcaire du train No. 1.

B Crêt de l'écaïlle nummulitique d'Hominal-Affamés, situé en avant du train No. 2.

Le chalet des Affamés se trouve à l'extrémité Nord du crêt.

C Crêt de l'écaïlle nummulitique de Lachaud, située entre le train No. 3 et la lentille de Poudingues de Bellevue.

D Crêt de la lentille de Poudingues de Bellevue.

Le hameau d'Armiaz repose sur le plateau des micropoudingues polygéniques stampiens. Le Pt. 847 est un plateau reposant sur les grès de la molasse grise. Au fond à gauche le plateau d'Evires, puis le Salève et l'Arve; devant le Salève, le coteau de Monthoux.

couches redressées de la crête finale, les buttes de conglomérats du Pralaira non loin de l'Hermitage, enfin l'inégalité de pente des versants, doux du côté Est selon le dos des couches, rapides à l'Ouest à cause de leur tranche. Remarquons que la surface du versant oriental n'est pas strictement structurale. On ne suit pas exactement les surfaces de stratification des grès car il sont rarement stratifiés mais forment plutôt d'épaisses masses isotropes altérées en tous sens par les agents atmosphériques. Ceci se présente surtout lorsque les couches sont redressées, car le plissement les a brisées, ce qui facilite l'action destructrice de l'eau et sa pénétration dans le terrain.

Dans la zone des écaïles mésozoïques et nummulitiques, le parallélisme du relief et de la structure géologique est encore plus patent (fig. 37).

Les lames de terrains durs forment des talus. Lorsqu'elles sont redressées, elles forment des crêts.

Exemples du premier cas :

- a) Juffly avec l'Hauterivien supérieur-Barrémien entre les Hivernages et Châtillonet.
- b) Lottys, avec le Séquanien des Lottys.

Exemples du second cas:

- a) Sur Hominal: Valanginien du train 1;
- b) Hominal: les lames de Tithonique; le Séquanien du train 2 au Sud du torrent des Hivernages;
- c) le Barrémien du Crêt de Châtillonet;
- d) le Nummulitique d'Hominal-Affamés;
- e) le Nummulitique de Lachaud; enfin
- f) les lentilles de Bellevue et de la Ravoire.

Inversement, le flysch marneux de base ou les schistes du contact des Préalpes Bordières sur la Molasse subalpine déterminent des combes ou des replats: a) trois vallons entre Hominal et les Hivernages; b) la terrasse du contact à Orlier, à Limargne, Ravoire, Bellevue, Haut d'Armiatz, les Lottys, la Servette et au delà.

La Molasse subalpine trahit en surface les accidents de sa structure. Nous avons relaté ailleurs l'origine du contrefort de Lucinges, le retrait subit de cette avance à la Chandouze, la longue culmination qui atteint les hauteurs dominant Langins et la brusque plongée axiale vers Bons. Ajoutons le promontoire de Langins.

Dans le détail, les talus molassiques sont dus aux grès. Ainsi: a) la barre de micropoudingues polygéniques est très distincte à partir des Chavannes près Bonne, à la Ravoire, aux hauts de Lucinges et sous Armiatz. Au delà du décrochement vers le Nord, elle est ennoyée par les dépôts glaciaires ou les débris accumulés sur place.

Les marnes à Cyrènes déterminent le plateau de Lucinges et celui du point 847 au Nord des Evêques. En tenant compte du décrochement de la Chandouze, ce plateau ne se prolonge pas dans la terrasse de Montauban mais dans le plateau des Cheminots.

Aux parois sous Montauban correspondent les parois sous le pt. 847, mais à quelque 300 à 400 mètres plus à l'Ouest.

Ces nombreuses observations nous font admettre que le relief des Voirons est un relief structural. Sa fraîcheur prouve en faveur de sa jeunesse. Les terrains tendres sont entamés, les plus durs ont résisté. Le tout semble avoir subi de faibles retouches.

On se demande alors quelle est la part du modelé glaciaire et de l'érosion torrentielle sur un relief aussi frais. Elle est évidemment très réduite.

Observons tout d'abord combien est mince la couverture morainique des versants. Elle n'est réellement épaisse qu'au bas des pentes (ceinture de terrasses glaciaires périphériques) et sur certains replats: Lucinges et Armiatz — Cheminots — Montauban. Dans ce dernier cas elle atteint son épaisseur maximale dans l'axe du ruisseau des Hivernages, c'est-à-dire dans l'axe du décrochement. Ici encore, un accident tectonique a déterminé un affaiblissement des terrains, accident qui s'est immédiatement traduit par une dépression morphologique.

Puis, relevons la position des quelques entailles qui découpent le massif. Sur le versant Est, il y a le torrent du Curseilles et celui des Périers; sur le versant Ouest, ceux de Milly et de la Chandouze.

Les deux premiers sont chacun situés à l'Est d'un des sommets des Voirons; ils correspondent eux-mêmes à des accidents structuraux des grès. Le cours de ces torrents est donc dicté par l'architecture du Nummulitique de la crête. Le troisième (Milly) borde le Sud des écailles mésozoïques et le quatrième (Chandouze) en suit la limite Nord. Le torrent des Hivernages souligne le décrochement de la Chandouze. Il coupe le train 3 de lames au point où se relaient le Séquanien et le Barrémien-Hauterivien (gué PILLOUD).

La part du modelé glaciaire est donc minime. Il n'existe en outre guère de différence entre ce qui se trouve au-dessus et au-dessous de la limite des blocs erratiques.

Tout se passe comme si la moraine avait servi de couverture protectrice qui, dès le retrait des glaciers, se serait très lentement écoulee et ramassée au pied des versants. Cet écoulement persisterait encore dans quelques dépressions où la moraine est restée accumulée, plus épaisse qu'ailleurs. Dès son retrait, un réseau torrentiel s'est installé, en fonction du modelé structural.

Peut-être faut-il admettre simplement que le dépôt de fond laissé par la grande glaciation n'a jamais été très épais sur les versants, mais qu'il s'épaissit vers la base et passe aux dépôts morainiques des vallées.

Ces hypothèses ont été maintes fois vérifiées sur le terrain. Leur application nous a permis de contrôler les lignes structurales, de définir les trains de lames et de faire des raccords tectoniques longitudinaux.

Nous les avons adoptées comme hypothèses de travail pour l'analyse tectonique et morphologique du bassin molassique du petit Lac et de la première chaîne jurassienne.

4ÈME PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I

L'ORIGINE DES VOIRONS. RELATIONS TECTONIQUES AVEC LES PRÉALPES AVOISINANTES

Les terrains des Voirons appartiennent aux nappes de recouvrement du Chablais dont ils forment une partie de l'auréole externe.

Il sort du cadre de cette étude de discuter l'origine de ces Préalpes chablaisiennes. Nous encadrons nos résultats dans les théories actuellement en cours, et enracinons la nappe ultrahelvétique dans la zone Val Ferret — Mont Chétif.

Au point de vue paléogéographique, il s'agit de la couverture sédimentaire d'une zone interne par rapport au massif hercynien du Mont-Blanc, zone située aux confins du domaine helvétique et du géosynclinal pennique. Si l'on admet que la série d'Einsiedeln représente des termes helvétiques internes, les Voirons-Berra seraient peut-être penniques externes.

Les Voirons et le Vouan surgissent du soubassement de la chaîne des Brasses tout comme les collines du Faucigny émergent de la base du Môle.

Les relations entre les deux festons ultrahelvétiques n'étaient pas claires. On se demandait notamment pourquoi, à si peu de distance, deux unités de la même nappe et dans une situation analogue, avaient un style tectonique si différent. La découverte des lentilles parautochtones de grès de Bellevue-Taveyenne jalonnant le plan de contact a permis de tracer celui-ci avec un peu plus de précision qu'auparavant et a montré qu'il existe un rentrant entre les deux massifs. Ainsi la prolongation directe des plis du Faucigny dans ceux des Voirons n'est pas possible, et les deux chaînes ont chacune un style autonome.

Ce rentrant s'observe entre les lentilles de «Sous Malan» et de «Chez Baron», non loin de Peillonex. Cette dernière a une orientation SW-NE qui ne laisse aucun doute sur le rebroussement du plan de contact qui semble même d'après cela se rapprocher encore du pied du Môle avant de s'infléchir vers les Voirons. Dans la vallée morte de Viuz, les points de repères intermédiaires manquent totalement.

Le contour du front préalpin est sinueux. En projection sur le plan horizontal il montre une avancée très étroite des Collines du Faucigny, un rentrant dans la vallée de Viuz, puis une nouvelle avancée à plus grand rayon de courbure: celle des Voirons.

Ces figures rappellent l'étalement d'une tache d'encre de Chine sur une feuille de carton lisse. Cette image un peu simpliste rappelle toutefois qu'il s'agit pour l'Ultrahelvétique, du défer-

lement de masses souples sans surcharges ni contraintes. Ici encore, le relief semble partout exprimer la structure du sous-sol, sauf dans l'axe de l'ancienne vallée du Giffre où l'on observe l'immense entaille qui sépare le Môle des Brasses.

Les contours du front des Préalpes Médiannes sont beaucoup moins accentués. Le rentrant de l'ancienne vallée du Giffre existe aussi, mais le reste est relativement moins arqué, sur le front du Môle et sur celui des Brasses-Miribel.

En profil longitudinal, les protubérances du plan de contact des Préalpes Médiannes sur les Préalpes Bordières correspondent à des culminations axiales: le Môle en arrière des Collines du Faucigny, le massif des Brasses en arrière du Vouan.

Les conglomérats du Vouan ont été un élément massif et rigide dans cette masse préalpine déferlante. Ils ont créé une résistance, laquelle a freiné les plis des Médiannes dans leur progression. C'est pourquoi le massif des Brasses accuse une structure redressée aux plis serrés.

Au feston des Voirons correspond la culmination des Brasses à Miribel qui se poursuit dans Hirmente. On sait qu'au delà vers le Nord la descente axiale des plis s'accroît vers la Dranse. Elle correspond à la réduction des affleurements de grès ultrahelvétiques et à leur ennoisement sous les plaines de Thonon dont seul émerge le crêt des Allinges.

La culmination de la Molasse subalpine et celle qui lui correspond dans les grès nummulitiques au sommet des Voirons (et plus au Nord au Macheret) semble se traduire vers l'arrière jusque dans les Préalpes Médiannes par une série de culminations et de flexures. A ces culminations s'ajoute l'effet de l'écaille autochtone de Boisy, et le décrochement de la Molasse de Sciez-St. Cergues (voir plus loin). Faut-il y voir une relation de cause à effet, un contrecoup de la structure marginale sur la tectonique interne?

On ne saurait l'affirmer. Il s'agit des accidents suivants: 1° en arrière du sommet Nord des Voirons-Macheret culminent Hirmente et Miribel, la Haute-Pointe et même le roc d'Enfer. 2° En arrière du décrochement de Sciez-St. Cergues s'alignent les grandes flexures de Chez Jordan, de Jambaz, la Clusaz et la dépression de la Haute Vallée de la Dranse de Bellevaux en amont de la Clusaz.

CHAPITRE II

RELATIONS TECTONIQUES AVEC L'AUTOCHTONE

1° Les dislocations de la Molasse

La Molasse du bassin du Petit-Lac est violemment disloquée. Anticlinaux et écailles semblent s'ordonner autour de l'arc des Voirons, ce qui nous a suggéré l'étude de ces accidents en fonction de la poussée préalpine. L'idée de l'origine tectonique du Petit-Lac n'est pas nouvelle. Il est par contre utile de la définir et de la préciser.

Au bord de l'Arve sous Reignier, la Molasse rouge est redressée. On relève les positions suivantes, de l'amont à l'aval: N-0° E, pl. 30°, puis entre N 30° E et N 60° E avec des plongements vers l'E allant jusqu'à 70°.

Ces directions montrent que l'on est dans le domaine des poussées de la transversale de Genève (voir plus loin) et point encore dans la zone d'influence des Voirons.

Il en est de même pour la Molasse de Mornex et de la confluence de la Menoge et de l'Arve.

A Monthoux, par contre, on se trouve sur des couches de Molasse chattienne autochtone, isoclinales, orientées NE-SE à plongement moyen.

Cette direction correspond à celle de Cranves et à la Molasse de Lucinges. Elle diverge de celle de l'axe du Petit-Salève.

A Cranves, le crêt de la colline est couvert de glaciaire. Cette dorsale est due à la Molasse qui d'ailleurs affleure au Nord le long de la route nationale de la Bergue à Thonon. Elle plonge vers l'Est, sous les Voirons. Sa direction est sensiblement N-S (N 6 E, pl. 33 E).

Le coteau de Boisy est également formé de couches molassiques chattiennes autochtones isoclinales. Sa tectonique paraît fort simple lorsqu'elle est vue du versant du Lac (Direction NE-Sud W, plongement moyen Est). Cependant un itinéraire le long du torrent de Sciez qui le coupe, montre que ce n'est pas le cas pour son soubassement.

On mesure en effet des couches dont les directions varient fréquemment et oscillent entre N 45° E et N 70° E et plongent toujours vers les Voirons de 25 à 90°. Brusquement vers l'aval, très près de la route nationale, les couches tournent, tracent un anticlinal à grand rayon de courbure et finissent par plonger vers l'Ouest (au barrage: N 45 E, pl. 23° W).

L'interprétation du coteau de Boisy n'est désormais plus celle d'AL. FAVRE (19) qui voyait un vaste anticlinal, prolongation de celui du Salève.

La série supérieure consiste en une lame de couches isoclinales qui chevauche la série inférieure bouleversée vers l'arrière et mollement ondulée vers l'avant, formant un anticlinal à l'amont de Sciez.

Plus loin au large des Voirons, les dislocations de la Molasse sont connues depuis longtemps. AD. JAYET nous a signalé dans les environs de Jussy des têtes de couches plongeant vers les Voirons.

Le coteau de Cologny est un anticlinal ainsi que son vis-à-vis, la colline de Pregny.

Plus loin encore, le long dos de Prevessin-Ornex s'allonge parallèlement au Jura ainsi que le Mont Mourex entre Gex et Divonne. La figure 38 montre le détail et l'ordonnance des plis principaux.

2° Les dislocations du Jura

Il ne sera question ici que de la zone interne des chaînes, la seule qui apparemment ait été influencée par les poussées superficielles et marginales des nappes préalpines.

PARÉJAS et LAGOTALA (44) puis PARÉJAS (77) ont démontré l'influence de l'axe de poussée transversale des Bornes à Genève-Salève sur le Jura. Nous n'avons trouvé le même ordre de dislocations plus loin au NE et avons cherché à le coordonner avec les poussées préalpines.

Ces dislocations sont les suivantes, d'après H. SCHARDT (28):

- 1° Le décrochement de la Faucille, découvert par LAGOTALA.
- 2° Le changement de style des plis entre la Faucille et le Colombier de Gex.
- 3° L'anticlinal molassique du Mont Mourex.
- 4° L'éclatement du dôme anticlinal de la Fontaine Napoléon-Combe d'Envers et son décapage accéléré par l'érosion.
- 5° La propulsion des plis entre les failles de la Faucille et de St-Cergues, propulsion plus forte au NE qu'au SE.
- 6° La culmination axiale de la Dôle (LAGOTALA, 41).

3° Relations entre ces divers accidents

Les anticlinaux molassiques et les écailles isoclinales se sont formés dans des zones molassiques où des forces de poussées s'exerçaient avec une intensité particulière.

Ces accidents résultent dans leur ensemble du serrage de la Molasse au fond de la cuvette synclinale, la poussée provenant de forces émises par les nappes et transmises jusqu'au Jura.

Ce sont des forces superficielles. Nous n'analyserons pas ici les poussées profondes qui ont engendré la grande virgation du Jura, mais seulement les composantes de surface.

Ces forces semblent se transmettre suivant des axes transverses, selon lesquels s'ordonnent les accidents tectoniques sur le terrain. Cette hypothèse nous a engagé à grouper ces fractures ou plis et à en chercher les relations réciproques et l'origine.

Le premier axe qui au Sud se marque dès la base des Voirons est l'axe de Cranves-Monthoux. Il est dirigé vers l'extrémité du Petit-Salève. La Molasse, poussée de l'Est et retenue par l'obstacle du Salève, cède à Cranves et s'écaille à Monthoux. L'origine de cette dernière écaille n'est pas étrangère à l'anticlinal enfoui du Salève qui a dû favoriser un décollement en profondeur.

L'axe part du gros paquet des écailles mésozoïques en arrière duquel se trouve la culmination de Pralaira et les conglomérats du Vouan.

Un autre axe, lui aussi compris dans le faisceau de forces issues du compartiment de Lucinges, traduit la poussée qui a suscité les anticlinaux de Cologny, de Grand Saconnex-Pregny, ainsi que le synclinal qui les sépare. Ses effets sont plus lointains car il est hors de la zone de protection du Salève.

Au Nord de la Chandouze, la Molasse subalpine et les grès des Voirons atteignent leur point culminant.

C'est dire qu'ils ont pesé de toute leur masse sur l'avant-pays. A part Langins, leur action maximale s'exerce au loin, sur la rive droite du lac. Elle est comprise entre les directions 2 et 3.

Dans la Molasse, on voit surgir les anticlinaux d'Ornex-Prevevin et du Mont Mourex. Dans le Jura, les plis se redressent fortement dès le Colombier de Gex où ils culminent et dans l'immense cirque de la Combe d'Envers à la Fontaine Napoléon.

Au Colombier de Gex, l'effet des poussées préalpines se combine avec celui de la transversale de Genève. C'est une zone mixte, à la limite des secteurs d'influence tectonique.

Le décrochement de la Faucille est orienté parallèlement à la direction de l'axe 3 et le compartiment méridional accuse une avance sur celui du Nord.

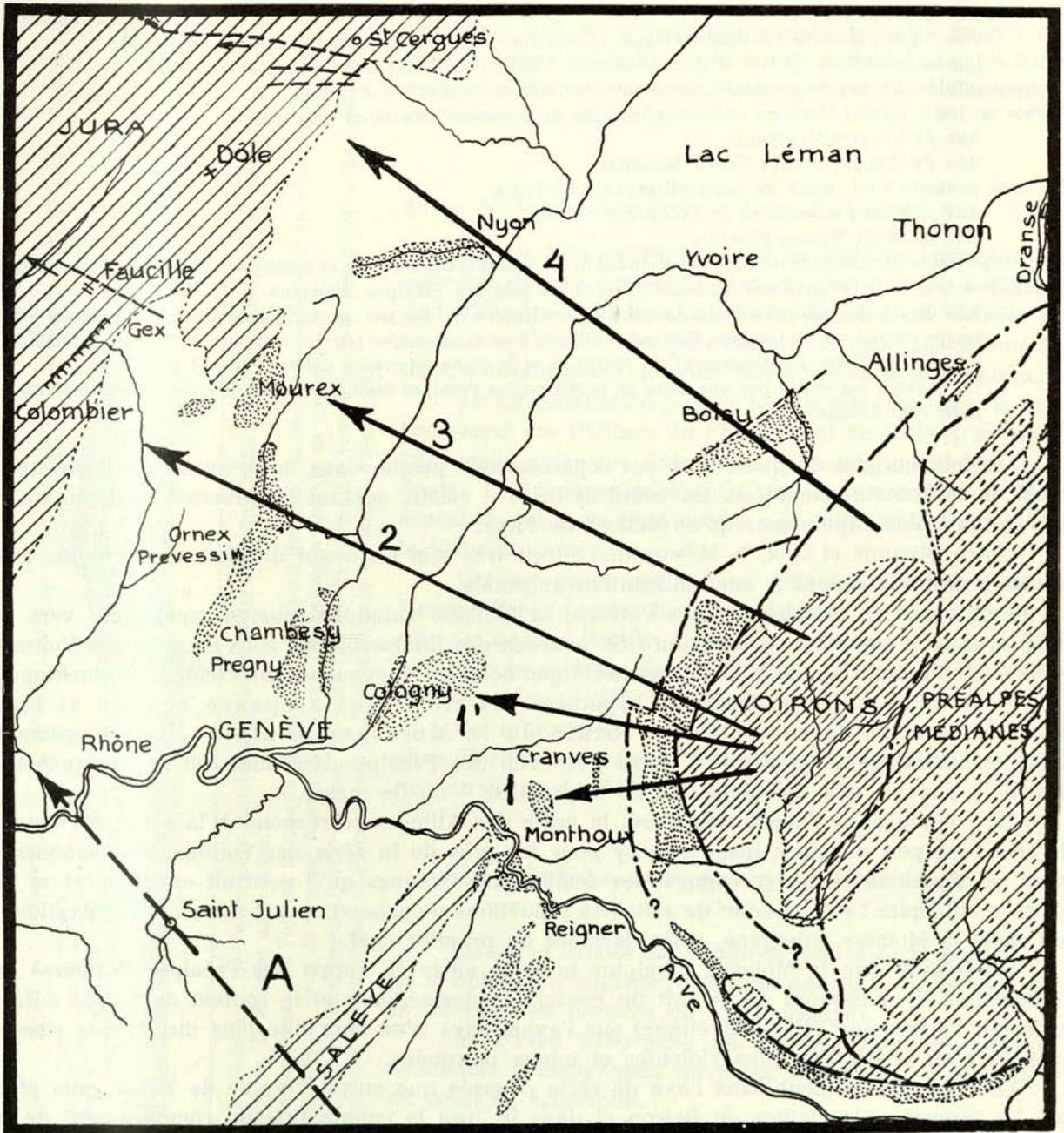


Fig. 38. Schéma tectonique du feston préalpin du Faucigny et de l'Autochtone du bassin de Genève.

- Légende: Hachures et Pointillé : Nappe des Préalpes Médiannes. Massifs d'Hirmente, des Brasses et du Môle.
 Hachures et traits : Nappe ultrahelvétique. Massifs des Voirons, des Allinges et des Collines du Faucigny.
 Ponctué: Molasse subalpine décollée.
 Ponctué: Molasse châtienne autochtone (Principaux affleurements correspondant à des anticlinaux ou des écaillés.
 Hachuré: Salève-Jura.
 Blanc: Quaternaire indifférencié. Léman.
- Lignes de contacts tectoniques, de l'Est à l'Ouest:
 1re ligne : points traits : Préalpes Médiannes et Préalpes externes (ultrahelvétiques).
 2me ligne : Préalpes bordières et molasse subalpine.

(Texte de la fig. 38, suite.)

3^{me} ligne : Molasse subalpine-molasse autochtone (ligne presque entièrement hypothétique).

Lignes pointillées : failles et décrochements : Chandouze, Boisy, St. Cergues et Faucille.

Flèche pointillée A : Axe de poussée transversale de Genève d'après Ed. Paréjas.

Flèches en traits pleins : Vecteurs indiquant les axes de poussées préalpines principales.

1 Axe de Cranves-Monthoux.

1' Axe de Coligny-Pregny-Grand Saconnex.

Ces deux poussées sont issues du compartiment de Lucinges.

2 Axe d'Ornex-Prevessin et du Colombier de Gex.

3 Axe du Mont Mourex-Faucille.

Ces deux poussées partent de la molasse subalpine et de sa culmination. Derrière ce bombement transversal molassique culminent à leur tour les grès des Voirons-Vouan et les plis des Préalpes Médiannes.

4 Axe de Boisy - Nyon - La Dôle. La poussée est limitée à l'Est par un décrochement reconnu depuis longtemps au col de St. Cergues. Elle est soulignée vers les Préalpes par les contours du Léman, notamment : le golfe de Nyon, l'étranglement du Petit-Lac et la ligne de rivage entre Yvoire et Sciez.

La poussée est émise par une zone où la Nappe des Préalpes bordières paraît être en contact très direct avec l'autochtone.

L'effet maximal de poussée a ses répercussions jusque dans la structure du dôme anticlinal de la Fontaine Napoléon. Sa voûte se brise - éclate, suivant l'expression de LAGOTALA - et s'érodera plus rapidement qu'en dehors de l'axe.

Entre Divonne et Gex, le Mésozoïque surgit très loin en avant du pied de la chaîne. Les calcaires créacés cèdent à une sollicitation anormale.

Peu après sa culmination des Voirons, la Molasse subalpine plonge rapidement vers le Nord. Que se passe-t-il en profondeur ? Se poursuit-elle ininterrompue sous les grès des Voirons ou cesse-t-elle pour laisser la série nummulitique bordière chevaucher directement l'autochtone ?

Nous adoptons cette deuxième hypothèse. En effet, tout se passe comme si l'on avait une réduction rapide et totale de la Molasse subalpine. Le plongement axial de l'Ultrahelvétique est fort, ainsi que celui des Préalpes Médiannes qui le chevauchent. Il semble y avoir une déficience subite d'épaisseur - ou de masse.

Si, comme nous l'avons démontré, la crête des Allinges correspond à la série du Vouan, il reste bien peu de place jusqu'à Boisy pour les grès de la série des Voirons, leur soubassement de flysch marneux (y compris les écailles mésozoïques qu'il pourrait envelopper) et la Molasse subalpine ! Il y a donc de notables réductions d'épaisseurs, soit dans l'Ultrahelvétique, soit dans la Molasse subalpine, cette dernière au premier chef.

Supposons que la Molasse subalpine manque entre la nappe des Préalpes Bordières et l'autochtone. Il manquera de ce fait un coussinet intermédiaire et le contact de l'unité déferlante (en l'occurrence l'Ultrahelvétique) sur l'avant-pays n'en sera que plus direct. Ses conséquences n'en seront que plus violentes et mieux marquées.

Or c'est précisément dans l'axe de cette poussée que surgit l'écaille de Boisy, puis plus loin les innombrables failles du Boiron et dans le Jura la culmination du compartiment de la Dôle. Ce compartiment avance par rapport à celui de St-Cergues et le domine très nettement. On trouvera le détail des accidents tectoniques dans les travaux de LAGOTALA (41) et de PARÉJAS (77, carte structurale de la région de Saint Cergues-La Dôle, p. 39).

LAGOTALA a remarqué depuis longtemps l'alignement de la faille de St-Cergues et celui de la rive W de la baie de Coudrée. Il convient d'ajouter le ruisseau de Sciez et l'on aura dans la morphologie, la traduction des accidents structuraux profonds qui soulignent la bordure orientale de la poussée (axe transverse No. 4 de la fig. 38).

En résumé, la réduction de la Molasse subalpine entraîne un contact plus direct du front préalpin sur l'autochtone. Celui-ci s'écaille et se plisse jusqu'au Jura qui culmine à la Dôle, dans l'axe de la poussée.

Entre la région plissée et celle qui ne l'est pas, un décrochement s'est produit. Le com-

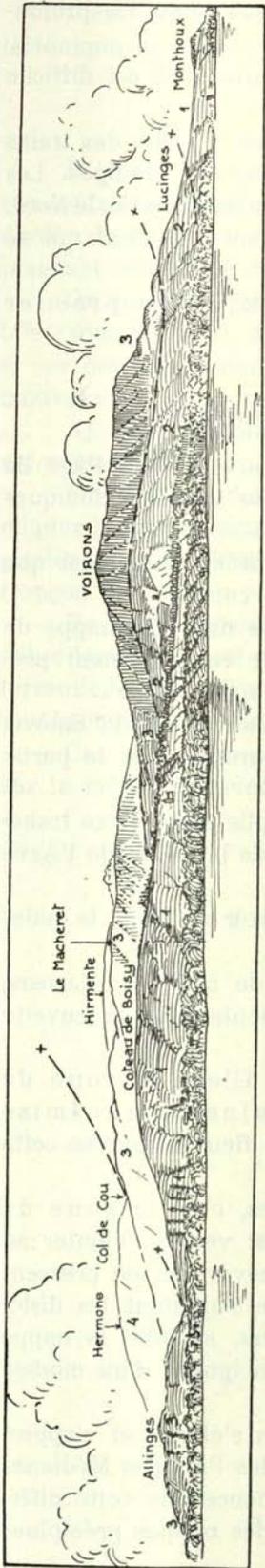


Fig. 39. Croquis panoramique du front préalpin et de l'avant-pays molassique pris de la terrasse du Château de Nyon. Légende: 4: Préalpes médianes. 3: Préalpes bordières. 2: Molasse subalpine. 1: Molasse autochtone. L'horizon est limité à droite par l'épaule Sud Ouest des Voirons, formée de Prairale, de la région d'Hominal, du bastion de Lucinges et du coteau de Monthoux. Plus à gauche, la molasse subalpine culmine au droit du sommet Nord des Voirons. On distingue l'écaille de Langins. A l'extrémité gauche du croquis, la Pointe d'Yvoire forme la rive opposée du Petit-Lac. A l'arrière-plan émerge la crête des Allinges dominée par les Préalpes Médiannes qui culminent à Hirmente et s'abaissent axialement vers la Dranse dans la montagne d'Hermone.

partiment SW est avancé par rapport à l'autre, avance qui se remarque dans la forme de la rive Sud du Lac entre Sciez et Yvoire dans le golfe de Nyon et dans les failles du col de St-Cergues (fig. 38).

4° La Molasse subalpine dans la vallée de l'Arve

Dès la Menoge vers le Sud, la Molasse subalpine est couverte de moraines et de graviers des glaciers de l'Arve, du Giffre, et de leurs émissaires. Il est donc difficile de séparer la Molasse subalpine charriée de celle qui est autochtone, d'autant plus que leurs faciès sont très semblables.

La différenciation peut se faire à nouveau dans le soulèvement des Collines du Faucigny et du Môle. C'est dans l'intervalle entre les Voirons et le Faucigny que règne le doute. La topographie montre un vaste talus arqué, peu accentué, qui pour nous correspond à l'auréole frontale de la Molasse charriée.

Cet arc passe par Bonne, s'atténue dans l'axe de la Menoge-Foron (ancien cours du glacier du Giffre). Il suit la côte qui domine Pouilly, Contamine-sur-Arve, et se raccorde à m., (molasse à poudingues-Chattien-stampien de la carte d'Etat-major) au NW de Faucigny.

Un rebroussement parallèle à celui du front des Préalpes Bordières aurait dicté le passage du glacier du Giffre aux environs de Fillings-Marcellaz.

5° Le Salève et la notion de l'anticlinal principal (Hauptantiklinal auct.)

ESCHER et STUDER ont publié en 1853 la carte géologique de la Suisse sur laquelle ils tracent une ligne anticlinale de la Molasse, en bordure du front préalpin.

AL. FAVRE (19) note un axe anticlinal de position semblable à Boisy, près de Sciez, qui est la prolongation de celui de Lausanne.

Ces auteurs font passer cette ligne anticlinale près de Bregenz; elle traverse Appenzell, Uznach, Risch (Lac de Zoug), Lucerne, Falkenfluh, Guggisberg. Elle est interrompue jusqu'à Lausanne. KAUFMANN la fait passer par Marbach, en la modifiant quelque peu.

De Sciez elle se retrouve dans le Salève.

Notre interprétation tectonique de l'avant-pays des Voirons montre que nulle part il n'existe de trace d'anticlinal prolongeant le Petit-Salève.

Cette montagne correspond à un pli anticlinal qui plonge axialement vers le Nord Est et s'enfonce sous la plaine du grand détroit Salève-Voirons.

Le dos du Petit-Salève accuse un léger arc de courbure du NE vers l'Est. En profondeur, il se prolonge sous le coteau de Monthoux.

Étant donné la structure et l'orientation des couches de ces deux entités, il est difficile de concevoir un anticlinal, car rien ne le fait pressentir en surface.

On sait d'autre part que la dernière surrection de la nappe de Morcles et celle des trains de plis autochtones qui s'y rattachent est postérieure à la mise en place des Préalpes. Les Voirons ont donc contrarié par leur surcharge le bombement de l'anticlinal du Salève vers le Nord.

L'extrémité Nord du Salève n'est donc pas l'amorce superficielle d'un anticlinal qui se poursuivra vers le Nord en profondeur.

C'est bien plutôt l'extrémité libre d'une virgation simple du premier genre au sens d'Argand.

6° Chronologie - Synthèse tectonique et morphologique

Les études que nous achevons ici n'apportent pas de précisions nouvelles sur l'âge de la mise en place des Voirons. Le terme le plus jeune rencontré dans les unités tectoniques est certainement ce grès polygénique de Bellevue, d'âge priabonien.

C'est donc après l'Eocène que se sont mises en place les nappes préalpines, ainsi que l'a d'ailleurs montré LUGEON dans le Chablais.

Les plissements de la région autochtone se sont poursuivis dès cette date. La nappe de Morcles-Aravis a progressé, entravée par la surcharge des lambeaux de recouvrement préalpins, influençant eux-mêmes les plis subalpins qui surgissaient devant son front.

Les Voirons ont été un obstacle à l'allongement vers le Nord, de l'anticlinal du Salève. Sous l'effet de leur masse, il subsistera une dépression périphérique empruntée par la partie basse de la Menoge et du Foron.

N'oublions point l'action permanente et tardive de bombement des plis selon l'axe transversal de Genève. Il tend à déporter le réseau hydrographique tributaire de la vallée de l'Arve vers le bord préalpin.

Dans le bassin lémanique du Petit Lac, l'ère quaternaire semble avoir respecté le relief hérité des grandes actions dynamiques.

L'analyse tectonique que nous en avons fait s'inscrit à la suite de celles de LUGEON, JOUKOWSKY, GAGNEBIN, LAGOTALA et PARÉJAS. Désormais, cette partie occidentale de la cuvette molassique romande s'ordonne mieux.

Du Vuache à la transversale de Genève, point de lac. C'est la zone de serrage entre l'autochtone et le Jura sous la poussée lointaine et transmise à travers le pays subalpin. Le lac s'est étranglé à Genève. Seul un fleuve traverse cette transversale.

De la transversale de Genève au décrochement de Sciez-St.Cergues, c'est la zone de serrage préalpin, où une masse supplémentaire de recouvrement est venue s'ajouter au poids de la série autochtone. Au lieu de l'action de surrection de la transversale, on pressent plutôt l'action d'enfoncement eustatique qui en résulte, à laquelle s'ajoutent les dislocations de serrage. Dans cette cuvette, à peine retouchée par les glaciers, s'établit la nappe d'eau du Petit Lac. Les contours et les affleurements qui l'entourent témoignent d'un modelé structural presque intact.

Du décrochement de Sciez-St.Cergues vers l'Orient, le synclinorium s'élargit et s'approfondit. La cuvette du Léman occupe un vaste volume limité au Sud par les Préalpes Médiannes qui font suite à l'Ultrasubalpin sur le front préalpin. Curieuse coïncidence que cette différence de style des deux lacs qui se produit en face même du relaiement des nappes préalpines qui le bordent au Sud!

C'est, à notre opinion, un argument de poids pour démontrer le rôle prépondérant de la tectonique et des surcharges isostatiques dans la formation du Grand Lac.

7° Hypothèse des mouvements actuels

PARÉJAS (??) remarque combien certains points du paysage de la région genevoise semblent être entretenus par des mouvements persistants. Il cite entr'autres certains points anticlinaux élevés de la Molasse, tels que les coteaux de Bourdigny, Bernex, Vandœuvres. Ceux-ci sont pourtant constitués de terrains tendres.

On pourrait citer le coteau de Boisy comme éminence de ce type, avec sa face occidentale «sous tension», dénudée, perpétuellement démantelée par les glissements de terrain, comme si ces derniers étaient provoqués par une pente qui se raidit par quelque'imperceptible suite de mouvements de la molasse.

Ajoutons les miroirs de faille le long de la route du col de St-Cergues. Leur fraîcheur est remarquable.

L'hypothèse des mouvements tardifs s'applique d'ailleurs fort bien lorsqu'il s'agit d'expliquer le changement de direction dans l'écoulement du glacier würmien. On sait que ce vaste glacier coulait primitivement vers le Nord en suivant l'axe du Haut Lac puis empruntant le tronçon de Bussigny-Mormont vers le lac de Neuchâtel.

Un lent abaissement du seuil d'Yvoire a pu influencer sur cette direction en favorisant un débordement latéral primitif, qui dans la suite s'est accentué sous le double effet de l'érosion torrentielle et de l'enfoncement tectonique qui se poursuivait. Il a fini par créer un nouveau déversoir qui a drainé et changé le cours primitif du glacier du Rhône.

Ces phénomènes, quoique bien hypothétiques, semblent se coordonner et se placent tous sur la même transversale.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1 1799 DE SAUSSURE H. B. Voyages dans les Alpes.
- 2 1800 DE LUC J. Lettre. Journal de Physique. Prairial, an VII, p. 21.
- 3 1822 BOURDET DE LA NIEVRE. Notice sur les fossiles inconnus de la montagne des Voirons qui semblent appartenir à des maxillaires de poissons. Paris.
- 4 1825 STUDER B. Beiträge zu einer Monographie der Molasse. Bern.
- 5 1827 STUDER B. in Zeitschrift für Mineralogie, p. 1. Janvier et Journal de Géologie I 210.
- 6 1828 DE BEAUMONT ELIE in Annales des Sc. nat. XV 381. Note.
- 7 1830 BOUÉ in Journal de Géologie. I 65.
- 8 1836 DE LUC J. in Actes Soc. helv. Sc. nat., pp. 22 et 57.
- 9 1841 NECKER M. L. A. Etudes géologiques dans les Alpes. Paris.
- 10 1845 BOUÉ. Guide du Géologue voyageur. II 395.
- 11 1845 DE BUCH L. in Bull. Soc. Géol. France. II 361.
- 12 1845 FAVRE ALPH. in Actes Soc. helv. Sc. nat. à Soleure.
- 13 1848 FAVRE ALPH. Actes Soc. helv. Sc. nat. Soleure, p. 41.
- 14 1849 FAVRE ALPH. in Arch. Soc. phys. et hist. nat. Genève. XI 64.
- 15 1852 STUDER B. Geologie der Schweiz. II 6, 49, 73.
- 16 1855 DE MORTILLET. Prodrome d'une Géologie de la Savoie. Bull. Assoc. florimontane d'Annecy. I 343.
- 17 1858 FISCHER-OOSTER. Die fossilen Fucoiden der schweizerischen Alpen. Bern.
- 18 1858 PICTET F. J. et de LORIOL P. Description des fossiles contenus dans le terrain Néocomien des Voirons. Genève.
- 19 1862 FAVRE ALPH. Note sur la présence en Savoie de la ligne anticlinale de la molasse qui traverse la Suisse et une portion de la Bavière. Bibliothèque universelle et revue suisse. (Archives Sc. phys. et nat. VII.)
- 20 1867 FAVRE ALPH. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de Suisse voisines du Mont Blanc. Genève, 3 vol., pp. 413-435.
- 21 1875 EBRAY. Etudes stratigraphiques des montagnes situées entre Genève et le Mont Blanc. Bull. Soc. géol. de France. Vol. III.
- 22 1875 FAVRE E. Description des fossiles du terrain jurassique de la montagne des Voirons (Savoie). Mémoires Soc. Pal. suisse. Vol. II.
- 23 1875 FAVRE E. Note sur la structure géologique des Voirons. Bull. Soc. géol. France. Vol. III, p. 123.
- 24 1875 FAVRE E. Sur les terrains jurassiques supérieurs des Alpes de la Suisse occidentale. Bull. Soc. géol. de France. Vol. III.
- 25 1879 FAVRE ALPH. Description géologique du Canton de Genève. Bull. Cl. Agr. Soc. des Arts. Genève.
- 26 1885 GILLIÉRON V. Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne compris sur la feuille XII. Mat. Carte géol. suisse. Livr. 18.
- 27 1889 MAILLARD G. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche et Bonneville. Bull. Serv. Carte géol. France. N° 6.
- 28 1891 SCHARDT H. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. XXVII 103, vol. 27. Lausanne.
- 29 1894 SARASIN CH. De l'origine des roches exotiques du flysch. Arch. Sc. phys. et nat. 3^{me} pér. T. XXXI. Genève.
- 30 1895 FUCHS TH. Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. Bd. LXII. Denkschr. Math. nat. Kl. K. Ak. d. Wiss. Wien.
- 31 1896 DOUXAMI H. Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné de la Savoie et de la Suisse occidentale. Ann. de l'Univ. de Lyon.
- 32 1901 SARASIN CH. Les formations infracrétaciques de la chaîne Pléiades—Niremout. Arch. Sc. phys. et nat. 4^{me} pér., vol. XII.
- 33 1901 LUGEON M. Origine des vallées des Alpes occidentales. Extr. Annales de Géogr. Tome X.

- 34 1901 DOUXAMI H. Révision des feuilles Annecy et Thonon. Bull. Serv. Carte géol. France, N° 91. T. XIII.
- 35 1902 DOUXAMI H. Révision des feuilles Annecy et Thonon. Bull. Serv. Carte géol. France, N° 85.
- 36 1902 SARASIN CH. et SCHOENDELMAYER. Etude monographique des Ammonites du Crétacé inférieur de Châtel-St.-Denis. Mém. Soc. pal. suisse. Vol. XXIX.
- 37 1905 DOUXAMI H. Révision des feuilles Annecy et Thonon. Bull. Serv. Carte géol. France. T. XVI, N° 105
- 38 1907 *Lethea geognostica* (Kreide) Stuttgart.
- 39 1910 SARASIN CH. La coulée de boue du versant nord des Voirons. Arch. Sc. phys. et nat. T. XXIX, p. 100. Genève.
- 40 1912 BOUSSAC J. Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. Serv. Carte géol. France 1912.
- 41 1920 LAGOTALA H. H. Etude géologique de la région de la Dôle. Mat. Carte géol. Suisse N. S. 46 IV. Berne.
- 42 1920 BAUMBERGER E. Über das Alter der Vaulruz- und Ralligschichten. Eclog. geol. helv., p. 137.
- 43 1922 GAGNEBIN E. Les Cyrènes de la Veveyse de Feygire. Eclog. geol. helv. Tome XVII, N° 3, p. 387
- 44 1923 PARÉJAS et LAGOTALA H. Relations tectoniques entre le Jura méridional et les plis du Genevois. C. r. s. Soc. phys. et hist. nat. Vol. 40, N° 3. Genève.
- 45 1924 MORET L. Observations nouvelles sur les massifs exotiques de Sulens et des Annes (Haute-Savoie). Extr. C. r. Séances Acad. d. Sc. T. 179, p. 1065, 17 nov.
- 46 1924 GAGNEBIN E. Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. Mém. Soc. vaud. Sc. nat. N° 1, vol. 2.
- 47 1928 TERCIER JEAN. Géologie de la Berra. Mat. Carte géol. Suisse N. S. 60^{me} livr. Berne.
- 48 1928 TERCIER J. Sur la Géologie de la Berra et l'emplacement originel du Flysch des Préalpes externes. Soc. frib. Sc. nat. 30 avr.
- 49 1928 TERCIER J. Nouvelles observations géologiques dans la partie médiane de la chaîne du Gurnigel. Eclog. géol. helv. Vol. 21, N° 1.
- 50 1928 DE LOYS et GAGNEBIN E. Monographie géologique de la Dent du Midi. Mat. Carte géol. Suisse N. S. 58^{me} livr. Berne.
- 51 1929 PILLOUD J. Sur la présence du Lias supérieur, du Gault et du Barrémien aux Voirons (Préalpes externes, Haute-Savoie). C. r. s. Soc. phys. et hist. nat. Vol. 46, p. 64. Genève.
- 52 1929 MAC CONNELL et DE RAAF. Communication préliminaire sur la géologie de la nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane. Eclog. geol. helv. Vol. 22, N° 2.
- 53 1929 MORET L. Notice explicative d'une carte géologique de la Savoie et des régions limitrophes à l'échelle du 1:200 000. Travaux Lab. géol. Univ. Grenoble. Tome XV, fasc. 1.
- 54 1929 ABEL O. Die Fahrten der Strandschnecke *Bullia rhodostoma* an der Küste Südafrikas und die Kriechspuren im Greifensteiner Sandstein bei Kierling im Wienerwald. Verh. zool.-bot. Ges. Wien 79, p. 75.
- 55 1929 ANDRAU E. La Géologie du Pic Chaussy et ses abords (Alpes vaudoises). Carte. Lausanne.
- 56 1929 DE QUERVAIN FR. Zur Petrographie und Geologie der Taveyannaz-Gesteine. Schw. Min. Petr. Mitt. Bd. VIII, Heft 1.
- 57 1931 FRÖLICHER H. Nachweis von Fischeschiefern mit Meletta in der subalpinen Molasse des Entlebuches (Kt. Luzern). Eclog. geol. helv. Vol. 24, N° 2.
- 58 1933 HUBER KURT Geologie der Sattelzone bei Adelboden. Mitt. Naturf. Ges. Bern
- 59 1933 ABEL O. Weitere Beiträge zur Aufklärung der Kriechspuren im Greifensteiner Sandstein des Wienerwaldes. Ann. Akad. Wiss. Wien. N° 20.
- 60 1934 Guide géologique de la Suisse. Bâle.
- 61 1934 Atlas géol. Suisse. Feuille 483, St. Maurice. 1:25 000. Notice explicative par E. GAGNEBIN. Commission géologique suisse de la S. H. S. N.
- 62 1934 BAUMBERGER E. et KRÄUSEL R. Die Horwerschichten südlich Luzern. Abh. Schw. Pal. Ges. Bd. 55.
- 63 1934 GÖTZINGER et BECKER. Neue Fahrtenstudien im Ostalpinen Flysch. Senkenbergiana. Bd. 16, N° 2-3, p. 77. Frankfurt a. Main.
- 64 1934 MORET L. Géologie du Massif des Bornes et des Klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). Mém. Soc. géol. France. Nouv. série, N° 22.
- 65 1935 BAUMBERGER E. Vorläufige Mitteilung über die stampische Molluskenfauna von Bilten und deren geologische Auswertung. Eclog. geol. helv. Vol. 28, N° 2, p. 560.
- 66 1936 DE MARGERIE E. Le Jura. 2^{me} partie. Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. Paris.
- 67 1936 PILLOUD J. Contribution à l'étude stratigraphique des Voirons. Préalpes externes (Haute-Savoie). Arch. Sc. phys. nat. 5^{me} période. Vol. 18, Sept./Oct.
- 68 1936 ARBENZ, GERBER, HAUS & RUTSCH. Excursion der S. G. G. durch die Molasse des Emmentales bis in die Alpenrandkette. Eclog. geol. helv. Vol. 29, N° 2.
- 69 1936 CAILLEUX A. Galets et grains mous. Bull. Soc. géol. France. 5^{me} série, t. VI.

- 70 1937 LOMBARD AUGUSTIN. Une nouvelle lame de Crétacé inférieur aux Voirons (Préalpes externes). C. r. s. Soc. phys. et hist. nat. Genève. Vol. 54, N° 1.
- 71 1937 BAUMBERGER E. Bivalven aus dem subalpinen Stampien des Vorarlbergs. Eclog. geol. helv. Vol. 30, N° 2, p. 359.
- 72 1937 VERNIORY R. La Géologie des Collines du Faucigny. Préalpes externes (Haute-Savoie). Bull. Inst. nat. genevois. Tome LI A, fasc. III.
- 73 1937 HAUS H. Geologie der Gegend von Schangnau im oberen Emmental (Kt. Bern). Mat. Carte géol. Suisse. N. S. 75.
- 74 1937 LOMBARD AUG. Conglomérats polygéniques du soubassement des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, Collines du Faucigny). Répartition, lithologie, problème de leur origine. C. r. s. Soc. phys. et hist. nat. Genève. Vol. 54, N° 3.
- 75 1937 LOMBARD AUG. Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin. Eclog. geol. helv. Vol. 30, N° 2.
- 76 1937 LILLIE ARN. Les Préalpes internes entre Arve et Giffre. Extr. Revue géogr. phys. et géol. dynamique. Vol. IX, fasc. 3. Paris.
- 77 1938 PARÉJAS ED. Essai sur la Géographie ancienne de la région de Genève. Revue de la Faculté des Sc. Univ. Istantbul. Nouv. série, tome 3, fasc. 2. Janvier.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES:

1. Les Voirons et le Vouan vus des Brassés.
2. Coupes stratigraphiques: Carrière de Langins.
3. Poudingues de Bellevue.
4. Profil schématique de l'écaille tithonique de Lachaud.
5. Ecaille d'Hauterivien supérieur-Barrémien de «Chez Deperraz».
6. Croquis panoramique du versant Est des Voirons.
7. Carrière de Fillinges dans les grès nummulitiques; série des Voirons.
8. Coupes stratigraphiques: Carrière de Fillinges.
9. Fillinges. Talus Route et légende des coupes.
10. Mijouet.
11. Polygones de fractures. Grès des Voirons.
12. Coupes stratigraphiques: Menoge, amont Pont Morand.
13. Buisson Rond 1.
14. 2.
15. Grès des Voirons. Stratification horizontale et oblique.
16. Coupes stratigraphiques: Carrière supérieure Saxel.
17. inférieure
18. de Bons.
19. Conglomérats du Vouan.
20. Coupes stratigraphiques: Ravin des Périers.
21. Glissement de terrain de Limargne. La route coupée.
22. de Mermier. Fissures.
23. Front de coulée.
24. Schéma structural 1:50 000.
25. Carrière de Juffly.
26. Carrière d'Hominal. Partie inférieure.
27. supérieure.
28. Profil schématique du torrent des Hivernages à l'amont du hameau.
29. Profil de l'affleurement inférieur du torrent Sud de Châtillonet. Ech. 1:100.
30. Affleurement du Gault dans le torrent Sud de Châtillonet.
31. Croquis panoramique du versant Ouest des Voirons. Détails géologiques.
32. Dislocations de la Molasse rouge autochtone. Ravin de la Chandouze.
33. Dislocations de la Molasse subalpine. Rive gauche de la Chandouze.
34. Détails du banc B de la figure 33.
35. Dislocations de la Molasse mixte. Ravin de la Chandouze.
36. Dislocations de la Molasse à micropoudingues polygéniques. Pont de la route d'Armiaz-Montauban sur la Chandouze.
37. Croquis panoramique du versant Ouest des Voirons.
38. Schéma tectonique des Préalpes au Jura.
39. du front préalpin.

PLANCHES:

40. Molasse subalpine grise. (Microphoto) Machilly.
41. Chandouze.
42. Grès des Voirons Bons.

43. Calcaire à Lithothamnium et Discoeyclines d'Hominal. (Microphoto.)
 44. Poudingues de Bellevue. Galet de Radiolarite.
 45. Grès des Voirons-Saxel sup.
 46. Calcaire tithonique de l'écaille de Lachaud.
 47. Hauterivien inférieur. Spongiolithe.
 48. Plan de stratification dans les grès des Voirons à Nummulites. Haut ravin de Curseilles.
 49. Molasse grise subalpine. Figures de fluxion.
 50. Couches contournées.
 51. Plan de stratification inférieur dans les grès des Voirons à enclaves argileuses. Fillings.
 52. Molasse grise subalpine. Figures de fluxion. Sous Montauban.
 53.
 54. Grès des Voirons. Surface de stratification à pistes. Menoge.
 55. »
 56.
 57.
 58. Molasse subalpine. Lucinge et Chavannes.
 59. Grès des Voirons. Menoge.
 60.
 61.
 62. Molasse subalpine. Limargne.
 63. Molasse subalpine à micropoudingues. Surface de stratification à pistes.

TABLEAUX:

- I. Tableau comparatif.
 II. Panorama du Salève.
 III. Profils.
 IV. Coupes dans la Molasse.
 V. Carte géologique au 1 : 50 000.
 VI. Carte géologique schématique au 1 : 25 000.



Fig. 40. Molasse subalpine grise. Pentes dominant Machilly. Grès moyen avec 1 fragment d'Orbitoïde et 1 Globigérine. 60×.

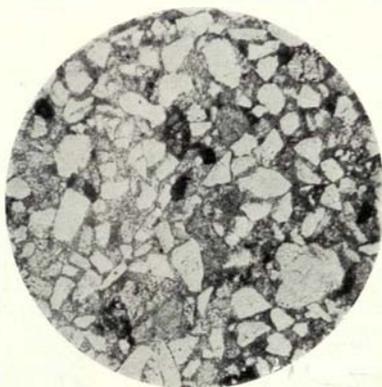


Fig. 41. Molasse subalpine grise. Partie inférieure de la Chandouze. Grès moyen avec 1 fragment de Foraminifère (Rotalidé?) roulé. 60×.

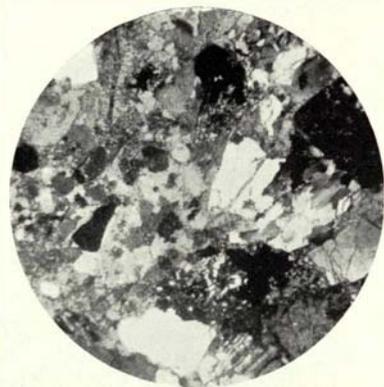


Fig. 42. Grès des Voivons-Carrière de Bons. Faciès polygénique grossier à Feldspaths abondants, quartz, calcaire sombre. Orbitoïdes. Lithothamnium. 70×.



Fig. 43. Calcaire à Lithothamnium et Disco-cyclines-Hominal. Nummulite fragmentaire. Globorotalidé à grosses perforations. 70×.

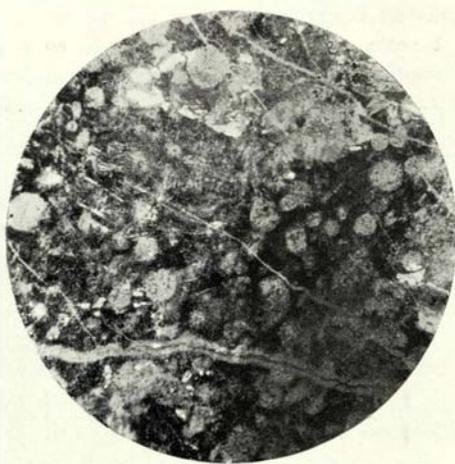


Fig. 44. Poudingues de Bellevue. Galet de Radiolarite. Radiolaires siliceux. Fragment de Quartz métamorphique. 70×.

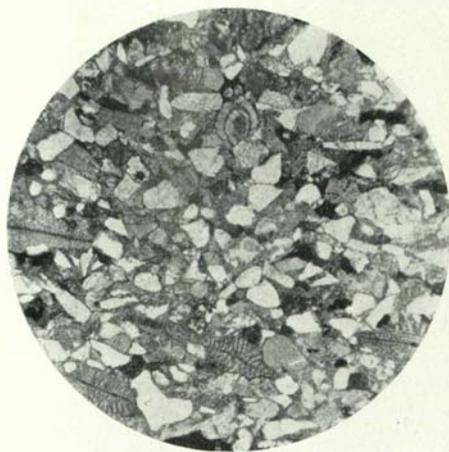


Fig. 45. Grès des Voivons. Carrière supérieure de Saxel. Section dans un grès moyen. Disco-cyclines, Asterodiscus, Nummulites, Globigérine perforée. 70×.

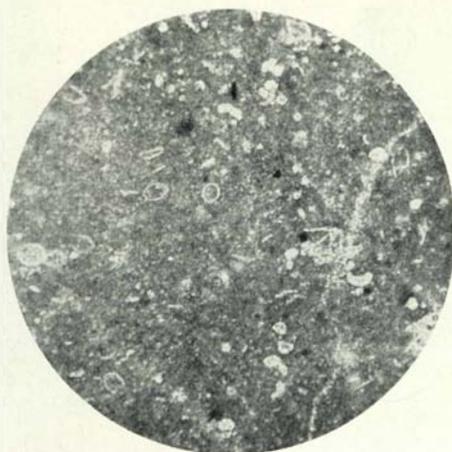


Fig. 46. Calcaire tithonique de l'écaille de Lachaud. Train de lames No. 2. Calpionelles. Organisme D et formes connexes. 60×.

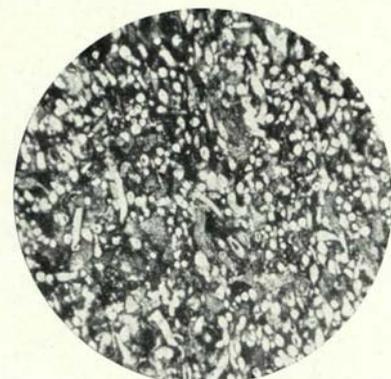


Fig. 47. Hauterivien inférieur. Spongiolithe. Spicules de spongiaires siliceux. Ecaille du train 2. Gué Pilloud. 60×.



Fig. 48. Plan de stratification dans les grès des Voirons. Surface irrégulière de grès de dimensions moyennes; poches lenticulaires d'argile tendre et verte. La surface supérieure de ce grès est jonchée de tests de Nummulites et d'Orbitoïdes à demi-sertis dans la roche. Gisement de Nummulites du haut du ravin de Curseilles. 0,5 : 1.



Fig. 49. Molasse grise subalpine. Figures de fluxion à la surface inférieure d'un banc de grès. Type de fluxion massive, tourbillonnaire, combinée à des pistes de vers. L'ensemble est probablement altéré par l'action érosive de courants sous-marins. Sous Montauban. 0,65 : 1.

Fig. 50. Molasse grise subalpine. Couches contournées. Le pli affecte l'intérieur d'un banc de grès fin d'environ 30 cm. d'épaisseur, dont les surfaces inférieure et supérieure sont planes et parallèles, limitées par des horizons schisteux. Type de contournement fréquemment rencontré dans les alternances de grès et schistes de la molasse grise et dans les couches à micropoudingues polygéniques. Sous Montauban. 3 : 1.



Fig. 51. Plan de stratification dans les grès des Voirons. Surface inférieure de banc à enclaves argileuses lenticulaires dans les grès. Carrière de Fillinges. 0,6 : 1.

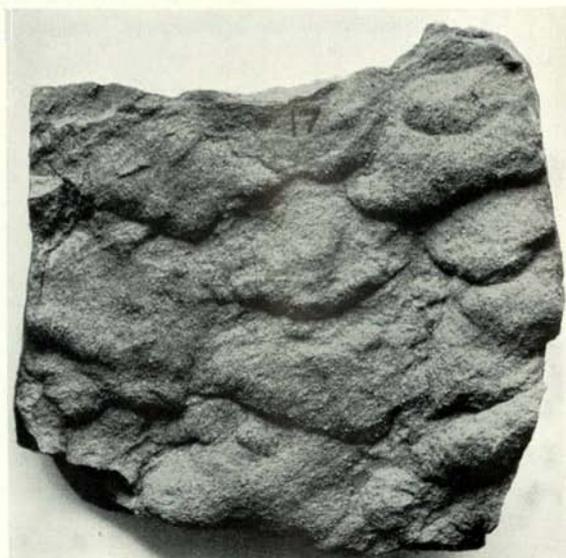


Fig. 52. Molasse subalpine grise. Figures de fluxion. Surface inférieure de banc de grès à ondulations asymétriques orientées suivant deux directions d'écoulement qui se coupent. Sous Montauban. 0,55 : 1.



Fig. 53. Molasse subalpine grise. Figures de fluxion disposées selon un faisceau allongé divergent. Sous Montauban. 0,55 : 1.



Fig. 54. Grès des Voirons. Surface de stratification à pistes. Grès des Voirons, environs de Pont Morand, bord de la Menoge. Cylindrites sp. Axe parallèle à la surface du grès. Section subcirculaire. 0,57 : 1.

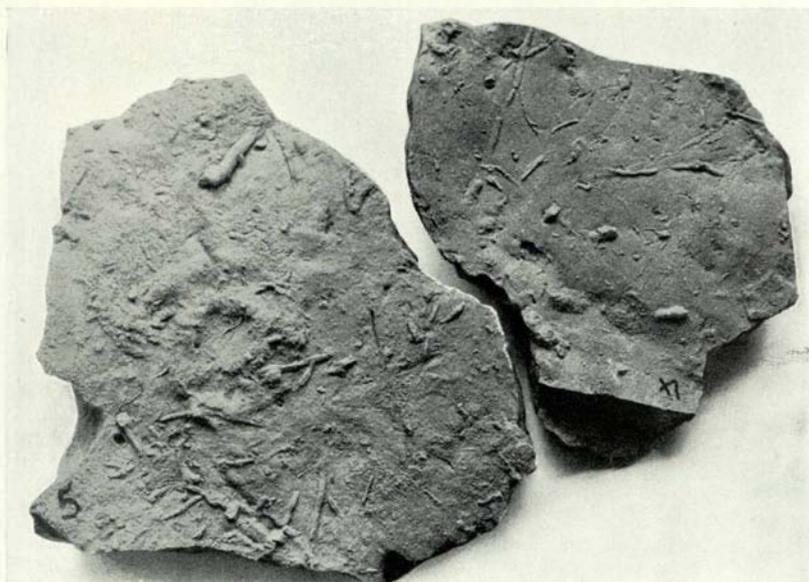


Fig. 55. Grès des Voirons. Surface de stratification à pistes. Environs de Pont Morand, bord de la Menoge. Types de Cylindrites à forme de Fucoïdes (cf. Fuchs, Fucoïden und Hieroglyphen, Taf. IV, Fig. 1). Sur l'échantillon de gauche, forme singulière annulaire avec dépression de centrale et sillon circulaire très atténué. 0,54 : 1.

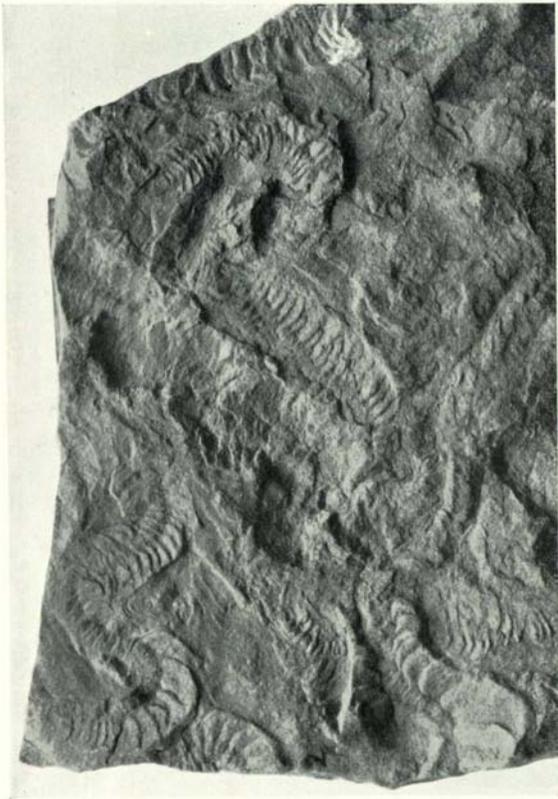


Fig. 56. Grès des Voirons. Plan de stratification à pistes.
Echantillon de gauche: *Palaeobullia* Götzinger et Becker.
Environs de Pont Morand. Bord de la Menoge. 0,54 : 1.



Fig. 57. Grès des Voirons. Plan de stratification à pistes.
Echantillon de gauche: *Palaeobullia* Götz. & B.
Echantillon de droite: *Halymenites* sp.
Environs de Pont Morand. Bord de la Menoge. 0,7 : 1.

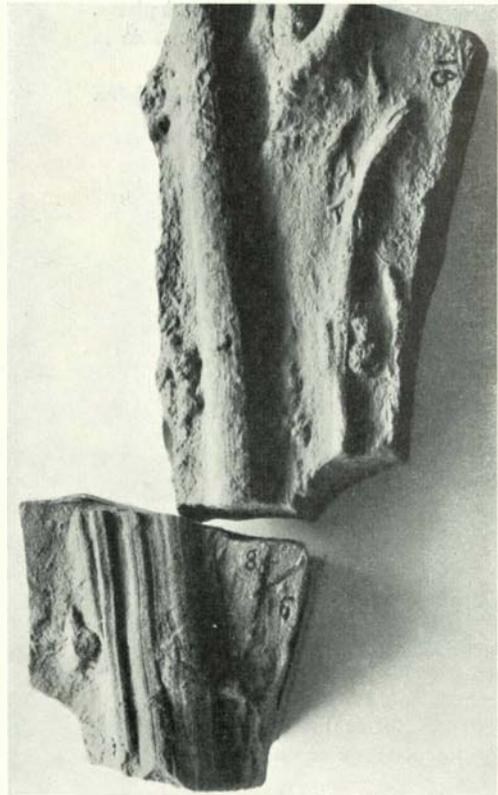


Fig. 58. Molasse subalpine. Plan de stratification à pistes.
Echantillon de gauche: Trace de Gastéropode (d'ap. Götz. et B.).
Ravin de Chavannes p. Bonne. 0,52 : 1.
Echantillon de droite: Traces de Gastéropodes.
La plus grande a une section ellipsoïdale, un axe rectiligne et une surface
striée en long avec quelques granulations irrégulières.
Carrière de Lucinges. 0,52 : 1.

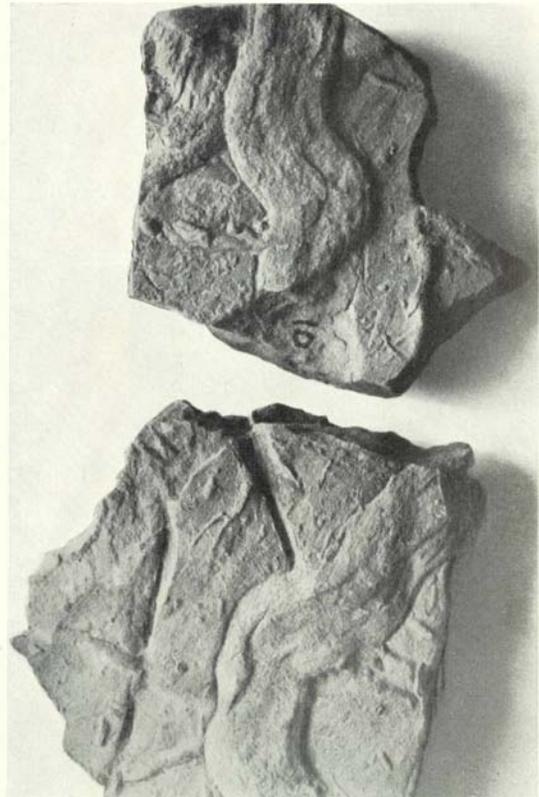


Fig. 59. Grès des Voirons. Plan de stratification à pistes.
Echantillon de gauche: Traces de *Subphylochorda* Götz. et B.
Echantillon de droite: Traces de *Subphylochorda* Götz. et B.
Environs de Pont Morand. Bord de la Menoge. 0,6 : 1.

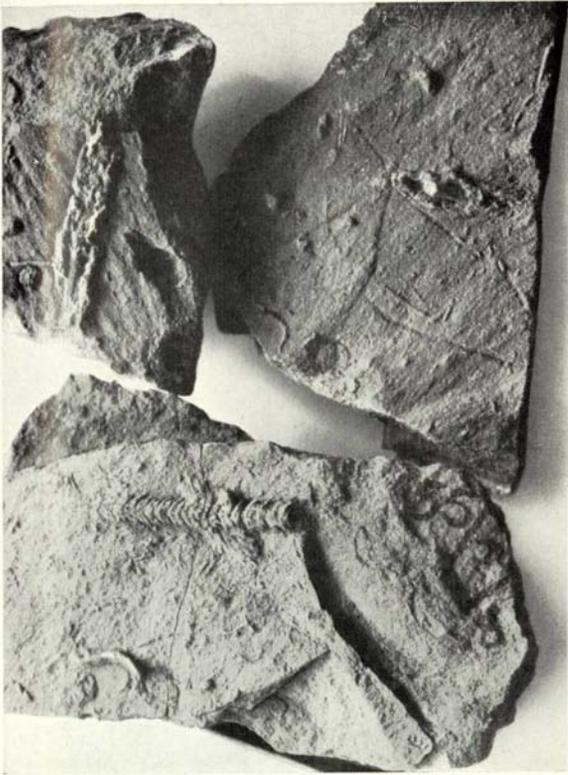


Fig. 61. Grès des Voirons. Plan de stratification à pistes. Forme tubulaire lisse, cylindrique, entourée d'un cortex chevronné. Axe rectiligne, souvent oblique par rapport au plan de stratification. Tranchée de la voie, sous Mijouet, au-dessus de l'affleurement du bord de la Menoge. 0,78 : 1.



Fig. 63. Molasse à micropoudingues. Plan de stratification à pistes. Formes cylindriques plus ou moins renflées et rectilignes. Carrière de Lucinge. A droite: *Subphyllochora* Götz. et B.

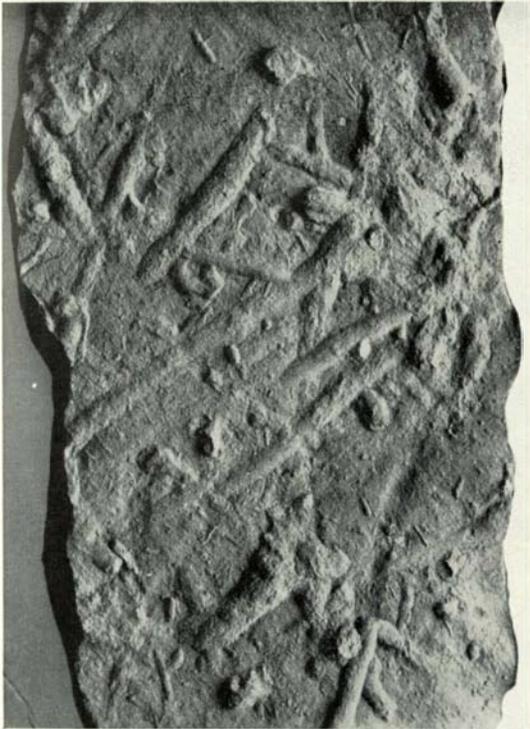
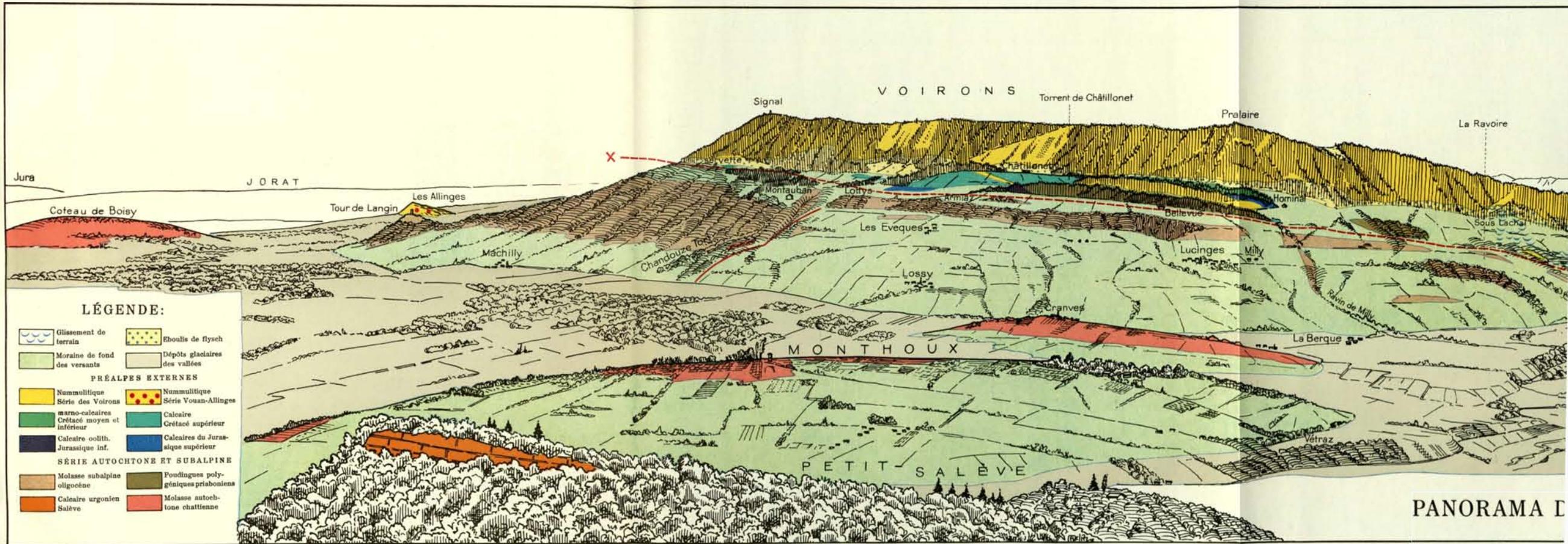


Fig. 60. Grès des Voirons. Plan de stratification à pistes. Formes atténuées, rectilignes, rarement bifurquées. Environs de Pont Morand. Bord de la Menoge. 0,47 : 1.

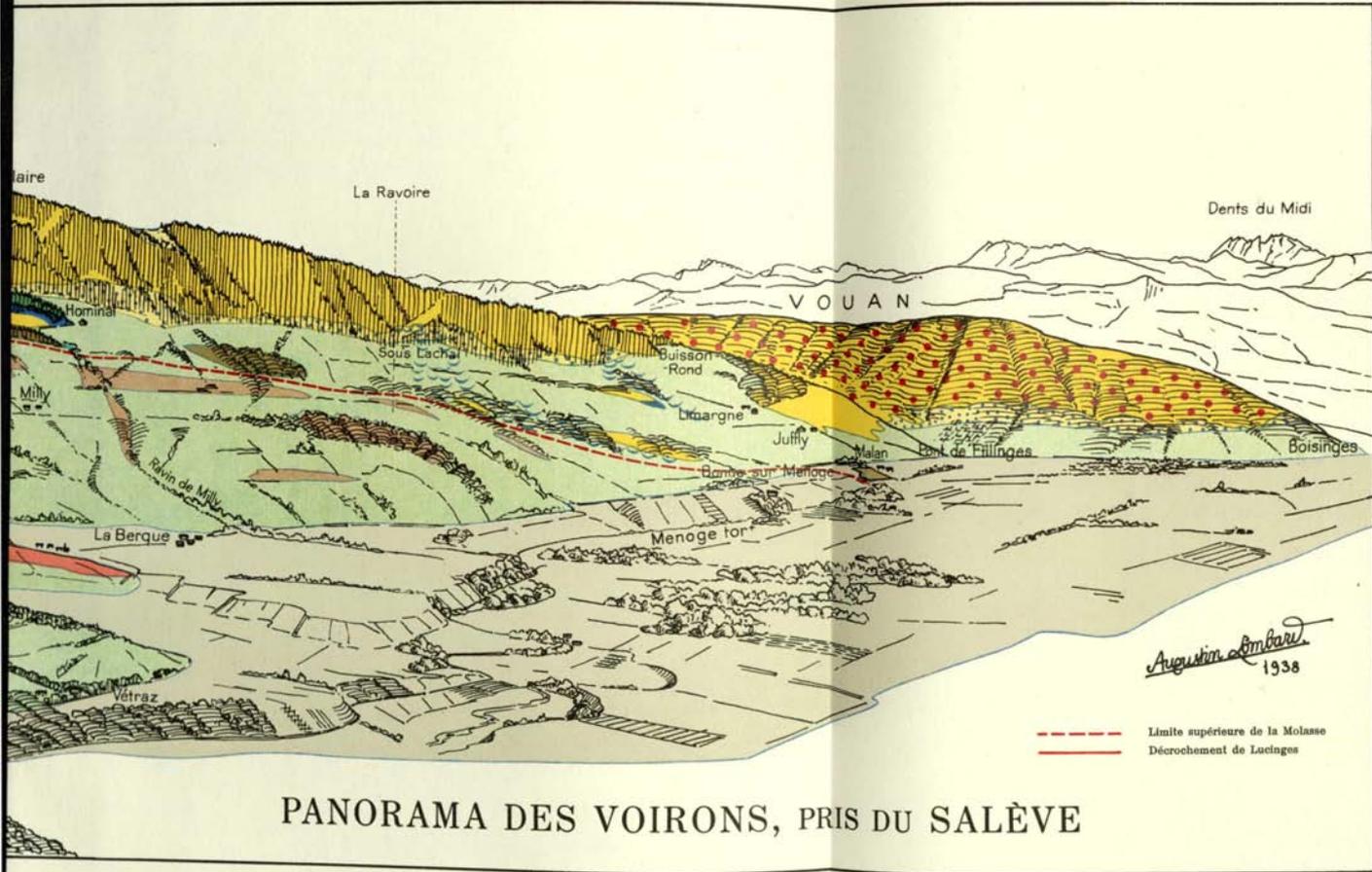


Fig. 62. Molasse subalpine. Plan de stratification à pistes. Enchevêtrement de traces de types variés. Environs de Limargne. 0,52 : 1.



LÉGENDE:

- | | | | |
|-------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| | Glissement de terrain | | Eboulis de flysch |
| | Moraine de fond des versants | | Dépôts glaciaires des vallées |
| PRÉALPES EXTERNES | | | |
| | Nummulitique Série des Voiron | | Nummulitique Série Vouan-Allinges |
| | Calcaire marno-calcaires Crétacé moyen et inférieur | | Calcaire Crétacé supérieur |
| | Calcaire oolith. Jurassique inf. | | Calcaires du Jurassique supérieur |
| SÉRIE AUTOCHTONE ET SUBALPINE | | | |
| | Molasse subalpine oligocène | | Pondingues polygéniques priaboniens |
| | Calcaire urgonien Salève | | Molasse autochtone châtienne |



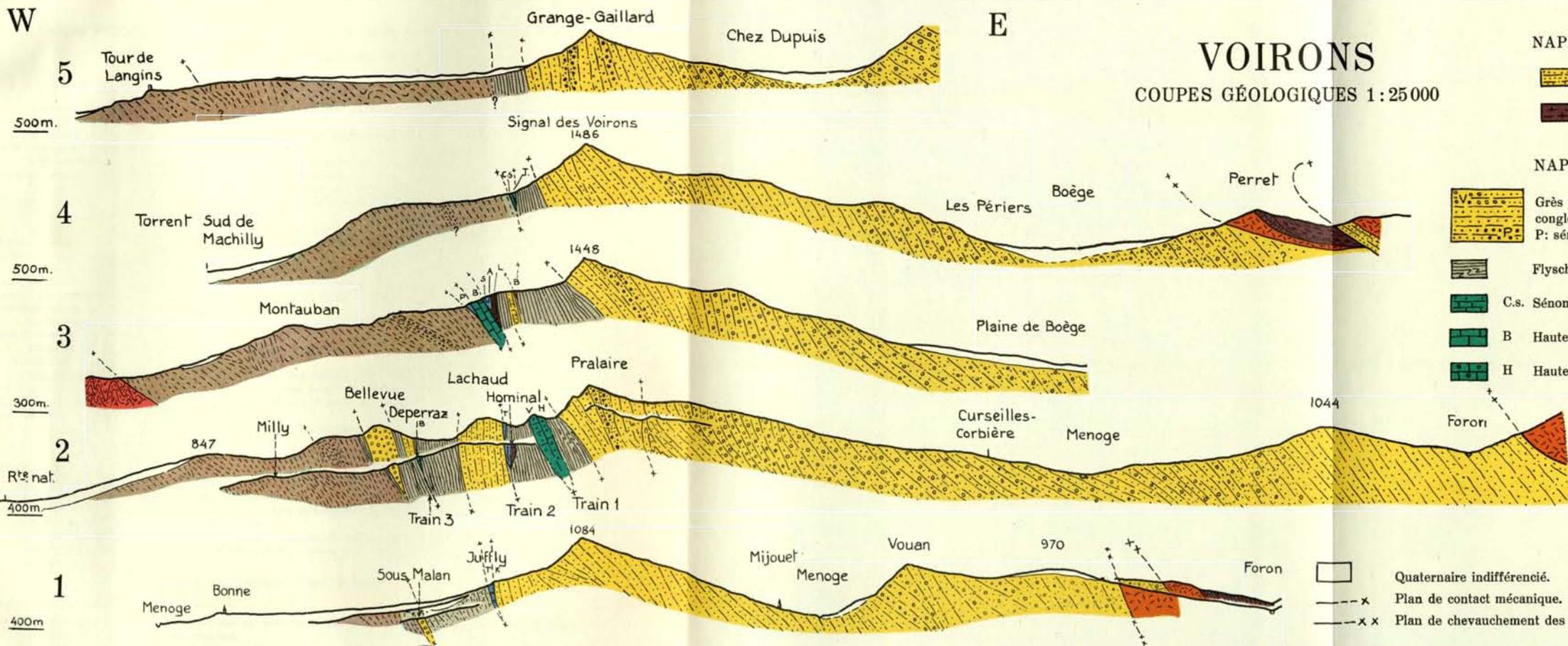
PANORAMA DES VOIRONS, PRIS DU SALÈVE

W

E

VOIRONS

COUPES GÉOLOGIQUES 1:25 000



NAPPE DES PRÉALPES MÉDIANES

- Flysch
- Infralias
- Lias
- Trias

NAPPE DES PRÉALPES EXTERNES

- Grès paléocènes.-V: série conglomératique du Vouan
- P: série congl. du Pralaira
- C.s. Sénonien
- B Hauterivien-Barrémien
- H Hauterivien inf.
- V Valanginien
- T Tithonique
- K Kimeridgien
- S Séquanien
- A Argovien
- L Lias

TERTIAIRE AUTOCHTONE ET PARAUTOCHTONE

- Grès et microconglomérats de Bellevue-Taveyenne
- Molasse grise subalpine.
- M: Micropoudingues à Cyrènes, Meletta, etc. C Stampien.
- Molasse rouge chattiennne

- Quaternaire indifférencié.
- Plan de contact mécanique.
- Plan de chevauchement des Préalpes Médiannes.

Lombard
XII. 38

Coupes stratigraphiques le long des torrents de Milly (Sud de Lucinges) et de la Chandouze (Sud de Montauban). Ech. 1 : 1000

Introduction

Ces coupes stratigraphiques indiquent en résumé les dislocations de la molasse subalpine et celles de la série ultrahelvétique qui lui est superposée.

Le raccord entre ces deux coupes est difficile à établir de manière exacte. On doit en effet tenir compte de la distance qui les sépare et du décrochement de Lucinges.

Elles suffisent toutefois pour ce que nous voulons mettre ici en évidence: le parallélisme des faciès, l'analogie entre les deux sections et le style des dislocations qui les traversent.

Elles se complètent, car la coupe de Montauban-Chandouze part de la molasse rouge autochtone et atteint les couches à Cyrènes. Celle de Milly part des grès gris et des marnes à Cyrènes pour s'arrêter à la première écaïlle d'Hauterivien-Barrémien de l'Ultrahelvétique.

L'horizon-repère qui permet de les raccorder est formé par le banc des micropoudingues polygéniques et le grand plateau qui se trouve à sa base. (Plateau de Limargne-Milly-Lucinges-Pt. 847 et sa prolongation au-delà du décrochement: le plateau des Cheminots.)

L'absence de carte détaillée à courbes de niveau nous a obligé à lever un profil topographique des ravins. Pour les altitudes, nous avons utilisé un altimètre de précision Paulin, obligeamment prêté par le Professeur Paréjas. Ses résultats ont été corrigés d'après les données de l'observatoire de Genève, en tenant compte des variations locales du baromètre.

Les distances ont été mesurées au mètre-chevillière. Comme le cours des torrents n'est jamais rectiligne dans le détail, ni constamment perpendiculaire à la direction des couches, nous avons opéré comme suit:

Toutes les longueurs ont été projetées sur un plan vertical qui en chaque point de la coupe est normal à la direction des couches.

Ainsi, lorsque le torrent coule perpendiculairement aux couches, le profil représente fidèlement la réalité. Par contre, lorsque le torrent coule en longeant ces couches, ce qui arrive dès que l'une d'elles est plus tendre que les autres, le profil n'indique qu'une différence d'altitude et pas de différence en longueur. Le résultat s'est avéré très près de la réalité, car dans leur ensemble,

- 1) les deux torrents coulent en coupant normalement les couches et
- 2) les couches varient peu de direction.

On retrouve tous les abrupts et les paliers. L'ensemble du profil est un peu plus court que si l'on avait utilisé la carte topographique.

Au point de vue géologique, le résultat est bien meilleur, car on a une coupe réelle des terrains. Leurs épaisseurs sont respectées indépendamment des errements du torrent. Ainsi, plusieurs fois, tel niveau marneux de quelques décimètres d'épaisseur est suivi sur 20 à 30 mètres de longueur par le torrent. L'illusion pour le géologue est de se trouver dans une épaisse masse de marnes.

Ces erreurs sont corrigées et dans son tout, la section est très suffisamment exacte pour le but proposé.

Les diagnoses microscopiques ont été notées suivant le même système que pour les grès du nummulitique ultrahelvétique.

Coupe stratigraphique du ravin de Milly:

Observations lithologiques complémentaires:

- 1 à 2 Les marnes sont fréquemment foisonnées par laminage tectonique. Les grès molassiques gris ont des surfaces de stratification très charbonneuses.
- 3 Grès micacé du type banal de la molasse grise.
Mier.: G_p : Q-Q_m-F-M-Cte.-G rare./Pas d'org. Grès à faciès polygénique.
Mier.: G_m : Q-Q_m-F-M-Cte.-Cre.-J-Crist./L-Globig. (?)
- 4 Plan de glissement et petit anticlinal.
- 5 Grès à surface grumeleuse et à pistes.

- 6 Grès à micropoudingues polygéniques.
Micr.: G_m: Q_l-Q_m-M-F-Roches éruptives/1 fragm. de Rotalidé.
- 7 Grès à stratification oblique et contournée. Faciès polygénique.
- 8 Galets argileux dans le grès.
- 9 Molasse grise.
Micr.: G_p: Q_l-Q_m-M-F-J-G-/Pas d'organismes.
- 10 Micropoudingues à galets argileux.
- 11 Grès gris.
Micr.: G_m: Q_l-Q_m-F-G-J-M-/Fragment de Rotalidé.
- 12 Grès gris, faciès à micropoudingues polygéniques.
- 13 Grès nummulitique.
Micr.: G_m: Q-Q_m-F-M-G-Cte.-Cre.-Calcaire à Calpionelles-/L-O (fragm.)-Rotal.-Globig.-

Coupe stratigraphique du ravin de la Chandouze.

Observations lithologiques complémentaires:

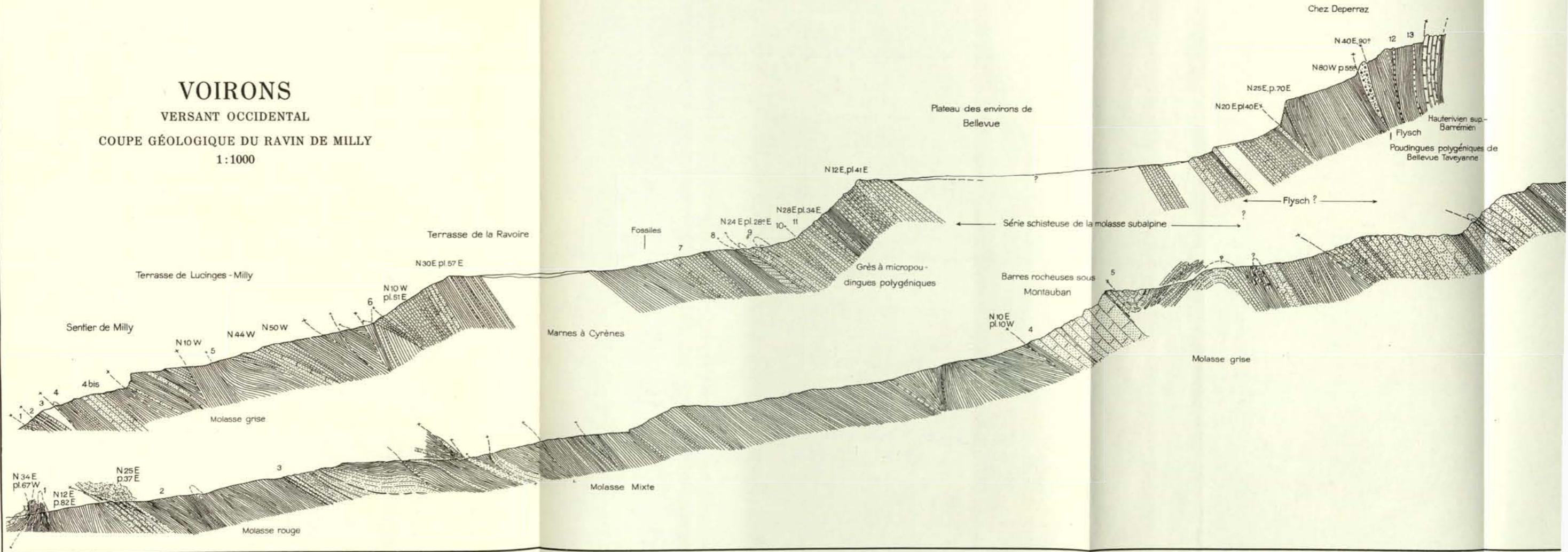
- 1 Niveau à végétaux (Graminées) dans les grès marneux rouges, spécialement sur les plans de stratification des grès.
- 2 Mêmes observations que pour 1.
- 3 Grès à stratification entrecroisée.
- 4 Délits charbonneux. Lentilles argileuses.
- 4bis Masse de molasse polygénique.
- 5 Molasse grise.
Micr.: G_p: Q_l-Q_m-M-F-G./Pas d'organismes.
- 6 Niveaux polygéniques. Délits charbonneux très abondants. Gisement signalé par Alph. Favre.
- 7 Gisement de Cyrènes. Grès intercalaire fin.
Micr.: G_f: Q-F-M-G fréqu.-Q_m/1 fragm. de Rotalidé.

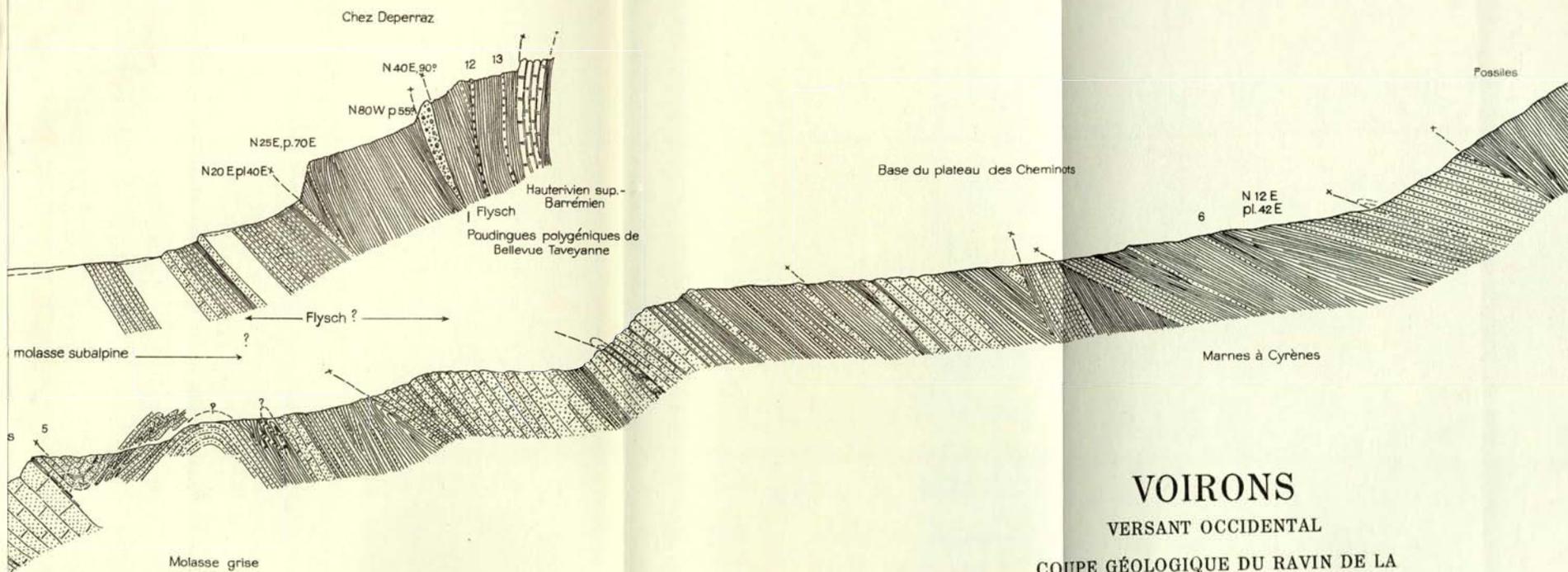
VOIRONS

VERSANT OCCIDENTAL

COUPE GÉOLOGIQUE DU RAVIN DE MILLY

1 : 1000





VOIRONS

VERSANT OCCIDENTAL

COUPE GÉOLOGIQUE DU RAVIN DE LA
CHANDOUZE (MONTAUBAN)

1 : 1000

Même légende lithologique que pour les coupes stratigraphiques
dans le texte.

LÉGENDE

DES CARTES GÉOLOGIQUES au 1:25.000 et au 1:50.000
DES VOIRONS

SIGNES

X Carrière
 F Fossiles
 Plan de chevauchement.
 Plan de décrochement.

QUATERNAIRE

Alluvions	Cône de déjection.	Gradins de terrasses.	Marais
Niche d'arrachement	Blocs erratiques	Moraine retrait Wurm	Alluvion retrait Wurm.
Glissement	Eboulis	Terrasse 10m	Dépôts locaux, post-glaciaires, Quaternaire indifférencié.

NAPPE DES PRÉALPES MÉDIANES

Flysch
 Trias

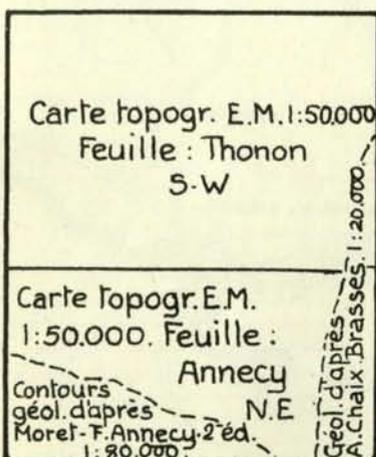
NAPPE DES PRÉALPES EXTERNES

Flysch paléocène. Grès. V: Série Vouan P: " Pralaira	Crétacé sup. (Sénonien)	Hauterivien inférieur	Séquanien
Gault	Valanginien	Argovien	
Flysch marne*	Hauterivien Barrémien	Tithonique-Kimeridgien.	Lias. e-Faciès échinodermique.

AUTOCHTONE & PARAUTOCHTONE

Lentilles de microconglomérats de Bellevue-Taveyannaz.	Molasse subalpine stampienne. m: micro-poudingues, Cyrènes etc.	Molasse autochtone chattienne.
--	---	--------------------------------

ASSEMBLAGE DES CARTES



ESQUISSE TECTONIQUE

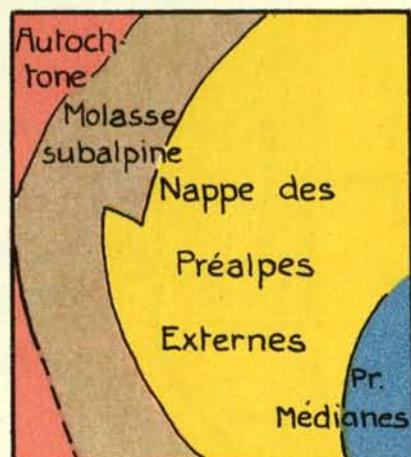
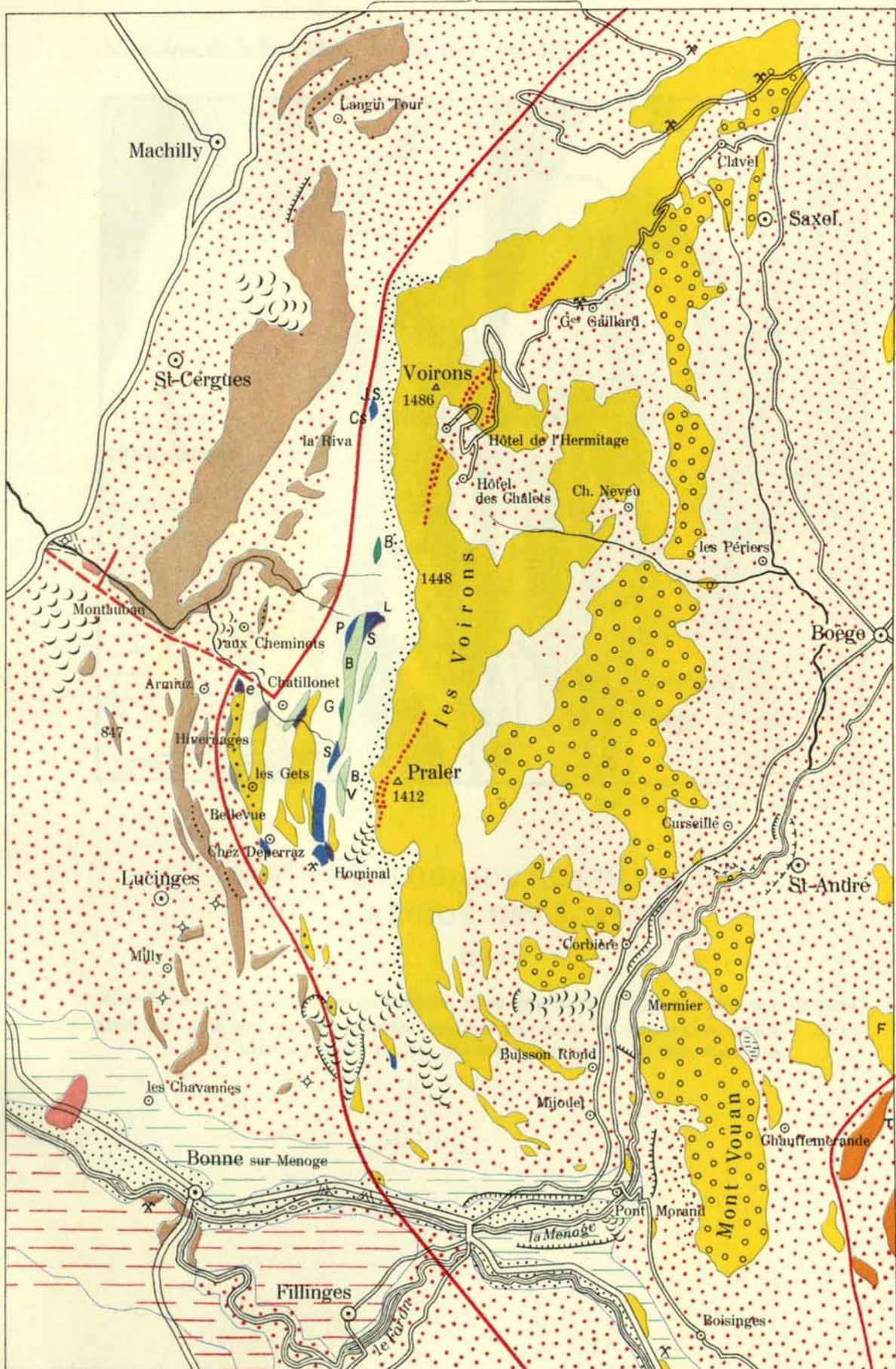


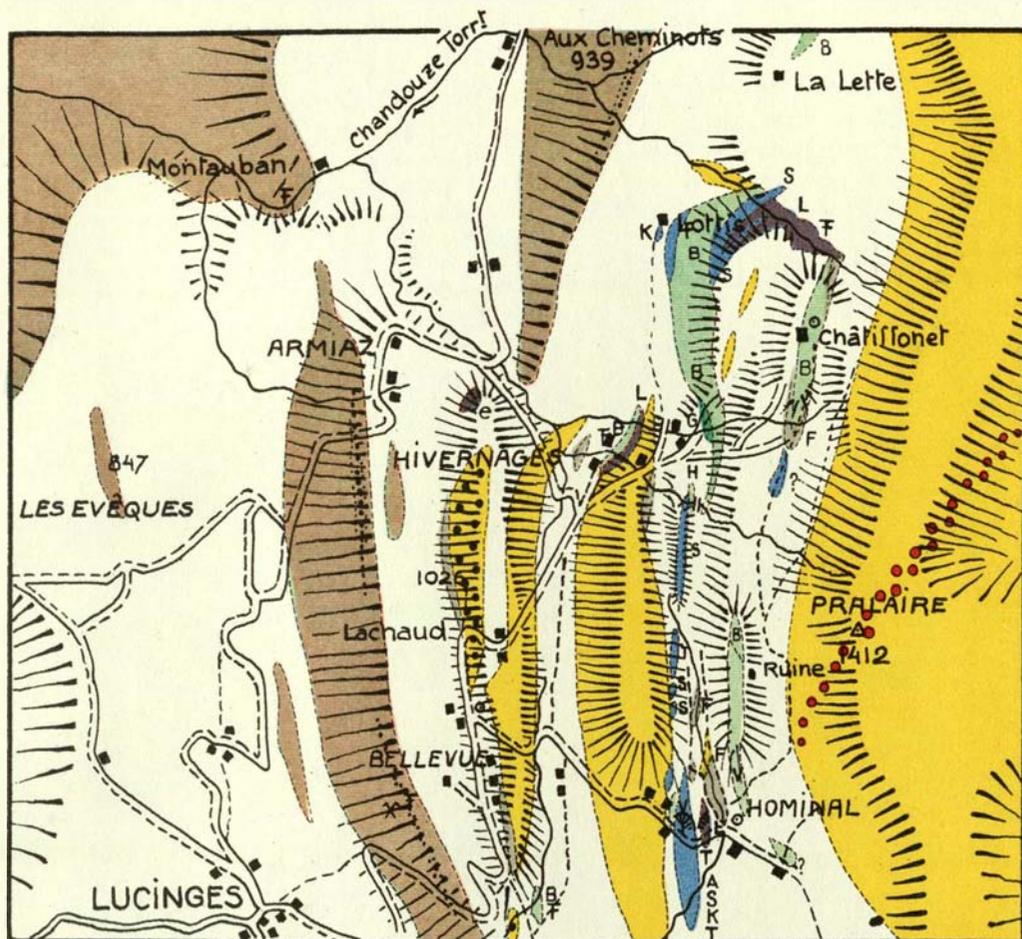
Fig. 62. Légende des cartes géologiques au 1:50 000 et au 1:25 000.

Carte géologique schématique au 1:50000 des

VOIRONS

vers Bons





Reproduit Fretz Frères S.A., Zurich

CARTE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE DE LA RÉGION DES ÉCAILLES

1 : 25 000

Même légende que pour la carte au 1 : 50 000. Le quaternaire et les dépôts récents sont en blanc. Cette carte a été levée par des procédés simplifiés dans le but de compléter la carte au 1 : 50 000 et indiquer la position relative des principales écailles et leur répartition.