

Excursion de la Société géologique suisse dans les préalpes fribourgeoises et vaudoises

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **2 (1890-1892)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

F

EXCURSION

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE

DANS LES

PRÉALPES FRIBOURGEOISES ET VAUDOISES

PAR

H. SCHARDT, Professeur

Avec planches 9 à 12¹ et 14.

Tiré des *Archives des Sciences* avec autorisation de la Direction.

Les Préalpes fribourgeoises, appelées plus spécialement Alpes de la Gruyère, ont été décrites avec une exactitude remarquable par notre regretté collègue et maître M. le professeur Gilliéron² qui a aussi dressé la carte géologique de cette région (feuille XII de l'Atlas Dufour).

¹ Les planches 9 à 12 ont déjà paru dans le n° 4 des *Eclogæ*.

² *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, livr. XVIII. Alpes fribourgeoises, 1885 et livr. XII. *Montsalvens*, 1873.

La partie vaudoise, la haute Gruyère, comprenant plus spécialement le Pays d'Enhaut, a été décrite par l'auteur de ces lignes¹, dans un mémoire accompagné d'une carte géologique et de profils. En outre, la 22^{me} livraison des *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse* (texte pour feuille XVII), par E. Favre et H. Schardt, en contient une description détaillée.

Outre quelques travaux spéciaux, la région visitée en 1891 se trouve encore citée dans maint chapitre de la « *Geologie der Schweiz* » et dans la « *Geologie der westlichen Schweizer Alpen* » de Bernhard Studer.

En acceptant la tâche si honorable de prendre la direction de cette excursion géologique, je n'ai eu qu'un regret, c'est que cet honneur n'ait pu échoir à *Victor Gilliéron*, l'auteur de travaux si exacts et si consciencieux sur les Alpes fribourgeoises. Je tiens avant tout à rendre hommage au mérite et à la mémoire de ce savant qui a consacré tant d'efforts aux recherches géologiques dans les Préalpes.

Avant de donner le compte rendu des excursions, je résumerai en quelques pages, mes vues sur la structure géologique de cette région. Mes études récentes m'ont permis de préciser certains points qui auparavant paraissaient contestables et douteux ou qui n'avaient pas encore reçu d'explication définitive. Sous ce rapport, la présente notice servira de complément aux ouvrages cités plus haut. Cet exposé a été présenté en partie dans la séance de la section géologique à Fribourg.

¹ H. Schardt. Études géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* t. XX, 1884.

Favre et Schardt, Préalpes vaudoises, etc. *Mat. pour la carte géol. suisse.* XXII, 1887.

PREMIÈRE PARTIE

STRUCTURE GÉOLOGIQUE DES PRÉALPES FRIBOURGEOISES
ET VAUDOISES.

(Voir la carte géologique suisse, feuilles XII et XVII).

Les Préalpes s'étendent, comme on sait, du lac de Thoune à la vallée de l'Arve et se distinguent de la continuation des chaînes extérieures des Alpes, de part et d'autre de ces deux vallées, par le facies totalement différent de leurs terrains; ce facies se rapproche beaucoup de celui des Alpes orientales (facies méditerranéen). Nous appelons Préalpes fribourgeoises et vaudoises la partie qui s'étend des deux côtés de la vallée de la Sarine; c'est la moitié occidentale des Préalpes situées entre l'Aar et le Rhône.

Dans cette région, comme dans les Préalpes en général, on peut distinguer les zones suivantes :

1. *La zone extérieure de flysch*, comprenant les chaînons de Gurnigel, Berra, Niremout, Playades (Voirons dans la partie du Chablais).
— Ligne de contact anormal par recouvrement.
2. *Les chaînes calcaires des Préalpes*, chaînes de plissement très régulières.
3. La zone du *flysch de Vert-Champ et du Hundsrück-Rodomont* bordant de part et d'autre l'*arête chevauchée des Gastlose*.
4. *La zone de flysch du Niesen* renfermant dans son milieu et sur ses bords de nombreuses *Klippes* mésozoïques, dont la structure est parfois fort énigmatique.
— Ligne de contact anormal le long du pied des Hautes-Alpes. (Prof. 1, pl. 14).

I. *Zone extérieure de flysch.*

Dans les Préalpes, entre le Rhône et l'Aar, cette zone comprend les chaînons plus ou moins larges des Pléiades (1363^m), du Niremout (1514^m) de la Berra (1714^m) et du Gurnigel. La large vallée de la Sarine qui coupe transversalement toutes les Préalpes, entre Gessenay et Bulle, a ouvert une large brèche dans cette zone, en sorte que le sommet des Alpettes (1415^m) (Niremout) est distant de la Berra (Le Tey 1366) de plus de 14 kilomètres. Au milieu de cette entaille se montrent des affleurements de terrains jurassiques et crétaciques d'un facies absolument distinct de celui des chaînes plus intérieures. C'est un facies propre à cette première zone de flysch et ces couches mésozoïques partagent d'ailleurs les formes de dislocation du flysch ; c'est-à-dire qu'elles apparaissent au milieu du flysch sous forme d'affleurements étroits, et perçant en longues bandes sur la face tournée vers le plateau (N.-W.) par exemple au Niremout, aux Corbettes, aux Pléiades. Dans les gorges coupant cette zone de flysch, ces terrains affectent la forme de plis couchés, de longs lacets ployés avec le flysch, si bien qu'on dirait des intercalations mésozoïques au milieu de l'éocène ; le terrain le plus ancien que l'on trouve dans cette position est le dogger supérieur. Les terrains de la zone de flysch du Niremout-Berra ont conséquemment subi un plissement énergique qui a créé un ou plusieurs plis couchés de flysch, ayant entraîné des terrains plus anciens, sénonien, néocomien, malm et dogger.

Les affleurements mésozoïques qui se montrent à la sortie de la vallée de la Sarine près Bulle, forment

deux régions : Celle du *Bois de Bouleyres*, entre La Tour de Trême, Morlon et Broc, offre une situation assez étrange. On trouve alternativement des schistes noirs que M. Gilliéron a classés dans le jurassique moyen, groupe devant comprendre selon lui, l'oxfordien et le callovien, et des calcaires gris foncés, souvent gréseux, du dogger contenant de superbes *Zoophycos scoparius* et le *Stephanoceras Humphriesi* en très grands exemplaires. A la Tour de Trême se montrent deux rochers de malm.

La région du Bois de Bouleyres s'élève à 70^m environ au-dessus du niveau de la Sarine et présente une surface ondulée, boisée de sapins, dans laquelle, contrairement à ce qui a lieu dans la région environnante, les terrains erratiques ne sont que peu développés. Les affleurements sont nombreux, le plongement est dirigé en général au S.-E., mais il varie beaucoup d'intensité d'un point à l'autre. Même la direction change parfois. Ce qui rend cet endroit surtout remarquable, c'est la présence d'affleurements de flysch sur ses bords et au milieu. Ainsi au Pont de la Trême, entre Bulle et la Tour de Trême, le lit du torrent présente un affleurement de flysch au contact du dogger, la direction et le plongement des deux terrains ne sont pas les mêmes. Puis au Pont de Broc, le flysch, grès et poudingues foncés, forme une bordure le long d'un affleurement de calcaire gréseux à *Zoophycos*, il se voit encore à Morlon. L'impression qu'on a en voyant cette masse irrégulière de dogger et d'oxfordien avec ces petits restes de malm, c'est que le flysch qui perce dans le milieu et qui l'entoure à l'Est *continue au-dessous*, que c'est la surface d'un de ces plis intercalés dans le flysch et

dont le recouvrement aurait été éenlevé ? On en acquiert presque la certitude en examinant le profil de la Bataille sous Montsalvens.

Gilliéron a consacré à la géologie de Montsalvens un volume spécial (loc. cit.) et l'on comprend l'embarras dans lequel devait se trouver ce géologue en reconnaissant successivement les faits extraordinaires dont voici la description sommaire.

Le groupe de Montsalvens s'élève sur le prolongement E. des affleurements jurassiques du bois de Bouleyres. Il en est séparé par le cours de la Sarine et de la Jogne qui se réunissent en aval de Broc. De même que le long de la Sarine sous Broc, le flysch borde les couches jurassiques de Bouleyres, ce même flysch se retrouve le long du lit de la Jogne, dès la sortie de la gorge jusqu'à son embouchure dans la Sarine et on le revoit sous Villars-Beney. Il s'enfonce *sous* le massif de Montsalvens. Cette montagne s'élève, dès le niveau de la Sarine (673^m), à 1533^m au sommet du Biffé, pour disparaître, un peu plus à l'Est, *sous* le flysch de la Berra. Du côté du N.-W, elle offre un escarpement dominant Villars-Beney, tandis qu'au S.-E. la pente ondulée s'abaisse jusqu'à la Jogne qui a creusé une gorge profonde entre Charmey et le Moulin de Broc. Dès l'issue de cette gorge, jusqu'au sommet du Biffé, l'escarpement offre une succession de plis des plus remarquables dont Gilliéron a donné la disposition, reproduite dans le profil 4, pl. 9¹. Le profil 5 est orienté presque exac-

¹ Ce profil n'est pas la reproduction exacte de la fig. 1, pl. IV de Gilliéron; à part le procédé différent du dessin et la réduction de l'échelle, il a été complété d'après des observations nouvelles

tement N.-S. et offre une disposition analogue. Il croise du reste le premier profil au point désigné par « Rochers sur Botterens. »

Le point le plus intéressant est le Montsalvens même, dont la fig. 4, pl. 9 donne le profil exact tracé par Gilliéron. (Montsalvens, loc. cit. pl. V, f. 3.) On voit le flysch s'enfoncer sous l'oxfordien près de la gorge de la Jogne, mais ce que le profil ne mentionne pas, c'est que le flysch se retrouve au N.-W. sous Montsalvens au point 800^m, plongeant sous l'oxfordien; ce profil qui a été suivi en détail pendant les excursions, sera discuté plus tard. On dirait, d'après cela, un lambeau de jurassique et de néocomien plissé et faillé, superposé à un soubassement de flysch; primitivement ce devait être des plis intercalés dans le flysch de la zone du Niremont-Berra. En effet, si l'on reconstitue sur la carte l'ancienne continuité du flysch entre la Berra et le Niremont, tout le Montsalvens, dès le Biffé au pont de Broc et tout le bois de Bouleyres disparaîtraient sous la couverture du flysch. Seulement les bords extrêmes des plis anticlinaux du néocomien et du malm seraient peut-être encore visibles en perçant le flysch en longs affleurements, semblables à ceux qui existent encore maintenant sur la façade N.-W. du Niremont et des Pléiades. Lorsqu'on pense à la puissance du mouvement horizontal, qui a empâté les plis-lacets mésozoïques à l'intérieur du flysch, on s'explique aussi facilement les contacts extraordinaires qu'offrent les

faites sur place. Les replis de ce profil se voient du reste distinctement sur la surface de l'abrupte entre les moulins de Broc et Villars-Beney, lorsqu'on se trouve sur un point entre Morlon et Riaz.

profils du Montsalvens : la présence du flysch entre le malm et l'oxfordien, recouvert par celui-ci dans la gorge de la Jogne (fig. 2 au N.-W.), puis le malm et l'oxfordien du château de Montsalvens, paraissant reposer sur le néocomien, etc. (pl. 9, fig. 6).

Stratigraphie de Montsalvens, d'après Gillieron.

FLYSCH : Schistes gris, brèches et blocs. Très puissant.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR ET MOYEN. Calcaire marneux, schisteux, d'un blanc sale. Echinides, Inocérames. 100^m.

NÉOCOMIEN. 1. Calcaire argileux noir. (Aptien ?) 20^m.

2. Calcaire oolithique blanchâtre. (Urgonien ?) 20^m.

3. Néocomien bleu marnes et calc. schisteux avec fossiles méditerranéens. 100^m.

4. Calcaire à *Bel. latus*. roche comme n° 3. 25^m.

5. Calc. à *Ostrea*, noir et dur, fossiles jurassiens. 5^m.

6. Couches du Berrias, roche comme 3 et 4. 20^m.

MALM. 1. Tithonique, calcaire noir. 40^m.

2. Calcaire en grumeaux, 10^m, zone à *Am. tenuilobatus* et *acanthicus*.

3. Calcaire schisteux, 15^m.

4. Calcaire concrétionné et noduleux, zone à *Am. transversarius*, 15^m.

5. Calcaire à ciment, 40^m.

DOGGER. Schistes à nodules, faune callovienne. Calcaire sableux représentant le bathonien et le bajocien, 120^m.

LIAS. N'existe pas, sauf en blocs ou klippes.

II. Chaînes calcaires des Préalpes

Cette région se poursuit sur toute la longueur des Préalpes. Dans la Gruyère on y distingue, de part et d'autre de la vallée de la Sarine, trois plis successifs assez réguliers, composés de trois anticlinaux, voûtes

plus ou moins aiguës, presque droites ou à peine déjetées, séparées de synclinaux comblés de néocomien et de crétacique rouge, rarement d'un peu de flysch, ils ne forment qu'exceptionnellement des dépressions. Dans la plupart des cas, ces plis synclinaux couronnent les arêtes entre de profondes vallées anticlinales érodées; celles-ci ne sont toutefois que des vallées latérales secondaires; les grandes vallées des Préalpes sont des vallées transversales coupant toute cette succession de plis, et c'est sur les parois de celles-ci qu'on peut observer les plus beaux profils naturels des chaînes préalpines.

Aux trois synclinaux devraient correspondre en réalité quatre anticlinaux, mais l'anticlinal qui succède au flysch de la zone Niremont-Berra-Gurnigel, est incomplet sur toute la longueur; sur ce flysch repose partout le trias, formé de dolomies accompagnées superficiellement de cornieules, et localement se montre du gypse. Ce contact anormal, entre le flysch de la première zone et les chaînes calcaires intérieures des Préalpes, est absolument constant dans toute la longueur de cette région alpine, dès le lac de Thoune jusqu'à la vallée de l'Arve près Bonneville. On a expliqué jusqu'ici ce contact anormal par une faille à rejet vertical, sans remarquer que *partout le trias paraît reposer sur le flysch*¹. Je suis arrivé à la certitude que cette ligne de contact anormal n'est pas une faille, mais bien la trace d'un *chevauchement*, d'un véritable *recouvrement*, par lequel les chaînes intérieures des Préalpes sont venues s'asseoir *sur* la zone de flysch bordant les Alpes, en

¹ E. Favre et H. Schardt, loc. cit., pl. XVI, XVII et XVIII.

refoulant et en plissant ce dernier terrain de la manière la plus énergique.

Essayons de motiver cette manière de voir par des constatations faites sur d'autres points des Préalpes. En effet, les plissements en lacets des terrains mésozoïques au milieu du flysch de Niremont et des Pléiades, ne peuvent s'expliquer que par un mouvement analogue à celui qui détache et plisse un lambeau de peau ; le flysch lui-même a été poussé par-dessus la mollasse en bien des endroits. Au bord du lac de Thoune, le trias du Wirthneren se termine près de Spiez, sur le prolongement du 3^{me} anticlinal des Préalpes. La montagne liasique et triasique du Môle est placée au bord de la vallée de l'Arve, près Bonneville, sur un soubassement de flysch et de mollasse, comme le Mont Cubli, composé de lias et de trias, surmonte, près de Montreux, une zone de flysch et de néocomien renversée par-dessus la mollasse, et dans laquelle zone nous reconnaissons tous les éléments de la chaîne des Pléiades. En définissant ainsi cette ligne de contact anormal, nous arrivons, on le voit, à expliquer à la fois les plissements si étranges dans la zone de flysch extérieure des Alpes et la grande longueur de ce contact extraordinaire. Il se continue, en effet, sur non moins de 420 kilomètres, dès le lac de Thoune jusqu'à la vallée de l'Arve ; la profonde vallée du Rhône et du lac Léman n'y apporte aucune interruption ; elle offre, au contraire, les preuves les plus évidentes de cet accident tectonique, puisque nous y voyons la mollasse, puis le flysch et le néocomien des Pléiades, s'infléchir dès le bord des Alpes vers le S.-E. et se terminer seulement à Montreux, où affleure encore le flysch à 2 kilomètres en

arrière du Mont Cubli ! La mollasse rouge de Bouveret-Saint-Gingolph n'est peut-être pas un lambeau formé dans un fiord, mais sa présence et celle du flysch qui l'accompagne, s'expliqueraient bien plus facilement par une percée de la nappe miocène et de l'éocène de la première zone, sous la couverture des chaînes chevauchées du Grammont. Ce serait là un argument permettant de donner comme mesure du rejet de ce recouvrement un minimum de 10 kilomètres (distance du Bouveret au bord des Alpes), sans compter le refoulement des plis du flysch qu'on peut estimer à 5 kilomètres au moins, à quoi s'ajouterait encore le renversement du flysch lui-même sur la mollasse, qui ne peut guère être inférieur à 8 kilomètres, à en juger par la position de la mollasse à Bonneville, sous le massif du Môle, et sous le flysch de Montreux et du Bouveret.

Toute la région des chaînes de plissement des Préalpes se présente donc *comme une immense écaille de recouvrement* (Schuppe) longue de 120 kilomètres et accusant un rejet visible de 10-15 kilomètres, sans compter le refoulement du flysch et celui des chaînes recouvrantes elles-mêmes !

Qu'une seule démonstration suffise : Il est avéré que les rochers de Meillerie correspondent exactement aux chaînons du groupe du mont Cubli et du Moléson de l'autre côté du lac Léman, tout comme le synclinal de Mémise, est le prolongement de celui des Rochers de Naye. Or, en reconstituant sur la carte l'ancienne continuité des plis, en remplaçant par la pensée ce que l'érosion a fait disparaître en creusant la vallée du Rhône et du Léman, on verra que le flysch des Pléiades près Tercier, la mollasse de Clarens et du Basset,

jusque dans le voisinage de Vevey, seraient recouverts par cette nappe de terrains triasiques, jurassiques et crétaciques !

Le glissement de cette écaïlle a dû être facilité par la présence du gypse triasique qui se trouve presque constamment sur la ligne du contact, entre le flysch et les dolomies triasiques. Le gypse est, en effet, un terrain extrêmement plastique, il a sans doute joué le rôle de « graisse » entre le terrain fixe et la nappe de recouvrement ; car aucun terrain plus ancien que ce gypse n'a pris part au mouvement.

J'ai tenu à donner ici cette démonstration, pour caractériser l'étrange superposition des chaînes calcaires des Préalpes à la zone de flysch bordant les Alpes.

Retournons à la Gruyère après cette digression : Nous constaterons, en remontant, soit la vallée de la Sarine, soit celle de la Jogne, que les trois plis successifs des Préalpes forment, dans le relief, seulement deux chaînes distinctes.

La première chaîne, nommée par M. Gilliéron *chaîne du Ganterist*, se poursuit du lac de Thoune au Léman et porte les sommités du Ganterist, 2177^m, et de l'Ochsen, 2190^m, dans la partie orientale ; dans la Gruyère, elle forme la *Dent de Broc*, 1829^m, et la *Dent de Bourg*, 1970^m ; à l'ouest de la vallée de la Sarine s'élève le *Moléson*, 2004^m, et l'arête des Verreaux, 1900-2000^m.

Entre la Jogne et la Sarine, cette première chaîne comprend deux plis synclinaux, séparés par un anticlinal rompu, dont les deux flancs de malm, presque isoclinaux, forment le *Dent de Broc* et la *Dent du Cha-*

mois, 1893^m. Le synclinal du N.-W. se confond avec le flanc N.-W. de la Dent de Broc, mais le malm du synclinal S.-E. se dresse encore fièrement dans la Dent de Bourgos, 1912^m, qui domine la vallée de Motélon. La vallée de la Sarine, la cluse de Motélon et celle de la Jogne offrent de beaux profils naturels de ces plis (fig. 2 et 3, pl. 9).

La vallée de Motélon sépare le groupe des Dents de Broc et Bourgos de la 2^{me} chaîne, celle du Stockhorn qui porte dans notre région le nom de *Chaîne du Vanil-Noir* ou du *Mont-Cray*. Elle renferme, outre le *Stockhorn*, 2193^m, le *Kaisereck*, 2196^m, la *Hochmatt*, 2158^m, la *Dent de Brenlaire*, 2358^m, le *Vanil-Noir*, 2386^m, le *Mont-Cray*, 2071^m, et, entre la Sarine et l'Hongrin, le massif de *Corjon*, 1969^m. Son prolongement entre l'Hongrin et la vallée du Rhône sont les deux chaînons de Naye, 2044^m, et d'Aveneyre, 1920^m. Cette chaîne présente presque dans toute la longueur un pli synclinal dans le voisinage de la ligne culminante. Les deux anticlinaux qui bordent ce synclinal sont ordinairement rompus et c'est l'un ou l'autre des deux flancs du synclinal qui forme les dentelures de l'arête. Les profils 1, 3, 4, 5, partie N.-W., pl. 11, montrent la structure de cette chaîne, entre la Hochmatt et le Vanil-Noir (Pointe de Paray, 2376^m), les profils 6, 7 et 8 de la pl. 12 font ressortir la modification que subit cette région dès la vallée de la Sarine à la vallée du Rhône, particulièrement la division de la chaîne en deux arêtes (Aveneyre-Malatraire et Naye), le développement du second pli de la chaîne du Ganterist en une vallée synclinale (Montbovon-Allière), puis le bouleversement complet au bord de la vallée du Léman

entre Sonchaux (Naye) et le mont Cubly. Tandis que les Dents de *Hautaudon* et de *Jaman* se placent exactement sur l'alignement du synclinal de Montbovon-Allière, il n'y a plus possibilité de reconnaître, dans la partie bordant la vallée du Léman, les éléments de la chaîne du Ganterist; cette zone large de 40 kilomètres entre le Moléson et le pied du Vanil-Noir, et de 5 kilomètres entre le Mont-Molard et Hautaudon, se trouve réduite au Rocher de Glion-Cau à 1 1/2 kilomètre. Le soubassement de ce rocher correspond au Moléson auquel il se lie directement par le mont Cubly, tandis que le sommet de Cau se lie aux Verreaux! J'essaierai d'élucider cette question dans un travail spécial encore inachevé.

Stratigraphie des chaînes calcaires.

FLYSCH. Peu représenté dans l'intérieur des synclinaux; marnes schisteuses, grès fins.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR ET MOYEN. Calcaire rouge et grisâtre, marnes schisteuses de même couleur, 40 — 50^m.

NÉOCOMIEN. *Calcaire gris clair* en bancs minces avec taches noires quelques bancs de marnes noires. Pyrites, peu des fossiles. 100-150^m dans la chaîne du Ganterist. 50-100^m dans celle du Vanil-Noir.

MALM. *Tithonique*, calcaire gris compact avec faune du calcaire à *Am. acanthicus*. 150-200^m dans la chaîne du Ganterist. 150-100^m dans celle du Vanil-Noir.

2 *Calcaire grumeleux* et noduleux (Oxfordien). Ch. du Ganterist 90^m. Ch. du Vanil Noir, 10-15^m.

DOGGER. 1. Calcaire et marne à fossiles *calloviens*. 20-30^m.

2. *Bathonien*. Calcaire et marne foncés à *Zoophycos*, *Am. tripartitus* et *Parkinsoni*, 150-200^m.

3. *Bajocien*. Calcaire comme 2 avec *Zoophycos*, *Stephanoc. Humphriesi*, 200-300^m.

4. *Opalinien*. Marnes schisteuses à *Am. Opalinus*, 100^m.

LIAS. 1. *Toarcién*. Schistes argileux à *Bélemnites*.

2. *Lias moyen*. Localement calcaire spathique à *Echinodermes*, faune du cymbien. *Æg. raricostatus*, 100^m.

3. *Sinemurien*. Calcaire siliceux cristallin et grenu, 200-300^m.
 4. *Hettangien*. Calcaire compact, 60^m.
 5. *Rhétien*. Calcaires et lumachelles à *Av. contorta*, 70-80^m.
- TRIAS. 1. *Dolomies* et marnes vertes et rouges. Localement cornéule 100-200^m.
2. *Gypse*. Épaisseur inconnue.

III. Zone du flysch de la Mocausa et du Hundsrück et chaîne des Gastlose.

Tandis que dans les trois synclinaux des chaînes précédentes, le flysch manque presque entièrement, ce terrain borde de part et d'autre la *Chaîne des Gastlose*. Les marnes, schistes et grès de cette formation détritique sont accompagnés dans cette région de bancs de poudingue, le *poudingue de la Mocausa* qui se montre des deux côtés des Gastlose. Sur le versant S.-E., le flysch est beaucoup plus épais qu'au N.-W. et forme les sommets du *Hundsrück*, 2049^m, et du Rodomont. 1905^m.

La chaîne des Gastlose appartient à un type spécial, autant pour sa structure que pour ses terrains.

Elle commence à la Simmenfluh et se poursuit sans interruption jusqu'à la vallée du Rhône, pour se retrouver avec des allures un peu différentes au delà de cette vallée, dans le Chablais.

Dès la Simmenfluh jusqu'à Château-d'OEx elle est caractérisée par un chevauchement, qui fait paraître cette chaîne sous forme d'une arête simple de malm surmontant du dogger, qui paraît reposer parfois en concordance sur le flysch. Le malm est parfois vertical et s'élève alors comme une muraille au milieu du paysage verdoyant du flysch; c'est le cas des Gastlose, entre la Jogne et la Roche de la Raye, arête étrangement dentelée

comme une scie et dont les pointes sont pour la plupart des pics inaccessibles. A la suite des pointes proprement dites des *Gastlose* (les Inhospitaliers), on y trouve la *Wandfluh*, 2136^m, la *Dent du Ruth*, 2239^m, la *Dent du Savigny*, 2258^m, les *Trois Pucelles* et la *Corne-Aubert*. Le chevauchement qui a fait dresser cette paroi dentelée doit être une rupture anticlinale, suivant laquelle le flanc S.-E. de la voûte, dogger et malm suivi de crétacique rouge, a glissé vers le N.-W., en pénétrant dans le flysch qui recouvrait le tout; c'est l'enlèvement de ce terrain par l'érosion qui a dégarni et laissé subsister ces bancs jurassiques en position presque verticale (voir les profils 1 et 2, pl. 11). Au N.-E. de la vallée de la Jogne, il paraît même y avoir deux écailles superposées, car au *Bäderberg* sur Boltigen, on constate deux séries de dogger, de malm et de crétacique.

Le *Rocher de la Raye*, 2087^m, entre la *Corne-Aubert* et la cluse des Siernes-Piquats, présente une anomalie frappante (pl. 11, fig. 3). Sous l'arête chevauchée de la *Corne-Aubert*, se montre une voûte de crétacique rouge, celle-ci s'élargit de plus en plus en laissant percer d'abord du malm, puis sous le sommet du *Rocher de la Raye* enfin du dogger, sans que l'arête chevauchée paraisse interrompue, sauf sur un point. Cette modification ressort des fig. 1 à 4, pl. 10. Dès le sommet du *Rocher de la Raye* une transformation inverse se produit, la voûte supportant l'arête chevauchée s'efface et celle-ci subsiste finalement seule, ainsi que le montre la fig. 6, pl. 10, comparée à fig. 5. — Il faut conclure de cela que momentanément, le chevauchement, au lieu de suivre le faite de la voûte s'est produit sur le flanc S.-E. de celle-ci — le chevauchement anticlinal s'est transformé en un chevauchement

chement isoclinal du flanc S.-E., — la voûte s'est surélevée un peu, elle a été déjetée au N.-W., ce qui a produit un léger *chevauchement latéral* du flanc N.-W. (fig. 6, pl. 12). A partir du Rocher de la Raye, aux Erpilles, le chevauchement anticlinal reprend, mais l'arête est moins redressée. Elle reste inclinée de 45° au S.-E. A son pied, on voit sous le dogger, sur une certaine longueur beaucoup de roches bréchiformes (dogger ou brèche de dislocation); plus loin, au-dessus des Siernes-Piquats, le dogger ou le malm repose directement en discordance sur le flysch presque vertical (profil 3, pl. 11).

Le massif de *Laitmaire*, 1687^m, entre la gorge des Siernes-Piquats et la vallée de Château-d'Oex, est un tronçon isolé de la chaîne des Gastlose, on y voit mieux que partout la superposition du malm presque horizontal au-dessus du flysch redressé (profil 5, pl. 11); mais ce qui est encore plus précieux, sous le dogger à *Mytilus* du gisement de la Grand-Combe (profil 6, pl. 11), on retrouve un banc de malm, renversé cette fois, qui continue jusque vers les Pâquier-Simond où se montre une petite arête de crétacique rouge, également renversée et plongeant sous le malm; c'est, me semble-t-il, l'attestation la plus positive du chevauchement anticlinal que je suppose exister dans cette arête étrange. Le rejet de cette dislocation peut-être évalué en moyenne à environ 2 kilomètres, autant pour le chevauchement anticlinal que pour le chevauchement isoclinal du Rocher de la Raye; cette évaluation est plutôt un minimum.

Dès la vallée de Château-d'Ex, le chevauchement anticlinal disparaît. Sur le prolongement de l'arête de la Laitmaire se placent les rochers de la Braye et de Videcombaz, dans lesquels nous découvrons deux

voûtes de crétacique rouge, dont l'une, l'occidentale, très régulière, renferme un noyau de malm (Videcombaz). La seconde qui en est séparée par un coincement de flysch, est très aiguë et entièrement du crétacique rouge (profil 6, pl. 12). Enfin au delà de la gorge de la Tourneresse aux *Monts Chevreuils* (profil 7, pl. 12), la même voûte régulière de malm est entamée par le cours de l'Hongrin, mais le crétacique rouge qui la recouvre est replié en zigzag; il offre au milieu du flysch une série de 5 pointements qui se placent sur le prolongement du pli crétacique au S.-E. de Videcombaz. On dirait que le crétacique a été décollé comme une peau de la surface du malm et s'est plissé sous l'action d'une poussée venant du S.-E.¹.

Dans la vallée de Château-d'Œx, on voit des pointements analogues de crétacique et de néocomien, au milieu du flysch (profil 6, pl. 12), alors que cet accident manque sur le plateau de la Braye correspondant aux Tésailles. Cette circonstance me conduit à penser que peut-être dans la vallée de Château-d'Œx, un *chevauchement synclinal*, au pied de la voûte de Videcombaz, a produit un glissement qui aurait plissé les couches crétaciques et le flysch, comme le présente le profil 6, pl. 12?

Au S.-W. de l'Hongrin la voûte s'enfonce de nouveau sous le flysch, puis elle en ressort, comme le fond d'un bateau renversé, en se déjetant bientôt au N.-W. L'enveloppe crétacique se rompt d'abord, puis le malm, qui constitue les lambeaux presque isolés des *Tours*

¹ Due peut-être au chevauchement d'un banc de malm visible près des Siernes-Raynaud, en dehors du profil.

de Mayen et d'Aï (2331^m) (pl. 12, profil 8). Or, dans le synclinal de flysch, entre les Tours d'Aï et l'arête de Malatrait-Aveneyre, se montrent de nouveau des pointements de crétacique et de néocomien rappelant ceux de la vallée de Château-d'Œx. Il y aurait donc lieu d'admettre encore ici, un chevauchement synclinal, supposition que j'exprime théoriquement dans le profil 8 (?) Cette hypothèse, si elle peut jamais être vérifiée permettrait de dire que la chaîne des Gastlose, porte dans toute sa longueur l'empreinte d'un mouvement horizontal énergique, ayant agi surtout sur le malm et le dogger et d'où sont résultés des chevauchements divers, soit anticlinaux (Gastlose-Laitmaire), soit isoclinaux (Rocher de la Raye, Les Tesailles), soit synclinaux (supposé dans la vallée de Château-d'Œx et au N.-W. des Tours d'Aï ?)

Stratigraphie de la chaîne des Gastlose.

- FLYSCH.** Marnes grès et poudingues; grande épaisseur de part et d'autre de la chaîne calcaire.
- CRÉTACIQUE.** Triple assise de calcaires et marnes rouges et grises, représentant probablement tout le système crétacique, 150^m.
- MALM.** Massif de calcaire gris ou noir fétide, localement *faune coralligène*, 200-250^m¹.
- DOGGER.** Couches à *Mytilus*, épaisseur 70-80^m, formées de :
1. Niveau supérieur à *Modiola imbricata*.
 2. Niveau à myes (*Ceromya exentrica*, *Pholadomya texta*, *Mytilus laitmairensis*, etc.).
 3. Niveau à *Modiola* et *Hemicideris alpina*.
 4. Niveau à fossiles triturés, à *polypiers*, avec couches de charbon.

¹ Ce niveau existe au Rubli, mais manque dans la chaîne des Gastlose.

5. Niveau à terrain de charriage avec charbon.

Cette dernière couche repose soit sur le *lias supérieur*, sur le *lias inférieur*, ou sur le *trias* (calcaire et brèches dolomitiques avec gypse et cornieule).

Aux tours d'Al le dogger est privé de la faune à *Mytilus* et surmonte une série normale de *toarcien*, *sinémurien*, *hettangien*, *rhétien* et *trias*, comme dans la chaîne du Vanil-Noir.

IV. *Zone du flysch du Niesen et Région des Klippes.*

Cette région étant entièrement en dehors du champ des excursions, je dois forcément être très court, mais je ne puis, si mon aperçu doit être complet, la passer entièrement sous silence. Peu de mots suffiront pour en donner la caractéristique, d'autant plus que les profils joints à cette note s'arrêtent au S.-E. de la chaîne des Gastlose.

Elle se montre immédiatement au S.-E. de cette dernière chaîne, toutefois, le flysch du Hundsrück, malgré sa grande ressemblance avec celui du Niesen, reste constamment séparé de ce dernier par une bande de crétacique rouge auquel succède un massif de brèche calcaire qui forme l'arête du Schaueneegg sur Zweisimmen et celle du Vanel près Rougemont, jusqu'à Cananéen au pied du Rubli. J'avais réuni cette brèche, d'accord avec M. Gilliéron, à l'éocène, tandis que M. Ischer en avait fait un facies particulier du malm. Après avoir étudié la chose à nouveau et visité les points où M. Ischer indique avoir trouvé des fossiles, je conviens que l'interprétation de ce terrain comme eocène doit être mise en doute et je suis même tenté

de donner entièrement raison à M. Ischer, tout en faisant mes réserves pour ce qui concerne l'explication de la structure bréchiforme et l'âge qu'il convient d'attribuer à ce terrain dans la série jurassique. D'un autre côté, il y a des brèches absolument semblables qui sont *certainement éocènes*, et j'en ai constaté qui sont des *brèches de dislocation*, ce qui est prouvé par le passage de la brèche au calcaire compact !

Au sud-est de cette zone de brèche viennent les *klippes* remarquables du *Rubli*, de la *Gummfluh*, du *Niederhorn*, des *Spielgärten*, du *Thurnen*, etc., avec malm et dogger semblables à ceux des Gastlose, mais j'y ai trouvé aussi des terrains plus anciens, du sinémurien et même de l'hettangien et je ne doute pas que le rhétien y puisse être découvert par la suite. Certain massif de calcaire qui forme le Rocher-plat et la base sud du Rubli, et que j'avais rangé, après bien des hésitations, dans le malm, me paraît plutôt pouvoir s'interpréter comme calcaire dolomitique appartenant au trias ; j'envisage de même le pied S. de la Gummfluh. Au contact de tout cela se montre çà et là du crétacique rouge, de la brèche et du grès calcaire, puis du vrai flysch à fucoïdes, de la cornieule et du gypse. Tout fait supposer des dislocations étranges qui méritent d'être étudiées à nouveau, surtout au point de vue de leur évolution. Les études que j'ai commencées sur ce sujet me font envisager cette région tout autrement qu'auparavant. Les affleurements de gypse, de dolomie et de cornieule, qui sont, sur tant de points, en connexion si intime avec le flysch, me paraissent, en réalité, être plus anciens que ce dernier. Je crois que je parviendrai à expliquer tous ces affleu-

rements de gypse et de dolomie comme appartenant au trias, tout en entrevoyant bien des difficultés d'appliquer cette thèse sur tous les points. C'est ce que je me propose de faire dans une étude critique et impartiale en préparation ¹.

La région des klippes occupe, sur le bord occidental du bassin de flysch du Niesen, une aire ayant les contours d'un fuseau, allant dès le Burgfluh près Wimmis jusqu'au Col des Mosses, sur une longueur de 45 kilomètres; elle a, dans sa plus grande largeur, près de 10 kilomètres; aux deux extrémités elle finit par n'avoir qu'un kilomètre. C'est certes une des régions dont l'étude détaillée conduira à des résultats remarquables sur l'évolution orotectonique des Préalpes.

Les terrains jurassiques et crétaciques qui la composent, ressemblent beaucoup à ceux de la chaîne des Gastlose, sauf le dogger à *Mytilus*, qui n'existe pas partout.

Au sud-est de cette région de klippes, vient la *grande zone du flysch du Niesen* qui a plus de 10 kilomètres de largeur et dont les divers chaînons, irrégulièrement découpés dans les bancs de brèche polygénique, de grès grossiers ou fins et de masses plus ou moins schisteuses, s'étagent à des altitudes dépassant celle des chaînes calcaires (2500^m et plus). L'intérieur de cette immense masse de terrains détritiques a subi des dislocations nombreuses; elles sont attestées par des contournements étranges à la Männliflüh, par l'intercalation de couches liasiques et de dogger *au milieu du flysch de Chaussy*, explicable seulement

¹ Voir le profil théorique des Préalpes. fig. 1, pl. 14.

par un recouvrement, correspondant à un mouvement horizontal d'au moins 5 kilomètres, et dont la nappe jurassique du Chamossaire n'est qu'une partie isolée par l'érosion et démantelée de la couverture de flysch. Enfin, les nombreuses apparitions de gypse dans des situations étranges, où il est presque impossible de le séparer du flysch, font de cette région une énigme difficile à débrouiller.

Mais la ligne de contact avec le pied des Hautes-Alpes est encore plus étrange. Là se montre une nouvelle zone de klippes, surtout de dogger et de lias, avec de nombreux affleurements de cornieule et de gypse. Elle commence près de Frutigen et va jusqu'à Bex, comprenant encore le Chamossaire déjà mentionné. Après avoir pesé le pour et le contre et en me basant sur des arguments tirés de la tectonique de cette région, je puis me déclarer d'accord, que, dans cette région encore, les gypses et les roches dolomitiques doivent plutôt appartenir au trias qu'à l'éocène. Mais ce n'est pas tout, il faut pouvoir expliquer les positions extraordinaires qui font paraître le gypse sur plus d'un point absolument indissoluble d'avec la formation du flysch ; tout ne peut pas s'expliquer par la transgressivité de ce dernier, il en revient une large part à l'action mécanique des dislocations !

Le contact anormal avec les plis de la chaîne des *Hautes-Alpes calcaires* est une seconde énigme. En somme, ces plis paraissent comme renversés par-dessus les klippes et le flysch du Niesen, et s'il y a une faille, ce n'est pas à la surface dans les terrains sédimentaires qu'il faut la chercher, mais dans la profondeur, soit dans les terrains cristallins ; c'est par-dessus le gradin de

cette faille que les plis des Hautes-Alpes sont venus s'entasser sous forme de lacets couchés, comme si la nappe sédimentaire mésozoïque se fût décollée du soubassement plus ancien. Qu'un seul exemple nous suffise : Les plis couchés des Dents de Morcles correspondent à un mouvement horizontal *d'au moins* 10 kilomètres, tandis que les terrains carbonifères qu'ils recouvrent n'accusent qu'à peine 2 ou 3 kilomètres de refoulement !

Des dispositions analogues à celles que nous venons de reconnaître dans les Préalpes fribourgeoises et vaudaises se retrouvent dans les Préalpes du Chablais. Les mêmes zones de flysch, de chaînes calcaires et de klippen avec des contacts extraordinaires, s'y rencontrent ; ces deux régions ne forment, d'ailleurs, qu'une seule masse que la profonde érosion du Rhône a séparée en deux.

Le profil théorique, fig. 1, pl. 14, est construit d'après mes nouvelles interprétations de la tectonique des Préalpes. Il représente, sur la même ligne de profils, les éléments les plus caractéristiques appartenant aux diverses zones qu'on distingue dans cette région.

SECONDE PARTIE

RÉCIT DE L'EXCURSION DANS LES PRÉALPES

(Voir le programme, p. 451).

PARTICIPANTS : MM. E. RENEVIER, professeur de Lausanne; F. Mühlberg, prof. d'Aarau; M. et M^{me} BIOCHE, de Paris; BURKHARDT, étudiant de Bâle; L. DUPARC, prof. de Genève; Em. CHAIX, prof., de Genève; C. SARASIN, étudiant, de Genève; R. HERMANN, étudiant de Fribourg en Brisgau; E.-C. QUEREAU, étud. de Fribourg, en Br.; D^r K. LENT, assistant au lab. de géol. de l'univ. de Fribourg en Br.; D^r Adr. GUÉBHARD, de Nice; R. ZELLER, étud. de Berne; BINDY, curé de Vermes; L. ROLLIER, de Bienne; M. LUGEON, étud. de Lausanne; D^r H. SCHARDT, prof. de Montreux.

Malgré les menaces sérieuses de pluie, le signal bien connu de M. Renevier parvint à réunir une quinzaine de participants, qui partirent de Fribourg le 24 août, à 2 heures, pour arriver le même jour encore à Bulle. Il fallut quelque peine pour s'arracher au banquet de ce jour, qui terminait la 74^{me} session de la Société helvétique des sciences naturelles, pour prendre congé de nos aimables hôtes de Fribourg, et aller affronter un temps des plus inclément.

1^{re} journée. — Vendredi 21 août.

PROGRAMME. Départ en voiture de Fribourg via Marly, La Roche à Bulle.

Région morainique et mollassique. Poudingue d'âge helvétique. — Gisements fossilifères de mollasse marine de Bürgerwald.

Le passage sur les deux ponts suspendus permet à chacun d'admirer les superbes érosions de la Sarine, dont la gorge est creusée dans d'épais bancs de mollasse grise de l'époque helvétique. Les escarpements de ces assises peuvent avoir 40 à 50 mètres, leur sommet est couvert d'épais amas de graviers, exploités sur la rive droite de la Sarine, près du grand pont suspendu. Ces graviers offrent une stratification torrentielle très irrégulière et sont interrompus par des lentilles de sable; à la surface existe un dépôt de limon rappelant le loess, mais privé des coquilles caractérisant ce terrain. On trouve parmi ces graviers des galets du Valais, mais la grande majorité sont du flysch et du calcaire des Préalpes voisines. Quelques-uns sont franchement striés, attestant le transport par les glaciers. C'est donc une moraine de fond, un dépôt en partie fluvio-glaciaire. Il n'est pas possible de s'arrêter à cette localité, le temps presse et la pluie menace; mais plusieurs membres l'ont visitée deux jours auparavant, de même qu'un second point entre Bourguillon et Breitfeld, d'où l'on domine le lit de la Sarine. Ici, le dépôt est franchement fluvial, car les galets striés manquent, mais le mélange des roches est le même. Il y a néanmoins lieu d'admettre un dépôt fluvio-glaciaire. Près de Marly, encore, des dépôts analogues sont à découvert et exploités.

A partir de Marly, on s'approche davantage du pied

des Préalpes ; mais on chemine toujours sur la mollasse marine, recouverte, en partie, de moraines.

Au delà de Praroman s'élève une série de collines, formées pour la plupart de mollasse marine assez disloquée, plongeant au S.-E., tandis que jusqu'alors ces bancs étaient presque horizontaux. C'est qu'on vient de dépasser l'axe anticlinal de la mollasse. A Montévraz se montre la première colline ; une seconde, recouverte par l'épaisse *forêt du Combert*, renferme des gisements fossilifères très riches en grandes *Huîtres*, *Pecten*, *Panopées* et plusieurs espèces de *Tapes*. M. de Gottreau, inspecteur des forêts du canton de Fribourg, s'est aimablement offert à conduire les géologues à deux de ces gisements, et nous quittons les voitures pour nous faufiler par une pluie battante à travers bois. Hélas, il fallut un courage vraiment géologique pour faire cette tournée ; heureusement, les gardes-forêts avaient découvert les affleurements et chacun put au moins ramasser quelques fossiles.

C'est avec regret que nous renonçons à visiter le gisement du *Bürgerwald*, situé à 50 minutes du bois de Combert, près Montévraz-dessus, au pied du Cousinbert. Ce gisement qu'on dit plus riche encore, est dans une situation assez étrange ; au N. et à l'E. de Montévraz affleure du poudingue, intercalé peut-être à la mollasse marine ; au-dessus de celle-ci, les profils et la carte de Gilliéron indiquent de la mollasse aquitaine plongeant sous le flysch du Cousinbert. Enfin, tout près de là, on a exploité du gypse. — Mais la pluie continue à tomber par torrents ; après avoir accepté une collation offerte gracieusement par l'administration des forêts du canton de Fribourg, nous quit-

tons notre excellent guide, M. de Gottreau, et, sans redescendre de voiture, nous continuons par La Roche, Corbière, Riaz jusqu'à Bulle où nous arrivons à la nuit tombante, ayant passé au pied de cette bordure de collines mollassiques dont les couches s'enfoncent sous le flysch de la Berra. Une lueur d'espoir nous reste encore pour le lendemain.

2^{me} journée. — Samedi 22 août.

PROGRAMME. Départ matinal de Bulle, en char jusqu'à Broc ou Charmey. Dogger fossilifère; contact anormal avec flysch.

Route de Montsalvens jusqu'à Charmey, 889^m. Replis répétés de malm et néocomien.

De Charmey par la Cluse de la Tzintre et la gorge du Rio du Mont. — Replis répétés: ossature jurassique, anticlinaux liasiques, synclinaux crétaciques. — Le long des gorges du Rio, série complète du néocomien au Trias, et inversement.

Le temps n'étant guère meilleur, quelques désertions se produisent. Mais nous partons à 6 heures et malgré la pluie qui se remet à tomber, nous pouvons visiter le gisement de dogger (⊥ S.-E.) du pont de la Trème et le contact avec un lambeau de flysch (⊥ S, 35°). Au second pont, vers le bois de Bouleyres, se voit, au bord de la Trème, le dogger avec nombreux *Zoophycos scoparius* et quelques *Belemnites*. Bancs inclinés au S.-W. 40°. Sur la route qui traverse le bois de Bouleyres, nous remarquons de nombreux affleurements de schistes marneux calloviens et oxfordiens, enfin au pont de Broc se voit une exploitation de grès du flysch dans un rocher qui borde la Sarine et dont le prolongement s'aperçoit distinctement sur la rive opposée; plongement E. S.-E. 55 à 60°. C'est un

grès grossier, gris foncé ou brun, passant à un poudingue bréchiforme. En suivant cet affleurement le long de la Sarine, on arriverait à un affleurement de dogger à *Zoophycos* et *Steph. Humphriesi* ; mais ce gisement ne peut être visité, vu le temps qui presse ; quelques beaux échantillons de *Zoophycos*, déposés à l'auberge de Broc, sont mis à la disposition des excursionnistes.

Le village de Broc est bâti sur un petit plateau qui va en s'abaissant de 40 à 45°, dès la sortie de la gorge de la Jogne vers la vallée. La Sarine et la Jogne y ont creusé leur lit, en créant de superbes berges d'érosion, visibles surtout en aval des moulins de Broc. Ce plateau est entièrement formé de graviers à stratification torrentielle. M. Renevier pense que ce dépôt pourrait bien être un ancien cône de déjection de la Jogne, plutôt qu'un dépôt erratique ou fluvio-glaciaire. C'est probablement un cône immergé, formé à une époque où la vallée de la Sarine était obstruée par un barrage ayant créé un lac. Plus tard la Jogne a érodé ce dépôt, après avoir approfondi sa gorge. Deux faits paraissent appuyer cette explication. L'existence de limons stratifiés près de la Trème entre Gruyère et Broc, et la composition de ce dépôt qui contient exclusivement des roches de la vallée de la Jogne, des grès du Hundsrück, du malm, du néocomien et du crétacique rouge, tous en galets roulés et non striés. M. Schardt observe que les grès et brèches de Chaussy qui caractérisent les dépôts de la Sarine y manquent entièrement ! Le sommet de cet ancien cône de déjection est actuellement à environ 40 mètres au-dessus du niveau de la Jogne, qui coule sur le flysch à sa sortie de la gorge. M. Gilliéron désigne ce terrain *quaternaire stratifié* (Montsalvens p. 187) et le

croît contemporain de la période glaciaire, résultant de l'action combinée de la Sarine, de la Jogne et du glacier du Rhône qui aurait momentanément barré la vallée. La composition de ce dépôt, sa surface régulière, ainsi que les refoulements très visibles qu'il a fait subir au cours de la Sarine, appuient plutôt l'autre manière de voir.

Le passage le plus intéressant de la journée a été la montée du pont des moulins de Broc, par la route de la *Bataille*, à Montsalvens. Nous trouvons au bas du talus, dans la tranchée de la route, le flysch, grès et marne schisteux avec fucoides, plongeant sous l'oxfordien, qui est schisteux dans le bas, puis alternativement noduleux et compact dans la partie supérieure. Le premier lacet de la route permet de constater des plissements, chevauchements et enchevêtrements dans les alternances schisteuses et calcaires de l'oxfordien inférieur (calcaire à ciment). Le second lacet de la route nous permet de suivre toute la série des calcaires concrétionnés et des calcaires en grumeaux du niveau à *Am. transversarius*, puis jusqu'au 2^{me} contour, on suit le malm, bancs réguliers de calcaire compact d'une épaisseur de 50 mètres environ; au 3^{me} contour nous trouvons le néocomien.

Ce malm montre des dislocations et des replis très curieux, prouvant l'intensité du mouvement horizontal, qui a bouleversé cette région jusque dans ses moindres détails (voir le croquis fig. 2, pl. 14).

Le petit plateau, où est bâti la grange de la *Bataille*, est formé de néocomien; ce dernier est calcaire dans sa partie inférieure, et passe ensuite à un facies schisteux

qui fait place, juste sous les ruines de Montsalvens, au calcaire grumeleux avec fossiles, auquel se superpose le malm calcaire compact avec plongement N. suivi de néocomien. Une discussion s'engage ici entre divers géologues pour savoir comment expliquer la présence de ce lambeau de malm au-dessus du néocomien ; les profils de Gilliéron donnent bien sa position, mais non ses relations avec les couches profondes (fig. 4, pl. 14). Sans qu'il soit possible de rien affirmer de certain, on tombe d'accord pour admettre la possibilité d'une petite faille, ayant amené à la surface ce lambeau de malm (voir le profil fig. 3, pl. 14, construit par M. Schardt en interprétant ce principe).

De la Bataille à Charmey, la route suit successivement des affleurements de néocomien et de dépôts morainiques. Non loin du Pont du Javroz, nous pouvons voir sur des calcaires plaquetés du néocomien, des *Ammonites* et des *Ancyloceras* complètement écrasés. Pendant une éclaircie, M. Schardt donne l'explication de la structure du massif de la Dent de Broc qui se présente droit en face, avec son pli synclinal déjeté (fig. 2, pl. 9).

Le village de Charmey est situé sur le point de contact du néocomien de Montsalvens avec le trias de la chaîne du Ganterist. Le développement considérable de l'erratique ne permet pas de voir ce contact ; mais ayant à peine quitté le néocomien au Pont du Javroz, nous reconnaissons déjà à l'entrée du village, le lias inférieur, calcaire cristallin siliceux gris, plongeant au S.-E., parallèlement au néocomien. Près de Valsainte, le flysch s'intercale entre le néocomien et le trias. D'après Gilliéron, il y aurait même deux séries du trias au dogger (voir profil 4, pl. 14).

Entre-temps, le ciel toujours menaçant s'est éclairci un peu. Après dîner nous tenons conseil pour savoir si nous rentrerons avec les voitures, ou si nous voulons courageusement brûler nos vaisseaux et continuer la campagne. La grande majorité est pour cette dernière alternative. Quelques rayons de soleil, à peine perceptibles, accompagnent notre départ.

La *cluse entre la Tzintre et Praz-Jean* (Rio du Mont), que nous traversons, coupe toute la chaîne de Ganterist. A la Tzintre nous constatons encore le calcaire siliceux du lias inférieur ; puis un ravin à notre gauche, trahissant le toarcien et le dogger, précède un grand escarpement de malm, d'où s'est détaché maint éboulement, ainsi que le prouve le seuil formé de gros blocs qui retient la Jogne au Moulin-Neuf. Le fond, entièrement plat en amont de ce seuil, trahit l'ancienne existence d'un lac de cluse. L'escarpement à droite (rive gauche) montre sur sa tranche un synclinal très net — il renferme un peu de néocomien — le prolongement de celui du versant N. de la Dent de Broc (pl. 9, fig. 2 et 3). Sur la rive opposée, les rochers des Vanels, ne permettent pas de voir ce pli aussi distinctement ; il y est fortement écrasé, le déjettement se renverse, en sorte que le synclinal passe sur le versant opposé (S.-E.) de l'arête que la cluse coupe très obliquement (pl. 14, fig. 4). La présence du néocomien y donne lieu à une corniche suivie par le sentier des Vanils et que le flanc renversé du malm surmonte verticalement.

Un peu en amont de ce point, la vallée entame une voûte : sur le flanc S.-E. celle-ci est entr'ouverte et laisse percer dans son milieu un noyau de lias inférieur, même calcaire siliceux qu'à la Tzintre ; mais de part et d'autre de ce lias, la place correspondante au dogger et au lias

supérieur, est fort inégale, ce qui motive la supposition d'un écrasement ou d'un glissement du côté N.-W de cette voûte, où il n'y a qu'un étroit ravin entre le noyau liasique et le malm, tandis qu'au S.-E. une combe très large indique un fort développement des terrains intermédiaires. La région correspondante à cette voûte sur le versant opposé a un aspect totalement différent. Le malm décrit une voûte régulière complètement fermée et atteint ensuite le niveau de la vallée près de la Chapelle du Roc, 880^m, où l'on voit des bancs verticaux de l'oxfordien et du malm (voir fig. 4. pl. 14). Ce fait indique que l'axe de la voûte subit un abaissement considérable du côté du N.-E.

A la Chapelle du Roc, on entre dans un large synclinal comblé de néocomien et de crétacique rouge et qui offre dans son milieu un petit anticlinal secondaire dans le néocomien. Au N.-E., ce synclinal s'élargit encore davantage et la voûte de malm précédemment constatée disparaît complètement sous le néocomien. Au S.-W. au contraire, ce synclinal se rétrécit et forme les trois pointes du Haut Crêt, 1651^m (fig. 3, pl. 9).

M. le curé Bindy et M. et M^{me} Bioche nous quittent ici, pour nous rejoindre à Château-d'OEx par la voie plus facile de la vallée de la Sarine.

C'est au milieu de ce synclinal que nous nous engageons dans le vallon transversal du Rio du Mont, qui continue, avec une direction un peu différente, le profil suivi jusqu'ici. Bientôt on sort du synclinal, par une gorge coupant le malm vertical et le dogger, puis, sans voir la moindre trace de lias, on trouve à 500^m du malm, près de Dom Hugon, le trias. Il y a donc là la même oblitération du lias que précédemment, plus manifeste encore

puisque le trias est en contact avec le dogger. Près du chalet de Dom Hugon affleure la cornieule, et de nombreux blocs de dolomie se trouvent dans les éboulis de la forêt.

Sous les Rouvènes-devant, se voit au bord du Rio un affleurement de rhétien, calcaire gris lumachellique à *Terebratula gregaria*, puis vient une épaisseur énorme de calcaire siliceux du lias inférieur, suivi du toarcien et du dogger avec plongement S.-E. 60°, occupant une longueur de plus de 2 kilomètres, avant qu'on touche au calcaire noduleux de l'oxfordien. Celui-ci est surmonté d'un escarpement de malm que le Rio franchit par une superbe cascade; au-dessus vient le néocomien avec ses calcaires gris en dalles plissées en zigzag, contenant quelques *Aptychus* et des *Ammonites*. Quelques pas encore et nous entrons, à 1400^m, dans un vallon élevé à fond plat comme une table, occupé peut-être jadis par un lac. Des pentes gazonnées l'entourent, et droit en face de nous s'élève l'arête dentelée des Gastlose (Dent de Savigny — Pucelles — Rocher de la Raye).

C'est le Gros-Mont, la Verdaz comme le nomment les pâtres vaudois. La nuit tombe, lorsqu'enfin nous prenons notre quartier au chalet du Jeu de Quilles, 1417^m (ainsi nommé à cause de la surface plane du fond du vallon). Nous voyons en passant du crétacique rouge et du flysch appliqués contre les pentes de la Dent de Brenlaire, puis au Jeu de Quilles même un pointement de crétacique au milieu de la vallée. La nuit était déjà noire, lorsque M. Lugeon nous rejoint au chalet du Beau-Mont où MM. Glasson et Decroux de Bulle ont bien voulu offrir l'hospitalité à MM. Renavier et Guébard; quant aux jeunes... un tas de foin, au Jeu de Quilles, les reçut bientôt tous dans son vaste matelas.

3^{me} Journée. *Dimanche 23 août.*

PROGRAMME. — Montée de la Verdaz au Pert-à-Bovay. Beau coup d'œil sur les aiguilles des Gastlose — Synclinal de Flysch avec klippes crétaciques; poudingue de la Mocausa.

Au Pert-à-Bovay, dogger à *Mytilus* (facies terrestre à *Zamites* avec houille) superposé par chevauchement au crétacique rouge et d'autre part surmonté de malm, de crétacique rouge et de flysch. Au rocher de la Raye passage du chevauchement anticlinal à un chevauchement isoclinal. Reprise du chevauchement anticlinal aux Erpilles; descente dans la vallée du Vert-Champ.

Visite aux gisements du Mont-Laitmaire, même dogger à *Mytilus*, malm horizontal sur le flysch. Descente à Château-d'OEx.

Le lendemain de bonne heure, le temps qui avait tourné à la pluie pendant la nuit, paraissait vouloir se remettre au beau. Bien reposée, toute la société gravissait le sentier qui conduit sur la pente S.-E. de la vallée, formée de flysch, au pied du Pert-à-Bovay. Sur la pente nous constatons deux bancs de poudingue calcaire intercalés dans le flysch; c'est le poudingue de la Mocausa, nommé ainsi par Studer d'après un autre nom de la Verdaz. Du haut des pâturages du Fétu, 1600 m., nous avons un aspect superbe sur la chaîne du Vanil-Noir et les Gastlose, à la fois. Nous voyons l'arête de Brenlaire aller rejoindre celle des Tours au Vanil-Noir, en entourant le haut vallon synclinal des Morteys. L'arête des Tours, dont l'intérieur est une voûte des plus régulières s'abaisse subitement et se perd sous la Verdaz — les seuls indices sont les klippes du Jeu de Quilles et du Beau-Mont. De ce même point de vue, M. Schardt donne un aperçu de la structure des Gastlose et du Rocher de la Raye, qui sont en face de nous.

En s'approchant du Pert-à-Bovay, étroite échancre dans l'arête des Gastlose, nous voyons déjà en dessous de la Corne-Aubert, au pied de l'escarpement, des pointements de couches rouges crétaciques. Le sentier du Pert passe sur un rocher, où ce terrain présente nettement l'aspect d'une voûte qui laisse percer le malm plus au S.-W. C'est au sommet de ce rocher que nous atteignons le contact entre le dogger à *Mytilus* et le crétacique; ce contact est marqué par un banc jaune. Les couches du dogger commencent par un grès ferrugineux, puis viennent plusieurs alternances de marne brune argileuse et de charbon terreux. Les marnes brunes sont remplies de débris de végétaux, tiges, feuilles, etc.; et ô bonheur! MM. Lugeon, Burkardt et Schardt parviennent à découvrir plusieurs empreintes fort délicates de *fougères*, précieux fossiles qui sont remis à M. Renevier pour le Musée de Lausanne. Les couches marines du dogger sont peu épaisses, mais ce qui est surtout frappant, c'est qu'à peine les a-t-on quittées, que se montre le crétacique rouge; le malm qui forme pourtant à gauche et à droite deux immenses murailles n'a que quelques mètres d'épaisseur! MM. Renevier et Schardt attribuent cet accident à une faille à rejet vertical et parallèle à l'arête, ainsi que le montre la figure 5, pl. 14, faite d'après un croquis pris sur place. C'est cet accident qui a sans doute donné lieu à cette échancre. Chacun a pu s'assurer de la vraisemblance de cette manière de voir, en montant sur le « revers » de l'arête, le long de la couverture de couches rouges; le malm n'est pas seulement faillé parallèlement à sa direction, mais des cassures transversales, divisant l'arête en tronçons, ont

fait pencher ceux-ci plus ou moins fortement d'un côté ou de l'autre; la fig. 5 *a*, pl. 14 représente, en plan, la disposition de ces tronçons fendus.

Au pied de la Tour du sommet, sans avoir quitté le crétacique, nous voyons la paroi de malm à notre droite s'arrêter subitement, les couches rouges traversent l'arête de part en part (fig. 3, pl. 10). Une discussion s'engage, pour savoir si le malm, qui paraît manquer sur ce point, est réellement resté enfoncé, comme le suppose le profil de M. Schardt (fig. 3, pl. 10), ou s'il a été enlevé. Car il est indubitable que l'arête de malm qui s'éteint (fig. 2) est la même que celle qui forme la Tour de la Raye (fig. 4). Dans le second cas, il reste assez certain que l'ouverture, par où le malm a percé, a été oblitérée ensuite, soit par des éboulis, soit peut-être par un glissement des couches rouges qui sont ici très inclinées. M. Schardt déclare qu'il se range tout aussi volontiers à cette dernière explication.

La présence des replis du crétacique rouge sous le dogger (fig. 3 et 4) est ensuite mise en discussion. M. Renvier y voudrait voir un indice du flanc moyen (Mittelschenkel) d'un pli en S, ce qui réduirait le chevauchement isoclinal à un pli couché et étiré. Toutefois, il manque des indices analogues dans le malm, et il semble toujours plus logique de n'y voir qu'un effet secondaire du chevauchement, qui aurait refoulé devant lui la nappe de crétacique arrachée du malm.

Nous passons près d'un endroit au pied de la Tour de la Raye, où, à 1900 mètres environ, on a essayé d'exploiter la houille du bathonien. L'un des propriétaires de la mine, M. Saugy, a fait préparer ici à la Société une petite collation. Quant à la houille, on est unanime

à déplorer qu'il n'y en ait pas davantage, et qu'elle soit dans un des endroits des plus disloqués des Alpes, loin de tout chemin carrossable ! De cet endroit nous voyons, sur le flanc opposé du Creux-Rouge, deux failles, nettement accusées par des bancs bien reconnaissables du bathonien (fig. 6, pl. 14). Ces petites failles sont un effet secondaire du chevauchement.

M. Schardt explore, avec MM. Lugeon, Burkardt et Zeller la coupe des couches à *Mytilus*. Mais le temps menace de nouveau ! Les brouillards enveloppent les montagnes et bientôt nous y sommes pris à notre tour. Nous passons près du gisement à polypiers du bathonien (1878^m) où chacun peut recueillir encore quelques échantillons de cette faune remarquable toute nouvelle (30 espèces), et arrivons, par le couloir des Erpilles, au point où reprend le chevauchement isoclinal (1763^m).

Descendus vers 2 heures au fond de la vallée de Vert-Champ (1200^m), nous comptions avoir le temps de voir le Mont-Laitmaire qui est devant nous. Mais la pluie commence, elle nous accompagne jusqu'aux Siernes-Piquats et aux Chenaux-Rouges. C'est une retraite lamentable ! Quelques-uns, ne suivant que la droite ligne et la plus forte pente, s'égarèrent et arrivèrent à Paray-Charbon (1675^m). C'est par une pluie battante que nous passons le Col de la Sierne-au-Cuir (1410^m), regrettant de devoir laisser à notre gauche le Mont-Laitmaire, avec ses gisements fossilifères et son profil unique des couches à *Mytilus*. Il est 7 heures, lorsque nous arrivons à Château-d'œx, mais dans quel état ! Nous y trouvons M. Rollier, qui, depuis deux jours, nous avait cherchés par monts et vaux ; puis M. et M^{me} Bioche, venus par Bulle.

4^{me} journée. Lundi 24 août.

PROGRAMME. Vallée de Château-d'Œx, pointements de crétacique dans le flysch. Cluse de la Chaudanne et de Rossinière; dogger et lias sur la nouvelle route. Série inverse et replis sur le passage par Cuves à la Tine.

De Montbovon au Col de Jaman, vallée synclinale d'Allière avec double pli dans le crétacique rouge et le néocomien. Malm au Col. dogger et lias à la descente, aux Avants. Heltangien à la carrière des Avants. Dogger, lias, rhétien et trias, au contact avec le flysch, à la descente sur Montreux.

La Société se remet en route, un peu plus tard qu'il ne l'eût fallu. Mais la pluie de la veille avait été si désastreuse pour l'équipement de tous, qu'il fallut attendre que chacun fût prêt au départ.

On s'achemine enfin par la grande route de Château-d'Œx aux Moulins. Nous constatons en passant près de l'église, puis près du cimetière, les curieux pointements de crétacique (couches rouges et néocomien) de ce synclinal (fig. 6, pl. 12). Le second affleurement est nommé le Château-Cottier. Du haut de cette colline, on domine toute la vallée; M. Schardt décrit à la Société réunie les particularités du superbe panorama géologique qu'offre ce point de vue. Il explique d'abord la structure du Mont-Laitmaire, qui borne la vallée au nord-est (maigre dédommagement de la course manquée le jour avant), sa liaison avec les rochers de la Brayé et la jonction de ceux-ci avec la voûte que nous voyons sur la paroi sud de la gorge de la Tourneresse (fig. 5, pl. 11, 6 et 7, pl. 12), enfin, les beaux ravinements sur le flanc de la chaîne du Vanil-Noir, entre Paray, le Mont-Cray et la montagne de Planachaux, prolongement de cette chaîne au delà de la profonde cluse de la Chaudanne.

La nouvelle route nous fait passer juste à côté de la grande source vaclusienne, qui jaillit sur le flanc droit de cette cluse, au contact du malm et du dogger.

Nous suivons les couches du dogger jusqu'à Rossi-nière; à l'est de ce village enfin se montre cette intéressante coupe du lias, que la nouvelle route a mise à découvert. D'abord du toarcien plongeant au sud-est, puis le calcaire spathoïde (brèche échinodermique) du lias inférieur, gris d'abord, puis jaune, rose, enfin, franchement rouge-brun et d'un grain plus grossier. Certains bancs sont remplis de *bélemnites*. Ce calcaire est, par son facies, le correspondant du calcaire de Hierlatz; M. Lent, qui connaît *de visu* ce dernier terrain, en affirme l'identité. Comme dans les Alpes orientales, ce calcaire repose ici directement sur le trias, car juste en dessous vient la dolomie avec de la cornieule. Un peu plus loin, la route passe au pied d'un rocher qui est le contre-jambage du lias inférieur. Cette roche n'a pas partout l'aspect d'une brèche à échinodermes, une bonne épaisseur est homogène. Les fossiles que nous pouvons recueillir attestent le niveau à *Aegoceras planicosta* et *raricostatus*. Elle a fourni des *Rhynchonelles* identiques à celles de Saltrio et de Gozzano. Le toarcien à *Zoophycos* et petits bivalves vient immédiatement au-dessus. Puis le bathonien, également riche en *Zoophycos*.

Entre Cuves et la Tine, la Dent de Corjon présente le profil naturel de son pli synclinal (profil 7, pl. 12) et vers la Tine, où la Sarine coule au fond d'une étroite gorge, on suit les couches du dogger supérieur, déjetées un peu au delà de la verticale. Il y a un banc rempli de *Lytoceras tripartitus*, d'autres couches, plus

haut, sont couvertes de vrais jardins de *Zoophycos scoparius*, enfin, au point où le pont de fer est jeté hardiment sur l'impasse, nous voyons l'oxfordien noduleux, puis le malm calcaire (tithonique).

Avant d'arriver à Montbovon chacun a pu suivre dans le néocomien la succession de marnes noires et de calcaires gris, puis le crétacique rouge. A Montbovon, M. et M^{me} Bioche, MM. Rollier et Sarasin nous quittent.

La montée au col de Jaman a permis de constater la structure de la vallée de Montbovon-Allière (profils 6 et 7, pl. 12) et la manière dont s'éteint cette vallée synclinale au pied de la Dent de Jaman et dans le massif de Hautaudon (fig. 8, pl. 12) qui correspondent aux deux plis synclinaux de cette cuvette.

La descente aux Avants nous fait voir la série complète des terrains de l'arête des Verreaux.

A la source des Avants une surprise nous attendait. Le Conseil d'administration de la Société des Eaux des Avants, représenté par MM. Doge, président, J. Dubochet et Baron, accompagnés de M. Meystre, directeur et de notre collègue M. François Doge, nous firent l'accueil le plus aimable, en nous invitant à visiter les nouveaux travaux de captage de la source, qui alimente Montreux et Vevey d'une excellente eau potable. Les nouvelles galeries, construites selon les indications de M. le prof. Heim de Zurich, étaient éclairées à l'électricité en notre honneur ; MM. Renevier et Schardt donnent des explications sur cette source, pendant qu'une collation nous est offerte gracieusement par nos hôtes.

Nous avons hâte d'arriver à Montreux. Il fait presque nuit lorsque nous passons devant les gisements

de rhétien et de trias entre le Sollard et Chamby. On croit sur parole M. Schardt, lorsqu'il montre sur Chauvin le contact du lias et du trias avec le flysch, car on ne peut plus y voir. La nuit est complète à notre arrivée à Montreux.

Là, après s'être consulté, la société réduite à 12 personnes, décide de renoncer aux courses facultatives annoncées pour le lendemain et en remerciant chaleureusement M. Schardt, le « pivot » des excursions, nous nous séparons, non sans exprimer toute notre reconnaissance à notre excellent président, M. le prof. Renevier qui a supporté, comme un jeune, les fatigues du chemin, tout en notant, dessinant, observant sans cesse, et témoignant à chacun sa sollicitude.

Veytaux près Montreux, octobre 1891.
