

**Beiträge
zur Geologischen Karte der Schweiz**

herausgegeben von der
Schweizerischen Geologischen Kommission
(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)
subventioniert von der Eidgenossenschaft

**Matériaux
pour la Carte Géologique de la Suisse**

publiés par la
Commission Géologique Suisse
(Organe de la Société Helvétique des Sciences Naturelles)
subventionnés par la Confédération

Materiali per la Carta Geologica della Svizzera

pubblicati dalla
Commissione Geologica Svizzera
(Organo della Società Elvetica di Scienze Naturali)
sovvenzionati dalla Confederazione

Nouvelle série, 113^e livraison

143^e livraison de la collection entière

Géologie des Préalpes valaisannes

(Rive gauche du Rhône)

Avec 42 figures dans le texte et 1 planche

Par

Héli Badoux

Lausanne

PUBLIÉ AVEC L'AIDE DU FONDS NATIONAL SUISSE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

BERNE

En commission chez KÜMMERLY & FREY S. A., Editions géographiques, Berne

1962

Imprimé par Stämpfli & Cie

Cet ouvrage est dédié à la mémoire

D'ÉLIE GAGNEBIN

qui avait entrepris l'étude de cette région avec la collaboration de ses élèves :

J.F. AGASSIZ, CH. ANDRÉ, J.C. ANEX, J.P. BARRAUD, P.L. BIÉLER, L. BISCHOFF, G. BLANT, L. CARVAJAL,
R. DÉGALLIER, G. DÉGLON, P. v. DUMREICHER, Y. GUIGON, J. P. JACCARD, L. MACK, H. MAYOR,
M. A. NICOD, F. PIGUET, A. DE SPENGLER, G. DE WEISSE

Préface de la Commission Géologique Suisse

Dès 1951, le professeur H. Badoux a poursuivi, pour le compte de la Commission Géologique, l'étude des Préalpes valaisannes, soit du versant gauche de la vallée du Rhône entre Monthey et le Léman. En automne 1960, paraissait la feuille de Monthey de l'Atlas géologique suisse au 1 : 25 000, couvrant la majeure partie de la zone étudiée. Et voici la monographie géologique de l'ensemble de cette région restée mal connue jusqu'à ce jour. La Commission a décidé, dans sa séance du 4 mars 1961, de faire paraître ce travail richement illustré dans la série de ses «Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse». Elle tient à exprimer au professeur Badoux ses remerciements pour sa diligence et la qualité de son travail.

Une partie importante des frais d'impression, dont le montant élevé est dû principalement au stéréogramme en couleurs qui accompagne le texte, a été couverte par le Fonds national de la Recherche scientifique que nous remercions de son aide.

Le matériel relatif à cette étude est déposé au Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne. L'auteur est seul responsable du contenu du texte et des illustrations.

Bâle, décembre 1961.

Pour la Commission Géologique Suisse,

le Président :

L. VONDERSCHMITT

Avant-propos

Le versant gauche de la vallée du Rhône offre, entre Monthey et le Léman, une excellente coupe de l'édifice préalpin et a, de ce fait, attiré les géologues dès le début de l'exploration alpine. Après SCHARDT et LUGEON, ELIE GAGNEBIN en avait entrepris l'étude, mais le destin ne lui laissa pas le temps de mener cette œuvre à chef.

Je fus chargé en 1951 par la Commission Géologique Suisse, alors présidée par le professeur A. BUXTORF, de reprendre l'étude et le levé des Préalpes valaisannes. Parmi les documents laissés par ELIE GAGNEBIN ne figurait aucun levé de cette région, hormis quelques cartes au 1:25 000 ou au 1:10 000 portant de rares contours ou traits de crayon, sans indications particulières. Par contre, de nombreux travaux d'élèves étaient archivés au Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne. Ce sont des travaux de diplôme, dont les textes sont accompagnés de levés partiels au 1:10 000. ELIE GAGNEBIN, qui avait dirigé ces travaux et en connaissait les qualités et les défauts, pensait sans doute les utiliser pour la synthèse de l'ensemble. Me trouvant dans l'ignorance quant à la valeur et l'exactitude de ces travaux, j'ai été obligé de refaire intégralement l'étude et le levé détaillé au 1:10 000 des Préalpes valaisannes au N d'une ligne Monthey-Morgins. J'ai consacré huit saisons d'été à ce travail. J'ai pu constater par la suite l'excellente qualité de certains de ces travaux d'élèves. C'est pourquoi j'ai tenu à associer leurs noms à celui de leur regretté Maître, dans la dédicace de cet ouvrage.

Je tiens à remercier ici la Commission Géologique Suisse de la Société Helvétique des Sciences naturelles, qui m'a confié l'étude de cette belle et intéressante région et qui a bien voulu en publier les résultats. Ma reconnaissance va particulièrement à son ancien président, M. le professeur A. BUXTORF, et à son président actuel, M. le professeur L. VONDERSCHMITT.

Que mon collègue, le professeur R. TRÜMPY, qui m'a beaucoup aidé au début de cette étude et tous ceux qui m'ont accompagné sur le terrain trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Je remercie aussi très sincèrement la famille STEINER à Tanay et la famille CHÂTELET-BRESSOUD à Revereulaz dont l'amicale hospitalité et la bonne humeur m'ont souvent réconforté les jours de mauvais temps.

Liste des figures dans le texte et planche

	Page
Fig. 1. L'Anisien du Châble Croix	5
Fig. 2. Corrélations stratigraphiques de l'Infralias	11
Fig. 3. Variations des terrains liasiques	14
Fig. 4. La Pointe de St-Laurent vue de l'W	15
Fig. 5. Variations des Couches à Mytilus	21
Fig. 6. Schéma paléogéographique du Dogger et du Malm	23
Fig. 7. Coupe des Couches rouges du Creux de Varmy W	26
Fig. 8. Coupe E du Creux de Varmy	27
Fig. 9. Les Chorasses vues de St-Laurent	29
Fig. 10. Les Couches rouges, sous la Pointe de la Chaumény	31
Fig. 11. Corrélations des Couches rouges	38
Fig. 12. Evolution du bassin des Préalpes médianes du Valais	39
Fig. 13. Carte structurale de la région de Dréveneuse	48
Fig. 14. Relations des nappes préalpines au N de Morgins	51
Fig. 15. Coupes transversales de l'anticlinal d'Outanne	54
Fig. 16. Le synclinal de Savalène et le chalet 1576 m	55
Fig. 17. Terminaison orientale de l'anticlinal d'Outanne	56
Fig. 18. Le flanc renversé de l'anticlinal de Verne et les Cornettes de Bise	57
Fig. 19. Le synclinal des Cornettes, vu de l'E	58
Fig. 20. L'Arête de Chambairy, vue du NW	59
Fig. 21. La Pointe de Chambairy, vue du point 1795	59
Fig. 22. La Pointe de Chambairy, vue du Pertuis de Savalène	60
Fig. 23. La Pointe de Chambairy, vue du point 1524 sur Torgon	61
Fig. 24. Le lac Tanay, la pointe de Chambairy et les Jumelles	62
Fig. 25. Les décrochements du synclinal de Tanay	63
Fig. 26. Le synclinal de Tanay, vu du chemin de la Combe	63
Fig. 27. Le synclinal de Tanay et le Gardy	64
Fig. 28. Le Gardy, vu de l'E	65
Fig. 29. Le Gardy, vu du lac de Lovenex	66
Fig. 30. Sex du Velan et Miette, vus de l'E	67
Fig. 31. La Grande et la Petite Miette	68
Fig. 32. L'Arête NE du Grammont et la Croix de la Lé	69
Fig. 33. Le lambeau de la Croix de la Lé	70
Fig. 34. La Pointe de la Chaumény, vue de l'E	71
Fig. 35. Le point 2094 et la Pointe de la Chaumény, vus de Voyis	72
Fig. 36. Le Grammont et les Jumelles, vue générale	72
Fig. 37. Les Jumelles, vues de Voyis	73
Fig. 38. L'anticlinal des Jumelles, vu des Crosses	74
Fig. 39. Le plan de chevauchement du Grammont à l'W du décrochement des Jumelles	74
Fig. 40. Plan du Pré, vu de l'E	75
Fig. 41. Coupes de la partie frontale des Préalpes valaisannes	76
Fig. 42. Coupe schématique de la Frête	78

Planche

Stéréogramme géologique des Préalpes valaisannes

(Ce stéréogramme est une perspective cavalière des Préalpes valaisannes, vues de l'infini, sous un angle de 30°. Dans la plaine entre Vionnaz et Muraz, les deux flèches W et N représentent les côtés d'un carré de 1 km², appartenant au carroyage de la Carte nationale.

Ce stéréogramme a été construit point par point en se basant sur la carte géologique au 1:10 000.)

Bibliographie sommaire

- BADOUX, H. (1944): Rapport géologique sur les gisements de charbon dans le vallon de Verne. Arch. Bur. des Mines, Berne.
- (1954): Un exemple de développement de quartz authigènes dans les Flysch préalpins. Bull. Lab. Géol. Lausanne, n° 108.
- BADOUX, H. et GUIGON, Y. (1958): Présence du Flysch cénonanien dans les Préalpes valaisannes. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 51, n° 2.
- BADOUX, H. et DE WELSSE, G. (1959): Les bauxites siliceuses de Dréveneuse. Bull. Lab. Géol. Lausanne, n° 126 et Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 67.
- CAMPANA, B. (1943): La géologie des nappes préalpines au NE de Château-d'Oex. Mat. Carte Géol. Suisse, nouv. série, livr. 82.
- CHESEX, R. (1959): La géologie de la haute vallée d'Abondance, Haute-Savoie (France). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 52, n° 1.
- DELAHARPE, P. H. (1855): Houille kimméridgienne du Bas-Valais. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. IV.
- DELANY, F. (1948): Observations sur les Couches rouges et le Flysch dans plusieurs régions des Préalpes médianes. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 41.
- ELLENBERGER, F. (1949): Niveaux paléontologiques dans le Trias de la Vanoise (Savoie). C. R. Somm. Soc. Géol. France.
- (1950a): Sur les affinités briançonnaises du Trias à faciès radical des Préalpes médianes suisses. C. R. Somm. Soc. Géol. France.
- (1950b): Horizons paléontologiques du Trias à faciès radical des Préalpes médianes vaudoises (coupes Grande-Eau et St-Triphon). C. R. Acad. Sc. 231.
- (1952): Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse, dans les Préalpes médianes et les Pennides. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 45, n° 2.
- (1955): Bauxites métamorphiques dans le Jurassique de la Vanoise (Savoie). C. R. Somm. Soc. Géol. France.
- FAVRE, E. et SCHARDT, H. (1887): Description géologique des Préalpes du Canton de Vaud, du Chablais et des Dents du Midi. Mat. Carte Géol. Suisse, livr. 22.
- FAVRE, G. (1952): Les Préalpes médianes entre l'Hongrin inférieur et la Sarine. Bull. Soc. Frib. Sc. nat., vol. 41.
- GAGNEBIN, E. (1937): Les relations des nappes préalpines au N du Val de Morgins. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 30, n° 2.
- (1939a): La géologie du Chablais. Bull. Soc. Géol. France, 5^e série, t. 9.
- (1939b): Découverte d'un lambeau de la nappe de la Simme dans les Préalpes du Chablais. C. R. Acad. Soc. 208.
- (1944): Présence de Barrémien ultrahelvétique à St-Gingolph (Valais). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 37, n° 2.
- GERLACH, H. (1871): Bergbau im Wallis. Mat. Carte Géol. Suisse, livr. 9.
- GUILLAUME, H. (1955): Observations sur le Flysch de la nappe de la Simme. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 48, n° 2.
- HORWITZ, L. (1911): Contribution à l'étude des cônes de déjection dans la vallée du Rhône. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 47 et Bull. Lab. Géol. Lausanne, n° 16.
- JEANNET, A. (1913): Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes. Mat. Carte Géol. Suisse, livr. 34 (1912-1913) I et livr. 34 (1918), II.
- (1921): Das romanische Deckengebirge Préalpes und Klippen in ALB. HEIM, Geol. der Schweiz, vol. II.
- KELLER, T. (1918): Geologischer Bericht über die Kohlen der Mytilusschichten in der Umgebung von Vouvry (Wallis). Arch. Bur. des Mines, Berne.

- KLAUS, J. (1953): Les Couches rouges et le Flysch au SE des Gastlosen (Préalpes romandes). Thèse, Fribourg.
- LADAME, G. (1944): Rapports nos 3532a, 3532b, 3533c, 3533d. Arch. Bur. des Mines, Berne.
- LOEBLICH, (1957): Studies in Foraminifera. Unit. Stat. Nat. Mus. Bull. 215.
- DE LORIOU, P. et SCHARDT, H. (1883): Etude paléontologique et stratigraphique des Couches à Mytilus des Alpes vaudoises. Mém. Soc. Paléont. Suisse, t. X.
- LUGEON, M. (1896): La région de la Brèche du Chablais. Bull. Carte Géol. France, n° 49, t. 7.
- (1909): Cailloux exotiques provenant du Crétacique supérieur (Couches rouges) des Préalpes médianes. Eclogae géol. Helv., vol. 10.
- (1918): Sur quelques charbons d'âge non carbonifère de la vallée du Rhône valaisan. Bull. Vaud. Sc. nat., Vol. 52.
- LUGEON, M. et GAGNEBIN, E. (1941): Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes. Bull. Lab. Géol. Lausanne, n° 72 et Mém. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 7, n° 1.
- MORLOT, A. (1854): Notice sur l'éboulement du Barnex. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 4.
- PETERHANS, E. (1923): Sur la tectonique des Préalpes entre Meillerie et Saint-Gingolph (Haute-Savoie). Bull. Soc. Géol. France, t. 23.
- (1925): La tectonique du sommet du Grammont. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. vol. 55.
- (1926a): Révision des brachiopodes liasiques du Grammont, des Tours d'Aï, etc. Mém. Soc. Vaud. Sc. nat. n° 13 et Bull. Lab. Géol. Lausanne, n° 38.
- (1926b): Etude du Lias et des géantielinaux des Préalpes médianes. Mém. Soc. Helv. Sc. nat., vol. 62, n° 2.
- RABOSWKY, F. (1918): Sur l'âge des Couches à Mytilus. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 52.
- REICHEL, M. (1952): Remarques sur les Globigérines du Danien. Eclog. Helv. vol. 45, n° 2.
- RENZ, H. H. (1935): Zur Stratigraphie und Paläontologie der Mytilus-Schichten im östlichen Teil der Préalpes romandes. Eclogae Geol. Helv., vol. 28, n° 1.
- RICOUR, J. (1950): Précisions sur certaines couches triasiques du Chablais, voisines du front de la nappe de la Brèche. C. R. Somm. Acad. Sc., 231.
- RICOUR, J. et TRÜMPY, R. (1952): Sur la présence de niveaux fossilifères dans le Trias supérieur de la nappe de Bex (Suisse). C. R. Somm. Soc. Géol. France, n° 2.
- SCHARDT, H. (1893): Note sur la structure géologique de la chaîne du Grammont et des Cornettes de Bise. Bull. Murithienne, Sion, Fasc. 21-22.
- (1898): Détails tectoniques sur la chaîne des Cornettes de Bise. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., vol. 34.
- (1909): Coup d'œil sur la géologie et la tectonique du Canton du Valais. Bull. Murithienne, Sion, Fasc. 35.
- SCHROEDER, J. W. et DUCLOS, CH. (1955): Géologie de la Molasse du Val d'Illiez. Mat. Carte Géol. Suisse, nouv. série, livr. 100.
- TERCIER, J. (1942): Sur l'âge du Flysch des Préalpes médianes. Eclogae geol. Helv., vol. 35, n° 2.
- TRÜMPY, R. (1948): Deux faunules kimméridgiennes des Préalpes médianes du Chablais (Haute-Savoie). Eclogae geol. Helv., vol. 42, n° 2.
- (1957): Quelques problèmes de paléogéographie alpine. Bull. Soc. Géol. France, 6^e série, t. 7.
- TWERENBOLD, E. (1955): Les Préalpes entre la Sarine et les Tours d'Aï. Bull. Soc. Fribourgeoise, Sc. nat., vol. 44.
- VONDERSCHMITT, L. (1935): Neue Fossilfunde im Flysch des Val d'Illiez (Valais). Eclogae geol. Helv., vol. 28.
- WEHRLI, L. (1925): Das produktive Karbon der Schweizeralpen. Beitr. zur Geol. der Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. XI.
- WEISS, H. (1949): Stratigraphie und Mikrofauna des Klippenmalm. Thèse, Zürich.

On trouvera dans l'ouvrage de A. JEANNET, 1913 et 1918, l'historique des recherches géologiques et une bibliographie complète des travaux antérieurs à la parution de ce mémoire.

Travaux de diplôme inédits, effectués sous la direction des professeurs M. Lugeon, E. Gagnebin et H. Badoux

AGASSIZ, J. F. (1948): Etude géologique du vallon d'Outanne et du bassin de Savalène.

ANDRÉ, CH. (1947): Levé géologique dans les Préalpes médianes.

ANEX, J. C. (1950): Etude géologique de l'anticlinal de la vallée de Verne.

BADOUX, H. (1934): La géologie du bassin de Tanay.

BARRAUD, J. P. (1954): Les Préalpes médianes entre St-Gingolph et Bouveret.

BIELER, P. L. (1947): La géologie des environs du Tâche près du lac Tanay.

BISCHOFF, L. (1931): Essai sur la géologie de la vallée de Vernaz.

BLANT, G. (1944): Géologie de la région au SW de Collombey-Muraz.

DÉGALLIER, R. (1946): Etude géologique de l'Alpe de Chalavornaire.

DÉGLON, G. (1947): Etude de la région de Vionnaz - Tour de Don (Valais).

v. DUMREICHER, P. (1946)?: La géologie des environs de Vionnaz.

GUIGON, Y. (1950): Etude géologique du versant droit du vallon de Novel.

MACK, L. (1947): Description géologique des Préalpes médianes dans la région de Tanay.

MAYOR, H. (1949): Etude géologique de la région de Dréveneuse.

NICOD, M. A. (1946): Etude géologique de la région de Bouveret et de St-Gingolph.

PIGUET, F. (1948): Géologie de la région Revereulaz-Tour de Don.

DE SPENGLER, A. (1946): Etude géologique du flanc septentrional du ravin de la Dérotchiaz, au-dessus des Evouettes.

DE WEISSE, G. (1937): Description géologique des environs de Torgon et de Revereulaz.

Introduction

La zone étudiée couvre la majeure partie des Préalpes valaisannes, soit le groupe montagneux qui s'élève entre Monthey-Morgins et le Léman sur la rive gauche du Rhône. Vers l'W, la ligne de partage des eaux entre les bassins du Rhône et de la Dranse limite la région étudiée, qui ne comprend de ce fait que le territoire suisse. Elle est figurée sur les feuilles St-Maurice n° 272, Rochers de Naye n° 262, Chablais n° 271 et Lausanne n° 261, de la Carte nationale au 1:50 000. C'est à ces cartes que nous emprunterons l'orthographe des noms de lieu utilisés dans ce texte.

Dans le S de notre région, les sommets sont compris entre 1900 et 2000 m d'altitude; ils sont moins élevés que ceux de la région septentrionale qui dépassent 2000 m d'altitude et dont le plus haut est celui des Cornettes de Bise (2432,3 m). Ce sont donc de basses montagnes, mais comme les altitudes de la plaine du Rhône ne sont que de 375 à 390 m, les dénivellations demeurent importantes et les pentes généralement abruptes. Les zones élevées, dépourvues de forêts, laissent voir aisément leur structure géologique; les zones basses par contre, boisées et souvent couvertes d'un maquis très dense, livrent plus difficilement leurs secrets.

La masse allochtone où sont sculptées les Préalpes valaisannes repose dans sa zone radicale, au N du Val d'Iliez, sur l'Autochtone et le Parautochtone, couverture plus ou moins décollée du massif des Aiguilles Rouges. Cette série se termine par la Molasse rouge chattienne. Masquée sous la plaine du Rhône, la Molasse rouge réapparaît au bord du lac, de Bouveret à St-Gingolph. C'est là un des arguments majeurs établissant l'allochtonie des Préalpes. La masse chevauchante, gigantesque lambeau de recouvrement, est formée de plusieurs unités superposées, soit de la base au sommet:

1. **L'Ultrahelvétique** affleure surtout dans la région radicale, mais on en retrouve quelques lames pincées entre la Molasse et les nappes supérieures dans la région de St-Gingolph. On y reconnaît plusieurs unités, les deux inférieures, nappes de la Plaine Morte et de la Tour d'Anzeinde, ne jouent qu'un rôle effacé; la supérieure ou nappe de Bex-Laubhorn est plus développée.

2. Par-dessus vient la **nappe des Préalpes médianes**. Cette unité peut être subdivisée en trois zones dont les séries stratigraphiques, et partant la tectonique, diffèrent. Au N, les Préalpes médianes plastiques et au S, les Préalpes médianes rigides (M. LUGEON et E. GAGNEBIN, 1941). Nous rattachons à cette nappe une masse de Flysch schisto-gréseux contenant des écailles de Couches rouges et plus rarement d'autres terrains des Médianes. Cette zone dont le dépôt s'est fait au S du bassin des Rigides se trouve partiellement superposée au reste de la nappe des Médianes. Nous l'appellerons le Flysch à lentilles de Couches rouges. Cette zone a été refoulée vers le N par l'avancée de la nappe de la Brèche.

3. **Le Flysch à helminthoïdes** (M. LUGEON et E. GAGNEBIN, 1941) se superpose en concordance au Flysch des Préalpes médianes. Placé généralement dans cette nappe par certains auteurs, il devrait de l'avis d'autres géologues en être séparé pour être placé dans une nappe supérieure, qui serait celle de la Simme. Cette dernière unité est sûrement présente dans notre région, ainsi que nous le verrons plus tard.

4. **La nappe de la Brèche**, la plus élevée de l'édifice, comprend l'arête frontière au S de notre région. On touche dans cette zone le bord du vaste synclinorium qui occupe le cœur du lambeau de recouvrement préalpin du Chablais.

Nous allons décrire d'abord les séries stratigraphiques de chacune de ces nappes, puis nous aborderons la tectonique et les relations de ces unités.

PREMIÈRE PARTIE

Stratigraphie

L'Ultrahelvétique

Les nappes inférieures dans la région de Morgins

Les nappes inférieures de l'Ultrahelvétique ne jouent, au N du val de Morgins, qu'un rôle sans grande importance. Elles dessinent une étroite zone séparant la Molasse rouge de la cornieule de base du Laubhorn, zone dont la puissance ne dépasse pas 50 m. Dans la région de Chanso et des Cavoués, respectivement au SE et à l'E de la Pointe de Bellevue, l'Ultrahelvétique inférieur est réduit à un peu de Flysch broyé et mélangé à des grès verts parautochtones.

Les meilleures coupes sont fournies par le ruisseau de Verna et surtout par celui de Fenebet. Ce dernier descend des Portes de Culet et se jette dans la Vièze 1,5 km en aval de Morgins. Jusqu'à la cote 1490 m, il coule sur la Molasse rouge autochtone qui, à son sommet, plonge de 20° vers le S. Elle est brusquement tranchée par le plan de chevauchement de l'Ultrahelvétique, dont le pendage est incliné vers le NW. La masse chevauchante montre la succession suivante de bas en haut :

- 1° Flysch schisto-gréseux très broyé. Il faut rattacher ce niveau, en tout cas partiellement, au Parautochtone. En effet, certains des grès sont verts, chloriteux et riches en porphyrites arborescentes, faciès très caractéristiques des Flysch de l'Autochtone.
- 2° Puis viennent quelques mètres de schistes noirs à petites concrétions de calcaires pyriteux, rappelant l'Oxfordien et supportant :
- 3° une grosse lentille de Malm calcitisé.
- 4° Des calcaires à patine blanche en bancs alternant avec des schistes lui font suite. Les calcaires révèlent à la cassure une pâte fine, tachetée avec, par places, des concrétions de pyrite. Ce faciès est courant dans le Valanginien ultrahelvétique.
- 5° Gros ensemble de schistes sombres broyés contenant, outre des grès micacés, des lentilles diverses : Turonien à *Globotruncana*, Valanginien, quartzite glauconieux, etc.
- 6° A la cote 1530 m, la cornieule triasique chevauche sur le Flysch. Elle forme la base de la nappe du Laubhorn.

L'ensemble Oxfordien, Malm et Valanginien appartient à la nappe de la Tour d'Anzeinde. Le Flysch du niveau 5 est typique de la nappe de la Plaine Morte. Mais dans cette coupe sa position est aberrante. Normalement, en effet, il est non au-dessus, mais à la base de la Tour d'Anzeinde. Quant au niveau 1, il s'agit d'une lame de Flysch autochtone entraînée sur la Molasse par l'avancée de la masse préalpine.

Les déformations subies par ces unités inférieures sont donc ici très marquées. Elles s'accroissent au voisinage des Portes de Culet, où du Flysch de la nappe de la Plaine Morte, accompagné de lentilles de Barrémien, est planté verticalement dans l'Aalénien de part et d'autre du col. Ce Barrémien est un calcaire sombre oolithique à *Orbitolina conulus* Douv. et *Salpingoporella muhlbergi* (LORENZ).

Les nappes ultrahelvétiques inférieures au front des Préalpes

Ces unités affleurent seulement dans la région de St-Gingolph, où elles furent signalées par E. GAGNEBIN (1944). Deux terrains sont présents dans cette zone : le Barrémien et le Flysch. Ils sont pincés entre

la surface irrégulière de la Molasse, dont ils remplissent les dépressions et le plan chevauchement frontal des Préalpes médianes.

Le Barrémien, découvert par E. GAGNEBIN, n'est visible qu'aux basses eaux dans le port de la villa des Serves, 600 m à l'E de la frontière. Il est fait d'une alternance de calcaires gris, parfois tachetés, en bancs séparés par des schistes marneux foncés. Il n'a pas livré de fossiles, mais son faciès rend extrêmement probable l'âge qui lui a été assigné.

On retrouve une série analogue dans le vallon de la Morge. Elle est située à la cote 550 environ, dans le coude décrit par la rivière, 1100 m au S de St-Gingolph. Les couches occupent le cœur d'une petite voûte anticlinale que dessinent les calcaires dolomitiques du Trias basal des Médiannes. C'est une alternance de calcaires à pâte fine, sombre, ou grise et alors tachetée, séparés par des marnes sombres à patine beige. Là non plus nous n'avons pas trouvé de fossiles. Ce sont les analogies de position et de faciès de ces couches avec celles de la villa des Serves qui m'ont conduit à en faire du Barrémien.

Le Flysch ultrahelvétique est exploité dans la carrière du Fenalet ouverte au S de la voie ferrée, 1,5 km à l'E de St-Gingolph. La cornieule forme dans le haut de la carrière une bande horizontale tronquant les gros bancs de grès du Flysch qui pendent environ de 40 à 50° au SSE. Le contact des deux terrains est jalonné par de petites sources. Le Flysch est localement broyé et parcouru par des cassures très obliques. C'est un grès très calcaire dont les quartz sont accompagnés par des grains d'orthose, de plagioclases, de silice, de calcaires divers et des débris d'organismes réunis par un ciment carbonaté, parfois si abondant qu'il vaudrait mieux parler de calcaires sableux que de grès. Les organismes sont des *Lithothamnium* et des *Lithophyllum*, accompagnés de nombreuses *Discocyclina* et *Asterocyclina*, de bryozoaires et de débris de coquilles. Le cachet de cette faune est priabonien. Dans les algues se développent des quartz authigènes (H. BADOUX, 1954).

La nappe de Bex - Laubhorn (Ultrahelvétique supérieur)

Les assises qui appartiennent à cette nappe vont du Trias au Dogger avec peut-être un peu de Flysch. La série stratigraphique est difficile à reconstituer, car la zone des Portes de Culet, où affluent la plupart de ces terrains, est d'une structure tectonique si complexe qu'il ne peut être tenu aucun compte de l'ordre des superpositions.

Le Trias. La base de la nappe est formée d'une épaisse assise de cornieule. Elle mesure 200 à 300 m d'épaisseur et détermine le haut des pentes raides dominant le val de Morgins. Elle se suit des Cavoués, à l'E de Bellevue, jusqu'à Morgins et ne participe pas, semble-t-il, aux dislocations des Portes de Culet.

Dans la forêt au N des Portes et à l'alpage du Grand Crau à l'E de la Pointe de Bellevue affleure le gypse. Il est très impur, veiné de gris et souvent chargé de fragments dolomitiques sombres et anguleux. Il s'y associe des lentilles schisto-gréseuses. Les schistes sont sombres, argileux, les grès verdâtres ou noirs en petits bancs de 5 à 10 cm, difficiles à casser et ne réagissent pas à l'acide chlorhydrique dilué. A la surface des bancs se voient des débris végétaux dont des fragments d'*Equisetum*. Ce sont donc les Grès à Roseaux du Keuper (J. RICOUR et R. TRÜMPY, 1952).

Mais les Grès à Roseaux ne sont pas nécessairement associés au gypse, on en retrouve mélangés à la cornieule dans la région au S des Portes de Culet, par exemple le long du sentier, 100 m au NW du chalet de Culet, coté 1742 m.

Un autre niveau est fréquemment lié à la cornieule dans la région des Portes, c'est celui des calcaires dolomitiques blonds. Ce sont des dolomies extrêmement fines de grain, claires et dont la surface est ornée de fines cannelures. Les bancs qui mesurent 10 à 50 cm d'épaisseur sont séparés par des délits de marnes dolomitiques jaunâtres ou parfois par des argilites vertes. D'après ce que l'on connaît dans d'autres régions (Gryonne, Oberlaubhorn), ces dolomies blondes marquent le sommet du Trias.

La position des autres niveaux dans l'échelle stratigraphique demeure incertaine. Je crois qu'ils appartiennent tous au Keuper.

Le Lias calcaire. Dans l'Aalénien, au N et surtout au S des Portes de Culet, s'intercalent des lentilles ou lames allongées de calcaires durs, déterminant de petites parois ou des îlots rocheux. Il s'agit d'un calcaire massif siliceux à patine bleue avec des marbrures orangées. Par endroits, la patine orange domine. La roche est dure et se révèle légèrement spathique à la cassure. Les seuls fossiles de ces calcaires sont de rares bélemnites d'assez forte taille, munies d'un sillon bien marqué, ce qui place probablement ces calcaires dans le Lias moyen.

L'Aalénien. Le faciès de cet étage est le même que partout dans la Zone des Cols. C'est un ensemble de schistes argileux noirs, parfois tachés de rouille à l'affleurement, et dont les surfaces sont couvertes de micas blancs. Ces schistes enrobent des lentilles de 5 à 10 cm de diamètre de calcaire très siliceux, contenant souvent des cubes ou des concrétions de pyrite. Cet Aalénien est assez fossilifère, dans certains niveaux abondent les *Posidonomya alpina* GRAS. Dans le ruisseau au N des Portes, il nous a livré une ammonite *Ludwigia murchisonae* Sow.

Dogger. Le Dogger ne se trouve qu'en un point au flanc W d'une petite colline dont l'altitude est de 1716 m et qui se trouve à la jonction des coordonnées 122 et 556. Là, sous l'Aalénien, affleure une faible épaisseur de calcaires en bancs de 20 à 30 cm séparés par des délits marneux. La roche a une patine brunâtre, une pâte bleutée, finement grenue, parcourue de taches sombres allongées. Les fossiles ne sont pas rares: *Posidonomya alpina* GRAS, *Nannolytoceras tripartitum* (RASPAIL), *Phylloceras* sp. ind., etc.

Les Préalpes médianes

Rappelons que les Préalpes médianes comprennent du S au N trois zones, soit:

- 1° le Flysch à lentilles de Couches rouges;
- 2° les Préalpes médianes rigides ou, en abrégé, les Rigides;
- 3° les Préalpes médianes plastiques ou, en abrégé, les Plastiques.

Dans cette dernière zone, on rencontre les plis suivants, en se déplaçant du S vers le N:

- 1° l'anticlinal d'Outanne;
- 2° le synclinal de Savalène;
- 3° l'anticlinal de Verne;
- 4° le synclinal des Cornettes de Bise;
- 5° l'anticlinal de Bise;
- 6° le synclinal complexe de Tanay;
- 7° l'anticlinal chevauchant du Grammont;
- 8° le synclinal de la Chaumény;
- 9° la zone de Freney;
- 10° le synclinal de la Frête.

Le Trias

Sur la rive gauche du Rhône, le Trias est moins complet que sur la rive droite. Il lui manque en effet les niveaux les plus anciens, les quartzites et les cornieules du Werfénien et les calcaires vermiculés de la base de l'Anisien.

Le Trias moyen. L'Anisien ou Virglorien et le Ladinien caractérisent, sur le versant valaisan, la zone des Rigides. Ce sont eux qui forment la base des parois de Dréveneuse, dominant la plaine entre Muraz et Vionnaz. Le Trias moyen apparaît au S au pied oriental de la Pointe de Bellevue, puis descend vers le N, forme la croupe boisée de Pley et atteint la plaine au S de Vionnaz. Dans les zones supérieures, il

détermine des parois infranchissables sillonnées de couloirs où les chutes de pierres sont fréquentes, ce qui rend l'étude de cette zone très difficile. La zone de Pley, par contre, est d'un accès relativement aisé et se prête mieux à une étude stratigraphique.

Les couches dessinent dans l'éperon de Pley une charnière anticlinale dont l'axe plonge à l'W. De ce fait, les niveaux les plus anciens affleurent vers le S en bordure de la plaine, au bas du Châble Croix¹⁾. C'est dans ce couloir, à l'altitude de 830 m environ, que M. LUGEON découvrit en 1896 les premières diplopores démontrant ainsi l'âge triasique des calcaires de Dréveneuse.

L'Anisien. La meilleure coupe de cet étage ne se trouve pas dans le Châble Croix, mais dans un couloir qui y aboutit et se dirige, coupé de parois, vers le départ du téléphérique servant au transport des bois de Pley à la plaine.

Les niveaux les plus anciens sont visibles dans la carrière ouverte vers l'extrémité S du bassin de la pisciculture. Ils plongent vers le N de 45° environ. Dans l'ordre de superposition (voir fig.1), on trouve:

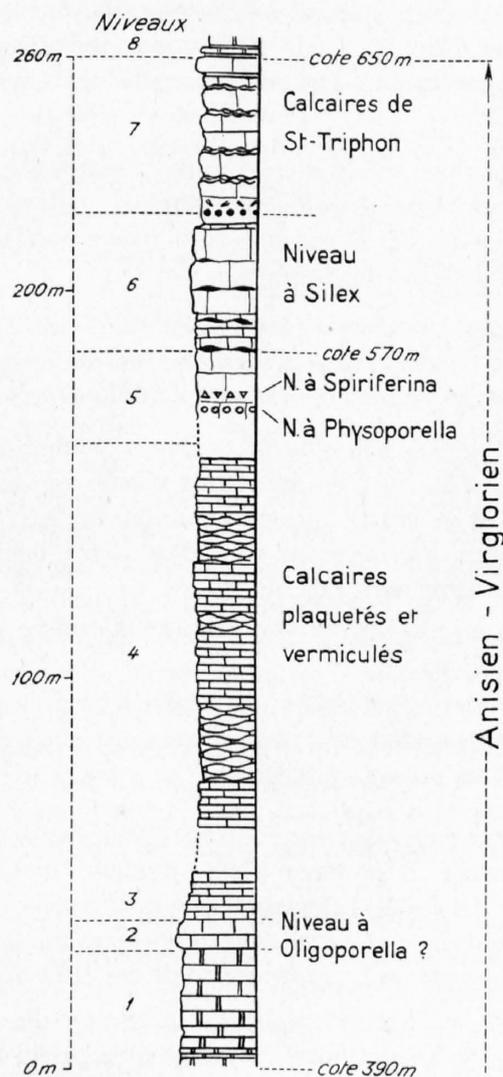


Fig. 1. L'Anisien du Châble Croix.

1. 20 à 30 m de calcaires dolomitiques blancs avec, à la base, un mince banc de dolomie jaune, surmontés par

¹⁾ Les montagnards dénomment «châbles» les couloirs qu'ils utilisent pour descendre le bois.

2. un banc de 8 m environ de calcaires à patine bleu-violacé, suivi d'une grosse épaisseur de calcaires sombres à grain fin qui occupe la partie septentrionale de la carrière. C'est le niveau 3 qui se poursuit dans le Châble où il porte le n° 4.

Le niveau 1 correspond aux couches dolomitiques qui, dans la zone de la Grande Eau, recouvrent directement les «calcaires vermiculés», base de l'Anisien.

Le sommet du niveau 1 et le niveau 2 correspondent à la zone à *Oligoporella? occidentalis* ELLENB., de F. ELLENBERGER (1949, 1950a, 1950b).

Il n'y a pas continuité entre les affleurements de la carrière et ceux du reste de la coupe. Pour la poursuivre, il faut gravir le cône d'éboulis du Châble Croix sur sa rive droite. A la cote 435 m, les affleurements reprennent.

4. Ce niveau, épais d'environ 100 m, comprend des calcaires, à pâte fine, sombre, plaquetés, ou en petits bancs où s'intercalent des niveaux «vermiculés». Ces derniers sont faits de la même pâte que les calcaires lités qui les encadrent, mais présentent des surfaces irrégulièrement ondulées, soulignées par des pellicules argileuses. Lorsque deux délits successifs entrent en contact, le petit banc calcaire intercalé est réduit à des rubans curieusement contournés, simulant des pistes, d'où l'adjectif «vermiculé». Après quelques mètres d'éboulis, la coupe reprend.

5. Ce niveau est caractérisé par des calcaires assez clairs, à patine bleutée, dont la pâte est grenue et plus ou moins spathique. Il mesure 15 m environ de puissance et contient deux niveaux fossilifères: à sa base, celui à *Physoporella praealpina* v. PIA et 5 m plus haut celui à *Spiriferina fragilis* v. SCHLOTH. Entre les deux, le calcaire est coupé d'un banc dolomitique.

6. Faisant suite au précédent, vient le niveau à silex, épais de 30 m. Dans les calcaires lités à la base, puis massifs, grenus et clairs, on note 4 niveaux à silex. Les trois inférieurs montrent des accidents sili-ceux bruns ou blancs en lames, alors que le dernier, au sommet du niveau 6, est fait de silex arrondis.

7. Par-dessus s'élève la paroi des «Calcaires de St-Triphon». Ce sont des calcaires gris, à pâte sombre, grenue, spathique ou à oolithes indistinctes, en gros bancs massifs, séparés par des délits grossièrement vermiculés ou à «pieds de bœuf». Vers la base du niveau, notons des sections de brachiopodes et de dentales. Les «calcaires de St-Triphon», qui mesurent 40 m d'épaisseur, deviennent vers le haut plus lités, parfois dolomitiques et les délits vermiculés plus nombreux.

C'est le sommet de l'Anisien. Dessus arrivent des calcaires et schistes dolomitiques, roses ou violacés, puis les dolomies sombres du Ladinien.

Cette coupe est en parfait accord avec celles qu'a établies F. ELLENBERGER en France et dans les Médiannes. Elle est cependant peu fossilifère et je tiens à remercier ici G. BOTTERON avec qui cette coupe a été établie, et qui a découvert les niveaux fossilifères.

Le Ladinien est beaucoup plus monotone que l'Anisien et son épaisseur énorme - environ 650 m, soit plus du double de celle de ce dernier. Il est formé d'une alternance de grosses assises de calcaires et de dolomies. Les calcaires sont noirs, fétides à surface rugueuse; les dolomies grossières, gris-sombre à la base, plus claires au sommet, qu'elles envahissent entièrement. C'est dans les calcaires noirs du Châble Croix, à 200 m environ de la base de l'étage que M. LUGEON découvrit des *Diplopora annulata* SCHAFFH.

Dans la région de Dréveneuse, les Couches à *Mytilus* transgressent directement sur les dolomies claires. Il manque le sommet du Trias - le Keuper - qui est par contre le seul étage du Trias participant aux Préalpes médianes plastiques.

Le Keuper affleure dans le cœur des anticlinaux des Médiannes plastiques, c'est-à-dire dans des zones à tectonique complexe où les relations et les épaisseurs des terrains sont difficiles à estimer.

Quatre formations triasiques sont visibles dans les anticlinaux: le gypse, le Grès à Roseaux, la cornieule et les Dolomies blondes. Les deux derniers niveaux, dont la position stratigraphique est sans équivoque, seront décrits les premiers.

Cornieule et Dolomies blondes

Ces deux niveaux sont remarquablement constants. La cornieule est généralement grise, plus rarement jaune, vacuolaire et cloisonnée. Les dolomies qui la surmontent mesurent entre 80 et 120 m d'épaisseur. Ce sont des roches crèmes ou blanches, en bancs de 20 à 100 cm, dont les surfaces finement cannelées sont couvertes d'une poudre blanche dolomitique. Vers le bas, les délits séparant les bancs sont faits de marnes dolomitiques claires; vers le haut, les zones schisteuses deviennent plus argileuses, vertes ou rouges, puis noires et, peu après, apparaissent les premiers fossiles rhétiens.

Les Dolomies blondes appartiennent au Norien et les cornieules sous-jacentes peut-être au Carnien.

Le Grès à Roseaux ne s'observe qu'en deux localités des Médiannes valaisannes: dans le secteur Chalavornaire-Pointe de la Chaumény et sur la rive droite de l'Avançon.

Dans le premier secteur, le Grès à Roseaux affleure par trois fois: sur le sentier reliant l'épaule de Chalavornaire à Tanay 100 à 200 m avant d'atteindre le fond du vallon du Tové (ou de la Dérotchiaz), vers l'ancien chalet ruiné de la Dérotchiaz, coté 1333 m et à l'arête S de la Pointe de la Chaumény (voir fig. 34). C'est un ensemble de schistes sombres, parfois rougeâtres ou verdâtres, contenant des grès durs, sombres ou verts, dépourvus de ciment calcaire. Les débris de plantes sont localement abondants. Aux trois endroits cités, le Grès à Roseaux est associé aux Calcaires dolomitiques blonds. A la Dérotchiaz et à la Chaumény, ils sont concordants et plissés ensemble. Cette juxtaposition, qui se répète également sur territoire savoyard dans la prolongation de cette zone, ne saurait être tectonique. Le Grès à Roseaux ferait partie de la série des Médiannes et daterait du Keuper inférieur ou Carnien.

Le second secteur est celui de l'Avançon, torrent qui gagne la plaine entre Vionnaz et Vouvry. Les Grès à *Equisetum* apparaissent sur la rive droite du torrent à la cote 600 m, enclavés dans de la cornieule, broyée avec des calcaires dolomitiques. Cette tectonique complexe, qui résulte de la proximité d'un plan de chevauchement dans l'axe de l'anticlinal, ne permet guère de juger des relations du Grès et des roches encaissantes. J. RICOUR et R. TRÜMPY (1952) signalent dans ce gisement de petits mollusques, dont *Myophoriopsis* (*Pseudocorbula*) cf. *Keuperiana* QUENST., *Myoconcha* sp., *Anodonta* (?) sp. et *Loxonema* sp.

Le gypse est connu en deux endroits à l'W de Vionnaz et à la Dérotchiaz. La position du gypse située à l'W de Vionnaz a été discutée par M. LUGEON et E. GAGNEBIN (1941, p. 31). Le gypse est réparti en trois grandes lentilles dont la présence dans les pentes N du torrent des Places (affluent du Torrent de la Greffe) se signalent par de petits affleurements entourés d'un essaim de dolines.

La lentille inférieure, cote 600 m, est séparée du Ladinien de Dréveneuse par un paquet de Couches à *Mytilus*. La lentille intermédiaire, cote 720 m, est éloignée de 200 m environ du Trias de Dréveneuse, mais le glaciaire qui couvre la région ne laisse voir aucun contact avec les terrains avoisinants. La lentille supérieure, cote 900 m, est intercalée dans un Flysch noir, broyé.

La deuxième zone où le gypse affleure est le vallon des Evouettes. Il forme dans l'axe du vallon un rocher coté 1134 m, d'où jaillit le torrent du Tové. La moraine est percée d'entonnoirs vers l'amont jusqu'à la cote 1300 m, soit jusqu'à la Pierre à l'Ours. Les contacts avec les autres formations sont donc masqués par du glaciaire. Le premier terrain qui affleure une centaine de mètres au N du gypse est le Grès à Roseaux, décrit ci-dessus.

Dans leur ouvrage de 1941, M. LUGEON et E. GAGNEBIN ont émis l'hypothèse que les gypses apparaissant au cœur des anticlinaux des Médiannes devraient être attribués à l'Ultrahelvétique; plus précisément, l'affleurement de Vionnaz serait la «Petite fenêtre mitoyenne». D'après J. RICOUR (1950), le Grès à Roseaux serait aussi ultrahelvétique.

L'indépendance du gypse de Vionnaz est manifeste et l'interprétation des auteurs précités très probable. L'appartenance à l'Ultrahelvétique du Grès à Roseaux de l'Avançon et du gypse du vallon des Evouettes demeure possible, mais ne peut être démontrée. Quant au Grès à Roseaux de la Dérotchiaz, il convient de le rattacher aux Médiannes. Un des arguments en faveur des hypothèses de LUGEON, GAGNEBIN et RICOUR, est le fait que dans la Grande Eau où le Trias est complet, il n'y a ni Grès à Roseaux, ni gypse, alors que ces terrains abondent dans l'Ultrahelvétique immédiatement au S. Ce n'est cependant pas décisif, car les conditions de dépôts du Keuper peuvent changer de la zone radicale au front de la nappe où le gypse tout comme les Grès à Roseaux pourraient apparaître.

Le Rhétien

Cet étage n'existe, dans les Préalpes médianes, que dans la zone des Plastiques.

Au S, il apparaît dans l'**anticlinal d'Outanne** et de façon plus précise uniquement dans les zones basses de son flanc septentrional. Au jambage S du pli et dans le haut du flanc renversé, il a été enlevé par la transgression des Couches à *Mytilus* qui mordent directement sur les Dolomies blondes. Le Rhétien affleure surtout dans la gorge de l'Avançon sous Revereulaz et plus à l'W, dans le lit du torrent issu du vallon de Savalène, entre les cotes 1250 et 1275 m. Dans l'Avançon, au-dessus de la cote 620, il mesure 110 m de puissance; au sommet du cône de déjection et vers le pont entre Revereulaz et Torgon, le Rhétien partiellement érodé est moins épais. C'est une masse de schistes argileux noirs, par places pyriteux ou grisâtres à *Bactryllium*, dans laquelle s'intercalent de très nombreux bancs de calcaires mesurant de 1 à 170 cm d'épaisseur. Ce sont des calcaires plus ou moins argileux, à patine beige et pâte sombre, légèrement siliceux et fétides au choc, des calcaires dolomitiques, des lumachelles à minces coquilles brisées passant à des calcaires à ovulites brunes et de rares bancs de grès. Parmi les fossiles, citons: *Placunopsis alpina* WINKL., *Dimyopsis intusstriata* EMM., *Avicula contorta* PORT.

Dans l'**anticlinal de Verne**, le Rhétien est très épais, plus de 100 m probablement, au-dessus de Vouvry. Il s'amincit en direction du col de Verne où il ne mesure que 40 m d'épaisseur. La nouvelle route Vouvry-Miex offre de nombreux affleurements d'un Rhétien analogue à celui de l'Avançon, mais si replissé qu'une étude précise en est difficile. Les affleurements du col de Verne ont été décrits par PETERHANS (1926). Ils diffèrent de ceux de Vouvry et de l'Avançon par une disparition presque complète des schistes noirs remplacés par des marnes grises à *Bactryllium*. Dans ces couches tendres s'intercalent des bancs de calcaires gris ou lumachelliques. Les niveaux calcaires de la base contiennent des touffes de coraux. Le banc terminal, recouvert par les marnes dolomitiques, orangées ou rouges, à intercalations gréseuses rousses de l'Hettangien inférieur, est gréseux, brun et révèle en abondance *Ostrea haidingeriana* EMM. Comparé à la coupe précédente, le Rhétien du col de Verne se révèle non seulement moins épais, mais aussi plus néritique.

Dans l'**anticlinal du Grammont**, pli qui chevauche vers le N, le Rhétien affleure en deux points dans les pentes à l'E d'Alamon et au col des Murailles entre les Jumelles et le Grammont. L'étage est peu puissant dans cette zone, 30 à 50 m. Au col des Murailles l'alternance de schistes gris-brunâtres et de calcaires lumachelliques se termine par une assise de 6 m de schistes gréseux noirs à intercalations de grès roux à nombreuses *Ostrea haidingeriana* EMM. C'est le niveau terminal du Rhétien; on le voit le long du sentier horizontal au N du col.

Les affleurements dans les pentes des Follies, à l'E d'Alamon, montrent une diminution de l'épaisseur du Rhétien vers le N où il finit par disparaître totalement. Ainsi, à la Pointe de Chaumény, au N du Tombeau des Allemands, au pt. 1850,6 (appelé Pointe de St-Laurent) 500 m au NE du Lac de Lovenex, et à la Miette à l'W du lac, l'Hettangien supérieur repose directement sur les dolomies du Trias. Le contact me semble stratigraphique, c'est la ride peut-être émergée, qu'annonçaient les épaisseurs faibles et les faciès néritiques du col de Verne et du Grammont.

Plus au N, le Rhétien reparaît dans la série plus septentrionale chevauchée par l'anticlinal du Grammont et qui sera désignée sous le nom de série de la Chaumény, chalet situé au N du Grammont à l'altitude de 1323 m. Le seul bon affleurement se trouve à la cote 1050 m sur la rive droite du couloir de Vervine, qui tombe dans la Morge 1,8 km au S de St-Gingolph.

Le Rhétien, épais de 40 m environ, est recouvert en transgression par le Lotharingien, calcaire grossièrement spathique à gravillons dolomitiques, très glauconieux à la base. Sous la discordance, on observe en descendant les niveaux suivants:

- 1° 2 m de calcaire dolomitique gris, en bancs séparés par des délits de marnes jaunâtres;
- 2° 0,6 m de calcaire dur à pâte sombre;
- 3° 5 m de schistes noirs à minces passées fossilifères: *Avicula contorta* PORT., *Terebratula gregaria* SUESS, *Cardita austriaca* v. HAUER, *Placunopsis alpina* WINKL., débris de *Pecten*;

4° 4 m de calcaire plus ou moins gréseux et glauconieux contenant de nombreuses *Ostrea haidingeriana* EMM., des brachiopodes et des pectinidés;

5° au-dessous viennent des marnes sombres très fossilifères, puis des schistes noirs, où s'intercalent des bancs de calcaires lumachelliques. Le contact de cette série, épaisse de 30 m, avec les Dolomies blondes sous-jacentes est masqué par quelques mètres d'éboulis. On trouve dans ce niveau des pentacrines, des débris d'échinides, *Avicula contorta* PORT., *Dimyopsis intusstriata* EMM., *Terebratula gregaria* SUESS., *Pholadomya loriana*... et de nombreux autres fossiles.

Il est probable que le niveau 1 appartient à l'Hettangien inférieur (niveau *b*); ce que confirme la présence à sa base du Rhétien terminal à *Ostrea haidingeriana* EMM. (niveaux 2, 3 et 4).

Dans les versants de la montagne de la Frête, cote 1058 m, au SE de St-Gingolph, le Rhétien pointe à plusieurs endroits. Il a le faciès habituel des schistes noirs à intercalations de lumachelles et de calcaires dolomitiques. Malheureusement les complications tectoniques de cette région, la mauvaise qualité des affleurements, ne permettent pas d'en donner une coupe représentative.

En résumé, le Rhétien s'est déposé dans un bassin probablement peu profond, mais subsident dans le S, alors que de la Pointe de la Chaumény à Lovenex, se formait un seuil, qui ne sera sûrement submergé qu'à l'Hettangien supérieur. Au N du seuil le Rhétien reprend. Le voisinage de cette zone haute se marque par des faciès plus néritiques et une réduction des épaisseurs. Cependant, l'analogie qui existe entre le Rhétien de l'Avançon et celui de Vouvy semble montrer que le tracé de la zone subsidente méridionale ne suit pas les plis actuels.

L'Hettangien

Sa répartition est semblable à celle du Rhétien. Dans les Préalpes médianes, il comprend généralement cinq niveaux numérotés de *b* à *f*, le niveau *a* étant actuellement placé au sommet du Rhétien (niveau à *Ostrea haidingeriana*). Les niveaux *b*, *c*, *d* et *e* font partie de l'Hettangien inférieur — zone à *Psiloceras planorbis*. La plus grande partie du niveau *f* appartient à l'Hettangien supérieur — zone à *Schlotheimia angulata*.

Sa première apparition vers le S est dans l'Avançon, à la cote 620 m. Il affleure en série renversée sous le Rhétien. Cet affleurement se rattache donc aux zones profondes du flanc renversé de l'*anticlinal d'Outtanne*. Il présente de bas en haut la lithologie suivante:

Rhétien

1° 5 à 6 m de marnes dolomitiques jaunes affleurant dans le lit du torrent (niveau *b*);

2° 5 m de grès roux et de calcaires sableux en bancs de 20 à 50 cm, séparés par de minces intercalations de marnes sableuses. Certains niveaux sont truffés d'huîtres — *Ostrea sublamellosa* DKR. et *O. pictetiana* MORT. Cette zone détritique correspond aux niveaux *c* et *d*;

3° 8 m de calcaire à pâte fine, sombre, à patine claire, en bancs mamelonnés, recouvert d'une croûte dolomitique jaunâtre. Les bancs sont épais de 1 à 2 m et séparés par des délits de quelques centimètres de schistes noirs;

4° environ 24 m de calcaires massifs, à grain fin, sombres à la base et plus clairs au sommet.

Le n° 3 peut être assimilé au niveau *e*, mais il faut remarquer qu'il est beaucoup moins marneux que d'habitude et peu fossilifère. Par son faciès, il se rapproche plutôt du niveau *f*, auquel il faut attribuer en tout cas le n° 4.

Sur les deux flancs de l'*anticlinal de Verne*, les affleurements sont nombreux. Au S du vallon, l'Hettangien, résistant bien à l'érosion, donne des parois au bas des châbles ou des pentes de Lias siliceux. Au N du vallon, en amont du Flon, il est vertical ou renversé et ses dip-slopes constituent les premiers contreforts de la chaîne Chambairy-Cornettes de Bise.

Sur le flanc S, la puissance de l'Hettangien passe de 120 m vers la vallée du Rhône, à 80 m près du col de Vernaz. Elle est triple (250 à 350 m) au flanc N de l'*anticlinal*.

Les niveaux inférieurs sont assez constants:

- 1° L'Hettangien débute par 8 à 10 m de schistes dolomitiques bigarrés, avec de minces intercalations de dolomie et de grès roux, c'est le niveau *b*;
- 2° le niveau *c*, grès roux glauconieux, mesure 2 m d'épaisseur;
- 3° il est suivi de 4 m de calcaire gréseux à *Ostrea pictetiana* MORT., *Ostrea anomala* TERQ. — niveau *d*;
- 4° le niveau *e*, épais de 15 m — alternance de calcaires gris-brunâtre en bancs de 5 à 15 cm et de marnes brunâtres. PETERHANS (1929) signale au col de Verne *Plicatula deslongchampsii* TERQ., *Lima pectinoïdes* SOW., *Lima eryx* D'ORB., *Chlamys thiollieri* MART., *Chlamys aequalis* QUENS.

Cette coupe mesurée dans les pentes au S du col de Verne, se retrouve identique au N du col où elle est un peu plus puissante.

L'Hettangien supérieur ou niveau *f*, est un calcaire à pâte fine, brune, de patine claire en bancs de 15 à 25 cm, séparés par des délits jaunâtres (croûtes dolomitiques) qui recouvrent la surface bosselée des bancs. Ces derniers augmentent de puissance vers le haut et se chargent de silex arrondis. Puis des schistes siliceux bruns font leur apparition. La pâte devient très foncée, la patine tourne au brun, c'est déjà le Sinémurien ou plus exactement, car il n'y a pas de fossiles, ce que j'ai pris sur mes cartes, comme base du Sinémurien.

L'Hettangien forme plus au N le cœur de l'anticlinal de Bise (ou des Bovardes). Le pli plonge fortement vers l'E et de ce fait, l'Hettangien, dont la base n'est pas visible, n'affleure qu'au S de l'Av (anciennement l'Haut) et au-delà de la frontière sur territoire français. Il reparaît au N du Vésenand (Miex) vers le haut de la conduite forcée.

Le niveau visible le plus ancien est le niveau *e*, dont l'épaisseur minimum doit atteindre 30 à 50 m. Sur cette alternance de marnes et de calcaires vient le niveau *f*, épais de 200 m environ. Son faciès est le même qu'à Verne. On y trouve dans sa partie supérieure des gastéropodes silicifiés du genre *Promathildia* et des *Schlotheimia* du groupe *angulata* (SCHLOTH.).

Dans le flanc S de l'anticlinal du Grammont, l'Hettangien inférieur n'affleure qu'au col des Murailles (500 m au SW du Grammont). La coupe du col des Murailles, déjà décrite par PETERHANS (1928, p. 228) montre un Hettangien inférieur, d'épaisseur réduite — 22 m — mais avec les faciès habituels:

niveau *b*: marnes dolomitiques (7 m);

niveau *c*: grès glauconieux à *Ostrea sublamellosa* DKR. (2 m);

niveau *d*: calcaires gréseux et schistes à *O. pictetiana* MORT. et *O. sublamellosa* DUNKER;

niveau *e*: alternance de marnes et de calcaires à *Pecten valoniensis* DEFR., *Lima valoniensis* DEP.; *Pecten dispar* TERQ., *Anomia striatula* OPP., etc.

Le niveau *f*, par contre, affleure largement dans les parois de la Porte du Sex, dans le vallon des Evouettes et toute la zone Grammont-Lovenex. Vers la plaine du Rhône, il est fait de calcaires massifs, épais de 200 à 250 m, qui, dans le vallon des Evouettes, reposent le plus souvent (sauf aux Follies) directement sur le Trias dolomitique. Vers le haut, le faciès de l'Hettangien supérieur se modifie, il passe à un calcaire dolomitique blanc, assez massif, et qui se distingue des Dolomies blondes sur lesquelles il transgresse par la présence de silex. Son épaisseur varie de 100 à quelques mètres.

La série de la Chaumény ne semble pas contenir d'Hettangien, sauf peut-être dans le couloir de Vervine. La présence d'un peu du niveau *b* semble indiquer qu'au N du seuil Grammont-Lovenex, l'Hettangien complet a dû se déposer. Cela se confirme dans la montagne de la Frête où tous les niveaux sont localement présents, mais sous une puissance très réduite, atteignant au total un maximum de 40 à 50 m.

En examinant la figure 2, on constate que la ride Lovenex-Grammont subsiste, qu'elle a été soulevée aussi pendant l'Hettangien inférieur, puis submergée par l'Hettangien supérieur. Elle demeure cependant un seuil sous-marin peu profond, ce qui pourrait expliquer peut-être le faciès dolomitique du niveau *f*.

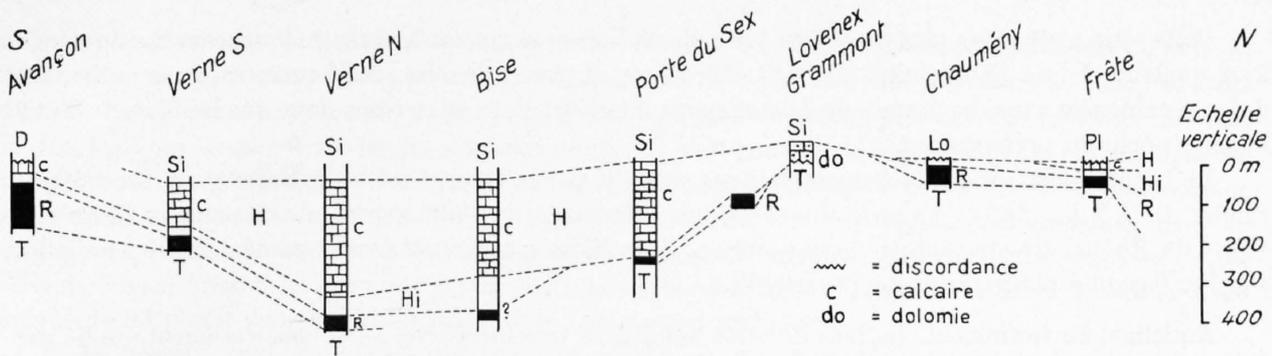


Fig. 2. Corrélations stratigraphiques de l'Infralias.

D = Dogger, Pl = Pliensbachien, Lo = Lotharingien, Si = Sinémurien, H = Hettangien supérieur, Hi = Hettangien inférieur, R = Rhétien, T = Trias.

L'axe de la zone subsidente méridionale s'est, par contre, déplacé vers le N et atteint le flanc N de l'anticlinal de Verne et celui de Bise. En même temps il pivote et s'oriente EW. La zone de l'Avançon s'est simultanément soulevée. Tout se passe comme si l'ondulation du sous-sol marin s'était propagée vers le N. Cette instabilité des fonds va continuer à se manifester durant les périodes suivantes.

Sinémurien-Aalénien

Si l'on fait abstraction de l'Hettangien, traité à cause de son homogénéité au chapitre précédent, le Lias n'est présent que dans la zone frontale, soit dans les anticlinaux de Verne, de Bise, du Grammont, la série de la Chaumény et à la Frête.

Anticlinal de Verne. Seul le Lias inférieur semble présent aux deux flancs de l'anticlinal. Il est recouvert en légère discordance par le Malm à l'E et par les Couches à *Mytilus* à l'W. C'est une série monotone, très épaisse dans la région du Plénay (480 m) soit dans la partie orientale du flanc S et s'amincissant vers le col de Verne (250 m) et au flanc N (120 m à 210 m). Cette diminution d'épaisseur du Lias du flanc N de l'anticlinal est partiellement tectonique.

C'est un ensemble de calcaires sombres, à patine brunâtre, en petits bancs séparés par des schistes durs et irréguliers. Les calcaires sont siliceux, spongolithiques, à entroques rares. Dans la région Plénay-Pifelle, la série débute par des calcaires à silex abondants, à minces intercalations schisteuses, puis se poursuit par une alternance régulière de schistes et de calcaires siliceux. Ce dernier niveau est coupé d'une zone surtout schisteuse de 30 à 40 m d'épaisseur. Tout ce Lias est particulièrement stérile, cependant des ammonites déformées ont été découvertes sur le sentier de Chamossin à Naye, une dizaine de mètres à peine sous le Malm. Il s'agit d'*Arietitidae* indéterminables spécifiquement, mais rappelant des formes sinémuriennes. Nous pensons que dans l'anticlinal de Verne, seul le Sinémurien est conservé, les autres étages liasiques, pour autant qu'ils se soient déposés dans cette zone, ayant été enlevés par la transgression des Couches à *Mytilus* et du Malm.

Anticlinal de Bise. Le flanc S de l'anticlinal, haché de failles, ne montre qu'un Lias siliceux analogue et partant de même âge que celui de Verne. Il n'en est pas de même de l'arête frontière et du flanc N. L'arête frontière, entre la borne 85 et le col d'Ugeon (pt. 2019), présente la succession suivante:

- 1° sur l'Hettangien *f*, une alternance de calcaires sombres à silex et de schistes gréseux, durs. Epaisseur 200 m. Sinémurien;
- 2° une zone de schistes argileux sombres. Epaisseur 20 à 30 m;
- 3° une alternance de schistes noirs, en couches de 30 à 80 cm et de calcaires à patine claire, bleutée, à pâte finement grenue, tachetée, foncée. Epaisseur 230 m;
- 4° calcaire spathico-gréseux à grains de dolomie et galets de Lias atteignant plusieurs centimètres. Ce niveau généralement mince est soudé au Malm.

Cette série n'est guère plus fossilifère que celle de Verne; le niveau 3, après de longues recherches, m'a livré quelques débris d'ammonites. Il s'agit d'*Arnioceras* indéterminables spécifiquement, mais présentant des ressemblances avec des formes du Lotharingien inférieur. Nous admettons donc que les niveaux 2 et 3 appartiennent au Lotharingien.

Le Lotharingien est graduellement tronqué vers l'E par la transgression du Malm et du niveau spathique (4). A 2 km du col d'Ugeon il a totalement disparu et le Malm repose, de ce point et jusqu'à la vallée du Rhône, directement sur le Sinémurien. Si le Malm transgressif était ramené à l'horizontale, les couches liasiques plongeraient de 5° vers l'W.

Anticlinal du Grammont. Le Lias de cette montagne, très fossilifère, a été soigneusement étudié par E. PETERHANS (1926 b), ce qui nous dispensera de longues descriptions et de donner les listes complètes des fossiles qui y furent récoltés.

Le Sinémurien est représenté par des calcaires siliceux et à silex, alternant avec des schistes; c'est le faciès présent dans les anticlinaux de Verne et de Bise. Il contient des éponges bien conservées (*Hexactinellides*) et des brachiopodes. La présence de cette faune est pour nous l'indice d'une mer moins profonde que celle qui couvrait la zone Bise-Verne. L'augmentation de taille des Rhynchonelles et des Térébratules de la base au sommet du Sinémurien indique, d'après PETERHANS, un relèvement graduel du fond, ce qui est confirmé par les perforations et la corrosion sous-marine du banc massif qui termine le Sinémurien. Ce calcaire a fourni *Coroniceras sauzeanum* (D'ORB.), *Arietites kridion* HEHL (ZIETEN), *Arnioceras semilaevis* HAUER, *Agassiceras laevigatus* (SOW.), *Rhynchonella belemnitica* QUENST., *Belemnites acutus* MILLER, etc.

Le Lotharingien supérieur-Pliensbachien est une alternance régulière de calcaires et de schistes. Les calcaires ont une pâte siliceuse foncée, souvent tachetée, les schistes contiennent parfois de la marcassite. Ce niveau, épais de quelques mètres, a fourni: *Echioceras rarecostatum* (ZIET.), *Asteroceras stellaris* (SOW.), *Asteroceras margarita* PAR., *Aegoceras sagittarius* BLAKE, *Polymorphytes? lorioli* HERF., *Echioceras velliatus* DUM., *Rhynchonella furcillata* THEOD., *Rhynchonella* aff. *triplicata* PHIL.

Le Domérien est assez variable et mal daté. Il débute parfois par des calcaires gris en gros bancs, séparés par des schistes. Les calcaires deviennent grossièrement spathiques et glauconieux vers le haut. Souvent les calcaires gris font défaut, on a directement un calcaire massif spathique, sableux, à gravillons dolomitiques et glauconie.

Le Toarcien débute par 2 m de calcaire et de schistes marneux fétides à lamellibranches (*Astarte*). Ce niveau, connu également sur le versant droit de la vallée du Rhône dans les carrières d'Arvel, marque le début du Toarcien. Le reste de l'étage prend le faciès des calcaires spathiques. Ils sont plus fins et moins glauconieux que ceux du Domérien. Dans la zone du Grammont, le Malm transgresse directement sur le Toarcien spathique.

Vers l'W et vers l'E, le Malm mord plus profondément dans la série. Les calcaires spathiques disparaissent au Mont Gardy vers l'E et au pied de la paroi de la Suche vers l'W. Au-delà, le Malm repose sur les calcaires sombres siliceux du Lias inférieur. Dans la région de Chavalon, un *Arietites* cf. *bucklandi* Sow., a été trouvé à une quarantaine de mètres du Malm par C. ANDRÉ. Dans cette région, le Malm est donc directement en contact avec le Sinémurien. Remarquons que ce dernier étage atteint 400 à 500 m de puissance vers la plaine du Rhône, alors qu'au Grammont et plus à l'W, il est réduit à 100 ou 200 m.

La série de la Chaumény. Au point de vue tectonique, la série de la Chaumény constitue le flanc normal d'un synclinal couché, dont le flanc supérieur, renversé et incomplet, est chevauché par l'anticlinal du Grammont. A ce flanc renversé ne participe que le Malm, sauf aux environs du lac de Lovenex à l'W et des Evouettes à l'E, où s'ajoutent du Lias et du Dogger. Prenons d'abord le flanc normal. Le Lias est incomplet et transgresse directement sur le Rhétien, là où sa base est visible. On a, au S de la Frête, dans le couloir de la Chaumény et dans les Châbles de Rochasson, une très épaisse série de caractère néritique, qui monte jusqu'au Malm. La pauvreté des couches en fossiles et l'accès difficile des affleurements compliquent beaucoup l'interprétation stratigraphique de cette série. Il ne semble pas y avoir de discontinuités ou de lacunes importantes et j'ai admis que la série était continue.

1. Elle débute par 200 à 250 m de calcaire clair blanc, rose ou rouge. Les entroques qui le constituent mesurent 1 à 2 mm, quelques-unes atteignent 10 mm. Elles sont accompagnées de gravillons dolomitiques,

de grains de glauconie et de débris de coquilles. Localement, le calcaire devient dolomitique: on voit les entroques s'estomper dans la pâte, puis disparaître, une dolomie jaunâtre s'est substituée au calcaire. Dans le ravin de la Chaumény, on observe plusieurs de ces zones dolomitisées; elles ont une extension latérale limitée, mais une épaisseur atteignant plusieurs mètres. Il n'est pas rare de rencontrer dans ces calcaires des intercalations d'argile rouge de 5 à 10 cm. Le calcaire au contact des argiles, prend souvent une couleur rouge vif. Dans le couloir au SE de Freney, cote 1155 m, les calcaires spathiques contiennent un banc de conglomérat à éléments de 1 cm de calcaires noirs siliceux et de dolomies. Vers Lovenex et dans les pentes à l'E de Chalavornaire, les calcaires spathiques clairs reposent sur le Sinémurien à Silex. Il semble donc logique de les placer dans le Lotharingien et le Lias moyen pro parte.

2. Ils passent graduellement à des calcaires spathiques plus fins, glauconieux de couleur grise ou brunâtre et contenant des silex. Cette zone de 60 à 70 m d'épaisseur fait la transition entre les calcaires spathiques clairs et le Lias supérieur siliceux. Ce serait le sommet du Lias moyen.

3. Puis vient, sur 300 m, une alternance de calcaires siliceux foncés et de schistes bruns. Les calcaires ont une pâte gris-brun, foncée, finement grenue. Les entroques y sont petites et rares et accompagnées de quelques grains arrondis de calcaire ou de dolomie. A la base les bancs minces sont ornés de silex noirs curieusement anastomosés, alors qu'au sommet les accidents siliceux sont petits et anguleux. J. GUIGON a trouvé dans cette série *Variamussium pumilum* (LMK.), fréquent dans le Toarcien. C'est donc à cet étage que nous attribuerons le niveau 3. Il passe graduellement au «Dogger intermédiaire» de PETERHANS.

En groupant les résultats exposés jusqu'ici on constate:

1. Qu'au Sinémurien une mer profonde à spongiaires régnait dans le S et l'E de notre région. Les séries épaisses qui s'y déposent s'amenuisent vers la ride du Grammont où les profondeurs moindres favorisent le développement des mollusques et des brachiopodes. Cette ride semble se soulever vers la fin du Sinémurien. Le sommet de l'étage sera érodé par des courants sous-marins. Plus au N encore, il y avait peut-être une zone exondée (série de la Chaumény).

2. Au Lotharingien et au Pliensbachien, la zone profonde à sédimentation épaisse occupe probablement les mêmes lieux qu'au Sinémurien, mais les transgressions plus récentes en ont effacé des preuves, sauf à Bise. Au Grammont les dépôts ne reprennent qu'au Lotharingien supérieur – série mince et fossilifère, montrant la stabilité de cette ride.

Plus au N, le caractère néritique du Lotharingien est particulièrement net, mais l'élément positif qu'il recouvre de ses couches d'entroques s'enfonce au même rythme que la sédimentation.

3. Au Domérien et au Toarcien, les documents ne subsistent que dans l'anticlinal du Grammont et plus au N. La différence entre ces deux zones s'accroît. Alors que la ride du Grammont reste en relief et n'admet qu'une faible sédimentation néritique (calcaires à entroques), la subsidence de la zone de la Chaumény s'accroît et au Lias supérieur apparaissent des faciès à silex, moins profonds, il est vrai, que ceux du Lias inférieur de Verne ou de Bise.

Jusque là on obtient donc en schématisant une vue assez claire des conditions de dépôt au Lias, mais en passant de la série de la Chaumény à celle de la Frête, il y a un brusque changement des faciès liasiques. En fait, nous verrons par la suite (voir aussi H. BADOUX et J. GUIGON, 1958) qu'au col de la Frête passe un accident important qui a juxtaposé deux éléments des médianes distants l'un de l'autre avant le plissement.

Montagne de la Frête (1058 m) ou Mont Cornin, tel est le nom de la pyramide boisée s'élevant au S de St-Gingolph et à l'W de la Morge. Ses pentes sont très raides et d'une exploration difficile; cela, joint à une structure géologique compliquée et une extrême pauvreté en fossiles, rend l'établissement d'une stratigraphie précise fort aléatoire. Aussi aurons-nous recours pour dater notre Lias à des comparaisons avec celui de la région de Locum-Meillerie, si bien étudié par E. PETERHANS.

La Frête est taillée dans un synclinal à fond complexe, dont le flanc S est redressé au-delà de la verticale, tandis que le flanc N est faiblement incliné au S. L'Infralias du flanc S ne comprend que le Rhétien, tandis que le flanc N montre sur le Rhétien un Hettangien complet. Le sommet de cet étage ou «niveau f» est formé par 40 m environ de calcaire en petits bancs sans délits schisteux. La patine en est claire, bleutée et la pâte beige très fine.

La série qui surmonte l'Infralias semble la même aux deux flancs du synclinal. En combinant les affleurements épars elle s'établit de bas en haut de la manière suivante:

- 1° Calcaire finement spathique à patine brune, pâte assez claire, à rares gravillons dolomitiques et grains de glauconie. Les bancs, qui ont en moyenne 30 cm d'épaisseur (de 20 à 80 cm), sont jointifs et peuvent présenter des silex irréguliers, généralement de petite taille;
- 2° calcaires sombres à silex, légèrement spathiques en petits bancs;
- 3° calcaires sombres à silex, bleu-foncé, formant dans l'axe des bancs des zones continues, épaisses. Des schistes bruns, gréseux, séparent les bancs qui ont de 10 à 20 cm d'épaisseur;
- 4° calcaires sombres siliceux (mais sans silex) en gros bancs rugueux séparés par des schistes grenus. Passage graduel à:
- 5° calcaires argileux tachetés en bancs de 20 à 80 cm, séparés par des marnes grenues. Des *Cancellophycus* apparaissent à la surface des bancs;
- 6° zone de marnes sombres;
- 7° calcaires argileux à *Cancellophycus* alternant avec des marnes. Ce niveau est très analogue à 5.

Les épaisseurs sont difficiles à mesurer. L'ensemble des horizons 1, 2 et 3 peut être évalué à 60 ou 80 m. La variabilité des faciès rend douteuse toute estimation de la puissance de chaque niveau. Le niveau 4 doit atteindre environ 100 m, le niveau 5, 100 à 150 m et le niveau 6, 20 à 30 m.

Le niveau 5 est le seul daté. Il nous a fourni à Colachêne (nom de la petite prairie située à la cote 640 environ, sur l'arête NE de la Frête) quelques fragments d'ammonites du genre *Ludwigiella*. Le sommet de ce niveau, ainsi que le suivant, est donc Aalénien.

Dans toute la région Meillierie-Locum, E. PETERHANS signale une lacune générale du Sinémurien inférieur. Par exemple, dans le ruisseau de Locum, le Sinémurien supérieur réduit à 7 cm, repose directement sur la surface corrodée de l'Hettangien supérieur. Il attribue au Lotharingien quelques mètres de calcaires spathiques grossiers que recouvre directement le Pliensbachien supérieur. Ce dernier débute par un banc de calcaire clair, fin, tacheté, et se poursuit par une épaisse série de calcaires siliceux parfois à silex, parfois finement spathiques où se trouve inclus également le Domérien.

Il ne fait guère de doute que les niveaux 1 à 4 de la Frête équivalent au Pliensbachien-Domérien de Locum. Les calcaires tachetés auraient disparu, montrant une lacune plus importante s'étendant, au flanc S

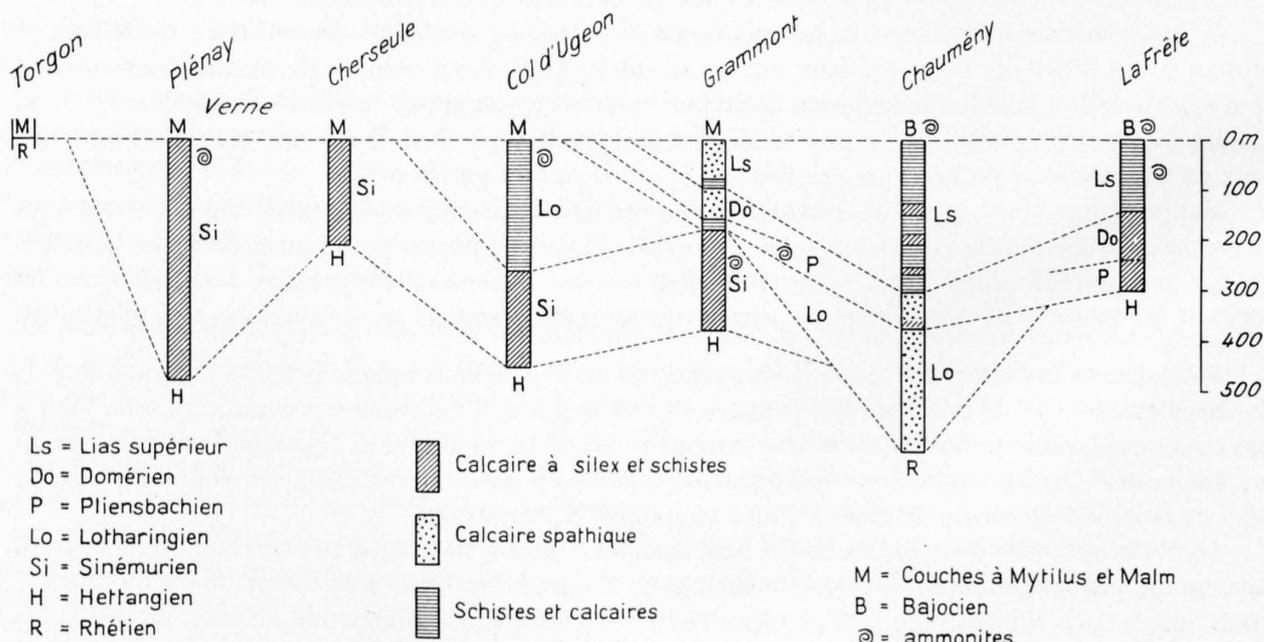


Fig. 3. Variations des terrains liasiques.

du synclinal, du Rhétien au Lias moyen. Il faut reconnaître que, dans notre région, aucune preuve paléontologique ne confirme ou n'infirme la supposition ci-dessus. Il n'est pas possible d'exclure un âge lotharingien pour le niveau 1. Cependant, je penche pour la première solution, soit l'absence du Sinémurien et du Lotharingien. Les âges de la série de la Frête s'établiraient comme suit : niveaux 1-4 = Pliensbachien-Domérien, niveau 5 = Toarcien-Aalénien, niveau 6 = Aalénien et niveau 7 = Bajocien.

Dans cette hypothèse, la zone de la Frête serait demeurée pendant le Sinémurien et le Lotharingien sous une faible tranche d'eau. Les vagues et les courants auraient empêché tout dépôt et provoqué même des érosions sous-marines. La sédimentation aurait repris au Pliensbachien. Pendant le Lias moyen, la zone de la Chaumény demeure peu profonde et ses dépôts restent néritiques; elle correspond au faite de la ride sous-marine alors que celle de la Frête en aurait été le flanc N. La subsidence plus rapide aurait porté cette dernière zone à des profondeurs incompatibles avec le développement des crinoïdes. Pourtant quelques menus fragments d'entroques accompagnés de poudres calcaires et de limons, entraînés jusque dans ces fonds, seraient venus se mêler aux débris des éponges siliceuses pour donner les calcaires silico-spathiques ou à silex de la montagne de la Frête.

Le Dogger

Dans la partie centrale des Préalpes médianes, soit dans les anticlinaux de Bise et du Grammont, le Malm repose directement sur le Lias. Au S de cette zone, un faisceau de couches s'intercalent entre les calcaires massifs du Jurassique supérieur et les terrains plus anciens. Ce sont les Couches à *Mytilus* qui feront l'objet d'un chapitre ultérieur. Au N de l'anticlinal du Grammont, la lacune se réduit puis s'efface grâce à l'apparition dans la zone de la Chaumény du «Dogger intermédiaire» et dans la montagne de la Frête du Dogger à *Cancellophyceus*.

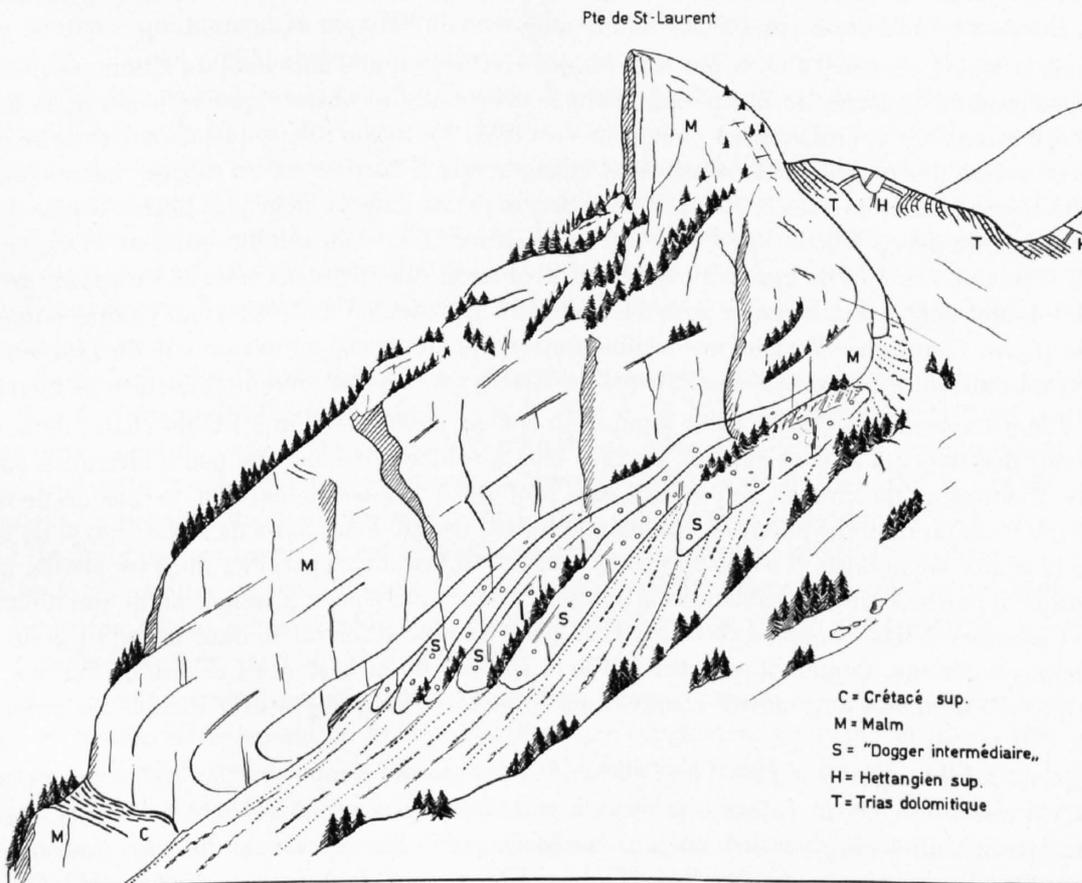


Fig. 4. La Pointe de St-Laurent vue de l'W.

Dans la **zone de la Chaumény** affleure l'épaisse série du «Dogger intermédiaire». Ce terme introduit par E. PETERHANS est malheureux, car le faciès qui le caractérise déborde vers le haut sur le Malm et sa limite inférieure n'est pas datée. C'est un dépôt néritique dont la lithologie et la puissance varient d'un endroit à l'autre. Hormis les environs de l'alpe de la Chaumény et le couloir de Vervine, ses affleurements sont d'un accès difficile. En ces deux points, il atteint une puissance de 300 à 400 m.

C'est une alternance de schistes marneux, plus ou moins détritiques et de calcaires à patine brune. Les bancs de calcaires ont de 20 à 80 cm. Vers la base, ils sont minces et réguliers et s'épaississent à l'approche du Malm. Quelques-uns atteignent même 1 ou 2 m et montrent une patine qui rappelle celle du Jurassique supérieur.

Les calcaires, fétides au choc, ont une pâte brune, parfois presque noire, fine et parsemée de fragments anguleux de 2 à 4 mm de dolomie blonde ou orangée, de rares entroques et de quelques grains de sable. Quelques niveaux sont oolithiques avec des ovulites assez grosses, beiges ou brunes. Tous les intermédiaires existent entre ces deux types de roche. Des silex de petites dimensions se détachent à la surface de quelques niveaux.

Cette série est pauvre en fossiles caractéristiques; généralement il ne s'y trouve que quelques débris de pectinidés et de rares coraux.

Dans la région Chaumény-Vervine, le passage du «Malm» au «Dogger intermédiaire» est brusque. Il se marque bien dans la morphologie. La paroi du Malm, dominant les pentes plus douces du Dogger brun, est constituée par un calcaire clair, oolithique et siliceux.

Dans d'autres secteurs, par contre, le passage est graduel, par exemple dans les pentes boisées qui tombent de Chalavornaire sur la plaine du Rhône. Vers la base des parois de Malm, le calcaire se charge d'ovulites, de gravillons dolomitiques et d'entroques, mais sa couleur reste claire, puis vers le bas, elle passe au brun-sombre et le faciès du «Dogger intermédiaire» se trouve réalisé.

Ce passage progressif peut aussi se faire latéralement, ce que montre admirablement la paroi occidentale de la Pointe de St-Laurent (pt. 1850,6) représentée, vue de l'W, par la figure 4.

On voit le Malm, chevauché au S par le Trias et l'Hettangien de l'anticlinal du Grammont, dessiner une double charnière en forme de Z. En examinant le synclinal, on constate que les bancs de la base du Malm se subdivisent et s'épaississent en plongeant vers le N. En même temps que s'ouvre ce prisme sédimentaire, la nature des roches qui le constituent change: vers le haut, c'est un calcaire blanc oolithique que l'on place sans hésitation dans le Malm. Vers le bas, la patine devient beige puis brune, la pâte sombre, fétide et chargée de débris dolomitiques et d'entroques. Ainsi la base du «Malm» passe au «Dogger intermédiaire». Il est donc difficile de maintenir ce terme, il vaudrait mieux utiliser celui de Couches de Vervine. Elles datent donc à leur sommet probablement de l'Argovien ou du Séquanien. Comme nous avons vu dans la région Chaumény-Vervine une sédimentation apparemment ininterrompue du Lias supérieur au «Dogger intermédiaire», il faut en conclure que les Couches de Vervine vont de l'Aalénien au Séquanien.

Lors d'une ascension du Châble droit (nom d'un couloir passant 500 m à l'E du chalet de la Chaumény) j'avais découvert, à la cote 1230 m, un gros bloc fossilifère posé sur une pente inclinée à 50°. Les ammonites silicifiées qu'il contenait ne pouvant être, sauf une, extraites au marteau, je décidais de revenir une autre fois avec un matériel adéquat. Malheureusement, malgré deux jours de recherche, je ne pus retrouver le bloc aux ammonites. Il avait dû glisser, puis en se brisant, s'éparpiller dans les pentes. Le seul fossile rescapé appartient très probablement d'après L. PUGIN, que nous remercions ici de son obligeance, à l'espèce *Cadomites deslongchampsii*? (D'ORB.). Cela place ce niveau fossilifère dans le Bajocien supérieur ou le Bathonien inférieur. Comme il est situé à 100 m environ de la base des Couches de Vervine, il est probable que ces dernières descendent jusque dans l'Aalénien; ce que j'ai déjà indiqué au paragraphe précédent.

Au N, dans la montagne de la Frête, les Couches de Vervine sont remplacées par le «Dogger à *Cancellophycus*». C'est une alternance de calcaires argileux à grain assez grossier, en bancs et de marnes. Il occupe le cœur du synclinal de la Frête et atteint la route St-Gingolph-Freney 400 à 500 m en aval du couloir de Vervine. Nous avons vu, au chapitre précédent, que le sommet du Lias a un faciès semblable, coiffé d'une dizaine de mètres de marnes schisteuses noires. L'épaisseur du Dogger sus-jacent est faible et il ne

comporte probablement que le Bajocien. Un *Stephanoceras humphriesi* (D'ORB.), trouvé dans l'éboulis du Creux de la Barne, confirme l'existence de cet étage dans la montagne de la Frête.

Les Couches à Mytilus

Elles constituent la formation la plus fossilifère et cependant la plus mal datée des Préalpes médianes. Dans l'arc romand de nombreux travaux leur ont été consacrés, les deux principaux sont ceux de P. DE LORIOU et H. SCHARDT (1883) et de H. H. RENZ (1935). C'est la numérotation des niveaux de ce dernier auteur qui sera utilisée ci-dessous. Elle est la suivante:

SCHARDT		H. H. RENZ
A	Niveau supérieur à <i>Mytilus (Modiola) Castor</i>	= Niveau IV
BC	Niveau à <i>M. Castor</i> , <i>Plesiocidaris alpina</i> , <i>Myes</i> et <i>Brachiopodes</i>	= Niveau III
D	Niveau à fossiles triturés et à <i>Astarte rayensis</i>	= Niveau II
E	Niveau à matériaux de charriage	= Niveau I

Ces niveaux correspondent à des faciès différents qui se succèdent généralement dans le même ordre, mais qui peuvent aussi se relayer latéralement.

Dréveneuse

La grande dalle de Dréveneuse est formée de deux grosses assises superposées: les calcaires et dolomies du Trias moyen à la base, et les calcaires du Malm au sommet. Les Couches à Mytilus s'intercalent entre les deux. Dans le S, elles ont un faciès essentiellement continental, alors qu'elles sont surtout marines au N.

Le sédiment qui caractérise la zone méridionale est un ancien sol latéritique rouge ou jaune, considéré par M. LUGEON (1895) comme un sidérolithique et que nous avons montré (H. BADOUX et G. DE WEISSE, 1959) être en réalité une bauxite siliceuse. La zone bauxitique est développée dans les parois au SE de l'arête reliant la Pointe de Bellevue à celle de Dréveneuse. La couche d'ancien sol mesure 2 à 6 m de puissance et se trouve partagée en deux par une intercalation marine. Il s'agit d'une couche de calcaire argileux lumachellique à *Astarte rayensis* DE LOR. et autres coquilles brisées. La couche bauxitique superposée à la lumachelle est certainement allochtone; l'inférieure l'est probablement aussi. La mise en place de la bauxite daterait donc de la même époque que le dépôt des niveaux II et III. Des analyses chimiques et à l'aide des rayons X figurent dans l'article précité (H. BADOUX et G. DE WEISSE, 1959) auquel nous renvoyons le lecteur.

Vers le N, la couche de bauxite disparaît presque totalement; il n'en subsiste que des imprégnations rouges dans les fissures du Trias. Par contre, dès le cône de la Pala, les Couches à Mytilus marines augmentent rapidement de puissance et atteignent 30 à 40 m. Elles sont formées d'une alternance de bancs de calcaires à pâte brune, fétide, et de marnes à nombreux débris de fossiles. Dès le Châble Croix, des conglomérats à éléments dolomitiques marquent la base des Couches à Mytilus. Leur sommet ou plutôt le début du Malm est caractérisé par un niveau calcaire à concrétions alguaire (oncolithes).

La seule coupe de ce secteur, qui soit d'un accès facile, se situe dans le Torrent de la Greffe à la cote 760 m. Le sentier reliant Vionnaz à Pley par le col du Cornillon y passe. On observe sur le versant gauche de la rivière la succession suivante, de bas en haut:

1. Transgressant sur le Trias, 20 m environ de conglomérats passant vers le haut à des marnes grises à taches de rouille, se détachant en grosses lamelles. Les conglomérats ont des éléments plus ou moins arrondis de 1 à 5 cm de diamètre. Les galets dominants sont dolomitiques, quelques-uns sont faits de calcaires fins, d'autres de calcaires spathiques roses.

2. Alternance de schistes sombres, de conglomérats et de bancs dolomitiques lenticulaires de 5 à 10 cm d'épaisseur. Dans les marnes noires de la base, une galerie de recherche de charbon a été ouverte en 1850. Epaisseur 4 m.

3. 12 m de schistes argileux noirs plus ou moins charbonneux avec, au sommet, deux intercalations de marnes à patine beige. Au milieu de ce niveau se voient les restes d'une ancienne galerie de recherche de charbon. On trouve dans les niveaux 2 et 3 *Astarte rayensis* DE LOR. et *Ostrea costata* Sow.

4. Alternance de calcaires compacts à patine bleutée et pâte sombre, en bancs de 30 à 50 cm et de marnes brunes à *Mytilus (Modiola) castor* D'ORB. et débris de coquilles de lamellibranches et de gastéropodes. Ce niveau, masqué à son sommet par des éboulis, doit mesurer 10 à 20 m.

5. Calcaire oncolithique, base du Malm.

Le niveau 1 correspond au niveau I de RENZ, 2 et 3 au niveau II et 4 au niveau III.

Anticlinal d'Outanne

Le flanc normal de l'anticlinal présente trois bonnes coupes des Couches à *Mytilus*, soit de l'E à l'W :

- a) celle du Torrent de Mayen et du Châble Noir, 500 à 1000 m au NNW de Vionnaz;
- b) celle de l'arête au S de l'Avançon (arête de Vuargmolaz);
- c) celle du versant S du col d'Outanne.

Du flanc renversé (N) de l'anticlinal, nous décrivons sommairement quatre coupes :

- d) celle de l'Avançon, rive gauche;
- e) celle de l'E au pt 1085, sous Torgon;
- f) celle de Torgon, sur la route Torgon-La Cheurgne;
- g) celle des Lanches du Brélon, soit des pentes au NE du col d'Outanne.

Au flanc S de l'anticlinal, les Couches à *Mytilus* reposent sur les calcaires dolomitiques blonds du Trias supérieur. Il en est de même pour les zones hautes du flanc renversé (N). Par contre dans les parties basses de ce dernier, le Rhétien a été préservé sous la discordance.

a) **Coupe du Châble Noir.** Au N de Vionnaz les couches plongent au S; aussi, en longeant la plaine du Rhône en direction du N, voit-on apparaître des étages de plus en plus anciens. D'abord ce sont les Couches rouges, suivies par le Malm, puis au-delà du Torrent de Mayen, les Couches à *Mytilus* reposant sur les dolomies du Keuper.

Les Couches à *Mytilus* possèdent à leur base un niveau charbonneux qui fut l'objet de tentatives d'exploitation infructueuses (M. LUGEON, 1918). L'épaisseur de la série à *Mytilus* est de 40 à 50 m environ et la succession des couches est la suivante de bas en haut :

1. Ensemble de marnes plus ou moins schisteuses jaunâtres, localement noires, charbonneuses et comportant au sommet des bancs de calcaires plaquetés, fétides ou noduleux à fossiles triturés. C'est dans ce niveau que s'ouvraient les galeries. Les fossiles sont très abondants dans quelques bancs. *Astarte rayensis* DE LOR., *Ostrea costata* Sow. C'est donc le niveau II, épais de 20 m environ.

2. Alternance, sur une épaisseur de 20 m, de calcaires en bancs de 50 cm à 2 m et de marnes en couches plus minces, de 10 à 60 cm. Les calcaires sont clairs, leur pâte sombre, brune ou bleutée, fine, chargée parfois de radioles d'échinides, parfois légèrement sableuse, ou contenant des oncolithes. Elle est toujours très fétide au choc. Les marnes sont brunes. Les fossiles sont assez nombreux dans ce niveau. SCHARDT y cite: *Pholadomya texta* AG., *Terebratula ventricosa* ZIET., *Rhynchonella orbignyana* OPP., *Ostrea vuargmolensis* DE LOR. au sommet et *Modiola imbricata* Sow. et *Plesiocidaris alpina* AG. à la base. C'est donc le niveau III de RENZ.

3. Malm débutant par un banc de calcaire oncolithique de 2 m d'épaisseur dominé par la paroi verticale. Ce niveau à algues a été choisi dans cette zone comme base du Malm, mais il faut noter que ces oncolithes apparaissent déjà dans le niveau III.

b) **Coupe de l'arête de Vuargmolaz.** C'est le nom de l'arête coupée de failles qui descend du Bec à l'Ane, à l'E de Mayen, au sommet du cône de déjection de l'Avançon. En partant de la rivière, on note la superposition des étages suivants :

de 420 à 450 m: Rhétien	} Trias
de 450 à 540 m: Calcaires dolomitiques	
de 540 à 555 m: Cornieule	
de 555 à 580 m: Couches à Mytilus	
dès 580 m: Malm	

Le contact entre la cornieule et les Couches à Mytilus est mécanique, ce qui explique la faible épaisseur des Couches à Mytilus (20 m) comparée à celle du Châble Noir.

En fait à Vuarnolaz, seul le niveau III est présent avec très exactement la même puissance qu'au Châble Noir. Sa constitution lithologique est semblable: nous y avons trouvé: *Ostrea costata* Sow. et *Mytilus laitemerensis* DE LOR.

c) **Coupe S du Col d'Outanne.** Le col d'Outanne est taillé dans une couche de schistes gris, terreux, charbonneux, où s'intercalent de petits bancs de grès micacés couverts de débris végétaux. J'ai placé sur ma carte ce niveau de 30 à 40 m d'épaisseur dans les Couches à Mytilus, mais sans grande conviction et après avoir longuement hésité, à en faire du Grès à Roseaux triasique. Par-dessus vient l'alternance de calcaires et de marnes du niveau III. Notons quelques niveaux truffés de radioles d'oursins ou de débris de coquilles dont *Ostrea costata* Sow., accompagnant des *Mytilus*, des *Modiola* et de gros lamellibranches. Le passage au Malm est insensible. Nous avons pris comme limite là aussi le niveau massif à oncolithes. Un des bancs des Couches à Mytilus s'est révélé en coupes minces (PM. 4927) riche en *Pseudocyclamina* analogues à celle du Malm à oncolithes. Le niveau III au col d'Outanne mesure 22 m d'épaisseur. On voit donc que ce niveau est remarquablement constant au flanc S de l'anticlinal.

d) **Coupe de l'Avançon, rive gauche.** Cette coupe appartient au flanc renversé de l'anticlinal d'Outanne. Au N du sommet du cône de déjection de l'Avançon, s'élève un rocher de Malm haut d'une dizaine de mètres. C'est de son sommet que part la coupe ci-dessous, que nous décrirons en descendant pour rétablir l'ordre stratigraphique:

1° Rhétien;

2° brèche à petits éléments dolomitiques (1 à 2 cm) et à traces charbonneuses. Epaisseur 0,3 m. C'est la base des Couches à Mytilus;

3° alternances de calcaire grenu, fétide, en bancs de 30 à 60 cm et de marnes fossilifères: *Ostrea costata* Sow., *Mytilus*, etc. Epaisseur 6 m;

4° Calcaire plaqueté fétide avec au sommet une couche de 20 cm de marnes schistoïdes calcaires. Epaisseur 2,7 m;

5° calcaire plus massif à patine bleutée avec, à 2 et à 5 m de la base, des niveaux à grosses algues pelotonnées (oncolithes). C'est le Malm.

Dans cette coupe, seul le niveau III semble représenté sous une épaisseur faible de 9 m seulement.

e) et f) **Coupes des environs de Torgon.** Cette zone présente de nombreux affleurements de Couches à Mytilus (niveau III), mais des coupes complètes et des mesures d'épaisseur sont difficiles à obtenir à cause du faillage intense des couches. Ce qui est surtout intéressant dans cette zone, c'est le passage des Couches à Mytilus au Malm.

A l'E de Torgon dans les parois dominant l'Avançon, les Couches à Mytilus contenant *Rhynchonella orbignyana* OPP. se terminent par des calcaires fins schisteux surmontés par le niveau à oncolithes du Malm.

Sur la route qui mène de Torgon à La Cheurgne, le niveau supérieur des Couches à Mytilus, avec les mêmes *Rhynchonelles* qu'à l'E de Torgon, accompagnées de *Waldheimia obovata* Sow., d'*Ostrea* et de *Plesiocidaris*, contient d'abondantes *Pseudocyclamina*. Le niveau à oncolithes de la base du Malm se charge par endroits d'empreintes charbonneuses: fragments de tiges et de troncs indéterminables.

Les Couches à Mytilus affleurent en de nombreux endroits dans la pente S du Planellet. J. F. AGASSIZ y signale: *Plesiocidaris alpina* AG., *Waldheimia obovata* Sow., *Rhynchonella orbignyana* OP., *Lima cardii-formis* Sow., *Mytilus laitemairiensis* DE LOR., *Homomya laitemairiensis* DE LOR., *Ostrea vuarnolazensis* DE LOR., *Ostrea costata* Sow.

g) **Coupe des Lanches du Brélon.** Les Couches à Mytilus mesurent environ 35 m d'épaisseur dans ce secteur. Elles recouvrent directement les calcaires dolomitiques du Trias sans montrer de brèches de base ou de niveau charbonneux. Cependant la présence de l'*Astarte rayensis* dans les niveaux de la base indique la présence du niveau II de RENZ. Le reste de la coupe montre l'habituelle alternance de calcaires et de marnes, que coiffe le Malm à oncolithes.

En résumé, les Couches à Mytilus du flanc S montrent à leur base un niveau II de marnes charbonneuses bien développé, puis un niveau III de 20 m de puissance.

Au flanc N les marnes charbonneuses ont disparu. Le niveau II très réduit existe dans le haut de l'anticlinal où les Couches à Mytilus sont épaisses (35 m). Ces dernières s'amincissent vers le bas du flanc N pour atteindre 9 m seulement avant de disparaître sous la plaine du Rhône.

Les Couches à Mytilus reposent en discordance sur le Trias et, de Torgon à l'Avançon, sur le Rhétien. Sous Torgon la discordance angulaire est de 20° environ.

Le passage du faciès à Mytilus au Malm est graduel. Le début de ce dernier a été fixé à la disparition des intercalations marneuses et l'apparition de nombreuses oncolithes.

Anticlinal de Verne

Les Couches à Mytilus n'apparaissent que dans la partie occidentale du vallon de Verne.

Sur le flanc S, elles se suivent, formant une vire au pied de la paroi de Malm, de la Pifelle à l'arête frontière.

Sur le flanc N, elles n'affleurent que de Combre à La Calaz. Des tentatives d'exploitation de charbon ont rendu ces deux localités célèbres. Un pointement isolé de Couches à Mytilus (550 m au SW de la Pointe de Chambairy, à la cote 1870 m) marque l'extension maximum vers l'E de cette formation.

Dans le vallon de Verne, le bord de la zone à Mytilus coupe donc obliquement l'anticlinal, faisant avec son axe un angle de 30°.

Les Couches à Mytilus du flanc S de l'anticlinal déterminent une étroite vire inclinée au pied du Malm. Vers l'E (pt 1787,2, Blansex, Pifelle) la vire est formée d'une couche de schistes sombres à minces feuillets de charbon, de 0,5 à 1,2 m d'épaisseur, mais pouvant pour des raisons tectoniques s'enfler localement jusqu'à 8 m de puissance. Le contact avec le Malm est tranché et tectonique; les calcaires rigides du Jurassique supérieur ayant glissé, pendant le plissement, sur le niveau charbonneux très plastique. Sous la vire de schistes viennent des calcaires bruns, fétides, fossilifères, appartenant au niveau II ou III. L'étude en est difficile, car ils forment le haut d'une paroi escarpée. Au pied de la Pointe d'Arvouin, seul l'horizon inférieur est présent: 10 à 20 m de calcaires schistoïdes, plus ou moins marneux. Le niveau charbonneux ne correspond pas exactement à ceux de Vionnaz ou du Torrent de la Greffe, qui se situent à la base de niveau II de RENZ.

Le flanc renversé de l'anticlinal montre vers l'E l'affleurement isolé au SW de Chambairy, signalé précédemment. Les Couches à Mytilus, épaisses de 2 m, comprennent: à la base, une brèche écrasée à éléments dolomitiques et une lentille de grès roux; au sommet, une alternance de marno-calcaires à empreintes de *Zamites* et de schistes charbonneux noirs. Elles séparent les calcaires à silex du Sinémurien et le Malm graveleux. Cette association des niveaux charbonneux et de la brèche indique la présence du niveau I et II de RENZ.

La mine de Combre a été étudiée par plusieurs auteurs: P.H. DE LA HARPE (1855), GERLACH (1859), FAVRE et SCHARDT (1887), T. KELLER (1918), G. LADAME (1944) et H. BADOUX (1944). Au N du chalet de Combre, les Couches à Mytilus déterminent un couloir où s'ouvrent trois galeries. Les galeries supérieures suivent les couches en direction, l'inférieure, qui leur est parallèle, passe sans cesse du Malm au Lias siliceux sans rencontrer les Couches à Mytilus. Cette absence est probablement stratigraphique. Le bord de la zone à Mytilus passerait donc près de la galerie inférieure.

La coupe des Couches à Mytilus, reconstituée d'après les auteurs cités au paragraphe précédent, serait la suivante. Sous les calcaires à silex du Lias — la série est renversée — notre formation débute par 0 à 1 m de schistes charbonneux à lentilles de houille à forte teneur de cendre. Elle se poursuit par une faible épaisseur de marnes et de calcaires argileux fétides fossilifères. Les formes suivantes y ont été trouvées:

Astarte rayensis DE LOR., *Modiola imbricata* SOW., *Lopha costata* DE LOR., *Plesiocidaris alpina* AG., *Lima schardti* DE LOR., des *Pentacrinus*, quelques dents de *Strophodus* et de nombreux polypiers. Cette faune indique la présence du niveau II et peut-être du niveau III de RENZ.

Les Couches à *Mytilus* se retrouvent plus à l'W, au N de La Calaz, où elles donnent naissance à un couloir qui longe le Malm. R. TRÜMPY (1948) y signale une succession de couches analogues à celle de Combre. A la base, 3 à 4 m de schistes gréseux charbonneux avec une petite lentille de houille et au sommet 5 à 7 m de calcaire à patine jaunâtre, pâte gris-sombre, fétide, à délits marneux. Puis vient le Malm.

Au N de l'anticlinal de Verne, les Couches à *Mytilus* n'existent pas. On a là une zone, couvrant l'anticlinal de Bise et celui du Grammont, où le Malm repose directement sur le Lias si l'on fait exception de la mince couche spathique et glauconieuse qui souligne parfois la base du Malm et sur laquelle nous reviendrons dans un chapitre ultérieur.

Remarques

La figure n° 5 groupe les observations précédentes en les ramenant à un profil méridien. Elle est de ce fait schématique et ne peut tenir compte de l'obliquité des limites paléogéographiques sur les plis.

Au S s'étendait un domaine émergé où sous un climat équatorial s'élaboraient des sols latéritiques et où la transgression de la mer à *Mytilus* sera épisodique. Immédiatement au N (Torrent de Greffe) les torrents descendant du S déversaient leurs galets et des débris végétaux dans une mer peu profonde peuplée d'*Astarte rayensis*, de cidaridés et très loin dans le N (Combre) de coraux. La distinction entre les niveaux I et II est à notre avis une question de faciès uniquement. Ils sont pratiquement synchrones dans cette zone. Tout au long du niveau II, on constate de multiples variations; les marnes charbonneuses y apparaissent n'importe où. Cela ne s'explique bien que dans l'hypothèse d'un bassin très peu profond, peut-être parsemé de bancs de vase émergés et où la végétation pouvait prendre pied. La zone Greffe – flanc S de l'anticlinal d'Outanne est donc caractérisée par une subsidence plus forte que les régions limitrophes. Vers le N Avançon-Combre, les apports argileux étaient moins importants et les coraux font leur apparition.

Le niveau III est plus constant. Il subit une réduction de puissance vers le N et sur la plateforme Avançon-Combre son existence n'est pas prouvée.

La base du Malm correspond à une mer à fond horizontal et d'une profondeur très faible ne dépassant pas quelques mètres. Force nous est d'admettre que le niveau III est également un dépôt de très faible profondeur.

Il nous semble donc probable que les Couches à *Mytilus* se sont amassées là où une subsidence légère permettait la capture des sédiments. Les zones à tendances positives ou immobiles, balayées par les courants

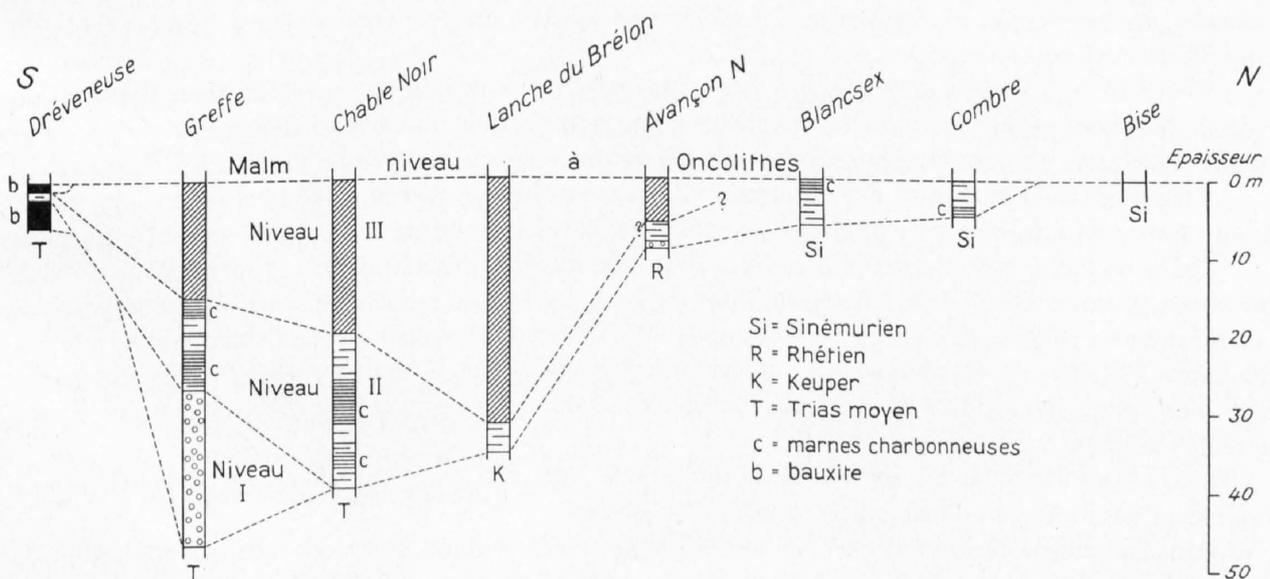


Fig. 5. Variations des Couches à *Mytilus*.

(anticlinaux Grammont et Bise) demeurent des hauts-fonds rocheux dépourvus de sédiments. A. JEANNET (1913) concevait les choses d'une autre façon : la mer à *Mytilus* aurait formé un bras isolé au N et au S par des terres émergées. Cette hypothèse a pour avantage de rendre facilement compte de l'absence de Couches à *Mytilus* dans la zone Bise-Grammont. Deux arguments m'inclinent à préférer la première façon de voir. C'est d'une part l'absence de formations continentales, latérites ou autres, dans la zone Bise-Grammont. D'autre part, il semble qu'un long bras de mer peu profond n'aurait pas gardé sous un climat très chaud la salinité normale que révèle la présence d'échinides et de coraux.

Une autre observation importante, c'est la concordance des Couches à *Mytilus* et du Malm. Ces deux formations sont par contre séparées des terrains plus anciens par une discordance angulaire nette. Ils sont donc liés l'un à l'autre ; aussi laisserons-nous momentanément de côté la question si controversée de l'âge des Couches à *Mytilus* pour la reprendre au chapitre du Malm.

Le Malm

Le Malm est une puissante assise de calcaires à patine claire, massive et résistante, qui joue un rôle majeur dans la morphologie de la région. Il en constitue l'ossature. Les parois pour la plupart, et tous les sommets, sauf le Grammont, sont taillés dans cette formation. Les parois et les arêtes sont généralement infranchissables. C'est là, le principal obstacle à l'étude stratigraphique du Malm des Préalpes médianes.

Le Malm constitue les arêtes de Dréveneuse. Sa puissance est grande, elle atteint 200 m vers le Fonnet, alors qu'elle se réduit fortement vers le S dans les pentes de la Pointe de Bellevue dominant La Chau. Cette réduction est due à la transgression des Couches rouges. Ces dernières devaient plus au S atteindre même le Trias. Cela est démontré par la présence de brèche à ciment de marno-calcaire rouge maestrichtien et à éléments triasiques dans la zone du Flysch à lentilles.

Le Malm de Dréveneuse est un calcaire massif très diaclasé à patine gris-clair, pâte beige-clair oolithique au sommet. A sa base, les calcaires sont plus foncés et, de La Pala vers le N, s'individualise au contact du Dogger le niveau à oncolithes.

Dans les anticlinaux d'Outanne, de Verne, de Bise et du Grammont, l'épaisseur du Malm est constante. Elle oscille entre 100 et 160 m, avec une moyenne de 125 m.

Dans tout le domaine des Couches à *Mytilus*, le Malm débute par le niveau à oncolithes. C'est un calcaire à pâte fine, brune, où se détachent des algues claires pelotonnées d'un diamètre de 2 à 10 mm. A côté de ces oncolithes parfois difficiles à distinguer de la pâte, s'observent de gros foraminifères arénacés ou calcaires : plusieurs espèces de *Pseudocyclamina*, *Pfenderina*, *Aulotortus*?, *Protopenneroplis*?, des *Textularides*, des *Trochamina*, *Ventrolamina*?, *Nautiloculina oolithica* MOEHLER accompagnés de rares débris de coquilles, entroques et coraux.

Vers le haut, la couche à oncolithes passe à une calcarénite ou calcaire graveleux. Dans le ciment de calcite claire sont englobés des grains de calcaires, des entroques, de nombreuses *Trocholina alpina* (LEUPOLD), *Trocholina elongata* (LEUPOLD), des miliolidés *Spiroloculina*, *Nautiloculina oolithica* MOEHLER.

A l'arête de Vuargnole, au S de l'Avançon, le niveau oncolithique et graveleux mesure 10 m d'épaisseur. Il lui succède un calcaire à pâte fine siliceuse, puis des calcaires en bancs de 50 à 100 cm souvent à silex.

J'ai trouvé avec mes élèves à 30 m environ de la base du Malm, vers le pt 1524, 1 km à l'W de Torgon, un niveau à ammonites indéterminables et impossibles à dégager de la roche. Ce niveau, par sa position, correspond probablement à celui que R. TRÜMPY (1949) a décrit à Chevennes et à La Calaz et qui lui a fourni une faune à *Streblites tenuilobatus* (OPP.) du Kimméridgien inférieur. R. TRÜMPY place les calcaires graveleux sous-jacents dans le Séquanien. Cette solution est extrêmement probable et se trouve en accord avec le cachet séquanien de la microfaune.

Le sommet du Malm est souvent oolithique, ou à grain fin, avec d'abondantes *Calpionella alpina* LORENZ et des embryons d'ammonites. C'est le Portlandien.

Dans l'anticlinal de Bise, une couche de 30 à 50 cm de calcaire spathique glauconieux et à grains de quartz, de dolomies avec par place des galets de plusieurs cm de calcaires liasiques divers s'intercale entre le Malm et le Sinémurien. De grosses bélemnites à deux sillons sont fréquentes dans cet horizon. Elle est bien

visible derrière le chalet 1847 d'en l'Au. C'est la brèche de transgression du Malm ou peut-être les débris abandonnés par les courants sur le haut-fond Bise-Grammont, alors qu'au S se déposaient les Couches à Mytilus. Ce calcaire rappelle le Callovien des Rochers de Naye mais rien ne prouve qu'il lui soit synchrone.

Sur le sentier de la Combe, quelques mètres après avoir quitté les Couches rouges du synclinal de Tanay, on trouve dans le sommet du Malm des grosses entroques et des débris de calices d'*Apiocrinus*.

Dans la Série de la Chaumény, nous avons vu que la base du Malm passe vers le N aux Couches de Vervine ou «Dogger intermédiaire». Dans cette zone, ainsi qu'en quelques points de l'anticlinal complexe du Grammont, apparaît un Néocomien réduit et parfois présentant un faciès spécial et que nous traiterons avec les Couches rouges.

Dans le synclinal de la Frête, le terrain le plus jeune qui affleure, est le Bajocien. Par contre, dans le Blanchard, plus à l'W, la série se complète et on voit apparaître, à la base du Malm, les calcaires noduleux verts et rouges de l'Argovien.

Relations et âges des Couches à Mytilus et de la base du Malm

Les données paléontologiques permettant de fixer l'âge de ces formations sont rares. Il est de ce fait impossible d'arriver à une solution certaine, les réflexions ci-dessous auront donc un caractère hypothétique.

Un première remarque s'impose. Tous les auteurs ayant étudié les Couches à Mytilus sont d'accord qu'il s'agit là d'un faciès néritique, des récurrences de faciès à Mytilus pouvant apparaître assez haut dans le Malm (B. CAMPANA 1943, E. TWERENBOLD 1955). Ce dernier auteur fixe l'âge de la récurrence la plus haute au sommet du Kimméridgien. Le passage des Couches à Mytilus au Malm est souvent graduel, et il me semble évident que là où le niveau III est présent, il n'y a pas de hiatus entre les deux formations. Mais comme le dit très justement R. TRÜMPY, «c'est une limite de faciès qui n'est pas nécessairement synchrone dans toutes les régions». C'est pourquoi nous ne saurions être d'accord avec B. CAMPANA qui propose à nouveau de substituer le terme de Dogger à Mytilus à celui de Couches à Mytilus.

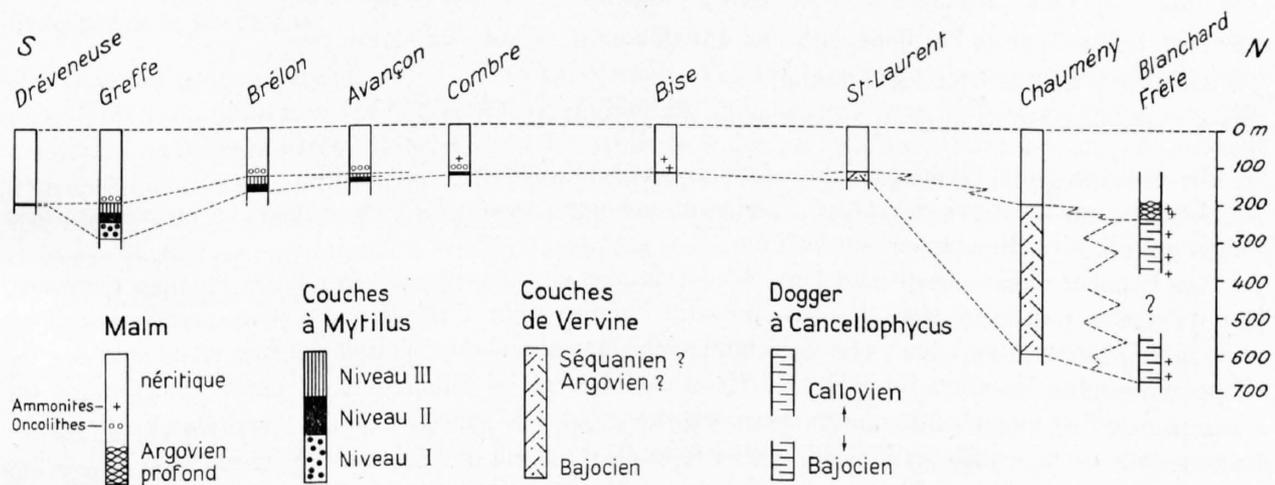


Fig. 6. Schéma paléogéographique du Dogger et du Malm.

La découverte fossilifère la plus importante est celle que fit en 1918 RABOWSKI dans le Simmenthal. Il trouva dans les dernières couches du niveau III une faune d'ammonites attribuée à l'Argovien ou à l'Oxfordien supérieur; les faunes de ces deux zones d'ammonites étant difficiles à distinguer dans les Médianes. Cet âge s'harmonise bien avec ceux de la base du Malm :

- niveau à ammonites = Kimméridgien inférieur;
- niveau graveleux et oncolithique = Séquanien;
- sommet du niveau III = Argovien-Oxfordien supérieur.

Les transgressions du Dogger et du Malm venaient du Nord où, dès le Lias supérieur, régnait une mer profonde. Les faciès de rivages des Couches à *Mytilus* pouvaient donc passer à celui des calcaires massifs vers le N. Dans la zone de Verne le niveau III semble manquer. Il est peut-être remplacé par le faciès massif et se trouverait inclus, probablement sous une faible épaisseur, dans les calcaires du Malm. Ainsi s'expliquerait également la découverte de l'*Ammonites plicatilis* D'ORB. trouvée par A. FAVRE et DE CHARPENTIER et qui fut déterminée par ALCIDE D'ORBIGNY lui-même. Il me semble, étant donné la qualité de ces naturalistes, qu'on ne saurait négliger cette découverte. Il devient dès lors possible que sur l'aire Bise-Grammont les dépôts aient commencé à s'accumuler dès l'Oxfordien supérieur-Argovien, mais sous un faciès «Malm» néritique. Si cela était démontré, la couche spathico-glaucouneuse pourrait bien être callovienne ce que suggérerait déjà sa ressemblance avec le Callovien de Naye. Ainsi on obtiendrait une image logique, ce qui, dans les sciences naturelles n'est pas toujours une garantie de vérité.

La base du niveau III et les niveaux I et II de RENZ seraient plus anciens sans qu'il soit possible de les dater avec exactitude. Leurs âges seraient compris entre le Lias supérieur, période où se soulève la partie méridionale des Médiannes, et l'Oxfordien-Argovien.

Le Néocomien et les Couches rouges

Les synclinaux des Préalpes médianes sont occupés par trois formations: le Néocomien, les Couches rouges et le Flysch.

Ces terrains se rencontrent du N au S:

- 1° dans l'écaille de Freney (vallon de la Morge);
- 2° dans le synclinal de la Chaumény;
- 3° dans le synclinal complexe de Tanay, séparant les anticlinaux du Grammont et de Bise;
- 4° dans le synclinal des Cornettes, séparant les anticlinaux de Bise et de Verne;
- 5° dans le synclinal de Savalène, entre les anticlinaux de Verne et d'Outanne;
- 6° au flanc S de l'anticlinal d'Outanne;
- 7° à Dréveneuse où ils forment la couverture discontinue des Rigides.

La description du Flysch sera faite dans un chapitre ultérieur.

Le Néocomien est peu développé, il est cantonné dans les zones 1 et 2. Ailleurs ce sont les Couches rouges qui reposent directement sur le Malm.

Les Couches rouges constituent l'une des formations les plus caractéristiques des Préalpes médianes, bien qu'elles se retrouvent dans d'autres unités de l'édifice alpin. C'est un ensemble de calcaires argileux et de marno-calcaires contenant une microfaune pélagique abondante, où dominent les Globigérinidés, les Globotruncanidés, les Globorotalidés, les Heterohelicidés et les radiolaires. La faune planctonique est accompagnée de formes benthoniques appartenant surtout à la superfamille des *Rotaliidae*. Cette microfaune permet de fixer l'âge du faciès «Couches rouges», il s'étend de l'Albien à l'Yprésien.

En moyenne, les Couches rouges crétaciques sont plus calcaires (leurs teneurs en CaCO_3 oscillent autour de 70%); celles de l'Eocène, où avec M. GIGNOUX nous inclurons le Paléocène, titrent en moyenne 45% de CaCO_3 . Mais les variations individuelles sont fortes et l'analyse d'un échantillon ne permet pas de l'attribuer à l'un des systèmes ou à l'autre.

La couleur des Couches rouges est très variable; les unes sont blanches ou crèmes, les autres vertes, roses ou rouges. En général les couches, d'un rouge violacé intense, sont éocènes. Cela se comprend aisément, les flocons d'hydroxyde de fer et les argiles ayant même origine et même devenir, les teneurs en fer des sédiments suivent celles des argiles et ces dernières sont plus abondantes dans l'Eocène.

L'étude des Couches rouges a été faite sur plaques minces. Cette méthode permet de reconnaître un nombre suffisant d'espèces dans le Crétacé supérieur, pour y établir des niveaux stratigraphiques. Elle n'est par contre guère applicable aux Couches rouges éocènes. Il est indispensable pour ces dernières de désagrég-

ger l'échantillon et d'en isoler les foraminifères. M. MARC WEIDMANN a effectué ce travail et m'a prêté son concours pour la détermination des formes isolées. Je tiens ici à l'en remercier.

Contrairement au plan suivi jusqu'ici, je décrirai les Couches rouges du N au S, soit des zones où la série est complète vers celles où les lacunes stratigraphiques sont importantes.

Dans ce qui va suivre, les plaques minces citées dans le texte seront désignées par PM. suivi d'un numéro correspondant à celui du catalogue du Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne, où elles sont conservées. Pour raccourcir les noms de genres qui reviendront sans cesse, nous remplacerons souvent *Globotruncana* par Gltr. et *Globorotalia* par Globo.

L'écaïlle de Freney

La route, qui de St-Gingolph remonte la vallée de la Morge, atteint 2 km environ au S de ce village les maisons isolées de Freney. Des premières habitations, un chemin creux quitte la route vers le S. Il mène à la Frête. A la cote 830 m, il tourne brusquement au NE. Si, abandonnant le sentier on continue à suivre, vers le haut, l'angle creux, on atteint à la cote 900 l'écaïlle de Freney.

C'est un paquet isolé, pincé, avec du Flysch appartenant à la nappe de la Simme, sous la série de la Chaumény.

A la cote 900 m, se dresse une paroi d'une dizaine de mètres de haut. Elle est faite d'un calcaire en bancs de 5 à 10 cm contenant dans l'axe des bancs des silex en amande. La roche a une patine bleutée, une pâte porcelainée, claire, par places montrant de petites taches sombres irrégulières. C'est le faciès typique du Néocomien des Préalpes médianes.

Par-dessus le Néocomien vient en discordance tectonique une écaïlle de 1 à 2 m de marno-calcaire maestrichtien écrasé et de marnes rouge-brique, contenant des globigérines épineuses et des *Globorotalia* dont quelques sections rappellent *Globo. velascoensis* CUSH. Ce serait donc du Paléocène.

Synclinal de la Chaumény

Dans les hautes parois, qui de l'arête Chalavornaire-Croix de la Lé-Pointe de la Chaumény-Grammont-Pointe de St-Laurent-pt 1877,4 (Pointe de Plan du Pré) tombent vers le N, court un étroit synclinal couché de Couches rouges. Il forme, entre les parois de Malm qui l'encadrent, une vire inclinée, souvent d'un accès dangereux. La tectonique en est complexe; des écaïlles apparaissent en quelques points et il est souvent difficile de savoir, sans recourir aux plaques minces, si le synclinal est complet ou si les Couches rouges se rattachent uniquement à l'un ou l'autre des flancs.

Nous en ferons la description de l'W à l'E.

Coupes des Cornales Devant

A l'W du pt 1877,4 m (Plan du Pré), on touche le fond du synclinal de la Chaumény. Il est écrasé et une grosse lame de Malm le partage en deux. C'est entre le Malm de l'écaïlle (1690 m) et celui du flanc normal (1650 m) qu'ont été faites les observations suivantes:

Entre les deux Malm affleure une alternance de calcaire à grain fin en petits bancs et de schistes sili-
ceux, beiges à la base, très sombres au sommet. Deux plaques minces, taillées dans les calcaires, ont donné les mêmes résultats: *Globotruncana stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Planulina buxtorfi* GAND. et de nombreuses *Globigerina cretacea*. C'est donc du Cénomanién.

Coupe W du Creux de Varmy

Le Creux de Varmy est une dépression située 300 m au NE du pt 1877,4. Elle est creusée dans les Couches rouges du synclinal de la Chaumény. On y accède en franchissant le Malm supérieur à la faveur de petites failles. Sur le bord W de la dépression, la série crétacique se présente comme suit (voir fig. 7):

Malm supérieur

- a) Cénomanién
PM. 5379 — alternance de schistes sombres et de calcaires fins en petits bancs. Ce faciès est semblable à celui de la coupe précédente et a fourni d'ailleurs une faune identique: *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Gltr. stephani* GAND., *Planulina buxtorfi* GAND. et de petites globigérines;
 - b) id.
PM. 5380 — calcaire blanc en petits bancs, contenant une abondance de petites globigérines et de radiolaires, mais peu de formes caractéristiques *Gltr. stephani* GAND., puis éboulis, suivis de calcaires blancs et de marno-calcaires roses;
 - c) Calcaire blanc, probablement Turonien;
 - d) Turonien
PM. 5381 — calcaires blancs légèrement argileux en petits bancs à *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, *Gltr. lapp. bulloïdes* (VOGLER), etc.;
 - e) Maestrichtien
PM. 5382 — calcaires argileux rouges à délits argileux avec des *Globotruncana* du groupe *stuarti* et des bicarénées du groupe *lapparenti*;
- L'épaisseur du Crétacé supérieur est de 100 m environ.

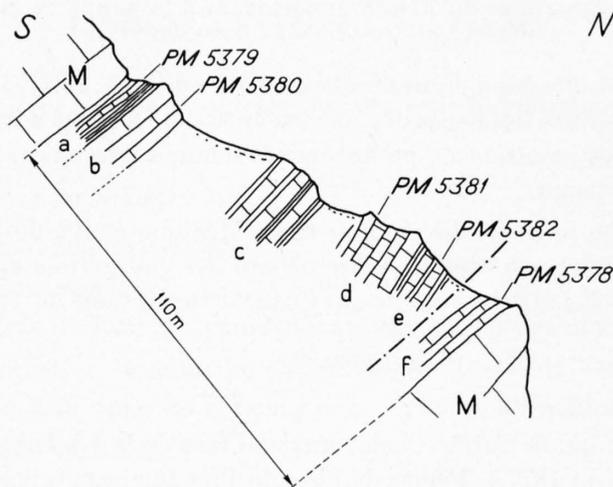


Fig. 7. Coupe des Couches rouges du Creux de Varmy W.

Légende: a et b = Cénomanién, c = calcaire blanc probablement turonien, d = Turonien, e = Maestrichtien, f = Albien-Cénomanién? inférieur.

Coupe E du Creux de Varmy

Cette coupe présente le contact du Malm du flanc supérieur et des Couches rouges, voir figure n° 8.

Plaqué contre le Malm, le Crétacé commence par :

- a) 0,5 m de calcaire blanc glauconieux à petits grains de quartz, très riche en petites globigérines accompagnées de quelques arénacés, rappelant de petites *Clavulina* ou *Bigenerina* et de prismes d'*Inoceramus*;
- b) 0,5 m de marno-calcaire schisteux rouge, avec exactement la même faune;
- c) par-dessus vient une alternance de schistes beiges et de petits bancs de calcaire dur. On y retrouve *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Planulina buxtorfi* GAND., soit la même faune que dans le niveau a) de la coupe précédente. C'est le Cénomanién.

Coupe du Creux du Mottey

Cette dépression, encombrée d'éboulis, se situe 500 m au NE du lac de Lovenex. Elle sépare le Plan du Pré et la Pointe de St-Laurent. C'est à son bord occidental que j'ai relevé la coupe suivante, qui sera décrite de haut en bas, la série étant renversée:

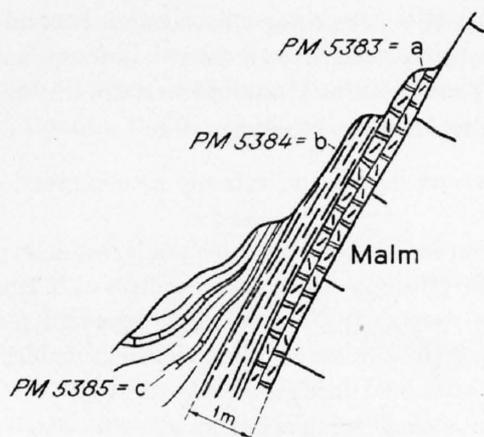


Fig. 8. Coupe E du Creux de Varmy.

(Voir légende dans le texte)

Malm du flanc supérieur

- a) Albien – schistes sombres à bancs lentilloïdes de calcaire glauconieux. Le calcaire contient d'innombrables petites globigérines et des prismes d'*Inoceramus*;
PM. 5374, ép. 5 m.
- b) Albien – schistes sombres à lentilles de calcaire rougeâtre: microfaune identique à a);
PM. 5375, ép. 5 m
- c) Cénomaniens – schistes et calcaires clairs rubanés à *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Planulina burxtoni* GAND. et petites globigérines;
PM. 5376, ép. 5 m
- d) Albien – ce niveau en contact probablement tectonique avec le Malm du flanc normal, est fait de calcaires argileux roses et gris. Il contient la même faune et a donc le même âge que le niveau a).
PM. 5377, ép. 5 m

Les niveaux a) et b) de cette coupe sont les mêmes que les niveaux a) et b) de la coupe E du Creux de Varmy, mais ils sont plus épais. Les niveaux c) et d) correspondent au niveau c) de la coupe E et aux niveaux a) et b) de la coupe W du Creux de Varmy.

Jusqu'à là seul le flanc renversé possédait une série crétacique liée au Malm. Le Crétacé supérieur du flanc normal manquait. Le dispositif doit s'inverser le long de l'étroite vire à l'W du Creux du Mottey. En effet, à son débouché dans le couloir du Tombeau des Allemands, la série crétacique devient normale et elle manque au flanc renversé.

Coupe à l'W du Tombeau des Allemands (cote 1400 m)

100 m environ à l'W du couloir s'observe la coupe suivante, de bas en haut, la série étant normale:

Malm

- a) Néocomien – calcaire à pâte fine, rose ou beige, où nagent quelques entroques, des débris de coquilles et une microfaune comprenant: des arénacés *Bigemerina?*, des *Textularia*, des radiolaires et quelques calpionelles: à la base, *Calpionella alpina* LORENZ, *Calpionellites darderi* (COLOM); au sommet, *Calpionella* cf. *alpina* LORENZ, *Tintinnopsella carpathica* (MURG. & FIL.), *Tintinnopsella oblonga* (CADISCH);
PM. 5390-91
ép. 6 m
- b) Albien – schistes noirs et calcaires violacés, légèrement glauconieux, en petits bancs, contenant à côté de quelques arénacés d'innombrables petites globigérines dont les loges sont remplies d'argile;
PM. 5392
ép. 6 m
- c) Cénomaniens – analogue au niveau précédent mais sans glauconie et, s'ajoutant à la faune du 5392, *Rotalipora* cf. *apenninica* (RENZ);
PM. 5393, ép. 6 m

- d) id. — calcaire à pâte fine, rouge ou beige, en bancs de 3 à 5 cm intercalés dans des schistes beiges. Ce niveau contient la faune à *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Gltr. stephani* GAND., *Planulina buxtorfi* GAND.
 PM. 5394
 ép. 6 m
 Malm renversé, en contact probablement tectonique.

J'ai placé dans l'Albien les niveaux dont la microfaune ne comprend comme formes pélagiques que des petites globigérines.

Le couloir qui descend au NW sur le Tombeau des Allemands, est déterminé par l'important décrochement des Jumelles. Le rejet en est de plusieurs centaines de mètres et le long de l'accident, sur la rive SW du couloir, des paquets de Couches rouges, de Néocomien, se trouvent plaqués contre le Malm. Vers le haut du couloir (au Pecheux) on trouve une grosse écaille arrachée probablement au fond du synclinal de la Chaumény et traînée vers le N par l'anticlinal du Grammont (voir fig. 9 et 36). Les relations de cette écaille du Pecheux avec les paquets jalonnant le décrochement ne peuvent être élucidées, la zone qui les sépare étant tapissée de moraines.

Coupe du Pecheux

Entre les Jumelles et le plateau de Voyis au N s'ouvre la dépression sommitale en entonnoir du couloir du Tombeau. Elle est occupée en son axe par des moraines locales, que perce entre les cotes 2000 et 2020 une tête rocheuse. Elle est formée par un ensemble de couches plongeant au S de 65° et qui tournent vers le haut pour prendre une direction NS. C'est là qu'a été échantillonnée cette coupe du Pecheux dont la série est renversée. Pour la rétablir dans l'ordre du dépôt, elle sera décrite de haut en bas :

- a) Malm — affleurant mal;
- b) Néocomien — calcaire rubané, blanc et rose à la base, compact et verdâtre au sommet. Le rubanage basal est dû à une alternance de zones de calcaire à pâte fine, porcelainée, et de calcaire à entroques. Ce dernier prédomine vers le haut et se charge en glauconie.
 PM. 5004 et 5005
 ép. 7 m
 Sous le microscope, on voit de grosses entroques brisées, disséminées dans une pâte très fine où nagent des *Textularia*, des *Bigenerina*, des *Lenticulina*. Vers le bas les calpionelles sont assez abondantes avec *Calpionella alpina* LORENZ, *C. elliptica* CADISCH, *C. undelloïdes* COLOM. Vers le haut elles se raréfient alors qu'apparaissent les *Trochammina*. Les tintinnidés sont différents: *Calpionella elliptica?* CADISCH, *Calpionellites darderi* (COLOM), *Calpionellites neocomiensis* COLOM, *Stenosemellopsis hispanica* (COLOM), *Tintinnopsella batalleri* COLOM, *T. carpathica* (MURG. & FIL.).

La faune de la base est peut-être tithonique ou berriasienne, celle du sommet est nettement néocomienne. Pour faire coïncider les limites lithologiques et celles des étages, nous avons admis que la faune de base était berriasienne. Mais notre Néocomien contient donc peut-être l'extrême sommet du Tithonique.

- c) Albien — schistes charbonneux et calcaire grenu sombre. Ce niveau, épais de quelques cm, montre sous le microscope qu'il s'agit d'un calcaire spathique à débris charbonneux avec nombreuses: *Ticinella roberti* (GAND.) et petites globigérines très abondantes;
- d) Cénomanién — alternance de schistes sombres et de calcaires tachetés en bancs minces à la base, plus épais au sommet. Microfaune: *Gltr. stephani* GAND., *Planulina buxtorfi* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Rotalipora turonica* BROTZEN, petites globigérines, radiolaires, etc.;
- e) Turonien — calcaire à grain fin, clair ou veiné de rouge, à Globotruncana bicarénées *tricarinata*, etc. peut-être *Gltr. leupoldi* BOLLI? ce qui placerait la PM. 5000 dans le Campanien ou le Maestrichtien;
 Sénonien
 PM. 5000, ép. 6 m
- f) Eocène — calcaire violacé argileux à *Globorotalia* sp. ind. et grosses globigérines.

Environ 150 m au N, dans la petite paroi sous le tournant du chemin de Voyis, le Malm est séparé du Cénomaniens sous-jacent (niveau *d*) par une lentille de calcaire spathique rouge (PM. 5006). C'est du Néocomien; il contient en effet, à côté de très nombreuses *Trochammina*, *Tintinnopsella carpathica* (MURG. & FIL.), *Calpionellites neocomiensis* COLOM, *Tintinnopsella* cf. *cadischiana* COLOM.

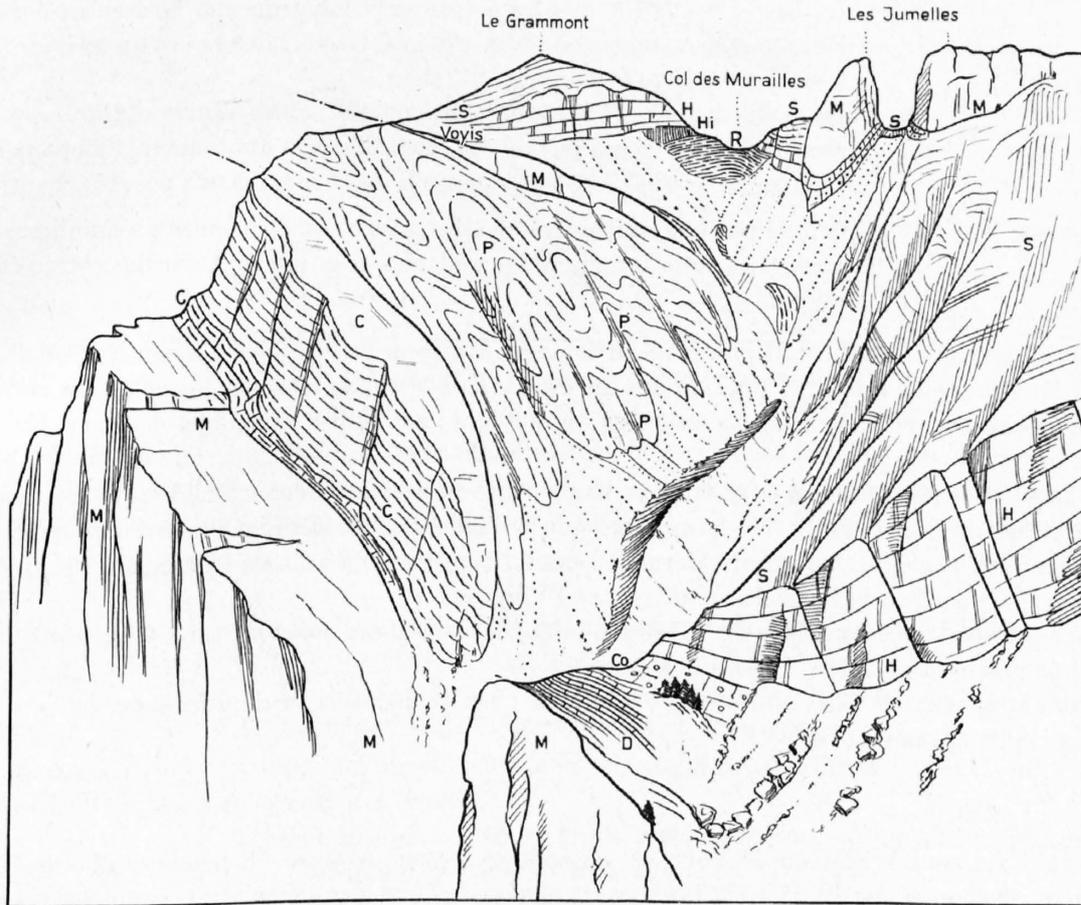


Fig. 9. Les Chorasses vues de St-Laurent.

Légende: P = Paléocène, C = Crétacé sup., M = Malm, L = Lias spathique, S = Lias siliceux, H = Hettangien sup., H = Hettangien inf., R = Rhétien, D = Dolomie, Trias, Co = Cornicule, Trias.

Ce Néocomien se retrouve dans la curieuse pincée synclinale du Gardy et de la Miette, à la Combe (entre le Gardy et les Jumelles) (voir fig. 28). Là les calcaires à pâte fine et grosses entroques disséminées doivent appartenir au Tithonique-Berriasien, car ils contiennent *Calpionella alpina* LORENZ, *Calpionella elliptica* CADISCH et *Calpionella undelloïdes* COLOM.

Coupe des Chorasses

Sur le versant oriental du décrochement des Jumelles, le synclinal reprend à plus haute altitude. A l'W du décrochement la base du Crétacé elle est à 1350 m, à l'E elle est à 1600 m. L'épaisseur des Couches rouges devient très grande, augmentée, il est vrai en ce qui concerne l'Eocène, par un plissement intense (voir fig. 9). Les Couches rouges forment la paroi des Chorasses, supportant l'alpe de Voyis.

Le Crétacé supérieur est épais de 180 m environ. Il débute sur le Malm par des calcaires marneux beiges, peut-être à silex, coiffés d'un niveau rose. Ces couches sont d'un accès difficile et n'ont pas été échantillonnées aux Chorasses. Elles sont cénomaniennes ainsi que le montre la coupe de la Chaumény, qui sera décrite plus tard. Le Cénomaniens doit mesurer environ 20 m d'épaisseur.

- a) Turonien inf. — calcaire marneux rouge à filets argileux. La microfaune comprend *Gltr. lapp.*
PM. 5019, ép. 25 m *lapparenti* BROTZEN, *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora reicheli?* MORNOD;
- b) Turonien inf.
Maestrichtien — Au-dessus vient une série de calcaires plus ou moins argileux, blancs, épais d'environ 135 m.
La base (PM. 5018) montre à côté de *Globotruncana bicarénées* des formes à cachet cénomanien soit: *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ). C'est donc encore le Turonien inférieur.
La partie médiane (PM. 5017) contient *Gltr. conica* WHITE et *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, ce qui fait de cet échantillon du Santonien — Campanien.
Le sommet, où doit se trouver inclus le Maestrichtien, n'a pas été échantillonné;
- c) L'Eocène — débute par une couche de calcaires gréseux et glauconieux à nombreux débris phosphatés et à foraminifères remaniés et se poursuit par des marno-calcaires rouges.

Il est difficile, à cause de multiples replis, d'évaluer l'épaisseur de l'Eocène; elle semble être de l'ordre de 50 m. Pour la même raison, la position des échantillons prélevés, en montant le couloir, ne correspond pas à celle qu'ils occupent dans la succession stratigraphique; aussi est-il sans objet de les décrire les uns après les autres.

Les fossiles les plus utiles pour fixer l'âge de ces couches sont les *Globorotalia*. D'après les données de la désagrégation de 7 échantillons, il ne semble pas que le Danien, le Paléocène inf. et moyen, soient présents. La faune la plus ancienne montre des formes comme *Globigerina soldadoensis* BRÖNIMANN, qui d'après LOEBLICH (1957) coiffent le Paléocène supérieur et l'Yprésien.

Plus haut vient un assemblage de l'Yprésien inférieur avec *Globo. quetra* BOLLI, *Globo. aequa* CUSH. et RENZ, *Globo. wilcoxensis* CUSH., *Globo. rex* MARTIN.

Enfin l'apparition de *Globo. formosa formosa* BOLLI à côté de *quetra* et de *wilcoxensis* laisse supposer l'existence de l'Yprésien moyen.

Coupe de Vervine

Le Malm formant le plateau de Voyis est en contact tectonique avec l'Eocène des Chorasses. Il est d'autre part chevauché par l'écaille du Pecheux et plus au NE par l'anticlinal du Grammont.

Dans les pentes abruptes qui tombent vers l'W de la Pointe de la Chaumény sur le couloir de Vervine, apparaît sous le Malm de Voyis, une deuxième écaille de Malm. Une zone de Néocomien et de Cénomanien les sépare. La figure 10 montre le chevauchement du Malm inférieur sur les Couches rouges du synclinal de Chaumény. Notons que les Couches rouges éocènes ont disparu tectoniquement et que le Crétacé supérieur est décollé de son substratum jurassique, et poussé vers le N.

La coupe du Crétacé, séparant les deux Malm, est la suivante de haut en bas :

Malm supérieur

- a) Néocomien — calcaire spathique clair, glauconieux, devenant rouge au sommet. Les coupes
PM. 5387 à — 89 minces révèlent une pâte fine où nagent des entroques, de nombreux foraminifères, *Lenticulina*, *Textularia*, *Bigenerina*, *Trochammina* et de très rares calpionelles indéterminables, sauf une *Calpionella alpina* LORENZ. Par-dessus vient le Cénomanien;
- b) Cénomanien — schistes sombres à lentilles de calcaires clairs à nombreux foraminifères, dont
PM. 5386 *Rotalipora apenninica* (RENZ), *R. turonica* BROTZEN, *Gltr. stephani* GAND.,
ép. 2 m petites globigérines, prismes d'*Inoceramus*, radiolaires, etc.

A la base des Couches rouges de la Chaumény, on trouve, entre le Malm et le Cénomanien (c) de la figure n° 10, une faible épaisseur de schistes noirs et de grès glauconieux de l'Albien.

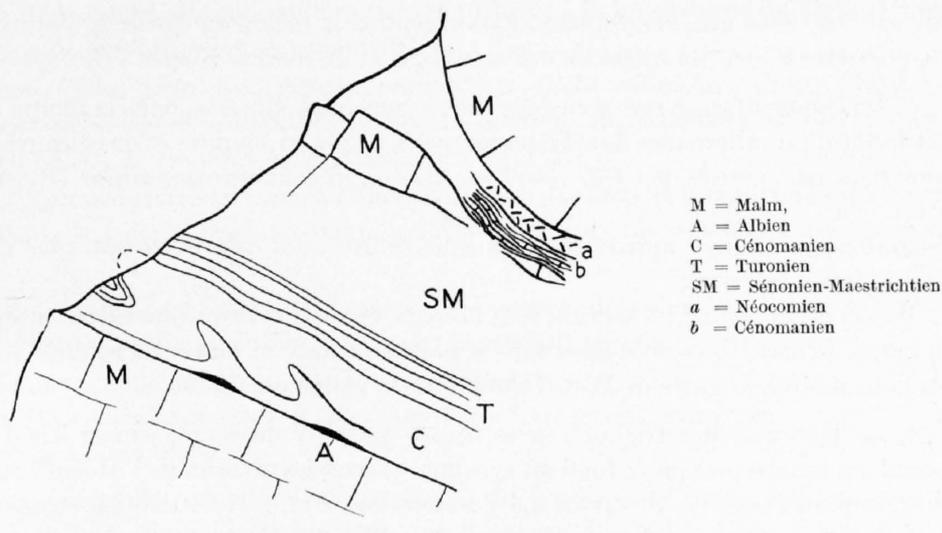


Fig. 10. Les Couches rouges, sous la Pointe de la Chaumény.

La dernière coupe complète de ce synclinal que nous décrivons, est celle du couloir de la Chaumény. Plus à l'E, les pentes deviennent trop raides et vertigineuses, pour permettre un échantillonnage systématique. Il semble que seul le Crétacé supérieur y soit représenté avec des faciès et des épaisseurs analogues à ceux de la coupe suivante :

Coupe du couloir de la Chaumény, rive droite entre les altitudes 1680 et 1740 m.

De bas en haut :

- a) Gault — sporadique, schistes noirs et grès glauconieux ;
- b) Cénomanién — base: calcaire blanc à silex, en petits bancs: *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora* PM. 6322-25, ép. 8 m *apenninica* (RENZ), etc.,
partie médiane: calcaire argileux flammé brun et ocre à *Gltr. stephani* GAND., et *Rotalipora* cf. *turonica* BROTZEN.
sommets: calcaire rosé puis blanc, contenant la même faune avec en plus *R. apenninica* (RENZ) et *Gltr. Renzi* GAND. ;
- c) Turonien — calcaire rose à *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, *Gltr. lapp. tricarinata* (QUEREAU), *Gltr. lapp. bulloïdes* (VOGLER) et quelques *Rotalipora* cf. *turonica* BROTZEN ;
PM. 6321
ép. 10 m
- d) Sénonien ? — calcaire argileux schistoïde rouge à *Globotruncana bicarénées* ;
PM 6320 ép. 13 m.
- e) Campanien — calcaire clair, plus ou moins argileux, à *Gltr. lapp. tricarinata* (QUEREAU),
Maestrichtien *Gltr. arca* CUSH., *Gltr. stuarti* (DE LAPP.) *Gümbelina* sp., etc. Par-dessus, en PM. 6817-19, ép. 88 m contact tectonique, vient le Malm de la Chaumény-Voyis.

En résumé, les Couches rouges présentent dans le synclinal de la Chaumény, les particularités suivantes :

1. Le Néocomien, de faciès néritique, n'est développé que dans la zone du décrochement des Jumelles. Il devait dessiner un golfe NS atteignant (la Combe) le flanc S de l'anticlinal du Grammont. Il est représenté par des calcaires à entroques blancs, verts ou rouges, dont la base est peut-être encore tithonique.

2. Le Gault, conservé en quelques points, occupait une aire plus étendue que le Néocomien. On le trouve du couloir de la Chaumény au Creux de Varmy. Ce « golfe » devait dépasser vers le S celui du Néocomien ; nous verrons en effet qu'il devait atteindre la Pointe de Chambairy, soit la partie centrale du synclinal des Cornettes. Il a comme faciès le plus commun celui d'une alternance de schistes noirs ou sombres

et de calcaire ou de grès glauconieux. Fait exception la région du Creux de Varmy où nous lui avons attribué, peut-être à tort, un mètre de calcaire blanc et de marnes rouges à *Globigerina cretacea*.

3. Le Cénomaniens se retrouve dans tout le synclinal. En gros, dans la moitié occidentale du synclinal, il est formé d'une alternance de schistes marneux beiges ou sombres et de calcaires en petits bancs avec une microfaune caractérisée par *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ) et *Planulina buxtorfi* GAND.

Parfois, au sommet, apparaissent dans les schistes des calcaires roses; plus rarement, tout le sommet prend le faciès calcaire.

Dans l'E par contre, les schistes sont absents, on ne trouve que des calcaires argileux. Ils sont jaunâtres et à silex à la base, roses ou rouges dans la partie médiane et blancs au sommet. Ce faciès se rencontre des Chorasses jusqu'à la butte de Port Valais, dans la plaine du Rhône.

4. Le Turonien-Maestrichtien ne se trouve qu'à l'W du décrochement des Jumelles. Dans le secteur oriental, on touche presque le fond du synclinal et seuls les niveaux de l'Albien et du Cénomaniens sont conservés, sauf au Creux de Varmy où Le Turonien blanc et le Maestrichtien occupent le cœur du synclinal.

Les couleurs des calcaires argileux varient. Il y a un niveau rose ou rouge au Turonien inférieur; le Maestrichtien est blanc. La série est très épaisse entre 100 et 150 m.

5. Les Couches rouges éocènes sont probablement incomplètes, leur limite supérieure étant tectonique. Elles sont représentées par des marno-calcaires rouges ou violacés, épais de 50 m environ. Elles datent du Paléocène supérieur et l'Yprésien inférieur et moyen.

L'étude de la stratigraphie des Couches rouges du synclinal de la Chaumény permet d'en préciser la tectonique. Elle montre que dans l'W, du Crétacé fait partie du flanc renversé du synclinal, le flanc normal en étant dépourvu. Ce dispositif s'étend jusqu'à l'E du Creux du Mottey. Dès le Tombeau des Allemands (soit déjà à l'W du décrochement des Jumelles), c'est l'inverse: la série crétacique est normale et c'est le Malm du flanc renversé qui est en contact mécanique sur le Crétacé supérieur ou sur l'Eocène.

Synclinal de Tanay

Ce synclinal complexe se prête mal à l'analyse stratigraphique, car son contenu est écaillé et écrasé. Deux coupes y ont été faites:

L'une à son extrémité W, 200 m environ à l'W du Pas de Lovenex (petit col, sans nom sur la Carte nationale) faisant communiquer l'Au de Tanay avec Lovenex.

L'autre, à la Suche, échantillonnée sur le flanc N de cette montagne, et complétée par quelques échantillons prélevés le long du sentier venant de Tanay, au NW du sommet.

Commençons par la coupe de la Suche. Sur le Malm du flanc N, vient la superposition suivante:

- a) Cénomaniens — calcaire gris argileux à *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ),
moyen *Gltr. cf. ticinensis* GAND., *Gltr. cf. turonica* BROTZ., petites globigérines, radio-
PM. 7185, ép. 1 m laires, etc.;
- b) id. — calcaire argileux rose à *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ);
PM. 7186, ép. 1 m
- c) id. — calcaire argileux violet ayant même faune que le niveau précédent avec en
PM. 7187, ép. 2 m plus *Rotalipora montsalvensis* MORNOD. Ce niveau est peut-être cénomaniens
supérieur;
- d) Cénomaniens sup. ou — calcaire clair à silex avec une zone bréchique à la base. La plaque mince montre
Turonien inf. *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora apenninica* (RENZ) avec probablement *Gltr.*
PM. 7189, ép. 3 m *imbricata* MORNOD;
- e) Paléocène inf. — marno-calcaire rose à taches rouge-foncé ou à veines beiges. On note dans les
PM. 7190 et 7191 plaques minces des sections de globorotalidés en forme de papillons, de grosses
ép. 25 m globigérines épineuses et *Globorotalia compressa* PLUMMER.

Les affleurements s'interrompent vers le haut, puis vient le Flysch sommital.

Sur le sentier au NW de la Suche, des échantillons ont été prélevés à faible distance du Malm. Ce sont des marnes dont les résidus de désagrégation ont montré :

Globorotalia rex MARTIN, *Globo. quetra* BOLLI, *Globo. aequa* CUSH., *Globo. wilcoxensis* CUSH., *Globigerina triangularis* WHITE, *Globigerina soldadoensis* BRÖNIMANN, des *Ammodiscus*, des radiolaires et quelques dents de poisson. Les teneurs en CaCO₃ de ces deux échantillons sont 50 et 37 %.

Cette faune date de l'Yprésien inférieur (zone à *Globorotalia rex*). La forte réduction ou la disparition du Cénomaniens et du Paléocène de la première coupe au NW de la Suche a sans doute une cause tectonique.

A l'autre extrémité du synclinal de Tanay, entre le col de Lovenex et la Dent du Vélain, la série est très écrasée. L'étude des plaques minces a permis d'y déceler cependant les étages suivants :

- du Turonien-Sénonien, rouge à la base, blanc au sommet ;
- du Maestrichtien, marno-calcaire rouge à *Gltr. stuarti* (DE LAPP), *Gltr. arca* CUSH. ;
- du Paléocène, rouge à *Globorotalia*.

Il y a donc de grandes différences entre les deux extrémités du synclinal de Tanay. Elles ne sont pas imputables uniquement à la tectonique. Il semble bien que l'absence du Cénomaniens dans l'W et du Turonien sup.-Sénonien-Maestrichtien dans l'E soit stratigraphique. Mais il faut noter que ces absences de dépôt ne sont pas soulignées par des «hard grounds.»

Synclinal des Cornettes

Ce pli assez tranquille dans la région des Cornettes de Bise, s'écrase et se complique vers l'E. Trois coupes de ce synclinal ont été étudiées, soit :

- 1° au N du col de Chaudin (dont le nom ne figure plus sur la Carte nationale) par où communique le vallon pierreux entre Combres et La Calaz, et La Chaux du Milieu (anciennement Chaux du Meitin) ;
- 2° à l'E de la Pointe de Chambairy, au voisinage du col de Cherzeule, environ 200 m au NW du chalet 1673 m ;
- 3° échantillons épars le long de la route Miex-Tanay.

Au col de Chaudin, on observe, reposant sur le Malm, la succession suivante :

- a) Cénomaniens — calcaire schisteux verdâtre à *Gltr. renzi* GAND., *Gltr. stephani* GAND., globigérines et radiolaires abondants ;
PM. 4993, ép. 1 m
- b) Turonien — calcaire noduleux clair ou rose passant à une alternance de marnes et de calcaires argileux clairs. La microfaune contient : *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, *Gltr. lapp. tricarinata* QUEREAU, *Gltr. lapp. bulloïdes* (VOGLER), des globigérines, gümbelines, radiolaires et prismes d'inocérames ;
PM. 4994
PM. 4995
ép. 9 m
- c) Sénonien — alternance de marno-calcaires et marnes schisteuses rouges ;
ép. 12 m
- d) Maestrichtien — calcaire argileux gris, grenus à *Gltr. leupoldi* BOLLI, *Gltr. arca* CUSH., *Gltr. stuarti* (DE LAPP.), *Gltr. cretacea* CUSH., *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, accompagnées de gros textulaires, de globigérines, gümbelines, etc. ;
PM. 4996
ép. 3 m
- e) Paléocène ? — calcarénite rouge à débris phosphatés, à grains de marno-calcaires, prismes d'Inoceramus, foraminifères brisés, débris osseux, glauconie et grains de quartz. Les foraminifères brisés sont souvent remplis de phosphate amorphe, qui imprègne partiellement aussi la pâte de la roche ;
PM. 4997
ép. 0,3 m
- f) Eocène ind. — marno-calcaire plus ou moins schisteux rouge à *Globorotalia* globuleuses, grosses globigérines épineuses, et radiolaires. L'âge ne peut être précisé ;
PM. 4998, ép. 32 m
- g) Flysch — schistes beiges et grès micacés.

Du col de Cherzeule, j'ai prélevé une coupe intéressant seulement la base des Couches rouges. La coupe est la suivante:

- a) Malm — dont la surface supérieure est corrodée et silicifiée;
- b) Gault? — calcaires et schistes noirs. L'âge indiqué est douteux. Il repose seulement sur une analogie de faciès. La surface supérieure du Gault est couverte d'une croûte noire, formée de débris de roches, de grains de quartz et de glauconie, enrobés dans une masse phosphatée et ferrugineuse. C'est le «hard ground» de la base du Cénomanién (PM. 7195);
ép. 0,5 m
- c) Cénomanién — marnes mauves et roses où s'intercalent de petits bancs de calcaire jaune. La microfaune contient: *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Gltr. stephani* GAND.;
- d) Turonien inf. — calcaire blanc à *Gltr. renzi* GAND; *Gltr. stephani* GAND., *Gltr. imbricata* MOR-
PM. 7193, ép. 0,3 m NOD, *Anomalina* sp., petites globigérines, prismes d'inocérames;
- e) Campanien— marno-calcaire rouge, contenant une faune de bicarénées avec *Gltr. lapp. lappa-*
Maestrichtien *renti* BROTZEN, *Gltr. lapp. tricarinata* (QUEREAU), *Gltr. fornicata* PLUMMER et
PM. 7192, ép. 2,5 m quelques sections de grosses monocarénées.

Sur la route de Miex à Tanay, le synclinal des Cornettes est coupé d'un jeu de failles qui rend difficile l'établissement d'une série continue. La coupe doit se présenter comme suit, sans que des épaisseurs en puissent être indiquées.

- a) Cénomanién — calcaire clair, faiblement argileux, à *Gltr. stephani* GAND., *Rotalipora mont-*
PM. 4989 *salvensis* MORNOD;
- b) Turonien inf. — calcaire marneux rouge à filets argileux. La microfaune montre l'association de
PM. 4990 bicarénées et de *Gltr. renzi* GAND.;
- c) Turonien — calcaire argileux gris et rose ne contenant que des *Globotruncana* bicarénées;
PM. 4985
- d) Maestrichtien — calcaire argileux, blanc ou rosé à *Gltr. stuarti* (DE LAPP.), *Gltr. arca* CUSH.,
PM. 4991 et 4992 *Gltr. cretacea* CUSH., *Gltr. lapp. tricarinata* (QUEREAU);
- e) Eocène — marno-calcaire rouge à *Globorotalia* sp. ind.

Dans le synclinal des Cornettes, la série du Crétacé supérieur est apparemment complète, avec, à sa base, en un point, un peu de Gault. Le Cénomanién est représenté par des calcaires argileux beige-clair ou bigarrés, le Turonien par des calcaires clairs, blancs ou rosés, le Sénonien par des marno-calcaires rouges, le Maestrichtien par des calcaires blancs et le Paléocène par des marnes et marno-calcaires rouge-violacé. Le synclinal étant très pincé par endroits, les épaisseurs mesurées ne présentent guère d'intérêt; mais il faut remarquer qu'elles sont beaucoup plus faibles que celles du synclinal de la Chaumény.

Synclinal de Savalène

Nous avons échantillonné et étudié 7 coupes des Couches rouges. Elles sont situées aux points suivants:

- Flanc N: 1° carrière de Pierre à Perret. C'est la carrière exploitée, entre Vionnaz et Vouvry, par la cimenterie de cette dernière localité;
- 2° chemin du Blancsex à Savalène, à 250 m du chalet du Blancsex;
- 3° vers le Pertuis de Savalène, col (1717 m) qui donne accès au vallon de Verne;
- 4° 200 m à l'E du Pertuis;
- 5° 400 m à l'WSW du Pertuis, au-dessus de Plan d'Amont;
- Flanc S: 6° sous la Tornettaz, éperon situé 500 m à l'E de Torgon. Le nom ne figure pas sur la Carte nationale;
- 7° au pied N du Linleu.

Toutes ces coupes sont remarquablement identiques. A part celle de Plan d'Amont, elles ne montrent pas traces de Crétacé.

La coupe de Plan d'Amont se présente de la façon suivante:

a) Sur le Malm viennent trois bancs de calcaire clair, peu argileux, mesurant chacun 0,5 m d'épaisseur. Ils sont caractérisés par une abondance de formes bicarénées *Gltr. lapp. coronata* BOLLI, *Gltr. tricarinata* (QUEREAU), *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, accompagnées de petites globigérines, de prismes d'inocéranes et de gûmbelines. Les deux bancs inférieurs (PM. 4905 et 4906) contiennent en plus *Gltr. renzi* GAND., alors que le supérieur (PM. 4907) en est dépourvu. Ce niveau *a* est nettement Turonien. C'est au Turonien inférieur que la transgression a atteint Plan d'Amont.

b) Sur le Turonien vient une croûte ferrugineuse et phosphatée, faite de tests brisés de *Globotruncana* bicarénées, imprégnés d'oxydes de fer et de phosphate. Il s'y trouve aussi quelques *Globorotalia*. Cette croûte noire, qui se retrouve partout dans le vallon de Savalène, est un hard ground typique qui souligne la base de l'Eocène.

c) Puis viennent les marno-calcaires éocènes dont l'épaisseur doit être de 40 mètres environ.

Dans les autres coupes, le hard ground basal recouvre directement le Malm. Les calcaires planctoniques sus-jacents commencent souvent par 2 ou 3 m de calcaires blancs, gréseux, riches en globigérines épineuses accompagnées de quelques *Globorotalia*. Par-dessus viennent les couches de marno-calcaires plus ou moins argileux, roses ou rouges.

Les couches de base des coupes 3, 6 et 2 ont fourni: *Globorotalia angulata* WHITE, *Globo. cf. pseudo-bulloïdes* PLUMMER, *Globorotalia compressa* PLUMMER, *Globo. cf. simulatilis - angulata* WHITE, de nombreuses globigérines et radiolaires. Cette faune indique un âge paléocène inférieur d'après REICHEL (1952), alors que pour LOEBLICH et alii (1957) un âge paléocène moyen conviendrait mieux.

On peut donc sans crainte dater du Paléocène inférieur le hard ground et le dépôt du Paléocène inférieur et moyen. Le haut de la série des Couches rouges qui passent au Flysch ne nous a pas fourni de faune caractéristique. Nous ignorons par conséquent son âge et celui de la limite inférieure du Flysch.

Flanc S de l'anticlinal d'Outanne

Sur ce flanc trois coupes ont été échantillonnées et étudiées. Elles sont les suivantes de l'E à l'W:

1^o coupe du torrent de Mayen dès la cote 490 m;

2^o coupe de l'affluent ou ravin se détachant vers le SW du torrent principal de Mayen à la cote 610 m;

3^o coupe prise derrière le chalet de Conche.

Sur le flanc de l'anticlinal d'Outanne, le Crétacé supérieur réapparaît, mais il demeure très peu puissant:

1,10 m dans la coupe n^o 1, 0,2 m dans la coupe n^o 2 et 1 m environ dans la coupe n^o 3.

Dans la coupe du torrent de Mayen, le Crétacé supérieur qui repose sur le sommet du Malm est formé de trois bancs dont l'inférieur est compact, jaunâtre (ép. 0,5 m) et les deux supérieurs, épais respectivement de 0,5 m et 0,10 m, sont plus argileux, schisteux, jaunâtres, avec des points sombres.

L'inférieur (PM. 4845) contient une microfaune nettement cénomaniennne avec *Ticinella roberti* (GANDOLFI), *Gltr. stephani* GANDOLFI, *Gûmbelina*, prismes d'inocéranes, radiolaires.

Les deux bancs supérieurs doivent être attribués au Turonien inférieur, car les *Ticinella* ont disparu et à la *Gltr. stephani* GAND. s'ajoutent des formes bicarénées du groupe lapparenti.

Dans la coupe 2 de l'affluent du torrent de Mayen, le Crétacé supérieur est constitué par un banc unique de calcaire argileux rouge de 0,20 m d'épaisseur. Il contient: *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Gltr. stephani* GANDOLFI, *Gltr. cf. imbricata* MORNOU, *Gltr. lapp. lapparenti* BROTZEN, *Gltr. lapp. coronata* BOLLI. Il s'agit donc du Turonien moyen.

Dans la coupe de Conche, le Malm, dont la surface est couverte d'une croûte siliceuse, supporte une couche de grès blanc de 0,5 m; puis vient une couche de calcaire argileux (68,5% de CaCO₃) rouge. On y trouve aussi l'association de *Gltr. stephani* GANDOLFI et de bicarénées. C'est donc du Turonien inférieur.

Par-dessus viennent les Couches rouges éocènes. Le hard ground du synclinal de Savalène a disparu, remplacé par 7 à 10 m de calcarénites phosphatées. Ce sont des roches grenues, rouges ou grises, à cassure miroitante semée de points bruns.

Le microscope y révèle un assemblage de prismes d'inocérames et de crinoïdes rubéfiés, de débris de calcaire, de foraminifères brisés, imprégnés d'oxyde de fer ou de phosphate, d'amas diffus de collophanite, ou de phosphate cristallisé, de débris osseux, dents de poissons, etc. Le caractère détritique est souligné par des grains de quartz de grande taille; par endroits, la teneur en phosphate semble élevée. Les débris phosphatés et les imprégnations de collophanite occupent jusqu'à la moitié de la surface des plaques minces. Parmi les foraminifères, citons de nombreuses *Globotruncana* du groupe des bicarénées, des formes maestrichtiennes dont *Globotruncana stuarti* (DE LAPP.) quelques *Globorotalia*. La microfaune est donc remaniée.

A Conche, on observe à la base de cette série une brèche à éléments de Couches rouges crétaciques de 1 cm de diamètre.

Plus au N, les calcarénites disparaissent et, vers l'arête, les Couches rouges éocènes reposent directement sur le Turonien.

Puis la sédimentation devient plus calme, le dépôt des marno-calcaires s'installe. L'épaisseur de la coupe de Mayen est de 60 m environ. Elle est réduite à 8 ou 10 m à Conche.

La série des marno-calcaires rouges a été étudiée dans les coupes des torrents de Mayen. Les microorganismes dominants sont des radiolaires sphériques ou fusiformes qu'accompagnent à la base des globigérines épineuses et des *Globorotalia* indéterminables. Au sommet apparaissent des formes voisines de *Globorotalia wilcoxensis* CUSH. Nous admettrons donc que ces couches représentent le Paléocène et l'Yprésien inférieur.

La difficulté de la détermination provient du mauvais état de conservation des foraminifères. En plaque mince, on les voit déformés ou tronqués par des filets argileux, qui sont en fait des microstylolites.

Ce flanc de l'anticlinal d'Outanne présente, en résumé, une pellicule de Cénomaniens-Turonien inférieur, recouverte par les calcarénites ossifères et phosphatées du Paléocène passant à des Couches rouges datant du Paléocène et de la base de l'Yprésien. Les séries sont plus épaisses et plus complètes (Cénomaniens) vers la vallée du Rhône qu'à la frontière.

Dréveneuse

Sur les arêtes de Dréveneuse, les affleurements de Couches rouges sont fréquents, mais la plupart n'intéressent qu'une faible épaisseur de terrain. Deux d'entre eux ont été étudiés:

- 1° le plus septentrional sur l'arête de Pré Fleuri, entre les points 1902 et 1587 m;
- 2° le plus méridional, 250 m au NE de la Pointe de Bellevue.

A l'arête de Pré Fleuri, le Crétacé supérieur mesure 12 m d'épaisseur. Il débute par des calcaires argileux rouges et se termine par un banc de calcaire clair à débris d'inocérames. Ce dernier niveau contient des *Globotruncana* des groupes *lapparenti*, *fornicata-arca* et probablement *elevata-stuartiformis*, ce qui lui confère un âge vraisemblablement santonien supérieur ou campanien¹⁾.

Un hard ground marque la base de l'Eocène s. l. dont les marno-calcaires rouges et beiges contiennent des radiolaires, des globigérines épineuses et des *Globorotalia*.

A la Pointe de Bellevue, le Crétacé supérieur débute par un banc de 2 m d'épaisseur de calcaire jaunâtre qui ne contient que des formes bicarénées: *Globotruncana* du groupe *coronata* – *lapparenti* – *tricarinata* accompagnées, semble-t-il, de rares *Globotruncana marginata* (REUSS). Par-dessus viennent 15 m de marno-calcaires rouges ou beiges et au sommet un banc de 3 m de calcaire clair campanien. Il est recouvert d'un hard ground silicifié, marquant la base des Couches rouges éocènes.

¹⁾ Les plaques minces de Dréveneuse ont été examinées par le Dr J. KLAUS de Fribourg. C'est donc à cet excellent connaisseur de la microfaune crétacique que sont dues les déterminations d'âge ci-dessus. Nous le remercions pour son aide précieuse.

En résumé, on constate dans la région de Dréveneuse :

- 1° que la transgression des Couches rouges date probablement du Coniacien;
- 2° que l'érosion paléocène a respecté environ 20 m de Couches rouges crétaïques montant jusqu'au Campanien inclus. Il semble donc que vers le S, la zone haute de Savalène disparaisse.

Nous verrons par la suite que la transgression n'a atteint qu'au Campanien-Maestrichtien seulement la zone plus méridionale du Flysch à lentilles et que l'érosion paléocène ne s'y manifeste plus.

Le Flysch

Dans les Préalpes médianes plastiques, sur la rive gauche du Rhône, le Flysch joue un rôle effacé. Le synclinal de la Chaumény n'en contient point, celui de Tanay non plus, sauf à la Suche, que coiffe un mince placage de marnes beiges à minces bancs de grès fins, micacés, à patine brune.

Dans le synclinal suivant, aux Cornettes de Bise et à la Pointe de Chambairy, l'axe du pli est occupé par des schistes argileux rouges, accompagnés par endroits d'une faible épaisseur de marnes beiges et de grès micacés.

Dans le synclinal de Savalène, par contre, le cœur de Flysch est bien développé.

Au flanc S de l'anticlinal d'Outanne et à Dréveneuse, la puissance du Flysch est à nouveau réduite. Ces variations d'épaisseur sont tectoniques et non originelles, et je n'y insisterai pas davantage.

Le problème du Flysch est très difficile. LUGEON et GAGNEBIN (1940) admettaient un âge paléocène pour le Flysch médiane qu'ils appelaient le Flysch à Helminthoïdes. Cette conception doit être abandonnée. En effet, les Couches rouges montent jusque dans l'Yprésien et le Flysch qui s'y superpose ne peut être que plus jeune s'il appartient aux Médiannes ou doit en être détaché dans le cas contraire. Les études de J. KLAUS (1953) ont montré que la masse de Flysch recouvrant les Couches rouges est complexe. Elle comporte à la base un Flysch schisto-gréseux banal qu'il rattache aux Préalpes médianes et au sommet une épaisse série de Plattenflysch (ou Flysch à Helminthoïdes) ne contenant aucun fossile plus jeune que le Maestrichtien. Cet âge étant admis, le Plattenflysch doit être attribué à une unité plus élevée dans l'édifice préalpin que les Préalpes médianes, et qui serait, pour E. TWERENBOLD (1955), la nappe de la Simme. Des précisions sur l'âge du Flysch schisto-gréseux dans les Préalpes romandes ont été apportées par J. TERCIER (1942) et G. FAVRE (1952); il débiterait dans le synclinal de la Gruyère au Paléocène et monterait au moins jusqu'au Lutétien inférieur ou moyen.

Dans la région du col du Corbier, en Chablais, un de mes élèves, J. J. FRÜTIGER, a découvert dans le Flysch schisto-gréseux une faune de Nummulites avec *N. uroniensis?* HEIM, *Assilina exponens* (Sow.), *Discocyclina varians* (KAUF.), *Fabiana*, etc. L'âge est donc Lutétien.

L'âge yprésien et lutétien pour une partie du Flysch des Médiannes est donc bien établi.

Dans le synclinal de Savalène, le Flysch schisto-gréseux est généralement peu développé. Ainsi à l'arête frontière, le Flysch à Helminthoïdes repose sur les Couches rouges par l'intermédiaire d'une zone broyée, où dans des schistes argileux nagent des blocs de grès et de calcaires blonds. Ces calcaires très caractéristiques du Plattenflysch (ou Flysch à Helminthoïdes) montrent que cette zone de broyage ne se rattache pas uniquement au Flysch des Médiannes. Au pied du Linleu, par contre, le Flysch à Helminthoïdes est séparé des Couches rouges par une assise de schistes à bancs de grès glauconieux.

Sur le sentier qui mène du chalet du Blancsex dans le vallon de Verne, on peut observer la coupe suivante :

- a) sur les Couches rouges viennent 3 m de schistes argileux verts, noirs et rouges; puis
- b) des schistes noirs broyés à lentilles de grès et de calcaire blond. Cette zone de 10 m d'épaisseur marque la base du Flysch à Helminthoïdes. Elle s'y rattache en partie;
- c) Flysch à Helminthoïdes.

Plus à l'W, le flanc N du synclinal montre toujours entre les Couches rouges éocènes et le Plattenflysch une zone de Flysch noir broyé, analogue à celle du col de Savalène. Je pense qu'elle comprend le Flysch des Médiannes et la base du Flysch à Helminthoïdes.

Le cœur du synclinal est rempli par le Flysch à Helminthoïdes. C'est essentiellement une masse de marnes beiges se débitant en grosses lamelles, analogues aux Marnes à globigérines helvétiques, mais stériles. Il s'y intercale des grès micacés fins, en petits bancs et des couches de calcaire blond à pâte fine dont les surfaces sont souvent ornées d'Helminthoïdes. Les plaques minces faites dans ce Flysch n'ont pas montré d'organismes fossiles. C'est donc sans preuve que je le sépare du Flysch schisto-gréseux sous-jacent.

Au flanc S de l'anticlinal d'Outanne, la situation est la même, le Flysch à Helminthoïdes repose directement sur les Couches rouges, sauf en quelques points, dans le torrent de Mayen par exemple, où réapparaît le Flysch noir broyé.

Remarques sur le bassin et la sédimentation des Couches rouges et du Flysch

A la fin du Jurassique une grande plateforme horizontale, recouverte d'une mince tranche d'eau, s'étendait sur toute notre région, sauf dans le N peut-être, zone de la Frête (Blanchard), où la mer était profonde. Il est probable qu'au début du Néocomien une régression amena l'exondation de la plateforme, où aucun sédiment ne se déposera entre le Portlandien et le Crétacé supérieur. La démonstration ne peut en être faite en toute rigueur, mais la répartition des faciès du Néocomien milite en faveur de cette hypothèse.

Le Néocomien bathyal n'est connu que dans le N, dans l'écaille de Freney (et au Blanchard-Mémises). Cette zone profonde est bordée vers le S par une frange de dépôts néritiques, au S de laquelle le Néocomien disparaît. La limite méridionale de cette mer était irrégulière; dans notre région, elle décrit un golfe s'étendant de part et d'autre du décrochement des Jumelles et pénétrant jusque dans l'anticlinal du Grammont (la Combe). Les sédiments de cette bordure donneront par solidification des calcaires à entroques rouges ou glauconieux, associés à des calcaires à tintinnidés.

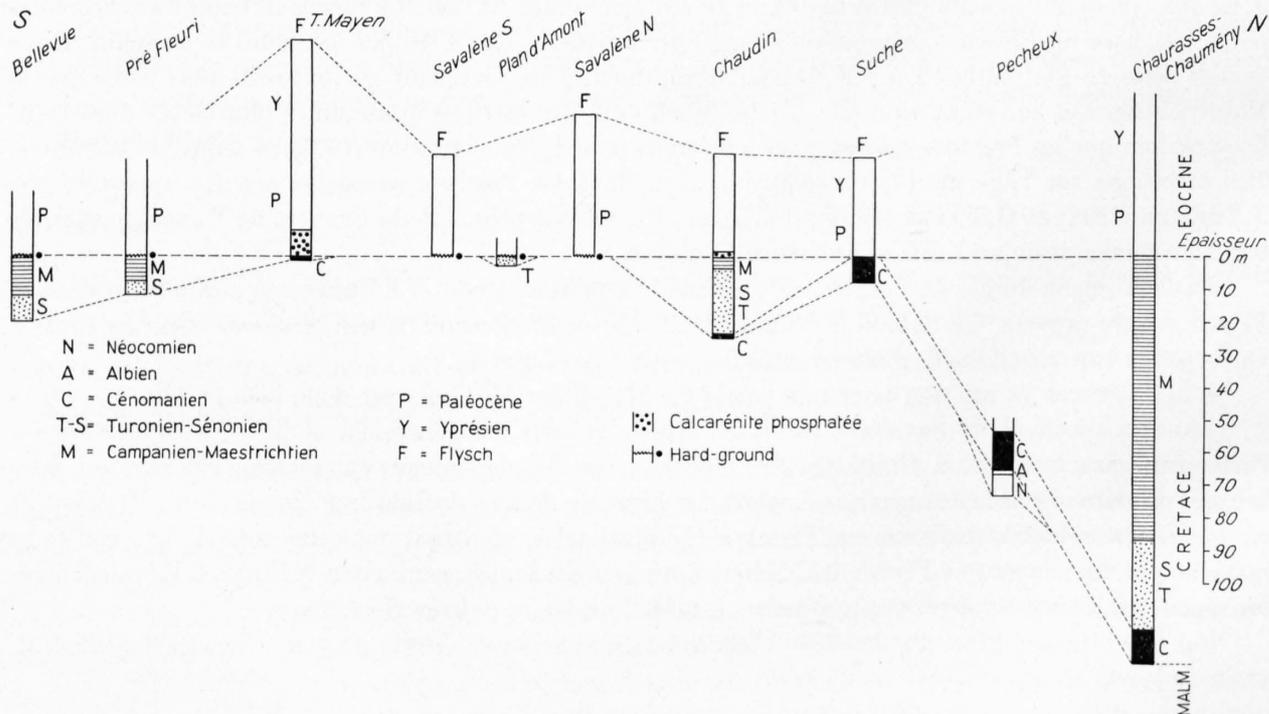


Fig. 11. Corrélations des Couches rouges.

L'Albien est trop sporadique pour que sa paléogéographie puisse être reconstituée. Il semble que la zone occupée par la mer soit à peu près la même qu'au Néocomien.

Le Cénomanién marque le début d'une transgression générale. Les eaux recouvrent toute la région, sauf Dréveneuse, qui ne sera immergée qu'au Coniacien. La mer conservera les mêmes limites jusqu'au Maestrichtien inclus.

Les épaisseurs de sédiments pélagiques qui vont se déposer durant le Crétacé supérieur sont variables. Les coupes décrites dans ce chapitre, révèlent l'existence d'une étroite plateforme centrale, couvrant le synclinal de Savalène avec, de part et d'autre, deux zones subsidentes à sédimentation épaisse, surtout dans le N. L'ancienne plateforme jurassique voit donc ses marges s'effondrer. Cet affaissement est plus considérable que l'épaisseur des sédiments observés ne le laisse supposer, car il devait porter les fonds N et S au-delà de l'action des courants et des vagues. Sur la plateforme balayée par les courants, la sédimentation est nulle, sauf parfois dans des creux où un peu de vase à foraminifères réussissait à se maintenir. La réduction d'épaisseurs des séries vers le haut-fond, la disparition de certains niveaux, l'existence de quelques hard grounds et la présence de grains de phosphate dans tous les échantillons de Crétacé supérieur sont autant d'arguments favorables à l'hypothèse avancée ci-dessus.

Au Danien, la profondeur de la mer diminue et les courants vont provoquer un arrêt général de la sédimentation, peut-être même des érosions partielles. Au Paléocène inférieur, le haut-fond de Savalène devait être, comme les « bancs » actuels, peuplé d'une riche faune de poissons. Les squelettes de ces vertébrés vont fournir le phosphate qui imprègne l'épaisse croûte noire – le hard ground – qui cuirasse le Malm et le

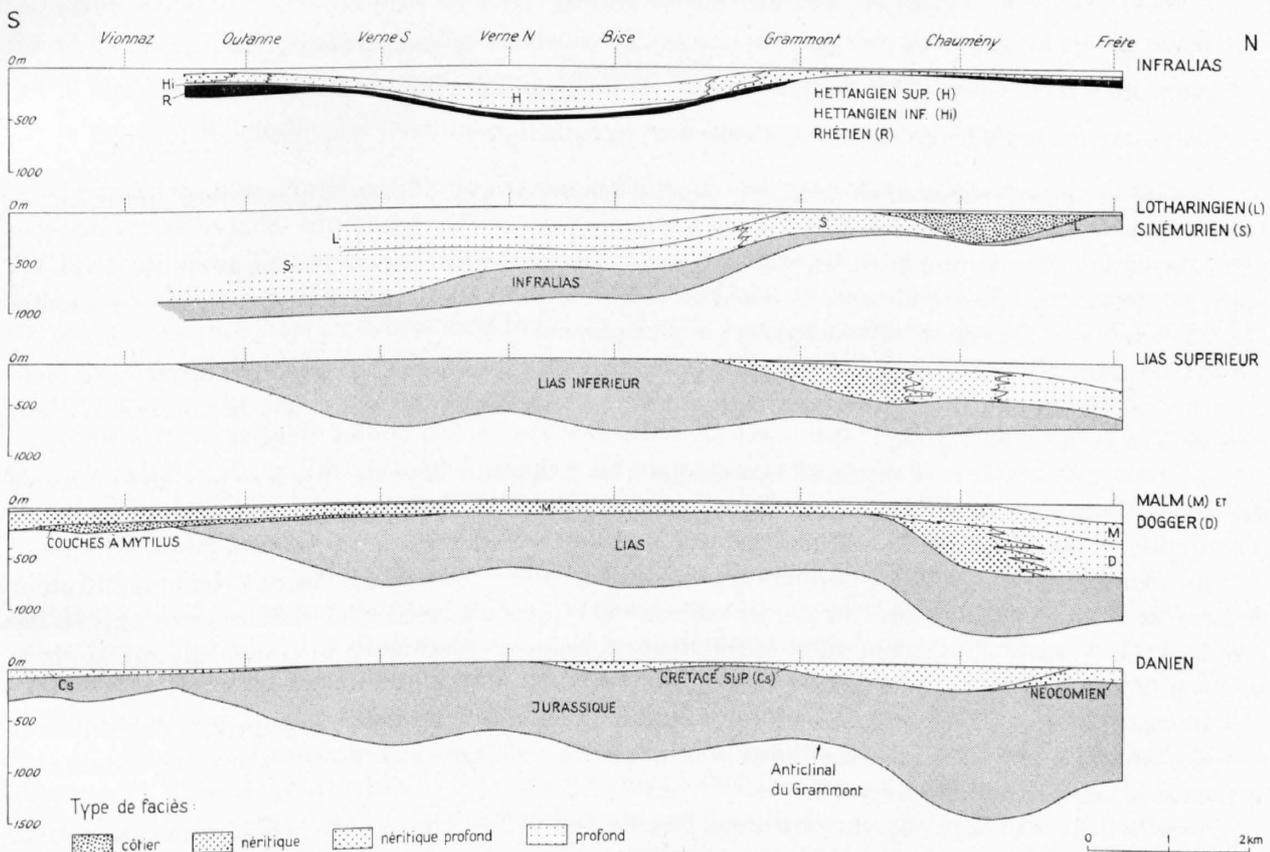


Fig. 12. Evolution du bassin des Préalpes médianes du Valais.

Crétacé supérieur. De part et d'autre du «banc» de Savalène, les courants déposent des débris d'os ou de phosphate, des foraminifères remaniés et brisés, des entroques, donnant ainsi naissance à une ceinture de calcarénites. Puis la zone des Médiannes s'enfonce plus profondément sous les eaux et la sédimentation reprend sur l'ensemble de la région. Les vases rouges qui se déposent contiennent surtout vers le haut une grande abondance de radiolaires. Cela semble indiquer un bassin relativement profond.

Dans l'Eocène de la carrière de Pierre à Perret, l'exploitation découvre de temps en temps des blocs exotiques pugilaires ou céphalaires de roches cristallines: granite, porphyre quartzifère rouge, gneiss à muscovite et grenat. Le lieu d'origine de ces blocs est inconnu, ainsi que leur mode de transport jusque dans les sédiments planctoniques.

Le passage des Couches rouges yprésiennes au Flysch est graduel. Il s'amorce par une augmentation rapide de la teneur en argile. Ce sont les apports détritiques qui s'annoncent, puis viennent les sables micacés. La sédimentation du Flysch est interrompue par l'arrivée dans le bassin des Médiannes, des Flysch créacé et de la Simme. Cette masse, mise en place par écoulement gravitativ, fera désormais corps avec les Médiannes et se conformera aux déformations de son substratum, lors des chevauchements préalpins.

Remarques sur le bassin de sédimentation des Préalpes médianes

Les variations de puissance et de faciès des terrains qui constituent la nappe des Préalpes médianes sont, ainsi que nous venons de le voir, considérables. Pour matérialiser l'évolution de ce bassin sédimentaire au cours du Secondaire, j'ai construit la figure n° 12. Elle a été établie en reportant sur un profil, dont la longueur a été obtenue en déroulant les plis, les épaisseurs et les natures des terrains, la profondeur de la mer à des périodes successives. Les épaisseurs et profondeurs sont à une échelle un peu plus grande (20 %) que celle utilisée pour les longueurs.

C'est évidemment un schéma et cela pour trois raisons :

- 1° parce que les longueurs ne sont pas très exactes, spécialement celle séparant la Chaumény de la Frête ;
- 2° parce qu'il n'est pas possible de tenir compte de l'obliquité des limites de faciès sur les plis ;
- 3° parce que les profondeurs de la mer demeurent hypothétiques.

Malgré ces imperfections inévitables, ces coupes donnent une série d'images qui ne doivent pas s'éloigner beaucoup de la réalité. La zone de Dréveneuse n'y figure pas.

L'évolution débute avec le Rhétien et se dessine nettement à l'Hettangien supérieur. A cet âge apparaît le haut-fond du Grammont, né non d'un soulèvement, mais de l'affaissement des deux zones qui l'encadrent. C'est le bassin méridional qui est le plus profond.

Au Sinémurien, le bassin sud s'élargit ; par contre, la subsidence de la zone N s'arrête et le Sinémurien y est absent ou réduit à quelques centimètres. Des érosions locales font même disparaître l'Hettangien de la zone de la Chaumény.

Au Lotharingien, la situation au Grammont et au S demeure la même. Au N se produit la brusque subsidence de la zone de la Chaumény. Dans cet étroit sillon s'accumule une grande épaisseur de débris d'entroques. Il en est de même au Pliensbachien.

Au Domérien et au Lias supérieur, il se produit un brusque changement de conditions. Autour de l'axe du Grammont, le bassin bascule. Le sud se soulève, jusqu'à incliner les couches précédentes à 20° vers le N. Au N, les fonds s'enfoncent et se couvrent de sédiments, néritiques au Grammont et à la Chaumény, profonds à la Frête.

Du Lias moyen au Dogger, la zone S est transformée en une plateforme, sur laquelle va s'avancer la mer du Jurassique supérieur. Les conditions sont alors très uniformes et la mer peu profonde, sauf peut-être dans le synclinal du Blanchard-Frête.

Avec le Crétacé, la plateforme jurassique bascule vers le N et par à-coups la sédimentation reprend sur le fond rocheux. C'est d'abord le Néocomien qui lance un golfe vers le S, puis le Cénomaniens qui débordent largement, finalement le Campanien-Maëstrichtien qui, submergeant Plastiques et Rigides, atteindra le domaine de la Brèche. Mais dans cette plateforme mouvante, un haut-fond balayé de courants demeure ; il couvre le synclinal de Savalène.

Puis au Paléocène la mer s'approfondit et la sédimentation devient générale sur tout le domaine des Plastiques et prend, semble-t-il, un caractère uniforme.

Il est difficile de mettre en évidence la façon dont naissent et évoluent les mouvements du fond qui régulent la sédimentation. S'agit-il d'ondes se propageant à travers le bassin ou d'effondrements verticaux, compensés par des soulèvements locaux ? C'est difficile à dire. Pour en décider, il faudrait une stratigraphie plus fine et une analyse sédimentologique plus détaillée. D'ailleurs les deux mécanismes peuvent jouer simultanément. Les périodes de détente et de compression ne s'excluent pas du tout. Ce sont en effet les compressions locales qui rendent possibles les effondrements dans les zones adjacentes.

La figure n° 12 montre aussi que la localisation du chevauchement du Grammont s'explique aisément. Il correspond à une zone haute à série réduite, qui devait facilement se rompre et recouvrir la grosse masse rigide de la Chaumény, durant la translation de la nappe vers le Nord.

Le Flysch à lentilles de Couches rouges

Cet ensemble, ou en tout cas sa base, se rattache à la nappe complexe des Préalpes médianes. Il forme, dans notre région et au-delà en Chablais, un coussinet, isolant la nappe de la Brèche des autres unités sous-jacentes. Bien développé dans le val de Morgins, il s'étire dans la région des Portes de Culet, pour s'épaissir et remplir de ses écailles la dépression synclinale, séparant à l'W de Vionnaz, les Rigides des Plastiques.

Nous décrirons successivement dans ce Flysch à lentilles de Couches rouges :

- | | |
|---|---------------------|
| 1° le substratum de la série détritique | } Préalpes médianes |
| 2° le Flysch schisto-gréseux | |
| 3° le Flysch à Helminthoïdes (Simme?) | |

Le substratum du Flysch est formé par des lentilles de Couches rouges auxquelles, en deux ou trois endroits, s'associent des copeaux de Malm.

Les lentilles de Couches rouges mesurent généralement quelques centaines de mètres de long, une seule atteint 1 km. Les épaisseurs sont en moyenne de 10 à 30 m, mais atteignent exceptionnellement 100 m. Elles sont toujours emballées dans le Flysch et parfois en très grand nombre. Ainsi à l'arête de Jorette, qui descend de la Tour de Don sur Revereulaz, on en compte une douzaine, et entre le Corbeau et le lac de Morgins 25.

Nous n'avons pas fait l'étude de toutes ces Couches rouges, qui ne diffèrent en rien par leur aspect de celles des Rigides ou des Plastiques. D'après les plaques minces provenant de quelques-unes d'entre elles, il ne semble s'y trouver que du Maestrichtien et du «Paléocène». R. CHESSEX (1959), qui a déterminé l'âge de toutes les lentilles de la vallée d'Abondance, n'a trouvé que du Campanien-Maestrichtien.

L'une de ces lentilles mérite une mention spéciale. Les Couches rouges qui la constituent, affleurent au S du chalet de Croix et montrent une texture «fluidale». Elles contiennent des zones bréchiqes à éléments divers bien triés. Les cailloux sont anguleux et mesurent jusqu'à 4 cm de diamètre. Ce sont des fragments de Malm, de Couches rouges et de Trias, ces derniers étant beaucoup plus abondants. Dans les Rigides, au versant méridional de la Pointe de Bellevue, on voit les Couches rouges recouper profondément le Jurassique et venir presque en contact avec le Trias; cette réduction est peut-être accentuée par la tectonique. Cependant la lentille de Croix montre que les Couches rouges devaient certainement attaquer vers le S le Trias. Il faut en conclure que le bombement des Rigides se prolongeait au S par une zone haute qui ne fut recouverte qu'au Campanien-Maestrichtien. La série sédimentaire sur ce géanticlinal, séparant peut-être le bassin des Médiannes au N de celui de la Brèche au S, était très réduite: une faible épaisseur de Trias moyen, par endroit un peu de Malm et par-dessus le Maestrichtien. C'est donc à cette époque que le géanticlinal est submergé et que la mer envahira le domaine plus méridional de la Brèche.

Le Flysch schisto-gréseux

Les lentilles de Couches rouges sont toujours associées au Flysch schisto-gréseux. Les relations entre ces deux terrains sont souvent obscurcies par les bouleversements tectoniques, mais dans plusieurs cas, on peut observer le passage de l'un à l'autre. Cela se voit en plusieurs points dans les versants E et W de l'arête de Jorette, et également dans les pentes dominant à l'W le chemin de Draversa (ou sous la paroi à l'E d'Onne). Sur les marno-calcaires à Globorotalia du Paléocène-Yprésien viennent des schistes argileux, dont la bigarrure est verte, grise ou rouge-lie de vin. Dans ces schistes s'individualisent des bancs minces

et souvent discontinus de grès fins glauconieux, parfois riches en *Globotruncana* remaniées. Dans les schistes abondent les grosses globigérines et les *Globorotalia*. Puis les schistes deviennent sombres, noirs et se délitent en aiguilles souvent tachées de rouille. Ils sont accompagnés de quelques bancs de grès fins micacés et de lentilles de calcaires gris pyriteux.

Plus haut, les schistes passent à des marnes grises ou beiges, où les bancs de grès, parfois épais, sont régulièrement interstratifiés. Les uns sont fins et forment des bancs minces, alors que les grès grossiers atteignent jusqu'à 2 m d'épaisseur. Ainsi se trouve réalisé un Flysch schisto-gréseux, de faciès banal.

Les grès grossiers ont un ciment calcaire où les lithothamnies, les bryozoaires, les *Rotalia* et parfois les petites nummulites sont abondantes. Les grains détritiques sont surtout des quartz, des feldspaths et des débris de roches sédimentaires (calcaires fins, silex, Couches rouges, spongolithes, etc.).

Ce Flysch est identique à celui des Médiannes plastiques et doit comme lui dater de l'Yprésien et du Lutétien.

Le Flysch à Helminthoïdes

Il repose en concordance sur le Flysch schisto-gréseux, généralement sans qu'une brèche tectonique les sépare. La limite des deux Flysch est de ce fait difficile à fixer de façon précise.

Le Flysch à Helminthoïdes mesure au maximum 350 m d'épaisseur. C'est une alternance de calcaires blonds en bancs de 5 à 40 cm, de grès fins, micacés, charbonneux et de marnes beiges. Les marnes et les calcaires sont dépourvus de fossiles, hormis les empreintes d'helminthoïdes et de fucoides. Les grès contiennent parfois des débris de *Globotruncana* remaniées. C'est sans aucun doute la même formation que celle décrite par J. KLAUS aux Gastlosen, ou par TWERENBOLD dans l'Hongrin. Là, les foraminifères sont déterminables et, bien que remaniés, comportent presque uniquement des formes maestrichtiennes. Les foraminifères sont souvent silicifiés et ne sont pas liés aux types lithologiques habituels. Ainsi, les marnes et les calcaires qui, dans les Couches rouges, regorgent de *Globotruncana* en sont ici dépourvues. Les grès fins contiennent de petites globigérines, les grès moyens des *Globotruncana* et les grès grossiers des *Siderolites*, des *Miscellanea* et des *Orbitoïdes* crétacés. Les foraminifères ont donc été transportés et sédimentés comme les grains détritiques qui les accompagnent. Ils sont incontestablement remaniés. L'âge du remaniement ne saurait être que Maestrichtien ou plus jeune. L'absence de foraminifères paléocènes ou éocènes est en faveur d'un âge crétacé. C'est un argument négatif mais cependant valable.

Pour rendre compte de ces faits, deux hypothèses viennent à l'esprit: la première admettant l'âge maestrichtien du Flysch à Helminthoïdes et partant son indépendance tectonique, la seconde assignant au Flysch un âge priabonien, ce qui permettrait de le laisser dans la nappe des Préalpes médianes.

La première hypothèse fait appel aux courants de turbidité. Sur les bords d'un profond bassin maestrichtien s'accumuleraient des sédiments variés, riches en foraminifères, tandis que, dans la dépression centrale, se déposeraient des vases carbonatées pratiquement azoïques. Des conditions particulières empêcheraient les coques des foraminifères pélagiques de gagner le fond du bassin. Ce serait par exemple une profondeur excessive de la mer, analogue à celle des océans actuels tapissés de boues rouges. Des tremblements de terre provoqueraient des avalanches sous-marines, des nuages de sédiments, qui en se décantant sur le fond, donneraient des dépôts granoclassés et expliqueraient aussi la répartition aberrante des foraminifères pélagiques. Cette solution, qui est satisfaisante, se heurte à une difficulté. Elle n'explique pas la présence des calcaires blonds.

Dans la seconde hypothèse, le dépôt étant supposé priabonien, il faut expliquer l'absence de foraminifères de cet âge. Cela peut se concevoir si l'on suppose un bassin de sédimentation lacustre ou saumâtre. Sa profondeur serait faible, ce qui serait en accord avec la salinité anormale des eaux. Le granoclassement serait dû à des variations locales des apports détritiques des rivières se jetant dans le bassin. Le matériel proviendrait de l'érosion d'une zone exondée où seul affleurerait le Maestrichtien, ce qui n'est nullement inconcevable.

Aucune de ces hypothèses ne me paraît entièrement satisfaisante. Le problème de l'âge de ce Flysch à Helminthoïdes, n'est à mon avis, pas définitivement résolu. Il ne le sera que grâce à de nouvelles recherches stratigraphiques, s'écartant des méthodes traditionnelles.

En attendant la solution définitive de cette importante question, j'ai admis, sans conviction et à titre provisoire, l'âge maestrichtien du Flysch à Helminthoïdes. Il formerait donc une unité tectonique indépendante des Médiannes, peut-être rattachée à la Simme, et plissée passivement avec le Flysch schisto-gréseux et les lames de Couches rouges qui lui servent de substratum.

La nappe de la Simme

Les affleurements appartenant sans ambiguïté à cette nappe sont localisés dans la vallée de la Morge: à l'E de Clarive, au SE de Freney et au col de la Frête. Nous les avons décrits, Y. GUIGON et moi-même, en 1958, ce qui me dispensera d'y insister longuement.

Le premier affleurement se situe sur le r de Clarive. Il est formé de blocs déchaussés de grès, de marnes et de poudingues du type «Mocausa». Ce dernier est un poudingue à ciment carbonaté et à galets de 1 à 5 cm de calcaires, de dolomies, de silex et de radiolarites vertes et rouges. Il nous a livré un galet de mélaiphyre. Les grès sont fins, charbonneux et les marnes grossières; elles contiennent des *Rotalipora apenninica* (RENZ) et de petites globigérines. Le Flysch est donc cénomanien.

Le second affleurement, situé 500 m environ au NE, est visible dans les couloirs au SE de Freney. Le Flysch de la Simme, épais de 100 m environ, repose là sur le Paléocène signalé au chapitre précédent. C'est un ensemble schisto-gréseux dont la base est complexe. Elle comporte des grès grossiers dont les éléments sont identiques à ceux du poudingue de la Mocausa, et quelques lames de grès verts à grains de diabases spilitiques, qu'il faut attribuer au Flysch subhelvétique ou parautochtone.

Il convient probablement de rattacher à la nappe de la Simme le Flysch occupant le fond du couloir qui tombe du col de la Frête vers l'E. Il présente en effet des analogies avec celui des couloirs de Freney, et sa position tectonique est la même. Il est pincé entre le Trias de base de la série de la Chaumény et celui du flanc S du synclinal de la Frête.

La position de cette écaille de la Simme dans l'édifice préalpin est curieuse. Alors qu'elle est la plus haute de cet empilement des nappes, elle se trouve, dans le vallon de la Morge, engagée sous les Médiannes. Ce seul fait révèle la complexité structurale du front préalpin.

Dans les Préalpes romandes, le Flysch cénomanien de la Simme occupe généralement le cœur des synclinaux méridionaux, où il se superpose au Flysch à Helminthoïdes ou Plattenflysch. Les géologues fribourgeois, TWERENBOLD et GUILLAUME (1955), les considèrent comme formant une série unique renversée, à laquelle ils conservent le nom de nappe de la Simme. Si la chose se confirme, l'extension de cette unité serait alors très grande sur la rive gauche du Rhône. On la retrouverait en effet dans le synclinal de Savalène, au flanc S de l'anticlinal d'Outanne, dans toute la zone du Flysch à lentilles de Couches rouges et même sur France, dans la vasque de la Brèche.

La nappe de la Brèche

Dans la région objet de la présente étude, la série stratigraphique de la nappe de la Brèche est incomplète. Il lui manque à la base l'Anthracolithique et le Trias inférieur, et au sommet les terrains postnéocomiens. Les premiers sont bien représentés à la Truche au S de Morgins, et les derniers dans le massif du Mont de Grange (R. CHESSEX, 1959).

Le Trias n'est présent qu'en deux points: sur l'arête NNE de la Tour de Don, à la cote de 1400 m, 300 m à l'ENE des Portes de Culet. La nappe de la Brèche, dans cette dernière localité, existe sous forme d'un lambeau isolé en repos sur les Médiannes. Le Trias supérieur est formé de calcaire dolomitique, à grain très fin, à patine presque blanche, en bancs de 20 à 30 cm. Il passe vers le haut au Rhétien; c'est donc l'exact

équivalent des calcaires dolomitiques blonds du sommet du Keuper des Médiannes. Les deux faciès sont d'ailleurs très voisins.

Le Rhétien fait donc suite au Trias à l'ENE des Portes et on en retrouve un deuxième gisement exactement à l'W du Corbeau, sur la frontière (alt. 1720 m) près de la borne n° 40. Cette dernière coupe, d'une puissance de 10 m, a été décrite par R. CHESSEX, (R. CHESSEX, 1959, p. 315-316) ce qui me dispense de le faire à nouveau. Dans ces deux points, le faciès du Rhétien est le même. La série consiste principalement en un ensemble de schistes noirs à *Bactryllium* dans lequel s'intercalent des bancs minces de calcaires divers: les uns dolomitiques rappelant le Trias, les autres argileux, sombres et pyriteux, ou chargés d'oolithes brunes, ou enfin lumachelliques.

L'Hettangien. A la borne 40, le Rhétien est surmonté de 8 à 10 m de calcaire massif, un peu siliceux, à patine gris clair et cassure bleutée. R. CHESSEX attribue ce calcaire, grâce à sa position et par analogie avec les Médiannes, à l'Hettangien supérieur ou niveau f. Cela me semble judicieux. L'Hettangien supérieur des Préalpes médianes simule parfois le Malm, à tel point que les meilleurs spécialistes s'y sont laissés prendre. Peut-être ai-je commis la même erreur en cartographiant les pentes à l'W et au SW des Portes de Culet. On observe, vers la maison des douanes, une lame de calcaire que j'ai attribué au Malm, séparant les Calcaires inférieurs, du Trias sous-jacent. Le même phénomène se répète 300 m plus au S.

Les Calcaires inférieurs. Ils constituent un niveau sporadique à la base des Schistes inférieurs. On les rencontre au versant N du Cheval Blanc situé au NW du Corbeau, puis dans le voisinage de l'arête S de ce dernier sommet et enfin formant la colline abritant la maison des douanes de Culet.

Ce sont des calcaires spongelithiques, massifs ou en bancs, parfois légèrement spathiques, à patine claire et dont les surfaces sont ornées de silex. La puissance de ce niveau varie de 40 m environ au Cheval Blanc, à 20 m à l'arête S du Corbeau. Cette arête montre bien comment se fait le passage des Calcaires aux Schistes inférieurs.

Au-dessus du niveau décrit au paragraphe précédent (n° 1) la coupe de l'arête S du Corbeau est la suivante:

2° de 1800 à 1830 m, alternent des calcaires à silex et des schistes bruns, durs et siliceux.

3° de 1830 à 1860 m, un ensemble de schistes, gréseux et roux à la base, plus sombres et plus argileux vers le haut. Il s'y intercale trois gros bancs lenticulaires de 2 m d'épaisseur de calcaires siliceux, bleu-sombre, finement spathiques pour le niveau inférieur alors que le plus élevé montre un calcaire spathique assez grossier et clair.

Dans le niveau 2, on voit quelques sections de bélemnites, l'une mesurant 15 mm de diamètre. R. CHESSEX place les Calcaires inférieurs dans le Sinémurien. Cela est vraisemblable pour le niveau 1; pour le niveau 2 par contre, la présence de grosses bélemnites cylindriques rend un âge Pliensbachien plus probable. La limite entre Calcaires inférieurs et Schistes inférieurs est difficile à placer. Je la mettrais volontiers au milieu du niveau 3.

Les Schistes inférieurs. Cette formation constitue la pyramide du Bec du Corbeau et plus au N les régions de Conche et d'Onne, puis le soubassement de la Tour de Don.

C'est un ensemble de schistes calcaires silteux ou sableux, de patine brune, sombres à la cassure. Les surfaces sont souvent micacées ou enduites d'une pellicule argileuse noire. Dans ces schistes d'aspect terreux s'intercalent des passées plus calcaires ou microbréchiques et trois ou quatre niveaux résistants, mesurant chacun quelques mètres d'épaisseur. Par exemple, à l'arête S du Corbeau, le niveau inférieur (cote 1870 m), épais de 15 m, est fait de calcaire spathique clair, à zones silicifiées, auquel s'associent des bancs de calcaire spathique sombre et siliceux. Le niveau moyen (cote 1900), épais de 10 m, montre une base lithologiquement semblable au niveau précédent, alors que son sommet est fait de calcaire à entroques clair, parsemé de gravillons de dolomie jaune. Le troisième niveau (cote 1940) peut être suivi tout autour du sommet. A l'arête S il mesure 1 m d'épaisseur. C'est, à la base, une brèche à éléments presque exclusivement dolomitiques, de 2 à 3 cm de diamètre et au sommet un calcaire spathique clair. Vers le N la couche, qui aug-

mente de puissance (3 m), ne comporte que de la brèche grossière, dont les éléments atteignent 10 à 20 cm de diamètre.

On observe dans notre région, une légère augmentation de l'importance des niveaux bréchiens vers le N. Par endroit, en particulier à l'arête NE de la Tour de Don, et sur l'arête N du Corbeau, à 500 m du sommet, les brèches subissent une dolomitisation complète qui les fait ressembler à certaines brèches intraformationnelles du Trias. Ce phénomène n'est pas l'apanage des niveaux bréchiens des Schistes inférieurs, R. CHESSEX le signale aussi dans la Brèche inférieure.

L'épaisseur des Schistes inférieurs atteint 400 m environ. Ils n'ont livré aucun fossile déterminable, hormis quelques exemplaires brisés d'*Oxytoma*. L'âge habituellement admis pour cette formation est le Lias supérieur.

La Brèche inférieure. Cette formation ne s'observe que dans le massif de la Tour de Don et au Mouet, nom du sommet coté 1936,7 m au N du Col de Croix. La roche dominante est une brèche à éléments de dolomies et de calcaires dolomitiques divers accompagnés de morceaux de schistes, de calcaires ou de brèches provenant des Schistes inférieurs. Comme dans le niveau précédent, les fragments sont anguleux avec de très rares galets bien arrondis. Le ciment peut être calcaréo-spathique ou marneux. La brèche est variable et alterne avec des calcaires siliceux ou spathiques et des schistes.

L'épaisseur de la Brèche inférieure est très variable et difficile à estimer dans notre secteur, car elle est très remplissée. Elle est comprise entre 60 et 100 m.

La Brèche inférieure est généralement placée dans le Dogger.

Les Schistes ardoisiers. Ils sont pratiquement absents sauf en quelques points dans la face E de la Tour de Don et du Mouet où il faut attribuer à ce niveau quelques mètres de schistes verts et rouges séparant les Brèches inférieure et supérieure.

La Brèche supérieure. C'est le niveau le plus élevé de la nappe de la Brèche affleurant dans notre région. Il est formé essentiellement par des calcaires en bancs de 10 à 20 cm séparés de délits schisteux. Localement apparaissent des brèches fines et des microbrèches. Les calcaires sont de deux types: les uns fins, souvent à silex, à radiolaires et *Calpionella alpina* LORENZ; les autres graveleux à milioles, *Trocholina alpina* (LEUPOLD), *Pseudocyclamina*, etc.

Cette microfaune indique un âge tithonique. Mais il est probable que la Brèche supérieure débute déjà au Séquanien ou au Kimmeridgien. Les Schistes ardoisiers seraient alors calloviens-argoviens.

DEUXIÈME PARTIE

II. Partie tectonique

Introduction

Les Préalpes, sur la rive gauche du Rhône, comprennent au point de vue structural, deux zones se raccordant à l'W de Vionnaz, soit :

Au S, un ensemble complexe auquel participent l'Ultrahelvétique, les Médiannes rigides, le Flysch à lentilles de Couches rouges et la nappe de la Brèche.

Au N, les plis réguliers des Préalpes médianes plastiques, et jouant un rôle mineur, la nappe de la Simme et l'Ultrahelvétique.

La description tectonique qui va suivre procèdera du S au N.

Partie S de l'Édifice préalpin

Le substratum des Préalpes

Dans toute la région que j'ai étudiée, soit au N du val de Morgins et de la Vièze, les masses préalpines reposent partout, où leur substratum est visible, sur la Molasse rouge ou le Flysch, c'est-à-dire sur l'Autochtone.

La surface de charriage dans cette zone S est légèrement bombée. Elle descend à la fois vers le N de 15° au flanc de la vallée du Rhône et de 8° vers l'W en direction de Morgins. Cette surface tranche les couches de l'Autochtone sous-jacent. Ainsi vers Morgins, la Molasse rouge plonge de 25 à 30° au S, tandis que le plan de charriage est incliné vers l'W de 8°. Le long du versant rhodanien, à l'E de la Croix de Chanso, les couches de Molasse plongent au SE de 30 à 40°, tandis que la surface de recouvrement est faiblement déclive vers le N. Une telle disposition résulte de déformations du substratum, antérieures au chevauchement préalpin. Cette phase plicative semble avoir été assez intense ainsi qu'en témoigne la présence d'écaillés ou plis tranchés par le charriage. Ainsi le long des sentiers, qui du Sud conduisent à Fontany-les Cavoués, s'observe la superposition du Flysch à la Molasse rouge. La limite de ces formations monte de 40° vers le N et bute à la cote 1490 m contre le plan de chevauchement localement horizontal.

Les déformations du substratum ne se répercutent pas dans la masse préalpine, mais la réciproque n'est pas vraie. On constate, dans les pentes sous Chemenu et au voisinage de la cascade du Pessot, que le Flysch autochtone dessine des langues anticlinales, effilées dans la Molasse rouge, tandis que dans les calcaires crétacés autochtones, le style est entièrement différent. Il me semble que le décollement et l'étirement de la couverture tertiaire vers le N résulte du passage de la surcharge mobile que constituaient les Préalpes glissant vers le N.

Il est donc certain que le plissement de l'Autochtone est antérieur à la mise en place des Préalpes.

L'Ultrahelvétique

Les terrains qui participent aux nappes ultrahelvétiques affectent deux types de gisement. D'une part, ils constituent une assise régulière, collée sur le substratum et supportant les unités supérieures. D'autre

part, ils apparaissent en une zone complexe pincée entre les nappes de la Brèche et des Médiannes rigides. Cette zone, dite des Portes de Culet, est liée à la précédente. On retrouve de l'Ultrahelvétique isolé dans le Flysch à l'W de Vionnaz. Ces deux dernières zones seront traitées dans le chapitre consacré aux relations des nappes préalpines entre elles. La zone décrite ci-dessous se développe au versant N du val de Morgins et se perd vers l'E sous le voile d'éboulis issu des parois de Dréveneuse.

Les deux nappes inférieures de l'Ultrahelvétique (Plaine Morte et Tour d'Anzeinde) se suivent de Morgins au torrent de Chanso. Au-delà, elles sont réduites à une étroite zone broyée où le Flysch préalpin est mêlé à du Flysch parautochtone, bien reconnaissable à ses grès verts.

Entre Morgins et Chanso, cette zone de base se suit dans les pentes grâce à quelques affleurements de Malm, et de rares pointements de grès du Flysch. Les torrents seuls fournissent des successions continues, permettant de préciser la composition et la structure de ces unités.

La coupe du ruisseau de Verna a été décrite dans la partie stratigraphique de ce travail. Il nous suffira donc de rappeler que dans ce torrent, la nappe de la Plaine Morte recouvre celle de la Tour d'Anzeinde. C'est une superposition anormale résultant du plissement et de l'écrasement intense de ces terrains qui ont servi de lubrifiant lors de la mise en place des Préalpes.

Entre le ruisseau de Verna et Morgins, la nappe de la Tour d'Anzeinde est formée essentiellement d'Oxfordien et de Malm. Le Flysch de la Plaine Morte se retrouve sur et sous le Jurassique.

Sur les nappes inférieures vient celle du Laubhorn. Elle débute par une grosse assise de cornieule, épaisse de 300 à 400 m. Ce niveau détermine les pentes fortes limitant les alpages de Culet, de la Chaux et de Chanso. Le Trias est recouvert par les schistes argileux sombres de l'Aalénien; ce niveau tendre forme des pentes douces, celles des alpages indiqués ci-dessus. Par endroits, des roches plus résistantes provoquent dans cette zone des ruptures de pentes. A l'W du chalet de Culet, elles sont dues à des niveaux de calcaires siliceux, liasiques, interstratifiés dans l'Aalénien; à l'E, à la Chaux et dans les pentes qui descendent sur Grand Crau, il s'agit de lentilles de calcaires clairs, siliceux, qui rappellent le Malm.

Au SE et à l'E de la Pointe de Bellevue, une seconde lame, appartenant encore à la nappe du Laubhorn, se superpose à la précédente. Elle comprend de bas en haut: la cornieule, le Grès à Roseaux et le gypse. Elle est donc entièrement triasique.

Les Préalpes médianes rigides

Ce terme a été introduit dans la littérature alpine par M. LUGEON et E. GAGNEBIN (1941) pour désigner la partie radicale de la nappe des Préalpes médianes, caractérisée par une tectonique brisante. Les «Rigides» consistent en grosses lames calcaires se «présentant comme des planches grossières qui seraient, par leur tranche non équarrie, fichées dans un sol mou» Dans le Chablais, ces auteurs rapportent à cette unité la dalle de Tréveneuse (ou Dréveneuse) et l'éperon de la Ville du Nant.

Le point culminant de Dréveneuse, la Pointe de Bellevue (2041,7 m), est situé à l'extrémité méridionale de ce massif. De ce point partent trois arêtes que l'érosion a taillées dans la «dalle». L'occidentale se dirige vers les Portes de Culet, puis elle tourne au N et s'efface à la latitude du Chalet Neuf. L'arête centrale descend vers le NNE; c'est l'arête de Pré Fleuri-Fonnalet. Elle se termine par une tête rocheuse, couverte de broussaille, et portant l'alpage abandonné de Pley. L'arête orientale ou des Sex de la Vire est également dirigée vers le NNE; elle s'interrompt après 3 km au débouché de la Combe de Dréveneuse, dans les parois dominant la plaine du Rhône.

Les couches qui participent à cette unité sont: le Trias moyen, une faible épaisseur de Couches à Mytilus, le Malm et les Couches rouges. C'est donc un ensemble essentiellement calcaire et dolomitique, épais de 300 m au S et de plus de 1000 m au N. C'est au rabotage basal et à la discordance du Malm sur les niveaux antérieurs, qu'est due cette variation d'épaisseur. Le second de ces facteurs se marque par la présence, dans la région de Pley, des dolomies claires du sommet du Ladinien, alors qu'elles manquent dans le Sex de la Vire. C'est à l'absence de niveaux argileux ou marneux plastiques que l'on doit le style cassant de Dréveneuse.

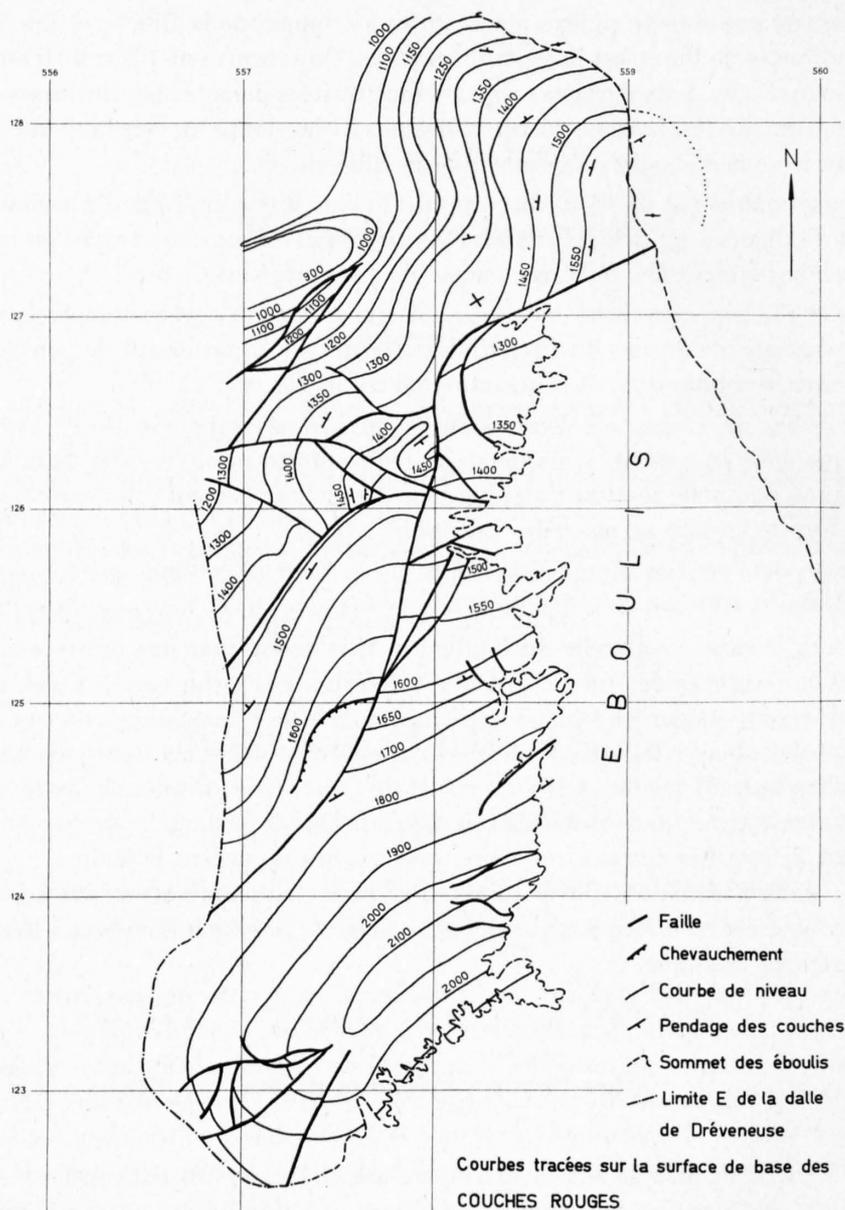


Fig. 13. Carte structurale de la région de Dréveneuse 1:25 000.

De l'E, Dréveneuse se présente comme une grosse plaque calcaire inclinée vers le N et qui serait vue par la tranche. La longue paroi est sillonnée de couloirs, la plupart dus à des failles. Vue de près, la paroi se transforme en une zone chaotique et ruiniforme, d'où s'échappent des éboulis et des écroulements. Ils forment un voile continu masquant les contacts de Dréveneuse et de son substratum. Mais les éboulis, sauf au N vers le Chable-Croix, n'atteignent pas la plaine. Ils s'arrêtent sur des croupes morainiques couvertes de forêts basses et qui montrent au S des maisons de l'Avançon et à l'W de Ronzier de grands affleurements de Trias moyen. Il ne s'agit cependant pas de roche en place, mais de masses tassées pré-würmiennes.

L'architecture de la «dalle» de Dréveneuse est plus complexe que la vue latérale ne le laisse supposer. Pour préciser cette structure, j'ai construit la carte en courbes de niveaux de la limite Crétacé-Malm (voir fig. 13). Elle montre dans le S un petit anticlinal dirigé vers le NE. Le flanc NW du pli est très développé. Vers le N, il prend une direction presque méridienne puis tourne à l'E dans la région de Pley, et en même temps les couches deviennent verticales. La dalle de Dréveneuse dessine donc à son extrémité N un pli en genou, avant de disparaître sous la plaine alluviale. A son extrémité NW s'amorce un synclinal adventif

dont l'axe est ENE. Le cœur du pli, occupé par des Couches rouges et du Flysch, forme l'éperon de Crête, séparant les torrents de la Greffe et de Verne. Le flanc N presque vertical comporte du Malm, des Couches à Mytilus et du Trias moyen. Ce dernier forme les parois escarpées sous Poneresse et le pt 1247 m. Les affleurements s'arrêtent brusquement vers l'W et il est probable que le synclinal ne s'étend guère au-delà sous la Brèche.

La carte structurale de la figure 13 offre une image de la surface de la dalle de Dréveneuse. Celle de la base est fort différente. Dans la partie S, c'est en gros une surface plane inclinée vers le N et qui tranche les couches dont est constitué Dréveneuse. Ainsi au SE de Bellevue, c'est le Trias moyen qui recouvre l'Ultrahelvétique, alors qu'au S et au SW ce sont le Malm et les Couches rouges qui recouvrent l'Aalénien des Internes. Vers les Portes de Culet, l'Aalénien redressé suit la bordure des Rigides, tandis que plus au N, le Malm et les Couches rouges de Dréveneuse reposent à nouveau sur le gypse ultrahelvétique. Ce dernier, qui se relie probablement par-dessous Dréveneuse à celui du Grand Crau, doit occuper à faible profondeur la forêt des Conchettes, où il détermine deux énormes dolines. C'est en reliant ces divers points que se dessine la surface plane de la base de la nappe. Plus au N, le substratum des Rigides n'est plus visible, et il n'est plus possible de connaître la forme de la surface de charriage. On voit donc que ce charriage est, dans sa partie S tout au moins, de style cassant. Il ne suit pas, comme c'est généralement le cas dans les Alpes, un horizon plastique. La figure 14 illustre ce que nous venons de décrire.

Les dimensions originelles de la dalle de Dréveneuse doivent correspondre à peu près à celles des affleurements actuels, sauf vers l'E, le long de la vallée du Rhône, où l'érosion en a certainement fait disparaître une partie.

Vers le S, la transgression du Crétacé supérieur entame de plus en plus le Malm et atteint presque le plan de chevauchement; Dréveneuse ne s'étendait guère au-delà de sa limite actuelle. Vers l'W, on voit l'Aalénien, d'abord recouvert par les Médiannes rigides, se redresser et envelopper ainsi la tranche de cette unité. Au N, Dréveneuse est limité par un accident qui longe en gros le flanc N des vallons de la Greffe et de Verne, puis des rochers sous Poneresse. Contre cette surface s'arrêtent brusquement le Trias et le Dogger du flanc N du synclinal de Crête, puis le Ladinien de Pley. Il ne s'agit pas d'une faille ordinaire, car rien ne l'indique dans les régions voisines, mais probablement de la brisure N de la Dalle. La présence, immédiatement au N de l'accident, de pointements de gypse ultrahelvétique, confirme l'absence de continuité entre la dalle de Dréveneuse et les Médiannes plastiques plus au N.

Puisque vers le S, le N et les Portes de Culet, la masse de Dréveneuse est limitée, il devient probable qu'il en est de même au NW vers Poneresse. L'étude géologique de la vallée d'Abondance (CHESSEX, 1959) a montré que le Saix de la Ville du Nant est analogue à Dréveneuse, sauf qu'il ne comporte que du Trias moyen. Comme cette dernière, le Saix est un énorme bloc isolé. C'est donc à juste titre que M. LUGEON et E. GAGNEBIN avaient placé la dalle de Dréveneuse dans les Préalpes médianes rigides.

La nappe de la Brèche

Seul le bord oriental du vaste synclinorium de la Brèche du Chablais déborde sur le territoire suisse.

Le plan de chevauchement de la Brèche atteint l'altitude de 1800 m au S du Corbeau et aux Portes de Culet. De ces points, il s'abaisse vers l'W et vers le N. Vers l'W, il passe la frontière à 1700 m. Vers le N, il descend irrégulièrement pour atteindre 1600 m à l'E d'Onne, 1300 m à Poneresse et à l'arête N de la Tour de Don. Au-delà, il remonte en direction du col de Croix — 1650 m à l'arête de Jorette et 1800 m au col. Ainsi, le massif de la Tour de Don est placé dans un ensellement de la nappe, ce qui explique la présence de la Brèche supérieure dans cette montagne.

Le col de Croix correspond au pli de Trébante, défini par M. LUGEON, séparant la vasque et la tête plongeante de la nappe. Cette dernière se retrouve au N du col dans la montagne du Mouet (1936,7 m); elle s'enfonce jusqu'à la cote 1600 m dans le Flysch à lentilles de Couches rouges.

La partie S de la nappe (massif du Corbeau) montre une structure très simple: les couches sont seulement coupées par quelques failles. Dans la partie N, apparaissent des plis couchés de faible amplitude, que recourent les failles. Les cassures sont donc postérieures aux plis. Dans le Mouet, les plis deviennent plon-

geants. A la bordure de la nappe, aux environs des Portes de Culet, la tectonique se complique. Il n'est pas indiqué de décrire ici cette zone, les unités préalpines y sont mêlées de telle façon, que l'étude des unes ne peut être faite sans celle des autres. Ce sera l'objet d'un chapitre particulier. Cependant, il faut citer un petit lambeau de la nappe de la Brèche, isolé sur l'arête W de Bellevue et qui avait échappé à nos prédécesseurs. Il est situé 200 m à l'ENE des Portes. C'est un placage synclinal comportant des calcaires dolomitiques du Trias, du Rhétien, du Lias siliceux et des Schistes inférieurs. Il faut y rattacher un paquet de ce dernier terrain localisé un peu plus au N. Là, comme partout ailleurs sur notre terrain, la Brèche est séparée des unités sous-jacentes par le Flysch à lentilles de Couches rouges.

Le Flysch à lentilles de Couches rouges

Ce complexe supporte la nappe de la Brèche qu'il isole des Médiannes rigides ou de l'Ultrahelvétique. Rappelons que deux unités y participent : au sommet le Flysch à Helminthoïdes et à la base un Flysch schisto-gréseux, associé aux lentilles de Couches rouges et plus rarement de Malm. La base se rattache à la nappe des Médiannes. Les deux unités ont été plissées ou écaillées ensemble, et il n'est pas toujours facile de les départager spécialement là où le broyage a déformé les Flysch. Dans le N, où ce complexe se développe plus librement, la séparation est aisée. Cependant la liaison intime de ces deux unités nous dispensera de les décrire séparément.

Le Flysch à lentilles de Couches rouges est bien développé du Pas de Morgins à l'arête S du Corbeau. Puis vers le N, il s'amenuise et se trouve réduit, des Portes au sentier de Chermeu à Draversa, à une étroite bande de Flysch avec quelques maigres lentilles de Couches rouges et de Malm. Puis la zone s'épaissit de Draversa aux Places; M. LUGEON a donné une bonne description de ce segment que caractérise une abondance relative de Malm.

Plus au N, dans l'espace compris entre le front de Dréveneuse, les arrières des Médiannes plastiques et la tête plongeante de la Brèche, les Flysch se sont accumulés en grosses écaillés isoclinales plongeant au SSE. C'est dans cette région que la liaison des lames de Couches rouges et du Flysch schisto-gréseux est particulièrement nette. Le passage se fait par l'intermédiaire d'un Flysch rouge, vert ou noir, à petits bancs de grès glauconieux.

Dans l'ensemble, il y a concordance entre la Brèche et le Flysch à lentilles. C'est ce qui s'observe sous tout le corps de la nappe et sous le lambeau de l'arête W de Dréveneuse. Il n'en est pas de même au col de Croix et plus au N. La Brèche dans ce secteur repose sur la tranche des couches du Flysch à lentilles. Cette disposition se retrouve sur France dans l'anticlinal de Trébante.

Le Flysch à lentilles a certainement été entraîné vers le N sous la masse de la Brèche et poussé par son front. Cela explique le laminage des zones arrières, l'accumulation des écaillés contre les Plastiques et, à la fin de l'avancée, la formation du pli de Trébante et de la tête plongeante.

Relations des unités préalpines au N de Morgins

Le val de Morgins communique avec la région de Revereulaz et de Vionnaz, par les Portes de Culet. Ce col résulte de l'érosion de couches ultrahelvétiques tendres apparaissant entre les nappes de la Brèche à l'W et des Médiannes rigides à l'E. L'Ultrahelvétique est formé de schistes noirs aaléniens dans lesquels s'intercalaient deux bandes méridiennes et verticales de Flysch. Le premier de ces Flysch est accompagné de petites lentilles de Barrémien à Orbitolines et de Turonien. Au second, plus à l'E, s'associent des lames de Trias et de Crétacé.

A l'E des Portes, l'Aalénien s'appuie contre le Flysch à lentilles de Couches rouges, tandis qu'à l'W, c'est ce dernier qui le recouvre. Là, il mesure environ 50 m de puissance. Sous la maison des douanes, deux petites écaillés de Trias et de Malm le séparent du Lias siliceux de la Brèche.

Le Flysch à lentilles occidental se poursuit vers le N en s'étirant jusqu'à n'avoir que quelques mètres d'épaisseur. Entre lui et l'Aalénien, apparaît un faisceau de couches qui n'existent pas au col et que traverse

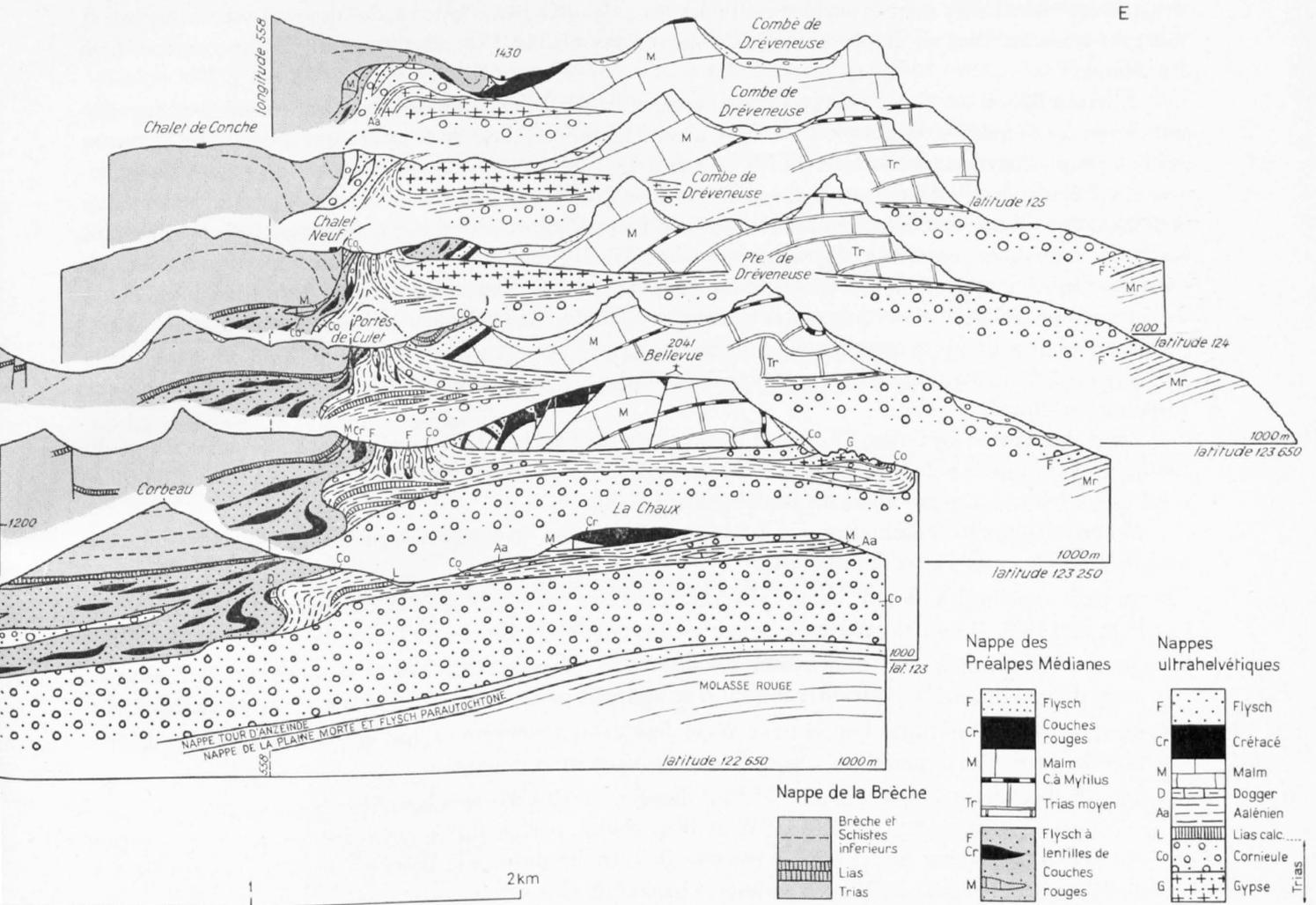


Fig. 14. Relations des nappes préalpines au N de Morgins.

le chemin qui mène à Chalet Neuf. C'est une lame de calcaire planctonique blanc que E. GAGNEBIN plaçait dans les Préalpes internes. Mais comme son âge est maestrichtien et paléocène, cette attribution ne peut être maintenue. Cette lame appartient aux Médianes et plus précisément au Flysch à lentilles. Au N en effet un peu de Flysch s'y associe. Les « Couches rouges » sont séparées de l'Aalénien par deux lentilles de cornieule, et, du Flysch de la maison des douanes par un affleurement allongé du même terrain triasique.

Une coupe W-E partant de Chalet Neuf le long d'un sentier horizontal montre :

- 1° les Schistes inférieurs de la Brèche plongeant de 60° à l'E. Par-dessus,
- 2° un paquet de 40 m de cornieule enrobant une lame de Malm,
- 3° le Flysch de la maison de la douane,
- 4° la cornieule; puis – le Maestrichtien et le Paléocène ayant disparu – vient directement 5°,
- 5° l'Aalénien du col. Il affleure de part et d'autre du premier ruisseau,
- 6° une étroite bande de Flysch accompagnée de deux copeaux de Trias,
- 7° l'Aalénien,
- 8° après avoir traversé une glissement de terrain, le Flysch à lentilles coiffant la partie occidentale de Dréveneuse.

Ainsi sur 250 m à peine se juxtapose une série de lames verticales, la plupart (4°, 5°, 6°, 7°) attribuables à l'Ultrasubalpines. Le Flysch 6 se raccorde probablement à la bande orientale du col. Il contient par place

des grès très décalcifiés dont la surface est ponctuée de quartz blanc laiteux, des quartzites glauconieux et des grès micacés. Plus au N, de nouvelles zones de Flysch, du Lias siliceux et du Dogger s'associent à l'Aalénien.

Environ 600 m au N des Portes, l'arête occidentale de Dréveneuse se termine et en même temps disparaissent les Rigides et le Flysch à lentilles. C'est l'Ultrahelvétique sous-jacent qui affleure. Le gypse en est le terrain dominant; il s'étend vers l'E et le NE dans la forêt des Conchettes où il détermine de gigantesques dolines. On le retrouve au N dans la forêt de la Tanière où des Grès à Roseaux l'accompagnent. Les Aaléniens de la coupe de Chalet Neuf sont réduits là, à une étroite bande limitant le gypse à l'W et supportant les lames suivantes: cornieule, Flysch, cornieule, Flysch. Ce dernier contient deux petites lentilles de Couches rouges; il appartient aux Médiannes et s'appuie contre les Schistes inférieurs de la Brèche. La limite de cette nappe se suit en direction septentrionale; au NE du chalet de Chermeu, elle décrit un arc vers l'E, puis reprend une direction méridienne et forme les parois limitant à l'E le plateau d'Onne. La nappe de la Brèche décrit donc un anticlinal puis un synclinal d'axe NS. Sous le premier de ces plis, l'Ultrahelvétique disparaît en tunnel.

Au S des Portes de Culet, l'Aalénien se raccorde sans ambiguïté à la série isoclinale de la nappe du Laubhorn formant le substratum de la dalle de Dréveneuse. La zone ultrahelvétique des Portes de Culet n'est qu'un bourrelet, pincé entre les Rigides et la Brèche.

Si l'on examine les déformations de la nappe de la Brèche, on constate la présence de plusieurs plis, qui sont de Draversa aux Portes les suivants:

- 1° un petit synclinal, à flanc E incliné à 80° et dont l'axe passe 150 m à l'W du chalet 1430 m. Il sort en l'air vers le S. Il faut lui attribuer le lambeau synclinal de Brèche de l'arête W de Dréveneuse;
- 2° un anticlinal situé à mi-distance entre les chalets de Chermeu et de Draversa (1430 m). C'est celui au cœur duquel disparaît l'Ultrahelvétique. Il se poursuit par la zone anticlinale des Portes de Culet;
- 3° un synclinal asymétrique dont le flanc W, incliné à 60 ou 80° vers l'E, est généralement seul conservé. Son flanc oriental apparaît au voisinage de la maison de la douane;
- 4° un anticlinal doux dont le flanc occidental descend de 10 à 20° vers la vallée d'Abondance.

Ces plis se succèdent de l'E à l'W et leurs flancs, parfois fortement redressés, ont une direction NS. La déformation (ou le flux de matière) de cette bordure de la Brèche s'est faite, me semble-t-il, de l'W vers l'E et non du N au S comme le pensait E. GAGNEBIN.

Cet auteur considérait que l'Ultrahelvétique des Portes avait été entraîné vers le N sur la dalle de Dréveneuse par l'avancée de la Brèche. Une telle déformation ne saurait se traduire par des plis méridiens. Je pense que les conclusions suivantes sont plus conformes aux faits observés:

- 1° l'Ultrahelvétique forme le substratum des Préalpes supérieures,
- 2° dans son glissement vers le N, la nappe de la Brèche, précédée de la masse des Médiannes, entraîne sous elle et devant son front, la zone de Flysch à lentilles de Couches rouges,
- 3° elle recouvre quelques épaves des Médiannes rigides, tel le massif de la Ville du Nant et peut-être la bordure W de la dalle de Dréveneuse,
- 4° dans un dernier mouvement vers l'E, le bord de la vasque se plisse en direction NS. Sous son influence l'Ultrahelvétique est chassé vers l'E et s'accumule dans l'anticlinal des Portes.

Ces plis méridiens ou parallèles à la bordure de la Brèche se retrouvent en d'autres régions plus au S, par exemple, à la Pointe de l'Haut. Le mécanisme de ces déformations périphériques n'est pas clair. Il faut peut-être faire appel pour l'expliquer à ce que LUGEON a dénommé la tectonique de poids — un transfert de matière dans les zones superficielles de l'écorce, comme c'est le cas dans les zones profondes durant les réajustements isostatiques.

Il nous reste, avant d'aborder la description des Préalpes médianes plastiques, à décrire les affleurements de gypse de Vionnaz que M. LUGEON et E. GAGNEBIN attribuaient à la Petite fenêtre mitoyenne. Les gypses forment trois lentilles distinctes:

L'inférieure est située à la cote 600 m sur versant gauche du torrent de la Greffe. Elle est séparée du Trias moyen de Dréveneuse par un peu de cornieule.

La seconde perce la moraine à la cote 720, 250 m à l'WSW du Cornillon (pt 820). La longueur de la lentille, déterminée par les dolines qui trouent le glaciaire, est de 500 m environ. La supérieure, située entre les cotes 880 m et 1000 m, mesure également 500 m environ. Les lames de gypse sont orientées SW-NE, soit presque comme les écailles du Flysch à lentilles de Couches rouges qui affleurent dans les hauts. Elles sont séparées les unes des autres par du Flysch que M. LUGEON et E. GAGNEBIN plaçaient également dans l'Ultrasch helvétique. C'est possible mais difficile à démontrer. Il s'agit d'un Flysch noir apparemment très broyé et partant difficile à identifier. Sous la route de Vionnaz-Revereulaz, à la cote 670 m, 350 m au N du Cornillon, il contient deux lames de Couches rouges, ce qui montre son appartenance partielle en tout cas aux Médiannes. La présence de Flysch ultrasch helvétique demeure possible, elle ne change d'ailleurs rien au problème. Le gypse est indépendant des Médiannes rigides de Dréveneuse et du Flysch à lentilles; comme celui des environs de Bellevue, il est ultrasch helvétique. Sa position actuelle peut s'expliquer de deux façons:

- ou bien, il est enraciné sur place, ce qui confirmerait la séparation des Rigides et des Plastiques,
- ou bien, il s'agit de paquets arrachés à l'Ultrasch helvétique méridional par le Flysch à lentilles, puis transportés vers le N et plissés ou écaillés avec lui.

Bien que la seconde hypothèse me plaise davantage, je me garderai de conclure en l'absence d'arguments valables.

Les Préalpes médianes plastiques

Cette partie frontale de la nappe complexe des Préalpes médianes est constituée d'une succession de plis déjetés ou déversés vers le N et qui sont, rappelons le, du S au N:

- 1° L'anticlinal d'Outanne.
- 2° Le synclinal de Savalène.
- 3° L'anticlinal de Verne.
- 4° Le synclinal des Cornettes de Bise.
- 5° L'anticlinal de Bise.
- 6° Le synclinal de Tanay (avec deux branches, au S celui de Tanay, au N celui de la Miette).
- 7° L'anticlinal du Grammont chevauchant dans sa partie centrale.
- 8° Le synclinal de la Chaumény.
- 9° La zone complexe de Freney-col de la Frête.
- 10° Le synclinal de la Frête ou du Blanchard.
- 11° Au N de cet élément réapparaît le substratum des Médiannes, l'Ultrasch helvétique et la Molasse rouge.

L'anticlinal de Verne est évidé par l'érosion, d'où le profond vallon qui débouche dans la plaine du Rhône à Vouvry. Au point de vue morphologique, il sépare nettement les deux plis méridionaux - anticlinal d'Outanne et synclinal de Savalène - des plis septentrionaux.

L'anticlinal d'Outanne et le synclinal de Savalène

L'anticlinal d'Outanne est un pli déjeté et très écrasé à flanc normal discontinu. Son flanc renversé, qui est en même temps le flanc S du synclinal de Savalène, se suit régulièrement et sans interruption, de la frontière à la plaine du Rhône.

De l'W à l'E, on peut y distinguer trois secteurs qui sont également valables pour le synclinal de Savalène.

- 1° Le secteur occidental est compris entre la frontière et Draversa ou la Braye. Dans ce secteur, l'anticlinal d'Outanne possède un flanc normal.

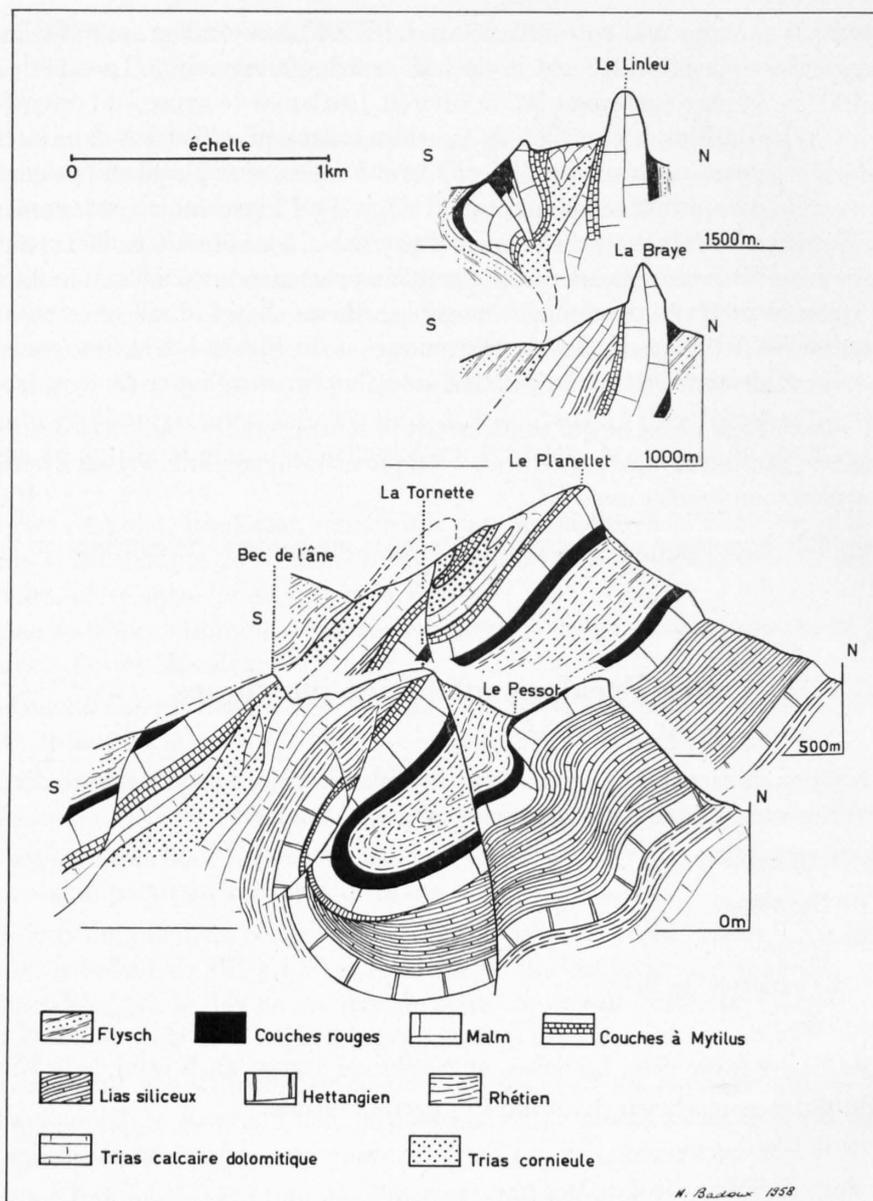


Fig. 15. Coupes transversales de l'anticlinal d'Outanne

- 2° Le secteur central situé plus à l'E et s'étendant jusqu'à Torgon-Revereulaz. Le flanc S de l'anticlinal a presque totalement disparu.
- 3° Le secteur oriental jusqu'à la plaine du Rhône et où le flanc normal d'Outanne reparait.

Le cœur de l'**anticlinal d'Outanne** est très déformé et généralement le flanc normal est chevauchant.

Dans le secteur oriental, il comprend en bordure de la plaine, et reposant sur les cornieules du cœur de l'anticlinal, des calcaires dolomitiques keupériens, des Couches à Mytilus, du Malm, des Couches rouges et du Flysch. A l'arête de Vuarnolaz, les calcaires dolomitiques ainsi que la base des Couches à Mytilus sont laminés. Le niveau III de ces dernières repose directement sur la cornieule, ce qui place la discontinuité majeure entre ces deux terrains. Sous Revereulaz, les Couches à Mytilus ont à leur tour disparu – le Malm étiré, un peu de Couches rouges et peut-être du Flysch – c'est tout ce qui reste du flanc normal. La cornieule du cœur ou du flanc inverse, demeure bien développée.

Dans le secteur central, le Flysch à lentilles est probablement en contact direct avec la cornieule au voisinage de la Cheurgne. Cependant, on retrouve un lambeau du flanc S au Planellet-Grosses Frêtes.

Cette montagne est taillée dans le flanc S du synclinal de Savalène. Les couches, qui plongent au S ou au SSE, se présentent en une série renversée, dont l'ordonnance régulière est perturbée par de nombreuses failles. Ces accidents déterminent ainsi, entre les chalets 1383 m et 1362 m, un bassin occupé par la cornieule. Dans ce terrain se trouvent enclavées des Couches à Mytilus qui ne peuvent être rattachées qu'au flanc normal de l'anticlinal d'Outanne, car elles sont superposées à la cornieule.

Dans le secteur occidental, l'anticlinal reprend sa structure complète; mais le flanc normal est curieusement chassé vers le haut. Peut-être trouve-t-on accumulée à Conche la partie du flanc normal qui manque au secteur central.

Cette structure de l'anticlinal d'Outanne est représentée par le jeu de coupes de la figure 15.

Le synclinal de Savalène est plus régulier. Son contenu de Flysch et de Couches rouges sort au vide au flanc de la vallée d'Abondance, à l'W du lac d'Arvouin — nom qui est parfois utilisé pour désigner ce synclinal. Comme le Crétacé et le Tertiaire disparaissent à l'E sous les alluvions de la plaine du Rhône, il est possible de calculer l'abaissement axial. Il est en moyenne de 10° vers l'E, sans préjuger de la façon dont se fait cette descente.

Le secteur occidental du synclinal de Savalène s'étend pour le flanc S jusqu'à la Braye, pour le flanc N jusqu'au sommet dominant le chalet du Blancsex. Les couches ont des directions très voisines d'E-W avec des pendages S de 45° pour le flanc N et de 70 à 90° pour le flanc S. Les deux barres de Malm qui encadrent le cœur de Couches rouges et de Flysch courent parallèlement l'une à l'autre, ce qui indique une inclinaison de l'axe vers l'E, égale à celle de la topographie, soit d'environ 6° .

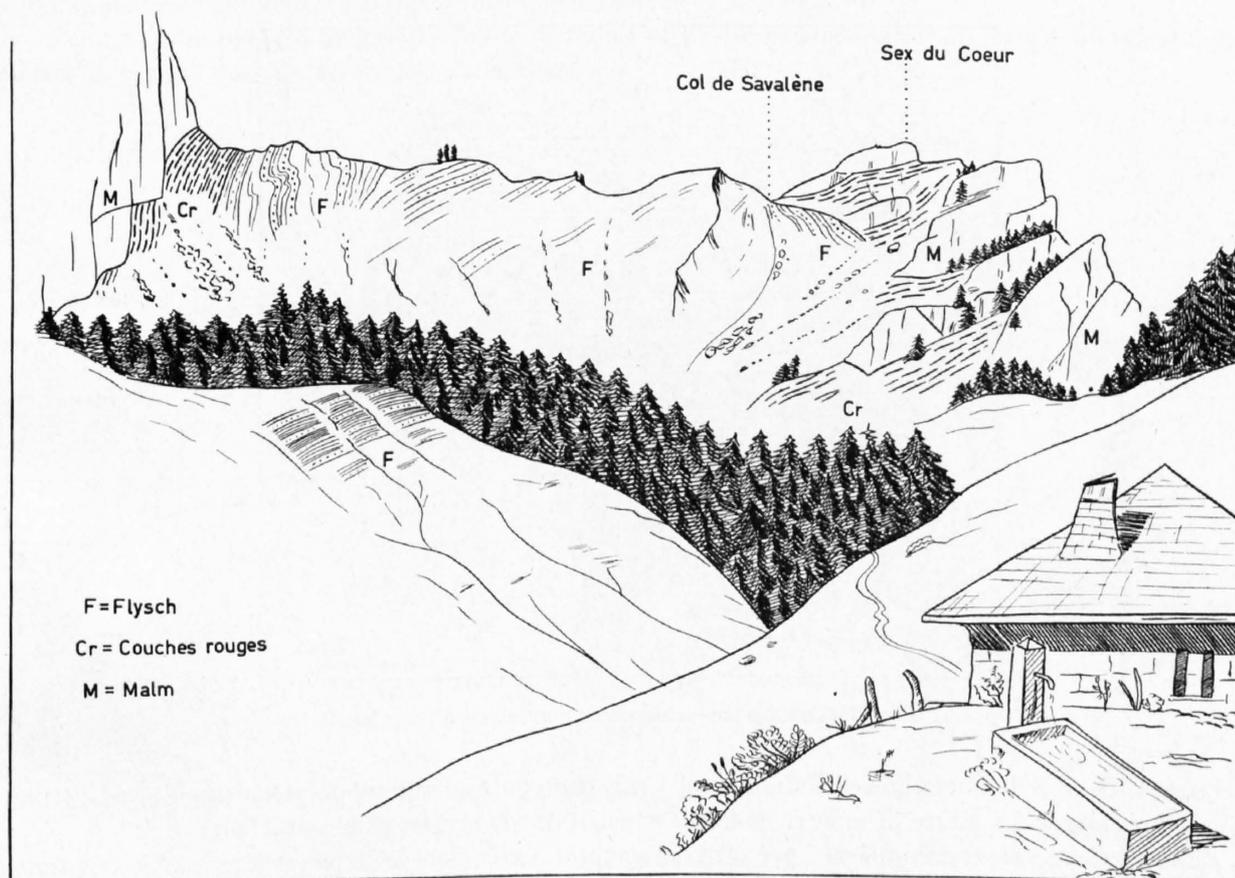


Fig. 16. Le synclinal de Savalène et le chalet 1576 m.

D'après la direction des couches, le synclinal devrait être exactement EW. Or, on constate qu'il se déplace vers le N de 400 m environ de la frontière au Blancsex et à la Braye. Ce déplacement est dû à des

accidents très nombreux, une vingtaine à la bordure N, alors qu'on n'en compte que 5 entre le Linleu et la Braye. Dans cette zone, ils sont dirigés NNE vers le Linleu, puis ils tournent graduellement à ENE vers la Braye. C'est chaque fois la lèvre orientale qui est décalée vers le N. Au flanc N, sauf au voisinage du pt 1992 où ils sont NW, tous les accidents sont NNE ou NE et c'est toujours la lèvre orientale qui est apparemment abaissée. Dans les deux flancs, il s'agit de décrochements senestres. Ce sont eux qui permettent le glissement du synclinal vers le N dans la partie orientale du secteur.

Le secteur central est caractérisé, outre l'élimination presque totale du flanc S de l'anticlinal d'Outanne, par un serrage du synclinal de Savalène. Cette étroitesse plus grande provient d'un renversement plus marqué du flanc inverse, dont les couches s'inclinent de 70 à 50° vers le S. C'est probablement la même cause qui a entraîné l'élimination du flanc S d'Outanne et le basculement du flanc S du synclinal. Les directions des couches des deux flancs du synclinal font entre elles un angle de 10°, ouvert à l'E, ce qui implique une inclinaison axiale d'une dizaine de degrés dans cette direction. Les failles dans ce secteur n'ont pas d'orientations fixes; elles oscillent entre NW, le N et le NE, et les rejets ou décalages horizontaux se compensent. Si on les assimilait à des décrochements, ce que je ferais volontiers sans pouvoir le démontrer, on constaterait que, presque sans exception, ceux de direction NE sont senestres et ceux de direction NW sont dextres.

Le secteur oriental est très différent des précédents. Les deux flancs montrent des directions très divergentes N60°E pour le flanc N et N110°E pour le flanc S, ce qui donne un angle de 50° en moyenne entre les deux flancs. Cela implique une forte descente axiale du pli dans ce secteur et en même temps une torsion de l'axe vers le SSE. Ce qui caractérise surtout cette zone, c'est la tectonique du flanc S. Ce dernier,

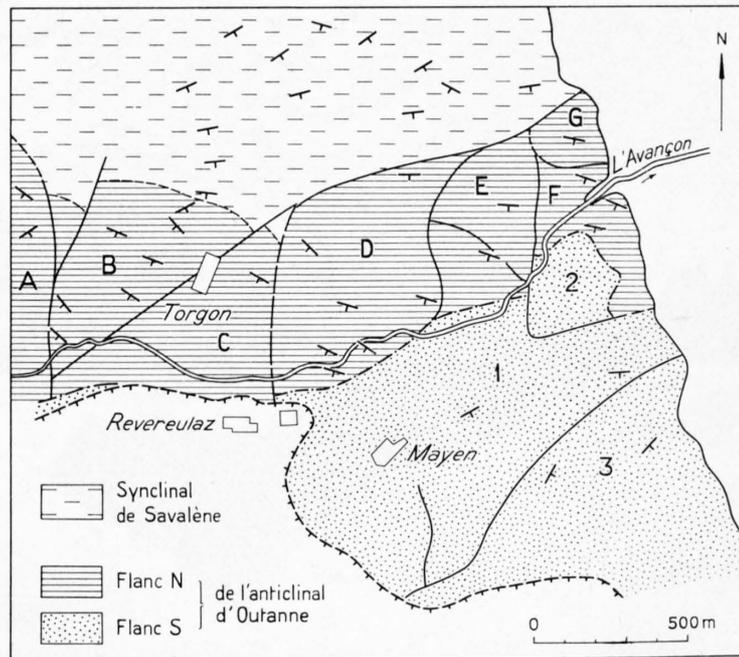


Fig. 17. Terminaison orientale de l'anticlinal d'Outanne.

pris sous le flanc S de l'anticlinal d'Outanne qui a reparu, montre une série de panneaux séparés par des failles importantes. La figure 17 montre de façon schématique la structure de ce secteur.

Le flanc renversé est découpé en 7 panneaux numérotés A à G, dont les rejets relatifs sont les suivants : entre A et B = 50 m, entre B et C = 20 m, entre C et D = 450 m, entre D et E = 130 m, entre E et F = 140 m, entre F et G = 150 m. Ainsi par paliers successifs, le flanc S du synclinal s'affaisse de 940 m au total. Le tracé des failles est curieux. D'après leur allure sur la carte, on peut conclure qu'elles sont inclinées vers la plaine et qu'elles ne sont pas planes. Elles doivent avoir une forme en coups de pelle, rappelant celles des masses tassées. J'ai d'ailleurs hésité à assimiler les panneaux E, F, G, à des tassements interglaciaires

Cette hypothèse n'a pas été retenue, car ces panneaux sont engagés sous le flanc S d'Outanne (panneaux 1, 2 et 3). Les failles rentrent dans la catégorie des failles normales, dont le jeu provoque une élongation du flanc S, ce qui nécessitait un espace libre sur l'emplacement de la vallée du Rhône.

Cet affaissement semble résulter d'une surcharge, celle peut-être due au flanc S de l'anticlinal d'Outanne, dont la réapparition coïncide avec ces dislocations.

En résumé, le synclinal de Savalène décrit un arc convexe vers le N; l'avancée maximum vers le N se situant au Planellet, à mi-chemin entre la France et la plaine du Rhône. De la frontière au Planellet, l'avancée est due à des décrochements senestres dirigés NE. L'incurvation vers le S aux abords de la plaine résulte d'une torsion de l'axe.

La descente axiale se fait toujours vers l'E; elle est faible vers la frontière et s'accroît au voisinage de Torgon et plus à l'E.

Le synclinal est resserré dans le secteur central, et là le flanc S de l'anticlinal d'Outanne manque. Dans le secteur W, l'anticlinal d'Outanne est comme chassé vers le haut et son flanc N devient subvertical. Dans le secteur S, l'anticlinal se couche sous la poussée et son flanc normal vient chevaucher son flanc inverse. Ce dernier s'effondre sous la surcharge et s'abaisse en paliers successifs vers la cicatrice de la vallée du Rhône.

L'anticlinal de Verne

Le vallon de Verne est taillé dans le cœur triasico-liasique de cet anticlinal, pli relativement simple, asymétrique avec un flanc N renversé, ainsi que le montre la figure 18.

Le flanc S est coupé d'un grand nombre de failles ou de décrochements sur lesquels je n'insisterai pas puisqu'ils ont été discutés au chapitre précédent.

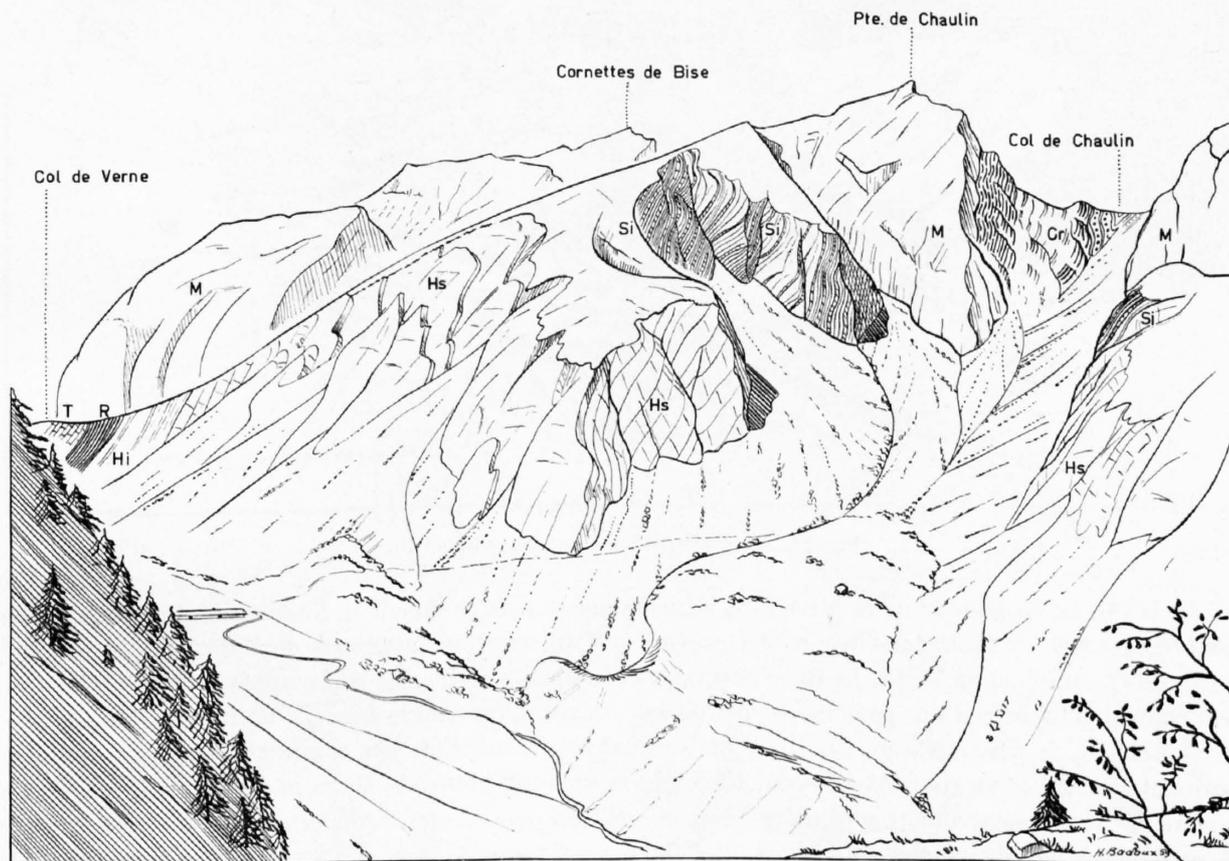


Fig. 18. Le flanc renversé de l'anticlinal de Verne et les Cornettes de Bise.

Cr = Couches rouges, M = Malm, Si = Lias siliceux, Hs = Hettangien sup., Hi = Hettangien inf., R = Rhétien, T = Trias.

Le flanc N, qui est en même temps le flanc S du synclinal des Cornettes de Bise, sera décrit avec ce dernier.

La zone axiale de l'anticlinal est pauvre en affleurements; elle passe dans l'axe du vallon encombré de moraines locales et d'éboulis. Cependant on aperçoit du Rhétien replié aux environs du Plan de l'Ortie et au S de Vézenand, dans les parois dominant le Fossau, de l'Hettangien inférieur et par-dessus l'Hettangien supérieur en contact par faille avec le Sinémurien. Ces derniers affleurements sont dans une situation tectonique curieuse, ils se relient avec la zone de Vézenand. Il y a là un problème géologique qui fera l'objet d'un chapitre séparé.

Le synclinal des Cornettes de Bise

Le synclinal des Cornettes (de Bise) se suit de la frontière à Vézenand où il se termine dans cette zone bizarre.

C'est un pli asymétrique. Son flanc S est renversé jusqu'à 60°; le flanc N, plus doux, est incliné de 30 à 45°. Un accident majeur, le décrochement de Cheseule (anciennement Cherzeule) subdivise l'anticlinal en deux parties. Nous commencerons cette description par celle du secteur occidental.

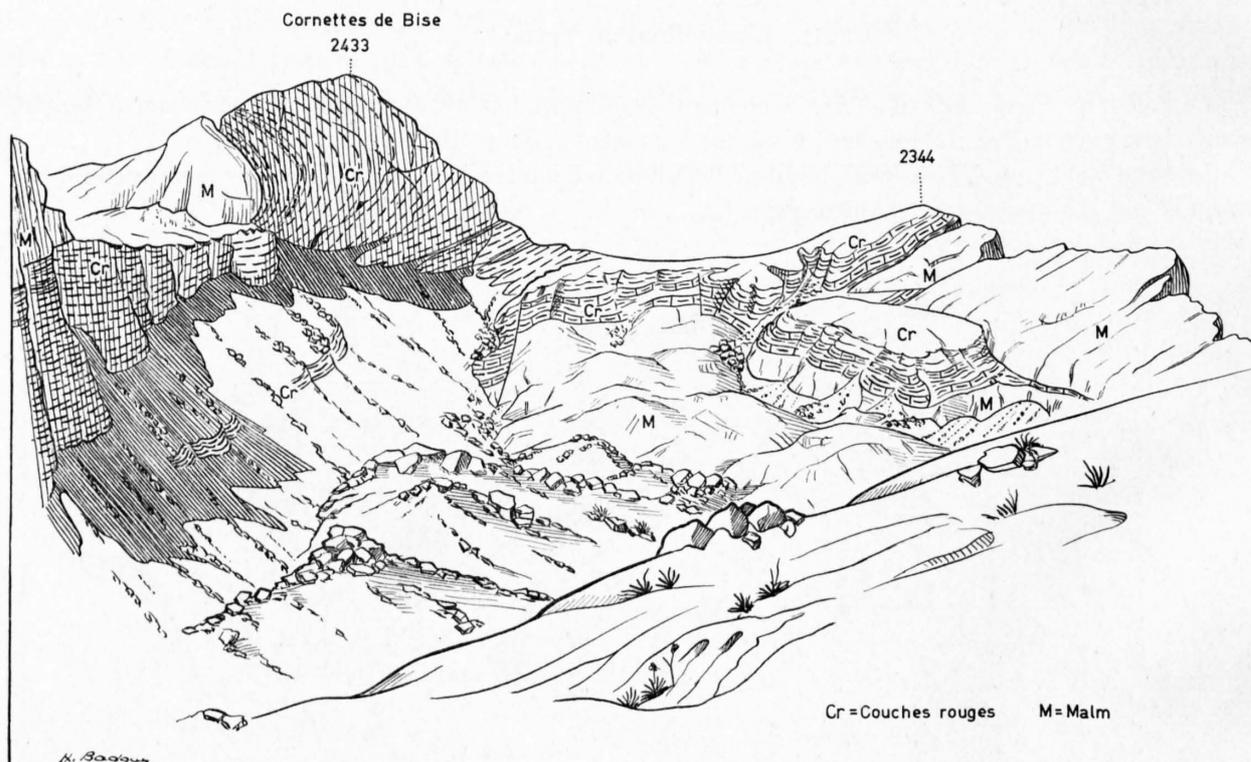


Fig. 19. Le synclinal des Cornettes, vu de l'E.

De la Chaux du Milieu (ou du Meitin) on a une bonne vue de ce synclinal. Le sommet des Cornettes de Bise (voir fig. 19) est taillé dans les Couches rouges coiffant une tête anticlinale de Malm, qui est un repli du front de l'anticlinal de Verne. Le flanc normal est complexe et faillé. Le Malm apparaît dans un bombement central, puis au N d'une zone faillée de Couches rouges, il reprend le pendage normal du flanc N.

Ce schéma se poursuit vers l'E. Le flanc normal est coupé d'un jeu compliqué de cassures qui se marquent bien grâce au contraste de couleurs et de morphologie entre le Malm et les Couches rouges. La majeure partie de ces accidents sont dirigés NE, ce sont des décrochements senestres qui provoquent vers l'E, un déplacement du synclinal vers le N. Le flanc normal présente aussi d'autres complications. Ainsi, le dessin de la figure 20, montrant l'arête de Sur l'Enfer et la Pointe de Chambairy vue de l'W, laisse voir un repli faillé de Malm, pénétrant dans les Couches rouges.

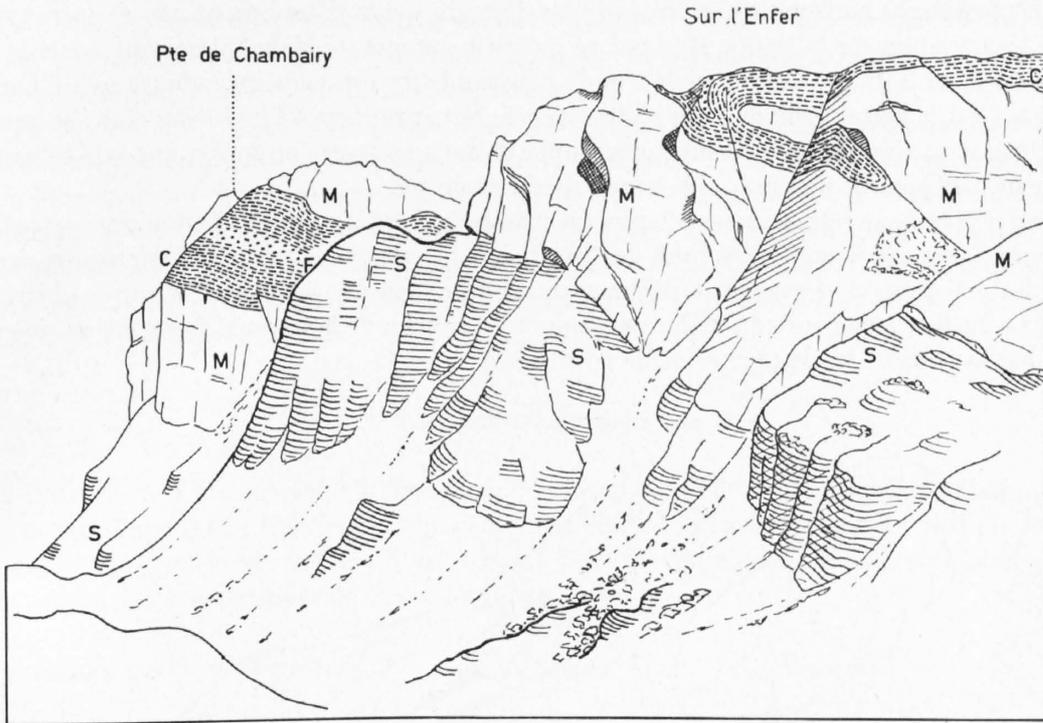


Fig. 20. L'arête de Chambairy, vue du NW.

F = Flysch, C = Couches rouges, M = Malm, S = Lias siliceux.

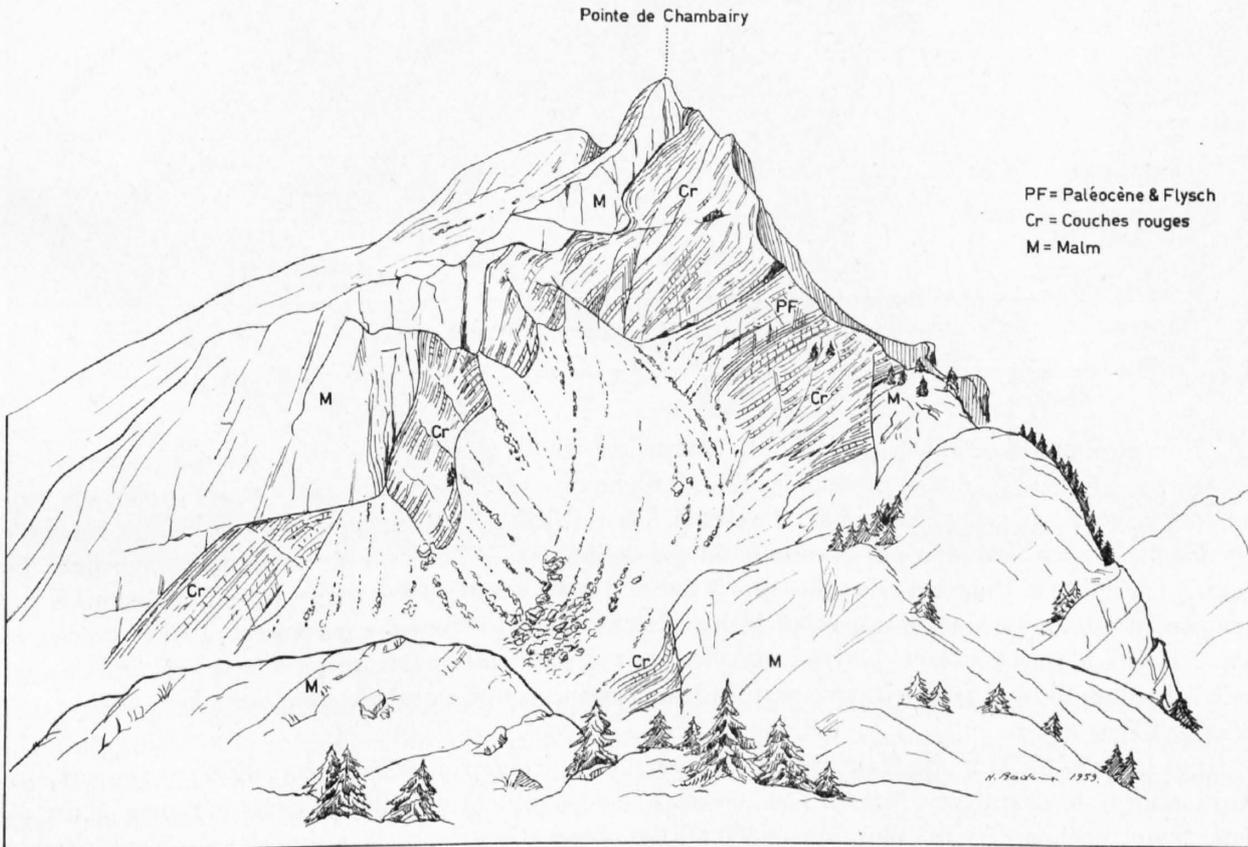


Fig. 21. La Pointe de Chambairy, vue du point 1795.

Les déplacements horizontaux qui révèlent les décrochements se traduisent par un autre type de dislocations bien visibles sur la figure 21, dessinée du petit sommet de Malm, dominant au N le chalet de Cheseule. Le flanc S du synclinal sous la Pointe de Chambairy est coupé par quatre failles horizontales. Chaque fois c'est la lèvre supérieure qui a glissé vers le N, par rapport à l'inférieure. Tout se passe comme si le synclinal était, lors du plissement, mieux appuyé dans sa partie profonde, que vers le haut, d'où le déplacement, par poussée au vide, de la zone supérieure du pli.

De tels accidents se retrouvent en d'autres points de ce flanc. La figure 22 en montre un bel exemple. On se trouve là dans le flanc S de la Dent de Chambairy. Les couches sinémuriennes plaquées sur le Malm, plongent fortement au S et soudain le Malm reparaît au milieu des schistes et calcaires siliceux du Lias inférieur. La surface supérieure du Malm est plane, c'est le plan de la cassure. Les couches sinémuriennes reposent par la tranche sur le plan de faille (voir fig. 22).

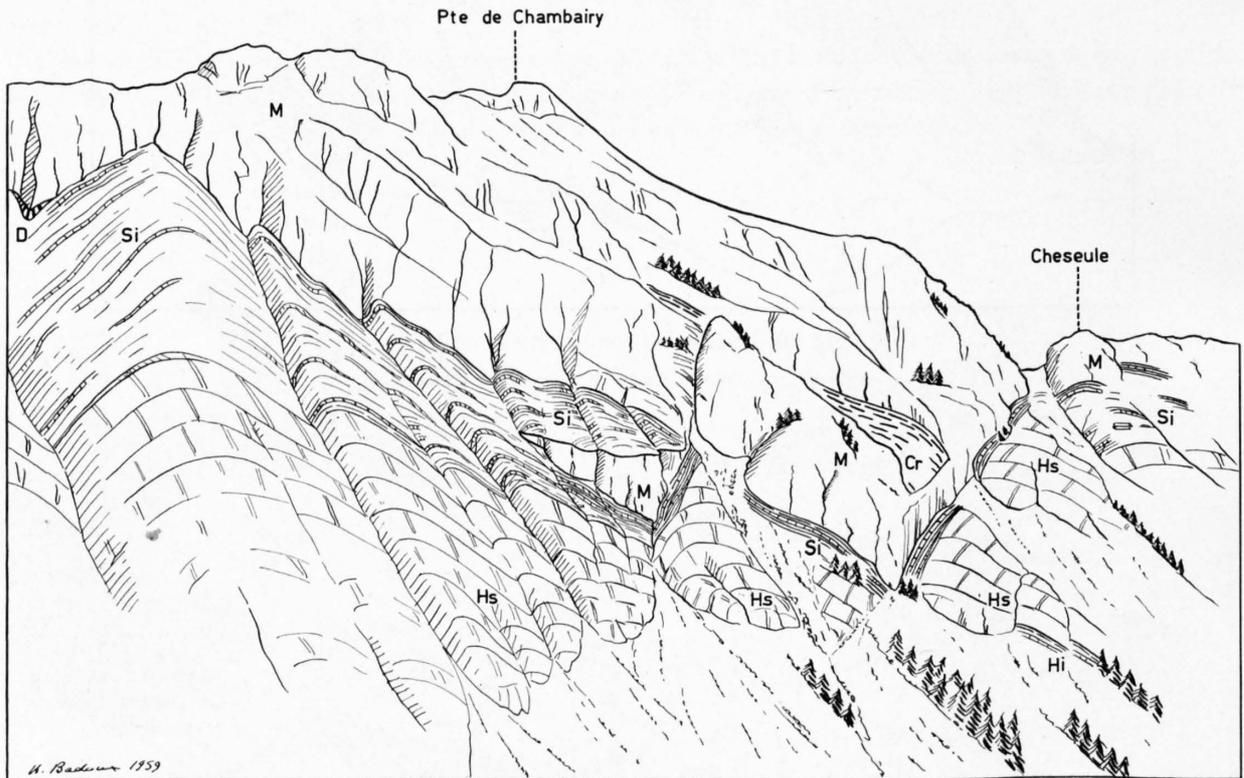


Fig. 22. La Pointe de Chambairy, vue du Pertuis de Savalène.

Cr = Couches rouges, M = Malm, D = Couches à Mytilus, Si = Lias siliceux, Hs. = Hettangien sup., Hi = Hettangien inf.

Nous arrivons ainsi au décrochement de Cheseule (voir fig. 22 et 23) qui est un accident curieux.

Le flanc S de la Pointe de Chambairy est fait d'une plaque de Malm, crevée en son milieu par une boutonnière de Couches rouges; puis au S, elle plonge à la verticale sous le Sinémurien. Vers l'E, cet ensemble est brusquement interrompu par la cassure dirigée en gros SW-NE, soit à 45° sur l'axe du synclinal. Le long de l'accident le Malm est rebroussé vers le bas et de ce fait les Couches rouges sont limitées au SE par une paroi de Malm. Le long de la paroi de Malm court une bande de Sinémurien, large de 10 à 20 m, dirigée SW-NE. Elle a, sans doute, été ployée dans cette position par la même flexure qui affecte le Malm. Ce n'est qu'à la bordure SE du Sinémurien que passe le décrochement contre lequel viennent buter les couches verticales de l'Hettangien.

Sur la lèvre SE la limite Malm-Sinémurien semble se déplacer de 500 m vers le NE par rapport à sa position au S de Chambairy. Mais si l'on considère le déplacement de la limite Couches rouges-Malm du flanc N du synclinal, il n'est plus que de 260 m. Les observations rapportées ci-dessus semblent indiquer que le décrochement a été accompagné d'un mouvement de bascule ayant enfoncé la partie méridionale de

la lèvre S. Ce basculement expliquerait le redressement du Malm du flanc S du synclinal qui devient vertical à l'E du décrochement, ainsi que le montre la figure 23. Rappelons que le décrochement de Cheseule est senestre comme tous ceux qui ont la direction NE.

Au-delà de Cheseule, le synclinal se poursuit, coupé de petits décrochements senestres bien visibles au flanc S du Séchon et atteint ainsi la dépression que gravit le chemin de Tanay. Cette dépression est alignée dans le prolongement du décrochement des Jumelles et semble déterminée par plusieurs cassures mal visibles. Le résultat est un déplacement du synclinal de 200 m vers le N, au S du Tâche. Puis il se suit dans les forêts dominant Miex et débouche dans les pentes au-dessus de la chapelle de Vésenand, où les couches disparaissent sous l'épaisse couverture morainique qui environne le village. Entre la route de Tanay et la chapelle, on note de petites failles NS.

L'anticlinal de Bise

Ce pli est large de 1 km environ à la frontière. Dans son cœur bilobé affleurent de l'Hettangien inférieur et de part et d'autre, de l'Hettangien supérieur et du Sinémurien accompagné au N de Lotharingien.

Le flanc S est incliné à 45°, le flanc N est vertical. Par suite de la transgression oblique du Malm du flanc N, l'épaisseur du Lias inférieur du flanc N diminue vers l'E.

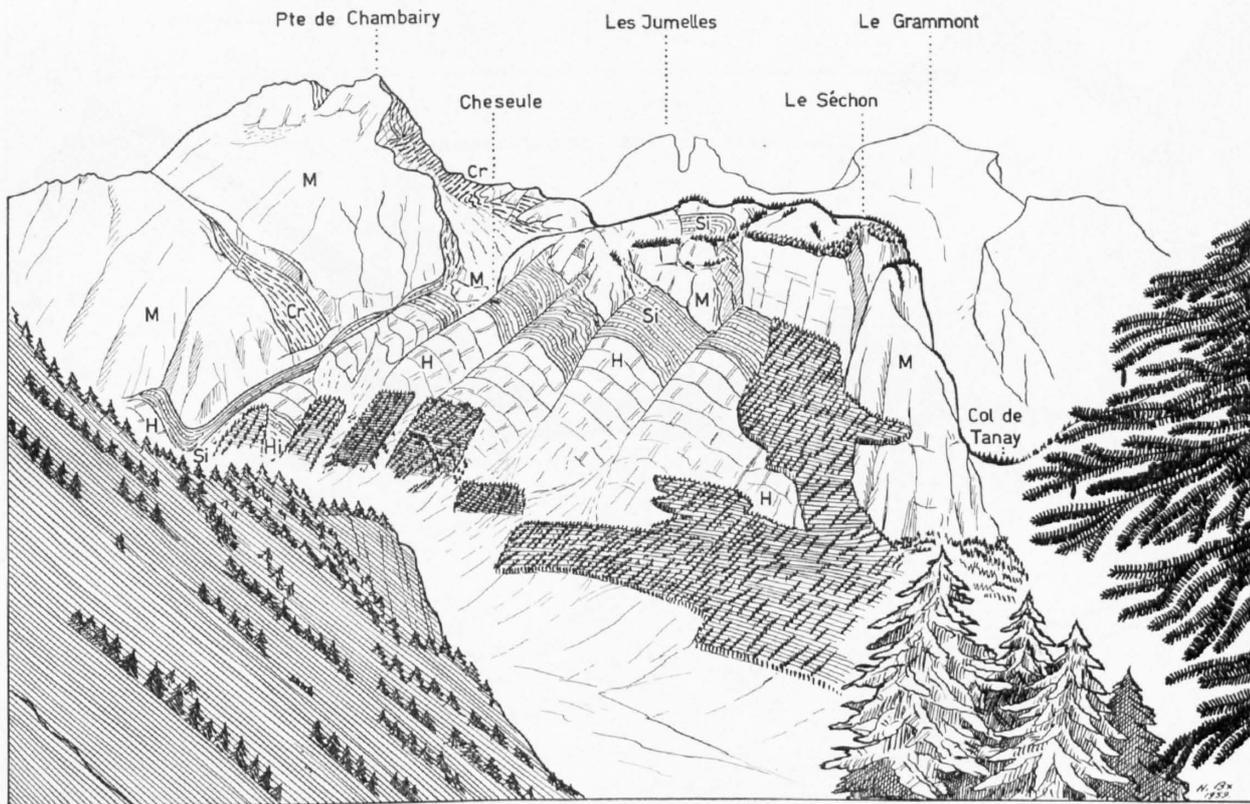


Fig. 23. La Pointe de Chambairy, vue du point 1524 sur Torgon.

Cr = Couches rouges, M = Malm, Si = Sinémurien, H = Hettangien sup., Hi = Hettangien inf.

L'axe de l'anticlinal s'abaisse vers l'E; la fermeture de l'Hettangien inférieur dans cette direction, puis celle du niveau *f*, permettent de calculer une valeur moyenne de 9°, alors que jusqu'à l'E de Préalagine, elle est de 13°. Il faut donc admettre, comme pour le synclinal de Savalène, une accentuation du pendage axial vers la plaine du Rhône.

Dans les collines de l'Au de Tanay, on note la présence de très nombreuses failles. Comme elles décalent des assises verticales, ce sont des décrochements, généralement de faibles rejets (de 10 à 100 m).

Vers la frontière, ils sont dextres et dirigés NW ; au S de l'Au, ils sont remplacés par des décrochements senestres et de direction NE ; enfin, au N du massif de Chambairy, ils redeviennent dextres et NW.

La largeur de l'anticlinal diminue très fort vers l'E, cela tient à l'abaissement axial d'une part, mais aussi à une modification de la forme du pli. Le flanc N tend à se laminer. Ainsi à 1 km à l'W du lac de Tanay (voir fig. 24) le Sinémurien du flanc N est considérablement réduit, tandis qu'au flanc S, sa puissance demeure normale.

Au-delà, la cœur du Sinémurien affleure sur la rive S du lac puis passe, très écrasé (50 m), à l'arête N du Tâche. Le Malm qui le sépare du synclinal de Tanay est réduit à une dizaine de mètres. Puis le pendage axial fait disparaître la voûte sinémurienne en tunnel, sous le Malm de Prélagine. Il réapparaît dans les pentes dominant Vézenand aux environs du point où la conduite des eaux du lac, d'abord horizontale, plonge brusquement, suivant la ligne de pente, en direction de l'usine de Vouvry.

L'anticlinal s'est mué, là, en un pli-faille, dont le flanc N a totalement disparu. Le Sinémurien, qui plonge au NNE de 30 à 35° vient buter contre une bande verticale de Couches rouges de direction SE. Ce Crétacé appartient au synclinal de Tanay. Plus bas, c'est l'Hettangien qui entre directement en contact avec les Couches rouges.

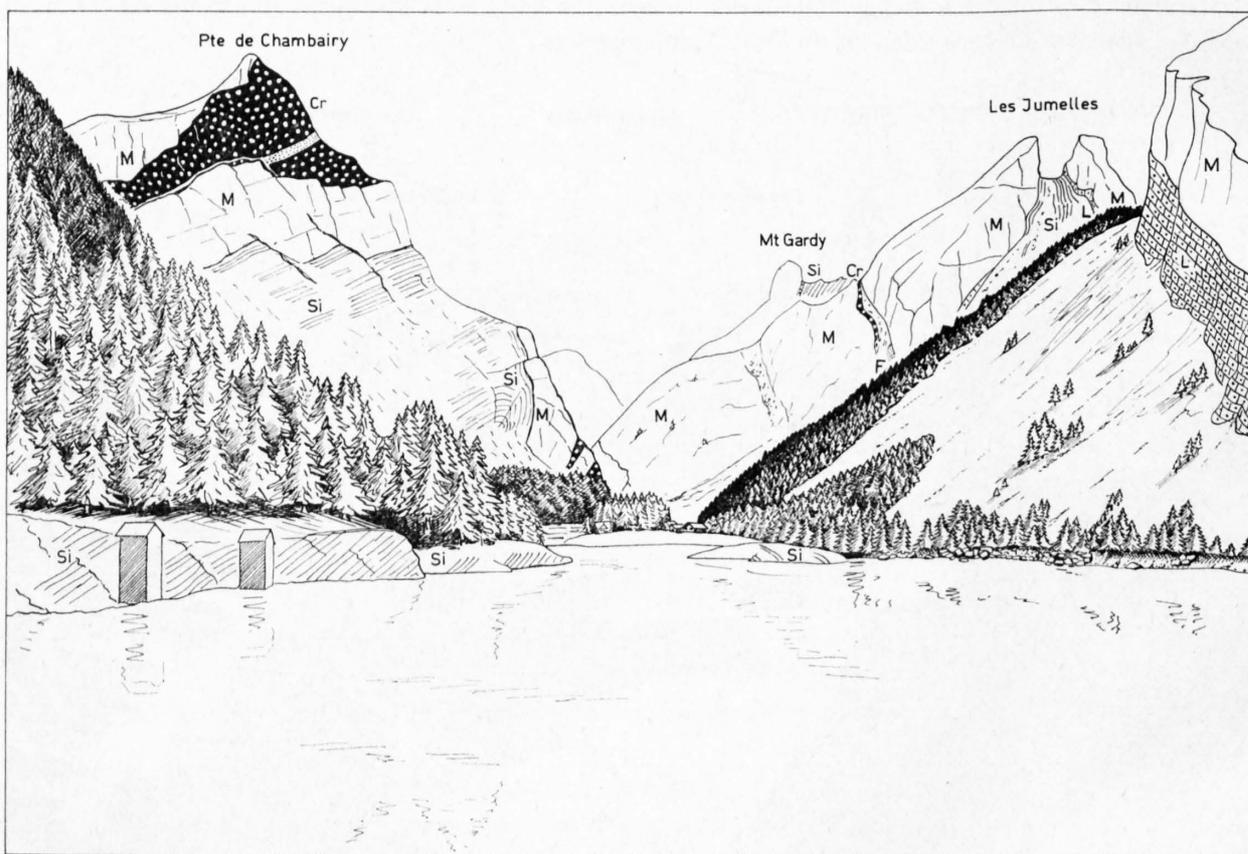


Fig. 24. Le lac Tanay, la Pointe de Chambairy et les Jumelles.

Si = Sinémurien, L = Lias spathique, M = Malm, Cr = Couches rouges, F = Flysch.

Au-dessous, les affleurements cessent, remplacés par de l'éboulis et du glaciaire. Faut-il attribuer à l'anticlinal de Bise les affleurements de Malm et de Sinémurien, situés à l'E et au SE de Vézenand ? C'est un problème que nous reprendrons plus tard.

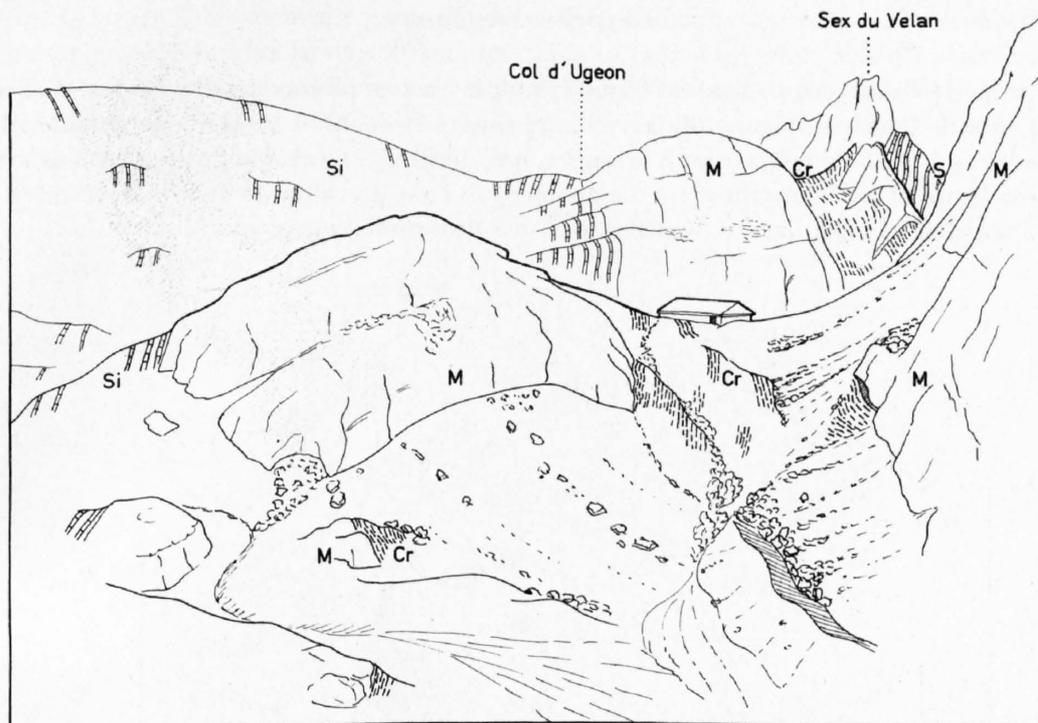


Fig. 25. Les décrochements du synclinal de Tanay.

Cr = Couches rouges, M = Malm, Si = Lias siliceux.

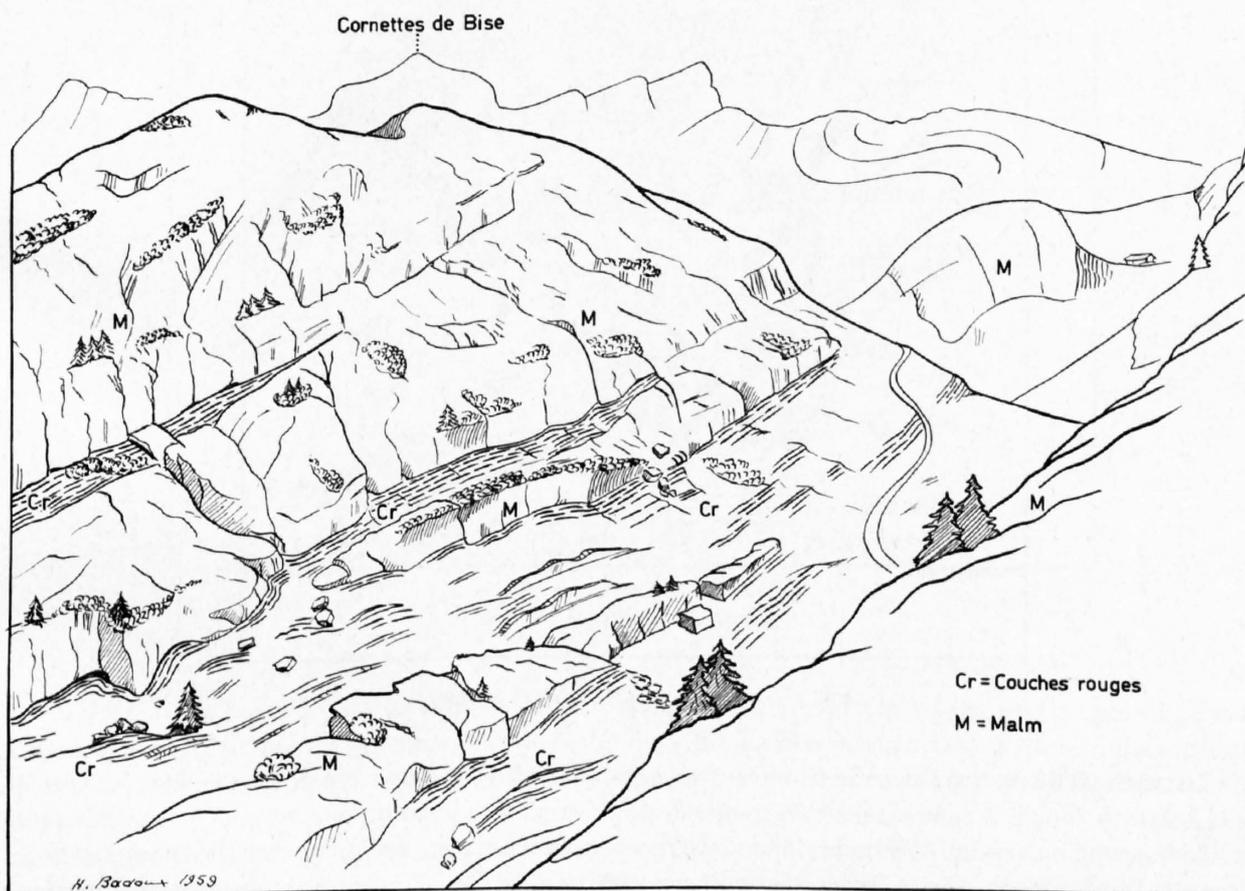


Fig. 26. Le synclinal de Tanay, vu du chemin de la Combe.

Le synclinal de Tanay

A l'E du lac de Tanay, ce synclinal est bien développé. C'est un pli complexe formé de deux synclinaux accolés. La zone de Couches rouges et de Flysch, qui couvre la Suche et Prélagine est en effet coupée en deux par la barre de Malm dominant au S le sentier, qui, de Peney, mène à la Suche. Ces deux synclinaux portent sur la figure 41 les lettres S3 et S4. Le premier suit l'axe du vallon de Tanay, le second (S4) coupe le flanc de l'anticlinal du Grammont–Jumelles. Nous les décrivons séparément.



Fig. 27. Le synclinal de Tanay et le Gardy.

Le synclinal S3 sort en l'air, à la frontière française, à l'W de la Dent du Velan. De ce point, encadré de deux barres de Malm, le cœur de Couches rouges descend vers l'E et vient buter contre un décrochement au Pas de Lovenex ou col du Vent (nom du col faisant communiquer l'Au de Tanay avec Lovenex). Ce décrochement dirigé NW est dextre, la translation horizontale est de 150 m. De la frontière au col, la descente axiale de l'axe synclinal vers l'E est de plus de 12°.

Puis rejeté vers le S, le synclinal reprend sa course à l'E. De nouveaux accidents le recourent dont l'un est analogue au précédent. Il limite vers l'E la butte de Malm, contre laquelle s'abrite le chalet coté 1847 m. La figure 25 montre ces deux décrochements, vus du point où le chemin de Tanay débouche sur l'Au (mot qui signifie l'alpage) de Tanay.

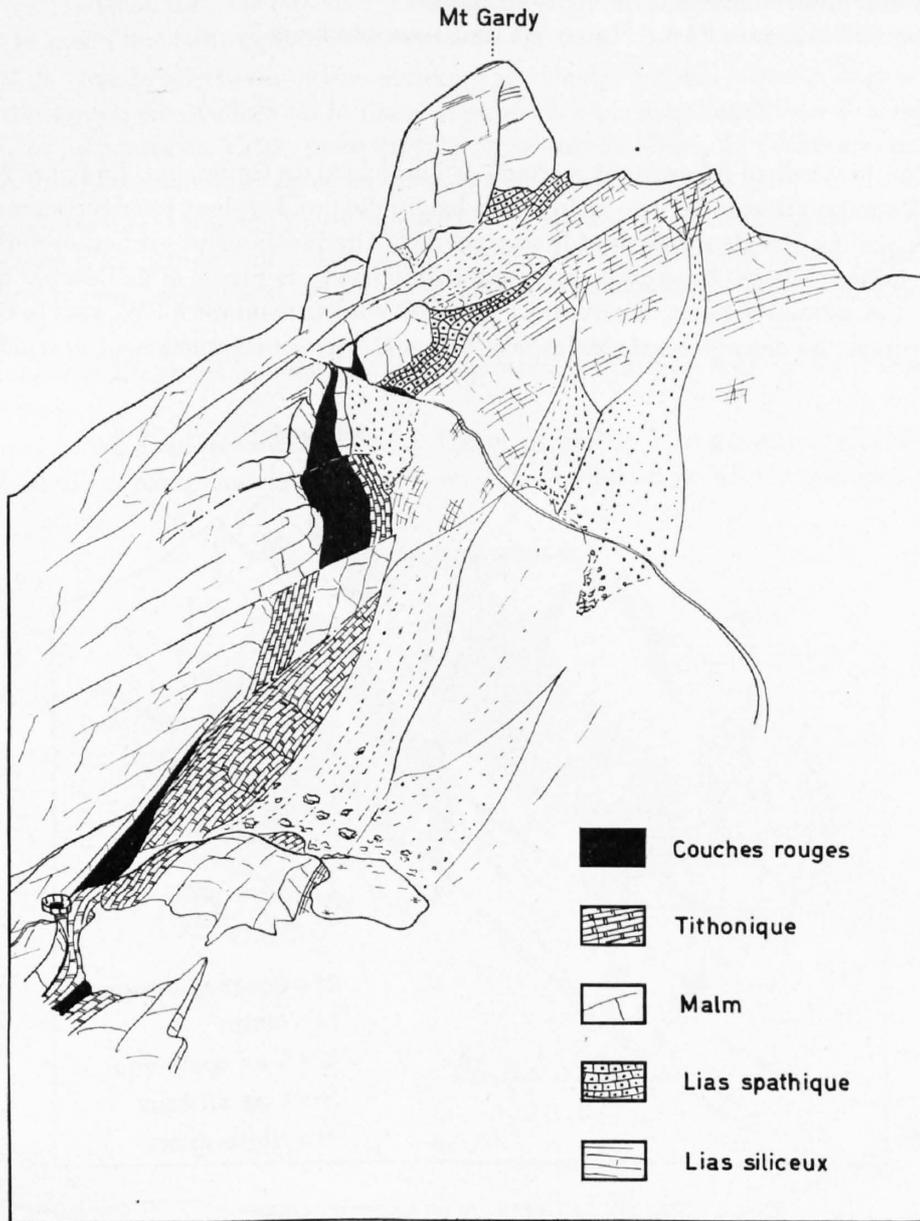


Fig. 28. Le Gardy, vu de l'E.

Au-delà de ce point de vue, la vallée se resserre. Son axe est occupé par les Couches rouges verticales; malgré cela, la fermeture du synclinal dans le Malm doit être proche de la surface. Le fond jurassique est débité en lames longitudinales effilées, entre lesquelles se pincent les Couches rouges, ou qui fendent le Crétacé.

La figure 26, dessinée du chemin de la Combe, laisse voir deux bandes crétaciques se coinçant vers l'W, tandis que dans le fond du synclinal, un ruban de Malm partage les Couches rouges. Des failles postérieures recourent le tout.

Le ruban de Malm se poursuit vers le bas, coupé de petits décrochements dextres. L'un d'eux est bien visible sur la figure 27. Il se prolonge au NW jusqu'au Gardy et au SE jusque dans l'axe de l'anticlinal de Bise.

Ce régime se poursuit jusqu'au lac de Tanay. Environ 500 m à l'E du village et dans la butte boisée au S des maisons, les décrochements senestres sont si nombreux, que le tronçonnage des lames alternantes de Malm et de Couches rouges détermine un véritable damier.

L'inclinaison de l'axe entre l'Au et Tanay est de 10° au minimum.

Le synclinal S4

A l'W du lac, le synclinal S4 apparaît au flanc de l'anticlinal du Grammont. La figure 24 montre que la carapace de Malm est affectée de trois ondulations longitudinales. Les deux inférieures sont séparées par une frange d'éboulis. La supérieure, portant le sommet de la Grande Jumelle, est limitée vers le S par une paroi due à une faille verticale. A son pied, passe une étroite bande de Flysch et de Couches rouges liées au Malm inférieur. Ces terrains tendres, déterminent un étroit couloir montant à l'W, vers la Combe. Avant d'arriver au pâturage, les deux lèvres de Malm se rejoignent, écrasant complètement le synclinal.

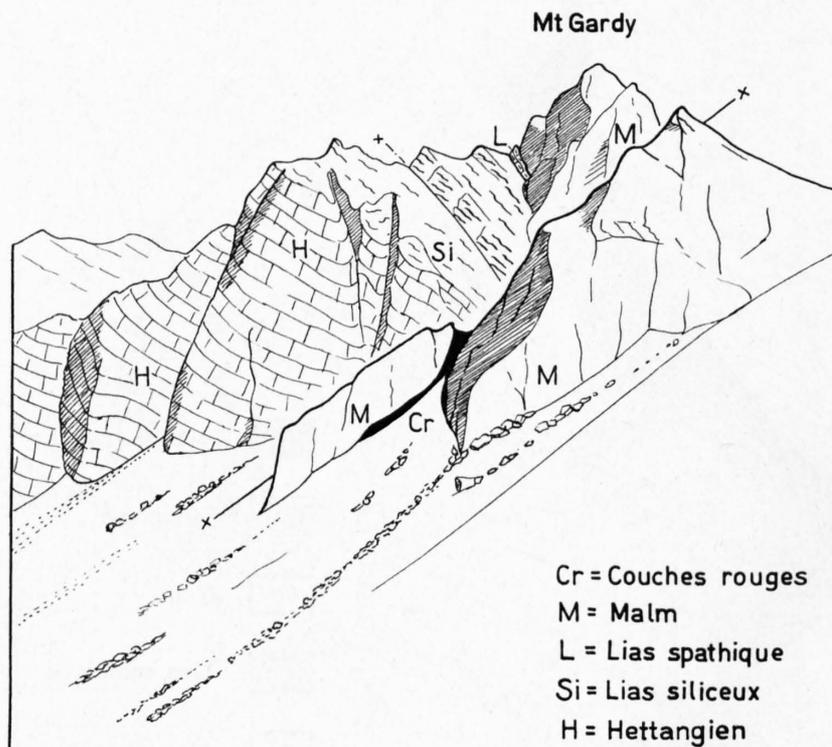


Fig. 29. Le Gardy, vu du lac de Lovenex.

Il s'ouvre à nouveau en bordure du champ de lapiés qui ferme vers le S l'entonnoir sinémurien de la Combe (voir fig. 28). Là, les Couches rouges sont accompagnées de Tithonique-Néocomien néritique. Cassée par des failles, la zone crétacique se suit vers le haut, puis disparaît brusquement le long d'un décrochement NS, que suit le sentier. Le synclinal est rejeté vers le S, mais probablement laminé à l'extrême, il ne se marque par aucun affleurement. Il doit certainement passer au S du Gardy. Puis un nouvel accident le relance vers le N. Pour découvrir la suite de notre synclinal, il faut gagner le lac de Lovenex. De là, on constate (fig. 29) que vers l'W, le Gardy est limité par un décrochement dextre, de direction NW, qui fait avancer un massif de Malm. Cet éperon est partagé par un étroit couloir où passent les Couches rouges du synclinal. Plus bas les éboulis et les moraines de névés masquent la roche en place.

Le lac de Lovenex est un bassin fermé, creusé dans le Lias, dominé au N par le Trias chevauchant de l'anticlinal du Grammont. Au S, les pentes liasiques sont couronnées par la barre de Malm, joignant le Gardy au Velan (ou Dent du Lan). La première interprétation est d'admettre que le lac occupe le cœur de l'anticlinal du Grammont. Les choses sont en fait plus complexes (voir fig. 30). D'abord, le long de la rive S du lac, on observe une colline allongée, sculptée de lapiés. C'est le Malm.

Dans le fond, le Velan forme le flanc S d'un anticlinal à cœur d'Hettangien supérieur, le flanc N de ce pli est abaissé le long d'une faille mettant le Sinémurien en contact mécanique avec l'Hettangien du cœur.

Plus au N, la Grande Miette révèle une structure synclinale; le sommet sinémurien repose sur l'Hettangien f qui transgresse directement sur le Trias, ce qui est la règle dans l'anticlinal du Grammont. Au col, entre la Miette et les pentes du Velan, passe un étroit synclinal de Malm, de Couches rouges et de Flysch, tous fortement broyés. La structure de ce pli est mieux visible sur la figure 31.

Ce dessin montre entre les deux «Miette» un petit anticlinal à cœur de Trias. La petite Miette chevauche par l'intermédiaire d'un peu de Sinémurien, sur le Flysch. Ce dernier repose sur un synclinal de Malm à cœur de Couches rouges. Ce synclinal se suit sur le flanc W de la montagne jusqu'à la cote 1650 m, puis il disparaît.

Le synclinal de la Miette est le même que celui du Gardy, le Malm au S du lac est le trait d'union entre ces deux segments.

Le synclinal S4 est donc très bizarre. Du lac Tanay au Gardy, il est fortement incliné vers le S; puis, du Gardy à la Miette, il plonge en sens inverse - vers le N - ce qui est un cas exceptionnel dans cette zone

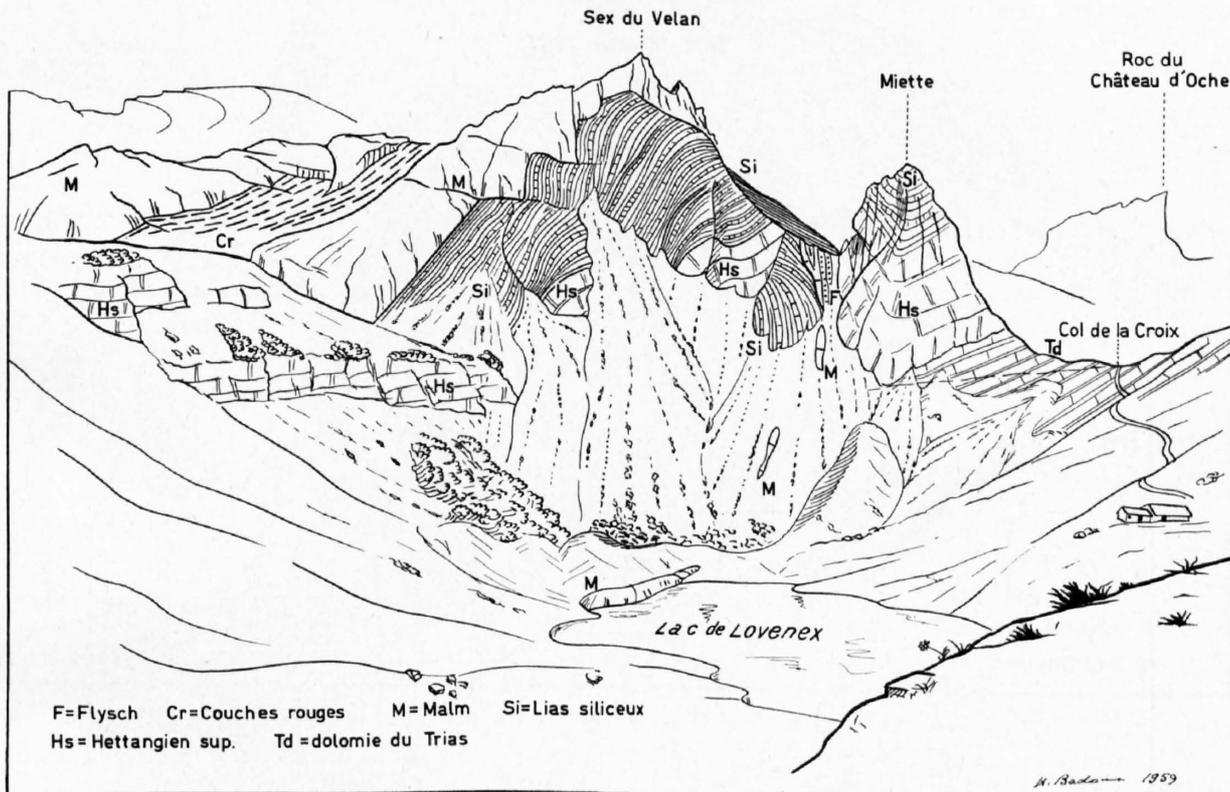


Fig. 30. Sex du Velan et Miette, vus de l'E.

où le déversement des plis vers le N est la règle. Je me suis demandé, s'il ne s'agissait pas d'un ancien graben, qui aurait été repris et déformé par le plissement, en un mot d'une «pincée». Mais il n'est pas nécessaire d'invoquer un tel mécanisme pour expliquer cette structure. La figure 41 fait comprendre comment elle s'est formée.

A l'E du lac de Tanay, les deux synclinaux sont juxtaposés; mais ils demeurent distincts. Ils s'effilent vers le bas. L'une des lames synclinales (S3) est recouverte par le pli-faille de Bise, l'autre (S4) longe de pied de la paroi de Malm de Proz de Taille et du Sex vers l'Evoué (pt 1242 m).

La région de Miex ou de Vésenand

La description de plusieurs de nos plis a été arrêtée au bord de la zone complexe de Miex. Avant de passer à la description des plis frontaux, il convient d'en dire quelques mots. Les prairies du Flon au Vésenand correspondent à des dépôts morainiques que percent des affleurements isolés, dont les relations sont incompréhensibles.

En montant de Vouvry à Vésenand, par l'ancienne et surtout par la nouvelle route, on ne rencontre, à part la moraine, au-dessous de la cote 720 m, que du Rhétien et du Trias. Ces couches parfois plissées présentent en moyenne des directions EW et souvent de forts pendages. Il n'y a là rien d'anormal, c'est le cœur de l'anticlinal de Verne.

La nouvelle route traverse dans le Rhétien le haut des prés de Plan du Chêne. Puis au tournant qui suit, elle longe de gros amas de Malm apparemment déchaussés. La route monte ensuite vers le SW et s'engage dans les pentes ébouleuses qui tombent sur le Fossau, et atteint au S de Vésenand la paroi cartographiée des Saxelles (nom ne figurant pas sur la Carte nationale). Cette paroi comprend d'abord du Sinémurien plongeant de 20° à l'WSW et butant à l'W par faille contre l'Hettangien supérieur. Ce dernier est ployé en un synclinal d'axe NS.

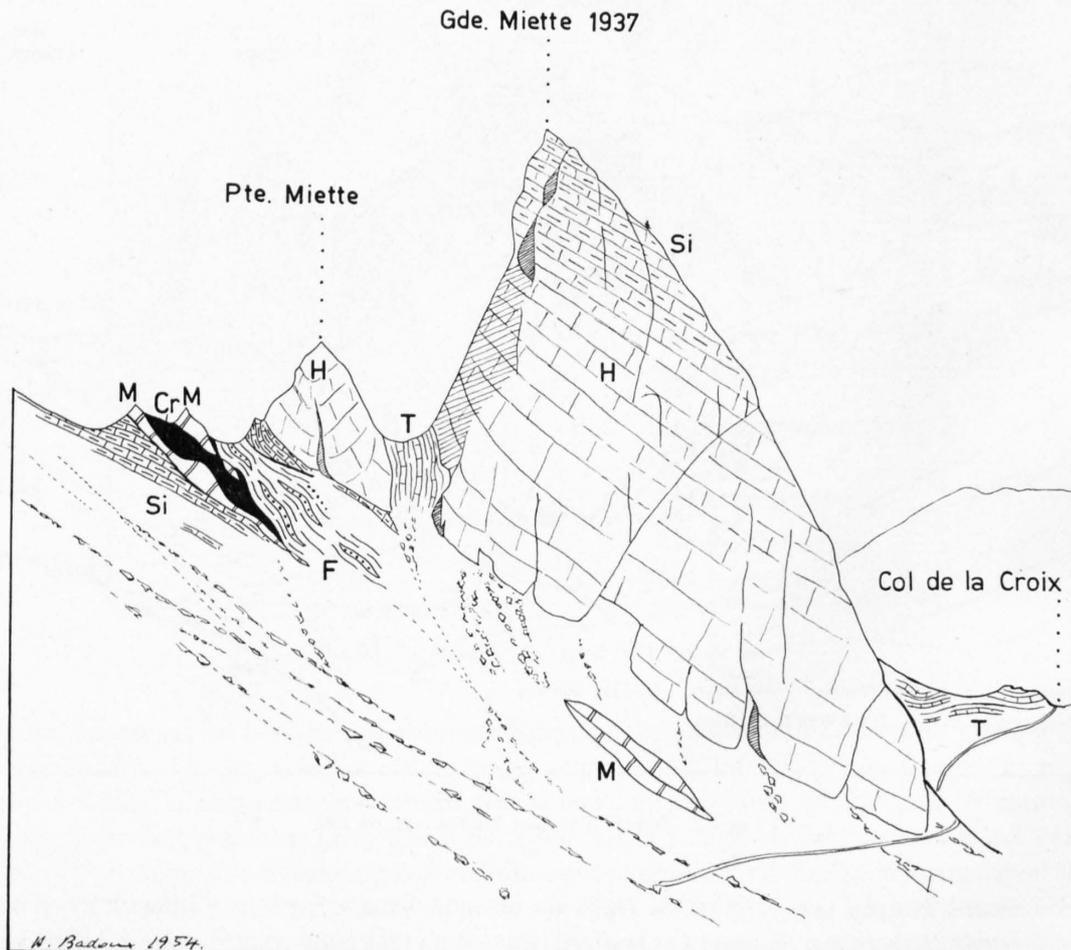


Fig. 31. La Grande et la Petite Miette.

F = Flysch, Cr = Couches rouges, M = Malm, S = Lias siliceux, Si = Sinémurien, H = Hettangien sup., T = Trias.

Le Sinémurien se retrouve à la jonction des routes, 200 m à l'E de Vézenand. Environ 100 m au N, vient un nouvel affleurement de Sinémurien, entouré de trois côtés (E, W et N) par des têtes de Malm.

Immédiatement à l'E de ces affleurements, l'escarpement dominant l'ancienne route est taillé dans un synclinal de Couches rouges à cœur de Flysch. Le Crétacé est limité des deux côtés par du Malm. L'axe du synclinal est dirigé NNE-SSW. Il semble buter vers l'W contre le Sinémurien, mais il n'y a pas de contact visible. Vers l'E, une faille NW le met en contact avec le Malm, d'où se détachent des éboulis et des blocs de grandes dimensions. Ceux du tournant de la route au N du Plan du Chêne font partie de ces blocs éboulés. Ni la disposition des terrains, ni la direction des couches et des axes, ne s'harmonisent avec les affleurements et les structures qui avoisinent Vézenand.

On remarque que cette zone bizarre, couverte partiellement de moraine, constitue un bombement au flanc de la vallée. Le Vézenand est d'autre part dominé par le cirque rocheux d'où partent les conduites forcées. On y trouve de l'Hettangien, du Sinémurien, du Malm, des Couches rouges et du Flysch, bref tous les terrains qui affleurent sous Vézenand.

Après de longues hésitations, j'ai opté pour la solution suivante : les affleurements décrits ci-dessus font partie d'un vaste tassement, issu des parois dominant le village, et qui aurait glissé sur le Rhétien et la cornieule du cœur de l'anticlinal de Verne. Il s'agirait d'un phénomène ancien, antérieur à la dernière glaciation.

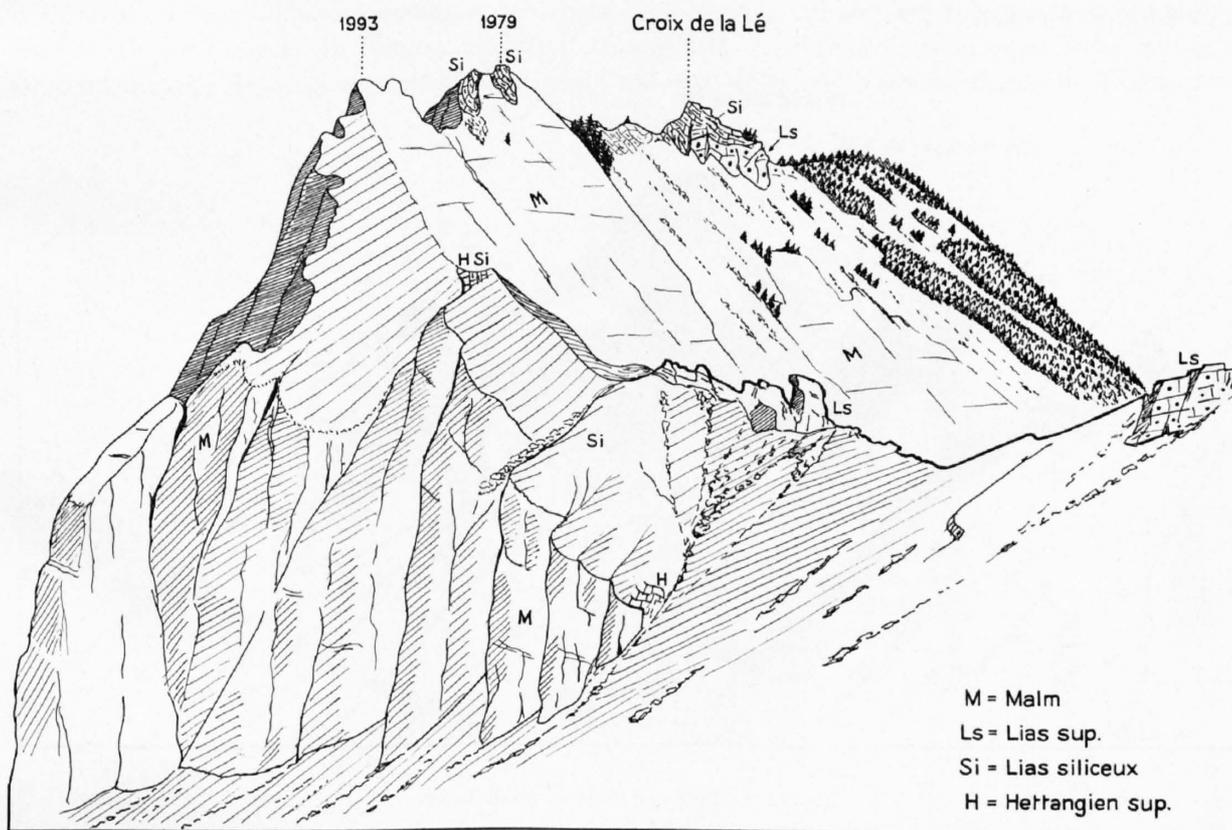


Fig. 32. L'arête NE du Grammont et la Croix de la Lé.

L'anticlinal et le chevauchement du Grammont

Ce pli, large de 3 km le long de la vallée du Rhône, se rétrécit vers l'E et ne mesure plus qu'un kilomètre à l'W du lac de Lovenex. Dans sa partie occidentale et surtout centrale, il chevauche vers le N le synclinal de la Chaumény. Vers l'E, par contre, le chevauchement s'atténue et peut-être disparaît au voisinage des Evouettes. Le décrochement des Jumelles, dont il a déjà été question dans la partie stratigraphique de ce mémoire, coupe en deux l'anticlinal du Grammont, de même que le synclinal sous-jacent.

Le vallon des Evouettes est dominé au S par la haute paroi de la Suche. Elle est faite de Malm. Ce terrain se poursuit vers l'E dans Proz Taila, puis par la masse ruiniforme qui se termine à la cote 700 m, 300 m au S de Chavalon. Cette terminaison marque la fin orientale, dans le Malm, du synclinal S4. C'est une zone à tectonique fort curieuse. Dans le prolongement du synclinal passe une faille EW, qui atteindrait la plaine 650 m au S de la Porte du Sex, si elle pouvait être suivie dans les éboulis. Elle se marque dans les pentes broussailleuses par un couloir où le Trias au S, cornieule et calcaires dolomitiques, entre en contact avec le Rhétien, puis vers le haut successivement avec l'Hettangien inférieur et l'Hettangien supérieur. Les couches liasiques plongent au N de 70°. Puis rapidement le pendage diminue; l'Hettangien supérieur dessine un synclinal (S4) et finalement remonte de 10 à 20° vers le N, pour former la base des parois du Sex et le soubassement de Chavalon. Mais revenons à la faille. Le long de cet accident, l'Hettangien supérieur s'effile vers le haut et se termine en pointe à la cote 700, soit presque au contact avec le Malm. C'est là que les choses se compliquent. A la bordure S du Malm, au-dessous du chemin reliant le pt 832 à Chavalon, on observe une étroite bande de Sinémurien en contact direct avec le Trias. L'Hettangien et le Rhétien ont donc disparu. Au N du Malm, le Sinémurien présente par contre une grande épaisseur, évaluée à 300 ou 400 m. Cette brusque réduction de puissance, ainsi que la disparition de l'Infralias, résultent de causes tectoniques. C'est la faille décrite précédemment, ou un accident qui lui est lié, qui en est responsable. Il faut remarquer que le massif de Malm est un peu tassé sur place, ce qui accentue l'amincissement apparent du Sinémurien méridional.

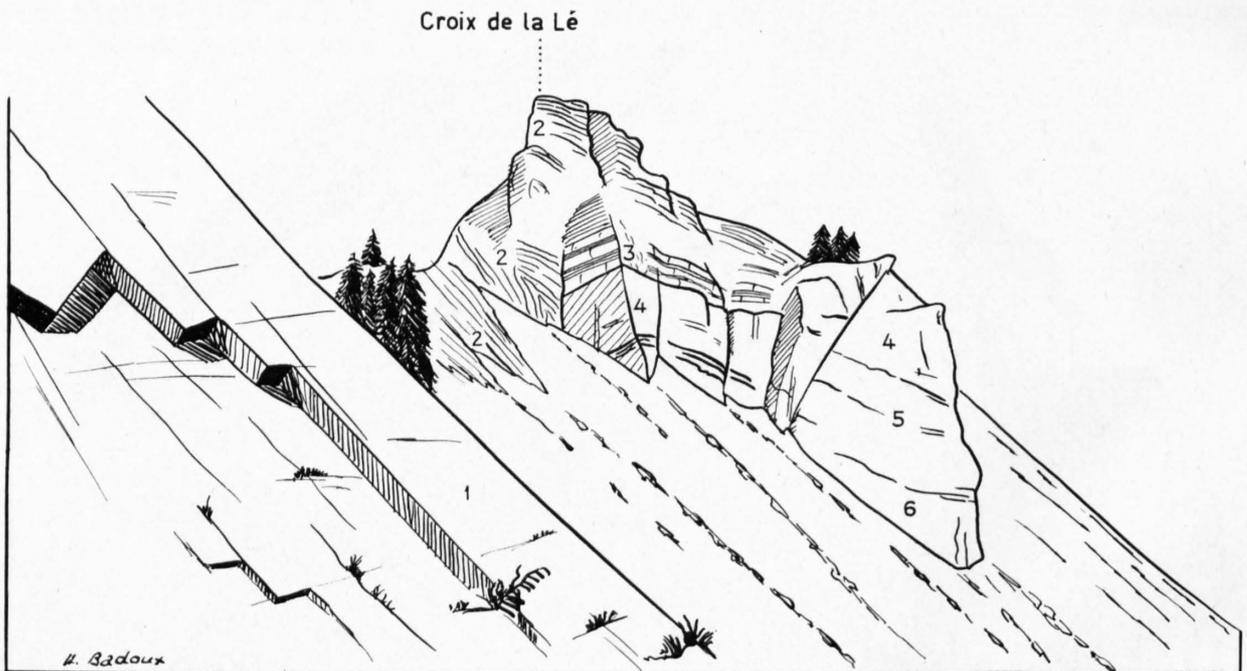


Fig. 33. Le lambeau de la Croix de la Lé.

1 = Malm, 2 = Sinémurien, 3 = Sinémurien sup., 4, 5 et 6 = Calcaires spathiques, à silex en 5.

Au flanc N de la Suche, le Sinémurien, coiffé d'un peu de Lias spathique, forme de longues pentes raides et boisées. A leurs pieds, l'Hettangien supérieur, en repos direct sur le Trias, dessine une paroi continue. C'est le flanc S de l'anticlinal du Grammont. En le suivant vers l'W, on le voit se redresser fortement tout en diminuant d'épaisseur. Dans la pente des Follies, au N d'Alamon, le Rhétien reparait de façon locale, puis le Sinémurien, qui se plisse et forme au N l'arête du Grammont. L'épaisseur de ce dernier diminue rapidement sous les Lias moyen et supérieur, qui arrivent à l'arête NE près du Malm du plan de chevauchement (voir fig. 32). Il va sans dire que les réductions de puissance du Sinémurien et de l'Hettangien sont surtout tectoniques.

Le flanc N de l'anticlinal, entre Chalavornaire et le ruisseau des Evouettes, montre en série verticale du Malm, des Couches de Vervine, du Lias spathique, du Sinémurien, de l'Hettangien, en un point du Rhétien et finalement du Trias. Les couches sont coupées par des décrochements senestres. Cette série, épaisse vers la vallée, s'étire vers le haut, où dans l'axe du pli, apparaît la grande lentille de gypse de la Pierre à l'Ours. Nous arrivons ainsi à la Dérotchia, maigre alpage, dominé par les magnifiques dalles de Malm, formant le plan sur lequel chevauche l'anticlinal du Grammont.

A l'arête NE du Grammont, l'Hettangien aminci du flanc S, repose directement sur le Malm; tous les terrains du flanc renversé, plus anciens que le Malm, manquent. Mais ils réapparaissent successivement vers l'E. Ainsi au pt 1979 (voir fig. 32) deux lambeaux de Sinémurien sont plaqués sur le Malm. A la Croix de la Lé (ou de la Lex), la série renversée se complète; sous le Sinémurien (voir fig. 33) les calcaires spathiques du Lias moyen et supérieur font leur apparition. Ils recouvrent, à l'E de la Croix, le Dogger intermédiaire.

On voit donc que la lacune tectonique, et partant l'importance du chevauchement, diminue vers l'E. Il faut rappeler ici que ce chevauchement n'est pas le seul dans cette zone. Le Malm de la Lé, repose en effet en contact tectonique sur la série des Couches rouges du synclinal de la Chaumény. Le cœur synclinal ne comporte en effet qu'une série normale de Crétacé.

Le plan de chevauchement se suit vers l'W dans la Pointe de la Chaumény (voir fig. 34).

Sur la surface de charriage, remarquablement plane, s'avance le front de l'anticlinal du Grammont. Les couches de bases, plissées, dessinent deux petits anticlinaux, déjetés vers le N. Le cœur des plis contient les Grès à Roseaux du Keuper. L'ossature est faite des calcaires dolomitiques du Trias, recouverts directement par l'Hettangien f dolomitique. Les synclinaux intermédiaires sont remplis de Sinémurien.

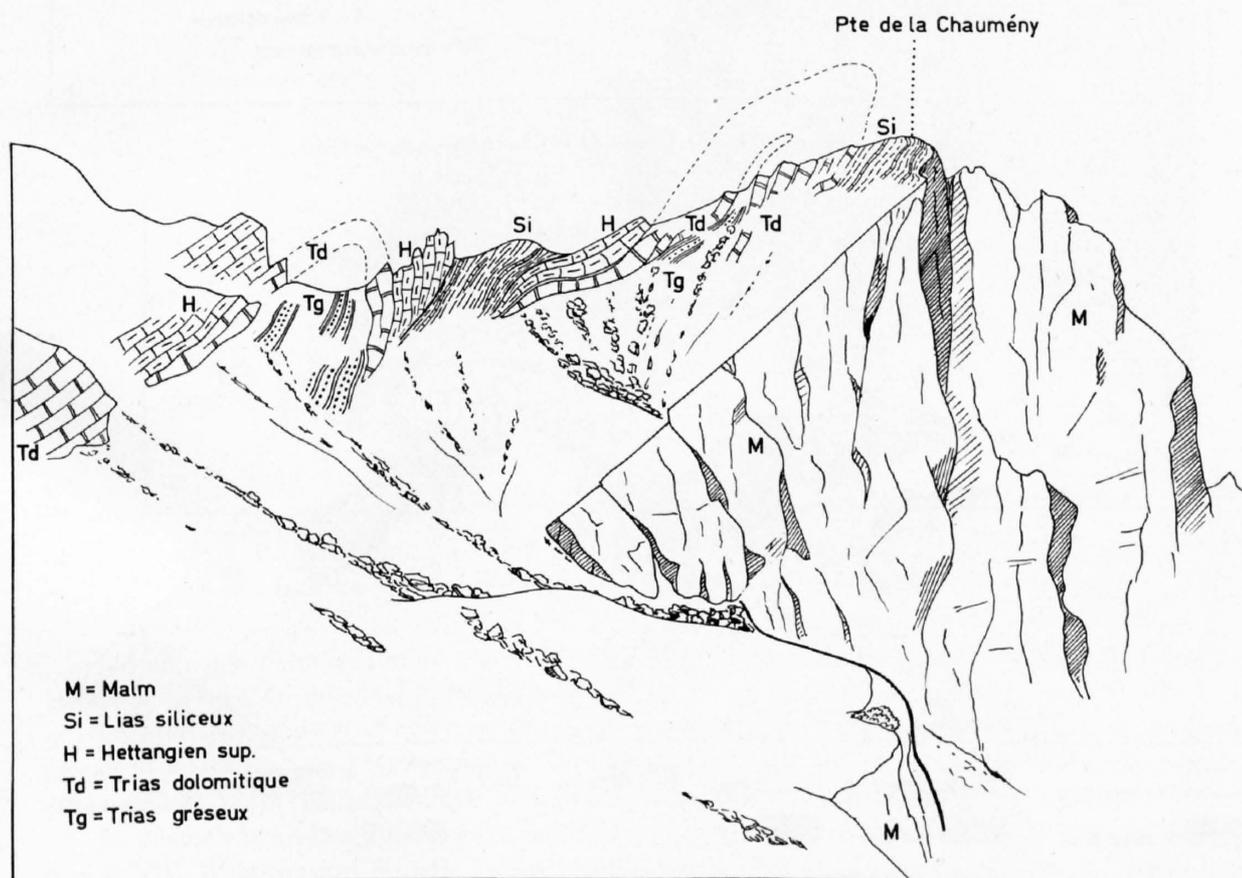


Fig. 34. La Pointe de la Chaumény, vue de l'E.

Le plan de chevauchement se poursuit vers l'alpe de Voyis, sous l'épaule cote 2094 de l'arête NW du Grammont (fig. 35). En ce point, il n'est pas accessible. La base triasique de la masse chevauchante est plissée comme à la Chaumény.

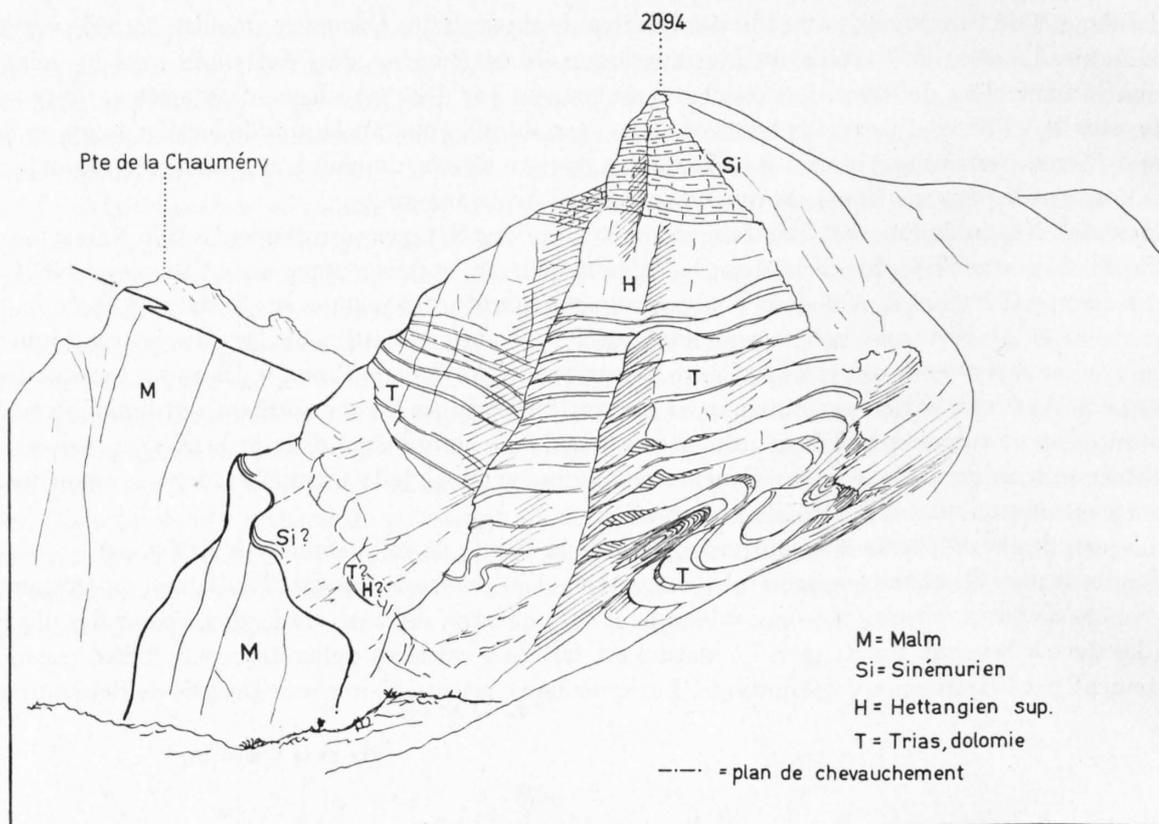


Fig. 35. Le Point 2094 et la Pointe de la Chaumény, vus de Voyis.

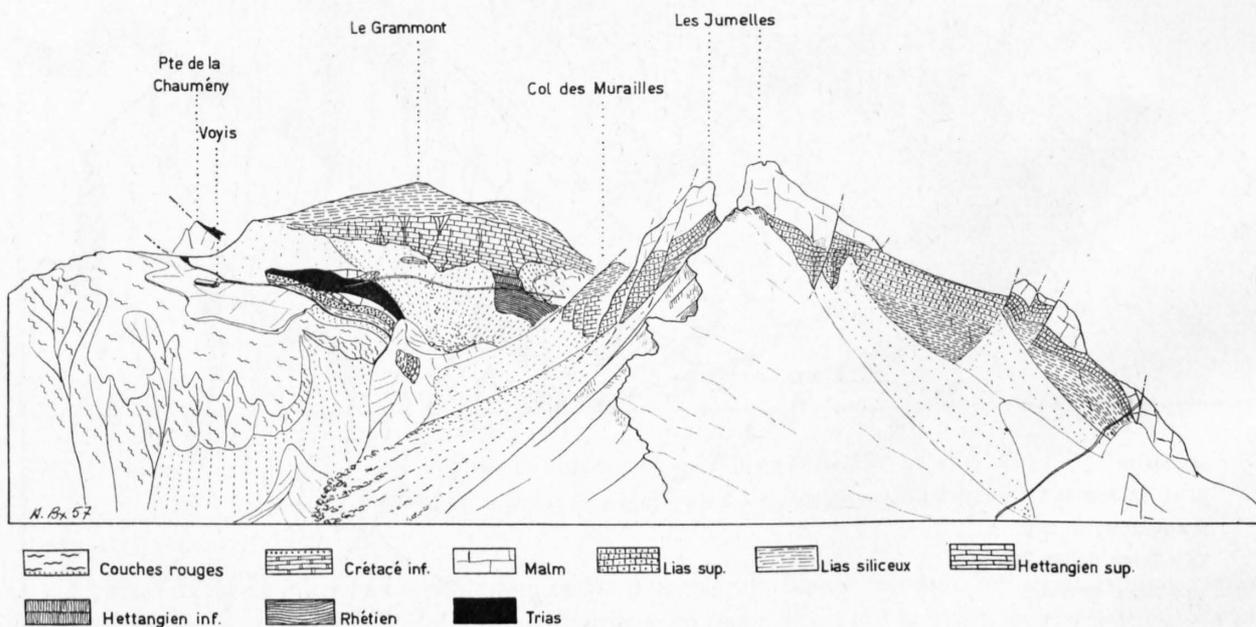


Fig. 36. Le Grammont et les Jumelles, vue générale.

A l'W de Voyis passe le décrochement des Jumelles et des écailles apparaissent sous la masse chevauchante. Pour observer ces phénomènes, transportons-nous au pt 2147, sur l'arête reliant les Jumelles au Gardy (voir fig. 36). La montagne du Grammont et les Jumelles sont séparées par le décrochement, dont la trace suit l'axe du couloir abrupt qui descend sur le Tombeau des Allemands.

La masse chevauchante du Grammont comprend au col des Murailles, du Rhétien, de l'Hettangien inférieur, puis à l'E, une haute paroi d'Hettangien supérieur et le Sinémurien. Vers le N, les épaisseurs se réduisent et sur le Trias, qui apparaît à l'E de Voyis, transgresse directement l'Hettangien supérieur.

Le Malm, que nous avons suivi de la Dérotchia vers l'W, forme le plateau où est bâti le chalet de Voyis. Le plan de chevauchement coupe le calcaire de plus en plus profondément vers le S, et il finit par atteindre directement les Couches rouges sous-jacentes. Là, comme à l'W, le Malm est en contact anormal avec les Couches rouges. Ces dernières se rattachent au flanc normal du synclinal de la Chaumény; elles n'existent pas au flanc renversé.

C'est au sommet du couloir, là où le plan de chevauchement s'infléchit brusquement sous l'effet du décrochement, qu'apparaissent les écaïlles du Grammont.

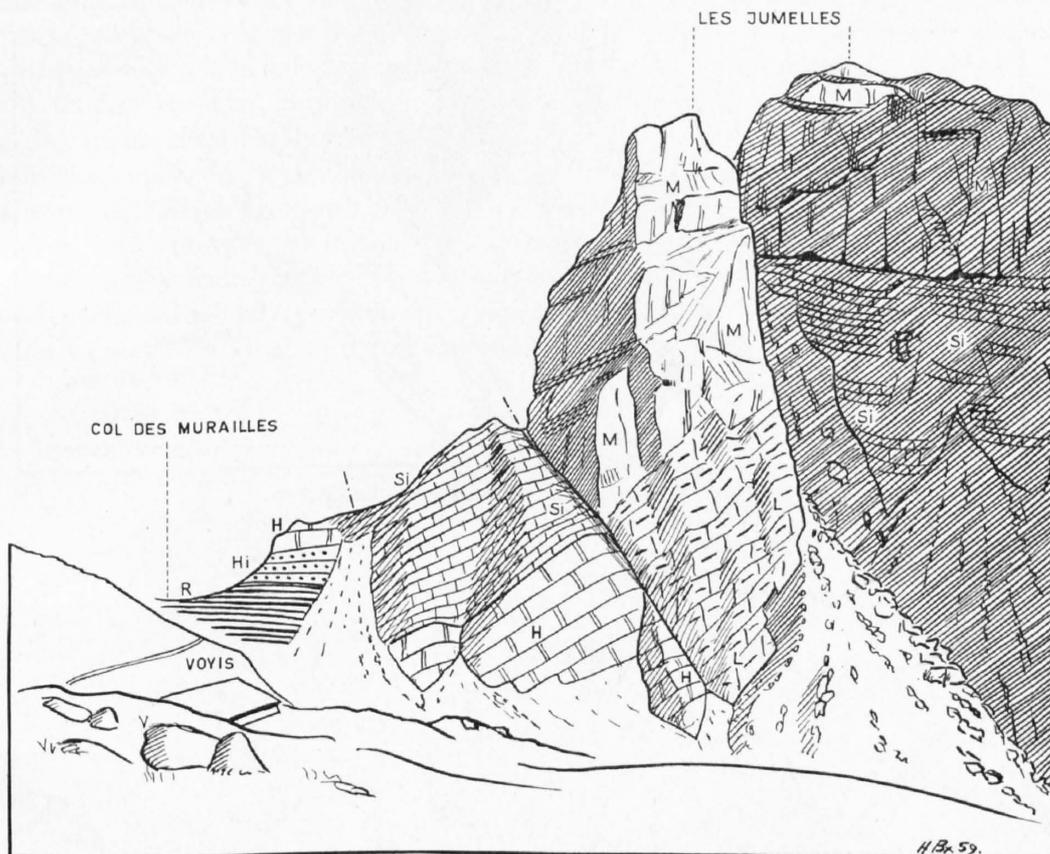


Fig. 37. Les Jumelles, vues de Voyis.

M = Malm, L = Lias sup., Si = Lias siliceux, H = Hettangien sup., Hi = Hettangien inf., R = Rhétien

L'écaïlle inférieure est formée d'une série renversée – Cénomaniens, Néocomiens, Malm – probablement arrachée au fond du synclinal de la Chaumény.

La supérieure comprend une masse triasique de corniule et de calcaires dolomitiques supportant, au-dessus du sentier, un peu d'Hettangien, de Malm et de Lias supérieur, ces deux derniers formant de mauvais affleurements. Cette écaïlle jalonne le plan de chevauchement de l'anticlinal du Grammont.

Le décrochement des Jumelles est un accident complexe dont la lèvre SW est abaissée ou déplacée vers le NW. Il est souvent difficile, lorsqu'une faille coupe des strates inclinées et que le miroir n'est pas visible, ce qui est généralement le cas, de déterminer la façon dont s'est fait le déplacement d'une des lèvres par rapport à l'autre. On peut cependant le faire dans quelques cas, en particulier dans celui qui nous occupe. S'il s'agissait d'un rejet vertical, le remplissage du synclinal devrait être le même de part et d'autre de la faille, ce qui n'est pas le cas. On constate que la lèvre SW ne montre en effet que du Cénomaniens, ce qui indique que le fond du synclinal est proche de la surface; tandis qu'au NE de l'accident, on a une série

LES JUMELLES

Gde. 2215

Pte. 2182

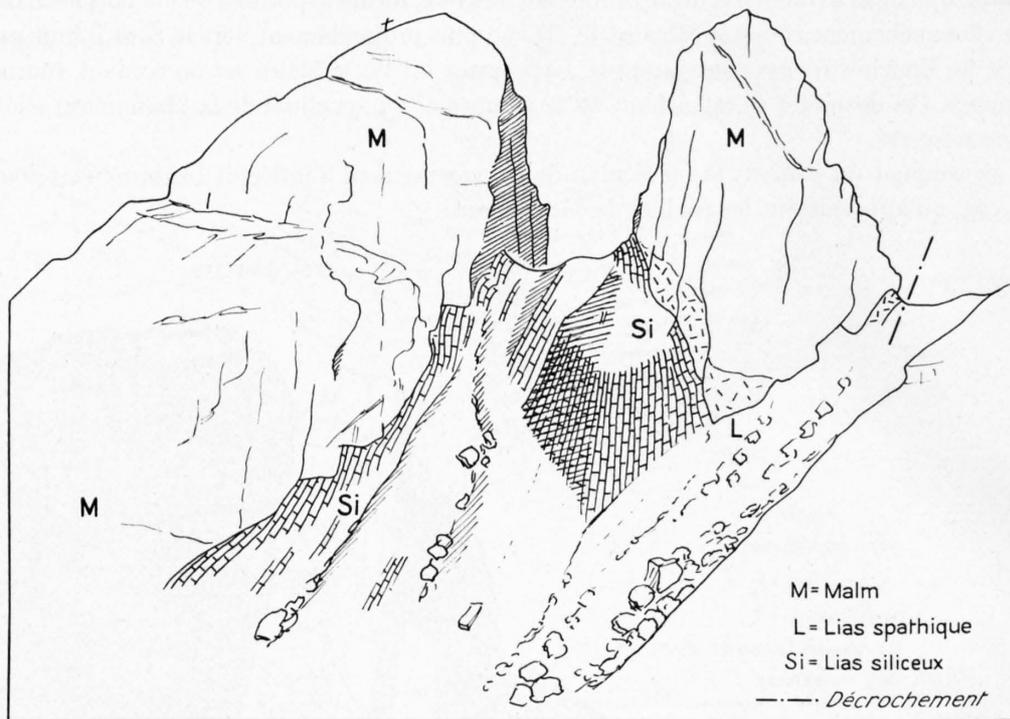


Fig. 38. L'anticlinal des Jumelles, vu des Crosses.

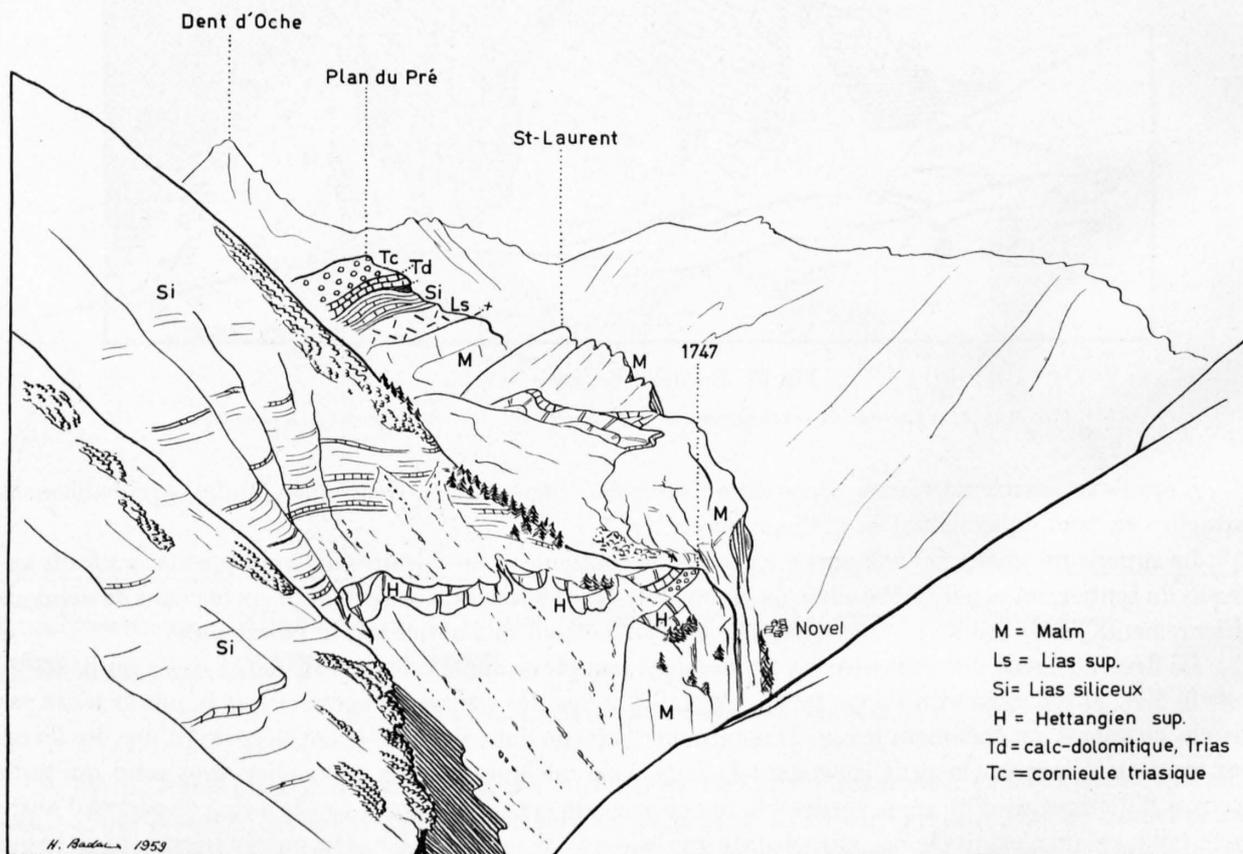


Fig. 39. Le plan de chevauchement du Grammont à l'W du décrochement des Jumelles.

épaisse et complète Cénomaniens-Yprésiens. Cette disposition s'explique parfaitement si le déplacement de la lèvre SW s'est fait horizontalement vers le NW. L'accident des Jumelles est donc un décrochement dextre, ce qui est la règle pour ceux dont la direction est NW. D'ailleurs, une composante verticale peut très bien accompagner la translation principale.

Le long du couloir, des paquets de Néocomien et de Cénomaniens, appartenant aux écaillés du Grammont, ont été traînés dans le plan du décrochement. Vers le haut, l'accident s'atténue et se ramifie (voir fig. 37). Ce dessin, pris de l'alpe de Voyis, laisse voir deux accidents : le premier faisant buter le Rhétien et l'Hettangien inférieur du col des Murailles contre le Sinémurien ; la seconde cassure sépare ce dernier terrain, du Malm de la Petite Jumelle.

Sur la lèvre SW du décrochement, les couches sont déformées. Ainsi la plaque de Malm du flanc S de l'anticlinal du Grammont est affectée d'un anticlinal aigu, suivi d'un petit synclinal (voir fig. 38). L'érosion a crevé la voûte anticlinale à cœur liasique, et a isolé ainsi la Petite de la Grande Jumelle. Les mêmes replis se marquent aussi dans la grande pente sinémurienne qui longe à l'W le couloir du Tombeau.

A l'W du décrochement, un sentier cartographié suit à peu près la trace du plan de chevauchement (voir fig. 39). Il relie le col des Murailles au lac de Lovenex.

En général, le plan de chevauchement dans le Malm est recouvert par le Trias du cœur de l'anticlinal, plus rarement par l'Hettangien supérieur. Ces deux terrains sont repliés ensemble, comme à la Pointe de la Chaumény ; cela s'observe par exemple au col du Plan St-Laurent (voir fig. 4). Au-delà du Creux de Mottey, le chevauchement s'observe bien à Plan du Pré, sommet situé au N des chalets de Lovenex. Là, comme à l'extrémité orientale, le chevauchement s'atténue et l'on voit reparaître le flanc renversé, très écrasé il est vrai, de l'anticlinal du Grammont (voir fig. 40).

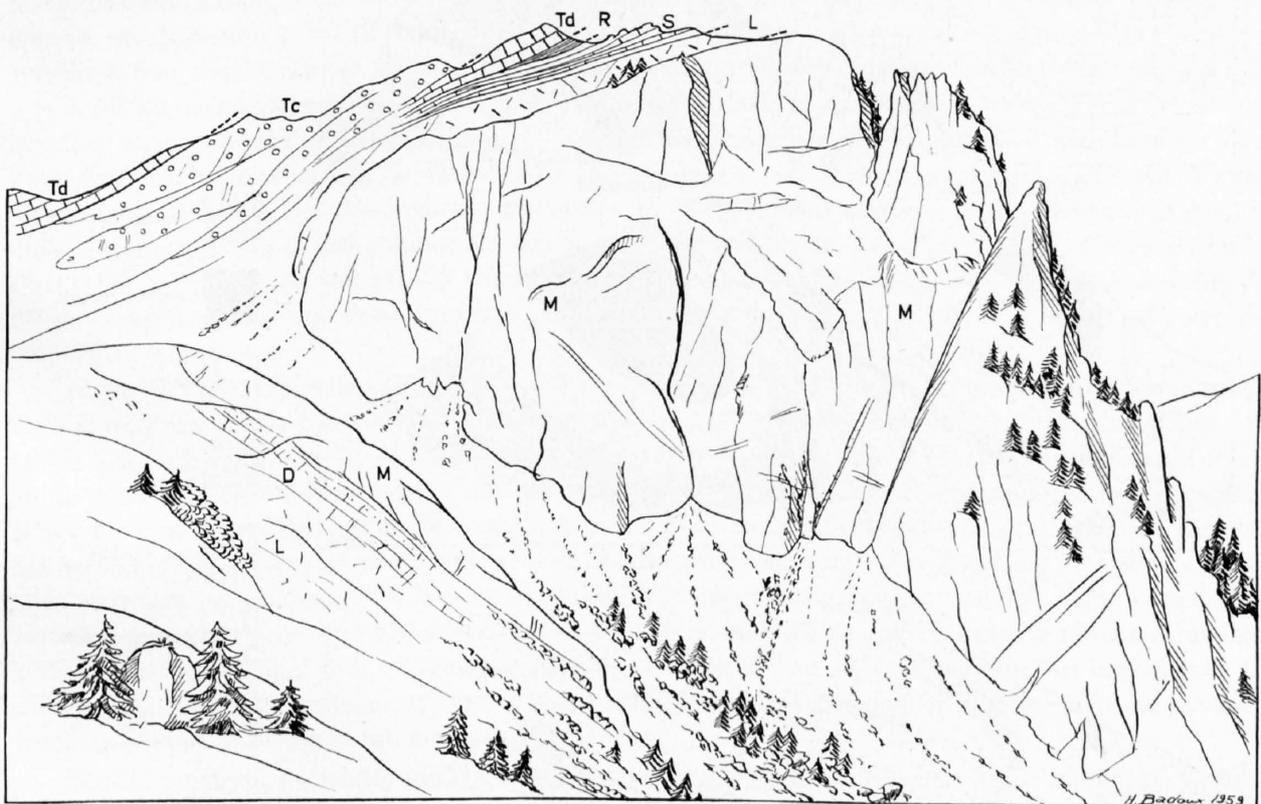


Fig. 40. Plan du Pré, vu de l'E.

M = Malm, D = Dogger, L = Lias spathique, S = Lias siliceux, R = Rhétien, Td = Trias dolomitique, Tc = Trias cornéule.

Sous l'épaisse masse triasique au S et la séparant du Malm ployé en synclinal, on retrouve un peu de Lias spathique, de Sinémurien, d'Hettangien et de Rhétien, en série renversée. A l'W du sommet de Plan

du Pré, le «Dogger intermédiaire» apparaît. On est proche de la fermeture du synclinal de la Chaumény, qui s'observe dans les parois dominant le chemin reliant Lovenex à l'Au de Morges.

Dans cette description du front de l'anticlinal du Grammont et de son plan de chevauchement, j'ai laissé de côté les failles et autres accidents, sauf le décrochement des Jumelles. Comme elles traversent également, lorsqu'elles ont quelque importance, le synclinal de la Chaumény, elles seront sommairement analysées dans le chapitre suivant.

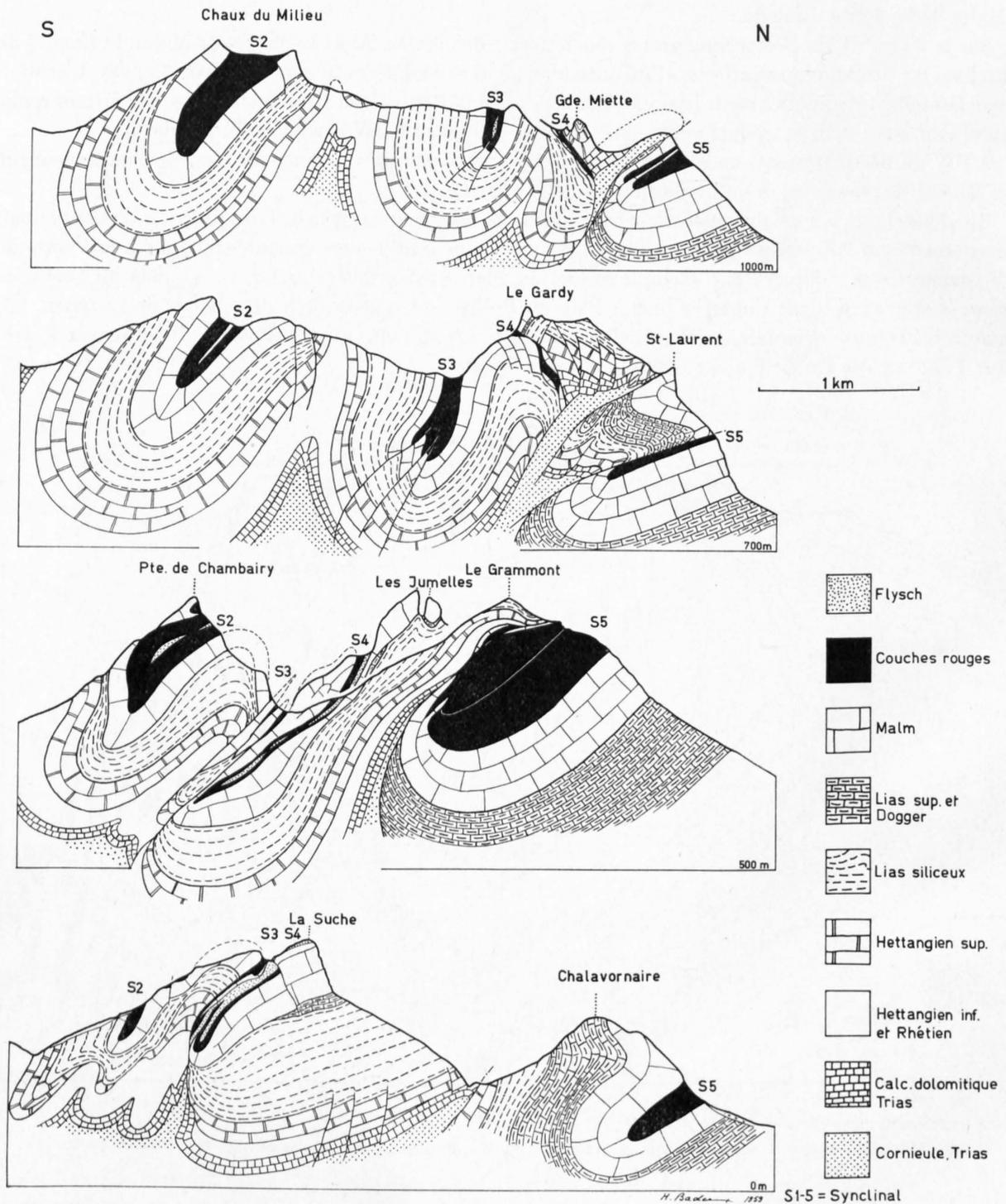


Fig. 41. Coupes de la partie frontale des Préalpes valaisannes (1:25 000).

Le synclinal de la Chaumény

Dans le chapitre consacré aux Couches rouges, j'ai donné de nombreuses observations relatives à la structure du cœur de ce synclinal. Il suffira de rappeler qu'il est toujours incomplet, le Crétacé n'étant jamais présent simultanément dans les deux flancs. En particulier, entre le décrochement des Jumelles et Port Valais, on n'observe que la série normale des Couches rouges, sur laquelle le Malm renversé repose en contact tectonique.

La bande de Couches rouges affleure aux cotes suivantes, de l'W à l'E :

Creux de Varmy — entre 1700 et 1800 m

Creux du Mottey — environ 1400 m

Tombeau des Allemands — environ 1400 m

de l'autre côté du décrochement :

Arête des Chorasses — entre 1850 et 2000 m

Arête de la Chaumény — entre 1820 et 1880 m

Au N de la Croix de la Lé — entre 1580 et 1680 m

Au N de Chalavornaire — sommet à 1120 m

Au Châble aux Cochons — sommet à 650 m

Port Valais à 390 m.

L'abaissement dans le compartiment situé à l'W du décrochement des Jumelles est dû en grande partie à une descente axiale. Dans cette zone, l'étranglement du cœur de Couches rouges, la présence presque exclusive du Néocomien et du Cénomaniens, tout semble indiquer une faible profondeur de l'axe du synclinal. Son abaissement correspond donc à peu près à celui des affleurements, soit de 10° environ vers l'E.

A l'E du décrochement des Jumelles, le brusque élargissement du cœur de Couches rouges révèle un synclinal beaucoup plus profond que dans l'W. Il n'est malheureusement pas possible d'estimer jusqu'où il s'étend en profondeur vers le S. La direction des couches dans ce secteur est très constante; elle est EW avec un pendage S de 45°. Les affleurements de Couches rouges jalonnent une ligne dirigée N80°E. On devrait donc s'attendre à voir le Crétacé monter vers la vallée du Rhône. Or, c'est l'inverse qui se produit. De la Chaumény à Port Valais, soit sur 3,6 km, l'abaissement est de 1500 m, ce qui représente une descente de 25° en moyenne. Il ne s'agit donc pas d'une descente axiale ordinaire, mais de l'effet additionné d'un grand nombre de failles.

Entre les Chorasses et la Croix de la Lé, il y a des accidents NW et NE en proportion presque égale, mais le rejet des failles NE semble en moyenne plus important. Entre la Croix de la Lé et la plaine, les failles NE sont pratiquement seules représentées. Dans la région de Chalavornaire, quelques-unes de ces failles traversent l'arête et se suivent dans le versant S. Elles traversent, ce faisant, la série verticale du Malm, des Couches de Vervine, du Lias spathique, etc. Ces niveaux montrent de part et d'autre des cassures, des décalages qui atteignent 100 à 200 m. Il en résulte que ce sont des décrochements et comme c'est la règle pour tous les accidents NE, ils sont senestres. On ne peut pas exclure la présence d'une composante verticale, qui aurait pour effet d'abaisser les lèvres SE. Cela semble nécessaire, à moins d'admettre que sous le Grammont le synclinal de la Chaumény s'enfonce jusqu'au niveau du lac; ce qui est fort improbable. Le jeu combiné des rejets verticaux et horizontaux permet facilement d'expliquer l'abaissement des cotes du synclinal jusqu'à la plaine et son décalage vers le N.

Sous le synclinal, les pentes rapides et boisées qui tombent vers le lac, sont déterminées par l'épaisse série du flanc normal à dominance calcaire: Malm, Couches de Vervine, Lias supérieur, Lias moyen et Lotharingien spathique, Rhétien, Trias, calcaires dolomitiques et cornieule. A la base de cette dernière passe un plan de chevauchement très important, qui se poursuit au pied N de la Dent d'Oche et atteint vraisemblablement le col de Queffait. C'est le chevauchement de la Chaumény (BADOUX et GUIGON, 1958).

D'abord peu incliné dans le vallon de la Morge, le plan de chevauchement monte en se redressant en coup de pelle et passe le col de la Frête à la cote 1078, puis redescend lentement vers l'E, passe probable-

ment entre 550 et 600 m au S de Bouveret et doit disparaître sous les alluvions du Rhône, au N de Port Valais. Au S de Bouveret, il marque le contact avec le substratum de Molasse rouge. Il n'en est pas de même à l'W, à la Frête et au voisinage de la frontière. Là, le chevauchement de la Chaumény est à 1,5 km au S du bord des Préalpes, et plus à l'W encore, à la Dent d'Oche, il s'en est écarté de 6 km environ.

Le vallon de la Morge et la Frête

La montagne de la Frête, qui domine St-Gingolph, présente une structure synclinale, qui se prolonge au-delà de la Morge par le synclinal du Blanchard (ou des Mémises). En France, ce pli est séparé du chevauchement de la Chaumény–Dent d'Oche par deux synclinaux et deux anticlinaux. Vers l'E, ces quatre plis se perdent sous le glacière et au versant droit de la Morge, ils ne sont représentés que par de rares affleurements qu'il est très difficile d'attribuer à l'un ou l'autre de ces plis.

Dans le vallon de la Morge, c'est directement sous la cornieule triasique de la Chaumény que se trouvent les trois affleurements de la nappe de la Simme, déjà décrits dans la partie stratigraphique de ce travail. Le pointement le plus méridional, est celui de Clarive. Le second, qui ne comprend que du Flysch, se trouve dans le couloir de Freney, entre les cotes 910 et 1010 m. Ces deux affleurements appartiennent probablement à la même lentille. Elle doit se coincer plus au N; en effet, dans le couloir de Vervine, le Flysch manque. On trouve en bordure du couloir, entre les cotes 930 et 980 m, une série liasique renversée, avec du Lias silico-spathique à la base, puis du Lias siliceux, et au sommet de l'Hettangien supérieur. Plus au NE, le Flysch reparaît dans le couloir qui descend vers l'E du col de la Frête, pincé entre le Trias de la Frête et celui de la Chaumény.

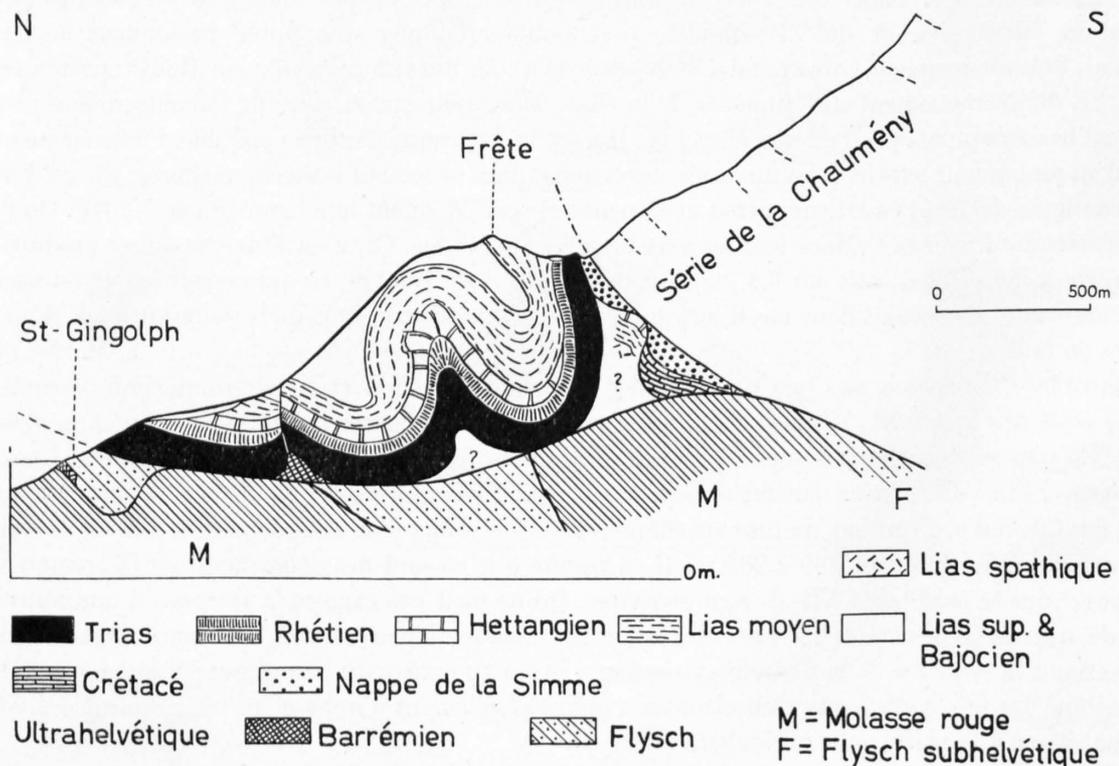


Fig. 42. Coupe schématique de la Frête.

Le dernier affleurement à signaler appartient comme le Lias du couloir de Vervine, aux Préalpes médianes. Il forme dans celui de Freney le substratum du Flysch de la Simme et comprend à la base du Néocomien et au sommet un peu de Couches rouges du Campanien–Maestrichtien–Paléocène.

La zone la plus haute est donc formée par la nappe de la Simme. Elle s'égrène sous le plan de chevauchement de la Chaumény–Dent d'Oche et se relie ainsi à l'affleurement du col de Queffait, signalé en 1939 par

E. GAGNEBIN. Or, comme généralement la nappe de la Simme est superposée à celle des Médiannes, cette disposition inverse souligne bien l'importance et la profondeur du chevauchement de la Chaumény. La présence de grès parautochtones, mélangés au Flysch de la Simme du couloir de Freney, en est une preuve supplémentaire. Cela explique aussi la brusque différence des faciès de part et d'autre du col de Frête.

Les couches qui constituent la montagne de la Frête, dessinent un synclinal asymétrique, à flanc méridional vertical ou renversé. Le flanc septentrional est doux, mais affecté de replis anticlinaux. L'un deux, sur la Morge, contient du Barrémien probable. Les deux replis du synclinal sont remplis de Lias supérieur et de Bajocien.

La base du flanc N du synclinal de la Frête est marquée par un long affleurement horizontal de Trias. La cornieule plonge au S de 20° et tranche les couches sous-jacentes suivant un plan jalonné de sources — le chevauchement de St-Gingolph.

Le substratum septentrional des Préalpes

Les terrains autochtones, qui au N de Morgins et de Monthey avaient disparu sous la masse préalpine, ressortent sur le bord du lac. Ils comprennent là seulement du Flysch et de la Molasse rouge.

L'affleurement le plus méridional se trouve dans la carrière située au bord de la route des Evouettes à Bouveret, 1 km avant ce dernier village. Les couches, qui plongent au SE de 50° , sont en position renversée. Dans la carrière, on exploite des grès verts appartenant au Flysch. Ils reposent au N sur des marnes micacées, accompagnées de grès couverts de débris charbonneux et où l'on trouve quelques petits *Cardium*. C'est le Rupélien. Vers le N, il s'appuie sur la Molasse rouge. Cette formation occupe toutes les collines au S de Bouveret jusqu'à la cote 550 m. Il s'agit d'une série surtout marneuse rouge où s'intercalent des grès de même couleur et quelques gros bancs de grès calcaires gris. Ces derniers, qui rappellent un peu ceux du Flysch, s'en écartent par leur composition minéralogique.

Les couches de cette région de Bouveret, ont une direction extrêmement constante — $N60^\circ E$, avec des pendages au SSE dont les valeurs oscillent entre 20° et 90° avec une moyenne de 47° . Si l'on tient compte de la direction du pendage des couches et de la largeur de l'affleurement, on peut calculer l'épaisseur de la série visible. On obtient 1050 m. Cette très grande épaisseur résulte peut-être d'une structure en écailles auxquelles ne participerait que de la Molasse rouge. Elle serait de ce fait difficile à déceler. En un point, au tournant de la route avant l'Hospice des sourds-muets, les marnes rouges sont affectées par une schistosité grossière dont les plans sont dirigés NE et plongent au SE de 70° . Ceci indique que les plis ou les écailles molassiques sont dirigés parallèlement aux couches.

Le contact entre Préalpes et Parautochtone ou Autochtone n'est pas visible, mais d'après les altitudes maxima de la Molasse, il est clair que le plan de chevauchement (de la Chaumény dans cette zone) monte de Port Valais vers le WNW. Il atteint 550 m au minimum au SW de Bouveret. De là, il redescend vers l'W et passe à la cote 410 m dans la carrière du Fenalet, à 1,5 km de St-Gingolph. Ainsi la surface de charriage dessine une large ride ou bosse qui s'envoie en direction du col de la Frête. Cette direction fait avec l'axe des plis des Médiannes (qui sont EW) un angle de 30° .

A la carrière du Fenalet, c'est du Flysch ultrahelvétique (type Voirons ou Gurnigel) qui est exploité. Il forme le bas de la carrière. Dans le haut de la carrière affleure la cornieule préalpine surmontée de moraine. Le Flysch sous-jacent est zébré de failles dues à la surcharge préalpine, mais qui ne suffisent pas à masquer l'orientation générale des couches. Elles demeurent parallèles à celles de la Molasse rouge (plongement au SSE de 40 à 50°).

De là, vers St-Gingolph, le chevauchement se suit horizontalement. Mais sous lui, le substratum change, au Flysch de la carrière succède à 1 km de St-Gingolph à nouveau la Molasse rouge. Puis le Flysch ultrahelvétique reprend. Il est accompagné par un peu de Barrémien découvert par E. GAGNEBIN en 1944. Dans cette note, le dispositif structural rappelé ci-dessus est parfaitement décrit. Le plan de chevauchement se suit vers l'W le long de la côte française, où à Locum un faisceau d'écailles apparaît sous le chevauchement de St-Gingolph. Ainsi le front des Préalpes médianes descend au-dessous du niveau du lac.

Les relations du Flysch ultrahelvétique et de la Molasse rouge sont difficiles à élucider. E. GAGNEBIN pensait que ce Flysch avait été entraîné par la masse préalpine et aurait ainsi été accumulé dans les creux de la surface molassique. D'autre part, le parallélisme des couches de ces deux formations devient difficile à expliquer. Il le serait moins, si le Flysch et la Molasse étaient écaillés ensemble. Quelle que soit la solution envisagée, il n'en demeure pas moins que la surface de chevauchement des Préalpes médianes présente de fortes irrégularités.

Il ne faut pas perdre de vue que dans notre région la limite N actuelle des Préalpes médianes ne correspond pas au front de cette nappe. C'est une limite d'érosion. Les bosses de cette surface, telles que celle du Bouveret, étaient donc engagées sous la masse chevauchante avant les érosions quaternaires. Il me semble difficile de ne pas attribuer l'origine de la surface irrégulière de la molasse à une érosion plus ancienne que l'arrivée des Préalpes. Cela impliquerait que les écaillés et le redressement de la Molasse de Bouveret-St-Gingolph seraient eux aussi antérieurs au chevauchement, ou en tout cas à l'arrivée du front préalpin dans sa position actuelle. Les différences de direction entre les axes des Médianes et de la Molasse confirment cette hypothèse. Dans le chapitre consacré au substratum affleurant sous la zone radicale des Préalpes, nous étions arrivés aussi à la conclusion que le plissement de l'Autochtone était là aussi antérieur au chevauchement préalpin. Il ne faut cependant pas conclure qu'il y a eu une phase plicative de l'Autochtone unique et antérieure à la mise en place des Préalpes. Les plis de Monthey et ceux de Bouveret ne sont pas nécessairement synchrones. Ils ont très bien pu se former juste à l'avant de la masse préalpine glissant lentement vers le N; les plis de Bouveret n'ayant pas encore pris naissance alors que ceux de Monthey étaient déjà dépassés par les Préalpes. L'existence d'une phase plicative distincte et unique de l'Autochtone molassique ne peut cependant pas être écartée. Mais c'est là un problème qui ne peut être résolu sans aborder l'ensemble de l'édifice préalpin et de la Molasse subalpine. Cela nous entraînerait trop loin et d'autre part, ce problème sortirait du cadre de ce travail, qui est une monographie régionale.

Remarques et conclusions sur la tectonique des Préalpes médianes plastiques du Valais

Dans ce chapitre, j'essaierai de dégager les caractères tectoniques généraux de cette région, puis d'en tirer quelques conclusions.

Les Plastiques comprennent une succession d'anticlinaux et de synclinaux déjetés vers le N et dont les plans axiaux sont inclinés au S. Les plis se marquent sur la carte par des bandes EW.

Parfois un plan de chevauchement interne longe l'axe des anticlinaux. On en trouve dans celui d'Outanne, dans celui du Grammont et à la base de la série de la Chaumény. Ils sont d'autant moins inclinés qu'ils sont plus septentrionaux. On note en quelques points des plans de failles horizontaux (Pointe de Chambairy) avec glissements vers le N de la lèvre supérieure. Tout cela révèle une déformation horizontale avec freinage basal bien en accord avec les caractères d'une nappe de glissement.

Les plis montrent des culminations ou zones hautes qui coïncident avec la frontière, qui est en même temps la ligne de partage des eaux des bassins du Rhône et de la Dranse. Vers la vallée du Rhône, les axes descendent avec des valeurs moyennes, que l'on peut mesurer pour quelques-uns d'entre eux, soit :

- synclinal de Savalène . . = 10° vers l'E
- anticlinal de Bise . . . = 13° vers l'E
- synclinal de Tanay . . . = 12° vers l'E.

Bien que les abaissements soient difficiles à mesurer exactement pour les autres plis, il est certain que ces inclinaisons vers l'E se retrouvent dans les anticlinaux d'Outanne, de Verne et dans le synclinal de la Chaumény. Il est impossible de conclure en ce qui concerne l'anticlinal du Grammont. Les descentes axiales moyennes sont dues soit à une inclinaison de l'axe, soit à un jeu de cassures, soit aux deux simultanément.

Les plis sont recoupés par de très nombreuses failles. Ces cassures tranchent souvent plusieurs plis, elles leur sont donc postérieures. Cela ne veut pas dire qu'elles datent d'une autre phase orogénique distincte. Elles sont apparues vers la fin du plissement. Il s'agit non pas de cassures profondes recoupant la

nappe sus-jacente, mais d'accidents internes. La faible extension, même des décrochements importants, tels ceux de Cheseule ou des Jumelles, en est la preuve.

La plupart des failles sont verticales et comportent une composante horizontale dominant largement la composante verticale. Ce sont donc des décrochements. Les uns sont dextres, ils sont dirigés NW-SE; les autres sont senestres, leur direction est NE-SW. Il y a cependant aussi des failles normales; elles jouent un rôle important dans le synclinal de Savalène (flanc renversé) entre Torgon et la plaine.

Les décrochements dextres sont surtout abondants vers la frontière française, c'est-à-dire à la culmination des plis. Les décrochements senestres règnent par contre à l'E dans la zone où les plis s'abaissent vers la vallée du Rhône. Il faut remarquer que des décrochements senestres apparaissent localement dans la zone haute où ils s'associent aux décrochements dextres.

Le jeu de ces multiples décrochements senestres est double. D'une part il provoque une avancée vers le NE de l'aile orientale des plis, d'autre part, il provoque leur élongation vers l'E.

Le déplacement vers le NE (qui atteint 2 km pour le synclinal de la Chaumény) semble dû à une progression plus facile de l'aile orientale des plis, alors que dans la zone frontière, ils étaient déjà arrêtés ou fortement freinés. Cette zone de freinage coïncide avec la culmination des plis. Ces deux phénomènes résultent peut-être d'une cause unique, un obstacle?

L'élongation vers l'E des plis, résultant du jeu des décrochements, est du même ordre de grandeur que les déplacements vers le NE, soit de 1 à 2 km. Il faut en déduire que, à l'emplacement de la vallée du Rhône, devait exister un vide ayant rendu possible cet allongement. L'étude de failles du flanc renversé du synclinal de Savalène nous avait amenés à la même conclusion. Il faut donc admettre que la vallée du Rhône ne correspond pas à un simple décrochement, mais à une large déchirure, séparant l'arc romand de l'arc chablaisien. La mise en place des deux masses serait donc indépendante. C'est, semble-t-il, une conclusion qui s'impose et qui seule rend compte de la liberté de mouvement de l'aile orientale du lobe chablaisien.

Les modifications de style des plis, la localisation des plans de chevauchement à l'intérieur de la nappe et les culminations axiales résultent, dans les nappes de glissement, des irrégularités du fond sur lequel la masse allochtone s'avance, de la plasticité plus ou moins grande des séries et des variations de vitesse locales de la déformation. Le rôle de ces facteurs est difficile à apprécier. Les obstacles dus aux irrégularités du fond, étant masqués sous les Préalpes ou enlevés par l'érosion quarternaire, sont impossibles à mettre en évidence.

L'influence de la plasticité des séries se voit mieux: ainsi la zone de la Chaumény, avec ses épaisses séries calcaires, constitue dans l'ensemble plus plastique du reste des Médiannes, une barre EW rigide qui a provoqué le chevauchement du Grammont et probablement aussi celui de la Chaumény.

L'influence due aux variations de la vitesse de déformation nous échappe complètement. Les vitesses sont conditionnées par de multiples facteurs et doivent varier non seulement d'un point à l'autre, mais d'un moment à l'autre. Dans la masse en écoulement, la naissance d'une voûte ou d'une faille modifie complètement le champ des contraintes, les vitesses de déformations, etc. Ce sont là les difficultés majeures qui ne permettent pas à l'heure actuelle de préciser davantage l'évolution tectonique d'une région.

Résumé, conclusions et hypothèses

Dans les pages qui précèdent, je me suis généralement abstenu de formuler des hypothèses ou des idées, sauf lorsqu'elles me semblaient solidement appuyées par les observations ou généralement reçues par les géologues alpins. Dans ce chapitre, je ne respecterai pas toujours cette attitude prudente. Cela se justifie par le fait que certaines hypothèses, même si elles sont fragiles, peuvent être utiles aussi bien par les réflexions qu'elles provoquent, que par les vérifications qu'elles appellent.

Les trois unités préalpines qui, avec l'Ultraschweizer, constituent les montagnes entre Monthey-Morgins et le Léman, sont: la nappe de la Simme, comprenant peut-être le Flysch à Helminthoïdes,

la nappe de la Brèche et la nappe des Préalpes médianes. Dans cette dernière, se dessinent trois segments; du N au S, les Médiannes plastiques, les Médiannes rigides et le Flysch à lentilles.

La nappe de la Simme est la plus élevée dans l'édifice. Ses terrains se sont déposés dans le S du géosynclinal alpin, ce que l'on déduit de leur analogie avec ceux de la bordure méridionale des Alpes. Mais la localisation exacte de son bassin sédimentaire dans la chaîne, et par rapport à ceux des autres nappes préalpines, demeure inconnue. La nappe de la Simme est caractérisée par un Flysch crétacé contenant des poudingues — dits de la Mocausa — à galets de dolomies, de radiolarites et de spongolithes. Le Flysch à Helminthoïdes, maestrichtien, bien reconnaissable à ses bancs de calcaires blonds, se rattache peut-être à la même unité. Tandis que le Flysch Simme certain ne se trouve que dans le synclinal de la Morge, celui à Helminthoïdes est très largement répandu, aussi bien dans le domaine des Plastiques que dans celui du Flysch à lentilles et même dans la Brèche.

Les bassins sédimentaires de la Brèche et des Médiannes étaient juxtaposés. Celui des Médiannes, dont le substratum constitue actuellement la nappe du Grand St-Bernard, se situait au N de celui de la Brèche.

L'histoire de ces deux bassins commence avec la transgression triasique et demeurera semblable jusqu'au Lias moyen. Cependant, après le dépôt des quartzites werféniens, une subsidence marquée pendant le Muschelkalk, va permettre l'accumulation dans le bassin des Médiannes, de plusieurs centaines de mètres de dépôts néritiques, calcaires à algues, calcaires oolithiques et dolomies. Le Carnien est très variable — corneule, grès à plantes et peut-être dans le N gypse. L'unité des bassins est à nouveau bien marquée au Norien. Les dolomies blondes à grain fin, qui le constituent, se retrouvent dans les deux unités. Elles sont en bancs réguliers, intercalés de schistes dolomitiques beiges à la base, verts et noirs au sommet. Le passage au Rhétien est graduel.

L'appartenance du gypse, apparaissant au cœur des anticlinaux des Médiannes à cette dernière nappe, demeure hypothétique. Il pourrait éventuellement se rattacher à la plus haute des unités ultrahelvétiques — la nappe Bex-Laubhorn. La première hypothèse semble actuellement la plus probable car nulle part du Flysch, ou un autre terrain ultrahelvétique, ne s'intercale entre le gypse et le sommet du Trias.

Le Rhétien, où alternent les faciès souabe et carpathique, est semblable dans les deux nappes avec un maximum d'épaisseur dans la partie méridionale des Plastiques. Le cadre sédimentaire demeure, dans ses traits généraux, le même durant l'Hettangien, sauf qu'une ride se soulève à la latitude du Grammont. Sur ce haut-fond, l'Hettangien supérieur devenu dolomitique, est transgressif directement sur le Trias.

Ce bombement sous-marin va subsister et s'élargir vers le N pendant le Sinémurien et le Lotharingien. Les faciès sombres, calcaires à silex et schistes, se suivent de la Brèche au Grammont, où les deux étages diminuent de puissance et sont très fossilifères. Plus au N, le Lotharingien devient plus néritique encore. C'est un calcaire à entroques transgressif directement sur le Rhétien. Au-delà, c'est probablement le Pliensbachien qui recouvre l'Hettangien que la transgression a épargné.

Le Lias moyen et supérieur marque un changement complet des conditions bathymétriques. Il se produit un vaste mouvement de bascule dont l'axe coïncide avec l'anticlinal du Grammont. Le sud des Médiannes se soulève et émerge, alors que la partie septentrionale s'enfonce sous les flots. Au N, vont régner des faciès profonds, calcaires siliceux à la base, marno-calcaires et marnes à *Cancellophycus* et ammonites au sommet. La zone d'articulation du Grammont est caractérisée par des faciès de rivage — calcaires à entroques. Au S la zone émergée, dont les couches plongent au N jusqu'à 20°, constitue une cordillère exondée, séparant ainsi les deux bassins des Médiannes et de la Brèche. Cette terre, où par endroits s'élaborent des sols tropicaux rouges, va fournir l'argile, les limons et les sables des Schistes inférieurs et les éléments de la Brèche. Ces derniers résultent d'éroulements de falaises ou de violentes ovaïlles.

Au Dogger, la situation demeure semblable. Le talus du bassin septentrional s'est déplacé vers le N et il faut aller dans le synclinal de la Chaumény (flanc inverse) pour trouver les sédiments néritiques: les calcaires oolithiques et graveleux des Couches de Vervine. Plus au N, vient la zone profonde où se poursuit le dépôt des marno-calcaires à *Cancellophycus* et à ammonites.

A la fin du Dogger, la zone émergée est pénéplainée, ce qui provoque la disparition partielle des brèches dans les Schistes ardoisiers et va rendre possible la transgression du Malm. Le dépôt des calcaires du Malm s'est fait sous une faible tranche d'eau. Elle ne dépassait peut-être pas quelques mètres pour le niveau oncolithique du Séquanien. Vers le S, la base du Malm prend un faciès spécial: brèches, marnes charbonneuses,

couches à bivalves; ce sont les Couches à *Mytilus*. Vers la fin du Jurassique supérieur les deux bassins de la Brèche et des Médiannes sont à nouveau réunis.

Avec le Valanginien, les eaux se retirent de cette vaste plateforme (Brèche + Médiannes) pour se réfugier dans le N des Plastiques où le Malm déjà présentait des faciès plus profonds, ainsi qu'en témoigne l'Argovien noduleux à ammonites. Le rivage irrégulier de la mer valanginienne mordait sur l'anticlinal du Grammont (la Combe). Il est marqué par des faciès à entroques alors qu'au N se déposent des calcaires lithographiques à radiolaires et silex.

Avec le Crétacé supérieur, la mer envahit graduellement la plateforme. Au Cénomanién, elle recouvre partiellement les Plastiques; au Sénonien supérieur et Campanien, elle atteint les Rigides et au Campanien-Maestrichtien, elle submerge la zone du Flysch à lentilles et pénètre dans le territoire de la Brèche. Mais dans le domaine reconquis par les eaux, la sédimentation est irrégulière. Des zones, celles du synclinal de Savalène par exemple, demeurent hautes. Les courants marins y empêchent toute sédimentation pendant le Sénonien, le Maestrichtien et le Danién. Les calcaires du Malm qui formaient le fond rocheux se cuirassent d'un hard ground phosphaté. Au Paléocène les profondeurs augmentent; de part et d'autre du haut-fond de Savalène, se déposent des calcarénites, puis les conditions deviennent uniformes et probablement profondes ce qui indique la graduelle prédominance des radiolaires sur les globigérinidés et les globorotalidés dans les Couches rouges éocènes.

A l'Yprésien moyen ou supérieur, les apports détritiques s'intensifient; c'est le Flysch schisto-gréseux qui se sédimente et ce dépôt durera jusqu'au Lutétien supérieur ou au Priabonien.

A ce moment la sédimentation dans les bassins de la Brèche et des Médiannes est interrompue par l'arrivée de la nappe de la Simme et du Flysch à Helminthoïdes. Cette masse de Flysch, mise en place par glissement gravitatif, fera désormais corps avec les deux nappes qui lui servent de substratum et sera déformée passivement avec elles.

Les bassins de la Brèche et des Médiannes montrent du Trias à l'Eocène une grande instabilité. On voit des zones s'effondrer, alors que d'autres se relèvent. Les mouvements positifs compensant les mouvements négatifs, on pense tout naturellement à une déformation ondulatoire, à un plissement du fond. Il ne semble pas que ce soit le résultat d'une phase de tension. Les failles ne jouent pas de rôle dans l'évolution du bassin des Médiannes; en tout cas je n'en ai point constaté. Par contre les discordances angulaires, les variations rapides d'épaisseur s'observent en de nombreux points. Il n'est cependant pas exclu que la limite N du bassin de la Brèche ait été déterminée par une faille. Elle n'est bien entendu plus visible; mais son existence permettrait d'expliquer, mieux que ne le ferait un simple bombement, la sédimentation particulière de la nappe de la Brèche.

Les mouvements orogéniques s'accroissent et se généralisent à l'Oligocène. La zone centrale des Alpes se soulève. Les eaux qui la recouvraient sont chassées et vont se réfugier dans les bassins qui se creusent aux deux flancs de la chaîne — la plaine du Pô au S et le bassin molassique au N. Ainsi se forme le plan incliné suivant lequel les couvertures secondaires et tertiaires de la zone centrale vont glisser vers le N et venir recouvrir la partie méridionale du bassin molassique. Ces nappes, ayant échappé aux compressions de la zone interne, seront dépourvues de métamorphisme alpin. Deux ensembles d'unités tectoniques participent à cette translation: les nappes helvétiques et ultrahelvétiques issues de l'avant-fosse et les nappes préalpines d'origine plus méridionale — pennique et austro-alpine.

Le déroulement du paroxysme est difficile à préciser car les critères précis font défaut. Les uns sont tirés de la composition pétrographique des conglomérats molassiques, les autres, des relations géométriques des nappes entre elles.

Les premiers galets alpins apparaissent dans la molasse chattienne. Ce sont des éléments provenant surtout de la nappe de la Simme et peut-être des Médiannes. Les éléments cristallins et helvétiques apparaissent plus tard dans les conglomérats molassiques. Les Préalpes se seraient donc mises en place avant l'Helvétique. Il faut cependant remarquer, qu'en toute rigueur, la seule conclusion que l'on puisse tirer de la nature des conglomérats molassiques, c'est que les Préalpes furent soumises avant l'Helvétique à l'érosion. Elle ne permet pas de juger la position relative ou absolue de ces unités.

Les relations géométriques des nappes entre elles ont été souvent invoquées pour distinguer des phases tectoniques successives. L'un des critères utilisés est fourni par les encauchonnements. Sa valeur a été,

à mon avis, fortement exagérée. En effet, l'encapuchonnement peut résulter aussi bien d'une variation momentanée des vitesses d'écoulement des nappes en mouvement, que de phases successives et distinctes. L'ordre de superposition actuel donne des indications plus sûres. Ainsi, les plis helvétiques de la nappe du Wildhorn, engagés sous la masse du Niesen, indiquent une mise en place de cette dernière nappe, postérieure à celle de l'Helvétique. Il en est de même en Chablais de la Brèche et du Flysch à lentilles de Couches rouges par rapport à l'Autochtone. En examinant le difficile problème de l'ordre des mises en place sous des angles divers et pour l'ensemble des Alpes suisses, on arrive à des conclusions contradictoires. A mon avis, cela provient du fait que les phases orogéniques, que l'on a voulu successives, sont en gros synchrones. Il faut revenir à la notion d'un paroxysme unique, mais beaucoup moins violent et rapide qu'on ne l'imaginait il y a un demi-siècle.

Dans l'ensemble des nappes helvétiques et préalpines, une unité se détache par son rôle tectonique, c'est l'Ultrahelvétique. Sa diverticulation, amorcée peut-être à l'époque du Flysch, s'est poursuivie au début du paroxysme. Il se crée ainsi un coussinet plastique qui va faciliter le glissement des autres nappes et qui jalonnera les discontinuités principales de l'édifice: celle qui sépare Morcles des nappes helvétiques supérieures et celle qui isole le Préalpin, de l'Helvétique et de l'Autochtone.

Dans la zone qui nous occupe ici, l'Ultrahelvétique a été passivement entraîné vers le N par la masse préalpine. Bien développé sous Dréveneuse et rejaillissant aux limites W et N de la «dalle», il ne doit avoir laissé que de rares copeaux sous les plastiques. C'est ce que montre la région Bouveret-St-Gingolph avec ses petites écailles de Flysch et de Barrémien, fichées dans les creux de la Molasse rouge.

Les premiers plis qui naissent dans notre région sont ceux de l'Autochtone. Ils sont tronqués et recouverts en discordance par le Préalpin et parfois déformés par le passage de la masse allochtone. Ils sont antérieurs au chevauchement des Préalpes, sans qu'ils appartiennent pour autant à une phase distincte. Ils ont en effet dû se former au front et sous la poussée des nappes. Avec l'avancée de ces dernières, les déformations du substratum autochtone se seraient graduellement déplacées vers l'axe du bassin molassique. Ainsi, les plis de Monthey seraient plus anciens que ceux du Bouveret et ces derniers à leur tour seraient antérieurs aux écailles de la Molasse subalpine. Le bord des Préalpes entre St-Gingolph et Bouveret est dû à l'érosion, ce n'est pas le front de la nappe.

Lors de leur mise en place, les deux arcs préalpins – romand et chablaisien – étaient nettement séparés. Ce partage de la masse préalpine en deux résulte de la forme arquée de l'ensemble de la chaîne et non d'un obstacle placé dans l'axe de la vallée du Rhône.

L'arc chablaisien devait être beaucoup mieux marqué, lors de son avancée, que de nos jours. Cela surtout pour la zone des Plastiques, dont l'aile droite comportait des plis de direction SE ou SSE. Cet arc va buter du front contre un obstacle, placé dans l'axe de la frontière franco-suisse. Ce butoir, partiellement enlevé par les érosions quaternaires, n'était autre probablement que le massif des poudingues du Pélerin. Contre ce saillant, la matière s'accumule, les plis se serrent et s'élèvent. Ainsi, prend naissance la zone de culminations axiales (ou la transversale surélevée), que suit la ligne de partage des eaux du Rhône et de la Dranse. Mais l'aile droite des Plastiques, rencontrant moins de résistance, va poursuivre sa progression vers le N, alors que le front se stabilise. En même temps, ces plis s'allongent vers l'E à la faveur de nombreux décrochements senestres dirigés NE, ou de failles normales inclinées vers la vallée. C'est l'existence de la déchirure séparant les deux arcs, c'est-à-dire d'un vide dans l'axe de la vallée du Rhône, qui permet seul d'expliquer cet allongement des plis.

Les Médiannes plastiques montrent une série de plis déversés vers le N, accompagnés de rares chevauchements. La position de ces derniers est déterminée par la composition lithologique locale de la série plissée. Par exemple, la masse rigide du synclinal de la Chaumény, avec ses épaisses séries calcaires, est séparée des plis plus souples qui l'encadrent, par deux plans de chevauchements. Le supérieur – dit du Grammont – jalonne une zone qui a toujours été haute pendant la sédimentation.

La masse plissée est recoupée par un grand nombre d'accidents cassants. Ils comprennent quelques failles normales, entre Torgon et la plaine, et surtout des décrochements, c'est-à-dire des cassures subverticales, à rejet essentiellement horizontal. Ces décrochements sont de deux types:

1° Au voisinage de l'arête frontière, les décrochements sont dextres, dirigés vers le NW, et c'est la lèvre occidentale qui a glissé vers le NW par rapport à l'autre.

2° Sur les versants de la vallée du Rhône, prédominent les décrochements senestres. Ils ont une direction NE et c'est la lèvres orientale qui a glissé vers le NE par rapport à l'autre.

Ces accidents recourent souvent plusieurs plis. Ils sont donc postérieurs au plissement, ou en tout cas ne se sont développés que vers la fin de la phase plicative.

Sur les arrières des Médiannes plastiques se pressait un groupe d'unités tectoniques comprenant de haut en bas: la nappe de la Brèche, le Flysch à lentilles de Couches rouges, les Rigides (ces deux derniers éléments appartenant à la nappe complexe des Préalpes médianes) et à la base, l'Ultrahelvétique reposant sur l'Autochtone arasé.

La nappe de la Brèche est l'unité tectonique majeure de cette masse méridionale. Elle couvre en une large cuvette synclinale une vaste région de la Savoie. La vasque de la Brèche est flanquée au N et au NW d'un anticlinal frontal, le pli de Trébante de M. LUGEON. Il aboutit à la frontière au col de Croix, entre le Mouet et la Tour de Don. La nappe déborde faiblement sur le territoire suisse, où elle présente un phénomène bizarre: c'est la présence, dans la région des Portes de Culet, de plis de direction méridienne. Ainsi, sur deux côtés, le bord de la masse synclinale de la Brèche est souligné par des plis. Ce dispositif tectonique curieux est difficilement explicable, mais indique sans ambiguïté, que les limites actuelles E, N et NW de ce vaste lambeau de recouvrement coïncident à peu près avec les limites originelles.

La nappe de la Brèche repose partout, dans le secteur étudié, sur le Flysch à lentilles de Couches rouges. Il est plus ou moins laminé sous la masse de la Brèche, mais s'épaissit au N où ses écaillés poussées et partiellement recouvertes par le front de la Brèche remplissent l'espace vide laissé entre la Brèche, les Rigides et les Plastiques. Dans ce faisceau d'écaillés sont emballées les lames de gypse des environs de Vionnaz. Ce Trias a été arraché à l'Ultrahelvétique sous-jacent.

Dans la région des Portes de Culet, le Flysch à lentilles et la Brèche viennent recouvrir le bord occidental de la «dalle» de Dréveneuse. Ce gros ensemble calcaire (Trias et Malm) sans niveaux marneux plastiques, montre une tectonique cassante, mais n'est pas totalement dépourvu de pli, en particulier vers le N. Là, la plaque s'infléchit rapidement et plonge verticalement le long du torrent de la Greffe. La moitié S de Dréveneuse laisse voir la base de ce lambeau. C'est en gros une surface plane qui tranche les structures, de telle sorte que la dalle s'effile et disparaît au S et à l'W. Là aussi les limites de l'élément tectonique sont originelles. Dréveneuse est bien une «épave» abandonnée, isolée du reste de la nappe des Médiannes, ce qui est le caractère distinctif des Médiannes rigides.

Ces trois éléments préalpins sont isolés de l'Autochtone plissé et arasé par un coussinet de terrains ultrahelvétiques. Sa base, où se superposent les diverticules de la Plaine Morte, de la Tour d'Anzeinde et la cornieule du Laubhorn, présente une structure simple. Son sommet révèle des complications tectoniques extraordinaires. Elles résultent de la migration des terrains plastiques — gypse, Aalénien, Flysch dans le cœur des anticlinaux méridiens des Portes, sous la surcharge de la nappe de la Brèche.

Dans l'étroit secteur de l'édifice alpin que j'ai décrit ici, se juxtaposent plusieurs unités ou des faisceaux de plis de directions variées.

- 1° L'Autochtone montre des plis dirigés NE vers Collombey et ENE vers Bouveret.
- 2° La dalle de Dréveneuse révèle de rares plis dont la direction moyenne est aussi NE.
- 3° La nappe de la Brèche est bordée à l'E de plis NS.
- 4° La zone de Flysch, à l'W de Vionnaz, est faite d'une empilement d'écaillés orientées à l'ENE.
- 5° Les plis des Médiannes plastiques sont EW.

Tous ces plis, de directions si différentes, se sont formés pendant la même phase plicative au sein de la masse préalpine complexe glissant dans le bassin molassique. Le sens général de l'écoulement est évident; mais sa connaissance n'éclaire pas le problème de la genèse des plis. Ces derniers peuvent prendre naissance pour des raisons mineures. Il suffit d'un obstacle insignifiant, d'une augmentation locale du frottement, pour qu'apparaisse une amorce de pli au point où la vitesse d'écoulement diminue. Le pli naissant modifie la répartition des contraintes à son voisinage, provoquant la formation d'un faisceau de pli que le flux général entraînera vers le N. Ainsi le champ de déformation se métamorphose constamment, et il est bien

difficile, par l'étude du stade final, de retracer cette majestueuse histoire. Si j'ai au cours de cette étude réussi à éclairer quelques points de ce problème, je n'ai pas su trouver le fil d'Ariane qui permettrait de remonter à l'origine de toutes les structures observées. Mais j'ai la conviction qu'il existe et qu'une étude plus détaillée de ces belles montagnes fournirait la solution de cette passionnante énigme.

Abstract

Reported herein is a description of that stretch of the Prealps included between the border of France and the alluvial flat of the Rhône River, and which lies with the boundaries of the Canton du Valais. The mountainous topography has been carved by erosion of a tectonic complex consisting of several nappes piled one upon another.

Below the base of the overthrust mass is a folded sedimentary sequence of the autochtone. This consists of strata beginning with the lower Cretaceous overlain by a transgressive series ranging in age from upper Eocene to middle Oligocene. Uppermost beds of the latter constitute a red, lacustrine formation called the Molasse Rouge. Outcrops of the autochthonous section occur primarily in the south of the area in question. North of Monthey the Molasse Rouge enters the subsurface to reappear along the lake shore between Le Bouveret and St-Gingolph. Reappearance of such strata is one of the principal arguments in favor of the interpretation that the Prealps represent allochthonous segments.

Overlying the Molasse Rouge is a thin sequence of special units the Ultrahelvetic (Triassic gypsum and cellular dolomite (cornieule), Liassic shales, upper Jurassic, Cretaceous and eocene Flysch). These weak formations are arranged in complex stratigraphic order by imbricate slicing, and from the incompetent zone of gliding over which the Prealps advanced northward.

The Préalpes médianes constitute the principal nappes, rest upon the Ultrahelvetic (autochthone), and consist of strata ranging from middle Triassic to at least middle Eocene. Such beds deposited upon an unstable geanticline display important facies changes, laterally and vertically, from the lower Lias (Hettangian) to Paleocene. Also the type of folding changes from north to south. In the north, where limestone and shale formations alternate, folding is highly contorted, and thrusting is minor. This section of the nappe was called the «Médianes plastiques» by LUGEON and E. GAGNEBIN. To the south shales are practically absent and the thick limestone sequence forms a long slab, slightly contorted but intensely faulted, and belongs to the «Médianes rigides». At the extreme south is a belt of Flysch and intercalated lenses of foraminiferal marine upper Cretaceous which, together with an older Flysch, has been thrust over the «Médianes rigides». The older Flysch belongs maybe to the nappe of Simme s. l., a special unit of made up mainly of Helminthoid Flysch and Mocausa conglomerats (upper Cretaceous).

Overlying the «Médianes rigides» and the nappe of Simme is the nappe of the Brèche which has the structure of a broad syncline principally in France, but the eastern portion of the fold extends into Switzerland. Strata of the Brèche nappe principally are shales and some limestones with much breccia in the northern part of the mass, and are Triassic to Eocene in age. In the center of the syncline is found upper cretaceous Flysch which is regarded as part of the same strata as those resting upon the Préalpes médianes, namely nappe of Simme s. l.

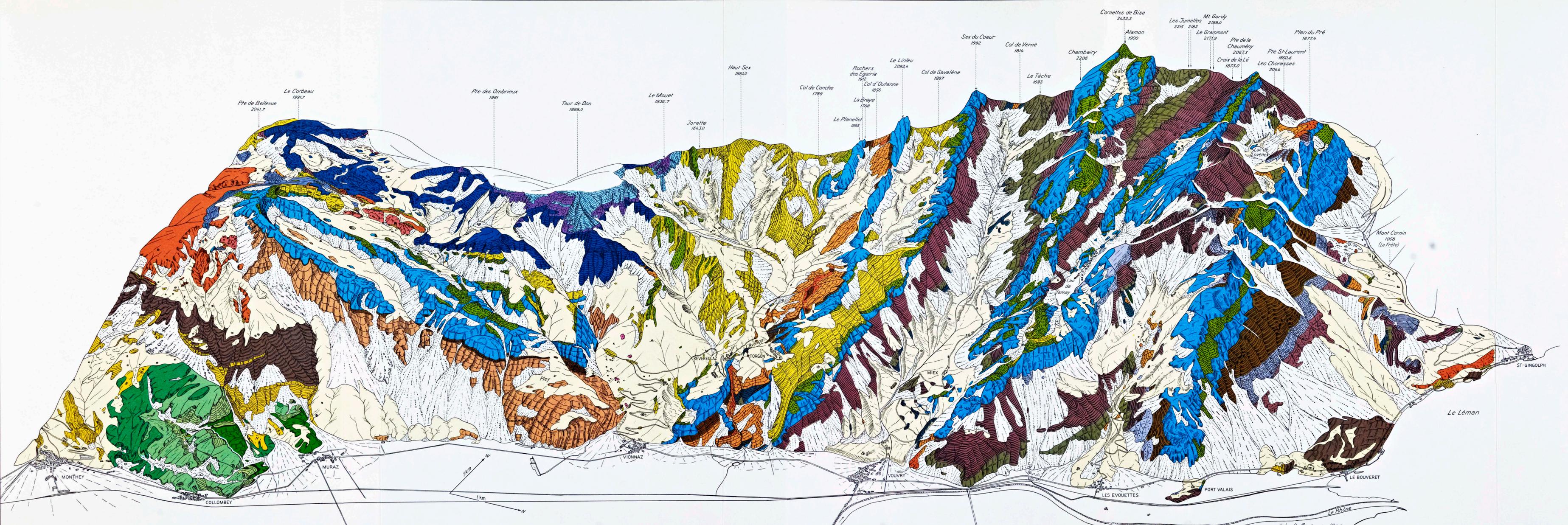
The succession of tectonic events seems to have been:

1. Thrusting of the nappe of Simme over the Préalpes médianes and the Brèche nappe.
2. Sliding of the latter two into the adjacent subsiding molasse basin with the nappe of Brèche finally overriding the Préalpes médianes.

Within the area of study several additional structural relations are displayed which bear upon the origin of the Rhône valley, as well as upon other problems. A colored block diagram is included to illustrate that the south wall of the Rhône valley provides the geologist with a good cross section of the Prealps.

Stéréogramme géologique des Préalpes valaisannes

par H. BADOUX



Quaternaire		Nappe des Préalpes Médianes	
	Moraine		Flysch à Helminthoïdes (Simme?)
			Flysch gréseux
			Couches rouges
			Malm
			Couches à Mytilus
			Couches de Vervine
			Dogger?
			Lias spathique
			Lias siliceux
			Lias moyen et supérieur
			Lias spathique
			Lias siliceux
			Lias inférieur
			Hettangien
			Rhétien
			Calcaire dolomitique
			Grès à roseaux
			Keuper
			Cornieule
			Ladinien
			Niveau à silex
			Anisien
			Trias moyen
			Flysch éocène
			Crétacé
			Malm
			Aalénien
			Lias calcaire
			Cornieule
			Dolomies
			Grès à roseaux
			Trias
			Gypse
			Molasse rouge
			Grès des Carrières
			Flysch
			Calcaire nummulitique
			Urgonien
			Barrémien
			Hauterivien
			Couche à Pygurus
			Valanginien

del. H. Badoux 1958