Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 25 (1932)
Heft: 2

Artikel: Géologie de la région du Fer à Cheval (Sixt, Haute-Savoie)
Autor: Lombard, Augustin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-159147

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Vol. 25, N° 2. — Décembre 1932.

Géologie de la région du Fer à Cheval (Sixt, Haute-Savoie).

Par AUGUSTIN LOMBARD (Genève).

Avec 9 figures, 2 planches (V, VI) et 1 carte (VII).

Introduction.

M. le Professeur L. W. COLLET, révisant pour la Commission géologique suisse le sédimentaire de la feuille Finhaut (Atlas Siegfried, feuille 525), nous a conseillé de reviser pour notre thèse de doctorat ses travaux antérieurs sur le versant français de la chaîne Ruan-Pic de Tenneverge-Grenairon, en nous efforçant de compléter la stratigraphie du Jurassique.

Nos recherches ont été effectuées durant trois étés: 1928, 1930, 1931, pendant lesquels nous fûmes très contrariés par le mauvais temps et par un enneigement particulièrement fort et persistant.

L'étude qui suit comprend une région délimitée par:

1° La frontière franco-suisse, du col de Sageroux au Cheval Blanc.

2° Les limites Nord et Nord-Ouest de la carte de R. PERRET: Grenairon, Frettes du Grenier et l'Ouest de l'Alpe de Commune.

3° Le sommet de la falaise de Malm dans le massif des Avoudrues, soit approximativement une ligne passant par Sixt, Salvadon, Vogealle et le col de Sageroux. Nous avons étudié les terrains autochtones et le Jurassique de la nappe de Morcles dans le territoire ainsi délimité.

* * *

Il sort du cadre de ce travail de décrire les voies d'accès aux cols et sommets cités. Nous renvoyons le lecteur à divers ouvrages fort bien documentés dont les principaux sont:

WILLS. ALF.: « The Eagle's Nest » in the Valley of Sixt. London. 1860.

SCHAUB et BRIQUET: Guide pratique de l'ascensioniste sur les montagnes qui entourent le Lac de Genève. 1893.

CLUB ALPIN SUISSE, Section genevoise: Guide de la chaîne frontière entre la Suisse et la Haute-Savoie. 1930.

R. PERRET: Topographie et physiographie du Fer à Cheval. Paris. 1913.

R. PERRET: Les crêtes du Fer à Cheval. Paris. 1911.

Ce dernier ouvrage renferme une étude des noms des sommets limitrophes. Leur toponymie donne lieu à des confusions; plusieurs d'entr'eux sont communs aux cartes de l'Etat-Major français (1:80000), à l'Atlas Siegfried (1:25000) et à la carte Perret (1:50000). Leur nomenclature n'est pas unifiée.

Enfin l'orthographe des noms varie beaucoup. Consulter l'étude étymologique de M. F. MONTANDON: Etude de toponymie alpine. (Extrait des Mémoires du « Globe ». Tome 68. Genève, Payot 1929.)

Diverses cartes topographiques nous ont servi de base. Ce sont: Etat-Major, 1:80000 à hachures. Abréviation dans le texte: E-M. Atlas Siegfried, 1:50000 à courbes. Abréviation dans le texte: A.S. R. Perret, 1:50000 à courbes. Abréviation dans le texte: R.P.

Nous avons effectué des levés géologiques détaillés dans la région couverte par la carte de R. PERRET. Cet excellent document donne un rendu schématique et précis du terrain. Dans ce travail, nous en avons extrait les données essentielles et nous nous sommes efforcés de les rattacher à la carte de l'Etat-Major. En effet, la carte Perret ne s'étend pas sur tout notre territoire. Il en résultera une certaine imprécision ainsi qu'une obligation de simplifier; car la carte de l'Etat-Major est à hachures, d'un rendu parfois éloigné de la réalité et comporte quelques erreurs. Les levés géologiques en seront affectés dans une certaine mesure. Ils suffiront cependant à obtenir une idée claire de la région décrite. Quelques dessins en facilitent la compréhension.

L'historique des recherches géologiques n'est plus à refaire. On le trouvera dans l'ouvrage de L. W. COLLET sur les Hautes-Alpes Calcaires entre Arve et Rhône (22).

* * *

Nous tenons, au début de cette étude, à remercier tous ceux qui nous ont aidés ou accompagnés durant nos campagnes. M. le Professeur COLLET, sous la direction et les conseils duquel nous avons entrepris ce travail, voudra bien trouver ici le témoignage de notre reconnaissance pour l'intérêt qu'il nous a porté, sur le terrain comme au laboratoire. M. le Professeur Paréjas et le Dr Rosier nous ont donné maint conseil avisé. Puis de nombreux amis ont enduré avec entrain des saisons pluvieuses et de longues journées sur le terrain; ce sont MM. le Dr Falconnier, Coaz, Duckert, Buffle, Wheeler (Harvard), Smith (Yale), Gardy et von Tavel (Berne), sans citer plusieurs compagnons d'excursions moins importantes.

R. PERRET nous a autorisé à utiliser sa carte du Fer à Cheval et nous a obligeamment communiqué quelques observations. Enfin la faune de la limite jurassique-crétacée a été déterminée au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble. MM. GIGNOUX, LORY, MORET et BLANCHET nous ont réservé le meilleur accueil et facilité nos recherches. Que tous trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Première Partie: Stratigraphie.

Chapitre 1. L'Autochtone.

1. Schistes cristallins.

Les schistes cristallins du massif des Aiguilles Rouges affleurent au Sud des Pellys, dans le Fer à Cheval. Le gisement principal est situé sous un banc de quartzites long d'environ 10 mètres. En outre, il y a trois autres petits pointements dans un rayon de 50 m. du premier, sous des taillis.

L. W. COLLET les a décrits en 1928 (38). Ce sont des schistes micacés, chloriteux et brillants, d'un gris verdâtre, parfois violacé. Leur schistosité est voisine de l'horizontale.

Le contact des schistes cristallins et des quartzites est d'ordre mécanique. Sous l'effort de la poussée alpine, les schistes se sont laminés. Leur plongement, ordinairement voisin de 90° degrés, a été réduit à 0°; le plan de contact est également horizontal. Toute trace d'altération permienne a disparu. La discordance angulaire des schistes et des quartzites n'existe plus.

Ceci porte à croire que, lors du plissement alpin, l'autochtone aura été déplacé; il a glissé sur son soubassement cristallin, l'aura décapité et couché. La très faible épaisseur de l'affleurement empêche de voir si l'entraînement est superficiel ou si, au contraire, il a affecté une masse importante de cristallin.

Il est donc impossible de discerner si nous avons ici un coin de schistes cristallins arraché à quelque point des Aiguilles Rouges ou si c'est un contrefort de ce massif encore en place, raboté superficiellement.

Bornons-nous à constater la forte déclivité de la surface prétriasique; elle est mise en valeur par les faits suivants:

a) La montée d'axe des plis, des Faucilles de Chantet aux Crêtes du Grenairon.

b) En établissant un profil N.W.-S.E. par les points 2502 (A.S.) et 2232 (A.S.) au Vieux-Emosson, nous voyons un plongement de 25° vers le N.W. Supposons cette surface constante et régulière et prolongeons-la en direction des Pellys. Elle devrait être à 730 m. plus bas que ce point, alors qu'en réalité elle affleure à cette localité.

2. Trias. Quartzites.

Ils surmontent les schistes cristallins et affleurent également au Sud des Pellys. Le banc qu'ils forment marque une légère montée axiale de 15° vers le N.E. Epaisseur maximum: 4,5 m.

Ces quartzites compacts et durs ont une teinte dominante grise. L'action atmosphérique superficielle a oxydé certaines zones à pigment ferrugineux et les colore en brun. Celà détermine quelques lignes horizontales dans cette masse uniforme. De la chlorite à l'état dispersé teinte légèrement le tout de vert-clair.

Il n'y a pas de conglomérat de base. Jusqu'au sommet, on note des variations locales du diamètre des grains.

Sous le microscope on voit qu'il s'agit d'un grès-quartzite.

Coupe 1. Grains de quartz bien développés, accrus secondairement. Par places, ciment quartzeux. Grains de faibles dimensions enrobés dans des phyllites fibreuses. Mica. Feldspaths.

Coupe 2. Grains de quartz moulés les uns sur les autres. Ciment phylliteux réduit. Mica rare. Le fer est disséminé sous forme de très petites ponctuations; quelques cubes de pyrite. Tourmaline brune, verte, olive. En somme, caractères semblables à ceux décrits par Duparc et Ritter (8) dans la région N.W. du Mont-Blanc et par L.-W. Collet (22). Ces quartzites sont d'origine détritique, des produits de la destruction des massifs hercyniens par l'érosion.

L'*épaisseur* des quartzites des Pellys (4,5 m.) est supérieure à celle du Belvédère des Aiguilles Rouges: 2 m. (29) et à celle de Montroc: 1 m. (30).

3. Trias. Schistes rouges et verts.

Ils apparaissent dans les bois surmontant les Pellys. Epaisseur évaluée à 10 m. On observe une prédominance de schistes argileux rouges, foncés. Ils sont toujours très délités et montrent des termes de passage aux calcaires marneux jaunes de la base des cargneules. Les lits gréseux, verdâtres, alternant avec les argilites sont réduits à une épaisseur de quelques millimètres, parfois même à l'état de lentilles. Les niveaux d'argile contiennent de la pyrite et des pellicules de grès micacé. L'ensemble a été laminé. C'est à cette cause que doit aussi être attribué l'absence de ripple-marks et de surfaces de dessication qui sont fréquentes dans la formation équivalente de l'Aiguille de Loriaz.

4. Trias. Cargneules.

Elles recouvrent stratigraphiquement les schistes rouges et verts et se voient au Sud des Pellys ainsi que sur les rives des torrents Ouest et Est de Tita Neire (= Tête Noire). Collet et Perret les ont signalées dans le cirque des Fonts (36).

Il convient de les diviser en une série inférieure grise, argileuse et une série supérieure jaune, moins compacte que la première. Le passage de l'une à l'autre est partout caché par la végétation.

Les cargneules de la *série inférieure* forment un banc bien marqué. A la cassure, on voit un calcaire tendre, à grain fin, parfois vacuolaire en surface. Des veinules de calcite secondaire le parcourent en tous sens.

La *série supérieure* appartient nettement au type détritique (Paréjas 30). Le faciès est bréchoïde et décalcifié. Quelques rares niveaux renferment des lits ou des galets de calcaire foncé. Les éléments constitutifs de la cargneule ont des dimensions variables. Un ciment jaune-ocre, peu compact contient des grains ou des galets de calcaire dolomitique, d'argilites et de calcite. Les plus gros éléments ne dépassent pas 1 cm. et sont constitués par des argilites vertes. On ne rencontre des veines de calcite secondaire que dans les parties très compactes.

C'est un type de cargneules rencontré par COLLET, PARÉJAS, PERRET, etc., dans les régions avoisinantes, dépôt d'origine détritique et accumulé en milieu lagunaire (magnésien).

L'ensemble des cargneules a été fortement bouleversé par l'avance de la nappe. La preuve en est dans les variations d'épaisseur de ce niveau, dans le remplissage par la calcite secondaire et dans l'absence de plans de stratification.

Sous le microscope on a:

Coupe AG. Masse calcaire uniforme. Rares petits grains de quartz.

Coupe 4/203. Cargneule bréchoïde. Forte teneur en calcite disposée parfois en plages contiguës. Le ciment se compose d'une pâte calciteuse, microcristallisée et contenant des traces de sections d'organismes. Dolomie.

Coupe 4/201. Cargneule bréchoïde. Masse amorphe, argileuse, vacuolaire, enrobant de nombreux éléments de quartz anguleux et corrodés.

Coupe 5/AC1. Cargneule bréchoïde. Masse vacuolaire d'éléments argileux à traînées de fer. Grains de calcite secondaire libres ou se formant autour des vacuoles et dans les fissures. Quartz corrodé et rare.

Coupe 3/AC. Semblable à 5/AC1. Beaucoup de feldspaths. Mica. Quartz secondaire.

5. Oxfordien-Argovien.

Une forte épaisseur de schistes marneux recouvre les cargneules. Ils sont violacés ou gris-foncés, mêlés à leur base à des blocs de cargneules (brèche de friction). On les voit affleurer dans le torrent Ouest de Tita Neire (Epaisseur: 9 m.). Dans le torrent Est, ils sont très réduits et laminés (0—8 m.).

Continuant à monter dans la série autochtone, nous passons à un calcaire rosé ou blanc, ayant par place des dendrites de manganèse, haut de 80—90 cm. Le sommet passe à une assise calcaire importante:

6. Calcaire jurassique supérieur. Malm.

Calcaire sublithographique gris-foncé que par analogie de faciès on identifie au Malm. La pression l'a décoloré par places, souvent en zones, lui donnant une couleur gris-clair à rose-pâle et une structure microcristalline. Il est parcouru en tous sens par des diaclases de calcite. Epaisseur: 2,8 m.

Ce Malm a un faciès monotone qui frappe lorsqu'on le compare à son équivalent du Vieux-Emosson. Ce dernier varie d'épaisseur, de grain, de coloration, contenant même par place des débris d'organismes.

Sous le microscope, le Malm des Pellys apparaît avec une texture fine, traversé par des veinules de calcite secondaire. Grains de quartz accrus secondairement. Pyrite en granules. Dans les zones d'écrasement, la calcite devient prépondérante, en grandes plages.

Nous avons trouvé de rares niveaux à éléments plus clairs, d'origine bréchoïde, très fondus dans la masse du calcaire. Ailleurs, les grains de quartz sont isolés ou disposés en traînées espacées.

7. Calcaires laminés.

La série autochtone se termine par des calcaires schisteux, formant vire. Ils sont foncés, gréseux et écrasés. C'est dans cette formation que passe le plan de chevauchement de la nappe de Morcles.

8. Age des terrains.

L'absence de fossiles dans la série autochtone empêche de dater exactement les divers faciès rencontrés.

Par analogie avec la zone de Chamonix et la couverture sédimentaire du versant N.W. des Aiguilles Rouges, on donne un âge triasique aux cargneules. Nous n'avons pas trouvé l'assise classique des calcaires dolomitiques qui les surmontent. Ils existent cependant en quelques points, mais laminés et très réduits. Le Lias manque car les Aiguilles Rouges étaient émergées à ce moment. Gagnebin et de Loys l'ont signalé à Seyère près Salanfe (37), sous forme de quartzites et de schistes grossiers. Ce sont des faciès peu profonds marquant une côte voisine.

Le passage des schistes marneux aux calcaires jurassiques est progressif. On est donc autorisé à les considérer comme oxfordiens-argoviens.

Le Malm est-il autochtone ou appartient-il au flanc renversé de la nappe? Nous continuons à le considérer comme autochtone par analogie avec celui de la série sédimentaire des Aiguilles Rouges, du col d'Anterne à Barberine.

9. Gisements de l'Autochtone.

Ils sont concentrés autour des Pellys, hameau situé dans le Fer à Cheval. De l'Ouest à l'Est on a:

A) *Torrent Ouest de Tita Neire.* Selon les années, la neige comble le fond du torrent et empêche de voir la base de la paroi.

Les cargneules sont le terme le plus inférieur. Le Malm pénètre dans leur masse, formant un coin. Puis vient la série décrite au chapitre précédent. Altitude: 1040 m.

B) *Les pentes au Sud des Pellys.* Nous y avons signalé les schistes cristallins, les quartzites et les schistes rouges et verts. L'ensemble forme un escarpement, sous des arbres.

Plus à l'Est, on voit un banc de cargneules grises.

C) *Torrent Est de Tita Neire.* Le long de la rive gauche, on rencontre d'abord une première falaise, entaillée dans les cargneules jaunes. On les voit de loin en montant aux chalets de Borée; leur couleur ocreuse se détache sur le fond sombre des forêts. Mais l'affleurement le plus important est à 150 m. à l'amont (fig. 1).

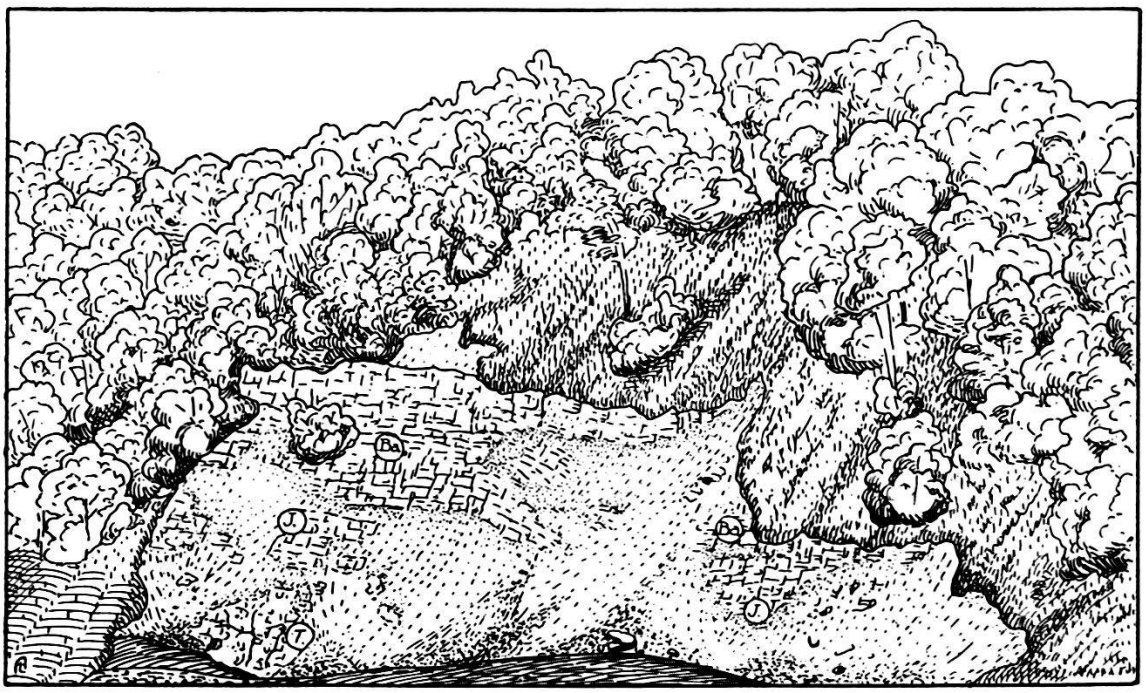


Fig. 1. Le contact de l'Autochtone et de la Nappe de Morcles. Rive gauche du Torrent Est de Tita Neire.

Ba. = Bajocien. J. = Jurassique supérieur. T. = Cargneules du Trias.

D) *Autres gisements.* Il est superflu de décrire les autres affleurements, de moindre importance et de faible surface, qui sont aux environs des Pellys. Quartzites et autres termes du Trias y sont représentés. Le plus grand d'entr'eux est au confluent du torrent de la cascade de la Lyre et de celle de Tré-la Chaume (E.-M.). L'éperon médian montre le Malm et la vire du plan de contact surmontés par le Dogger de la nappe.

Epaisseurs de la série autochtone.

Terrains	Torrent Ouest	Les Pellys	Torrent Est
Schistes laminés	4 m. 30	?	4 m.
Calcaire, Malm	12 m. 40	?	8 m.
Schistes violacés et gris . . .	9 m.	?	0—8 m.
Cargneules	?	?	?
Schistes r. et v.	?	10 m.	?
Quartzites	?	4 m. 50	?

Epaisseur totale approximative: 45 m.

Chapitre 2. Nappe de Morcles.

1. Toarcien, Aalénien.

Le Toarcien et l'Aalénien sont représentés par des argiles schisteuses, foncées et parfois ferrugineuses, alternant avec des calcaires. Des nodules sont fréquents. Quelques-uns contiennent des Ammonites fragmentaires et déformées pour la plupart.

Ces terrains affleurent dans le cœur des deux grands anticlinaux signalés aux Vieux-Emosson (v. Tectonique, p. 191).

A) *Anticlinal* A_2. *a*) Col du Genévrier (A.S.), versant du Vieux-Emosson. On y voit la coupe suivante:

Bajocien inf. schisteux	e	17 m.	Calcaires schisto-gréseux, bruns à bleus. A 6 m. de la base, niveau à pseudobrèches. Base: passage progressif au niveau inférieur.
	d	15 m.	Calcaires argileux, foncés et mordorés, alternant avec des lits de schistes argileux gris, tendres.
Toarcien-	c	3 m.50	Calcaire à surface poreuse, grumeleux; brun à bleu-foncé.
Aalénien	b	6 m.	Argiles schisteuses à nodules gris, brillants. Passent à
Bajocien inf. schisteux	a		Calcaire finement spathique, parfois échinodermique, schisteux. Charnière anticlinale au sommet.

b) L'homologue de ce gisement, celui de la Finive (P. 2710 R.P.), est moins complet, couvert en partie d'éboulis et souvent de neige.

B) *Anticlinal* A_5. *a*) Col du Vieux (A.S.). Nous y retrouvons le niveau *d* ci-dessus avec la même épaisseur. L. W. Collet y a trouvé des débris d'Ammonites.

b) Point 2615 (A.S.) = Neverset (R.P.). Ce gisement est moins laminé que les autres. On y relève la coupe suivante:

Bajocien inf.	14	1 m. 5	Zone d'écrasement. Calcite.
Toarcien-Aalénien	13	0 m. 5	Faciès semblable au niveau 12. Laminé, gréseux.
	12	1 m. 5	Calcaire spathique fin, bleuté ou brun. Structure schisteuse, cassure foncée.
	11	2 m. 5	Semblable au niveau 12. Lamellaire et ferrugineux. Nodules et *Belemnites*.
	10	1 m. 5	Calcaire schisto-gréseux, brun. Cassure bleutée ou grise. *Belemnites*. Nodules rares.
	9	2 m.	Semblable au niveau 10. Compact. Aspect beige à gris, brillant. Nombreux nodules.
	8	4 m.	Semblable au niveau 10. Gréseux. Base remaniée sur 1 m. d'épaisseur. Débris de nodules et de fossiles.
	7	0 m. 5	Calcaire gréseux noir et brillant. Taches de rouille. Cassure foncée. Schisteux.
	6	10 m.	Calcaire argileux, brillant micacé et schisteux. Nodules noirs.
	5	3 m.	Semblable au niveau 6, plus compact.
	4	2 m.	Semblable au niveau 5, avec caractère ferrugineux.
	3	9 m.	Passage à des calcaires argileux, schisteux, bien lités. Brillants et foncés. Cassure noire, gros nodules. *Posydonomia opalina* (QUENSTEDT), 2 ex.
	2	3 m.	Semblable au niveau 3, sans nodules. Base laminée sur 1 m. 50.
Bajocien inf.	1	3 m.	Calcaire schisto-gréseux gris-brun.

Nous avons trouvé une Ammonite au pied du mur formé par les schistes et les calcaires du niveau 10, dans un petit éboulis. M. L. SPATH l'a obligeamment déterminée au British Museum. C'est une *Dumortieria* du groupe *radians*, voisine de Dumortieria explanata, Buckman. Elle appartient au Toarcien.

Le *Lias* n'existe pas dans le cirque du Fer à Cheval. On voit en quelques points un niveau de calcaires zonés, analogues aux calcaires de la région Chamonix-Montjoie, appartenant au Charmouthien (Paréjas 30). Or, des termes de passage des zones aux chailles bajociennes ne sont pas rares au Vieux-Emosson (N. du pt. 2377 A.S.) et sur de gros bancs polis par l'érosion du glacier de Finive, sur les pentes de l'*Arevassey* (A.S.).

2. Bajocien.

Nous basant sur plusieurs coupes, nous avons établi le schéma stratigraphique suivant:

Niveau	Etage	Caractères lithologiques
5	*Bajocien calcaire*	Série schisteuse supérieure, passage au Bathonien. Alternances de marnes schisto-gréseuses noires et de calcaires spathiques gréseux bruns, cassure gris-bleue. Zone à *Cosmoceras garantianum* et à *Witchellia Romani* (Haug).
4		Calcaires durs et compacts à chailles, zones et éléments dolomitiques. Niveaux spathiques.
3		Calcaires schisto-gréseux, parfois micacés.
2	*Bajocien schisteux*	Alternances de bancs calcaires et de lits de calcaires marneux.
1		Calcaire schisteux de passage à l'Aalénien.

A) *Bajocien schisteux. Niveaux 1 et 2.*

Col du Genévrier:

2	e	20 m.	Calcaires plus ou moins schisteux. Grain fin, patine grise ou brune.
	d	8 m.	Faciès calcaire dominant.
	c	10 m.	Calcaires alternant avec des lits schisteux.
1	b	11 m.	Niveau semblable à la couche a. Absence de pseudobrèches.
	a	17 m.	Calcaire schisto-gréseux. Quelques fausses-brèches au sommet. Patine brune et cassure bleutée.

Arête de la Finive au Neverset (R.P.):

2	e		Calcaire fin, plus grossier sur quelques niveaux. Foncé.
	d	5 m.	Quelques niveaux sont moins compacts.
	c	8 m.	Calcaire schisteux à rares chailles et nodules.
1	b	2 m.	Calcaire argileux et schisteux à taches de rouille, brillants.
	a	4 m.	Calcaire spathique bleu ou brun à cassure foncée. Passages verticaux et horizontaux au faciès du type 2.

Il n'existe pas de différence marquée entre le sommet de l'Aalénien et la base du Bajocien. Nous faisons débuter ce dernier étage avec le premier niveau important de calcaire, malgré le faciès *b* qui semble être une récurrence du type 7 de la coupe du Lias sous-jacent.

B) *Bajocien calcaire. Niveaux 3, 4 et 5.*

Coupe d'un banc rocheux, en amont du chemin de Serron à l'Alpe de Commune:

5	c	6 m.	Calcaire fin, bleuté en bancs de 20 cm. d'épaisseur.
	b	12 m.	Eléments plus fins, sans rognons. Micr.: Calc. fin et compact, parcouru par des diaclases remplies de calcite secondaire et de quartz. Rares stylolithes.
	a	5 m.	Calcaire spathique bleu-gris à rognons siliceux, couverts d'une légère patine beige. Odeur à la cassure.

Parois de « Vers l'Homme » au col de Tenneverge:

Cet affleurement appartient au niveau 5. L. W. COLLET l'a étudié précédemment. Il y a récolté:

Trochus Sauvagei COSSMANN
Belemnites canaliculatus SCHL.
5 *Lytoceras* géants, spécifiquement indéterminables.

Dans une autre campagne, il trouva (Bibl. 32):

Strenoceras niortense (D'ORB.)

et 8 petites Ammonites, proches du genre *Bigotites* NICOLESCO ou de certains *Leptosphinctes* de BUCKMAN *(coronarius* et *cleistus)* de la zone à *Strenoceras niortense.* Enfin, il a récolté au pied de la paroi Nord des Taureaux:

Stephanoceras pyritosum (QUENSTEDT).

Nous y sommes retournés avec lui et avons ajouté à la faune bajocienne décrite:

Parkinsonia radiata RENZ.

D'autre part, les niveaux similaires situés sur l'autre versant du vallon de Barberine nous ont fourni:

Stephanoceras aff. pyritosum (QUENST.).

Le *Strenoceras niortense* appartient au Bajocien supérieur. Ce gisement contient les faunes des deux zones supérieures du Bajocien, d'après HAUG: la zone à *Cosmoceras garantianum* et la zone à *Witchellia Romani.*

Epaule cotée 2414 (A.S.) sous la pointe des Rosses. En descendant la terrasse oxfordienne-callovienne, on coupe le Bathonien et le Bajocien. C'est une des séries les plus complètes de la contrée. Il convient cependant de faire des réserves sur la valeur des épaisseurs mesurées, car des laminages introduisent un facteur d'erreur.

Afin de simplifier l'exposé, nous donnons la coupe du Bajocien à l'Oxfordien.

Oxfordien:

21	2 m.	Faciès de passage à l'Argovien. Pas de nodules.
20	2 m.	Argiles schisteuses à patine jaunâtre et à cassure foncée. Nodules.

19	1 m.	Calcaire schisteux, grumeleux et gréseux. Niveau remanié à nodules.
18	2 m. 50	Argiles schisteuses semblables au niveau 20. Impressions oblongues, foncées.

Callovien:

17	3 m.	Semblable au niveau 18. Oxyde de fer donnant des traînées rouillées. Nodules.

Bathonien:

16	11 m.	Argiles schisteuses à grain fin. Patine beige. Le sommet est plus compact (3—4 m.).

Niveau 5 du Bajocien:

15	4 m.	Calcaire semblable au niveau 14, parfois schisteux.
14	9 m.	Calcaire sublithographique, souvent argileux.
13	10 m.	Alternances de calcaires spathiques et de calcaires schisteux, foncés.

Niveau 4 du Bajocien:

12	1 m.	Calcaires schisteux très foncés.
11	12 m.	Calcaire spathique bleu à brun; cassure grise. Nodules siliceux à patine claire et à centre noir. Les calcaires alternent d'une manière irrégulière avec des lits schisteux de faciès voisin.
10	4 m.	Semblable au niveau 11. Forte teneur en nodules.
9	3 m.	Semblable au niveau 11.
8	1 m.	Calcaire gris-bleu spathique à éléments dolomitiques bréchoïdes.
7	3 m. 50	Calcaire spathique semblable au niveau 8, sans éléments dolomitiques, mais avec des débris d'organismes.
6	1 m.	Microbrèche à galets de dolomie. Fragments de Belemnites.
5	4 m. 50	Concrétions linéaires en relief donnant un aspect de zones horizontales. En surface, patine claire; zones invisibles à la cassure. La masse enrobante est un calcaire spathique gris-bleu.
4	6 m.	Calcaire spathique bleuté plus fin que 5. Cassure foncée; bancs irréguliers. Rares nodules foncés.
3	4 m.	Semblable au niveau 4. Passage rapide à un faciès schisteux. Pas de nodules.
2	10 m.	Semblable au niveau 4. Prédominance schisteuse.
1		Alternances de calcaires spathiques et de niveaux schisteux du niveau 3, Bajocien schisteux.

L'anticlinal A_1 et le synclinal S_1 à l'Ouest de Borée (V. 2ème partie: Tectonique).

Le pli supérieur A_1 est découpé par l'érosion. Cela permet de différencier de la partie interne vers l'extérieur:

Schistes calcaires compacts . .	=	Niveau 3, schéma p. 172
Calcaire massif	=	» 4, » » 172
Bancs calcaires et lits schisteux	=	» 5, » » 172
Calcaires schisteux foncés . . .	=	Bathonien.

Ces différents niveaux se retrouvent dans le lit du torrent qui coule au pied des parois. Nous citons cette série étirée sans attacher une valeur absolue aux épaisseurs; elle permettra de situer les cal-

caires marneux du Callovien avec leurs oolithes ferrugineuses. Depuis la description de L. W. COLLET (22) le gisement a été recouvert par des glissements de terrain et par la végétation.

Niveau 4	h	Répétition du niveau e.
	g	Calcaire à éléments dolomitiques rencontrés également au Pas du Coq.
Niveau 5 et Bathonien	f	Calcaires gréseux et lits schisteux étirés. Analogie avec le faciès c.
Callovien 1 m.	e	Calcaire gréseux à nodules, taches ocreuses et oolithes.
Oxfordien	d	Schistes fins et tendres à nodules noirs.
Bathonien	c	Sommet du niveau b, schisteux.
Niveau 5	b	Alternances de bancs calcaires et de niveaux schisteux.
Niveau 3 et 4	a	Calcaires bleutés, spathiques. Forment le sommet de la paroi dominant la vallée du Giffre-bas.

Diagnoses microscopiques.

Niveau a (Bo 37/a_2). Calcaire fin à organismes mal conservés, brisés pour la plupart. Globigérines, Echinodermes, spicules de Spongiaires, fragments d'oolithes. Quelques grains de quartz sont entourés d'une zone d'accroissement secondaire. Couronne de calcite secondaire microcristallisée autour de quelques autres grains.

Niveau b. Coupe prélevée dans le calcaire. Grandes plages de calcite épigénisant des particules d'Echinodermes; l'organisme a souvent partiellement ou totalement disparu. Calcaire à stylolithes soulignés par de la limonite. Quartz assez abondant.

Niveau d (Bo 37). Calcaire fin à débris d'organismes (Foraminifères, Echinodermes. Une fine auréole de calcite secondaire s'est formée autour des granules de quartz. Grains de pyrite.

Niveau e. Calcaire oolithique fin teinté par de l'hématite ou de la limonite. Cette dernière provient de la décomposition in situ de la pyrite. L'abondance des organismes varie suivant les niveaux. Les contours en sont généralement diffus. Citons parmi les plus fréquents: des Globigérinidés, Echinodermes, tiges de Crinoïdes, spicules de Spongiaires et des Radiolaires (?). Oolithes et fausses oolithes sont colorées par de la chamosite ou de la limonite. Les vraies oolithes sont uni- ou binucléées, le nucléus étant un grain de quartz ou une particule d'organisme. En outre, il s'est formé des nodules; le noyau original a une forme concentrique pouvant atteindre un diamètre de 1 cm. C'est un galet de calcaire, parfois très riche en organismes, ainsi que le révèle une coupe (1003). L'un de ces noyaux est entouré d'une couche de feuillets parallèles qui se sont partiellement desquamés et cassés. Les intervalles sont comblés par de la calcite secondaire.

Les diaclases et les stylolithes sont parfois colorés par des plages de chlorites. (Variétés peu colorées et non polychroïques.)

On rencontre du quartz à l'état primaire ou secondaire. Sous cette dernière forme, il contient des inclusions de calcite.

Niveau g. Calcaire spathique traversé par des stylolithes limonitisés. Ils sont parallèles et forment un ensemble horizontal.

Les organismes sont peu fréquents (Tissus à structure cellulaire d'*Echinodermes*). Les éléments dolomitiques varient quant à leur nombre et à leurs dimensions. Ils atteignent parfois 3 mm. de diamètre. Leur forme anguleuse originale est parfois très atténuée par des corrosions marginales. En lumière réfléchie, ils ont une couleur beige-claire; vus par transparence, ils passent alors au gris-sombre. L'un d'eux renfermait une fausse oolithe. Les éléments allogènes de ce niveau ne se bornent pas aux calcaires dolomitiques. Nous avons trouvé également des galets de calcaire. Une coupe (Bo. 37 k) montre de très nombreux grains de quartz clastique, enrobés dans du calcaire. Un fragment de calcaire est pris dans cette masse; ses contours sont flous, mais on distingue clairement quelques sections de *Globigérines* dans la partie centrale.

3. Bathonien.

Cet étage est représenté par des schistes argileux gris-clairs ou bruns. Le tout mesure environ 10 m. d'épaisseur. Il est difficile d'établir une limite précise entre le Bathonien et le niveau 5 du Bajocien. C'est pour cela que nous avons admis que le sommet de 5 forme couche de passage (v. page 172). R. Perret a trouvé un exemplaire de

Cadomites aff. linguiferus d'Orb.

à la Combe du Buet (41). Il a pu ainsi démontrer l'existence de cet étage. Nous-même avons découvert au même endroit un

Phylloceras voisin de *nov. spec. aff. tortisulcatum* Neum.[1]).

Le Bathonien affleure très rarement dans la région dont nous nous occupons. On le trouvera à Borée, au pied de l'Alpe de Tenneverge et à l'épaule 2424 sous la pointe des Rosses.

Le terme de Dogger employé jusqu'alors dans notre territoire, comprenait le Bajocien et le Bathonien. Il nous apparaît opportun de l'abandonner. En effet, nous avons séparé le Bajocien schisteux du Bajocien calcaire et le Bathonien appartient, par son faciès, à la série compréhensive des argiles et marnes schisteuses montant jusqu'à l'Oxfordien.

4. Callovien.

D'après les travaux sur les régions avoisinantes, les oolithes ferrugineuses permettent de retrouver ici le Callovien. Ce cas se

---

[1]) Ex: Jahrb. K.K. Reichsanstalt, Bd. 21, H. III, p. 345. Pl. XVII, fig. 9.

présente clairement à Borée (v. coupe page 175). Ailleurs, nous avons pu encore l'identifier grâce à une forte teneur en fer (Coupe de l'épaule 2414, p. 174).

Il est impossible de le distinguer lorsque ce caractère ferrugineux manque, car ce terrain ne semble pas renfermer de fossiles.

Dans ce dernier cas, on a une série compréhensive renfermant le Bathonien, le Callovien et l'Oxfordien (Coupe de Commune, sous la Croix et Pâturage de Tenneverge).

Pour L. W. Collet (33) le fer des oolithes ferrugineuses du Callovien indique une surface continentale proche. Il proviendrait des Aiguilles Rouges qui étaient exondées entre le Bajocien et l'Argovien.

5. Oxfordien.

L'Oxfordien complète la série schisteuse citée plus haut. Il est souvent plissé. Seul un affleurement a été quelque peu préservé, celui du Pâturage de Tenneverge. Les autres ne livrent que des fossiles déformés.

Pâturage de Tenneverge (altitude approx.: 2000 m.):

h	6	Calcaire à grain fin. Argovien.
g	5	Calcaire marneux et schisteux beiges à cassure foncée. Niveau à fossiles et à nodules.
f	4	Calcaires noirs micacés, schisteux.
e	3	Calcaires marneux jaune-clair à taches ocreuses. Impressions ovales et foncées. Nodules.
d	2	Marnes schisteuses à grain fin, noires et très minces.
c	1	Argiles schisteuses dures. Callovien ?

Nous pouvons compléter cette coupe en la comparant à la série presque analogue de la:

Croix de Commune:

b	10—12 m.	Calcaire schisteux. Bathonien.
a		Calcaires marneux noirs à patine grise. Lentilles et bancs de calcaire compact à faciès voisin.

Epaule 2414 (A.S.):

a) Anticlinal inférieur:

d		Argovien calcaire à taches ocreuses.
c		Calcaires schisteux beiges; cassures gris-claire. Nodules et Ammonites.
b	5 m.	Semblable au niveau c. Moins de nodules.
a	2 m.	Semblable au niveau c. Forte proportion de nodules. Aspect satiné.

b) Série normale. Voir la coupe de l'épaule 2414, p. 174. Bajocien.

Les principaux gisements de la région décrite nous ont fourni les fossiles suivants:

Col d'Anterne:

Peltoceras Eugenii Rasp.
Oppelia inconspicua de Lor.
Oppelia aff. Brückneri Opp.
Peltoceras annulare Rein., 2 ex.
Phylloceras tortisulcatum d'Orb., 8 ex.
Hecticoceras svevum Bonar., 3 ex.
Perisphinctes bernensis de Lor., 4 ex.
Quenstedticeras sp.
Quenstedticeras Henrici var. brasili Douv.

Pâturage de Tenneverge:

Peltoceras Eugenii Rasp.
Peltoceras annulare Rein.
Hecticoceras delmontanum Opp., 2 ex.
Phylloceras sp.
Cardioceras cordatum var. B de Lor.
Perisphinctes bernensis de Lor., 16 ex.
Lissoceras aff. Erato d'Orb., voisin de *Lissoceras voultense* Roman.

Epaule 2414 (A.S.). Sous la Pointe des Rosses:

Perisphinctes bernensis de Lor.
Quenstedticeras sp.
Quenstedticeras praecordatum Douv.
Hecticoceras aff. punctatum Stahl.

Borée:

Perisphinctes bernensis de Lor.
Peltoceras annulare Rein.
Hecticoceras svevum Bonar.
Peltoceras sp.
Phylloceras mediterraneum Neum.
Phylloceras aff. plicatum Neum.

Combe du Buet:

Perisphinctes bernensis de Lor.

Col des Aravis (La Giettaz):

Phylloceras sp.
Perisphinctes sp.

6. Argovien.

Il est parfois difficile de préciser les limites lithologiques de l'Argovien. Au Nord et au Nord-Est de Borée, aucun niveau remanié ou conglomérat ne le sépare de l'Oxfordien.

A l'épaule 2414, la différence des faciès est soulignée par de fines pseudobrèches. Plus haut, dans l'anticlinal oxfordien, le passage se fait sur 2 m. Au jambage supérieur, on trouve 2 m. 50 de pseudobrèches ferrugineuses à la base de l'Argovien. La stratigraphie de cet étage se résume à:

2 Argovien schisteux = Schiltschiefer
1 Argovien calcaire = Schiltkalk.

Coupe de la Giettaz (Aravis):

Voir la planche VI.

Epaule 2414, pro parte:

Argovien schisteux:

g	6 m.	Calcaires schisteux, peu compacts. Patine gris-beige.
f	7 m.	Semblable à g. Bancs de 10—15 cm.
e	8 m.	Semblable à g. Gros nodules noirs. Patine mordorée.
d	3 m. 5	Terme de passage.

Argovien calcaire:

c	6 m.	Calcaire marneux, compact, gris-clair à beige. Pseudobrèches. Ponctuations foncées sur les surfaces exposées à l'air.
	8 m.	Eboulis.
b	7 m. 5	Calcaire marneux semblable à c.
a	3 m.	Niveau remanié. Oxyde de fer.

Nous avons récolté au pâturage de Tenneverge *Perisphinctes aff. Titiani* OPPEL.

7. Malm.

A) *Lithologie.*

Le Malm forme une importante assise de calcaire gris-clair. Il est sombre à la cassure, sonore au choc et montre une structure micro- ou cryptocristalline.

De bas en haut de la série, son faciès est monotone. Nous avons reporté graphiquement les particularités rencontrées (planche VI), espérant au début de notre étude du moins, obtenir une vue synthétique des horizons caractéristiques rencontrés: niveaux d'Ammonites, pseudobrèches, niveaux remaniés, faunes microscopiques, etc. Or, par la nature même du terrain, nos coupes sont éloignées les unes des autres et parfois peu accessibles. Les corrélations sont donc incertaines et nous avons renoncé, dans la suite, à les raccorder.

Les faits observés au microscope sont très complexes; l'esprit cherche à expliquer la fragmentation des organismes, leur forme arrondie, la présence d'onkoïdes (ARNOLD HEIM: Synonyme de fausse oolithe. Bibliogr. 27) aux dimensions diverses, les variétés dans le mode de dépôt. Il voit tour à tour l'effet des marées, des courants, de la diagénèse, sans cependant pouvoir opter pour l'un ou pour l'autre.

Les diagnoses suivantes accompagnent la planche VI. Elles décrivent les coupes minces prélevées aux niveaux remaniés. Leur numérotation correspond à celle de la planche et va de haut en bas. Les chiffres expriment la distance verticale en mètres, mesurée à partir de l'origine 0, sommet du mur de Malm. La lettre (T) accompagnant parfois une explication sommaire de la planche renvoie le lecteur au texte ci-dessous.

Nous nous sommes limités à une description sommaire, ramenant les dépôts rencontrés à quelques types caractéristiques qui sont:

Type 1. Dépôt très fin, calcaire ou marneux, déposé en milieu tranquille. Micro-organismes tels que *Calpionelles*, *Radiolaires*, etc.

Type 2. Même dépôt, remanié. Microconglomérat à onkoïdes (27, p. 37) de même nature que la roche mère. Ciment: calcite pure ou à inclusions de limonite ou de dépôts organiques. Tendance occasionnelle à une stratification horizontale.

Type 3. Semblable au type 1, mais violemment remanié. Eléments non calibrés, encore anguleux. Nombreux termes de passage du type 2 au 3.

Type 4. Dépôt du type 1, mais dans lequel se trouvent de gros organismes, entiers ou fragmentaires, anguleux ou roulés ou encore partiellement épigénisés: *Echinodermes. Algues calcaires*, *Bryozoaires*, etc.

Type 5. Semblable au type 2 avec les gros organismes décrits sous 4.

Type 6. Semblable au type 3 avec les gros organismes décrits sous 4.

Type 7. Dépôt remanié, composé presqu'entièrement d'organismes brisés, anguleux, épigénisés.

Coupe de la Giettaz (Col des Aravis) (de haut en bas):

68 m.	Calcaire du type 2.
69,5	Semblable au niveau 71,1.
70	Semblable au niveau 71,1.
71,1	Calcaire marneux à nombreux spicules de *Spongiaires-Radiolaires.*
71,3	Semblable au niveau 72. Diminution de la dimension moyenne des éléments.
71,5	Semblable au niveau 72.
72	Calcaire du type 2. Epigénisé par de la calcite.
73	Semblable au niveau 74.
74	Semblable au niveau 74 avec galets ronds ou anguleux.
75	Semblable au niveau 80,2. Eléments plus fins, disposés en traînées.
80	Semblable au niveau 80,2.
80,2	Calcaire du type 2. Quelques oolithes.
80,5	Calcaire du type 5. Sections de tiges de *Crinoïdes.* Spicules entourés de calcite secondaire.
81	Calcaire du type 6. Coquilles de *Mollusques. Ostracodes?*
81,4	Calcaire du type 2. Rares organismes (1 *Textulaire*).
82	Calcaire du type 5. Ooolithes. Ciment: calcite.

83 Calcaire du type 5. Organismes nombreux, roulés. Eléments à auréole de calcite secondaire à structure radiée. *Echinodermes. Textulaires. Pulvinulines.*
187 Semblable au niveau 191.
191 Semblable au niveau 235. *Radiolaires.*
201 Semblable au niveau 235. Spicules de *Spongiaires.*
206 Semblable au niveau 235.
213 Calcaire compact très fin. *Radiolaires.* Quartz rare.
225 Calcaire compact très fin. *Radiolaires.* Quartz rare.
226 Calcaire compact très fin. *Radiolaires.* Quartz rare.
235 Calcaire compact très fin. Pas d'organismes.

Coupe d'Oex-Arpenaz (de haut en bas):

0 Calcaire type 6. Microconglomérat à petits éléments. *Miliolidés. Textulaires.*
1 Calcaire type 4. *Echinodermes.*
3 Calcaire type 2. Indistinct.
5 Calcaire type 4. Calpionelles, piquants d'*Oursins, Miliolidés.*
7 Calcaire type 1. *Calpionelles.*

Coupe de Nantbride (de haut en bas):

5/a Semblable au niveau 5/2.
5/2 Calcaire du type 6. *Calpionelles.* Organismes presqu'entièrement brisés.
5 Calcaire du type 5. *Calpionelles.* Coq. de *Bivalve, Textulaires, Algues calcaires? Rotalidés.*
10/VIII Calcaire du type 4. Semblable au niveau 10/VII.
10/VII Calcaire du type 6. *Calpionelles, Textulaires* et *Bryozoaires.*
10/IV Calcaire du type 5. *Calpionelles* dans les galets de la roche-mère.
10/A3 Calcaire du type 6.
10/A1 Calcaire du type 4. Quelques organismes roulés. Beaucoup de pyrite.
10/A Calcaire du type 1. Passe à un dépôt type 4. *Spongiaires, Bryozoaires,* tiges de *Crinoïdes,* pyrite en cubes.
10/2 Calcaire du type 2. *Radiolaires.* 1 *Textulaire.*
10 Calcaire du type 5. *Calpionelles,* algues calcaires fragmentaires. *Echinodermes.*
13/A Calcaire du type 2. Stratifications horizontales. *Calpionelles.*
13 Calcaire du type 3. *Calpionelles.*
22/a Calcaire du type 5. Onkoïdes, organismes roulés. *Bryozoaires.* Pas de quartz.
37 Calcaire du type 4. *Radiolaires.* Algues calcaires épigénisées par de la calcite.
42/c Calcaire du type 2. Niveau semblable sur 1 m. *Textulaires, Globigérines.* Onkoïdes. Pas de quartz.
42/2 Calcaire du type 4. Sections de tiges de *Crinoïdes* et de piquants d'*Oursins.*
42 Calcaire du type 7. *Bryozoaires cyclostomes.*
43 Calcaire du type 4.
127 Calcaire du type 1. Passages verticaux et latéraux à des lits de fausses oolithes de petites dimensions. *Textulaires, Globigérines.*
177 Calcaire du type 1. *Calpionelles, Globigérines,* spicules.
188 Alternances de calcaire schisteux et plissé (quelques failles) et de calcaire marneux à organismes (*Radiolaires,* Spicules).
189 et 216 Calcaire du type 1. L'ensemble des débris organiques tend à une stratification horizontale.

Coupe de Commune:

70	Calcaire type 1. *Calpionelles*, spicules, *Radiolaires*, *Echinodermes*.
70/k2	Semblable au niveau 70. Organismes moins bien conservés.
70/2	Semblable au niveau 70. *Miliolidés*.
75	Calcaire remanié type 2. *Calpionelles*, éléments roulés. Partie de la coupe dans un dépôt du type 5, épigénisé par de la calcite.
75/2	Calcaire type 5 à éléments roulés. Ciment de calcite. *Lagénidés*.
75/3	Calcaire type 4. *Calpionelles*.
75/c	Calcaire type 4. Quelques onkoïdes. Stylolithes.
80	Calcaire type 1. *Calpionelles*. Spicules.
110	Calcaire type 1. Fausses brèches et stylolithes. Spicules.
119	Calcaire type 5. Orientation horizontale du dépôt. *Radiolaires*. *Textulaires*.
120	Calcaire type 1, marneux. Stylolithes courts, rectilignes. Sphérules de fer. Fragments d'*Echinodermes*. *Calpionelles*.
121	Calcaire type 1. Chlorite en grains. *Miliolidés*.
125a	Calcaire type 1. Pseudobrèches.
143	Calcaire type 1, marneux.
150	Calcaire type 1, à niveaux type 2 gréseux. Couronne de calcite autour des grains de quartz. *Textulaires*.
150/1	Calcaire semblable au niveau 150. Grains de quartz anguleux dans les lits gréseux. Onkoïdes dissouts. Disposition horizontale.
175	Calcaire compact sans organismes, quartz et feldspaths secondaires.

Coupe de Vogealle:

0	Calcaire type 5 à éléments anguleux et arrondis.
1	Calcaire type 2. Auréole de calcite secondaire autour des onkoïdes. Quelques galets de calcaire à *Calpionelles*.
15	Calcaire type 2. *Calpionelles*.
53	Calcaire type 7. Très épigénisé par de la calcite. *Bryozoaires*.
60	Calcaire type 6. Gros onkoïdes à *Calpionelles*.
60/2	Calcaire type 7. Algues calcaires *(Lithothamnium?)*, *Textulaires*.
68	Coupe semblable au niveau 60.
73	Coupe montrant *a*) Calcaire type 1, à *Calpionelles*, sans quartz; *b*) Transgression avec galets anguleux; niveau du type 6 à *Textulaires*, piquants d'*Oursins*, *Bryozoaires*. Beaucoup de calcite secondaire.
81	Calcaire spathique fin. Diaclase de quartz microcristallisé.
93	Microconglomérat du type 2. Disposition en niveaux horizontaux. *Textulaires*, *Miliolidés*.
102	Calcaire type 1. *Calpionelles*, *Textulaires*, spicules.
107	Calcaire type 2. Ciment = calcite secondaire. Remarquable calibrage des onkoïdes et des organismes. *Rotalidés*, *Miliolidés*, *Crinoïdes*.
110	Calcaire type 2. Piquants d'*Oursins*. *Miliolidés*.
114	Calcaire type 1. Nombreux spicules. Stylolithes courts et fins.
117	Calcaire type 2. *Textulaires*.

B) *Paléontologie.*

Les coupes effectuées à Commune et à Nantbride nous ont révélé l'existence d'un niveau à Ammonites dans le Malm. Nous y avons récolté la faune:

1° Alpe de Commune:

Perisphinctes aff. metamorphus NEUM., 2 ex.
Oppelia flexuosa cf. *lithographica* OPP., 6 ex.
Oppelia flexuosa costata QUENST., 2 ex. et quelques fragments.
Oppelia cf. *flexuosa* QUENST.
Oppelia aff. *canaliculata* D'ORB.
Ammonites aff. *complanatus* QUENSTEDT
Lissoceras BAYLE, 3 ex.

Sauf *Perisphinctes metamorphus* (niveau Υ), toutes ces Ammonites appartiennent à la zone à *Peltoceras bimammatum*, Séquanien inférieur (cf. HAUG, Traîté de Géologie, p. 1049).

2° Parois dominant Nantbride:

Oppelia cf. *flexuosa* QUENSTEDT, 4 fragments
Oppelia flexuosa Schmidlini MOESCH, 2 ex.
Phylloceras tortisulcatum QUENSTEDT
Perisphinctes aff. *colubrinus* REIN., 2 ex.

fossiles de la zone à *Peltoceras bimammatum*.

Perisphinctes aff. *Lothari* OPPEL, 3 ex.

des couches à *Perisphinctes Achilles* (Séquanien supérieur).

8. La limite entre le Jurassique et le Crétacé.

Cette question a fait l'objet d'une communication, avec la collaboration d'A. COAZ. Ce dernier a étudié, pour sa thèse, la stratigraphie du Néocomien de la nappe de Morcles du col des Aravis aux Dents du Midi. La limite entre le Jurassique et le Crétacé marque le point de départ de ses recherches. Les lignes suivantes sont extraites de notre communication.

Un changement de faciès marque le sommet du Jurassique supérieur. La muraille des calcaires compacts du Malm passe en effet à des alternances irrégulières de calcaires et de marnes schisteuses. La présence d'Ammonites dès la base des alternances nous a permi de rechercher une limite paléontologique.

Mlle GERBER (44) a publié récemment un travail sur le même sujet en Suisse centrale, dans les nappes d'Axen et de Drusberg. Elle a admis les quatre niveaux stratigraphiques suivants:

IV: Valanginien en général.
III: Niveau à *Thurmannites Boissieri*. Infravalanginien.
II: Niveau à *Berriasella Calisto*. Partie supérieure du Tithonique supérieur.
I: Niveau à *Perisphinctes contiguus*. Partie inférieure du Tithonique supérieur.

De plus, dans un tableau, l'auteur indique la répartition verticale d'une vingtaine d'Ammonites fréquentes dans ces zones. Nous avons utilisé ces indications pour notre stratigraphie.

Le sommet de la paroi de Malm sert d'origine à l'échelle des hauteurs.

Coupe des Aravis-La Giettaz:

35 m.	*Phylloceras semiculatum* D'ORB. III.
	Acanthodiscus Euthymi? (PICTET) III.
30 m.	*Berriasella privasensis* (PICTET) II—III, 2 ex.
	Perisphinctes gr. Richteri (OPPEL), Tithon. sup. et plus haut.
	Berriasella pontica (RETOW.) III, 2 ex.
	Neocomites neocomiensis (D'ORB.).
25 m.	*Berriasella Chaperi* (PICTET) II—III.
	Berriasella Calisto (D'ORB.) II—IV, 2 ex.
20 m.	*Berriasella Calisto* (D'ORB.) II—IV, 5 ex.
	Berriasella aff. *Calisto* (D'ORB.) II—IV, 3 ex.
	Berriasella privasensis (PICTET) II—III, 3 ex.
	Berriasella aff. *privasensis* (PICTET) II—III, 3 ex.
	Berriasella subrichteri (RET.) III.
	Thurmannites aff. *Boissieri* (PICTET) III.
	Berriasella gr. *Richteri* (OPPEL) II—IV, 2 ex.
	Neocomites sp.
9 m.	*Berriasella* aff. *Calisto* (D'ORB.) II—IV, 2 ex.
4 m.	*Perisphinctes Lorioli* ZIT. I—III.

Au niveau de 20 m. nous trouvons sur une épaisseur de 50 cm. env.: *Berriasella subrichteri*, *Thurmannites* aff. *Boissieri*, deux formes nettement infravalanginiennes.

Coupe d'Arpenaz (Vallée de l'Arve):

Les alternances que supportent les calcaires du Malm ont subi des étirements. Les fossiles n'ont donc pu être repérés exactement.

Env. 39 m.	*Berriasella privasensis* (PICTET) II—III.
Env. 27 m.	*Berriasella privasensis* (PICTET) II—III.
	Berriasella aff. *pontica* (RET.) II—III.
	Berriasella aff. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.
	Thurmannites Thurmanni (PICTET et CAMPICHE) II—IV.
	Neocomites neocomiensis (D'ORB.).
	Neocomites occitanicus (PICTET) III.

Comme le montre *Neocomites occitanicus*, ce niveau appartient à l'Infravalanginien. Il est exploité pour la fabrication du ciment.

Coupe à la base de l'Aiguille de Varens (A.C.):

40 m.	*Berriasella* gr. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.
35 m.	*Berriasella* gr. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.
	Neocomites sp.
30 m.	*Berriasella Calisto* (D'ORB.) II—IV, 2 ex.
29 m.	*Neocomites* sp.
22 m.	*Berriasella* gr. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.

La coupe ne contient pas d'espèces caractéristiques d'un seul niveau. Il est donc impossible de dire si nous avons affaire à du Jurassique supérieur ou à de l'Infravalanginien.

Coupe de l'Alpe de Commune:

90 m. (Dalles du Nant Sec.)	*Berriasella pontica* (RET.) III.
	Perisphinctes Richteri OPPEL II—IV.
	Berriasella aff. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.
	Acanthodiscus Malbosi (PICTET) III.
85 m.	*Berriasella pontica* (RET.) III.
	Berriasella Berthei TOUCAS.
	Neocomites occitanicus (PICTET) III, 3 ex.
	Thurmannites Thurmanni (PICTET et CAMPICHE) II—IV.
	Thurmannites Boissieri (PICTET) III.
	Thurmannites obtusenodosus (RET.) III.
	Hoplites aff. *ambiguus* OPP.
35 m.	*Berriasella subrichteri* (RET.) III.
32 m.	*Berriasella* aff. *Calisto* (D'ORB.) II—IV.
	Berriasella Berthei TOUCAS.
	Neocomites neocomiensis (D'ORB.).
29 m.	*Neocomites occitanicus* (PICTET) III.
	Hoplites gr. *rarefurcatus* PICTET.
10 m.	*Berriasella Calisto* (D'ORB.) II—IV, 3 ex.
	Berriasella privasensis (PICTET) II—III.
	Berriasella Berthei TOUCAS.

Les espèces caractéristiques de l'Infravalanginien apparaissent au niveau de 29 m.

Coupe du Col de Sageroux (A.C.):

40 m.	*Berriasella* aff. *privasensis* (PICTET) II—III.
20 m.	*Berriasella Richteri* (OPPEL) II—IV.
	Hoplites rarefurcatus PICTET.
12 m.	*Berriasella Calisto* (D'ORB.) II—IV.
8 m.	*Berriasella Calisto* (D'ORB.) II—IV, 3 ex.
	Berriasella privasensis (PICTET) II—III.

Le niveau 70 est déjà dans l'Infravalanginien. L. W. COLLET y a signalé la présence de *Thurmannites Boissieri* (v. Bibliogr.).

L'examen des coupes ci-dessus montre que l'apparition de *Thurmannites Boissieri* et d'autres Ammonites caractéristiques du niveau III ne coïncide pas avec la base des alternances de calcaires et de schistes marneux. Ces Ammonites débutent plus haut.

Il existe donc, entre le Malm et l'Infravalanginien, une zone définie comme suit:

Caractères lithologiques semblables à l'Infravalanginien, soit: Bancs de calcaire marneux à grain fin, d'une patine légèrement beige; moins compact et dur que le Malm. Ces bancs sont séparés par des marnes schisteuses, dont la fréquence et l'épaisseur varient.

La faune est particulière, composée presqu'uniquement d'Ammonites « banales » appartenant aux niveaux II et III ou II, III et IV *(Berriasella Calisto, B. privasensis*, etc.*)*.

Comme l'exprime L. MORET dans une lettre à l'auteur, la faune de cette zone montre l'extinction des vraies formes jurassiques et l'absence de formes berriasiennes franches. C'est pendant cet intervalle de temps que se sont élaborés les phyllums destinés à fournir les formes crétacées caractéristiques.

Enfin l'épaisseur moyenne est de 20 m.

Nous nommerons ce niveau: **Couche de passage,** mettant ainsi en évidence le caractère spécial de la faune.

Le sommet du Mur de Malm marque la fin du Jurassique net et l'apparition de *Thurmannites Boissieri* dans les alternances, indique le début du Crétacé franc.

Deuxième Partie. — Tectonique.

1. Généralités.

Le Jurassique de notre région montre du plissement disharmonique, comme l'a déjà indiqué L. W. COLLET. La cause doit en être cherchée dans la présence du complexe schisteux Bathonien-Callovien-Oxfordien. En effet, les plis du complexe supérieur (Lias supérieur et Bajocien) ne s'emboîtent pas dans ceux du complexe inférieur (Malm). Ce dernier est moins plissé que le complexe inférieur.

Le *complexe supérieur*, comprenant l'Argovien, le Malm et l'Infravalanginien, forme une première série de plis au pic de Tenneverge-Grenairon et une seconde à Vogealle-Sambet.

Le complexe inférieur du Lias supérieur et du Bajocien présente également deux séries de plis, l'une à Finive-Cheval Blanc, l'autre dans les parois du Fer à Cheval-Fond de la Combe.

Afin de simplifier les désignations des anticlinaux et des synclinaux, nous les avons abrégées par leurs initiales: A et S et un chiffre, en les numérotant de haut en bas: A_1, S_1, A_2, S_2, etc. Ces indications se rapportent aux figures et aux profils schématiques établis pour le Jurassique supérieur et moyen. Nous les avons également reportées sur les profils généraux.

2. Les plis du Jurassique supérieur.

a) *Grenairon-Commune-Sambet.* Le Jurassique supérieur apparaît à Nantbride, à Commune et aux Frettes du Grenier. Une forte élévation d'axe du S.W. au N.E. fait émerger ces terrains cachés jusque là sous le Crétacé des Avoudrues et du Nant-Sec. Seule la crête qui monte du S.W. vers les Frettes est entièrement en Malm. Les Frettes sont découpées dans une assise de Tithonique où l'on distingue une charnière anticlinale A_2 (Profils 1 et 2, pl. V). Une vire d'Infravalanginien marque le cœur d'un synclinal (S_2). On le voit de Sixt. En réalité, ce pli synclinal est dédoublé dans sa partie postérieure (Pro-

fil 1, pl. V). Les détails de cette complication se marquent sous le sommet 2736 du Grenairon.

Une grande paroi fait suite à la vire et domine l'Alpe de Commune. De rares charnières et quelques failles permettent de déceler deux anticlinaux: A_3 et A_4, peu développés. A_5 doit être cherché plus bas, au sommet de la paroi dominant les chalets de Serron. Là, comme d'ailleurs sous les chalets de Commune, les charnières

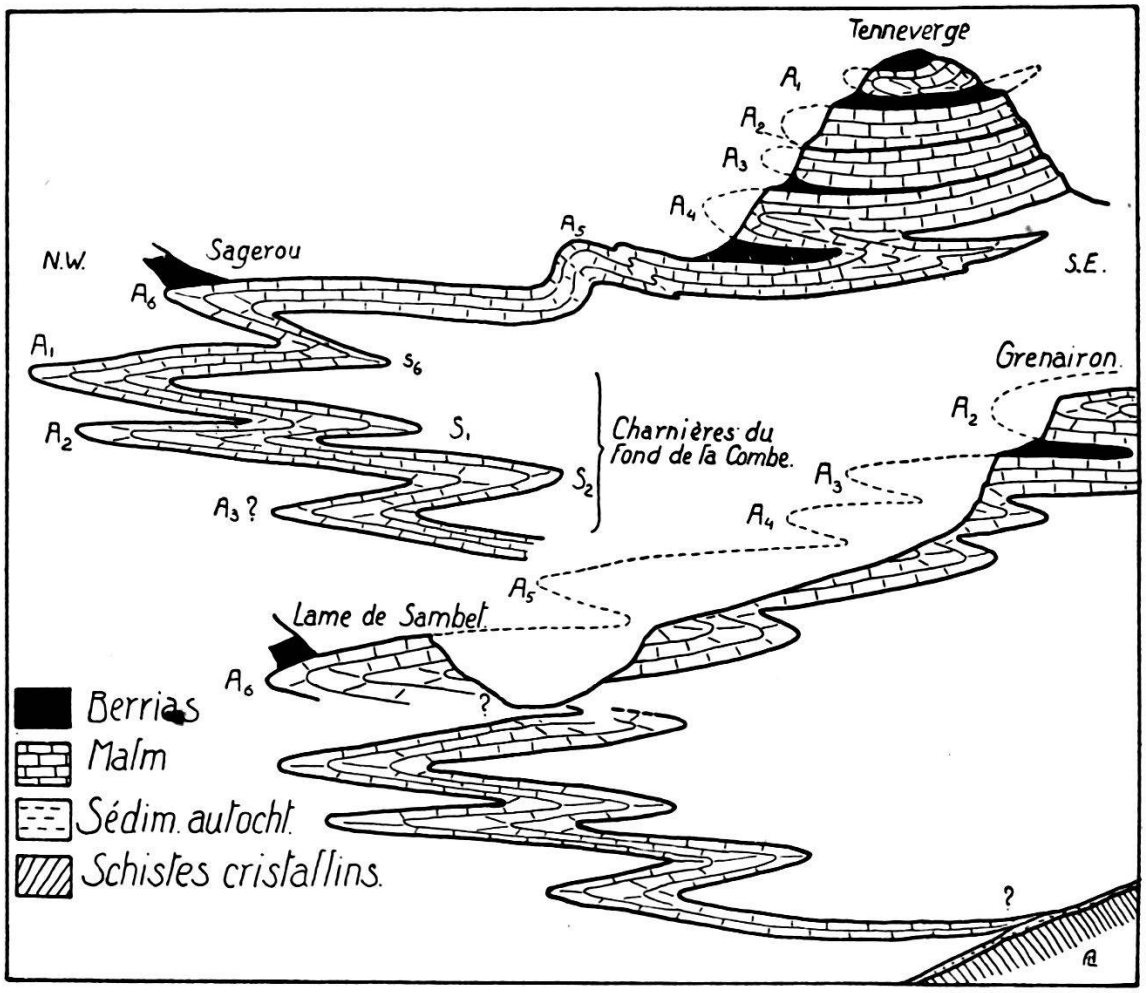


Fig. 2. Profil schématique à travers les plis du Jurassique supérieur.*)

sont marquées dans l'Argovien et non dans le Malm. Le synclinal S_5 se voit de loin dans la même paroi du Serron, à la cascade du Dard. Vient ensuite la coupure de la vallée du Giffre. Sur la rive droite, on a deux parois de Malm séparées par une couche d'Infravalanginien. L'assise supérieure forme la pointe de Sambet, l'inférieure se poursuit jusqu'à Vogealle.

La tectonique de la pointe de Sambet a déjà donné lieu à des controverses et à plusieurs descriptions fort détaillées (21). Un

*) A_1, A_2, etc., S_1, S_2, etc. = anticlinaux et synclinaux.

coup d'œil à la fig. 2 et au profil 2 montrera que notre interprétation concorde avec celle de L. W. COLLET.

Le Malm que nous venons d'examiner jusqu'au synclinal S_5 doit être raccordé avec l'élément supérieur de Sambet (A_6). Celui-ci n'est autre chose qu'un anticlinal fortement déjeté et laminé. Il plonge, tel un coin, dans l'Infravalanginien schisteux. L'assise inférieure représente le jambage inférieur du synclinal S_6.

b) *Pic de Tenneverge.* C'est en son sommet qu'appa raît le premier élément, une lame anticlinale de Malm: A_1 (fig. 2 et profil 4) pénétrant dans l'Infravalanginien schisteux. On voit clairement sa partie frontale, du sommet de la pointe de Sambet. Elle est légèrement relevée vers le N.W. Sous ce coin A_1 se trouve une vire d'Infravalanginien très marquée. C'est le cœur du synclinal S_1 dont nous n'avons pu voir la charnière.

A_2, nouvelle lame anticlinale qui forme le grain de Sarrasin et la Tour des Rosses, est séparée de l'anticlinal sous-jacent A_3 par un plan de chevauchement.

A_3 est important. Sa charnière frontale est marquée dans l'éperon de rocher qui divise le glacier de Prazon en deux (Pt. 2725 R.P.). Elle se retrouve au N.E., dans la paroi du Mur des Rosses (A.S.) qui domine le glacier des Fonds (A.S.). C'est dans cet élément que sont découpés les petits sommets dits « Cornes de Chamois » (R.P.).

Le synclinal d'Infravalanginien S_3 est fortement étiré et forme une vire qui va en diminuant vers le S.W. Sur le versant du col de Tenneverge, cette vire n'existe plus.

L'anticlinal A_4 est très laminé. Quelques vestiges de charnières se voient dans les parois du Fer à Cheval. S_4 se détache clairement dans les murailles de Malm qui dominent les pâturages de Prazon. Son noyau est souligné par une terrasse d'Infravalanginien noir, coupée obliquement par l'érosion. Cette terrasse débute sous la partie méridionale du glacier de Prazon, augmente vers le N.E. et s'étale en une dépression occupée par le glacier du Ruan.

En résumé, le Pic de Tenneverge est taillé dans la masse de plusieurs plis superposés. On y distingue des parois calcaires d'Argovien-Malm et des vires sombres d'Infravalanginien formant une succession de quatre anticlinaux et de quatre synclinaux. La direction moyenne des axes des plis est de N. 50° E. L'ensemble repose sur une couche très laminée d'Oxfordien, importante au col de Tenneverge, mais qui diminue d'épaisseur vers le N.W. pour devenir nulle sous le Glacier du Ruan et au Fond de la Combe. Ces derniers points sont visibles sur la fig. 8 où le Malm repose directement sur le Bajocien.

c) *Vogealle-Fond de la Combe.* Le Malm forme un nouvel anticlinal A_5 dans la paroi du point 2424, en avant des Ottans (A.S.). Un autre anticlinal se voit au Sud du col de Sageroux. C'est A_6, l'équivalent embryonnaire de l'anticlinal de Sambet. Vogealle et le

Fond de la Combe ont d'importants affleurements de Malm. Ils appartiennent aux plis de la zone frontale de la nappe ainsi qu'à son flanc renversé.

Cette série de plis débute par A_1 dont l'existence est supposée. S_1 est marqué au sommet de la paroi surplombant la rive droite du Giffre. On voit également dans cette paroi les charnières A_2 et S_2 qui se prolongent d'autre part sur la rive gauche. Enfin le Malm disparaît en profondeur.

d) Raccords entre les plis des séries Tenneverge-Vogealle et Grenairon-Sambet. Les rares localités où des mesures de directions sont possibles

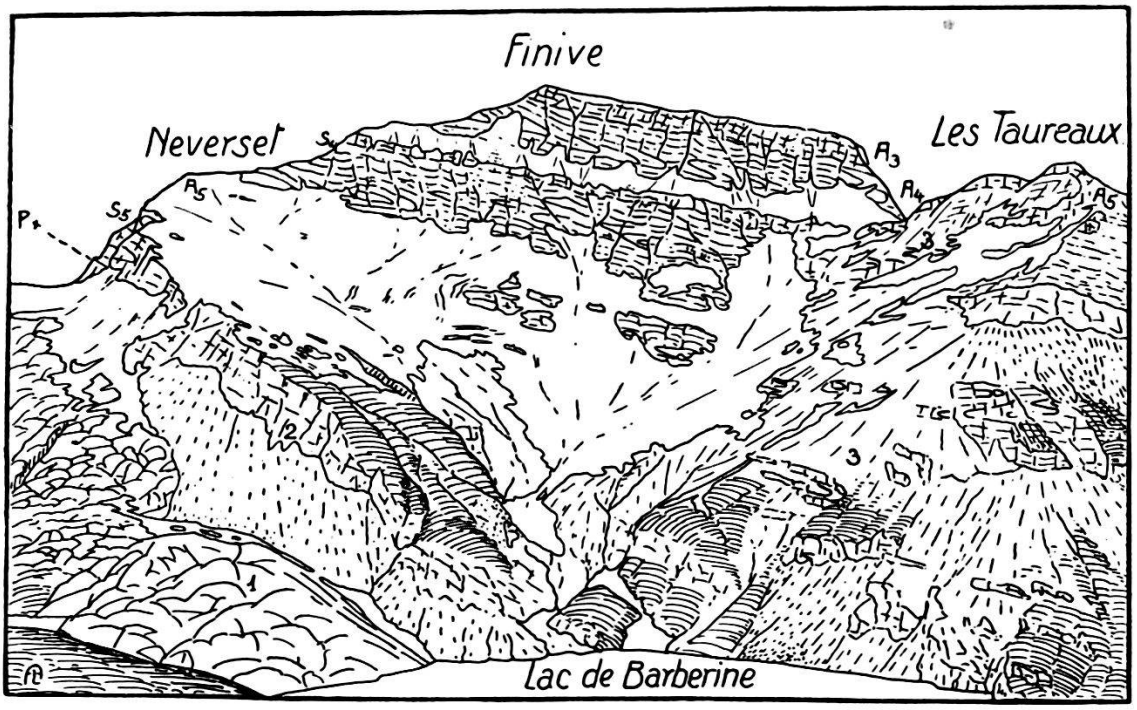


Fig. 3. Le versant Nord-Est de Finive et les plis de la série supérieure du Jurassique moyen.

1 = Cristallin. 2 = Sédimentaire autochtone. 3 = Dogger de la Nappe. P = Plan de chevauchement.

montrent des variations de 20 degrés (p. ex. au Fond de la Combe A_2 ; A_3 Tenneverge). On trouve des relaiements (p. ex. Grenairon A_3 et A_4). Des charnières aigües passent horizontalement à des plis-failles (ex.: S_3, Tenneverge); un pli-faille du type A_6 sous le Sageroux s'amplifie singulièrement vers l'Ouest et devient le chevauchement de Sambet. Un anticlinal du type A_4 à Tenneverge montre des charnières très aigües.

Malgré tout, il est cependant possible d'établir des raccords. C'est ce que nous avons tenté et schématisé à la fig. 2. Nous sommes partis de l'équivalence A_6, Sageroux-Sambet, visible sur le terrain, et sommes arrivés à établir l'équivalence des deux A_2 : Tenneverge

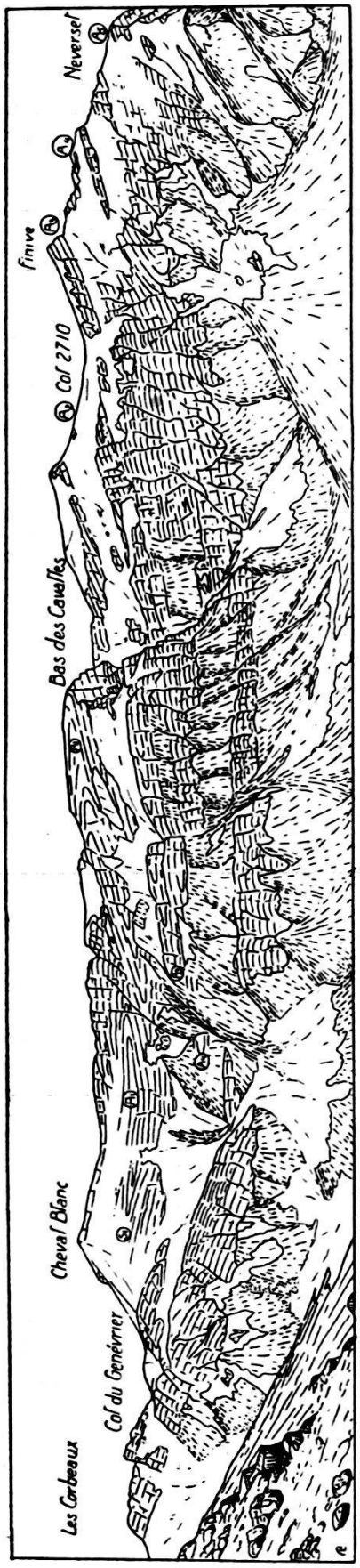


Fig. 4. Vieux-Emosson et la Crête de la frontière. Les plis du Bajocien; série supérieure.

et Grenairon. Cet anticlinal n'est autre à l'Ouest que celui des Faucilles de Chantet.

Or ce dernier pli est surmonté d'un coin de Malm (Collet d'Anterne), tout comme A_2 du Tenneverge est surmonté par A_1, lame du sommet. *L'anticlinal du sommet du Pic de Tenneverge est donc l'équivalent de celui du Collet d'Anterne.*

3. Les plis du Jurassique moyen.

Ils forment également deux «cascades». 1° La série supérieure, comprenant les sommets de Finive au Cheval Blanc. 2° La série inférieure que l'on observe d'une part dans le vallon de Barberine et d'autre part dans le Fer à Cheval, puis au Fond de la Combe.

a) *Série supérieure.* Deux importantes coupes naturelles exposent les plis et leurs corrélations. Elles sont approximativement perpendiculaires l'une à l'autre. La première est une coupe transversale; c'est la paroi dominant le glacier de Finive (fig. 3). La seconde coupe les plis très obliquement et domine le vallon de Vieux-Emosson (fig. 4).

Le versant savoyard de la crête frontière ne laisse appercevoir que de rares replis de A_1. Névés et éboulis sont étendus, cachant de nombreux détails. La fig. 5 représente une tentative de reconstitution schématique établie d'après des photos et des dessins.

A_1 est nettement visible sous la crête N.N.E. du Cheval Blanc. Sa partie frontale domine le col du Bas des Cavalles. S_1, le synclinal suivant, se développe dans le Bajocien schisteux, à mi-hauteur de la même crête. Nous trouvons en dessous une

zone de Toarcien-Aalénien marquant le cœur d'un autre anticlinal: A_2. Il forme une terrasse débutant au col du Génévrier et aboutissant au col 2710, au S.W. de la pointe de Finive.

A_3 est entièrement constitué par du calcaire bajocien. Ses charnières sont marquées dans le banc d'épaisseur constante formant la crête de Finive. On les retrouve également sous la Tête du Grenairon. S_3 semble avoir été complètement laminé, car on n'en retrouve aucune trace.

A_4 par contre se voit de loin dans la face schisteuse de Finive qui domine Barberine. Il réapparaît au Vieux-Emosson, sous A_3. Là encore, le synclinal suivant est très réduit; cependant, quelques replis sont discernables sur la rive gauche du couloir du Bas des Cavalles et doivent lui appartenir.

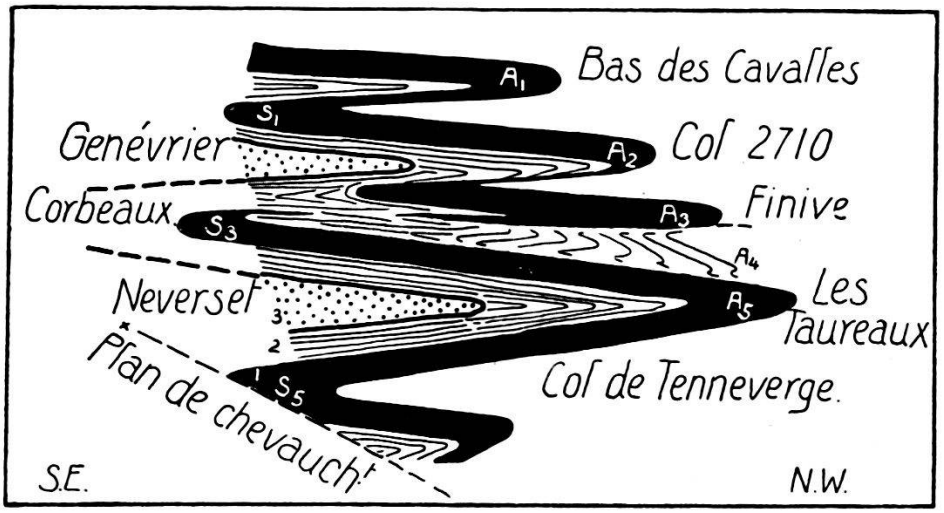


Fig. 5. Profil schématique à travers les plis supérieurs du Jurassique moyen.

1 = Bajocien calcaire. 2 = Bajocien schisteux. 3 = Lias supérieur (Toarcien-Aalénien).

A_5 est important (Profil 4, fig. 3 et 4, schéma-fig. 5). La stratigraphie en a été exposée au chapitre sur le Toarcien-Aalénien et dans les coupes des niveaux 1 et 2 du Bajocien. Il se prolonge au N.E. sous le glacier de Finive et au S.W. dans la paroi Sud de Finive où l'on en trouve quelques charnières.

Quatre affleurements de *Toarcien-Aalénien* se voient donc dans le cirque du Vieux-Emosson. Leurs relations sont les suivantes:

Extrémité S.W. des plis. Affleurement du:	Extrémité N.E. des plis. Affleurement du:	Elément de la série:
Col du Genévrier (A.S.)	Col 2710 (R.P.)	A_2
Col du Vieux (A.S.)	Neverset (R.P.)	A_5

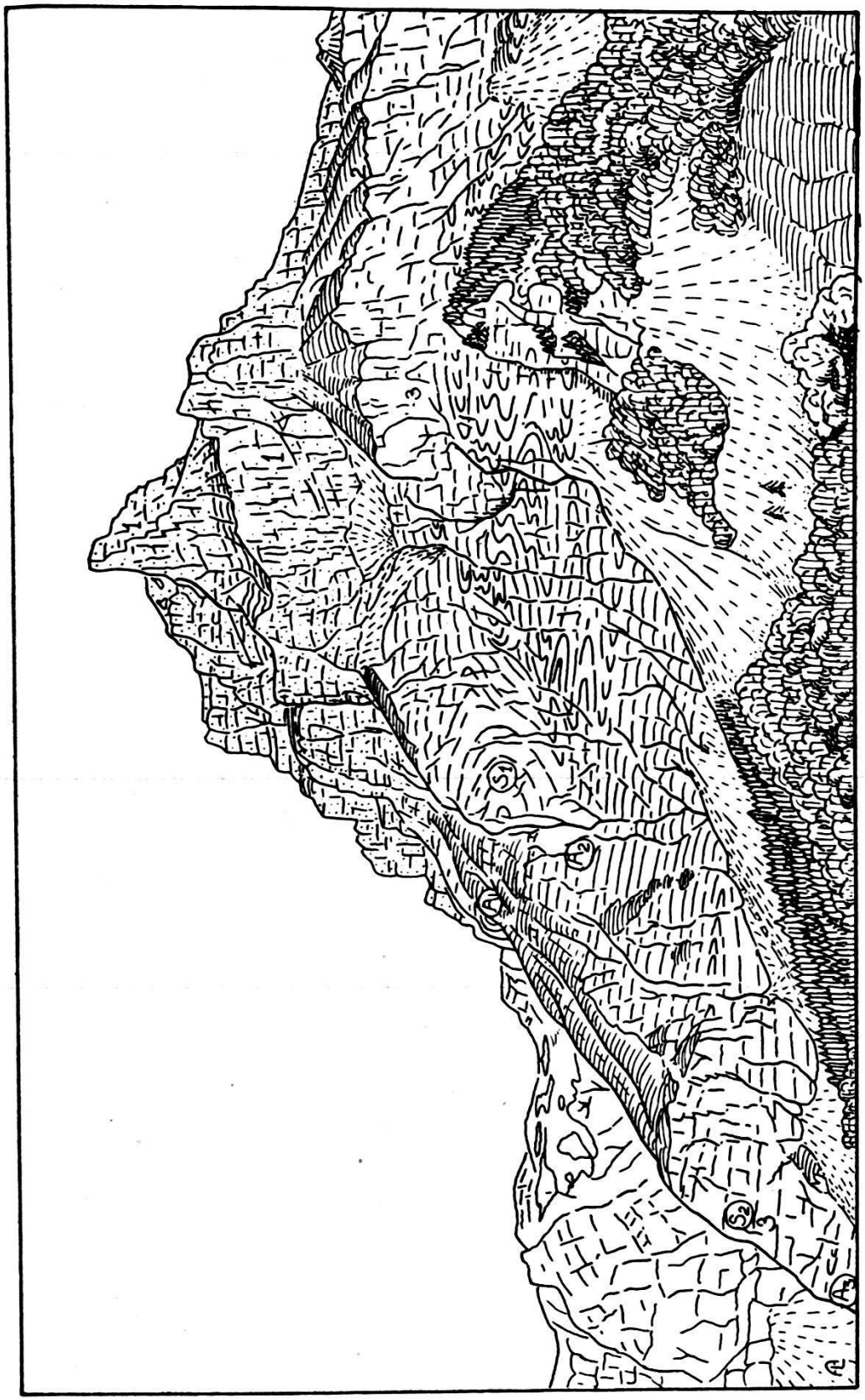


Fig. 6. Le Pic de Tenneverge, le Grain de Sarrasin et les Pas Nais vus des environs de la Cantine du Fer à Cheval. A gauche, le Fond de la Combe et les Ottans. 1 = Argovien-Malm. 2 = Bathonien-Callovien-Oxfordien. 3 = Bajocien.

Il n'existe qu'un synclinal entre le col du Genévrier et le col du Vieux, marqué par le Bajocien calcaire des « Corbeaux », petite sommité séparant ces deux dépressions. Les plis vont en s'ouvrant vers le front de la nappe (vers le N.W.) et vers le N.E., puisque A_3 et A_4 (avec leurs synclinaux de raccord S_2, S_3, S_4) apparaissent dans les murailles du Vieux-Emosson (fig. 4) et de Finive (fig. 3) (cf. profil schématique, fig. 5). S_5 n'est visible qu'au sommet de la paroi qui domine la terrasse de l'Arevassey (A.S.). Il sortait du cadre de cette étude de poursuivre ces plis dans la région s'étendant vers l'amont du vallon de Barberine. Quelques reconnaissances nous ont montré qu'ils continuent fort loin. Les levés de détail de L. W. COLLET permettront certainement de raccorder les charnières

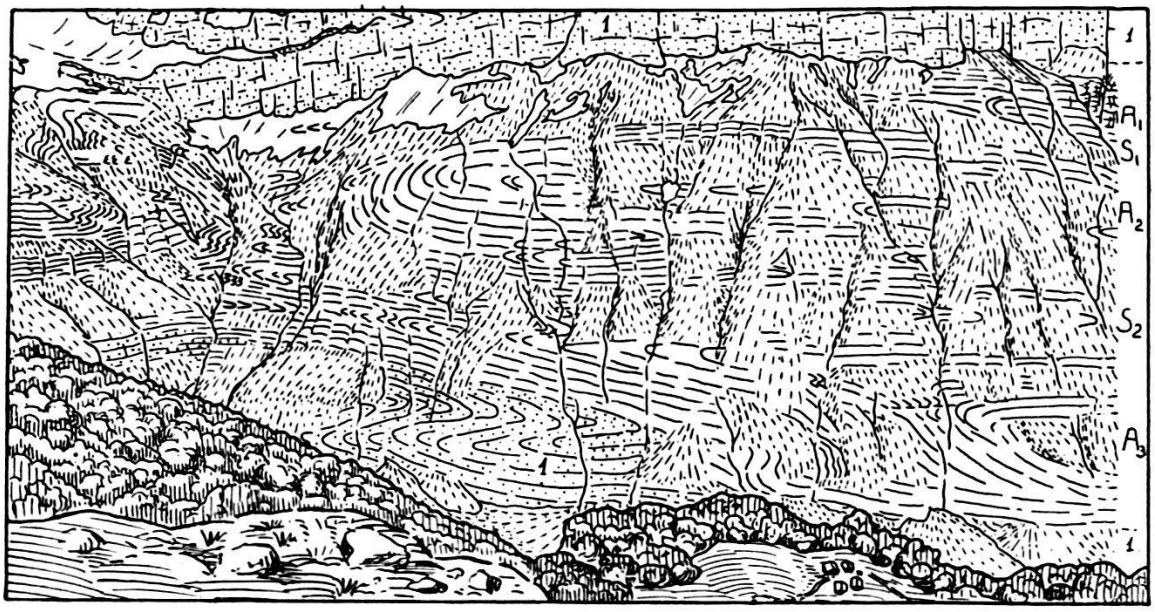


Fig. 7. Les Vires de Prazon, de l'Alpe de Borée.
1 = Malm-Argovien. Les plis sont dans le Bajocien.

visibles d'une part sur les parois du vallon de Barberine, et de l'autre au Fer à Cheval-Fond de la Combe. Ces dernières font d'ailleurs l'objet de la description ci-dessous.

b) *Série inférieure.* Cette cascade de plis fait suite à la précédente. Elle en est toutefois séparée par le grand synclinal S_5 du col de Tenneverge. Comme dans la série supérieure, deux coupes naturelles permettent d'établir les profils. Ce sont:

a) Le Fer à Cheval dans la région des Pas Nais (fig. 6).
b) Le Fond de la Combe, soit les Pâturages de Prazon et la base de l'Alpe de Borée (fig. 7, 8 et 9).

Un coup d'œil permet de saisir d'emblée les détails de l'empilement des trois anticlinaux A_1, A_2 et A_3 avec les synclinaux intermédiaires S_1 et S_2; le croquis 7 en figure la suite vers le Nord. Il

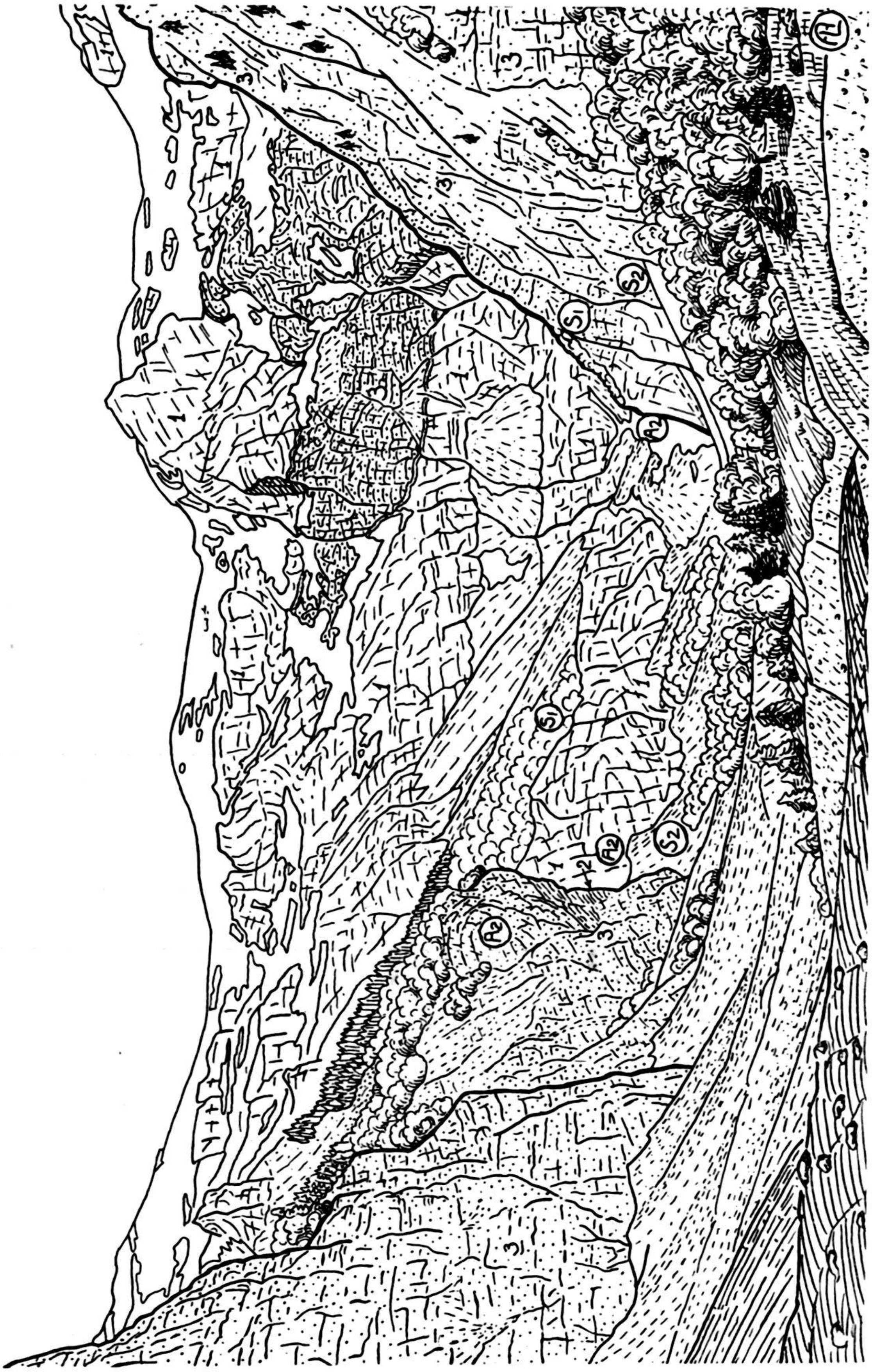


Fig. 8. Les plis du Fond de la Combe sous le Sageroux et le point 2424 (R. P.). 1 = Malm. 2 = Oxfordien-Callovien. 3 = Bajocien.

met en valeur le jeu complexe du plissement disharmonique le long d'une section presque longitudinale.

Le Fond de la Combe donne par contre un profil transversal (fig. 8). On y voit A_1 et A_2 comprimés et déversés vers l'avant, sous la tête 2424. Le Malm repose directement sur le Bajocien, fait signalé plus haut. Le Callovien-Oxfordien a été accumulé en avant, à Borée.

Passant à la rive droite du Giffre et parcourant la Combe vers l'aval, on passe tout d'abord au pied du Malm du flanc renversé de la nappe. Puis, peu avant le Pas du Coq, l'Oxfordien affleure sous un surplomb de Bajocien (fig. 9). Au Pas du Coq ainsi que plus

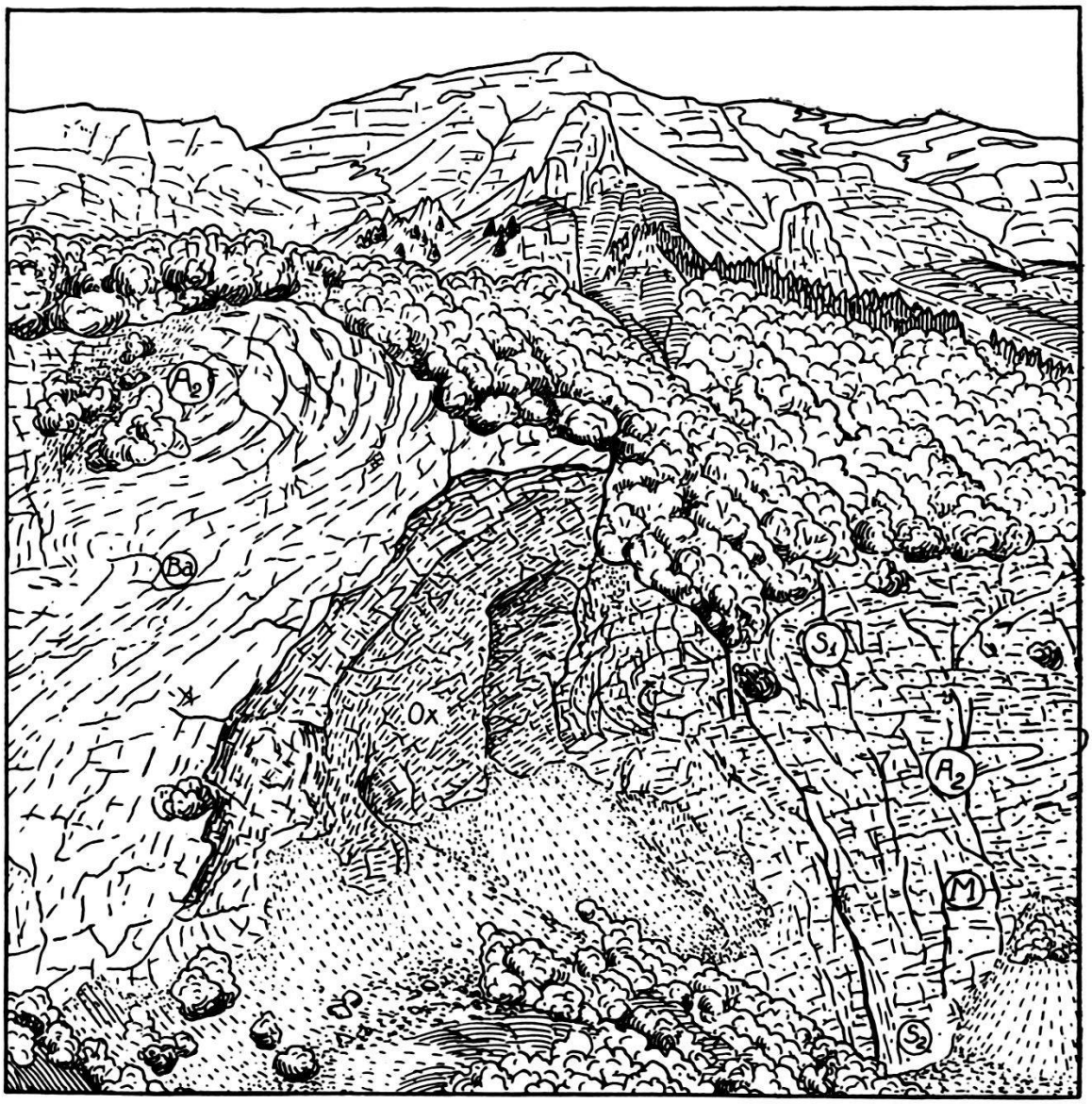


Fig. 9. Fond de la Combe. La série renversée, sous l'Alpe de Borée.
M = Malm-Argovien. Ox. = Oxfordien-Callovien. Ba = Bajocien.

bas, les imposantes murailles sont en Bajocien supérieur. Quelques charnières y apparaissent, sectionnées très obliquement par l'érosion.

Fer à Cheval. La vire synclinale S_5 qui prolonge la base du pâturage de Tenneverge vers le Sud marque la séparation entre les deux séries. Il est difficile de la poursuivre sous Tita Neire et la Croix de Commune, mais on retrouve de l'Oxfordien très laminé et réduit dans le lit d'un torrent au S.E. de Nantbride.

Les replis de la série supérieure sont cachés sous la neige et les éboulis. A_1 émerge à la Tête des Cavalles et de la Croix de Commune; on voit un certain nombre de fragments de charnières qui confirment les constructions établies sur les autres versants du massif. Tita Neire accuse un synclinal complexe, vraisemblablement S_2.

Sous la vire oxfordienne, les murailles verticales sont en Bajocien. Les Pas Nais et les parois dominant Frenalay permettent, comme nous l'avons vu plus haut, de solutionner le problème de la structure du Fer à Cheval. Dès le torrent W. de Tita Neire, l'ensemble plonge axialement vers le S.W.

Bibliographie.

1. De Saussure, H. B. Voyages dans les Alpes. Neuchâtel 1774.

2. Necker, L. A. Mémoire sur la vallée de Vallorcine. Mém. Soc. de phys. Genève 1829.

3. Favre, Alphonse. Recherches géologiques dans les parties avoisinantes de la Savoie et du Mont Blanc. 1867.

4. D'Espine, A. et Favre, E. Observations géologiques et paléontologiques sur quelques parties des Alpes de la Savoie et du Canton de Schwytz. Arch. Sc. phys. 1885. Genève.

5. Renevier, G. Monographie des Hautes-Alpes vaudoises. Mat. carte géol. suisse. XVI. 1890.

6. Maillard, G. Alpes de Sixt, de Samoëns et de la vallée de l'Arve. Bull. serv. carte géol. de la France. N° 22. 1890. — Note sur les diverses régions de la feuille d'Annecy, Alpes de Sixt, de Samoëns et de la vallée de l'Arve. idem. N° 27. 1890.

7. Schardt, H. Excursion au travers des Alpes occidentales suisses. Livret-guide du Congrès géologique international. 1894.

8. Duparc, L. et Ritter. Les formations carbonifères et les quartzites du Trias de la région N.W. de la première zone alpine. Mém. Soc. de Phys. Genève 1894.

9. Haug, E. Etudes sur la tectonique des Hautes chaînes calcaires de la Savoie. Bull. serv. carte géol. de la France. N° 47. 1895.

10. Ritter, M. Etude sur le raccord des plis couchés de la vallée de l'Arve avec ceux de la Tour Sallière et de la Dent du Midi. Bull. serv. carte géol. de la France. N° 61. 1897.

11. Duparc, L. et Mrazec. Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont Blanc. Mém. Soc. phys. Genève. 1898.

12. Ritter, M. Le massif du Haut-Giffre. Bull. serv. carte géol. de la France. N° 61. 1898—1899.

13. Lugeon, M. Les dislocations des Bauges. Bull. serv. de la carte géol. de la France. N° 77. 1900.

14. Collet, L. W. Géologie de la Tour Sallière-Mont Ruan. Mat. carte géol. suisse. Livr. XIX, N. S. 1904.

15. COLLET, L. W. Tectonique de la chaîne Tour Sallière-Pic de Tenneverge. Arch. Sc. phys., 109me année. 1904.

16. JACOB, CH. Note sur la tectonique du massif crétacé situé au Nord du Giffre (Haute-Savoie). Bull. serv. carte géol. de la France. N° 108. 1905.

17. COLLET, L. W. Note sur la tectonique du Massif du Haut-Giffre Haute-Savoie). Arch. Sc. phys. Genève. 1906.

18. KILIAN et RÉVIL. Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Mém. Soc. géol. de France. Paris 1908.

19. HEIM, ALBERT. Einige Gedanken über Schichtung. Viertelj. der Naturf. Ges. Zürich, 1909.

20. COLLET, L. W. Sur la présence de l'Infravalanginien à Hoplites Boissieri dans le massif des Dents du Midi, Pic de Tenneverge. Arch. Sc. phys. Genève, 1909.

21. COLLET, L. W. Géologie de la Pointe de Sambet. Arch. Sc. phys. Genève, 1909.

22. COLLET, L. W. Les Hautes-Alpes calcaires entre Arve et Rhône. Mém. Soc. phys. Genève, 1910.

23. PERRET R., Les crêtes du Fer à Cheval. Paris, « La Montagne », 1911.

24. PERRET, R. Topographie et physiographie du Fer à Cheval (Alpes calcaires du Faucigny). Barrère Paris 1913.

25. LUGEON, M. Les Hautes-Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Mat. carte géol. suisse, N. S. 30. Berne 1916.

26. CAYEUX, M. Contribution à l'étude micrographique des roches sédimentaires. Mém. Soc. géol. du Nord. T. IV. 1916.

27. HEIM, ARNOLD. Monographie der Churfirsten-Mattstock-Gruppe. Mat. carte géol. suisse. N. S. 20. Berne 1916.

28. ARBENZ, P. Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, 1919.

29. COLLET, L. W. et PARÉJAS, E. La chapeau sédimentaire des Aiguilles Rouges de Chamonix et le Trias du massif Aiguilles Rouges-Gastern. C. R. Soc. phys. Genève, 1920.

30. PARÉJAS, E. Géologie de la zone de Chamonix. Mém. Soc. de phys. Genève, 1922.

31. HEIM, ALBERT. Geologie der Schweiz. Leipzig 1922.

32. COLLET, L. W. Le Bajocien du col de Tenneverge (Nappe de Morcles). C. R. Soc. de phys. Genève, 1923.

33. COLLET, L. W. L'Argovien des Hautes-Alpes Calcaires entre Rhône et Arve et les Aiguilles Rouges. C. R. Soc. de phys. 1923.

34. HEIM, ARNOLD. Über submarine Denudation und chemische Sedimente. Geologische Rundschau 1924.

35. MORET, L. Une coupe du « Bord subalpin » au Nord de Grenoble; succession des faciès lithologiques. Assoc. franç. pour l'avanc. d. Sc. Grenoble 1925.

36. COLLET, L. W. et PERRET, R. Compléments sur la géologie du col d'Anterne et du cirque des Fonts (Alpes de Sixt, Haute-Savoie). C. R. Séances de l'Acad. d. Sc., t. 184. 1927.

37. DE LOYS et GAGNEBIN, E. Monographie géologique de la Dent du Midi. Mat. carte géol. suisse. N. S. 58. Berne 1928.

38. COLLET, L. W., BILLINGS, M. et DOGGET, R. Sur la présence du cristallin du Massif des Aiguilles Rouges dans le cirque du Fer à Cheval (Hautes-Alpes Calcaires de Sixt). Eclog. geol. Helv. **21**, 2, 28.

39. COLLET, L.W. et LOMBARD, A. Sur la présence du plan de chevauchement de la Nappe de Morcles dans le Fer à Cheval (Alpes de Sixt). C. R. Soc. phys. Genève, 1928.

40. PERRET, R. Notice explicative sur la carte géologique au 20 000 de la vallée de Sales et du cirque des Fonts. Barrère, Paris, 1929.

41. PERRET, R. et MORET, L. Sur les limites du Bathonien dans les Alpes de Sixt (Haute-Savoie). C. R. Acad. d. Sc. T. 188. 1929.

42. PERRET, R. Carte géologique au 20 000 de la vallée de Sales et du cirque des Fonts. Barrère, Paris, 1929.
43. LUGEON, M. Trois tempêtes orogéniques. La Dent de Morcles. Livre jubilaire Soc. géol. France, 1930.
44. GERBER, M. Beiträge zur Stratigraphie der Jura-Kreidegrenze in der Zentralschweiz. Eclog. geol. Helv. **23**, 2, 1930.
45. PERRET, R. L'évolution morphologique du Faucigny. Paris 1931.
46. LOMBARD, A. et COAZ, A. La limite entre le Jurassique et le Crétacé du col des Aravis au col de Sageroux (Haute-Savoie). C. R. Soc. phys. Genève, 1932.

Table des matières.

Première Partie: Stratigraphie.

I. Autochtone.

Page
Introduction 163
1. Schistes cristallins 165
2. Trias. Quartzites 166
3. Trias. Schistes rouges et verts 166
4. Trias. Cargneules 166
5. Oxfordien-Argovien 167
6. Calcaires du Jurassique supérieur 168
7. Calcaires laminés 168
8. Age des terrains 168
9. Gisements de l'autochtone. Epaisseurs 169

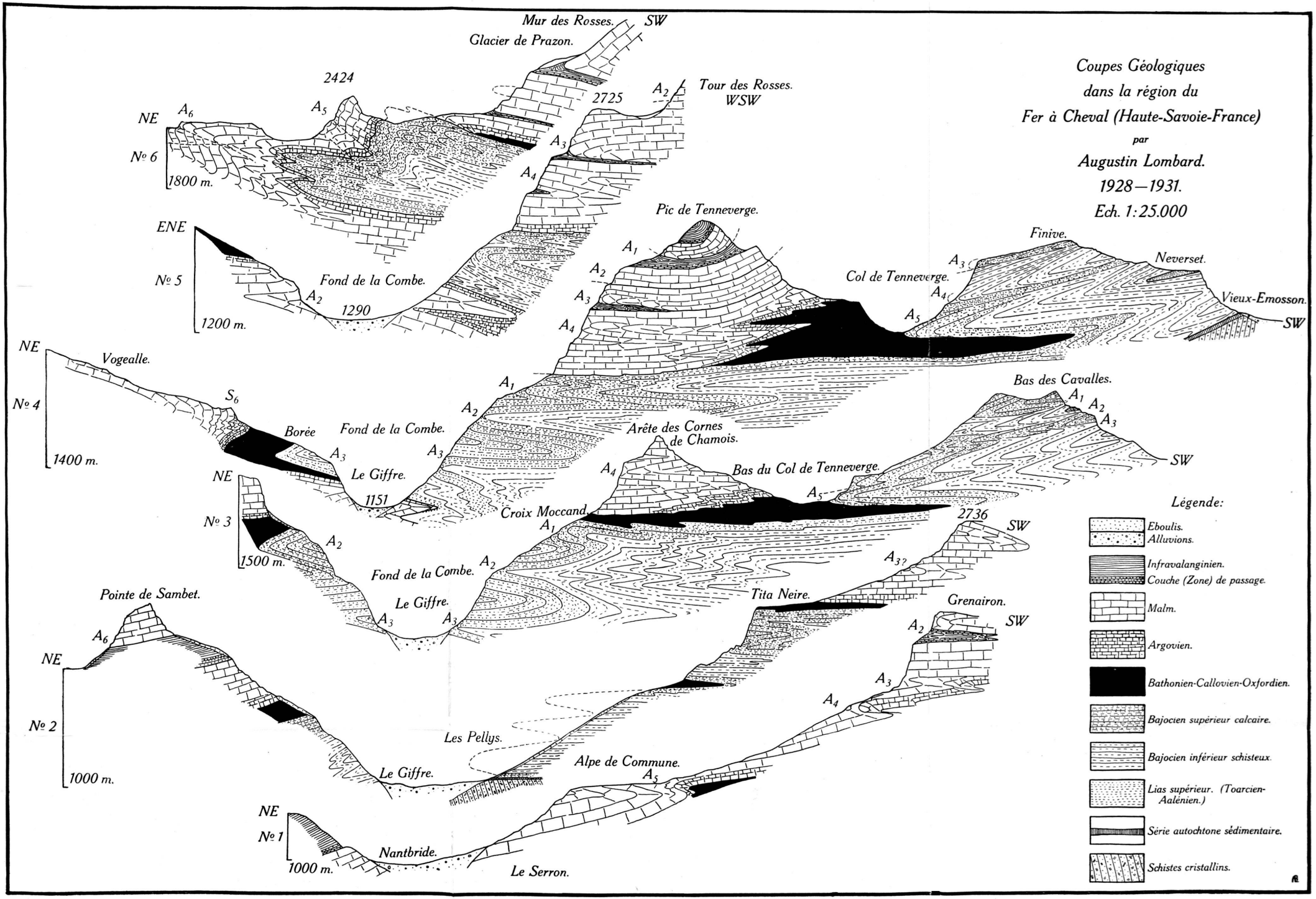
II. Nappe de Morcles.

1. Lias (Toarcien, Aalénien) 170
2. Bajocien: A) Schisteux. B) Calcaire 171
3. Bathonien 176
4. Callovien 176
5. Oxfordien 177
6. Argovien 178
7. Malm: A) Lithologie. 179
B) Paléontologie 182
8. Limite entre le Jurassique et le Crétacé 183

Deuxième Partie: Tectonique.

1. Généralités 186
2. Les plis du Jurassique supérieur 186
a) Grenairon-Commune-Sambet 186
b) Pic de Tenneverge 188
c) Vogealle-Fond de la Combe 188
d) Corrélation des plis 189
3. Les plis du Jurassique moyen 190
a) Série supérieure 190
b) Série inférieure 193
Index bibliographique 196

Réception du manuscrit le 31 mai 1932.



Imp. E. Birkhæuser & Cie.

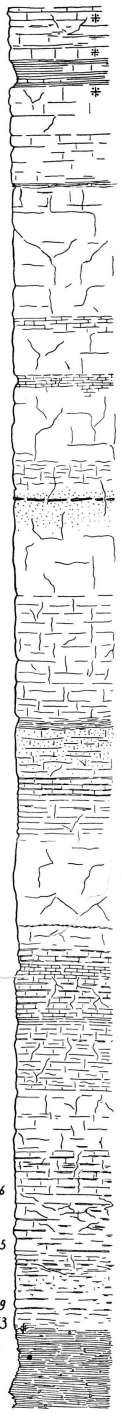
COUPES STRATIGRAPHIQUES
DANS LE
JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR
DE LA NAPPE DE MORCLES
DU COL DES ARAVIS A SIXT.

AUGUSTIN LOMBARD.

1928—1931.

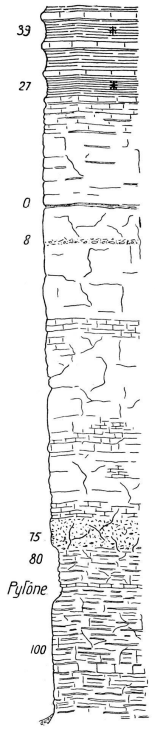
Les nombres indiquent les mètres à partir de la limite supérieure du faciès tithonique.
La lettre (T.) indique un renvoi au texte.
Les chiffres romains accompagnant les Ammonites désignent les niveaux stratigraphiques décrits au chap. 8: La limite entre le Jurassique et le Crétacé.

LA GIETTAZ.



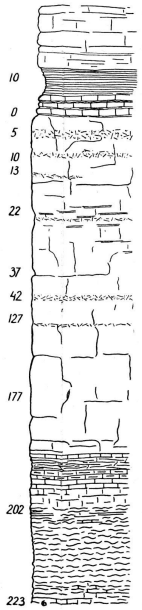
36. Niveau à Ammonites III. (T.)
30. Niveau à Ammonites III et II—III. (T.)
20. Faune à Ammon. II, II—III et III. (T.)
0. Limite supérieure du Malm.
42. Niveau légèrement marneux.
71 à 75. Niveaux du type 2. (T.)
80 à 83. Calcaire marneux fin à stylolithes. Niveaux remaniés type 2 et 6. (T.)
99. Calcaire cryptocristallin. Stylolithes.
167. Passages latéraux d'un niveau schisteux à des bancs calcaires-Stylolithes-Pseudoconglomérat.
181. Limite approximative Malm-Argovien. (T.)
187 = Semblable au niveau 191. (T.)
191. Granulations foncées superficielles. Patine beige. Fossiles oxydés et dissouts. Radiolaires.
201. Calcaire marneux. Spicules. (T.)
206. Retour au faciès du niv. 235. (T.)
213. Caractère marneux. (T.)
226. Calcaire marneux fin à Radiolaires(?). Alterne avec des schistes beiges. (T.)
235. Nodules pyriteux. (T.)
249. Limite des faciès argovien-oxfordien.
253. Ammonites oxfordiennes. Nodules.
Schistes gris foncés à nodules.

ŒX-ARPENAZ.



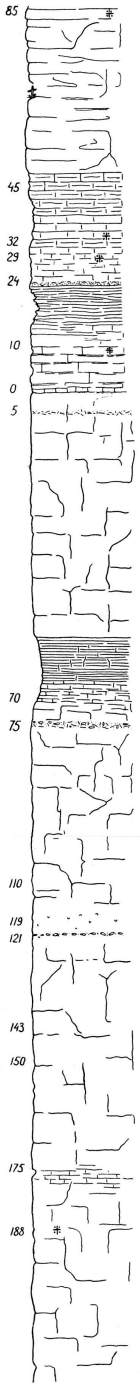
39. Niveau à Ammon. II—III, II—IV, III.
27. Niveau à Ammon. II—IV. (T.)
0. Limite supérieure du Malm.
8. Niveau type 2 et 6. (T.)
75 à 80. Banc de 7 m., calcaire remanié du type 2 ou 6. (T.)
Pylône
100. Calcaire cryptocristallin. Calpionelles.

NANTBRIDE.



0. Limite supérieure du Malm.
5. Niveau type 5 et 6. (T.) Calpionelles.
10. Niveau remanié. (T.) Organismes.
13. (T.)
22. Dépôt remanié. (T.)
37. Calcaire à calpionelles et radiolaires. (T.)
42. Niveau riche en débris d'organismes. (T.) 85 m. sont supprimés; calcaire compact.
127. Horizon à organismes. (T.)
177. Calcaire à foraminifères. (T.)
188. (T.)
202. Calcaire marneux à spicules.
223. Céphalopodes, Organismes. (T.)

COMMUNE.



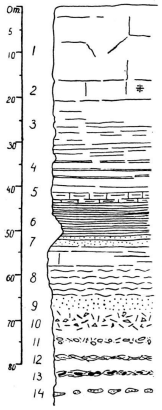
85. Niveau à Ammon. II—III, IV—II.
45. Niveau à Ammon. II—IV.
32. Horizon à Ammon. II—IV et III. (T.)
29. Horizon à Ammon. III. (T.)
24. Brèche zoogène, ferrugineuse.
10. Horizon à Ammonites II—IV et II—III.
0. Limite supérieure du Malm.
5. Niveau ferrugineux.
70. Calcaire à Calpionelles. (T.)
75. Niveau type 5. Epaiss.: 1,5 m. (T.)
80. Calcaire cryptocristallin. Calpionelles-Spicules.
110. Dépôts type 4. (T.) Stylolithes.
119 à 121. Dépôt du type 1 et 2. (T.)
143. Masse compacte sans organismes.
150. Quelques niveaux du type 2. (T.)
175. Organismes. (T.)
188. Horizon à Céphalopodes. (T.)

VOGEALLE.

10. Schistes et calcaires à amm. II—IV. (T.)
0. Limite supérieure du Malm. Dépôts type 2 et 5. Calpionelles. (T.)
15. Niveau type 2. Epaiss.: 20 cm. Calpionelles.
53. Dépôt type 7. Textulaires, Lithothamnium. (T.)
60. Dépôt type 6 et 7. (T.)
68. Calcaire cryptocristallin. Belemnite. (T.)
73. Calcaire semblable à 68. Niveau type 6. Ep.: 10 cm. (T.)
81. Concrétions siliceuses épigénisant des Ammonites.
93. Calcaire fin sans organismes. Niveau type 2. (T.)
102. Spicules de spongiaires. Calpionelles. Textulaires.
107. Niveau type 2. Rotalidés, etc. (T.)
110. ,, ,, 2. Piquants d'oursins, Foraminifères. (T.)
114. ,, ,, 1. (T.)
117. ,, ,, 2. (T.)

LÉGENDE LITHOLOGIQUE.

Ech. 1:1000.



T = renvoi au texte, chapitre de lithologie.

1. Calcaire sublithographique gris-clair, compact. Structure crypto- à microcristalline. Forme la masse fontamentale.
2. Niveau à Ammonites.
3. Stratifications sans changement de faciès.
4. Stratifications dues à une tendance marneuse du faciès fondamental. Alternances de calcaires et de schistes.
5. Prédominance du faciès marneux.
6. Schistes. (Berrias ou Oxfordien.)
7. Alternances de schistes et de calcaires plus grossiers qu'en 1.
8. Calcaire type 1 à surfaces de stratification grumeleuses ondulées.
9. Calcaire à structure cristallisée.
10. Niveau remanié à structure microbrèchoïde ou spathique.
11. ,, ,, ,, ,, microconglomératique (oolithes, etc.) onkoïdes.
12. ,, à pseudoconglomérats.
13. ,, ,, rognons.
14. ,, ,, concrétions.

Imp. E. Birkhæuser & Cie.

Carte Géologique de la région du Fer à Cheval

Haute-Savoie. France.

Ech. 1:25.000

par Augustin Lombard.

1928-1931

Mont Sageroux 2671 — Col de Sageroux 2397 — Les Ollans 2546 — Petit Ruan 2851 — Mont Ruan 3065

Glacier du Ruan — Glacier de Prazon — Mur des Rosses — Tour des Rosses — Pointe des Rosses — Pic de Tenneverge 2990 — Col de Tenneverge — Cornes de Chamois — Croix Moccand 1821 — Fond de la Combe — Pas Nais — Pas du Coq — Borée 1407 — Vogeaille 1864 — Pointe de l'Avaudrue 2532 — Pointe Rousse 2377 — Salvadon 1611 — Pointe de Sambet — Frenalay 1039 — Le Giffre torrent — Les Pellys 1006 — Torrent Est de Tila Neire — Torrent W de Tila Neire — FER A CHEVAL — Cantine du Fer à Cheval — Nantbride — Le Serron — Croix de Commune 1932 — Alpe de Commune 1647 — SIXT 761 — Vagny — Salvagny — Grenairon — Tila Neire 2146 — Gl. du Cheval Blanc — Cheval Blanc 2841 — Col du Genévrier — Pte des Taureaux — Col du Vieux 2536 — Frontière Franco-Suisse — Bas des Cavalles 2653 — Col du Grenairon 2648 — Finive — Neverset 2633

Légende:

⁜ Fossiles

< Charnières visibles

Quaternaire

- Névés, glaciers
- Alluvions
- Eboulis
- Masse éboulée
- Cônes torrentiels
- Terrasses
- Dépôts glaciaires

Nappe de Morcles

- Infravalanginien Couche (Zône) de passage.
- Malm
- Argovien
- Bathonien-Callovien-Oxfordien
- Bajocien supérieur calcaire
- Bajocien inférieur schisteux
- Lias supérieur (Toarcien-Aalénien)

Autochtone

- Jurassique supérieur
- Trias. Cargneules
- Trias. Quartzites

Cristallin des Aiguilles Rouges

- Schistes cristallins

E.M 1:50000 — Perret 1:50000

Bases topographiques

Imp. E. Birkhæuser & Cie.