La région de la Brèche du Chablais (Haute Savoie) - Alpes

Maurice Lugeon

▶ **To cite this version:**

Maurice Lugeon. La région de la Brèche du Chablais (Haute Savoie) - Alpes. 1896. insu-00823581

HAL Id: insu-00823581
https://insu.hal.science/insu-00823581

Submitted on 17 May 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

BULLETIN DES SERVICES
DE LA
CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE
ET DES
TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

Nº 49. — Tome VII, 1895-1896.

LA RÉGION DE LA BRÈCHE DU CHABLAIS
(HAUTE-SAVOIE)

PAR

MAURICE LUGEON
Docteur ès-sciences physiques et naturelles

Avec 58 figures dans le texte et 8 planches

SERVICE MINÉRALOGIQUE
RÉG. Ire Nº 138
le 22 janvier 1921
de GRENOBLE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MÊME MAISON A LIÉGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE
1896
Tous droits réservés

Le Bulletin de la Carte Géologique de la France paraît par fascicules contenant chacun un mémoire complet, dont la réunion forme chaque année un beau volume grand in-8° accompagné d'un grand nombre de planches, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte.

Prix de l'abonnement ou de l'année parue. . . . . **20 fr.**

(Les sept premières années sont en vente)

Il a été tiré à part un certain nombre d'exemplaires de chacun des bulletins destinés à être vendus séparément aux prix suivants :

N° 1. Étude sur le massif cristallin du Mont-Pilat, sur la bordure orientale du Plateau Central, entre Vienne et Saint-Vallier, et sur la prolongation des plis synclinaux houillers de Saint-Étienne et Vienne, par Termier, avec 28 figures dans le texte et 2 planches. . . . . 3 fr. 75

N° 2. Note sur les terrains d'alluvions des environs de Lyon, par Delafond, avec 1 planche . . . . . 1 fr. 25

N° 3. Note sur l'existence des phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude, par L. Carez, avec 1 planche . . . . . 1 fr. 25

N° 4. Note sur les roches primitives de la feuille de Brive, par L. De Launay, avec 6 figures dans le texte . . . . . 0 fr. 75

N° 5. Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille, par Ch. Depéret, professeur à la faculté des sciences de Lyon. 1 brochure grand in 8°, avec 6 figures dans le texte. . . . . 1 fr. 50

N° 6. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville, et de la région comprise entre Le Buet et Sallanches (Haute-Savoie), par Gustave Maillard, 1 brochure grand in-8°, avec 9 planches. . . . . 5 fr. 25

N° 7. Mémoire sur les éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom (Finistère), par Charles Barrois, avec 23 figures dans le texte et 1 planche. . . . . 4 fr. »

N° 8. Relations entre les sables de l'Eocène inférieur dans le Nord de la France et dans le bassin de Paris par J. Gosselet, avec 7 figures dans le texte. . . . . 0 fr. 75

N° 9. Etude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc par Michel Levy, avec 4 planches en photogravure, une planche de coupe et des figures dans le texte . . . . . 2 fr. 50

N° 10. Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré par Mouret, grand in-8°, avec une planche de coupes et une carte géologique. 2 fr. 75

N° 11. I. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix). — II. Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne. par A. Lacroix, avec 12 figures dans le texte. . . . . 3 fr.

N° 12. I. Nouvelle subdivision dans les terrains Bressans. — II. Bassin de Blanzy et du Creusot, par Delafond, avec 16 figures dans le texte . . . . . 1 fr. 50

N° 13. Les éruptions du Velay. I. Roches éruptives de Meygal. — II. Argiles métamorphosées par le phonolithe, à Saint-Pierre-Eynac, par P. Termier, avec 11 figures dans le texte. . . . . 1 fr. 50

N° 14. Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris, par Gustave F. Dollfus. avec 16 figures dans le texte et 1 carte. 4 fr. 75

N° 15. Note sur la formation géologique du Forez et du Roannais par Le Verrier, avec 41 figures dans le texte et 4 planches . . . . . 4 fr. 75

LA

RÉGION DE LA BRÈCHE DU CHABLAIS

PAR

Maurice LUGEON

PRÉFACE

Ce texte est l'explication de la partie française et suisse de la région de la Brèche du Chablais, comprise sur les feuilles géologiques au 1/80000 de Thonon (150) et d'Annecy (160 bis) de la Carte géologique détaillée de la France.

La région décrite dans les pages qui vont suivre a été étudiée de 1891 à 1894 inclusivement. Cette contrée fut parcourue d'abord par Alphonse Favre qui en donna une bonne description dans ses *Recherches géologiques ;* elle fut étudiée à nouveau, par MM. E. Favre et H. Schardt, partiellement par A. Jaccard dans la partie sud-ouest, par mon maître M. E. Renevier dans le nord et le centre ; enfin pour quelques points spéciaux par M. A. Michel-Lévy. Elle semblait donc ne plus présenter de faits suffisament intéressants pour mériter une description nouvelle.

Mais, au point de vue stratigraphique, plusieurs points importants restaient douteux. Une certaine école voulait ranger presque tous les affleurements de cargneule et de gypse dans les terrains d'âge éocène ; un autre auteur en considérait une partie comme datant des temps jurassiques. De grandes masses de calcaires gris et noirs étaient classées dans le Jurassique alors qu'elles sont en réalité triasiques. Le complexe de la Brèche du Chablais, qui fait l'objet de ce travail, était, dans un récent ouvrage, transféré du Lias à l'Eocène. Une idée erronée exige, pour la redresser, un travail bien plus considérable qu'elle n'en a demandé pour son établissement. Tout ces points en litige justifieront le temps si long que j'ai mis à achever cette étude, dont les solutions, du reste, ne me satisfont pas encore.

Plusieurs problèmes traités durant le cours de mes recherches ont fait déjà le sujet de publications. Pusieurs questions soulevées par l'actualité du sujet qui

m'occupait ou par quelques notes que nous fîmes paraître M. Renevier et moi ont provoqué la publication de documents importants. Ayant, moi-même, changé de manière de voir au cours de mon étude, j'ai, pour discuter ces nombreuses idées et pour développer les points de vues théoriques et hypothétiques, attendu l'achèvement complet de mes travaux. Le moment me semble maintenant venu de livrer à l'impression le résultat de mes recherches.

Si la stratigraphie du Chablais est restée si longtemps incertaine, cela provient soit de l'absence presque complète de fossiles, soit de la tectonique vraiment étrange de toute cette région. J'ai eu le bonheur d'avoir exécuté mon étude dans un moment où le genre de recherches que j'ai eu à faire passionnait les géologues. J'ai d'ailleurs bénéficié, dans une large mesure, des travaux de mes prédécesseurs, des discussions auxquelles ces travaux ont donné lieu, des erreurs même que ces discussions ont permis de découvrir dans telle ou telle partie de l'œuvre de mes devanciers.

Quoi qu'il en soit, je tiens à dire que j'ai étudié jusqu'au moindre détail sans parti pris et que je n'ai fait aucune hypothèse sans contrôler sévèrement les faits qui l'appuient.

C'est sur les conseils de MM. Renevier et Michel-Lévy que j'ai entrepris cette étude. Je n'oublierai jamais les nombreuses courses que je fis avec mon cher maître M. E. Renevier et les discussions que nous eûmes ensemble pendant nos marches et au lendemain de nos explorations. Je me félicite des précieux conseils que j'ai reçus de notre éminent Directeur du Service de la Carte géologique, M. Michel-Lévy, et je garde le plus agréable souvenir des promenades que nous avons faites ensembles.

Grâce aux facilités que ces deux savants m'ont prodiguées, j'ai pu me consacrer entièrement à mon travail. Qu'il me soit permis de leur témoigner ici mon vif sentiment de reconnaissance.

Je remercie aussi particulièrement MM. M. Bertrand et E. Haug; plusieurs des explications qui seront données dans la suite m'ont été suggérées par ces deux éminents géologues.

Je remercie aussi MM. Munier-Chalmas et Golliez de m'avoir aidé dans plusieurs circonstances.

Je remercie M. Lochmann, chef du bureau topographique suisse, d'avoir bien voulu me laisser utiliser le report d'une feuille de l'Atlas Siegfried.

Je remercie enfin toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont été utiles soit par leur aide, soit par les discussions que nous eûmes ensemble. Qu'il me soit permis de citer MM. de Margerie, Delebecque, Paul Jaccard, Tavernier et Thomas.

Le 1er décembre 1895.

MAURICE LUGEON.

OUVRAGES RELATIFS A LA RÉGION ÉTUDIÉE.

1. — 1779. — **De Saussure.** — Voyage dans les Alpes.
2. — 1829. — **Pictet.** — Itinéraire des Vallées autour du Mont Blanc.
3. — 1834. — **B. Studer.** — Geologie der westlichen Schweizer Alpen. (Karl Groos, Heidelberg und Leipzig).
4. — 1840. — **Dufrénoy et Elie de Beaumont.** — Carte géologique de la France 1/500000.
5. — 1845. — **B. Studer.** — Sur les terrains qui entourent le lac de Genève (*Acta Soc. helvet. Sc. nat. Genève*, p. 46).
6. — 1847. — **A. Favre.** — Observations sur la position relative des Alpes suisses occidentales et des Alpes de la Savoie (*Bull. Soc. géol. de Fr.* 1847, IV, p. 996).
7. — 1848. — **A. Favre.** — Essai sur la géologie des montagnes placées entre la chaîne du Mont Blanc et le lac de Genève (*Acta Soc. helv. Soleure*, 1848, p. 22).
8. — 1851. — **B. Studer.** — Ueber den Kalk des Chablais (*Mitt. der natur. Gesellsch. in Bern.* 1851, n° 216-218).
9. — 1851-1853. — **B. Studer.** — Geologie der Schweiz (Berne et Zurich, 1851 et 1853. 2 vol).
10. — 1852. — **B. Studer et Escher.** — Carte géologique suisse.
11. — 1855. — **De Mortillet.** — Trias du Chablais. (*Bull. assoc. florim. d'Annecy*, 29 nov. 1855).
12. — 1855. — **Studer.** — Note sur le terrain anthracifère dans les Alpes de Savoie (*Bull. Soc. géol. Fr.* 1845 XIII p. 146-158).
13. — 1857. — **Sismonda.** — Sur la constitution géologique de quelques parties de la Savoie et particulièrement sur le gisement des plantes fossiles de Taninge. (Extraits de trois lettres de M. Ange Sismonda, membre de l'Académie des Sciences de Turin, à M. Elie de Beaumont. *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, 1857, p. 612).
14. — 1858. — **De Mortillet.** — Géologie et minéralogie de la Savoie. *Annales de la Chambre royale d'agriculture et de commerce de Chambéry*. (Chambéry, Imprimerie nationale, 1858).

15. — 1859. — **A. Favre.** — Mémoires sur les terrains liasiques et keupériens de la Savoie. (*Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, tome XV).

16. — 1861. — **Vallet.** — Note sur l'Infralias de la Hte-Savoie. (*Bull. Soc. géol. de Fr.* XVIII, p. 798-803).

17. — 1861. — **E. Hébert.** — Du terrain jurassique de la Provence ; sa division en étages ; son indépendance des calcaires dolomitiques associés aux gypses. (*Bull. Soc. géol. de Fr.* 1861, XIX, p. 101).

18. — 1862. — **A. Favre.** — Carte des parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc.

19. — 1863. — **Schnetzler et Delaharpe.** — Plantes fossiles du val d'Illiez. (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* VIII, p. 7).

20. — 1867. — **A. Favre.** — Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. 3 vol. et atlas. (Paris, Victor Masson et fils, 1867).

21. — 1876. — **Th. Ebray.** — Stratigraphie de la pointe d'Orchez. (*Bull. Soc. géol. de Fr.* 3e sér., t. V, p. 39).

22. — 1883. — **E. Suess.** — Das Antlitz der Erde. 2 vol. (Prague et Leipzig).

23. — 1884. — **M. Bertrand.** — Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. (*Bull. Soc. géol. de Fr.* XII, p. 318).

24. — 1887. — **E. Favre et H. Schardt.** — Description géologique des Préalpes du canton du Vaud et du Chablais jusqu'à la Drance, etc. (*Mat. pour la Carte géol. suisse, 22e livraison*, 1 vol. et 1 atlas).

25. — 1888. — **Tavernier.** — Roches cristallines dans le canton de Taninge. (*Revue savoisienne.*, 1888).

26. — 1888. — **H. Schardt.** — Klippes des Préalpes romandes. (*Arch. Sc. phys. et nat.* Genève, 1888, t. XX, p. 330).

27. - 1891. — **Carl Diener.** — Der Gebirgsbau der Westalpen. (Wien, F. Tempsky.)

28. — 1891. — **E. Haug.** Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. (*Bull. Carte géol. de Fr.* n° 21).

29. — 1891. — **C. Schmidt,** — Die Klippen und exotischen Blöcke. Rapport de la Commission du Prix Schläfli sur le concours de M. H. Schardt. (*Eclogæ. geol. Helv.* vol. II, p. 499).

30. — 1892. — **Th. Rittener.** — Note sur les Carnieules du Pays d'Enhaut. (nov. 91.) (*Bull. Soc. vaud.* n° 106).

31. — 1892. — **H. Schardt.** — Excursion de la Société géologique suisse (oct. 91.) dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises (*Eclogæ geol. Helv.* vol. II, p. 528).

32. — 1892. — **A. Jaccard.** — Etude sur les massifs du Chablais compris entre l'Arve et la Drance (Feuille de Thonon et d'Annecy) (*Bull. Carte géol. de Fr.* n 26).

33. — 1892. — **A. Michel Lévy.** — Etude sur les pointements de roches cristallines qui apparaissent au milieu du flysch du Chablais, des Gets, aux Fenils (*Bull. Carte géol. de Fr.* n° 27).

34. — 1892. — **E. Renevier.** — Aperçu sur la tectonique des Préalpes de la (nov. 92.) Savoie. (*Eclogæ geol. Helv.* vol. III, p. 293).

35. — 1892. — **M. Lugeon.** — Région comprise entre la partie moyenne de (nov. 92.) la vallée du Giffre et le haut des vallées de Bellevaux et du Biot (Hte-Savoie) (*Eclogæ geol. Helv.* vol. III, p. 296. *Bull. Soc. géol. de Fr.* t. XX, p. 334).

36. — 1892. — **E. Haug.** — Continuation vers le sud des plis de la Dt du (déc. 92.) Midi. (*C. R. Séances Soc. géol. Fr.* p. CLXXIV).

37. — 1893. — **M. Bertrand.** — Le Môle et les collines de Faucigny (Hte-Savoie). (*Bull. Carte géol. de Fr.* n° 32).

38. — 1893. — **E. Renevier et Lugeon.** — Excursion dans le Chablais. (*Eclogæ geol. Helv.* vol. IV, p. 45).

39. — 1893. — **E. Renevier.** — Géologie des Préalpes de la Savoie. (*Eclogæ geol. Helvet.* vol. IV. p. 53).

40. — 1893. — **M. Lugeon.** — Région de la brèche du Chablais, son rôle vis-à-vis des Préalpes extérieures et vis-à-vis des Hautes-Alpes calcaires. (*Eclogæ geol. Helvet.* vol. IV, p. 110).

41. — 1893. — **H. Golliez.** — Compte-rendu de l'excursion de la Société géologique dans le Chablais. (*Eclogæ geol. Helv.* vol. IV, p. 98).

42. — 1893. — **H. Schardt.** — Origine des Préalpes romandes (*Eclogæ geol. Helv.* vol. IV, p. 129).

43. — 1894. — **W. Kilian.** — Sur l'origine des Préalpes romandes et de la région de la Brèche du Chablais. (*C.-R. Séances Soc. géol. de Fr.* 1894, n° 3).

44. — 1894. — **M. Lugeon.** — La brèche du Chablais. (*Bull. Carte géol. de France*). *Comptes-rendus des Collaborateurs pour* 1893, p. 134).

45. — 1894. — **H. Schardt.** — Excursion géologique au travers des Alpes occidentales suisses. — Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. (Lausanne, F. Payot, p. 171).

46. — 1894. — **E. Duparc.** — Prolongement supposé de la chaîne de Belledone vers le nord. (*Arch. Sc. phys. et nat.* t. XXXI).

47. — 1894. — **Sarasin.** — De l'origine des roches exotiques du Flysch. (*Arch. Sc. phys. et nat.* Genève, t. XXXI et XXXII).

48. — 1894. — **Geologische Karte der Schweiz.** — Au 1/500000 par A. Heim et C. Schmidt. (*Mat. Carte géol. suisse*, Berne).

49. — 1894. — **E. Haug.** — L'origine des Préalpes romandes et les zones de sédimentation des Alpes de la Suisse et de la Savoie. (*Arch. des Sc. phys. et nat.* t. XXXII).

50. — 1894. — **Carte géologique de France.** — Feuille 150, Thonon, par MM. Renevier et Lugeon. Feuille 160 bis, Annecy, par MM. Bertrand, Renevier et Lugeon pour la partie préalpine. Paris.

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION

Généralités sur les Préalpes romandes.

De toutes les subdivisions des Alpes, la région des *Préalpes romandes*, dite aussi *zone du Chablais*, forme certainement l'une des plus naturelles. Sa situation géographique la détermine déjà d'une façon très précise. L'aspect de ses chaînes tranche nettement sur celui des chaînes alpines qui lui succèdent au sud. L'érosion semble l'avoir travaillée autrement, mais cela tient seulement à l'ensemble particulier des conditions géologiques de ce coin de pays. Les faciès y sont singuliers, comme aussi la tectonique en est bien spéciale.

Studer (5) avait bien saisi l'individualité de ces chaînes quand il écrivait : « Entre les vallées transversales de l'Arve et de l'Aar dominent d'autres caractères. Les montagnes calcaires s'avancent davantage. Les formations crétacées sont plus reculées dans les chaînes intérieures; les extérieures se composent d'une façon dominante des formations oolithiques surtout moyennes et inférieures et le Flysch apparaît seulement comme la couverture de ces dépôts. »

A. Favre, qui n'en étudia que la partie française, en comprit aussi l'importance bien qu'il séparât dans sa description le Môle, les Voirons et la Pointe d'Orchez, mais il eut le soin, plus loin (20, p. 6, 7, vol. II), d'ajouter : « ... surtout si nous joignons à ce massif (le Chablais) la montagne du Voiron et du Môle. »

En 1880, dans une introduction à une étude sur les Alpes vaudoises, M. Renevier désigne les « chaînes à formations oolithiques » de Studer sous le nom de *Préalpes romandes*. A celles-ci succédaient la zone dite *du Flysch*, puis les *Hautes-Alpes calcaires*. On ne pouvait créer des délimitations plus justifiées.

Dès cette époque, les savants qui s'occupèrent de ces chaînes abandonnèrent l'expression de zone du Flysch et comprirent celle-ci dans les Préalpes romandes, donnant ainsi à ce terme une valeur plus grande et plus naturelle.

Dernièrement, M. Diener (27) a tenté de remplacer le terme de Préalpes romandes par celui de *zone du Chablais*. L'auteur détermina malheureusement son

terme en lui donnant un caractère plus topographique que géologique. En effet, dans la zone du Chablais de M. Diener sont comprises les chaînes alpines frontales qui, du lac de Thoune, par le Pilate, vont aboutir au Köpfenstock. Or ces montagnes ne rappellent en aucune façon les Préalpes romandes (sauf peut-être par la présence des klippes d'Unterwald). Elles se rattachent nettement par leurs terrains aux montagnes où règne le faciès helvétique. La classification adoptée par M. Diener a le tort de créer une zone artificielle, ce qui montre que l'auteur n'a pas saisi l'importante individualité des chaînes comprises entre le lac de Thoune et Bonneville (vallée de l'Arve).

Les chaînes situées à l'est du lac de Thoune, et qui sont comprises par M. Diener dans sa zone du Chablais, ont été dernièrement dénommées par M. Renevier [1] du nom de *Préalpes allemandes*. C'est créer ici, me semble-t-il, une dualité fâcheuse en donnant au mot Préalpes la valeur d'un terme géographique, alors que ce terme, par l'usage, avait pris un sens purement géologique. Cette chaîne frontale de la Schrattenfluh et du Pilate se rattache manifestement à la chaîne crétacée plus interne dont la continuation au sud-est des Préalpes est certaine. Les Hautes-Chaînes occidentales seraient ainsi dans la continuation de ces Préalpes allemandes. Ceci suffit pour que nous abandonnions cette dernière dénomination.

Les Préalpes romandes, ou zone du Chablais, s'étendent de la vallée de l'Aar, dans la partie immédiatement voisine du lac de Thoune, jusqu'à la vallée de l'Arve, dans la partie comprise entre les Contamines et Cluses. Cette zone est donc ainsi nettement délimitée du nord-est au sud-ouest et s'étend sur une longueur de 120 kilomètres.

Au nord-ouest, les Préalpes sont limitées par le bassin miocène suisse. Au sud-est c'est leur contact anormal avec les chaînes de Morgenberg, Wildstrubel, Wildhorn, Diablerets, Morcles, Dent du Midi et Dents blanches qui les borde.

Elles embrassent donc en Suisse une partie des Alpes bernoises, les Alpes fribourgeoises, une partie des Alpes vaudoises et valaisannes; en France : toute la région calcaire du Chablais, à l'exclusion d'une bande riveraine du lac Léman, et une fraction du Faucigny [2].

Un regard jeté sur une carte d'ensemble des Préalpes montre immédiatement une de leurs particularités, savoir : le bombement en avant de leurs chaînes sur les collines mollassiques du plateau suisse. Ce phénomène remarquable est dû à la flexion prononcée des plis frontaux qui semblent s'être avancés de plu-

[1] *Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse.*

[2] Au point de vue géologique, d'accord avec A. Favre, Jaccard et M. Renevier, je comprendrai, sous le nom de Chablais, toute la partie française où dominent les faciès de la zone des Préalpes. Pour éviter toute confusion j'abandonnerai le terme géographique général de Faucigny ; je lui conserverai une valeur purement locale. M. Haug a de même abandonné le terme de Faucigny dont Maillard avait baptisé le faisceau de plis de la rive gauche de l'Arve. Cette désignation avait le désavantage de tirer son nom d'un ancien territoire dont la résidence seigneuriale était à Faucigny, *dans la zone des Préalpes*. Le terme de Maillard a été avantageusement remplacé par celui de Hautes-Chaînes calcaires de Savoie.

sieurs kilomètres en deux masses d'inégales longueurs, l'une s'étendant de l'Aar au Rhône, où il se produit comme un étranglement, et l'autre du Rhône à l'Arve. Cette séparation en deux masses, bien qu'elle soit due à une cause tectonique, est exagérée par la coupure du Rhône.

Sur une ligne tirée du premier anticlinal à faciès helvétique de la rive droite de la vallée de l'Aar au premier pli alpin de la rive gauche de l'Arve, on constate que ce bombement atteint jusqu'à 25 kilomètres. Le maximum est au sud de Fribourg (en comprenant dans cette mesure la 1re zone du Flysch).

Au sud, la ligne de séparation des Préalpes et des Hautes-Alpes est à peu près rectiligne.

La plus grande longueur de ces montagnes atteint 40 kilomètres de la Lenk à la Berra.

La superficie totale peut être évaluée à 3280 kilomètres carrés.

Entrons maintenant dans la zone du Chablais et jetons tout d'abord un rapide coup d'œil sur les terrains qui la constituent et sur ses subdivisions.

A. — *Terrains des Préalpes romandes.*

Quaternaire. — Eboulis sur les pentes ; cônes de déjection, alluvions des vallées ; glaciaire.

Oligocène. — Grès et marnes rouges désignés sous le nom de Mollasse rouge (Aquitanien).

Flysch. — Schistes argileux, micacés ; grès, poudingues et brèches. Schistes rouges à la base.

Crétacé supérieur. — Calcaires argileux gris, verts ou rouges à globigérines et à textulaires, désignés sous le terme de Couches rouges.

Hauterivien. — Faciès vaseux à céphalopodes.

Valangien. — Faciès vaseux à céphalopodes. Couches marneuses littorales dites marnes à ptéropodes (Ooster).

Berriasien. — Peu typique ; cité par Gilliéron.

Malm. — Subdivisible en zones dans la partie frontale des Préalpes. Dans les chaînes médianes à l'état de calcaire blanc compact avec calcaire noduleux à la base contenant des fossiles oxfordiens.

Dogger. — Dans les chaînes extérieures, faciès vaseux à céphalopodes et *Zoophicos* ; plus au sud ce faciès est remplacé par celui des couches à *Mytilus*, littoral et même terrestre.

Brèche du Chablais et de la Hornfluh. — Grand complexe de schistes, bancs calcaires et brèches représentant probablement tout le système jurassique du Lias supérieur au Malm y compris.

Lias. — Couches à *Ammonites opalinus* ; Toarcien schisteux ; Lias moyen et Sinémurien constitués par des calcaires noirs à silex et brèches à Échinodermes.

Rhétien. — Lumachelles et schistes.

Trias. — Calcaires gris et noirs (marbre de St-Triphon à diplopores (gyroporelles) ; calcaires dolomitiques et cargneule ; anhydrite, gypse et sel gemme ; calcaires gris compacts, quartzites.
Permien. — Conglomérats et arkoses lie-de-vin.
Houiller. — Grès et schistes à plantes.
Roches éruptives basiques et *protogine* en affleurements dans le Flysch.

B. — *Subdivisions des Préalpes.*

Au point de vue de la tectonique et de la répartition des faciès on peut établir dans les Préalpes plusieurs zones très naturelles dont je vais donner ici une courte description.

La carte schématique de la Pl. V montre les relations de ces zones entre elles et leur répartition.

Ces subdivisions sont :

I. — Zone bordière ou zone de Flysch.

II. — Large zone, ou zone médiane, où se remarquent surtout les arêtes d'un Malm compact ; elle est subdivisible en deux :

a. — Zone extérieure du Dogger vaseux à *Zoophicos*.
b. — Zone axiale du Dogger littoral à *Mytilus*.

III. — Zone du Flysch du Niesen.

IV. — Zone intérieure ou zone triaso-jurassique de contact.

V. — Région du Jurassique bréchiforme en contact anormal périphérique.

I. — Zone bordière ou zone du Flysch.

Le Flysch, terrain prédominant de cette zone, forme une série de hautes collines boisées, presque sans escarpements rocheux importants. Le Néocomien et le Jurassique forment seuls quelques abrupts. La zone s'étend régulièrement de Wattenwyl au Léman ; plus loin sur le sol français elle se cache momentanément, recouverte par le glaciaire, pour réapparaître aux Voirons et dans les collines du Faucigny.

Cette zone est constituée par des plis très étirés de terrains secondaires enveloppés dans les schistes du Flysch. L'étirement est tel que ces plis peuvent être comparés à de grandes lames qui paraissent s'amincir en profondeur.

Le terrain le plus ancien qu'on y rencontre est le Bajocien, mais on connaît, en outre, des affleurements très restreints de Lias, de Rhétien et de Trias qui semblent perdus dans le Flysch, sans relations tectoniques.

Le Jurassique supérieur est susceptible de plusieurs subdivisions ce qui, par

l'abondance de ses fossiles, le distingue immédiatement de celui de la partie médiane des Préalpes. Les fossiles recueillis permettent d'y distinguer les horizons suivants :

Tithonique.
zone à Aspidoceras acanthicum
— *Oppelia tenuilobata.*
— *Peltoceras bimammatum.*
— *Peltoceras transversarium.*

Dans les formations crétacées, le faciès vaseux à céphalopodes prédomine. La faune est nettement méditerranéenne. On y a cependant fait remarquer la présence de deux intercalations à faune jurassienne.

Le Crétacé supérieur se rencontre aussi dans la zone bordière, où Gilliéron l'a constaté reposant sur le Néocomien.

Le Flysch y est à l'état de schistes, de grès et de poudingues à cailloux constitués par des roches cristallines. M. Renevier assimile les poudingues et les grès supérieurs des Voirons à la Mollasse aquitanienne.

La zone bordière est en contact, à l'extérieur, avec le bassin miocène sur lequel elle est renversée. A l'intérieur, elle s'enfonce sous les Préalpes médianes. C'est une subdivision des plus naturelles des Préalpes, non seulement par ses caractères topographiques, mais aussi et surtout par sa constitution géologique.

II. — Préalpes médianes.

Sous le nom de *Préalpes médianes* je groupe ce qui dans le texte explicatif de la Carte est désigné sous le terme de *Préalpes extérieures* et de *massif de Tréveneusaz*. Celui-ci, comme nous le verrons, est intimement lié aux chaînes qui le précèdent au nord. Or, comme il vient lui-même se placer dans la partie la plus interne de la zone du Chablais de la rive gauche du Rhône, sa position m'oblige à abandonner le terme de Préalpes extérieures.

Les Préalpes médianes s'étendent de la zone bordure jusqu'à la région centrale du Flysch. C'est un large faisceau, deux fois arqué, de plis au nombre d'une dizaine rappelant les plis jurassiens un peu exagérés. Ils présentent souvent des accidents importants dont quelques-uns ont une grande constance ; il en est ainsi du pli-faille Vacheresse-Grammont et des grandes dislocations très particulières de la chaîne des Gastlosen, dans toute sa continuité, de Boltigen à la vallée de l'Arve.

Au nord, les chaînes médianes des Préalpes chevauchent sur la zone bordière ; au sud, elles chevauchent sur la zone du Flysch du Niesen, simulant ainsi un *éventail composé*, dans une coupe telle que la vallée du Rhône, par exemple. Ce chevauchement sur la zone du Flysch du Niesen est très souvent masqué par les recouvrements en *sens inverse* de la région du Jurassique bréchiforme.

Je subdivise les Préalpes médianes en deux zones, dont la délimitation n'est pas toujours tranchée. Je prends pour base de cette subdivision les faciès du Dogger.

a. Zone extérieure du Dogger à Zoophycos.

Le Lias et le Dogger prennent un énorme développement dans cette zone, surtout dans ses premiers plis où le Malm et le Néocomien sont souvent absents. Ils ont été enlevés par l'érosion.

Le Dogger, difficilement subdivisible, a le faciès vaseux à *Zoophycos* et à céphalopodes. Le Malm y est constitué par un calcaire blanc massif sans subdivisions possibles sauf à sa base où l'on reconnaît des calcaires noduleux à fossiles oxfordiens. Le Néocomien n'a plus sa richesse paléontologique, comme dans la zone bordière ; il se rattache toujours au type méditerranéen. Il est surtout abondant dans les premiers plis et cesse, même totalement, dans les plis plus intérieurs.

J'ai réuni sous le nom de zone du Dogger à *Zoophycos* la zone du Lias de M. Renevier (39) et une partie de sa zone du Malm. Cette subdivision, ainsi comprise, me paraît plus naturelle. Le Malm et le Néocomien n'y manquent que parce qu'ils ont été enlevés par érosion, comme vient nous le montrer le témoin du Moléson. La subdivision de M. Renevier n'est appliquée du reste qu'au Chablais, où elle se justifie pleinement.

b. *Zone axiale du Dogger à Mytilus.*

Le Néocomien disparaît presque entièrement. Le Crétacé supérieur (Couches rouges) repose directement sur le Malm. Celui-ci est un calcaire parfois fétide, plus foncé que dans la zone précédente. Le Dogger à *Zoophycos* fait place à un faciès littoral parallélisé par les uns avec le Callovien, par les autres avec le Bathonien. Le Lias est parfois complètement absent, alors qu'il atteignait une grande épaisseur dans la zone précédente, et les couches à *Mytilus* reposent alors sur le Trias, qui parfois sert de substratum au Malm.

Les plis ne paraissent pas toujours suivre la répartition du Dogger à *Mytilus* et l'on peut constater, dans le même pli, un passage de ce Dogger à celui du faciès à *Zoophycos*. Il y a donc, comme je le faisais remarquer, enchevêtrement des deux zones.

La tectonique se ressent de cette répartition des faciès. La zone du Dogger à *Zoophycos* s'étend de la zone bordière au synclinal de Flysch qui précède la chaîne des Gastlosen. Dans le Chablais, M. Renevier (39) constate qu'elle est formée de 7 anticlinaux dans sa plus grande largeur, le long de la vallée de la Drance du Biot. L'anticlinal Vy joue un rôle remarquable On peut le poursuivre de la pointe de Fougliat (sud de la vallée de Bellevaux) jusqu'au Grammont (Bas

Valais), sur la rive gauche du Rhône (Voir planche V). Il se continue sur la rive droite par le col de Chaude et Rossinière pour atteindre Jaun (Bellegarde) et va rejoindre, par une sorte de décrochement accompagné d'un pli-faille, la zone bordière du Flysch. Il se produit donc dans les Alpes fribourgeoise comme un relayement des premiers plis de la zone du Dogger à *Zoophycos* par les plis plus internes. Toutefois ceux-là continuent, mais beaucoup plus resserrés et en plus petit nombre, car ils ne sont plus que deux dans la chaîne du Ganterist.

Transversalement la zone du Dogger à *Mytilus*, commence, ai-je dit, avec le synclinal qui précède la chaîne des Gastlosen. Cette chaîne, qui joue un si beau rôle dans le paysage des Alpes fribourgeoises, se continue sur la rive gauche du Rhône par l'anticlinal de Vouvry, le Mt Chauffé, disparaît momentanément sous le grand développement des synclinaux de Flysch qui la jalonnent, et reprend son ampleur dans la Haute Pointe pour venir mourir à la vallée de l'Arve, dans la Pointe d'Orchez.

Au nord du Mont Chauffé, le faciès des couches à *Mytilus* envahit la zone précédente et la délimitation des deux zones des Préalpes médianes est ici moins tranchée. Des accidents analogues sont observables dans les Préalpes bernoises et dans la Pointe d'Orchez (vallée du Giffre).

La chaîne des Gastlosen est remarquable par les accidents de chevauchement que M. Schardt a si bien étudiés 24).

En arrière de l'anticlinal des Gaslosen s'étend, sur la rive droite du Rhône, un large synclinal de Flysch (zone du Flysch de M. Renevier) (39), sous lequel on voit réapparaître, plus intérieurement, la zone des couches à *Mytilus* de la Gummfluh et du Rubly, dont les plis chevauchent *au sud-est sur le Flysch* de la zone du Niesen. C'est la partie sud-est de l'éventail composé, simulé par les Préalpes médianes.

Le Malm, qui joue un rôle secondaire dans la sculpture du relief de la zone bordière, entre en jeu d'une façon importante dans les Préalpes médianes. Sitôt qu'il apparaît, apparaissent avec lui les arêtes rocheuses, les flancs abrupts souvent infranchissables. Creusé par les eaux, il donne lieu à des gorges étroites. C'est donc le Malm qui forme le caractère topographique principal de cette zone. Les montagnes, qui, par son absence due à l'érosion, ne sont formées que de Lias et de Dogger, ont une forme plus arrondie, sortes de grandes croupes couvertes de forêts et de pâturages. Les sommets où règne le Malm sont plus déchiquetés ; souvent celui-ci forme le point culminant comme un témoin resté sur le Dogger. Par sa résistance aussi, il occasionne quelquefois des sommets synclinaux et c'est une règle presque sans exception dans la zone du Chablais que les vallées anticlinales soient plus larges que les synclinales.

III. — Zone du Flysch du Niesen.

Cette zone forme une large étendue de Flysch renfermant des brèches caractéristiques à éléments cristallins. Elle s'étend de la vallée de l'Arve au Rhône, en s'amincissant considérablement dans le massif du Chamossaire. Le Flysch du Niesen est manifestement transgressif. Il repose tour à tour sur le Jurassique, le Lias ou le Trias de la zone suivante. Sur la rive gauche du Rhône on peut lui rapporter le Flysch du val d'Illiez, mais nous verrons que celui-ci peut être considéré comme le Flysch du substratum de la zone suivante.

IV. — Zone intérieure ou zone triaso-jurassique de contact.

Sous la zone de Flysch du Niesen on voit sortir une cinquième zone. Elle s'étend de Frutigen à Bex, sur les bords de la vallée du Rhône, et présente encore quelques témoins isolés dans le Val d'Illiez.

C'est la moins connue de nos subdivisions. Presque tout entière comprise en Suisse dans la région étudiée par M. Ischer, on n'en possède qu'un aperçu très vague dans la carte suisse au 100 millième et des coupes étranges qui laissent cependant présumer sa véritable construction. Lors d'une course rapide que j'ai faite dans cette région j'ai pu m'assurer que la tectonique si compliquée de cette zone ne permet pour ainsi dire plus de parler de plis, mais de masses isoclinales à substratum de Flysch. C'est ainsi qu'entre Lauenen et la Lenk on peut constater deux grandes écailles principales superposées, sous la plus inférieure desquelles s'enfoncent les plis des Hautes-Alpes calcaires.

Nous verrons que dans le val d'Illiez j'ai retrouvé des charnières de plis *déversés au sud-est*.

Les terrains qui constituent cette zone sont à peu près semblables à ceux de la zone du Dogger à *Zoophycos*, le Lias inférieur excepté, qui est absent ou affecte un faciès ordinairement littoral. J'ai constaté dans le val d'Illiez la présence du Malm et du Crétacé supérieur non encore signalés.

Cette zone, au lieu de s'élever en chaîne comme les autres, apparaît en dépression et est caractérisée par de nombreux cols, d'où le nom de *région des Cols* qui lui a été attribué. Momentanément très développée et atteignant une largeur de 6 kilomètres, elle se réduit considérablement au col du Pillon et à Bex. Je décrirai sa prolongation dans le val d'Illiez.

Le Néocomien à céphalopodes qui, dans les Alpes vaudoises, s'étend de la

Tour de Duin au Pas de Cheville, doit être rattachée à cette zone intérieure comme une écaille indépendante. Dans sa partie orientale ce Néocomien repose par faille sur le Flysch et le Nummulitique appartenant franchement aux Hautes-Alpes calcaires. Ce Néocomien vaseux à céphalopodes, du type méditerranéen, est absolument semblable à celui de la zone bordière, et ne présente pas de termes de passage au Néocomien, à faciès jurassien, des Hautes-Alpes. M. Renevier n'a jamais pu trouver à ce Nécomien un *superstratum*, analogue à celui qui recouvre le terrain de même âge dans les Hautes-Alpes calcaires.

Plus au sud, à Javernaz, ce Néocomien, accompagné de schistes oxfordiens, repose nettement sur le Flysch.

Cette écaille de Néocomien s'enchevêtre, comme le fait déjà sa voisine, avec les plis du faisceau des Hautes-Alpes calcaires. Ces plis, par des complications d'anticlinaux couchés et probablement de masses recouvrantes, ont empiété sur le domaine préalpin. Mais ces déversements, comme nous le verrons, ne sont que des exceptions d'un mouvement général qui fait que les Hautes-Alpes vont s'enfouir sous les Préalpes. La bande de Néocomien à céphalopodes des Alpes vaudoises est enchassée, pour ainsi dire, dans son extrémité orientale au milieu de deux montagnes à faciès des Hautes-Alpes, mais elle est là comme une masse anormale, étrangère, indépendante de ce qui l'environne et venant de la profondeur « et s'y trouve pour ainsi dire isolée », dit M. Renevier dans sa belle monographie des Hautes-Alpes vaudoises. On doit ainsi rattacher l'écaille du Néocomien vaseux des Hautes-Alpes vaudoises à la zone intérieure de contact des Préalpes romandes.

VI. Région des Brèches du Chablais et de la Hornfluh.

Au centre de chacune des deux masses des Préalpes romandes, entourés par les plis de la zone axiale du Dogger à *Mytilus* et s'enchevêtrant avec elle, bordés au sud par les zones de Flysch du Niesen et du val d'Illiez, s'élèvent deux massifs *absolument* indépendants, comme de gigantesques masses exotiques. L'un d'eux, en France, est le massif de la *Brèche du Chablais;* l'autre, en Suisse, le massif de la *Hornfluh-Spielgärten*. Le massif français fait l'objet spécial de la présente étude.

Ces deux régions chevauchent sur les terrains environnants. De la région mère sont détachées de nombreuses masses de recouvrement. Certains paquets de recouvrement sont inclus comme des noyaux dans le Flysch, simulant ainsi de faux noyaux synclinaux. Sous les deux régions apparaissent les derniers plis de la zone axiale des couches à *Mytilus*.

Le Jurassique prend ici un aspect particulier. Il est constitué par d'énormes masses de brèches à cailloux triasiques et liasiques. Ce Jurassique ne présente aucun terme de passage avec celui des zones précédentes ou suivantes. On

trouve dans le Flysch qui surmonte ces masses jurassiques des roches éruptives et cristallines.

Dans le Chablais, la région de la Brèche forme un ensemble remarquable, simulant une immense cuvette. Dans les Alpes vaudoises et bernoises, ces masses étranges, plus disloquées, s'enchevêtrent davantage avec les plis qu'elles recouvrent. J'ai pu m'assurer, et M. Schardt l'a fait après moi, que la masse de la Hornfluh et des Spielgärten, en Suisse, se comporte comme une unité analogue à celle de la région de la Brèche du Chablais en France.

Aux montagnes à arêtes grises des Préalpes médianes font place ici des masses noires, plus lourdes, qui contrastent singulièrement avec les précédentes. L'œil ne parvient plus à suivre ces grandes bandes rocheuses qui sont autant d'horizons géologiques. La Brèche supérieure vient cependant jouer le rôle du Malm, mais avec moins de constance et d'importance. Ce n'est qu'à force d'habitude que l'on parvient à saisir la géologie de cette contrée, et ces masses montagneuses exigent toujours, de la part du géologue, le contrôle continuel du marteau, tant les horizons se confondent à distance. Il faut ajouter encore que de nombreuses forêts viennent voiler le peu du relief directeur de la contrée. Il en résulte une monotonie plus grande et c'est sans doute plus particulièrement à cette région de la Brèche que s'adresse la phrase d'Alphonse Favre : « A l'exception de quelques localités privilégiées, j'ai, en général, regardé mes excursions en Chablais comme une épreuve de patience. »

HISTORIQUE.

Il est assez étonnant de constater combien de Saussure délaissa la région qui nous occupe ici : « Les montagnes, dit-il, qui suivent le Môle et qui forment après lui le côté septentrional de la Vallée de l'Arve, sont basses et indifférentes. Une seule est remarquable par sa forme pyramidale et par ses couches qui convergent à son sommet et lui donnent la forme d'un chevron. » (1) vol. I, p. 371). Attiré davantage sur la rive gauche de l'Arve par les chaînons séduisants de la région urgonienne, il n'étudia dans le domaine préalpin que le Môle et les Voirons. Il y saisit cependant un des caractères typiques de la région : « La petite ville de Taninge, dit-il, est située à peu près au point qui sépare les chaînes qui regardent le centre de celles qui regardent en dehors des Alpes » (§ 282).

Après de Saussure il faut attendre jusqu'en 1834 pour voir paraître un ouvrage nouveau. Cet ouvrage, remarquable du reste, n'a pas traité du Chablais, mais il renfermait des idées qui devaient s'adapter plus tard à cette région. C'est la « Géologie des Alpes suisses occidentales » de Studer.

Studer y reconnait déjà l'individualité des Préalpes dont il devait, en 1845, (5) concevoir l'étendue entière. Il parle du Môle et dit nettement que cette montagne termine la chaîne des Cornettes, tout comme la limite de ces chaînes est formée à l'est par le lac de Thoune.

C'est deux ans plus tard qu'apparaît la première note d'A. Favre. Il y décrit successivement tous les terrains qui constituent les chaînes du Mont-Blanc jusqu'au Léman. Le chapitre relatif au Flysch est le plus intéressant. Commettant d'abord une erreur commune alors et perpétrée par d'autres pendant longtemps encore, il voit dans son Flysch des cargneules [1] et du gypse. La Brèche du Chablais est, de même, considérée comme appartenant au macigno. Le génie du savant Genevois n'allait pas s'égarer très longtemps. L'année suivante, en 1848, il fait une communication à la Société helvétique des Sciences naturelles, où, pour la première fois, il introduit le terme de *calcaire du Chablais* et délimite très nettement la grande vasque de la région de la Brèche. Son nouveau terme, avait-il soin d'ajouter, n'était que provisoire, car il ne savait à quoi rapporter ce complexe de roches calcaires avec ses intercalations de schistes de diverses couleurs. C'est pourtant cette nouvelle désignation que M. de Mortillet allait lui reprocher plus tard, alors même que Favre distinguait

[1] C'est pour me conformer à la nomenclature du Service de la Carte que ce mot est écrit ici avec cette orthographe. L'orthographe vraie, la plus ancienne, est *cornieule*, comme l'a fait remarquer M. le prof. Renevier (*Monographie des Hautes-Alpes vaudoises*).

nettement, au point de vue minéralogique, cette formation du Chablais d'avec le macigno alpin de la rive gauche de l'Arve. Déjà, dans la délimitation du calcaire-brèche, il remarque son repos anormal sur le Nummulitique au sud et sur le Jurassique au nord.

Studer, présent à la séance de la Société helvétique, dans laquelle A. Favre fit sa communication, parallélisa le terrain d'A. Favre avec la brèche du Niesen. Favre ajouta encore, répondant à une question de Murchison, qu'il était impossible de subdiviser le calcaire du Chablais.

En 1851, Studer (8), après une course sur les lieux, établit encore une fois son parallélisme ; il étudia le Carbonifère de Taninge dont il récolta une série de plantes qu'il soumit aux notabilités de la botanique fossile. Brongniart et Schimper n'hésitèrent pas sur l'âge à attribuer à ce terrain.

C'est en 1851 et 1853 qu'apparaît la « Géologie de la Suisse » du grand géologue bernois (9). Cette étude dépasse les limites politiques du territoire envisagé et notre contrée y est décrite sommairement en deux paragraphes. Le premier est consacré au Carbonifère de Taninge (vol. II, p. 11). Il répète à peu près une précédente note (8). L'épaisseur de la Brèche du Chablais, surtout frappante dans les environs de Taninge, étonne Studer, d'autant plus qu'il la parallélise avec la roche du Niesen. Dans le Foron, son repos sur le Carbonifère lui paraît étrange. Dans son deuxième paragraphe Studer décrit simplement sa course et ne cherche pas à établir de relations stratigraphiques (vol. II, p. 144).

A ce moment paraît aussi la première édition de la Carte géologique suisse de Studer et de Escher. Très rudimentaire, la carte, fautive dans les environs de Taninge, est rectifiée par l'auteur en 1855 (12). Il répète la difficulté qu'il trouve à séparer les schistes à anthracites des terrains qui les recouvrent. Puis l'auteur semble s'égarer en parallélisant, faute commune de son temps, sous le nom de terrain anthracifère, le Lias des environs de Bex, du Mont Joly et le Houiller de la vallée du Giffre. Il est vrai que dans ce parallélisme erroné, Studer mentionnait plutôt une idée appartenant à Elie de Beaumont, car déjà, dans sa *Geologie der Schweiz*, il séparait nettement le Lias du Carbonifère. C'est du reste la position qu'il prit dans la mémorable discussion de Petit-Cœur.

Un travail de Sismonda, qui suivit, ne fit qu'embrouiller la question de la détermination de l'âge des terrains anthracifères (13).

La *Géologie et Minéralogie de la Savoie* de M. de Mortillet (14) ne contient rien de bien nouveau. On peut y lire un excellent résumé historique, mais dans la partie scientifique proprement dite l'auteur ne fait que répéter les observations de ses prédécesseurs.

De tous côtés les idées des anciens géologues sur ce qu'ils appelaient le terrain anthracifère tendaient à tomber. La valeur paléontologique des plantes fossiles prévalait de plus en plus. La grande influence d'Elie de Beaumont retardait cependant encore la solution définitive. La célèbre lutte qui s'établit pendant trente ans à propos de Petit-Cœur n'avait pas encore pris fin et il appartenait à Alphonse Favre de clôturer le débat. Le travail du savant genevois auquel je fais allusion (15) devait avoir un grand retentissement dans le monde scientifique.

Il était le résultat d'un grand nombre d'années de recherches et la méthode de ce travail fut remarquable pour son époque.

Les terrains triasiques étaient alors presque inconnus dans les Préalpes. Escher de la Linth et Studer ne considéraient guère comme leur appartenant que les couches à *Avicula contorta*. Les gypses et les cargneules étaient assimilées au Jurassique ou à l'Eocène ; certains auteurs pensaient même que ces roches appartenaient à tous les âges. A. Favre, par une série de coupes nettement établies, montra la grande individualité des cargneules et des gypses, leur indépendance d'avec le Lias et énonca la loi suivante : « *La plupart des couches de cargneule et des gypses des Alpes de la Savoie appartiennent au terrain des marnes irisées, et cet âge me paraît démontré pour toute couche de cargneule et de gypse qui se trouve associée au terrain jurassique inférieur.* »

Le travail d'A. Favre embrasse un grand territoire ; il ne voulait pas établir sa loi dans le Chablais et le Faucigny seulement, aussi alla-t-il chercher un supplément de preuves irréfutables dans d'autres parties de la Savoie, dans la Suisse et dans le Jura. C'est ainsi qu'il fut amené à résoudre le captivant problème de Petit-Cœur.

Le mémoire d'Alphonse Favre ne devait pas cependant rallier tout le monde. Pendant longtemps encore allait durer la lutte à propos des cargneules.

Dans son mémoire, le savant genevois décrivit Matringe et Taninge. Sa coupe de Matringe l'entraînait à envisager la Brèche du Chablais comme une formation liasique. Il ne s'éloignait pas beaucoup de la vérité. Sa coupe cependant était fausse. Favre ne remarqua jamais le retour du Trias au-dessus du Lias à silex. Mais un certain nombre de considérations tirées d'autres localités (Col de Couz) suffisent pour affirmer que Favre ne s'occupa pas d'une seule coupe mais se basa sur plusieurs d'entre elles pour établir l'âge du grand quadrilatère de calcaire-brèche « borné de tous les côtés par les gypses et les cargneules qui, disait-il, se trouvent à sa base ». (15, p. 43).

Ces opinions furent combattues au début, mais les antagonistes durent cependant se rendre à l'évidence des faits. Une course eut lieu à Matringe le 23 août 1861 avant la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Maurienne. A cette excursion, dirigée par Favre, participèrent MM. Michelin, Studer, Bertrand-Geslin, Hébert, Pillet, Robesko, Stephanesco et Vallet.

Vallet découvrit à Matringe en 1858 (16) une faunule d'Acéphales qu'il crut un moment nummulitique, influencé qu'il était par les idées de Sismonda sur Taninge ; il les reconnut bientôt comme infraliasiques.

Hébert (17) rendit un grand hommage au travail d'Alphonse Favre. Il accepta pleinement la coupe de Matringe tout en la perfectionnant. Il assimila avec raison la couche X à l'Oxfordien par analogie avec un terrain qu'il vit près de Mieussy et où il trouva *Ammonites plicatilis*. Il considéra la couche Y comme nummulitique. Dans sa note, Hébert appliqua les idées de Favre jusqu'en Provence.

Cinq ans, à peine, suffirent à Favre pour livrer à la publicité sa carte géologique (18) et son grand ouvrage (20) désormais classique. Il est inutile que je

donne une idée générale des *Recherches géologiques*, car cette remarquable étude écrite dans un style si attachant, est trop connue de tous les géologues alpins.

La carte géologique, dans la région qui nous concerne, est grossièrement dessinée ; Favre avait renoncé de bonne heure à établir des subdivisions dans la Brèche ; mais l'unité en ressort davantage, et le massif de la Brèche y est ainsi très frappant.

Le Chablais occupe tout le chapitre XVII des Recherches. Les Voirons, le Môle et la Pointe d'Orchez sont traités à part. On trouve une quantité de faits très utiles notés, pour la plupart, avec des données très précises. Une grande partie du mémoire sur le terrain keupérien y est reprise et augmentée. Favre ne négligea aucun des territoires du Chablais. Il alla presque partout et fit preuve d'une grande persévérance. J'aurai souvent à revenir sur cet important ouvrage.

En 1876, parut une note d'Ebray sur la Pointe d'Orchez (21). Géologue distingué des régions à failles, Ebray est dépaysé dans les Alpes. Il fait jouer aux couches le rôle qu'il leur a désigné dans son idée théorique préconçue ; il nie presque le mouvement tangentiel et hache la région de failles verticales.

Pendant huit ans rien ne paraît sur le Chablais, et c'est en passant, pour ainsi dire, qu'il en est fait mention dans un travail peu volumineux mais renfermant une conception d'une hauteur vraiment admirable, telle que la géologie en a suscité bien peu de semblables jusqu'ici. Nous voulons parler de la note de M. Marcel Bertrand intitulée : *« Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord*. Cette note, parue en 1884, devança de près de six ans tout ce que les recherches purement objectives allaient, non pas établir, mais laisser supposer avec quelque apparence de vérité.

M. Bertrand compare le phénomène du double-pli glaronnais avec les dislocations géologiques du bassin franco-belge. Il y voit des phènomènes analogues et suppose un pli unique *venu du sud*, à la place des deux plis en regard, des coupes classiques d'Escher et de M. Heim.

Je reviendrai sur cette importante note qui englobait dans la même hypothèse les klippes suisses, la zone du Chablais, les Annes et Sulens et tentait d'expliquer la provenance des blocs exotiques.

Le service de la Carte géologique suisse publia, en 1887 (24), sous les noms de MM. E. Favre et H. Schardt, un important et volumineux mémoire où la moitié de notre région est décrite, la carte suisse s'étendant bien au delà des frontières helvétiques. L'ouvrage des deux géologues suisses contient une foule de documents dont plusieurs, il est vrai, sont reproduits d'Alphonse Favre sans vérifications. C'est ainsi que les auteurs, dépassant de beaucoup les limites de leur champ d'étude, s'étendent jusqu'à la vallée de l'Arve.

La partie des Préalpes médianes est bien décrite et les coupes y sont en général excellentes. Quant à la région de la Brèche, beaucoup plus énigmatique, ne laissant pas deviner des problèmes à distance, demandant partout la vérification au marteau, elle est moins bien étudiée. Les auteurs interprètent encore une grande partie des gypses et des cargneules comme écocènes. La Brèche du

Chablais y est considérée entièrement comme tertiaire, c'est-à-dire comme faciès particulier du Flysch. Il est évident qu'avec ces considérations les coupes géologiques du travail s'en ressentent. La tectonique de la région de la Brèche ne fut pas comprise. Aucun des grands phénomènes de recouvrement, que je devais découvrir plus tard, n'ont été vus. Cette région, il est vrai, est propice aux erreurs sous tous les rapports, et je m'empresse d'ajouter que dans leurs erreurs les deux auteurs avaient pour excuse des apparences qui parlaient singulièrement en faveur de leurs idées.

En 1888, M. Schardt, à propos du massif de Tréveneusaz (26), qu'il considère comme une klippe, soutient la même manière de voir que celle défendue en commun avec M. E. Favre.

C'est surtout d'après les travaux de MM. Renevier, Schardt, Favre et Gilliéron que M. Diener, dans son *Gebirgsbau des Westalpen* (27), donne sa vue générale des Préalpes romandes. M. Diener combat l'hypothèse, alors presque admise, de l'origine glaciaire des brèches du Flysch. Il les considère comme des démantellements sur place et cite notamment, à l'appui de sa manière de voir, l'ilot cristallin de Taninge (protogine et roches éruptives des Gets, voir plus loin) peu défini à l'époque.

La thèse de doctorat de M. Haug (28) renferme plusieurs passages intéressant le Chablais. C'est en cherchant des parallélismes aux faciès des chaînes subalpines que M. Haug mentionne à plusieurs reprises les Préalpes. Le travail de ce savant prend ainsi une importance générale qui m'a été d'une grande utilité.

C'est en 1891 que M. Schardt (29), dans un concours pour l'obtention du prix Schläfli à la Société helvétique des sciences naturelles, essaye d'expliquer la provenance des matériaux exotiques qui composent les brèches du Flysch en reprenant l'ancienne idée de Studer. Il y est fait mention de la brèche de la Hornfluh et de la brèche du Chablais. L'auteur essaye d'y distinguer deux brèches, l'une tertiaire, composée de débris multiples calcaires, l'autre jurassique et triasique à l'état de brèche de dislocation. C'est dans ce remarquable travail, dont l'auteur allait plus tard combattre lui-même la partie théorique, qu'il est fait mention, pour la première fois, des grands chevauchements du bord nord des Préalpes.

La même année, au moment où M. Schardt allait lui-même modifier de fond en comble sa théorie sur l'âge des gypses et des cargneules, apparaît un travail de M. Rittener (30) démontrant, dans la région même de M. Schardt, qu'aucune de ces roches ne peut être d'âge tertiaire. J'eus l'honneur de présenter ce travail à la Société vaudoise des Sciences naturelles. Bien que cette notice ne fasse qu'effleurer ma région, j'ai dû la mentionner ici, car elle donnait le dernier coup à la théorie des gypses éocènes, et par elle, comme par les travaux de M. Renevier, comme par ceux de M. Schardt, dont l'interprétation théorique seule était à changer, comme par mes propres recherches déjà commencées en Chablais, l'accord qui allait en résulter devait donner une impulsion nouvelle à l'étude des Préalpes. La certitude de l'âge triasique des roches en question allait permettre des interprétations dont les travaux passés ne montrent pas trace, savoir

les grands chevauchements et les recouvrements. Le travail de A. Jaccard (32), livré à la publication sur ces entrefaites, devait être le dernier où il est fait mention de cargneules et de gypse éocènes. Il était heureux que l'accord se fût fait, car Jaccard, compliquant encore la question, introduisait des gypses jurassiques. La Brèche du Chablais y est considérée comme jurassique. Jaccard soutient ainsi l'idée que professait M. E. Renevier, le premier qui ait déterminé l'âge vrai de ce complexe bréchoïde. Jaccard essaye de diviser cette Brèche, sans toutefois pouvoir établir des horizons certains. La tectonique est complètement inexacte. Ce travail est donc à chaque instant en désaccord avec le produit de mes recherches.

La question des roches cristallines et éruptives des Gets, sur lesquelles M. Tavernier (25) avait appelé l'attention des spécialistes, est en partie résolue par un travail (33) dont les résultats étaient aussi nouveaux qu'originaux. M. Michel-Lévy, s'appuyant sur la présence de la protogine et par comparaison avec des roches analogues, arrive à la conclusion que ces pointements ne peuvent être tertiaires. Il suppose qu'on a là des têtes démantelées d'une ancienne chaîne. M. Rittener, dans les Alpes vaudoises, arrivait aux mêmes conclusions.

Les résultats de mes recherches de l'année 1892 sont consignés dans une note (34, 35) dont la première partie est due à M. Renevier. Mon savant Maître fait mention des subdivisions possibles des Préalpes et donne une description rapide des terrains qui y sont contenus. J'y mentionne les divisions possibles du complexe bréchoïde jurassique et j'établis une hypothèse, que je devais abandonner plus tard, sur l'existence d'une masse souterraine de résistance. C'est dans ce travail aussi que je donne le premier une solution du problème du contact des Hautes-Alpes et des Préalpes par l'hypothèse d'un pli déversé au sud selon l'exemple classique du double pli glaronnais. C'est ce que M. Bertrand avait déjà supposé pour l'explication d'un lambeau de cargneule des Hautes-Alpes vaudoises (37, p. 45, note).

M. Marcel Bertrand, dans une brochure remarquable (37), décrit le Môle et les collines du Faucigny en y démontrant que l'âge triasique est seul applicable aux cargneules et aux calcaires dolomitiques. M. Marcel Bertrand, abandonnant son hypothèse de 1884, suppose l'existence d'une « Schaarung » entre les plis de la rive gauche de l'Arve et ceux de la rive droite. Je reviendrai sur cette hypothèse dans le courant de ce texte. Le travail de M. Bertrand a l'avantage d'expliquer les accidents si particuliers du Môle, accidents sur lesquels s'étaient vainement exercée la sagacité des de Saussure, des Favre, des Ebray et des Jaccard.

En 1893, nous conduisons, M. Renevier et moi, une excursion géologique (38) dont les participants étudièrent pendant quatre jours la zône de la Brèche. Deux planches de coupes accompagnent la notice explicative. La détermination comme jurassique de la Brèche du Chablais est acceptée avec la plupart de nos observations. C'est là, pour la première fois, que je montre les masses plongeantes de recouvrement dont M. Schardt allait signaler plus tard (45) des exemples analogues.

C'est en 1893 aussi que je donne mon hypothèse du pli en champignon (40)

sur laquelle je reviendrai plus loin. M. Renevier, dans son discours présidentiel (39), lors de la réunion de la Société helvétique à Lausanne, donne un aperçu général sur la partie des Préalpes comprise entre le Rhône et l'Arve. C'est dans cette réunion aussi que M. Schardt abandonne l'âge éocénique de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh, pour se rallier à l'idée que M. Renevier et moi nous soutenions.

Puis apparaît la note sensationnelle de M. Schardt (42) sur l'origine des Préalpes où l'auteur reprend, en la développant, l'hypothèse que M. Bertrand donnait en 1884. S'appuyant sur ses recherches et sur les nôtres, il applique cette hypothèse aux Préalpes tout entières et suppose que celles-ci ne sont qu'une immense nappe de recouvrement venue du sud. La seule différence d'avec la théorie de M. Bertrand c'est que M. Schardt suppose que la première zone des Préalpes fait partie de ce charriage,

M. Kilian (43) a donné sa manière de voir sur l'hypothèse du charriage des Préalpes. M. Sarasin (47) décrit les roches des Gets et les brèches du Flysch. M. Duparc (46) voit dans ces roches l'indice de la continuation de la chaîne de Belledone. M. Haug (49) étudie la répartition des faciès de la zone du Chablais en combattant l'hypothèse de M. Schardt. Enfin, paraissent les deux feuilles géologiques de Thonon et d'Annecy.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE SUR LA RÉGION ÉTUDIÉE.

La région que j'ai étudiée s'étend sur la rive gauche du Rhône depuis la chaîne qui continue celle des Gastlosen (sauf la partie comprise dans les montagnes d'Abondance) jusqu'au premier pli des Hautes-Alpes. Au nord-est, elle descend jusqu'à la plaine alluviale du Rhône ; au sud-est, elle traverse le Giffre et je comprends dans cette étude la contrée qui s'étend entre Marignier et Samoens. Je décrirai par conséquent les derniers plis des Préalpes médianes, la région de la Brèche du Chablais tout entière, et le val d'Illiez avec ses lambeaux de recouvrement et ses klippes. La région étudiée, ainsi délimitée, comprend environ 500 kilomètres carrés.

L'hydrographie de la zone du Chablais située sur la rive gauche du Rhône est facile à saisir.

Au nord-est, coule le Rhône dans la partie de sa cluse qui s'étend de Martigny au Léman. Au sud et sud-ouest l'Arve et ses affluents le Giffre et le Menoge jouent un rôle analogue.

Entre ces deux principaux draineurs, presque tout le Chablais est tributaire de la Drance (réunion de trois Drance indépendantes), dont le delta va s'avançant sur les eaux du Léman. Ce lac reçoit encore quelques cours d'eau venant du Chablais, mais leur importance est beaucoup moindre.

C'est dans le massif de la Brèche, qui forme la partie du Chablais dont l'attitude moyenne est la plus élevée, que prennent naissance les principaux cours d'eau propres à la région, en exceptant toutefois le Risse, le Foron de Bogève et la Menoge.

D'après la disposition générale des plis dont la continuité est si manifeste il y aurait lieu de s'attendre à rencontrer une série de vallées synclinales et anticlinales. C'est le cas, en effet, mais ce cas n'est réalisé que par les cours d'eau de moindre importance et leur grande majorité, les principaux surtout, sont transversaux ou obliques à la direction des plis. Ils semblent n'avoir été guidés que par leur caprice dans le creusement de leur thalweg. Je ne m'attarderai pas, du reste, à l'étude de l'hydrographie ; d'autres descriptions plus im-

portantes doivent prendre place dans cette étude. Il est bon cependant d'avoir un aperçu géographique général que les nombreux croquis du texte viendront rappeler chemin faisant dans la description toujours aride à suivre de la tectonique d'une région.

Le Chablais est par excellence le pays des forêts et des beaux pâturages. Les montagnes sont d'une altitude moyenne. Pas de glaciers ni de gorges désolées, partout des pentes verdoyantes coupées ou brusquement interrompues par les parois grises des calcaires du Malm. Seuls, quelques sommets élevés, d'où fuient cependant entièrement les neiges pendant la belle saison, n'ont plus que quelques fleurettes insuffisantes pour verdir la montagne, mais dont se contentent encore les troupeaux de moutons.

Les bas des vallées sont cultivés avec ardeur, et les pentes herbeuses nourrissent de grands troupeaux. La sécheresse est un cas d'extrême rareté ; elle ne se produit que dans les grandes sécheresses générales. Le paysage, toujours vert et riant, témoigne de l'humidité si favorable au développement de la végétation. Pour un géologue, l'abondance de celle-ci n'est qu'un ennui, tant la structure du sol en est voilée, mais cet ennui est ici racheté par le plaisir qu'on trouve à la contempler. Les marécages sont rares. Le Flysch seul, dont la constitution hétérogène est bien connue, occasionne par places des tourbières couvertes de bruyères et de campanules barbues. Passons et examinons la topographie et l'hydrographie en commençant par le sud.

La partie de la région de la Brèche tributaire du Giffre est minime. Celui-ci prend naissance en dehors du territoire étudié qu'il traverse de part en part dans sa partie méridionale, avec des pentes raides sur sa rive droite, tandis que le flanc gauche de la vallée s'élève en pentes douces. Les deux flancs sont couverts de forêts et de pâturages. Entre Taninge et Samoens le Giffre reçoit le Clévieux, qui descend des hauteurs du col de la Golèze, la Valentine, et, à Taninge, le Foron. Les tributaires de la rive gauche sont moins importants. A l'est de Taninge la vallée se rétrécit rapidement et le Giffre traverse une bande rocheuse dont les points culminants forment le Roc de Suet et la Pointe d'Orchez. (1346 m.). Le Giffre coule ensuite tranquillement entre ses terrasses, puis s'enfonce de plus en plus ; son cours devient tumultueux et, dès Mieussy, les parois rocheuses de calcaire lui constituent une gorge profonde qui coincide avec le changement de direction de la rivière. Au débouché de sa gorge il change encore de direction, brusquement, et, par une vallée resserrée entre la Pointe d'Orchez et le Môle, s'en va rejoindre la plaine alluviale de l'Arve. Il isole ainsi complètement le petit massif de la Pointe d'Orchez, séparé à l'est, par le col de Chatillon, des montagnes arrondies de St-Sigismond qui vont, s'élevant lentement, former le désert de Platé.

Tout le massif de la Brèche du Chablais, qui, comme je l'ai dit, forme la partie du Chablais dont l'altitude moyenne est la plus élevée, peut être comparé à une immense cuvette allongée dont toutes les couches convergeraient vers un axe central. La cuvette, formée par des roches consistantes, contient les roches tendres et facilement désagrégeables du Flysch. Cette grande vasque est découpée sans

régularité par les eaux des trois Drance et de leurs affluents. La Drance de Bellevaux ou Brévon ne fait que l'effleurer. Les eaux de ses sources ruissellent seulement sur le bord de la cuvette. Les eaux de la Drance d'Abondance prennent naissance dans les terrains meubles et aquifères de la partie axiale du massif. La Drance du Biot, qui vient diviser en deux masses inégales la grande cuvette, y fait une profonde échancrure ; ses sources s'alimentent sur les flancs du premier pli des Hautes-Alpes calcaires. Ces trois torrents, qui ont évidemment la même histoire, n'ont pas le même développement par suite de la constitution du sol. La Drance de Bellevaux, dans la progression de son érosion d'aval en amont, a rencontré les masses dures du Roc d'Enfer et de la Haute-Pointe, qu'elle n'a pu scier encore. Elle a évidemment atteint ces massifs plus tard que ses sœurs, car elle a eu à traverser en aval une plus grande largeur de calcaires du Malm des Préalpes médianes.

La Drance du Biot, plus favorisée par l'alimentation et par sa position, puisqu'elle se trouve sur une ligne vers laquelle s'abaissent de part et d'autre les axes des plis, a pu scier entièrement la partie centrale de la cuvette du massif de la Brèche, jusqu'à toucher le premier pli des Hautes-Alpes calcaires.

La Drance du Biot vient par conséquent diviser notre région en deux parties bien tranchées. Nous allons parcourir celle placée sur la rive gauche. Le Foron, affluent du Giffre, capte une grande partie des eaux de cette région. Il prend naissance au pied du Roc d'Enfer et descend rapidement, sans s'inquiéter de la constitution géologique du sol, coule dans des vallons profonds, et, depuis le Pont des Gets, s'enfonce en gorge infranchissable d'où il ne ressortira qu'à Taninge pour aller se jeter dans le Giffre. Il isole ainsi un groupe élevé de montagnes constituant le Praz de Lys et la Pointe d'Uble.

Le Praz de Lys, si visible sur notre carte géologique, est un plateau montueux de pâturages entourés par les pentes rocheuses du chaînon arqué qui le limite au sud et à l'ouest et dont les principaux sommets, tous aisément accessibles, sont la Pointe de Marcelly (2009 m.), la Pointe de Haut-Fleuri (1942 m.) et la crête de Roi (1887 m.). Ces pâturages alimentent le Bruinant qui, sitôt sorti du plateau, se précipite en chûtes et en cascades dans le Foron. Le Boutigny sépare le Praz de Lys de la Pointe d'Uble (1959 m,).

Le Foron draine aussi une grande partie des montagnes ondulées des Gets. Du sommet de Chéry (1838 m.), en forme de pyramide surbaissée à trois arêtes, il reçoit le Nant de la Jacoutaz ; de la partie orientale de ces montagnes il s'alimente avec l'Arpettaz et ses nombreux affluents qui sillonnent cette contrée en une série de vallons dont les crêtes arrondies, peu élevées, mais nombreuses rendent désagréable la traversée.

A l'ouest, le Roc d'Enfer (2240 m.) et la Pointe de Chalune (2117 m.) forment un groupe élevé, qui, accompagné par la Pointe de Vésine (2013 m.) et la Haute-Pointe (1963 m.), donne naissance, comme nous l'avons vu, à la Drance de Bellevaux, au Foron de Taninge et au Foron de Mieussy. Celui-ci s'alimente dans une petite plaine alluviale, ancien lac comblé, à Somman (sous Mans) d'où il se précipite en cascades à travers la barre rocheuse de Crêt Roti.

Le col des Gets divise en deux l'espace compris entre la Drance du Biot et le Giffre. Il est peu élevé (1172 m.) ; on le franchit par une route nationale. Les montagnes à l'est de ce col forment la dernière arête des Préalpes et se continuent dans les Hautforts. La Pointe d'Angolon est le sommet culminant (2097 m.). De ce point descendent quatre arêtes dont une laisse passage au chemin du col de Jouplane (1718 m.), une autre supporte l'élégante pointe des Nions, puis une troisième s'en va contre les Hautes-Alpes calcaires former la pointe et le col de la Golèze. De cette partie élevée descendent, au sud, la Valentine et le Clévieux, au nord, le torrent de Jouplane et celui des Beaux.

La haute vallée de la Drance du Biot est formée par le cirque sauvage de la Chardonière dont le revers est formé par les parois grises du Bostan. Deux cols, ceux de la Golèze et de Coux, donnent issue l'un dans la vallée du Giffre, l'autre en Suisse dans le val d'Illiez, dont les eaux, par la Vièze, s'écoulent directement au Rhône. Ce val d'Illiez, presqu'entièrement creusé dans le Flysch, a une direction régulière sud-ouest-nord-est. Sur sa rive droite descendant directement du massif des Dents du Midi une série de torrents en cascades, profondément encaissés et donnant au soubassement de la pente tertiaire de la montagne sa physionomie si particulière de grands contreforts couverts de pâturages et de forêts. La rive gauche est parcourue par une série de quatre torrents qui viennent se jeter obliquement dans la Vièze, alors que ceux de l'autre rive s'y déversent perpendiculairement. L'un des vallons, plus important, le val de Morgins, reçoit ses eaux du pied du massif de la Brèche. Entre ce val de Morgins et le val d'Illiez s'élèvent les montagnes herbeuses de Savoleyres et de la Chaux, traversées par le col de la Porte du Soleil. Dans le Haut du val, dominant les alpages de Champéry, deux masses importantes par leur relief rocheux viennent rompre la monotonie des pentes ondulées du Flysch. Ce sont les curieux petits massifs de Culet et de Savonnaz. Vers le bas de son cours, la Vièze, à l'exemple de tous les torrents valaisans analogues, s'est creusé une gorge, indice probable d'un nouveau cycle en formation.

Revenons maintenant au cœur du massif de la Brèche et reprenons la description où nous l'avions abandonnée sur la rive droite de la Drance du Biot. Entre cette Drance, d'une part, le vallon de Charmy, la Drance d'Abondance et le val d'Illiez d'autre part, s'élèvent une série de sommets séparés en groupes par les vallons profonds qui conduisent à la Drance du Biot. Ainsi le Pic de la Corne, le Roc de Tavaneuse, la Pointe de Nantaux, les Rochers d'Entre-deux-Pertuis, la Chavache, forment un groupe intéressant. Les trois derniers sont caractéristiques par leurs abruptes parois qui regardent le nord (voir planche I).

Le vallon de Montriond et son lac les séparent des montagnes d'Arvoriaz, comme celles-ci sont séparées par le vallon des Saix (ardoisières) du haut massif des Hautforts, le plus haut sommet du Chablais (2466 m.) accompagné de la Pointe de Bassachaux (2144 m.) et de la Vorla (2338 m.). Le vallon de Montriond communique par le Pas de Chésery dans le val de Morgins et par le col de Bassachaux soit dans le vallon de Charmy, soit dans le haut de la vallée de la Drance d'Abondance. Celle-ci forme une vallée fertile qui, avec le vallon de

Charmy, isole presque complètement le massif de la Pointe de Grange (2438 m.) que l'on peut comparer à une pyramide à cinq arêtes. Au nord, au-dessous d'une paroi rocheuse, dominant des escarpements moins brusques, s'étendent des forêts et des pâturages jusqu'à la vallée. Au sud, la chute est encore plus rapide sur le sauvage vallon de Très-les-Pierre.

Une longue arête de sommets sépare ce vallon de celui de Morgins. C'est l'arête de Chésery avec la Pointe de Chésery ou du Bécret (2250 m.). Cornebois, le Bécor, la Tête du Géant, la Pointe du Midi. Là, l'arête s'abaisse brusquement pour donner naissance au col de Morgins avec son étang. Si nous supposons que le col de Morgins est, plutôt que le vallon de Très-les-Pierres, la continuation de la vallée de la Drance, nous constatons que, pour la seconde fois, le massif de la Brèche du Chablais est entièrement scié transversalement.

Les montagnes qui bordent la rive droite de la vallée de la Drance d'Abondance entre La Chapelle, Châtel et le col de Morgins forment la ligne de faîte, limite du bassin du Rhône de celui de la Drance. Le Pic de Cholonge (2001 m.) et le Pic de Morclan, la Pointe du Corbeau forment les sommets de cette arête dont les pentes descendent rapidement vers la vallée du Rhône, ou vers le vallon de Draversaz. qui les sépare du massif de Tréveneusaz. On s'aperçoit rapidement que celui-ci n'appartient plus au massif de la Brèche. Tout autre est sa construction. Le Malm y forme trois arêtes allongées dont les deux principales, en se réunissant au haut d'un cirque rocheux, simulent un cratère. Tréveneusaz s'abaisse en pentes rapides et rocheuses jusqu'à l'éboulis accumulé à ses pieds dans la vallée du Rhône ; sa masse lourde vient contraster singulièrement avec la beauté de la classique Dent du Midi qui lui succède au sud, et les pointes moins hardies, mais élégantes toutefois, qui le précèdent au nord. (Voir le panorama pl. VII).

DEUXIÈME PARTIE

STRATIGRAPHIE.

Pour bien faire saisir l'indépendance de la région de la Brèche du Chablais d'avec les Préalpes en général, indépendance qui se fait sentir non seulement au point de vue tectonique mais aussi dans la nature des faciès, je diviserai en deux tous les chapitres relatifs à cette deuxième partie, toutes les fois que les besoins s'en feront sentir. Une partie se rapportera aux terrains des plis de la zone axiale et de la zone intérieure que j'ai étudiés, et l'autre sera relative à la constitution de ces mêmes terrains dans la région de la Brèche.

CHAPITRE PREMIER

Roches cristallines et roches éruptives.

Des roches éruptives et cristallines *disséminées dans les masses de Flysch* d'un grand synclinal tranquille en apparence, constituent, sans aucun doute, une des plus grandes curiosités du Chablais. Déjà connus par les travaux de mes prédécesseurs, et en particulier par une étude approfondie de M. A. Michel-Lévy(33), ces gisements et les roches qui les constituent, ne m'ont guère fourni de matériaux nouveaux, dans mes recherches postérieures. J'ai cependant découvert trois nouveaux pointements. Je reprendrai la description des affleurements ; pour la partie pétrographique détaillée, je renvoie à la notice de M. A. Michel-Lévy.

§ 1. *Historique.* — C'est en 1854, qu'Alphonse Favre [1] découvrit le pointement des Bonnes et le décrivit comme un grand massif de serpentine. Il lui trouva beaucoup d'analogie avec les roches triasiques du Petit Saint-Bernard. En 1888

[1] A. Favre. *Bull. de la classe d'industrie de Genève,* octobre 1854.

M. Tavernier rappella au monde scientifique (25) ces roches tombées dans l'oubli. Il décrivit et repéra avec grande exactitude le pointement de la *Rosière* et celui de la *Mouille-Ronde*. En 1890, Jaccard (32) signala aux Attraits sur Morzine une belle traînée de protogine et un gros bloc de gabbro. M. Michel-Lévy décrivit ces pointements et successivement je découvris trois nouveaux pointements, dont deux sont très importants par leur situation.

§ 2. *Les Roches.* — La plupart de ces singuliers pointements sont accompagnés par une *brèche* dont les éléments sont des roches basiques, en particulier une porphyrite à structure microlitique arborisée, enchevêtrée ou variolitique. Quelques affleurements sont accompagnés par des schistes couleur *lie de vin* et par des *schistes noirs brillants*. Les roches des pointements eux-mêmes sont, d'après M. Michel-Lévy :

1° Variété de *granite pegmatoïde* analogue à la protogine ;

2° *Serpentine* excessivement pauvre en cristaux non épigénisés ;

3° *Diabases* et *gabbros* à structure grenue, très ouralitisée et saussuritisée ;

4° *Porphyrites* entièrement cristallines, à grands cristaux de feldspath, et dont les éléments du second temps présentent généralement la structure *ophithique ;*

5° Deuxième type très abondant de porphyrite presque exclusivement feldspathique, à structure microlitique *arborisée,* enchevêtrée et *variolitique*.

6° *Kersantite*. M. Michel-Lévy a bien voulu examiner avec moi les échantillons de kersantite du Farquet que je lui avais remis. La roche est très peu métamorphique et presque entièrement formée par de l'albite ou du moins par un feldspath de la série oligoclase-albite, mais très près de l'albite, comme s'en est assuré M. Michel-Lévy par tous les moyens optiques (liqueur de Klein, procédé Becke). En effet, le feldspath triclinique proprement dit montre que le plus petit indice du quartz est encore plus grand que le plus grand indice de ce feldspath, et comme, d'autre part, les extinctions simples vont jusqu'à 12° au moins dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010), on est plus près de l'albite que de l'oligoclase. Le feldspath aplati suivant g^1 (010), montre de nombreuses macles de Baveno en plus des macles ordinaires. La roche contient du fer titané, du sphène, du mica noir et un peu de quartz en assez grandes plages. Des facules de calcite et chlorite (pennine) abondante remplissent les vides laissés entre les cristaux de feldspath à la façon du pyroxène dans les ophites. La roche répond donc à la formule suivante :

$$\Gamma\, \delta\, \omega - \overline{F_2 M}\, \underline{a_2\, q}$$

§ 3. *Distribution et description des affleurements.* — Les affleurements sont tous, sauf un, disséminés dans le grand synclinal qui recouvre la Brèche du Chablais du nord-est au sud-ouest, dans la partie comprise entre Taninge et Morzine Ils ne jouent aucun rôle prépondérant dans le relief de la contrée et plusieurs sont même placés dans les torrents. La grande majorité est alignée

sur un arc de cercle à convexité tournée au sud-ouest. Ce sont ceux formés uniquement par des roches basiques. Suivant la corde de cet arc s'alignent les pointements de protogine.

I. La Rosière.— Une grande traînée de *protogine*, que l'on peut évaluer à un kilomètre de longueur, est orientée exactement nord-sud, au chalet de la Rosière. C'est dans la forêt, à environ 600 mètres au nord du chalet, qu'apparaît la protogine. Elle sort du Flysch accompagnée par la brèche à cailloux de roche éruptive, qui, parfois très compacte, paraît être une porphyrite variolitique. Nulle part on ne voit la porphyrite en place. Dans la forêt, la protogine forme un grand escarpement souvent infranchissable d'une cinquantaine de mètres de hauteur ; on se croit momentanément transporté dans la chaîne du Mont Blanc ! Un sentier qui traverse le bois passe à plusieurs reprises sur des têtes de la roche. Du chalet de la Rosière pour atteindre le plus facilement la protogine, il faut se diriger au nord dans le bois placé à une centaine de mètres. On peut y voir de gros blocs couverts de mousse. En contre-bas du Chalet, à l'ouest-nord-ouest, la protogine n'affleure pas. Cette interruption est due à la terre végétale. A une trentaine de mètres du chalet, dans la même direction, près de la fontaine, on voit affleurer la brèche porphyritique seule. Le dos qui, du chalet, part au nord, ne montre pas de protogine, contrairement à ce que l'on devrait attendre ; la roche forme les flancs de la colline.

Dans la forêt au nord de la Rosière, la protogine peut avoir une *centaine de mètres de largeur*. Au dessus et au-dessous de la roche cristalline, on voit le Flysch avec son aspect habituel. Entre le Flysch et le granite vient s'intercaler la brèche, que j'évalue à 10 mètres d'épaisseur dans un point de la forêt où elle est entièrement visible ; elle s'applique directement contre la protogine. Je n'ai pu voir si le contact présentait un miroir de faille.

A 300 mètres au sud du chalet, en un point directement à l'est des chalets des *Mais*, la protogine réapparaît. Elle forme un gros bloc, sortant du sol, d'une largeur de 10 mètres sur une longueur de 18. A une quarantaine de mètres encore plus au sud la roche réapparaît sur quelques mètres et disparaît immédiatement dans le Flysch.

II. Les Bonnes. — A un demi-kilomètre à l'ouest de la Rosière, dans un ruisseau peu encaissé, à l'ouest des chalets nommés à faux sur la carte *Balme*, s'étend un deuxième affleurement bien différent du précédent. Nous n'avons qu'à remonter le ruisseau pour nous en faire une idée. On commence par trouver des schistes gris ou noirs argilo-calcaires un peu froissés par places mais plongeant en général d'une trentaine de degrés au nord-est. Il s'y *intercale* un peu plus haut environ trois mètres d'épaisseur de brèche à cailloux de roche éruptive très décomposée, formant une arène verte, talqueuse. Si nous continuons à remonter le ruisseau, nous voyons les schistes changer de direction et plonger au sud-est. Ils se chargent de bancs de calcaire gris. En amont, le thalweg est entièrement creusé dans du gabbro très décomposé, réduit en une pâte verdâtre, mais dans

laquelle sont conservés de beaux blocs de la roche basique absolument indemnes.

Sur la rive droite, sans liaison, apparaît un gros bloc de brèche à roche de porphyrite variolitique renfermant quelques blocs mesurant jusqu'à quatre décimètres cubes. C'est la même brèche qu'à la Rosière et c'est la même que nous retrouverons à la Mouille-Ronde et aux Attraits. On peut bien l'étudier ici. Les cailloux y sont presque tous recouverts par une patine d'oxyde de fer qui leur donne des surfaces brillantes, fréquemment striées. Les angles des cailloux sont en général émoussés ; rarement ces angles sont vifs.

La rive gauche est non moins intéressante. En dehors du thalweg, nous y voyons, à fleur de terre, un énorme bloc planté dans les gabbros décomposés. Il mesure une trentaine de mètres de longueur sur 6 mètres dans sa plus grande largeur. Il est constitué par une roche grise et noire rappelant les schistes gris et noirs brillants que nous trouvons dans le ruisseau en aval des gabbros décomposés. Les couches du bloc plongent de 60° à l'est. Il est accompagné de Flysch typique gréseux.

Plus haut, à quelques mètres, à la surface des pâturages, on voit trois autres blocs d'une roche semblable dont quelques parties renferment des silex noirs.

Plus en amont, à une soixantaine de mètres, nous voyons mélangés à du grès du Flysch et à des débris de brèche, de gros fragments de serpentine.

III Le Tourne. — C'est un des trois nouveaux affleurements. Il est situé dans le thalweg d'un ruisseau au sud-est des chalets du Tourne. Le Glaciaire joue malheureusement un grand rôle dans les environs et vient complètement voiler les relations de l'affleurement avec le Flysch ou les schistes gris et noirs. Ceux-ci sont abondants dans les débris charriés par le torrent. Invisibles maintenant, leur existence ne peut cependant être mise en doute. L'affleurement est suffisamment repéré sur la carte, et le meilleur procédé pour le retrouver est de remonter le torrent en suivant la piste indiquée par les nombreux blocs charriés de porphyrite ophitique et de serpentine. Le ruisseau coule pendant quelques mètres dans une belle serpentine foncée qui, sur la rive gauche, forme un escarpement d'une dizaine de mètres de hauteur. En amont, après avoir retraversé du Glaciaire, on voit la brèche apparaître sur quelques mètres. L'affleurement du Tourne est celui qui montre le mieux la serpentine en place. S'il n'apporte pas de faits bien nouveaux, il a l'avantage de relier les Bonnes avec le gisement suivant.

IV. La Mouille-Ronde. — C'est dans un torrent que nous retrouvons encore les roches anciennes, au point où le Nant d'Arpettaz se ramifie, à environ 1 kilomètre au sud-est du groupe des chalets de la Mouille-Ronde. Comme à la Tourne et aux Bonnes, la protogine est ici inconnue. Tout le bas du torrent, en aval de sa bifurcation, est occupé par le Flysch légèrement ondulé, mais plongeant en général très légèrement au sud-ouest. Il disparaît malheureusement sous un lambeau de terrain glaciaire et son contact, avec la partie inférieure

de l'affleurement, nous est masqué. La bifurcation des deux torrents se fait sur de la brèche dont les cailloux sont peu distincts.

Si la rive droite du torrent le plus septentrional occupée par le Glaciaire est peu intéressante, la rive gauche est, au contraire, de la plus haute importance. Nous y voyons des *schistes rouges lie-de-vin* recouvrant le conglomérat. Ces schistes ont une direction est-sud-ouest, ouest-nord-ouest. Ils sont ou verticaux ou plongeant fortement au sud-ouest. L'affleurement n'a que deux ou trois mètres. Un peu en aval de ces schistes rouges, on voit un banc de roche semblable, épais de 60 centimètres à 1 mètre, traverser obliquement le ruisseau. Ce banc est bordé de *chaque côté* par la brèche et paraît avoir été une poche argileuse dans celle-ci, car il passe à la brèche *sans contours définis*. Quelques mètres plus bas, on retrouve une nouvelle lentille de schistes rouges dans la masse verte du conglomérat. Le passage des deux roches est par places insensible. Au voisinage de cette lentille on voit dans la brèche quelques morceaux inclus de schistes rouges à contours francs.

Le torrent méridional, que nous remontons maintenant, coule tout d'abord sur de la brèche, puis nous atteignons des schistes gris et noirs, brillants, avec bancs gréseux, plongeant au nord-ouest sous le conglomérat. Le ruisseau se bifurque encore en un point où nous trouvons de la brèche semblant sortir sous les schistes. Ce nouvel affleurement de brèche repose à son tour sur des schistes gris et noirs avec grès durs. Il est donc *intercalé* dans les bancs schisteux. On peut s'en assurer en remontant le ruisseau septentrional de cette deuxième bifurcation, d'où nous continuons nos observations par l'embranchement sud. Au bout de quelques mètres, nous trouvons une arène blanche et verte que M. Michel-Lévy suppose être un gabbro décomposé. Cette roche talqueuse est recouverte par une corniche de schistes noirs compacts avec bancs calcaires. Un petit ruisseau aboutit, un peu en amont, au torrent principal. Le cours de cet affluent est creusé dans le conglomérat surmonté par des schistes noirs très froissés.

Remontant le torrent principal, nous ne trouvons plus que des schistes noirs et des grès passant *petit à petit* au Flysch vrai à grès micacés et à schistes argileux. Le torrent se bifurque encore. Si nous remontons le ruisseau méridional, nous arrivons au deuxième affleurement de la Mouille-Ronde. Reposant sur les schistes noirs, nous voyons une roche décomposée, analogue à celle du gisement inférieur et formant une arête verte entre deux ruisseaux. Plus haut nous trouvons le conglomérat recouvert par des schistes.

V. Les Attraits. — Nous retrouvons ici le même type d'affleurement qu'à la Rosière, savoir une grande traînée de blocs de protogine que l'on peut évaluer à 200 mètres au moins, enveloppée au nord et au nord-ouest par la brèche à cailloux de porphyrite. La klippe joue un rôle orographique analogue à celui de la Rosière. Elle est placée aussi sur les flancs d'une arête, la crête de Nabor, directement au-dessus des chalets des Attraits sur Morzine. L'absence de végétation permet de la voir à distance. Elle forme une partie moins inclinée sur la

pente et, vue de Morzine, apparaît comme une protubérance sur les flancs de la montagne. « Au sommet, dit M. Michel-Lévy, affleure une granulite blanche, rappelant fidèlement certaines variétés de protogine très acide ; vers le sud la roche devient schisteuse et passe à un gneiss granulitique (injecté de granulite) ».

Le Flysch domine l'affleurement et est en contact avec la brèche. Les bas sont occupés par du glaciaire et de l'éboulis qui empêchent de voir les contacts.

Au sud de la bande de protogine et plus bas, séparé d'elle par 3 ou 400 mètres de Flysch, apparaît, isolé dans un petit cirque, un gros bloc de gabbro mesurant 3 m. 50 de haut sur 4 m. 50 de large à sa base. Le cirque est creusé dans une masse verte de roche décomposée, avec une brèche rose, calcaire, à cailloux anguleux de serpentine. Tout autour dans les environs nous voyons affleurer le Flysch.

Sur le sentier de Morzine à Jouplane, entre les Fiz et le Crêt (donc au sud-est des Attraits) on constate une grande quantité de morceaux de granulite et de protogine, ce qui peut laisser supposer que la roche des Attraits se continue jusque-là, masquée momentanément par les éboulis de Flysch et le Glaciaire.

Revenons maintenant au sud-est. Sur une ligne tirée des Attraits à la Rosière, on trouve aux Lanches un sixième pointement, continuation probable de celui de la Rosière.

VI. Les Lanches. — C'est dans le bois des Lanches que nous trouvons ce pointement. Il est placé à une centaine de mètres au-dessus des torrents, directement au-dessus (en suivant la ligne de plus grande pente) de la jonction du Nant de la Jacouttaz et de l'Arpettaz. Il est entièrement dans la forêt, à gauche, en montant le chemin des Perrières à Plan Ferraz.

La protogine est là en vraie *lame* dans le Flysch. Son épaisseur n'excède pas *10 mètres !* Les deux contacts sont parfaitement visibles dans de petits ruisseaux qui descendent directement la pente du bois. La roche ne mesure que 80 mètres, au maximum, de longueur visible. Elle est très froissée et s'enfonce, avec les roches qui l'encaissent, sous un angle de 10° au sud-est. On a tenté de l'exploiter à plusieurs reprises, notamment lors de la construction de la route nationale des Gets. Les roches directement en contact de la protogine ne me paraissent pas appartenir au Flysch. Ce sont des calcaires gris et noirs ressemblant beaucoup aux bancs supérieurs de la Brèche du Chablais. Ces roches intermédiaires sont peu puissantes. Il faut remarquer ici l'absence totale de brèche à porphyrite.

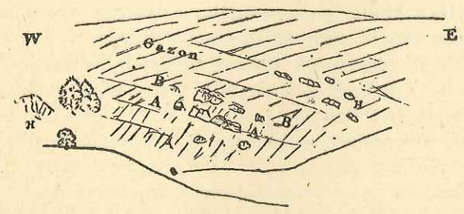
Examinée au microscope, la protogine des Lanches se montre presque exclusivement composée de quartz et de feldspath brisés et triturés. On dirait presque un grès traversé par quelques filons de quartz secondaire. On remarque beaucoup de chlorite dans les parties laminées.

VII. Mont Caly. — Toutes les descriptions que je viens de faire s'appliquent aux affleurements placés au sud-est de la route nationale des Gets. Mont Caly

fait exception et a, sous ce rapport, une haute importance. Les chalets de Mont Caly sont placés sur l'arête qui, de la pointe de Chéry, descend contre le Pont des Gets. A environ deux ou trois cents mètres du groupe des chalets, sur le sentier qui construit à l'Ancrenaz, nous voyons affleurer la porphyrite ophitique. L'affleurement, qui peut avoir une trentaine de mètres, n'est pas facile à voir. Aucun relief ne l'indique et, sans la présence du sentier qui le traverse, on n'en aurait jamais supposé l'existence. Les contacts ne sont pas visibles. Le Flysch, à peu de distance au nord, est horizontal. Vers les chalets il plonge au sud-est de 30°.

J'ai vainement parcouru la Pointe de Chéry dans l'espérance de découvrir quelques autres affleurements. J'ai trouvé quelques fragments de gneiss et micaschistes dans le flanc ouest de l'arête de Chéry entre Platon et l'Ancrenaz. Ils peuvent être erratiques. M. Tavernier m'a dit avoir trouvé des cailloux de serpentine dans le torrent sur la Côte d'Arbroz. Ceci dénoterait l'existence de roches éruptives dans le flanc nord de la Pointe.

VIII. Farquet. — Le groupe de chalets qui porte ce nom est placé au nord-ouest du Praz de Lys, *à la limite* du massif de la Brèche du Chablais. C'est à environ 1 kilomètre à l'est-sud-est qu'affleure la roche ancienne. La carte fautive en cette région, ne porte pas le ruisseau sur *la rive droite* duquel nous voyons la roche. Le moyen le plus facile de la retrouver est le suivant : on doit se diriger contre le sud-est, depuis les chalets, jusqu'à la rencontre du Sénonien, après avoir traversé le Toarcien et la Cargneule. En suivant la bande de Crétacé supérieur contre le sud-est, jusqu'à sa disparition sous un petit plateau alluvial, nous trouvons le ruisseau cherché, qu'on doit remonter. C'est à peu près à mi-distance entre les sommets 1563 et 1887 m., au nord d'une ligne joignant ces deux points, que nous trouvons l'affleurement, petit gradin rocheux sur la pente gazonnnée, Il se compose d'une roche verte que M. Michel-Lévy


W
E
Gazon
A
B
B
A
B
B
H
H
H

nettement délimités, une roche blanche compacte, qui à l'examen se montre être une argile durcie. Son épaisseur est de 0 m. 70. Sur cette roche blanche nous voyons un banc de 20 centimètres d'épaisseur d'une roche noire, qui, comme la première, est une argile durcie.

Aux environs immédiats de l'affleurement on constate des grès gris micacés (H H). Ils sont plus siliceux en amont et plus durs. La proximité de quelques têtes de quarzite du Trias en aval et en amont nous indique l'âge de ces grès. Je les attribue au *Carbonifère*.

§ 4. *Disposition des pointements. Relation avec les roches environnantes.* — En jetant un regard sur la carte, on voit immédiatement qu'on peut diviser ces affleurements en quatre groupes :

1° Quatre affleurements de roches basiques (les Bonnes, Tourne, Mouille-Ronde, Attraix (S-E) sont disposés suivant un arc de cercle à convexité tournée contre le sud-ouest.

2° Les pointements de protogine sont alignés suivant la corde de cet arc.

3° Un pointement isolé (Mont Caly).

4° La kersantite de Farquet. C'est la seule de ces roches qui soit à la limite du massif de la Brèche.

Ces dispositions laissent immédiatement supposer ou que ces roches sont filoniennes dans le Flysch, ou qu'elles sont les têtes d'un massif ancien érodé par le Flysch. Nous avons donc à établir l'âge de ces roches et leur origine.

Des roches analogues affleurent dans des conditions de gisement tout aussi étranges en différents points des *chaînes frontales* des Alpes. On en connaît un dans le vallon des Fenils (Alpes de Château-d'Oex) dans la Suisse française, d'autres près d'Iberg dans la Suisse allemande, enfin dans l'Algaü et près de Berchtesgaden en Bavière.

Studer, en signalant le bloc des Fenils, le considéra comme un dyke contemporain du Flysch ; cette même hypothèse fut reprise par MM. E. Favre et H. Schardt (24). A Iberg, Kaufmann les assimilait à l'âge des roches des Mythen ; M. Schmidt [1] les remit dans l'Eocène. M. Quereau [2], avec doute, les croit postérieurs au Tithonique. En Allemagne, MM. Gümbel [3] et Reiser [4] voient aussi dans ces roches des produits d'éruptions eocènes. MM. Michel-Lévy et Rittener [5] assimilent les roches basiques au Permien.

Dans aucun des affleurements cités, sauf dans le Chablais, n'apparaît la protogine.

C'est en se basant sur une comparaison pétrographique avec des roches analogues d'âge connu que M. Michel-Lévy a établi que les roches des Gets devaient

[1] C. Schmidt. Diabasporphyrite und Melaphyre vom N. Abhang der Schweizer Alpen. *N. Jahrb. fur Min.* 1887, I, p. 58.
[2] E. C. Quereau. Die Klippenregion von Iberg.
[3] Gümbel. Geologie von Bayern Alpen, p. 189.
[4] Reiser. Ueber die Eruptivgesterne des Algaü. *Miner. u. petrogr. Mittheil.* v. *G. Tschermak* X Band. 6 Heft.
[5] Th. Rittener. Notice sur le pointement des Fenils, *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* vol. XXVIII, p. 180.

être antérieures au Flysch. Nous ne pouvons que renvoyer à son beau travail (33).

La présence de la protogine en Chablais semble venir simplifier le problème, comme M. Michel Lévy l'a du reste fait voir.

Personne ne doutera de l'âge de cette roche, qui est sûrement *antécarbonifère*. Le fait que la protogine est elle-même recouverte de brèche à porphyrite paraît lier les roches basiques à l'histoire de cette protogine. A la Rosière, le contact bien visible de la brèche basique avec le Flysch se fait sans modification de ce dernier.

Les partisans de l'attribution des roches basiques au Tertiaire tiraient un grand parti du fait qu'aux Fenils, la roche est acompagnée par un schiste rouge lie-de-vin que l'on supposait être *du Flysch métamorphosé* au contact du filon.

M. Rittener a montré que ces schistes ne pouvaient être considérés comme tels, mais devaient être le résultat d'un dépôt *sédimentaire normal postérieur à l'éruption de la roche*. Ces schistes non calcaires se distinguent aisément et sont sans rapport pétrographique avec les schistes marneux et micacés du Flysch. Ils sont intimement liés avec la roche éruptive.

Si nous considérons les schistes rouges et les brèches de la Mouille-Ronde, nous arrivons à la conclusion qu'ils *sont contemporains*. En effet, dans la description de cette localité, j'ai fait remarquer qu'en deux points la brèche passait *insensiblement* au schiste rouge gréseux. M. Michel Lévy a fait voir aussi que la Brèche *ne pouvait être* considérée comme brèche de dislocation, car le ciment qui réunit les fragments, « est lui-même une sorte d'arkose à fins éléments granitiques, feldspath et quartz ». Le savant pétrographe ajoute que la brèche contient des éléments variés de protogine, gabbro, porphyrite variolitique.

Des mouvements postérieurs ont dû faire rouler les éléments les uns sur les autres, ce qui expliquerait la patine d'oligiste qui recouvre les cailloux de la brèche des Bonnes. Ainsi s'expliqueraient peut-être aussi les fragments *anguleux* de schistes gréseux rouges que nous constatons *dans* la brèche de Mouille-Ronde. C'est dans cette localité aussi que les rapports avec le Flysch sont les plus nets.

L'affleurement de la Mouille-Ronde est nettement compris *dans le Flysch*. Celui-ci existe *au-dessus* comme *au-dessous* et pourrait être même *interstratifié*, si l'on considère comme d'âge tertiaire les schistes gris et noirs qui avoisinent immédiatement les brèches. Je suis tenté de considérer ces schistes comme des roches tertiaires, car ils *passent insensiblement au vrai grès du Flysch*. Il est possible cependant que ce passage ne soit qu'apparent, car nulle part ailleurs, dans le Flysch du Chablais, je n'ai retrouvé ces schistes gris et noirs calcaires, qu'il est impossible de considérer comme des roches modifiées par un métamorphisme de contact, ces roches ayant une composition toute autre que celle du vrai Flysch qui les environne. Je reste donc dans le doute, quant à la détermination exacte de ces schistes noirs et gris.

Au Bois des Lanches, entre le vrai Flysch et le granite, des roches calcaires m'ont rappelé les calcaires de la Brèche supérieure du Chablais, sans que je sois certain qu'elles sont du même âge ; mais elles ne sont certainement pas ter-

tiaires. Aux Bonnes, nous rencontrons dans ce soi-disant Flysch des *calcaires gris* ou noirs plus ou moins siliceux, qui ne peuvent guère être considérés comme du Flysch modifié par métamorphisme, puisque celui-ci est généralement gréseux dans la région, mais comme des roches sans modifications postérieures, autres que celles dues au métamorphisme général. Le gros bloc d'argile noire siliceuse compacte de la rive gauche du torrent des Bonnes est absolument énigmatique, mais rappelle cependant les schistes gris et noirs. Il est complètement indépendant du Flysch qui paraît l'entourer comme une masse qui lui serait absolument étrangère, semblable à un gros bloc de schistes gris et noirs qui eût été roulé. Les deux bancs d'argile des Farquets, au contact direct de la kersantite, entourés eux-même de grès, que la présence des quarzites du Trias détermine sûrement comme Houiller, nous donne heureusement une indication plus précieuse.

La présence de la protogine ne vient pas nécessairement nous guider dans la détermination de l'âge des roches basiques, bien que la brèche (nécessairement postérieure à celles-ci) soit en contact avec elle. Il pourrait y avoir là une simple coïncidence, déterminée par la venue purement tectonique de la protogine; la dislocation aurait déterminé cette venue des roches basiques. Mais des raisons d'ordre tectonique que je développerai plus loin montreront que les roches basiques, dans leur position actuelle, sont liées à la protogine. Celle-ci ne pouvant pas être attribuée au Flysch, il en sera de même de celles-là.

On voit cependant que ce procédé de détermination de l'âge de ces roches laisse et laisserait encore plusieurs points de doute si je n'avais eu la chance de restreindre considérablement le problème par une découverte inattendue dans le Chablais même.

A l'est des montagnes des Gets s'élève un sommet arrondi dominant le col de Jouplane. Ce sommet porte la cote 1835 sur la carte du Dépôt de la Guerre. Il est constitué par les trois niveaux de la Brèche, mais la Brèche inférieure est la plus développée et forme l'arête. C'est en suivant l'arête qui s'élève de l'ouest vers le sommet que j'ai trouvé quelques cailloux de porphyrite dans la Brèche inférieure. La roche éruptive est en tout point semblable à celle que l'on connaît dans les affleurements disséminés sur les montagnes des Gets. Il ne peut y avoir aucun doute : cette découverte restreint les solutions possibles du problème de l'âge des roches éruptives basiques du Chablais, car l'étage de la Brèche inférieure est jurassique et même appartient probablement au Dogger. Il y a là une éclatante confirmation de l'hypothèse de MM. Michel-Lévy et Rittener qui, en tout cas, considèrent ces roches comme anté-éocènes.

M. Michel-Lévy a fait ressortir l'analogie de la plupart des roches basiques des Gets avec celles du Mont Genèvre; M. Rittener, de son côté, les compare avec des roches analogues des environs de Davos (Grisons), intimement liées avec les calcaires dolomitiques du Trias. MM. Mattirolo et Zaccagna considèrent les roches du Mont-Genèvre comme intercalées dans les Schistes lustrés. MM. Cole et Gregory pensent avec Lory que les calcaires du Briançonnais ont été influencés par la venue volcanique. La contemporanéité de dépôt de ces calcaires

avec les Schistes lustrés, comme l'a démontré M.M. Bertrand, rapproche les idées émises sur l'âge des roches du Mont-Genèvre qui seraient ainsi triasiques.

MM. Duparc et Delebecque ont retrouvé ces roches dans la chaîne de Belledonne. Elles y accompagnent les amphibolites de la série cristalline.

Tout porte donc à croire que les roches basiques incluses dans le Flysch des montagnes des Gets sont d'âge triasique. Il en est fort probablement de même de la brèche qui les accompagne. La kersantite et la protogine sont évidemment plus anciennes, la première parce qu'elle est incluse dans le Carbonifère, la seconde parce qu'elle fait partie de la série des roches préhouillères.

Aux Fenils, les schistes lie-de-vin entourent la roche sans modification du Flysch typique du voisinage. Ces schistes ne sont aucunement du Flysch métamorphosé. Ils rappellent plutôt des schistes liasiques colorés.

A Iberg, une découverte due à MM. Benecke et Steinmann, semble apporter une nouvelle lumière. Ces deux savants ont trouvé, disent-ils, un morceau métamorphisé de calcaire jurassique dans le diabase du Roggenstock. M. Quereau [1] n'a malheureusement pu vérifier à nouveau cette importante trouvaille, mais conclut cependant avec certitude que ces roches sont plus jeunes que le calcaire rouge à silex du Malm.

J'ai visité les affleurements de l'Algaü étudiés par M. Reiser (*loc. cit.*). Je suis loin d'admettre sa manière de conclure. Pour lui, ces roches éruptives sont en filon dans le Flysch et, par les modifications de contact qu'elles occasionnent, doivent être attribuées aux temps tertiaires. Les produits de métamorphisation considérés par M. Reiser sont les mêmes schistes lie-de-vin que ceux de la Mouille-Ronde et des Fenils. Ils rappellent plus particulièrement ceux-ci. C'est une grave erreur de les considérer comme tertiaires, car ils ont des caractères bien différents de ceux du Flysch.

Au Rothplattentobel, j'ai vu au bord du torrent ces schistes rouges en contact avec la roche basique. Sur la rive droite du même torrent, à 3 ou 4 mètres, est développé le Flysch normal, sans modification.

Quant à voir des filons dans ces affleurements, je me sépare totalement de l'idée du savant bavarois. Ces roches sont situées sur la ligne de faille à laquelle s'arrêtent les masses triasiques des Alpes de l'Algaü. Or cet accident n'est pas dû à une faille verticale, mais est une vraie ligne de chevauchement. La ligne de faille est sensiblement horizontale et les masses triasiques du Rothspitz se continuent sur elle jusqu'à Hindelang. De ce village on peut facilement s'assurer que la masse dolomitique qui recouvre les affleurements du Rothplattentobel est un recouvrement s'étendant jusque sur Hindelang. Le Hauptdolomit occupe les hauteurs, alors qu'en dessous de lui se constatent les roches basiques, les terrains jurassiques, liasiques et le Flysch. La constance avec laquelle les roches basiques sont distribuées dans le voisinage immédiat du plan de faille, autorise à les considérer comme des lambeaux de poussées. La complication étrange des plis dans le voisinage des roches basiques, particulièrement au Wildbach et au

[1] Die Klippenregion von Iberg, p. 51.

Rothplattentobel, n'est plus étonnante. Ce sont des paquets charriés sans ordre sur un plan de Flysch. Ceci expliquerait la présence du Flysch du Rothplattentobel, qui devrait être interprété comme venant de dessous.

Je trouve un appui dans ce que j'avance dans la présence si curieuse, signalée par M. Reiser, de schistes micacés verts (que j'ai visités aussi) du sauvage ravin de Mittererhaus dans le Retterschwangerthal. Là, dans une position *analogue* à celle des roches éruptives basiques (et où la carte de M. Gümbel les indique) se développe, dans des schistes gris sans fossiles, une superbe brèche de dislocation de 20 à 30 mètres de puissance, composée de ces schistes micacés, appartenant peut-être aux Werfener Schiefer. Au-dessus d'elle, d'immenses blocs de Hauptdolomit sont empâtés dans les schistes. Plus haut commence le Hauptdolomit du Rothspitz. Cette ligne de contact présente ainsi des phénomènes tectoniques d'une rare intensité. Les roches micacées peuvent être considérées comme une lame brisée et concassée, étranglée dans le sens transversal, car plus loin, après une disparition complète au sud du chalet « zu den Stellen », on la retrouve plus amincie encore. Elle aurait près de 3 kilomètres de longueur. Les schistes qui empâtent la brèche à roche micacée, parfois colorés en rouge et ressemblant beaucoup aux schistes qui entourent les roches basiques de la Gaisalpe (affleurement plus au sud-ouest), sont peut-être liasiques. Il y aurait grand intérêt à y chercher des fossiles.

La présence de cette lame disloquée de schistes micacés inconnus sur le bord nord des Alpes, dont l'âge antétertiaire ne peut être mis en doute et dont le rôle tectonique est absolument semblable à celui des roches basiques, suffit pour démontrer que celles-ci ne sont plus dans leur position primitive. Elles sont sur une ligne de charriage et leur contact avec le Flysch est dû à des causes mécaniques. J'ai déjà dit que les roches des Gets étaient liées à celles de la protogine quant à leur provenance. Ce n'est pas anticiper sur la partie théorique de ce texte si je dis maintenant que les roches éruptives des Gets et les brèches à cailloux éruptifs qui les accompagnent ne sont de même plus à leur place primitive. Il y a donc une analogie frappante dans les gisements bavarois et chablaisiens. Tous sont dus à des dislocations formidables. L'analogie pétrographique des roches basiques de l'Algaü et du Chablais me porte à croire que ces roches bavaroises sont anté-jurasiques et que, comme celles qui nous occupent ici, on doit les considérer probablement comme triasiques.

CHAPITRE II

Terrain houiller.

§ 1. *Généralités.* — Le terrain houiller n'était connu jusqu'ici qu'en un seul point de la région de la Brèche, à Taninge. J'ai pu découvrir quelques nouveaux affleurements, plutôt importants pour la tectonique, car les fossiles y sont dans un si mauvais état de conservation que la détermination spécifique est presque imposible. Ces affleurements sont tous dans la région de la Brèche.

§ 2. *Caractères lithologiques.* — Contrairement au Houiller alpin, les roches de Taninge et des autres affleurements ont été peu influencées par les causes du métamorphisme. Les roches qui affleurent dans le Foron sont des grès micacés dorés tendres, dont les bancs peuvent atteindre jusqu'à deux mètres. Ils alternent avec des schistes noirs à paillettes de mica beaucoup plus ténus. Le passage entre les deux roches est souvent insensible. Les roches des autres affleurements sont semblables. Je n'ai vu nulle part de poudingues, si fréquents dans la partie inférieure du Houiller des Alpes vaudoises et de la Savoie. L'altération des roches est si faible que Sismonda voulait y voir des mollasses tertiaires !

La perméabilité des bancs de grès micacés n'est pas favorable à la conservation des végétaux et les fossiles qu'ils renferment paraissent avoir été roulés. Les troncs de calamites, non écrasés, matériaux plus résistants, ont seuls été convenablement conservés. Les schistes, au contraire, présentent d'excellentes empreintes.

Le charbon minéral ne s'est rencontré qu'à Taninge. La couche la plus épaisse avait 1m.20 d'épaisseur. M. de Mortillet (II p. 146) considère ce charbon comme un anthracite brillant, privé de matières bitumineuses, brûlant avec une flamme assez jolie.

§ 3. *Affleurements.* — I. Le plus important est certainement celui du torrent du Foron à Taninge. Les grès houillers affleurent déjà sous le pont de la Gendarmerie dans le bourg de Taninge. Ils disparaissent momentanément et nous les retrouvons sous le Trias, en amont du creux de Nonthey ou Gouille d'Enfer. Deux cents mètres plus haut dans le cours du torrent, au confluent du Foron et d'un ruisseau qui descend de la Pointe de Marcelly, le Carbonifère disparaît sous le Trias et les éboulis. Trois anciennes exploitations sont encore visibles. Une

d'elles est placée sur la rive gauche, les deux autres, sur la rive droite. L'industrie minière est complètement abandonnée. C'est à l'entrée de ces galeries que l'on trouve les meilleures empreintes. J'ai récolté des fragments de troncs de calamites sur la rive droite. Sur la rive gauche, on aperçoit encore dans l'éboulis la tête d'un banc de houille. L'affleurement a la forme d'une voûte orientée nord-est-sud-ouest.

II. Le Carbonifère apparaît encore sur le chemin de Taninge au Praz de Lys, au pont sur le ruisseau des *Montants*. Les couches sont verticales et dirigées nord-sud. On y voit un tronc de calamite. Cet affleurement est sans nul doute en relation avec le précédent.

III. Sur la *vieille route des Gets*, près de Taninge, à l'est, le Houiller affleure au-dessous des dolomies triasiques, qu'il longe jusqu'au premier contour de la vieille route. On peut y récolter de bonnes empreintes végétales.

IV. A. Favre signale encore le Houiller à l'ouest de Taninge, du côté est de la colline de quartzite de Sur le Rocher. On peut en effet constater les grès micacés dans un bois très en pente. Je n'y ai pas trouvé de végétaux.

C'est dans le val d'Illiez, sur l'arête de la montagne au sud-est de Morgins, à 300 mètres au sud-ouest du sommet de la Foilleusaz, que j'ai découvert un nouvel affleurement ; il peut avoir une cinquantaine de mètres de longueur. Il est caractérisé par les mêmes roches que celles de Taninge. Ce lambeau de Houiller repose *sur* le Flysch ! Il est assez facile de confondre ces deux terrains. Un gros bloc de Lias placé sur l'arête permet de retrouver l'affleurement (Planche VIII).

Les fossiles sont mauvais. J'ai pu récolter des pinnules de *Nevropteris*, un fragment de *Nevropteris heterophylla* Br., quelques mauvaises traces de *Cordaites* et des tiges d'*Asterophyllites*. Ces quelques déterminations sont cependant suffisantes pour ne pas laisser d'hésitation sur l'âge de ces grès micacés.

VI. Cinq cents mètres au sud-ouest, sous la pointe 1904 m. (La Chaux), dans sa pente méridionale, j'ai reconnu une bande de grès houiller, puissante de 50 mètres, avec *Cordaites*.

VII. A la Porte du Soleil, encore plus au sud-ouest, dans le torrent, à côté du chalet de Dronnaire, j'ai revu les mêmes grès avec empreintes indéterminables.

VIII. Enfin le Houiller affleure encore à la Lesse sur St-Jean-d'Aulph, où il est trituré et presque méconnaissable.

§ 4. *Épaisseur*. Il m'est absolument impossible d'évaluer la puissance du Carbonifère, les conditions de gisement étant absolument troublées par les dislocations. Dans le val de Morgins, l'épaisseur maximum est de 50 mètres. Ce n'est probablement pas l'épaisseur vraie.

§ 5. *Limite inférieure et supérieure*. Le Carbonifère de tout le Chablais n'est pas en repos normal. On le trouve sur le Flysch, sur le Crétacé ou sur le Lias.

A Taninge, il est limité par les Quartzites du Trias, ou peut-être par le Permien. Celui-ci le recouvre sûrement dans l'affleurement de la pointe 1904 (val de Morgins).

§ 6. *Fossiles*. A. Favre cite une liste de plantes de Taninge que j'ai complétée par mes récoltes. Les déterminations que j'avais faites moi-même ont été revues chez M. Renault à Paris, par mon ami M. le Dr Paul Jaccard [1].

	Cryptogames.	Niveau d'après M. Zeiller
	Equisétinées.	
+	*Calamites Cistii* Br.	Houill. moyen et supérieur.
+	*Calamites Suckowi* Br.	id.
+	*Calamites Studeri* Hr. ?	
+	*Asterophyllites tenuifolius* Sternb. sp.	H. moy. et bas du supér.
	Annularia stellata Schl. sp.	id.
	Rhizocarpées.	
+	*Sphenophyllum saxifragæfolium* Sternb. sp.	id.
	Fougères.	
	Sphenopteris Cœmani Andræ	H. m.
	Cardiopteris auriculata Sternb.	
+	*Nevropteris heterophylla* Br.	Houil. moyen.
+	» *gigantea* Sternb.	id.
	» *auriculata* Br.	Houill. sup.
	« *microphylla* Br.	
	Odontopteris alpina Sternb.	
+	*Mariopteris latifolia* Br.	Houill. moyen.
	— *muricata* Schoth sp.	id.
+	*Pecopteris abbreviata* Br.	H. moy (part. sup.).
+	— *dentata* Br.	H. moy. et sup.
	— *Beaumonti* Hr.	
	— *Pluckeneti* Schl. sp.	H. sup.
	Lycopodiacées.	
	Lepidodendron Veltheimianum Sternb ??	H. inf.
+	*Lepidophloios laricinus* Sternb.	H. moy. et part. inf. du H. s.
	Phanérogames gymnospermes.	
	Stigmaria ficoides Sternb. sp.	Houill. sup.
+	*Cordaites borassifolius* Sternb. sp.	H. sup. et part. sup. du moyen.
	Rhabdocarpus Candollei Hr.	

§ 7. *Age de la flore de Taninge*. Sur les 27 espèces citées, j'en ai récolté environ la moitié. Toutes, sauf une, se rattachent au Houiller moyen et supérieur. Le *Lepidodendron Veltheimianum*, Sternb. cité par Alph. Favre d'après O. Heer, et que j'ai répété dans la liste, jette une note discordante. Cette plante, spéciale au Dinantien (Culm), me fait croire que la détermination de Heer est erronée ou qu'il y a eu confusion de gisement. Sur le nombre d'espèces plusieurs ne sont propres qu'au Houiller moyen et *totalement inconnues dans le Houiller*

[1] Les plantes que j'ai récoltées sont indiquées par une croix.

supérieur. *L'Annularia stellata* Schl. sp., caractéristique du Houiller supérieur, mais que l'on trouve aussi dans le haut du Houiller moyen, est extrêmement rare à Taninge. Les plantes que j'ai récoltées se rapportent surtout au Carbonifère du bassin du Nord. Les deux *Calamites*, les *Pecopteris dentata* et le *Cordaites borassifolius*, ainsi que quelques autres espèces fréquentes dans le bassin de la Loire, sont communes aussi dans les couches supérieures du bassin du Nord.

Le Houiller de Taninge paraît donc être un niveau inférieur à celui des gisements fossilifères houillers du Briançonnais [1] et de Rive de Gier. Il se rapporte aux couches tout à fait supérieures du Westphalien. Ce terrain non signalé à l'état fossilifère dans les chaînes frontales, vient encore singulariser les dépôts de la région de la Brèche.

[1] La flore houillère du Briançonnais, malheureusement peu connue, renferme aussi des espèces westphaliennes. Il est donc fort probable que la flore de Taninge est la même.

CHAPITRE III

Terrain Permien.

§ 1. *Généralités*. — Le Permien était inconnu dans les Préalpes. Nous en avons découvert, M. Renevier et moi, plusieurs affleurements dans la région de la Brèche. Les roches que j'assimile à ce terrain, car aucun fossile ne vient certifier ma manière de voir, sont tellement identiques à celles attribuées ailleurs au Permien, que leur âge ne peut guère être mis en doute. Leur position stratigraphique les montre inférieures au Trias, sinon toujours aux quartzites, du moins aux calcaires dolomitiques quand ceux-là sont absents.

§ 2. *Caractères lithologiques*. — Les roches permiennes du Chablais sont des plus aisées à reconnaître par leur couleur si caractéristique rouge lie-de-vin. Elles sont toutes d'origine détritique.

La roche la plus abondante est un *poudingue* à éléments de grosseur variable ne dépassant jamais un décimètre cube. La roche passe insensiblement aux grès. Les éléments constitutifs du poudingue sont des gneiss, des granulites ; le quartz en cailloux roulés y est très abondant. Tous ces matériaux sont réunis par un ciment gréseux sans consistance, ce qui permet de retirer facilement les cailloux de leur gangue. La remarque, que je faisais à propos du Carbonifère, de l'état peu métamorphique de ces roches, est applicable aussi ici. Dans les poudingues analogues du même âge de la première zone alpine les cailloux constitutifs sont fortement agglomérés. Ils se laissent partager quand on casse la roche. De grandes plages de séricite sont développées entre eux. Dans l'affleurement du val de Morgins on n'en trouve pas trace, et le moindre coup de marteau désagrège la roche. A la Lesse celle-ci est un peu plus compacte, mais la différence de dureté d'avec les roches de la première zone est encore très grande. Il n'y a aucun doute cependant sur l'analogie très complète de notre Permien avec le *Verrucano* ou *Servifit*, si répandu dans les deux premières zones alpines, du Briançonnais aux Alpes glaronnaises.

Les schistes lie-de-vin sont moins fréquents. La même remarque, à propos du métamorphisme, leur est applicable.

Une arkose à grains de quartz rose et à feldspath kaolinisé est abondante avec les poudingues au val de Morgins.

Un échantillon de Lesse d'Amont examiné au microscope se montre entière-

ment formé par des grains anguleux de quartz, entre lesquels abonde une matière ocreuse.

§ 3. *Affleurements.*— I. L'affleurement le plusimportant est celui de la Lesse, sur Saint-Jean-d'Aulph. Nous l'avons découvert M. Renevier et moi. Il s'étend sur une longueur d'environ un kilomètre, bordé au nord-est par les quartzites du Trias.

II. Des grès et arkose rouges de la Gorge du Foron à Taninges sont attribuables avec doute au Permien. Ils passent insensiblement au quartzite et renferment des morceaux très petits de jaspe rouge, comme le Permien des environs de Saint-Gervais-les-Bains.

III. Au col de Coux, sous le Trias, affleurent quelques grès rouges probablement permiens.

IV. Le sommet de la Chaux (val d'Illiez) possède un important affleurement de poudingue et d'arkose permiens des plus caractéristiques. Recouvert par le Trias, ce terrain permien repose sur le Houiller.

V. Enfin, j'ai rencontré quelques blocs de Permien dans une position très singulière sur la Pointe de l'Haut (Haut du val de Morgins en Suisse).

CHAPITRE IV.

Terrain triasique.

§ 1. *Généralités.* — Bien peu de terrains ont l'honneur d'une aussi volumineuse littérature et ont joué un tel rôle dans les descriptions géologiques des Alpes suisses et de la région préalpine en particulier. On discuta sur l'âge, sur l'origine des roches des terrains triasiques. Successivement, dans la zone du Chablais, Gilliéron, S. Chavannes, MM. E. Favre, G. de Tribolet et H. Schardt placèrent une partie ou la totalité des gypses et des cargneules dans le Tertiaire. Des calcaires triasiques étaient considérés par ces savants comme jurassiques ou liasiques. S. Chavannes et G. de Tribolet croyaient à l'origine épigénique du gypse et cette conviction les entraînait à placer cette roche tantôt dans un terrain, tantôt dans un autre. A. Favre, MM. Renevier et Schardt combattirent cette manière de voir avec succès ; mais eux-mêmes étaient divisés. M. Renevier, suivant la loi énoncée par A. Favre, plaçait tous les gypses et cargneules dans le Trias. Il ne voyait que deux exceptions possibles au Mont-Chauffé et à Charmy en Chablais (nous verrons que le dernier est nettement triasique). M. Schardt, dans une brillante étude [1] sur le Pays d'Enhaut, soutenait la thèse que ces roches étaient tertiaires. La lutte entre lui et M. Renevier dura huit ans. Le premier renonçait à sa théorie quand apparut un remarquable travail de M. Rittener (30) qui rechercha au cœur de la région observée et étudiée par M. Schardt les preuves les plus absolues que toutes les cargneules et les gypses du Pays d'Enhaut sont et ne peuvent être que triasiques. L'accord se fit et la géologie des Préalpes entra dans une phase nouvelle : la coupe que M. Schardt donna à la suite de la réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg montre le progrès accompli. Dans la région de la Brèche, certains affleurements de cargneule ou de calcaire dolomitique reposent, isolés complètement, sur le Flysch. Nous verrons leur importance. Si la théorie des cargneules tertiaires avait subsisté, j'aurais évidemment hésité à concevoir les recouvrements indiqués par le Trias, car, dans une foule de points, on n'a *aucune preuve stratigraphique* de l'âge triasique de ces indicateurs.

Ma découverte de *diplopores* (gyroporelles) devait aussi jeter un jour nouveau sur la détermination certaine de grands massifs considérés comme appartenant au Malm ou au Lias.

[1] Hans Schardt. Etudes géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* vol. XV.

§ 2. — Le Trias de la Région de la Brèche.

Les coupes complètes de Trias que l'on peut établir dans le massif de la Brèche sont rares. Le Trias n'apparaît que sur le pourtour du massif, sauf dans les environs de St-Jean-d'Aulph, et comme il chevauche toujours sur des terrains plus jeunes, il n'a conservé ordinairement que sa partie supérieure.

Quartzites du Trias. — C'est à A. Favre que l'on doit la découverte dans le Chablais de l'étage le plus inférieur du Trias. Nos recherches, celles de M. Renevier et les miennes, nous ont mis en présence de plusieurs autres affleurements qui, en général, sauf un, sont moins importants.

1° *Sur le Rocher.* — A un kilomètre à l'ouest de Taninge, on voit s'élever un rocher blanc à trois cents mètres de la route, sous la Pointe de Marcelly. C'est le rocher de quartzite signalé par A. Favre. La roche est blanche, laiteuse. Les couches sont plissées sur elles-mêmes. Elles ont une cinquantaine de mètres de puissance. Elles reposent directement sur le Carbonifère et forment le substratum du calcaire dolomitique. Dans les prés et les buissons, au sud-est de cet affleurement, on en aperçoit un nouveau, indépendant du premier. C'est un quartzite blanc accompagné d'une arkose verdâtre.

2° *Ravin du Foron.* — Sur la rive droite du torrent du Foron, près des gisements de plantes du Houiller, on retrouve les quartzites reposant sur une arkose rouge que je suppose, avec doute, appartenir au Permien.

3° Entre les deux torrents des Granges de Chavonnes, sur Samoens, existe un nouvel affleurement, un peu au dessus du confluent des deux torrents, le long d'un sentier dans la forêt.

4° *Col de Coux.* (val d'Illiez). — Il existe là, sur le versant français du col, une épaisseur de 6 mètres de quartzite. On y a tenté inutilement des recherches minières.

5° A la *Porte du Soleil* (col entre le val de Morgins et d'Illiez), on trouve entre le Carbonifère déjà cité et les cargneules une couche de quartzites verdâtres. On les revoit encore au promontoire rocheux au sud du col. Elles y sont englobées dans la cargneule et le calcaire dolomitique.

6° A l'est de Morgins, sur la rive droite du *Nant du Vernay*, au-dessus du chalet coté 1589 m., on constate sur le sentier quelques têtes de quartzite. L'affleurement n'a que quelques mètres.

7° La plus belle traînée de quartzite du Chablais s'étend du *col de Brion* aux *Chalets de Lesse d'Amont* (est de St-Jean-d'Aulph). Elle a un kilomètre de long. La roche, de couleur laiteuse, comme à Taninge, traverse obliquement la montagne. Elle repose sur le Permien et supporte l'étage moyen schisteux de la brèche du Chablais.

8° Les quartzites affleurent encore dans les environs du *col de la Ramaz* (N. du Praz-de-Lys).

Trias moyen et supérieur de la Région de la Brèche.

Le Trias de toute cette région est remarquable par un énorme développement de cargneules et de calcaires dolomitiques. C'est ainsi qu'une immense bande de ces roches s'étend de Taninge, par le col de la Golèze, le col de Coux, jusqu'au massif de Tréveneusaz au bord de la vallée du Rhône.

En général les *cargneules* et les *gypses* sont inférieurs aux *calcaires dolomitiques*. On rencontre cependant dans ces derniers des nids de cargneule. Les coupes intéressantes qu'on peut étudier sont peu nombreuses, et la variété inattendue d'une coupe locale est une rareté dans l'uniformité des affleurements.

1° *Taninge.* — Sur le quartzite du torrent du Foron on voit, en corniche, un calcaire compact gris, légèrement spathique, coloré par places en rouge. Le quartzite passe petit à petit à ce calcaire. C'est cette même roche qui recouvre le quartzite de la bande inférieure de *Sur le Rocher*, roche que j'avais considérée comme liasique, avant la découverte de l'affleurement du Foron ; c'est ainsi qu'elle est indiquée sur la carte.

En amont, sur la rive gauche du torrent, plus haut que le Carbonifère, on a tenté d'exploiter le gypse. Le calcaire de la rive droite a disparu et le gypse repose directement sur le Houiller.

De la vieille route des Gets, à l'est de Taninge, au sommet de la colline du Brion (colline qui domine Taninge au nord-est), je relève la coupe suivante, du haut en bas :

Brèche dolomitique, épaisse de 50 à 60 mètres ; puis les couches suivantes ayant une dizaine de mètres d'épaisseur :

Calcaire dolomitique spathoïde ;
Argile rouge faiblement calcaire ;
Dolomie rouge foncé spathoïde ;
Brèche dolomitique ;
Calcaire gris compact un peu siliceux ;
Dolomie grise compacte.

Le bas de l'affleurement est invisible. Dans le voisinage on trouve une argile grise avec traces noires argileuses, épaisses de un à trois millimètres, se ramifiant à la surface des schistes.

Un calcaire gris, compact, très dur, est exploité pour constructions au sud du village d'Avonnex, le long de la vieille route. Il m'a rappelé, par une étonnante ressemblance, le calcaire considéré comme Muschelkalk dans les Alpes bavaroises.

2° *Col de Coux* (val d'Illiez). — L'uniformité du Trias est momentanément rompue à la frontière franco-suisse par l'apparition, *sous* la cargneule, d'un complexe plus inférieur que l'on peut étudier sur le versant français et sur le versant suisse. Les deux coupes, très voisines l'une de l'autre, présentent cependant de légères variations.

Sur le territoire français je relève du haut en bas.

1° Lias.

2° Calcaire dolomitique gris en gros bancs. Epaisseur variable que l'on peut évaluer en moyenne à 50 mètres.

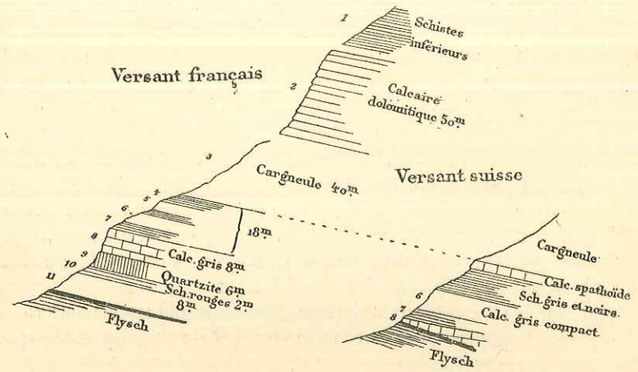


fig. 2. — Coupe du Trias du Col de Coux (Illiez).

3° Cargneule. Epaisseur 40 mètres.

4° Schistes gris et noirs, mats, argileux, avec petits points blancs de calcaire friable.

5° Calcaire gris.

6° Cargneule et calcaire dolomitique.

7° Schistes verdâtres ou noirs, argileux.

Les couches 4, 5 6, et 7 ont ensemble 18 mètres d'épaisseur.

8° Banc de calcaire gris, translucide, schisteux ou compact; 3 mètres.

9° Quartzite; 6 mètres.

10° Schistes lie-de-vin (Permien); 2 mètres.

11° Banc de calcaire jaune trituré, tendre, vacuolaire par places passant à la dolomie. Il est quelquefois rempli de grains de quartz. Cette couche est manifestement un produit de trituration; 8 mètres.

12° Flysch.

La coupe du versant suisse est moins complète. Il manque toute la partie inférieure, dès le numéro 8. Les schistes noirs argileux y sont plus abondants. Le banc de calcaire inférieur rappelle, par sa translucidité et son état marmoréen, les calcaires inférieurs de la gorge du Foron à Taninge, que l'on pourrait considérer comme du Muschelkalk.

3° *Cargneules, calcaires dolomitiques, gypses.* — C'est par ces trois espèces de roches que le Trias est le plus souvent représenté dans la région de la Brèche.

En général, les cargneules sont supérieures au gypse et inférieures aux calcaires dolomitiques. Cependant nous voyons souvent ces cargneules passer latéralement aux calcaires dolomitiques, surtout dans la partie nord du massif de la Brèche. Ainsi les cargneules, si abondantes aux Munes, passent aux calcaires dolomitiques de la Pointe de la Chalune, et ceux-ci redeviennent cargneule aux chalets de Pététeau. On constate la même transformation à Grivacu (au nord-ouest d'Essert Romand).

Dans la Pointe de Chalune, le Trias prend une très grande épaisseur que l'on peut évaluer à 300 mètres, au moins. L'ascension de ces parois rocheuses montre tantôt des dolomies à texture spathoïde, grises, des calcaires dolomitiques jaunes avec calcite et dolomie cristalline rosée ; plus haut, les calcaires dolomitiques recommencent, mais gris, compacts, amorphes, avec cette patine farineuse qui les caractérise si bien. Dans le bas de l'escarpement, du côté de Vésine, existe un banc de plusieurs mètres d'épaisseur d'une dolomie rose ou rouge, brèchoïde par places. Les couches de Chalune rappellent remarquablement le « Haupdolomit » du Trias oriental, dont elles jouent, en outre, le rôle orographique.

Le calcaire dolomitique est moins épais dans la bande sud-ouest-nord-est du massif de la Brèche, qui la limite avec le Flysch du val d'Illiez. Le calcaire y est souvent terminé, dans la partie supérieure, par une alternance de bancs d'argile diversement colorés et de bancs calcaires. La cargneule est uniformément répartie à la base du calcaire dolomitique dans cette partie du massif, comme le montre la fig. 2.

Dans la bande triasique qui limite le massif de la Brèche au nord, on constate que la cargneule passe latéralement aux calcaires dolomitiques; cette disposition des deux roches différencie bien nettement les deux bandes triasiques. Dans la bande extérieure, le passage d'une roche à l'autre se fait aux lieux où les dislocations deviennent plus intenses.

La cargneule est trop connue pour que je la décrive encore. A la surface du sol elle est manifestement vacuolaire, à l'intérieur elle se présente sous l'aspect d'une brèche dolomitique. Des deux espèces de cargneules que M. Schardt différenciait dans ses recherches, l'une peut être considérée comme un remaniement, qui peut aussi bien être superficiel que le résultat de frottement en profondeur, par production de brèches de friction. Je connais plusieurs cargneules de remaniement dans la région du Chablais. Elles se présentent ordinairement dans les points où les dislocations ont été des plus intenses, ainsi le long des contacts de la roche avec les terrains tertiaires.

Malgré l'étendue du Trias de la région de la Brèche, le gypse y est plutôt rare qu'abondant. Il apparaît sous la forme de lentilles dans les cargneules, plutôt à leur base. On y trouve ordinairement des morceaux anguleux de schistes argileux gris, parfois micacés. Ces fragments étrangers, très fréquents dans le gypse de la région de Bex, furent un des grands arguments de M. Schardt dans l'édification de sa théorie des gypses tertiaires.

§ 3. Trias des Préalpes médianes.

Le Trias des Préalpes médianes se présente presque toujours sous un aspect d'une uniformité constante. La partie supérieure est constituée par les calcaires gris ou noirs, très souvent dolomitiques, la partie inférieure, dont la base n'est jamais visible, par le gypse.

Une seule coupe, celle de Matringe (Vallée du Giffre) présente une exception. Elle fut soigneusement étudiée par A. Favre (20, vol. II, p. 31) et devint presque célèbre lors des discussions sur la détermination des terrains triasiques dans les Préalpes. La coupe citée passait par le gypse de l'exploitation de la Chapelle de St-Gras. La voici :

10. Terrain liasique ;
9. Infralias, couches de Kössen (Rhétien).
8. Calcaire noir siliceux ; 1 mètre (Bone bed.).
7. Ardoise pourrie ou marne ; 1 m.
6. Dolomie ; 0,80 m.
5. Ardoise pourrie ou marne schisteuse ; 0,70 m.
4. Calcaire en rognon ; 3 m.
3. Marnes rouges et vertes (marnes irisées) ; 80 à 100 m.
2. Dolomie grise et rose ; 20 à 30 m.
1. Cargneule et gypse.

X Calc. blanchâtre (Malm).

y Schistes à fucoïdes (Flysch).

Jaccard (32) a contesté cette coupe en considérant les marnes rouges, qui sont à proprement parler des argiles, comme des sédiments crétacés. Bien que la grande traînée rouge, qui forme *le terme caractéristique* de ce Trias, ressemble *à distance* au Crétacé, le simple examen de la coupe montre qu'elle est normale et qu'aucun accident ne la jalonne, sauf le contact à la base avec le Malm. En outre, nous avons à considérer une argile et non des calcaires rouges qui dans le Crétacé renferment *toujours* des foraminifères alors que nous n'en avons aucun ici. La contestation de Jaccard n'est donc pas justifiée.

La coupe citée par A. Favre est loin d'être constante. Plus haut, un peu en amont de Geblu, la voûte rompue un peu plus profondément atteint encore une fois le gypse. Aux calcaires dolomitiques puissants qui recouvraient le gypse de la Chapelle de St-Gras se sont substitués des schistes noirs calcaires simulant les dépôts calcaréo-vaseux du Dogger. Le croquis suivant en donnera une idée.

Un peu en amont de l'affleurement de gypse de Geblu, il s'intercale, entre la cargneule et les schistes calcaires noirs, un banc gréseux à traces végétales. C'est ce même niveau que j'ai retrouvé près des Munes (pied de la Pointe d'Uble) en amont des chalets, à droite en montant au col de Foron. L'affleurement est rendu visible par une tentative d'exploitation qu'on y a pratiquée dans le but

de trouver du charbon. Dans l'escarpement de la Haute-Pointe, au col sur le sentier qui conduit des Charmettes à Chavan, j'ai revu ces mêmes grès dans un anticlinal rompu.

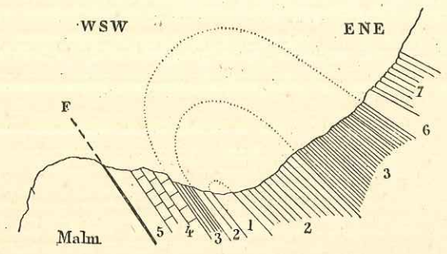


Fig. 3. — Coupe de Geblu. — F. Pli-faille. — 1. Gypse. — 2. Schistes marno-argileux noirs. — 3. Schistes argileux rouges. — 4. Calcaire et Brèche dolomitiques. — 5. Calcaire spathique rouge. — 6. Rhétien. — 7. Lias inférieur.

La cargneule est certainement le terme pétrographique le plus répandu du Trias dans les Préalpes médianes. Le gypse s'y rencontre souvent avec abondance, parfois en lentilles, bien que d'habitude il soit plus uniformément réparti à la base.

Le haut de la série triasique est, comme on le sait, occupé par le calcaire dolomitique. Celui-ci est en bancs dont l'épaisseur varie de vingt à cinquante centimètres. Vers le haut de la série, il s'intercale entre les bancs calcaires des couches de marne grise ou verte ; la dolomie tend de plus en plus à disparaître dans les calcaires et on passe lentement par alternances aux couches à *Avicula contorta*.

Ces calcaires dolomitiques gris sont remplacés dans la partie orientale de ma région, en particulier dans le massif de Tréveneusaz, par un grand développement de calcaires gris et noirs, tantôt spathoïdes, tantôt compacts. La surface des bancs est souvent couverte de grosses vermiculations analogues à ce que les géologues italiens désignent sous le nom de Pieds de Bœufs. On y trouve cependant encore des bancs de calcaires dolomitiques gris, spathoïdes. Avec ce changement pétrographique on remarque aussi un épaississement du niveau. Le haut de la partie supérieure du Trias atteint jusqu'à cent mètres dans le nord et le sud-ouest du Chablais ; à Tréveneusaz, c'est à 3 ou 400 mètres qu'on doit chiffrer son épaisseur. Toute cette masse calcaire repose sur le gypse et la cargneule. Elle était considérée par A. Favre comme liasique. MM. E. Favre et H. Schardt l'interprètent comme Malm. M. Renevier, dans la continuation de cette zone, aux célèbres carrières de marbre de *St-Triphon* (rive dr. du Rhône) la considéra tout d'abord comme l'équivalent du Virglorien [1], puis reprit malheureuse-

[1] Renevier. Tableau VII, des terrains sédimentaires 1874.

ment l'idée de Favre et avec doute assimila les calcaires au Lias, ce que faisaient aussi, du reste, MM. E. Favre et Schardt. Dans le Pays d'Enhaut, où l'on retrouve ces roches, M. Schardt les considéra comme des calcaires du Malm ; M. Rittener les en sépara et dans ses coupes tenta d'établir avec doute des anticlinaux, dans toutes les parties où affleuraient les calcaires dolomitiques. Les masses de calcaire noir étaient alors considérées comme des masses synclinales de Jurassique inférieur.

La disposition des couches dans le massif de Tréveneusaz ne permet pas l'interprétation de tels anticlinaux et synclinaux. Les bancs dolomitiques et même des bancs de cargneule alternent sans ordre au milieu des calcaires noirs et ne doivent être considérés que comme des parties intercalées normalement. La présence de ces nombreuses intercalations de bancs plus magnésiens et la grande différence d'aspect de ces masses calcaires d'avec les calcaires liasiques du reste des Préalpes, m'avait induit à reprendre l'ancienne idée de M. Renevier et à les considérer comme triasique, et cela malgré les déterminations [1] par M. Haas, des brachiopodes des calcaires de St-Triphon, qu'il décrivit comme liasiques. Je voyais dans le repos de ces calcaires renversés sur le Rhétien, en amont de la Parquetterie d'Aigle (rive droite du Rhône) un puissant argument en faveur de ma manière de voir. Ces idées ont été confirmées par une découverte récente. J'eus le bonheur de rencontrer en 1893 des diplopores indiscutables dans des calcaires gris. C'est sur le sentier de *Muraz* à *Plex* (Bas-Valais). (fig. 4) à quelques

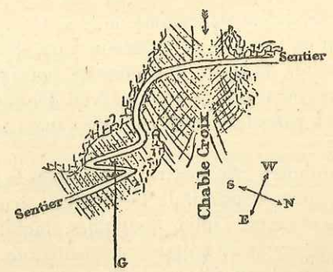


Fig. 4. — Plan du Gisement (*g*) des Gyroporelles du sentier de Muraz à Plex.

mètres au-dessous de la croisée du sentier avec le *Chable-Croix* [2] que se trouve le gisement fossilifère. Le sentier passe au pied de la paroi calcaire ; là, de nombreux blocs éboulés ne sont constitués que par des algues fossiles dont on peut faire une ample provision. J'ai vainement recherché dans la paroi les diplopores en place ; l'invasion de lichens, des genres Verrucaria et Lecanora, couvre tous les rochers, et il est impossible d'y voir les fossiles, qu'on ne peut

[1] *Mémoires de la Société paléontologique suisse.*
[2] Un chable est un couloir suivant la ligne de plus grande pente pour la descente des bois de la montagne ; il sert souvent de chemin.

trouver que dans les éboulis, et encore faut-il que ceux-ci soient dans un état particulier, ni trop frais, ni trop anciens. Les gyroporelles se détachent de la surface grise de la roche comme des dessins plus foncés, sans reliefs. Sur les cassures fraîches on ne les aperçoit que très difficilement. Parfois les algues se montrent en grandes traînées dans la roche, et ces traînées se fondent petit à petit avec la pâte de celle-ci. Certaines traînées, dont la roche est parfois sillonnée, se montrent constituées par les débris informes des gyroporelles, manifestement roulées et brisées avant la fossilisation.

La détermination de ces gyroporelles, que j'ai confiée à mon ami le Dr Paul Jaccard, n'est pas encore achevée. Un examen en commun me permet cependant de dire qu'elles ne ressemblent pas aux espèces décrites par M. Gümbel. L'espèce, probablement nouvelle, a cependant un certain rapport avec celles du Trias supérieur et notamment avec les formes du Hauptdolomit.

La colline calcaire de Saint-Triphon, bien connue par les marbres noirs qui y sont exploités avec activité, se détache, isolée, sur la rive droite du Rhône ; elle est entièrement constituée par les calcaires noirs triasiques. Un banc, rempli de brachiopodes. est observable dans une des carrières, au bord de la voie ferrée, au nord de la gare. Ces fossiles ont été rapportés par M. Haas à la *Zeilleria perforata* et à une espèce nouvelle, la *Terebratula Renevieri*.

Près de la carrière du village de Saint-Triphon, entre les chemins d'Aigle et d'Ollon, j'ai pu récolter quelques gyroporelles. Contrairement à celles de Chable-Croix elles se détachent en relief sur la roche. Les difficultés que présentent la recherche de ces fossiles ne m'ont pas permis, malgré de patientes recherches, de les retrouver en d'autes points de la colline de Saint-Triphon.

Comme nous le voyons, le Trias du Chablais est susceptible d'une subdivision en trois groupes. Les quartzites de la base sont très probablement l'équivalent du Grès Bigarré. Les calcaires et schistes noirs du col de Coux (Illiez) et les calcaires de Taninge représentent probablement le Muschelkalk. L'étage supérieur, constitué par les gypses, les cargneules et les calcaires dolomitiques est le seul qui soit connu dans les Préalpes médianes. La présence de gyroporelles dans les calcaires de Tréveneusaz et de St-Triphon vient relier cet étage au Trias supérieur des Alpes orientales et méridionales. Ces calcaires, par leur passage insensible au Rhétien, me paraissent appartenir au Trias tout à fait supérieur et seraient l'homologue du Hauptdolomit des Alpes de Salzbourg.

CHAPITRE V.

Terrain Rhétien.

§ 1. *Généralités.* — C'est à Escher et à Studer que l'on doit la découverte de cet horizon dans la zone du Chablais. Plus tard, A. Favre découvre et étudie la coupe, devenue classique, de Matringe. Stoppani [1] décrit la faune infraliasique du nord-ouest des Alpes. M. Renevier [2] distingue nettement dans ce complexe les couches à *Avicula contorta* et le niveau d'Hettange.

Les affleurements de terrain rhétien sont abondants dans les Préalpes médianes. Ils sont beaucoup plus rares dans la région de la Brèche, où je n'en connais que deux. Je décrirai les gisements des Préalpes médianes que j'ai étudiés et je passerai rapidement sur les deux affleurements de la région de la Brèche absolument semblables.

Le Rhétien du Chablais est intimement lié au Trias qui lui sert de substratum. On voit les calcaires dolomitiques triasiques alterner peu à peu avec des bancs d'argiles vertes, violacées puis noires. Dans ces dernières apparaît *Avicula contorta*, sans que l'on puisse définir exactement la limite des deux formations.

§ 2. — *Affleurements des Prealpes médianes.*

1° *Matringe.* — Eu égard à la célébrité de ce gisement, je conserve le nom de Matringe, bien que les couches fossilifères soient assez éloignées de cette localité. Elles sont placées sous la Pointe de Haut-Fleuri, à droite en montant de St-Gras à Roche Palud [3]. Les couches, en parois presque toujours abordables, descendent parallèlement au thalweg du vallon, sont très faciles à voir, nettement déterminées qu'elles sont par leur situation au-dessus des argiles rouges du Trias. La coupe suivante, prise en amont de la maison de Geblu, donne une idée de cet étage. Nous y voyons de haut en bas :

[1] *Stoppani.* Géol. et paléont. des couches à Av. contorta en Lombardie.
[2] *E. Renevier.* Notices géologiques sur les Alpes vaudoises, Infralias (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1864.)
[3] Rodze-Palud, ce qui signifie Marécage rouge et non, ce qui n'a aucun sens, Roche-Palud comme la carte d'Etat major l'indique. Les erreurs de ce genre sont très fréquentes sur la carte où l'on a voulu trop franciser les noms locaux à tel point que les montagnards ne les comprennent quelquefois plus du tout.

1.	Succession de bancs de calcaire gris, dont l'épaisseur varie de 10 à 60 centimètres, sans fossiles ; attribués au Lias inférieur.	
2.	Banc de calcaire argileux noir, sans fossiles.	0 m. 40
3.	Schiste argileux noir.	0 m. 35
4.	Calcaire lumachellique avec fossiles indéterminables. . . .	0 m. 25
5.	Schiste argileux gris avec traces de *Bactryllium*.	0 m. 80
6.	Calcaire gris.	0 m. 15
7.	Argile grise avec lentilles calcaires.	0 m. 30
8.	Calcaire gris.	0 m. 55
9.	Argile grise à *Avicula contorta* et *Cardita austriacn*.	0 m. 30
10.	Calcaire gris.	0 m. 25
11.	Schiste argileux gris.	0 m. 05
12.	Calcaire noir.	0 m. 10
13.	Schiste argileux gris à *Bactryllium*	0 m. 05
14.	Calcaire gris noir.	0 m. 10
15.	Argile grise avec *Avicula contorta*, *Terebratula gregaria* écrasées. Fossiles peu abondants.	0 m. 05
16.	Gros banc en corniche, de calcaire gris noir avec quelques parties plus argileuses. La partie supérieure renferme de nombreux moules isolés, espacés à la même hauteur, d'un gros bivalve attribuable aux *Megalodon*. La partie inférieure du banc est remplie de *Terebratula gregaria*. . . .	1 m. 40
17.	Schiste argileux noir.	0 m. 15
18.	Bancs de calcaires lités..	0 m. 30
19.	Schiste argileux noir avec traces de fossiles écrasés, *Placunopsis alpina*.	0 m. 25
20.	Banc calcaire.	0 m. 40
21.	Argile noire.	0 m. 30
22.	Banc lumachellique très dur avec nombreux moules de *Pecten*, *Lima*, *Plicatula*, *Avicula contorta*.	0 m. 70
23.	Schiste argileux noir à fossiles.	0 m. 80
24.	Lumachelle très riche ; quelques rares moules de petits gastropodes à la surface du banc.	0 m. 35
25.	Lumachelle, riche en fossiles, *Pecten*, *Ostrea Haidingeri*, (*Plicatula?*) *Placunopsis*?.	0 m. 60
26.	Schiste argileux noir avec bancs de lumachelle. Nombreux fossiles : *Cardita*, *Mytilus* abondants, *Avicula concorta*, *Pecten Valoniensis*	1 m. 50
27.	Banc de calcaire noir avec quelques petits *Cerithium*. . . .	0 m. 40
28.	Schiste argileux noir, traces de fossiles.	1 m.
29.	Banc de calcaire noir passant à un vrai bone-bed dont les ossements se détachent en brun. On ne peut les sortir de leur gangue.	0 m. 40
30.	Schiste gris se décomposant en petits fragments anguleux. .	0 m. 60

31. Schiste argileux marneux gris-blanc avec rognons de calcaire ou de calcaire dolomitique. (Trias). . . . . 1 m. 50
32. Argile rouge (Trias). . . . . .

La puissance du Rhétien est donc d'environ 13 mètres.

Il importe de faire remarquer dans la couche 16 la présence de nombreux moules de *Megalodon*. Je n'ai pu voir un exemplaire avec test. Ces fossiles se présentent en sections creuses sur la tranche du calcaire. La presque impossibilité, même dans les blocs éboulés, d'extraire un exemplaire convenable, m'a amené à en calquer des coupes sur la roche en place. Le test devait atteindre près du crochet jusqu'à 1 centimètre et demi d'épaisseur.

Les moules des crochets sont rarement visibles et ne se présentent que sous un aspect informe. Un exemplaire avec ses deux valves coupées normalement montre un diamètre de 10 centimètres sur une hauteur égale. Dans un autre moule, plus mince, la longueur de la valve atteint 12 centimètres. Je n'hésite pas à considérer ces moules comme des *Megalodon*. C'est la première fois qu'on signale ces bivalves dans les Alpes françaises, et la deuxième fois dans les Préalpes. M. E. Favre (74, p. 32) les a rencontrés dans le ravin des Pueys au pied du Moléson (Alpes de Fribourg). Là, le Rhétien se rencontre sous un faciès particulier coralligène. Je reviendrai plus loin sur ce fait intéressant qui rappelle immédiatement le Rhétien des Alpes de Salzbourg et du versant sud des Alpes.

2° *Col de Savon.* — C'est dans la continuation du pli de Matringe, au col de Savon que nous retrouvons le Rhétien. Au col même, il est représenté par un calcaire à *Rhabdophyllia* en coin dans la cargneule. Sous la Pointe de Vésine (2013 m.) à l'ouest, il est plus développé et se présente sous un aspect analogue à celui de Matringe, sauf la couche à *Megalodon*.

3° *Torrent de Revereulaz.* — Très loin de ces affleurements, sur la rive gauche du Rhône, dans la profonde gorge du torrent de Revereulaz, au-dessous de la grande cascade, soit sur le petit sentier soit plus bas, dans le ruisseau, on retrouvera le Rhétien très fossilifère, passant, comme au col de Savon, insensiblement au Trias. Certaines couches argileuses sont remarquables par la présence de longs nodules en boyaux tordus et sans forme déterminée, dont la surface présente des débris d'écailles de poissons. L'intérieur est compact ou rempli de débris organiques. Ce sont de très grands coprolithes dont la longueur démesurée peut atteindre jusqu'à 60 centimètres. Ils présentent des renflements et des étranglements qui font varier leur diamètre de 8 à 2 ou 3 centimètres.

Au pied de la montagne, au débouché de ce même torrent, le Rhétien affleure renversé sur le Malm, alors que plus haut il reposait sur le Dogger. On a tenté de l'exploiter pour la fabrication du ciment.

§ 3. *Affleurements de la région de la Brèche.* — Ils sont au nombre de deux. Le plus important, celui du *Petit Jutteninge*, près Verchaix (vallée du Giffre), a été découvert récemment par M. Marcel Bertrand (37, p. 2). C'est sur la rive gauche d'un torrent, à son débouché sur le cône de déjection, que l'on peut observer une belle série de couches fossilifères de lumachelles et des schistes à *Bactryllium*.

Le deuxième affleurement est situé à l'est de *Chalet-neuf* (N. de Morgins, Suisse). On peut y récolter quelques *Avicula* et *Placunopsis*. Le gisement, pauvre en fossiles, peu étendu, est difficile à trouver.

§ 4. *Epaisseur.* — Les couches à *Avicula contorta* atteignent jusqu'à 60 mètres d'épaisseur dans les premiers anticlinaux des Préalpes médianes. Leur puissance diminue considérablement dans les chaînons plus internes et sont, comme on le constate à Matringe, réduites à 13 mètres. A Jutteninge elles mesurent une dizaine de mètres.

§ 5. *Fossiles.* — Le gisement de Matringe a fourni aux recherches d'A. Favre et de Vallet une série importante de fossiles que mes propres recherches n'ont guère augmentée. Je donne ici la liste du savant genevois en y intercalant les espèces que j'ai récoltées. Les majuscules indiquent les gisements: M, Matringe; J, Jutteninge; S, Col de Savon.

Vertébrés :	
Sargodon tomicus Quenst.	M, S
Gastropodes :	
Chemnitzia Sabaudiæ Stopp.	M
— *Mortilleti* Stopp.	M
— *minuscula* Stopp.	M
Acteonina Valleti Stopp.	M
— *Pilleti* Stopp.	M
Natica Valleti Stopp.	M
Turbo Billieti Stopp.	M
Cerithium Stoppanii Winkl.	M
— *Lorioli* Stopp.	M
Cylindrites fusiformis Moore	M
— *elongatus* Moore	M
Lamellibranches :	
Pholadomya Lariana ? Stopp.	M
Cardita austriaca Winkl.	S
Anatina præcursor Opp.	S
Nucula sp.	M
Pleurophorus elongatus Moore	M
Leda sp.	S, J
Megalodon sp.	M
Mytilus psilonotis Qu.	J, M

Modiola minuta Goldf.	M
— *Ervensis* Stopp.	M
Lucina Fischeri Terq.	J
Lima sp.	S
Avicula contorta Portl.	M, S, J
— *gregaria* Stopp.	M
Gervillia Wagneri Winkl.	M
— *inflata* Schafh.	M
Pecten valoniensis Defr.	M, J, S
— *Valleti* Stopp.	M, J
— *Falgeri* Mer.	M
— sp. à côtes légèrem. falcif.	M
Ostrea Haidingeri Emmr.	M
Placunopsis alpina Winkl.	M, S, J
Brachiopodes :	
Terebratula gregaria Suess	M, S, J
Echinodermes :	
Cidaris stipes ? Stopp.	M
Metaphorinus Favrei Stopp.	M
Anthozoaires :	
Rhabdophyllia sp.	M
Algues :	
Bactryllium striolatum Heer	M, S, J

Le gisement de Matringe est remarquable par l'abondance des gastropodes, presque inconnus ailleurs dans la zone du Chablais.

§ 6. *Extension.* — Le Rhétien constitue un des meilleurs horizons du Chablais. Les argiles noires alternant avec les bancs gris de lumachelles, lesquelles occasionnent des corniches dans les parois, le font reconnaître facilement à distance ou, sinon, livrent toujours à la recherche quelques fossiles caractéristiques. Les affleurements sont relativement abondants mais sans continuité dans les chaînes médianes. Le Rhétien des Préalpes se montre partout comme un faciès à sédimentation peu fixe. Quelquefois il se rencontre sous un aspect un peu coralligène. Il abonde alors en mauvaises *Rhabdophyllia*, accompagnées, dans un des affleurements des Alpes de Fribourg, par les *Megalodon*. A Matringe la répartition de ces gros bivalves, presque à la même hauteur dans un seul banc, fait supposer qu'ils y ont été charriés, comme semble le montrer aussi l'isolement presque général des valves. Il est en effet excessivement rare d'y voir les deux valves réunies.

Nous avons vu que deux seuls affleurements des couches à *Avicula contorta* sont connus dans la région de la Brèche. Il importe de faire remarquer qu'ils se présentent absolument sous l'aspect des couches analogues des Préalpes médianes.

§ 7. *Comparaison avec d'autres régions.* — Dans la zone des klippes suisses, des Mythen au Giswylerstock, le Rhétien est développé sous le même faciès que dans la zone du Chablais. Il est particulièrement remarquable au Buochserhorn [1] et au Lueckengraben, dans le massif du Stanzerhorn [2]. Une semblable comparaison peut être établie avec les massifs des Annes et de Sulens, dans la Haute-Savoie. Le Rhétien y est accompagné des argiles rouges triasiques et on peut se croire momentanément transporté à Matringe, tant la ressemblance est grande.

Dans la zone des Hautes-Alpes calcaires suisses, les couches à *Avicula* sont presque inconnues; M. Renevier [3] les signale, malheureusement sans fossiles, à Arbignon au pied de la Dent de Morcles. Du reste, dans toute la zone jurassique qui parcourt la Suisse des Churfirsten à la Tour Sallière et de celle-ci à Albertville en Savoie, en dehors des Préalpes, le Rhétien est inconnu. Il réapparaît dans la zone du Briançonnais et plus au sud dans la troisième zone alpine [4]. M. Schardt [5] l'a retrouvé dernièrement sur le versant sud du Catogne (massif du Mont Blanc).

§ 8. *Faciès.* — MM. Suess et von Mojsisovics [6] ont établi des faciès particuliers du Rhétien dont deux nous intéressent : le *faciès souabe* et le *faciès des Carpathes*. Le second est caractérisé par la présence des brachiopodes dans sa partie *supérieure* et notamment *Terebratula gregaria*, inconnu dans le premier. Nous sommes évidemment dans le Chablais en présence d'un faciès intermédiaire. La *Terebratula gregaria* est abondante dans presque tous les affleurements. Elle est tantôt distribuée sans ordre dans les différentes couches, tantôt cependant elle se rencontre en masses ; ainsi, à Matringe, la partie inférieure du banc à *Megalodon*, en est remplie, à Meillerie (au Manpas) au bord du Léman, une couche puissante de 1 mètre signalée par Favre, et que j'ai retrouvée, en est entièrement constituée et c'est par centaines qu'on peut les récolter. Ces couches à térébratules n'occupent pas la partie supérieure du Rhétien, mais la partie moyenne. En outre, la présence des *Megalodon*, rappelle les faciès des Alpes orientales. Dans les Alpes de Salzbourg, le Trias supérieur est couronné par l'assise puissante du Dachsteinkalk (s. lat), dont les fossiles caractéristiques sont les *Megalodon*. Ces fossiles sont inconnus dans les Alpes occidentales et leur présence dans le Chablais vient encore relier le Rhétien de ces chaînes avec les faciès orientaux. Dans les Préalpes, nous devons remarquer que ces gros bivalves ne sont pas dis-

[1] C. Moesch. *Beitr. geol. K. der Schweiz*, 24 Lief. III *Abth.*
[2] Stutz *N. Jahrb.* 1890 II, p. 108.
[3] Renevier. Monogr. des Hautes-Alpes vaud. p. 135.
[4] Kilian. Note sur l'histoire et la struct. des chaînes alpines. *Bull. Soc. géol. Fr.* 3e sér., t. XIX, p. 602.
[5] *Revue géol. suisse. Ecloy. geol. Helv.* Vol. IV p. 159.
[6] Suess u. E. v. Mojsisovics. Studien über die Giederung der Trias, etc. *Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst.* 1868.

tribués à la partie supérieure des couches de Kössen, mais occupent soit la partie moyenne, comme à Matringe, soit la partie *inférieure*, comme aux Pueys (Moléson). Dans les deux affleurements ils sont recouverts par des couches renfermant l'*Avicula contorta* (Pueys) ou inclus au milieu des couches. Ils sont donc contemporains. Dans les Alpes de Salzburg, on trouve du reste les *Megalodon* aussi bien en-dessus qu'en dessous des couches de Kössen. Ce sont évidemment des espèces différentes.

Je dirai donc, en résumant, que le Rhétien du Chablais se présente comme intermédiaire entre le faciès souabe et le faciès des Carpathes, mais qu'il a beaucoup plus d'affinités avec celui-ci.

CHAPITRE VI.

Terrains liasiques.

Bien que très développé dans les plis voisins du massif de la Brèche du Chablais, le Lias y est pauvre en fossiles. Il est impossible de le subdiviser en plus de deux groupes : un inférieur, ordinairement plus calcaire, et un supérieur schisteux.

Lias inférieur

§ 1. *Lias de la région de la Brèche.* — Sur le Rhétien de Jutteninge on voit apparaître des bancs calcaires avec rognons siliceux et contenant des traces de fossiles indéterminables. Le caractère de la roche joint à sa position me font considérer ces calcaires comme appartenant probablement à l'Hettangien. Ailleurs, des schistes noirs, contenant des bancs de brèche, reposent sur le Trias. Cette brèche contient des cailloux de calcaire noir du Lias inférieur. Il faut donc considérer ces schistes comme appartenant probablement au Lias supérieur. Ils seront étudiés dans le chapitre spécial de la Brèche. Ces schistes calcaires alternent par places avec des bancs de calcaires à entroques qu'on rencontre dans le Lias moyen des Préalpes médianes. Dans le nord-ouest du massif, au Chalet neuf sur Morgins, certains bancs calcaires, situés à la base de schistes, que le voisinage du Rhétien fait envisager comme appartenant au Lias inférieur, contiennent des débris de foraminifères indéterminables.

En général, le Lias inférieur n'existe qu'en lambeaux dans le massif de la Brèche.

§ 2. *Le Lias des Préalpes médianes.* — L'Hettangien excepté, qui présente ordinairement des caractères littoraux, le Lias inférieur et moyen du Chablais peut se subdiviser en plusieurs faciès localisés. Dans les chaînes extérieures, le Lias est constitué par des calcaires à silex, contenant de temps en temps quelques rares ammonites parmi lesquelles je citerai *Arietites Turneri*, *Ægoceras planicosta*. Dans les plis plus internes, le Lias apparaît sous la forme de calcaires à entroques dont les bancs, exploités à Arvel, sur la rive droite du Rhône, l'ont souvent fait désigner sous le nom de calcaire d'Arvel. Ces couches reposent

ordinairement sur le Trias et les fossiles qu'on y rencontre appartiennent au Lias moyen ; on est donc en droit de supposer une transgression de cet âge. Plus à l'intérieur, dans la zone de contact des Préalpes et des Hautes-Alpes, un troisième faciès apparaît, c'est celui du Lias à gryphées, éminemment littoral.

Dans la région que j'ai étudiée, les trois faciès se rencontrent. Nous allons passer en revue les différents affleurements.

1° *Massif de la Pointe d'Orchez.* — Le Lias s'y rencontre à l'état de calcaires gris et noirs, traversés par de nombreuses veines de calcite. Il forme une partie du grand escarpement rocheux qui de la Ouardaz (en face du Roc de Suet) s'élève jusque près du sommet de la Pointe d'Orchez. A la Chapelle de St-Innocent, les silex abondent dans les calcaires. Aux fours à chaux de Vellard, A. Favre a récolté des ammonites, qui, sauf une, se rapportent à la zone du *Phylloceras ibex* ; ce sont :

Ammonites Levesquei d'Orb ?
— *Maugenesti* d'Orb.
— *Valdani* d'Orb.
— *Regnardi* d'Orb.
— *Fimbriatus* Sow.
— *Jamesoni* Sow.

Plus au sud, le long de la route de Chatillon à Marignier, le Lias forme de grands escarpement de calcaire noir compact avec ou sans silex.

Au nord-ouest du col de Cou (Orchez) affleure, sur l'arête vers le monticule coté 994 m., le calcaire à entroques, reposant sur des calcaires noirs avec trace de fossiles que je considère comme hettangiens.

2° A *Matringe*, au Rhétien succèdent des calcaires noirs à silex, semblables à ceux de la Pointe d'Orchez et surmontés, comme eux, par une grande épaisseur de schistes du Lias supérieur. Le flanc renversé de l'anticlinal contient un Lias bien différent. C'est un calcaire spathoïde, vivement coloré en rouge ou en violet, bréchoïde par place. A Somman (le Marry) certains bancs contiennent des brachiopodes malheureusement indéterminables. Ces calcaires reposent directement sur le Trias et ne sont pas sans analogie avec le Lias à faciès de Hierlatz. Ils manquent totalement dans la Haute-Pointe, où le Dogger repose directement sur le Trias.

3° Dans le *val d'Illiez* et le val de Morgins, quelques lambeaux de Lias, appartenant aux restes d'une écaille, contiennent *Gryphæa arcuata*. Entre le village et le col de Morgins, au bord ouest de la route, un peu au nord des maisons de Ravayres, affleurent quelques couches à silex qui renfermaient ce fossile en abondance. Le gisement est en grande partie épuisé. Ce même Lias se rencontre plus développé dans la Pointe de l'Haut. Il y atteint jusqu'à 50 mètres de puissance. On y trouve quelques débris indéterminables d'ammonites.

Dans le massif de Tréveneusaz, le Lias inférieur est absent, sauf peut-être au col des Portes de Morgins, où des calcaires gris pourraient le représenter. L'affleurement est insignifiant. Ailleurs, le Dogger repose directement sur le Trias, et même, dans l'arête du sommet, celui-ci est recouvert directement par le Malm.

Lias supérieur

Le Lias supérieur du Chablais se distingue de l'inférieur par son caractère schisteux. Dans plusieurs points il se confond avec le Lias inférieur ou avec le Dogger. Dans la zone intérieure des Préalpes, il est manifestement transgressif et repose souvent directement sur la cargneule. Les gisements fossilifères sont rares dans les parties avoisinant le massif de la Brèche.

1° Au-dessus du Lias calcaire de Matringe, existe une grande épaisseur de calcaires en plaquettes noirs et de schistes marneux. On peut les suivre depuis les Mouilles jusqu'à Pertuiset. Quelques rares *Belemnites acuarius* sont les seuls organismes que nous ayons trouvés dans ce terrain, soit M. Renevier soit moi.

La même bande de Lias supérieur se continue sur la rive gauche du Giffre, dans le massif de la Pointe d'Orchez. Les couches affleurent à Bois-du-Milieu. On peut les suivre jusqu'à la Chapelle de St-Innocent, où elles reposent sur le Lias inférieur ; de là elles descendent jusqu'à Prêle et atteignent la route nationale de Chatillon à Cluses, où elles se perdent dans l'erratique ou les éboulis. Les couches, sauf des froissements locaux, plongent au nord-est.

J'ai découvert un gisement fossilifère assez riche pour la région dans un ravin entre Bois-dessus et St-Innocent. L'escarpement dégarni de végétation est facile à trouver ; il est à la limite des prés et de la forêt. Quelques fossiles peuvent être récoltés aussi au-dessus des maisons de Bois du milieu et dans les couches schisteuses de la route de Cluses à Chatillon ; ils y sont beaucoup plus rares. A Bois-dessus les fossiles se rencontrent dans des bancs calcaires intercalés dans les schistes de la partie moyenne de la coupe visible. Les couches les plus supérieures appartiennent probablement au Dogger, mais j'ai été dans l'impossibilité de les distinguer du Lias supérieur.

A Bois-dessus j'ai récolté :

Harpoceras opalinum Rein. Les échantillons nombreux ne présentent pas de test. On peut les diviser en deux variétés, l'une à stries fines régulières, l'autre à stries se groupant en faisceaux qui s'élèvent à mesure qu'ils se rapprochent de l'ombilic. En général l'ombilic est plus étroit que dans les échantillons classiques de la Verpillière et de Gundershoffen.

Harpoceras Aalensis Zieten.

Hammatoceras Alleoni Dum.

Grammoceras striatulum Sow. (*Gr. thouarsense* d'Orb.), 2 échantillons incomplets.

Phylloceras heterophyllum Sow. Echantillon écrasé, mais dont les cloisons sont bien conservées.

Inoceramus dubius Sow. Un échantillon provient de la Chapelle de St-Innocent.

Sur la route de Chatillon à Cluses, j'ai récolté un échantillon de *Cœloceras Braunianum* d'Orb. écrasé, à côtes moins serrées que celles du type de d'Orbigny ; il se rapproche davantage des formes anglaises.

Cette faunule, par l'abondance de *Harpoceras opalinum*, caractérise le Toarcien tout à fait supérieur. Les couches de la route de Chatillon m'ont paru plus anciennes; la présence du *Cœloceras Braunianum* vient appuyer cette manière de voir, car je l'ai récolté dans la partie la plus supérieure.

2° Dans le massif de *Tréveneusaz*, à l'est du *Chalet neuf*, en contact par faille avec la cargneule du massif de la Brèche, affleure une bande de schistes marneux noirs légèrement micacés, avec de nombreuses *Posidonomya Bronni* Voltz. Je n'y ai trouvé qu'une empreinte d'ammonite du genre *Harpoceras*, à côtes très épaisses et fortement coudées.

Le niveau à Posidonomyes est assimilé par M. Renevier, dans les Alpes vaudoises, aux couches à *Amm. opalinus*.

3° Le Lias à Gryphées arquées de la *Pointe de l'Haut* est surmonté par des schistes calcaires-marneux ou par des calcaires plaquetés légèrement gréseux, que je rapporte au Lias supérieur sans que des fossiles viennent à l'appui de ma manière de voir.

4° Enfin, dans le massif isolé de *Culet* on retrouve le Toarcien, sans fossiles, à l'état de calcaire gréseux, particulièrement abondant dans la paroi qui regarde Champéry (val d'Illiez). Il est immédiatement surmonté par le Dogger fossilifère. Par sa nature gréseuse il est difficile à séparer du Flysch, avec lequel il est parfois en contact anormal.

CHAPITRE VII

Le Dogger

Le Dogger se rencontre dans les Préalpes romandes sous trois faciès bien différents. Le faciès vaseux à *Cancellophycus* s'étend dans les chaînes extérieures des Préalpes médianes. Un faciès littoral lui succède au sud avec les indices manifestes d'une transgression. Ce sont les couches dites à *Mytilus*, si bien étudiées par M. Schardt. Au-delà de la zone axiale, le faciès vaseux réapparaît dans la zone intérieure de contact.

Le faciès le plus étrange, qui n'appartient qu'en partie au Dogger, est celui de la Brèche du Chablais, décrite dans un chapitre spécial.

Le Dogger vaseux est constitué par une alternance de bancs calcaires et de bancs marneux feuilletés. Les ammonites y sont rares. Le Bajocien et le Bathonien y ont été constatés. Le Dogger à *Cancellophycus*, peu développé dans la région qui nous occupe ici, apparaît sous cette forme dans l'anticlinal d'Yvorai.

Dans la Pointe d'Orchez, le Dogger est constitué par un calcaire avec débris d'encrines dans lequel j'ai trouvé *Terebratula perovalis* Sow. et *Terebratula plicata* Buch, avec quelques rhynchonelles indéterminables. Le gisement est près du sommet, dans la pente qui domine la vallée du Giffre.

Les *couches à Mytilus* constituent un faciès littoral déterminé comme d'âge bathonien par MM. Schardt et de Loriol, Il est ordinairement cantonné dans l'anticlinal des Gastlosen, mais se retrouve aussi dans les plis plus septentrionaux et plus méridionaux. Dans ceux-ci, un accident géologique important empêche de voir ce qu'il devient. Dans les premiers, il passe latéralement au Dogger à *Cancellophycus*, quelquefois, comme dans la Pointe d'Orchez, par l'intermédiaire d'un faciès à entroques et à brachiopodes.

Les subdivisions établies dans le Pays d'Enhaut vaudois (24, p. 94) se retrouvent dans le Chablais, comme l'avait déjà remarqué M. H. Schardt. Ces couches débutent par une brèche à éléments triasiques ressemblant parfois à s'y méprendre à la Brèche inférieure du Chablais; mais l'épaisseur est beaucoup plus faible ; car elle n'atteint que quelques mètres de puissance.

Dans le ravin des Chavanettes (Chaîne de la Haute-Pointe, entre la vallée de Bellevaux et celle du Giffre) j'ai relevé la coupe suivante, conforme à celles de M. Schardt. Les couches renversées montrent de bas en haut :

Malm.

Niveau stérile (calcaires gris lités fétides) passant au *niveau à brachyopodes*. *Magellania* (*Waldheimia*) *obovata* Sow. abonde dans ce niveau et différencie l'affleurement des Chavanettes de ceux du reste des Préalpes.

Niveau à Modiola imbricata avec *Hemicidaris alpina* Ag.

Niveau à polypiers et à plantes. Les polypiers y sont mal conservés. Les feuilles de *Zamites* sont, par contre, assez bonnes.

Brèche dolomitique.

A la Grange Chavan, à la base et au milieu de la brèche, apparaît un bolus ferrugineux rouge et jaune dont je n'ai pu déterminer l'âge. J'ai retrouvé le même bolus, à Tréveneusaz (Valais), près de la fontaine des chalets. Il y affleure au milieu des calcaires triasiques.

Les couches à *Mytilus* apparaissent encore sous la Pointe de Vésine. Elles y reposent tantôt sur le Rhétien tantôt sur le Trias.

Dans le massif de Tréveneusaz on les connaît à Plex. MM. E. Favre et Schardt (24 p. 480) y ont signalé une tentative d'exploitation du charbon. Les couches bien représentées aux environs de Revereulaz et de Torgon (Vallée du Rhône) ont été bien étudiées par ces deux géologues et je ne reviens pas sur cette description (24, p. 479).

Le subtratum des couches à *Mytilus* est ordinairement le Trias ou le Rhétien. Elles sont manifestement transgressives et longeaient une côte ou bordaient une île située sur l'emplacement des Préalpes médianes.

CHAPITRE VIII.

Le Malm.

Le Malm de la zone du Chablais se présente sous trois faciès parfaitement délimités. Dans la zone bordure la présence de nombreux fossiles permet d'y établir les zones classiques suivantes :

Zone à *Amm. transversarius* ;
» *Amm. tenuilobatus* ;
» *Amm. acanthicus.*
Tithonique.

Dans les Préalpes médianes il se présente sous la forme d'un calcaire blanc compact, formant des parois bien caractéristiques. A la base on distingue un calcaire noduleux gris ou rouge à fossiles oxfordiens. La partie supérieure, qui doit représenter le reste du Malm, est terminée quelquefois par des calcaires en bancs irréguliers à faune tithonique.

Le Malm qui surmonte les couches à *Mytilus* est ordinairement plus foncé que celui des anticlinaux placés plus au nord. Ce Malm devient parfois corralligène et renferme à Wimmis une faune attribuable au Portlandien. Dans le Chablais nous retrouvons ce faciès particulier de Malm récifal dans le massif de Tréveneusaz, où j'ai pu récolter quelques nérinées indéterminables, et à Trébante (massif de la Pointe de Grange). Là, comme à Draversaz (Tréveneusaz), il est rempli de fossiles roulés dont je n'ai pu récolter aucun exemplaire déterminable.

Dans le val d'Illiez, nous retrouvons le Malm dans les petits massifs isolés de Culet et de Savonnaz. Dans celui-ci, sous le sommet 1930 m., il est à l'état de calcaire gris, noduleux, et rappelle beaucoup le Jurassique supérieur de la zone bordure. Dans la montagne de Culet, le Malm, à l'état de calcaires gris ou noirs en bancs d'épaisseur variable, est analogue au Jurassique supérieur des Hautes-Alpes calcaires.

Dans la région de la Brèche du Chablais le Malm est probablement représenté par la Brèche supérieure.

CHAPITRE IX

La Brèche du Chablais

§ 1. *Généralités et historique.* — Comme nous l'avons vu, la zone du Chablais est divisée par le Rhône en deux masses d'inégale grandeur. Au centre de chacune d'elles, entouré par des masses de Flysch, se développe un complexe de couches de calcaires et de brèches qui fut longtemps la pierre d'achoppement de la géologie des Préalpes. Autour de ces centres montagneux, d'un tout autre aspect que les chaînes voisines, se moulent, en grands arcs de cercle, les chaînes plus extérieures de la zone du Chablais. La région suisse, encore peu étudiée, est formée par les *massifs* des *Spielgärten* et de la *Hornfluh*, d'où le nom de *Brèche de la Hornfluh*. En Savoie, la masse plus indépendante encore a pris le nom de *massif de la Brèche du Chablais* et la roche principale celui de *brèche* ou de *calcaire-brèche du Chablais*.

J'ai, dans le chapitre relatif à l'histoire de la géologie du Chablais, relaté l'histoire de la Brèche.

Studer considère les Brèches du Chablais et de la Hornfluh comme tertiaires. Favre, le premier, donne à celle du Chablais un âge plus voisin de la réalité en la classant dans le Lias.

En Suisse, M. Ischer [1] se rapprocha sensiblement de la détermination de Favre. La Brèche de la Hornfluh quittait l'Eocène et descendait dans le Dogger. Sa manière de voir, conforme à la réalité, mais défendue par une carte difficile à interpréter, ne lui créa point d'adeptes. En même temps Gilliéron [2] défendait l'âge éocène de ces terrains et ce désaccord complet donnait lieu sur la carte géologique suisse à des failles rectilignes au contact de deux feuilles voisines.

Survint M. Schardt [3] qui, épousant les idées de Studer et de Gilliéron, défendait brillamment leur manière de voir et allait, accompagné de M. E. Favre, rester le principal champion de l'âge éocène de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais.

En 1886, M. Renevier [4] a le premier parlé de l'âge jurassique de la Brèche du

[1] Blicke in den Bau der westlichen Alpen, *Jahrbuch d. S. A. C.* Bd XIII et Carte géol suisse f. XVII.
[2] *Mat. Cart. geol. suisse.*, XVIIIe livraison, 1885.
[3] Etudes géol. sur le Pays d'Enhaut vaudois. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* vol. XX, 1884.
[4] Soc. géol. suisse. Compte rendu de la cinquième réunion annuelle en août 1886, à Genève (p. 83).

Chablais et conserva cette manière de voir, à laquelle il rallia tout d'abord Jaccard et moi ensuite. C'est donc à lui qu'on doit en grande partie les progrès qui se sont effectués dans la géologie chablaisienne.

En 1892, M. Rittener place la brèche du massif de la Gummfluh dans le Jurassique ; Jaccard (32) en fait de même pour la Brèche du Chablais ; tandis que M. Renevier et moi, dans une note commune (34, 35) nous établissions ensuite nettement l'âge jurassique de ce complexe brèchoïde, dans lequel je parvenais à établir des subdivisions.

Enfin, en 1893, à la suite d'une discussion par lettres avec M. Schardt, et dès la présentation de nos recherches devant la Société helvétique des Sciences naturelles, nous parvenions à rallier tout le monde à l'idée que M. Renevier et moi nous défendions en commun. (*Eclogæ geol. Helvet.*, vol. IV, p. 113).

Il est évident que le sort de la Brèche du Chablais entraînait celui du complexe analogue des Alpes bernoises. La détermination exacte de l'âge de ces dépôts allait me permettre une interprétation nouvelle des coupes des Préalpes.

§ 2. *Subdivisions du calcaire-brèche du Chablais.*

Le complexe de la Brèche du Chablais présente une immense épaisseur de calcaires, de brèches, de schistes de diverses couleurs. A. Favre ne cherche pas à y créer de divisions : « .... Il n'est donc pas étonnant, dit-il, que je n'aie pu établir de subdivisions dans ce grand massif plus ou moins liasique. Des circonstances semblables sont fréquentes dans la géologie des Alpes. »

« Je crois, en effet, que dans le terrain que j'ai indiqué sur ma carte comme appartenant au lias, parce qu'à Matringe il repose sur l'infra-lias, on reconnaîtra plusieurs formations. On arrivera probablement à établir des subdivisions dans cette masse de 1000 m. de puissance environ .... »

Par mes recherches j'ai pu établir ces niveaux qu'A. Favre présumait. Mes divisions se sont retrouvées à travers toute la région et ont considérablement facilité ma tâche. Les coupes de MM. E. Favre et H. Schardt (24) montrent que ces savants avaient remarqué des niveaux plus schisteux, mais ils n'en cherchèrent jamais les relations et ne se doutèrent pas de leur constance. Dans ces masses énormes, ce n'est pas toujours par le détail qu'il faut procéder ; sur un échantillon isolé il est, la plupart du temps, impossible de distinguer à quel niveau il appartient ; mais c'est par le rapport de ces roches entre elles, plus que par les roches elles-mêmes, qu'on arrive à ces subdivisions. Une fois l'œil exercé, la tâche se simplifie et ces complexes qui ne disaient rien au géologue qui les parcourt pour la première fois finissent, pour ainsi dire, par parler eux-mêmes.

Jaccard (32) tenta aussi l'établissement de subdivisions. Il créa deux Brèches, tout comme je l'ai fait, une du Malm et une du Dogger, mais les caractères distinctifs sur lesquels il s'était basé n'avaient absolument rien de fixe. Qu'il me suffise de dire ici, par exemple, que pour les Hautforts, dont le sommet est

constitué par les couches *redressées de la base*, celle-ci est considérée par Jaccard comme Dogger et le sommet comme Malm ! Et pourtant ce sont les mêmes bancs ! Je pourrais citer le même cas pour la *Pointe d'Angolon*, et des alliages aussi disparates pour les environs de Morzine, etc. La définition que donne Jaccard de la Brèche du Dogger (l'inférieure) s'applique beaucoup mieux du reste à ma subdivision supérieure qu'à l'inférieure.

Mes divisions sont au nombre de quatre :

Brèche supérieure ;

Schistes ardoisiers ;

Brèche inférieure passant latéralement aux Schistes inférieurs.

1° *Les Schistes inférieurs.* — Toute la base du massif de la Brèche, dans sa *partie sud et sud-est*, le Trias excepté, est formée par une *grande épaisseur de schistes calcaires noirs*. Quand on essaye la réaction à l'acide, l'effervescence ne se produit que sur la tranche des échantillons, car à leur surface on rencontre une mince couche d'argile. Les parties argileuses possèdent souvent des lamelles de mica excessivement ténues qui donnent un brillant à la roche.

Les schistes ont une épaisseur qui va de 1 mm. à 5 centimètres, ils passent même à des *bancs calcaires* compacts ou spathoïdes de 50 centimètres à 1 mètre. Ces bancs de calcaire sont très souvent remplacés par des grès à éléments de calcaire ou de calcaire dolomitique. La cassure fraîche de ces grès ne permet pas toujours de constater leur nature détritique, mais la surface des roches, quand elle n'est pas envahie par les mousses ou les lichens, montre très nettement les grains blancs de dolomie ou de calcaire dolomitique. Ces grains ne sont pas toujours anguleux. J'ai souvent remarqué de ces grès calcaires dont tous les grains étaient arrondis.

La partie inférieure de cet étage schisteux est parfois plus calcaire. Ainsi, le rocher de Cheraye, au bord de la route de Taninge aux Gets, à quelques pas au-dessus d'Avonnex, est constitué par un calcaire noir en bancs de 10 à 15 cm. de puissance. Ailleurs, à Verdevant par exemple, à peu de distance de Taninge, on voit ce niveau débuter franchement par les schistes noirs satinés.

A Jutteninge, tout ce complexe repose sur le Rhétien. Entre lui et les couches fossilifères se montre une série de roches calcaires avec traces de fossiles très probablement hettangiens.

Les schistes et les calcaires ne sont pas les seules roches de ce niveau. Fréquemment il s'y intercale des bancs de grès, comme je l'ai déjà mentionné, mais ces grès passent souvent à de *vraies brèches* dont les éléments peuvent atteindre jusqu'à 6 et 8 centimètres de diamètre. Les brèches de ce niveau schisteux sont faciles à distinguer. Leurs éléments sont enveloppés par des feuillets argilo-calcaires noirs. La roche est ainsi rendue plus sombre que les brèches suivantes que je décrirai. On peut étudier ces brèches en montant du col de Couz (Illiez) contre la *Pointe du Fourneau* (2 313 m.) ; on peut les voir le long du sentier de Taninge au Praz de Lys, du Taninge à la Rosière, etc. Ces bancs de brèche peuvent atteindre au maximum jusqu'à 2 et 3 mètres d'épaisseur, puis les

schistes réapparaissent, et de nouveau on constate la présence de la brèche, etc. Souvent, l'alternance des bancs de calcaire schisteux et de brèche est plus régulière. Elle se compose de bancs de schistes de 10 à 30 centimètres de puissance alternant avec les bancs de brèche d'égale épaisseur.

Les éléments de la Brèche sont des calcaires noirs et des calcaires dolomitiques. Les premiers, quand ils sont spathoïdes, appartiennent probablement au Lias moyen, les seconds, de beaucoup les plus abondants, sont d'âge triasique ; les quartzites sont beaucoup plus rares.

Les schistes passent petit à petit en se chargeant de bancs de brèche à la Brèche inférieure. *L'épaisseur* du niveau schisteux peut être évalué à 500 et même à 600 mètres, comme c'est le cas dans les environs de Verchaix, et à plus de 1300 mètres dans les Hautforts.

Quel âge pouvons-nous attribuer à ce complexe ? Le fait qu'il renferme des cailloux du Lias inférieur ; qu'à Jutteninge il repose sur des calcaires supérieurs au Rhétien, nous permet-il de les considérer comme appartenant au Lias supérieur ? Sur la carte j'ai attribué ces schistes au Lias en entier. Je dois restreindre cette détermination depuis que j'y ai trouvé des cailloux très probablement sinémuriens. Au col de Coux, la brèche qui les contient est presque à la base du complexe. A Jutteninge j'ai cru voir dans le torrent une discordance angulaire entre l'Hettangien et le Rhétien, mais les schistes reposent nettement sans discordance sur celui-là. Il est donc fort probable que les Schistes inférieurs débutent avec le Lias supérieur.

2° *La Brèche inférieure.*

Dans la partie sud et sud-est du massif de la Brèche, quand, du niveau schisteux inférieur, à bancs de brèche disséminés, on passe dans des parties plus supérieures où la brèche abonde, on est alors dans le niveau que j'ai appelé la *Brèche inférieure*. Le passage est insensible. Ainsi, par exemple, quand on fait l'ascension des Hautforts depuis le col de Couz (Illiez), on débute, au col, par les schistes calcaires noirs ; on passe successivement sur plusieurs bancs de brèche qui, par leur résistance plus grande aux agents atmosphériques, déterminent des éperons rocheux sur l'arête, comme par exemple la Pointe du Fourneau (2 313 m.). Derrière ce sommet se développe encore une grande épaisseur de schistes et, après un col, on arrive à la paroi rocheuse des Hautforts, dont les premiers escarpements sont constitués par une alternance de bancs de brèche et de schistes ou de calcaires à entroques. Ceux-ci deviennent plus rares à mesure que les bancs de brèche deviennent de plus en plus épais.

Tout autre est le développement de la Brèche inférieure dans la partie nord et nord-ouest du massif. Les bancs de brèche débutent directement, sans le niveau schisteux, sur les calcaires dolomitiques ou les cargneules du Trias et atteignent une grande épaisseur. Entre eux se développent, plus rarement, des bancs de calcaire à entroques. Les cailloux sont parfois cimentés par un ciment gréseux, d'autres fois le ciment est excessivement réduit et peut même manquer complètement.

La grosseur des éléments, qu'on examine la brèche de la partie sud ou nord

du massif, est extrêmement variable. Ils vont de la grosseur d'une tête d'épingle à celle de plus d'un mètre cube, mais cette dernière dimension est excessivement rare. Très souvent les éléments ont la grosseur d'un œuf et les cailloux dolomitiques toujours très abondants donnent à la roche sa teinte grise si particulière. Une brèche plus fine est surtout abondante dans les parties sud et est du massif. Un échantillon que j'ai sous les yeux se montre constitué par de petits cailloux nettement anguleux de calcaire dolomitique ; leur dimension ne dépasse pas 1/2 cm. cube. Ils sont disposés sans ordre et sans direction dans la pâte grise. Cette pâte contient une notable quantité de débris spathiques de crinoïdes. La sédimentation détritique à gros éléments cesse parfois tout à coup dans ces brèches, et fait place brusquement à une sédimentation de calcaire argileux gréseux.

C'est surtout ce caractère qui domine dans la région nord. Au sud, la sédimentation détritique bréchiforme cesse aussi brusquement, moins brusquement cependant qu'au nord, les grains deviennent un peu plus rares et la roche qui remplace la première est formée par une pâte gréseuse, nettement détritique, non schisteuse, où les entroques abondent. Ce changement pétrographique donne lieu, dans les bancs rocheux, à de grandes traînées de brèche intercalées dans des traînées de calcaires gréseux, traînées exactement parallèles. La transformation de cette brèche fine en parties plus gréseuses se produit dans l'épaisseur de quatre à cinq centimètres.

On est assez étonné de voir dans ces brèches fines, dont les éléments n'excèdent pas un centimètre, des cailloux plus gros mesurant jusqu'à 6 ou 8 centimètres, le plus souvent couchés sur leur plus grande face.

La brèche fine passe *parallèlement* aux calcaires spathoïdes ou calcaires à entroques noirs. On voit les grains de calcaire dolomitique diminuer peu à peu, tandis que la proportion de fragments d'entroques augmente de plus en plus jusqu'à prédominer complètement. L'examen microscopique d'un de ces calcaires à entroques nous le montre formé d'une quantité de fragments d'articles de crinoïdes contenant des particules charbonneuses dans leur intérieur. Le tout est plongé dans une pâte de calcite renfermant aussi des grains de quartz roulés, provenant probablement des quartzites du Trias.

A mesure qu'on monte dans la série de la Brèche inférieure, on y voit apparaître de nouveaux bancs gréseux et schisteux, dont l'épaisseur va en augmentant, et l'on passe ainsi au niveau suivant des *Schistes ardoisiers*.

Sous les Pointes de Marcelly et du Haut-Fleury, le long du sentier de *Matringe à Pertuiset*, on constate, quand on regarde le massif depuis les environs de Mieussy, que la *Brèche inférieure est en discordance sur le Trias*. J'ai longtemps hésité à considérer cet accident comme une discordance vraie et non comme une discordance tectonique, mais, après examen réitéré, à distance comme sur les lieux, j'opine en faveur d'une discordance vraie. On voit les bancs de brèche avec les schistes qui les accompagnent parfois, d'horizontaux qu'ils étaient se relever peu à peu, mais *moins rapidement* que leur substance de Trias. Ils viennent buter en oblique contre celui-ci.

Ce qui m'a fait croire longtemps à une discordance tectonique, c'est que le Trias lui-même n'est pas dans sa position originaire. Il chevauche sur des terrains plus récents, mais en concordance avec eux.

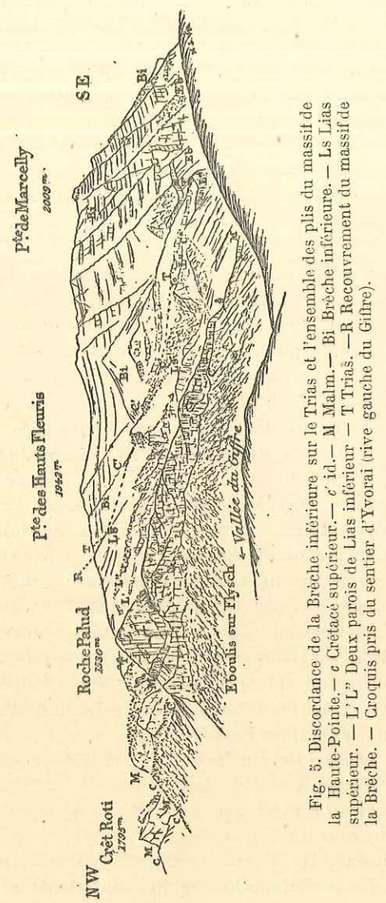


Fig. 5. Discordance de la Brèche inférieure sur le Trias et l'ensemble des plis du massif de la Haute-Pointe. — *c* Crétacé supérieur. — *c'* id. — M Malm. — Bi Brèche inférieure. — Ls Lias supérieur. — L'L'' Deux parois de Lias inférieur — T Trias. — R Recouvrement du massif de la Brèche. — Croquis pris du sentier d'Yvorai (rive gauche du Giffre).

L'épaisseur de la Brèche inférieure est variable. Dans la Pointe de Marcelly elle peut atteindre 1300 mètres. Dans la Pointe de Grange sa puissance n'est pas moindre de 300 mètres. Ailleurs elle manque totalement ou est considérablement réduite, comme par exemple dans le Roc d'Enfer, et dans sa continuation

plus au nord. Cette absence, il est vrai, peut être parfois le résultat d'étirement, mais ce n'est manifestement pas le cas à Graidon (nord-ouest du Roc d'Enfer) où les Schistes ardoisiers reposent directement sur le calcaire dolomitique du Trias.

Les fossiles sont excessivement rares dans le complexe de la Brèche du Chablais en général. J'en ai rencontré quelques-uns dans les calcaires spathoïdes de la Brèche inférieure. Ils sont malheureusement mal conservés, insuffisants pour une détermination exacte de l'âge de la roche qui les renferme.

A Champs-longs, sur Troistorrents (val d'Illiez) sur la lettre *l* du mot *les* Ayernes (Planche VIII), dans un lambeau de recouvrement de Brèche inférieure, on peut trouver dans le calcaire gris spathoïde de petits *Pecten* que je n'ai pas pu déterminer. J'ai ramassé encore une *Lima*, un fragment de térébratule et des débris de membres de crustacés. Quelques polypiers indéterminables sont disséminés dans le calcaire.

Sous le Roc de Tavaneuse, entre les chalets de Brion et le col de Lens-d'Aulph, sur St-Jean-d'Aulph, nous avons trouvé, M. Renevier et moi, quelques polypiers dans un gros bloc éboulé de calcaire gris. J'ai vainement recherché l'affleurement en place. Les seuls polypiers déterminables appartiennent au genre *Parasmilia*. D'autres sont des espèces confluentes que je n'ai pu spécifier.

A la Biolla, sur Taninge, j'ai ramassé un gastropode indéterminable.

Aux Granges, sur la rive gauche du vallon de Charmy (près d'Abondance) j'ai récolté quelques *Pecten* semblables à ceux de Champs-longs.

C'est à ces misérables fossiles que se borne le résultat de patientes recherches.

3° *Schistes ardoisiers.* — De fréquentes exploitations d'ardoises dans la partie supérieure m'ont fait désigner ce niveau sous le nom de *Schistes ardoisiers*. Cet étage est bien différent des autres. Si nous l'atteignons par la Brèche inférieure, nous voyons les bancs de brèche de celle-ci diminuer petit à petit et les bancs schisteux, gréseux devenir de plus en plus fréquents.

Ces schistes calcaires, gréseux, sont noirs sur une cassure fraîche et bruns à l'air. Ils sont parfois couverts de fucoïdes. J'en ai récolté au Lac de Roi (Praz de Lys, vallée du Giffre) au col de Brion sur St-Jean-d'Aulph (ceux-ci en compagnie de M. Renevier), au Pont des Gets (entre Taninge et la vallée du Biot). Les espèces, déterminées d'après Heer, sont :

Palæodictyon magnum Hr.
— *textum* Hr.
Chondrites divaricatus Fisch.
— *intricatus* Hr.
— *liasinus ?* Hr.

Jamais on n'y trouve les helminthoïdes, qui sont abondants dans le Flysch.

Les roches certainement les plus caractéristiques de ce niveau sont des schistes rouges ou verts, argileux, ordinairement non calcaires. Ce sont eux qui m'ont servi d'horizon dans la détermination du niveau. Les schistes rouges, ou plutôt rouge-violacé, varient d'épaisseur suivant la localité ; ils manquent parfois, mais leur absence est une rareté. Ils alternent avec des bancs de quartzite ou de brèche fine dont les éléments sont souvent empâtés dans l'argile colorée. Les schistes rouges et verts sont à la partie supérieure de l'étage schisteux. Ils sont accompagnés souvent par des parties ferrugineuses quartzeuses.

C'est au-dessus des schistes rouges, exploités parfois aussi, que sont établies, dans des schistes gris, les nombreuses ardoisières du pays. A vrai dire, ces schistes gris appartiennent plutôt à la Brèche supérieure, mais leur présence si facile à constater m'a servi de limite.

Une coupe du niveau des Schistes ardoisiers prise au Praz de Lys (sur Taninge) en dira plus long qu'une description. On a du haut en bas :

1.	Alternance de bancs calcaires et de bancs marno-argileux dont les inférieurs sont exploités à Morzine et Montriond comme ardoises.	
2.	Schistes rouges.	0 m. 30
3.	Banc quartzeux gris.	0 m. 15
4.	Schistes rouges	0 m. 40
5.	Bancs de brèche fine a éléments empâtés dans les schistes argileux verts.	0 m. 50
6.	Schistes verts.	0 m. 30
7.	Banc de brèche fine.	0 m. 30
8.	Schistes gris un peu micacés avec rares bancs gréseux.	4 m.
9.	Banc de brèche fine.	0 m. 40
10.	Schistes gréseux gris.	1 m. 10
11.	Banc de brèche fine.	0 m. 35
12.	Schistes gris, avec fucoïdes, gréseux verdâtres par place.	5 m.
13.	Bancs de grès.	0 m. 30
14.	Schistes gris argileux.	0 m. 30
15.	Grès en bancs peu épais.	0 m. 40
16.	Schistes gréseux.	1 m. 30
17.	Alternance de schistes et petits bancs de grès. Les bancs de grès ont de 1 à 15 cm. d'épaisseur.	10 m.
18.	Banc de brèche fine.	1 m. 50
19.	Alternance de schistes gris avec petits bancs gréseux atteignant au maximum 20 centimètres.	25 m.
20.	Bancs de grès	0 m. 50
21.	Schistes gris, calcaires.	2 —
22.	Banc de brèche.	0 m. 80
23.	Schistes gris, calcaires gréseux.	0 m. 10
24.	Brèche.	5 m.
25.	Schistes gris.	4 m.
26.	Brèche.	8 m.
27.	Schistes gris.	0 m. 20
28.	Brèche.	6 m.
	etc.	

Les bancs de brèche intercalés deviennent de plus en plus fréquents à mesure que les schistes diminuent d'épaisseur et on passe à la Brèche inférieure.

Au Praz de Lys, ce niveau atteint donc une centaine de mètres. Dans le Roc d'Enfer, c'est à 300 mètres au moins que nous devons chiffrer sa puissance. Là, les bancs de schistes verts et rouges peuvent atteindre une épaisseur de 50 mètres presque sans interruption. Il en est ainsi à Graidon (vallée du Biot) où ils sont excessivement développés, et dans la Pointe de Grange. A Graidon, ils alternent avec des bancs de 10 à 20 centimètres de quartzite souvent très ferrugineux, à poids spécifique très élevé. Aux chalets de Lens d'Aulph j'ai récolté des schistes noirs brillants qui, examinés au microscope, se montrent composés uniquement de végétaux silicifiés d'une admirable conservation. Le banc de schiste, d'après mes souvenirs, doit avoir une quinzaine de centimètres d'épaisseur. Il s'agit là d'une vraie houille silicifiée.

4° *La Brèche supérieure.* — La Brèche supérieure est tout aussi facilement reconnaissable. La Brèche est plus ténue, le ciment est parfois absent. Il est difficile cependant, sur un échantillon, de la distinguer des brèches du niveau inférieur. Ce qui donne le caractère distinctif à cet étage supérieur, c'est la présence, entre les bancs de brèche, *de bancs de calcaire gris* à l'air, *à grains très fins, compacts, non spathoïdes.* Les bancs supérieurs contiennent de nombreux silex.

Ces calcaires sont si nombreux qu'ils constituent parfois les 80, 90 0/0 des bancs. Dans les parties tout à fait supérieures, la brèche est même totalement absente. Le niveau de la Brèche inférieure ne contient *jamais* ces bancs de calcaire compact ; les conditions de sédimentation ont donc été bien différentes aux deux époques.

L'épaisseur de la Brèche supérieure peut être évaluée en moyenne de 200 à 300 mètres.

§ 3. *Matériaux de la Brèche. Sa distinction d'avec les roches détritiques du Flysch.*

Les roches qui constituent la Brèche sont bien vite étudiées. Les calcaires dolomitiques du Trias en constituent la majeure partie. La Brèche du Chablais ne contient *aucun caillou de roche cristalline.* M. Schardt en signale; je puis affirmer que nous n'en n'avons jamais vu, M. Renevier et moi; M. Schardt parle aussi de nombreux fragments de calcaire du Malm. Cette erreur provenait de l'attribution au Malm de calcaires dolomitiques du Trias.

Les matériaux détritiques de la Brèche du Chablais sont les suivants :

a) Schistes micacés carbonifères ;

b) Quartzites blancs ou verdâtres du Trias ;

c) Schistes verts et rouges du Trias ;

d) Calcaires dolomitiques, dolomies grises, roses ou blanches, compactes ou cristallines ;

e) Calcaires du Lias : calcaires noirs, gris, compacts ou spathoïdes ;

Tous ces éléments sont disséminés *sans ordre* dans la roche. Cependant, par

places, les quartzites abondent, mais ils sont toujours accompagnés de calcaires dolomitiques. Le plus souvent ceux-ci seuls dominent.

Les Brèches de la Hornfluh et du Chablais se distinguent nettement et facilement des brèches du Flysch dites du *Niesen.* Celles-ci contiennent *toujours* des cailloux cristallins, soit des gneiss, des micaschistes, des granites accompagnés de débris des roches du Trias, du Lias, du Dogger et du Malm. Les brèches tertiaires ont toujours un ciment gréseux *à grains de quartz* et sont *ordinairement micacées.*

M. Kilian [1] a établi les mêmes distinctions dans la zone du Briançonnais, entre les brèches du Lias dites du *Télégraphe* et la brèche nummulitique. La roche liasique renferme quelquefois des fragments de quartzite et de schistes à séricite, mais la grande majorité des éléments est calcaire. M. Kilian y a récolté les fossiles caractéristiques du Lias.

Une brèche très analogue existe en Chablais. C'est la *brèche des couches à Mytilus* qui, comme M. Schardt l'a antérieurement démontré, est toujours à la base de ce niveau. Elle n'est analogue à notre brèche que par ses matériaux. Sa puissance est loin de l'égaler. Quelquefois on y trouve des fragments roulés et j'ai même, en compagnie de M. Renevier, trouvé, sur le sentier de Somman aux Charmettes (massif de la Haute-Pointe), un vrai poudingue à la place de la brèche. Par son aspect, la brèche des couches à *Mytilus* rappelle la Brèche inférieure.

§ 4. *Rôle orographique de la Brèche du Chablais.*

Grâce à son énorme épaisseur, qu'on peut évaluer à 1500 et même de 2000 mètres, le complexe de la Brèche du Chablais joue un rôle orographique considérable. Il se présente en Chablais comme une grande ellipse dans lequelle les couches convergent vers la ligne des centres.

Vis-à-vis des montagnes arrondies du Flysch qui entourent ce massif de la Brèche, il apparaît comme une masse rocheuse et boisée. Son rôle, dans la forme du terrain, est intimement lié au Trias qui sert de substratum à la Brèche.

Les *Schistes inférieurs* déterminent ordinairement des pentes douces, couvertes de pâturages. Cependant, sitôt qu'apparaît un banc de brèche dans ces schistes, le relief du sol s'accuse en crêtes rocheuses presque toujours franchissables, même en arêtes. Celles-ci peuvent être, cependant, déterminées uniquement par les schistes. Il en est ainsi, par exemple, du sommet de la Golèze, sur Samoens.

Sur ce niveau, s'élève la *Brèche inférieure* en pentes rocheuses et en parois abruptes. Les sommets sont ordinairement des points culminants d'arêtes, par exemple les Pointes de Haut-Fleuri (vallée du Giffre), les Hautforts, le plus haut sommet du Chablais (2466 m.). Cependant la Pointe de Marcelly, la Pointe d'Angolon, la Pointe de Vorla, sont des sommets plus ou moins isolés.

Les *Schistes ardoisiers*, par leur nature plus délitable, constituent les cols entre les masses rocheuses des deux Brèches (col de Chésery, col de Lens-d'Aulph, col de Foron, col du Petit-Souvre).

[1] Struct. des chaînes alpines. *Bull. Soc. géol. Fr.* 1891.

Enfin, la *Brèche supérieure* forme des sommets qui ont une forme toute particulière. Ils ont contre l'intérieur du massif de la Brèche une pente à peu près égale à celle de la déclivité des couches, puis l'arête se brise brutalement au sommet en une paroi verticale qui descend jusqu'au niveau des schistes rouges et verts et dont le regard est extérieur au massif. La Pointe des Nions en est un exemple des plus caractéristiques. Le Roc d'Enfer, où, comme nous le verrons, un pli en genou est conservé, fait exception avec quelques autres sommets.

Les planches I et II donnent une bonne idée de l'aspect de la région de la Brèche.

§ 5. *Age du complexe de la Brèche du Chablais.*

Les principaux arguments des géologues qui considéraient la Brèche du Chablais et celle de la Hornfluh comme tertiaire ne sont pas difficiles à réfuter avec les armes que nous donne le développement actuel de la géologie alpine.

La détermination exacte de l'âge des calcaires considérés alors comme jurassiques, tandis qu'ils sont triasiques, enlève l'argument tiré de l'origine des matériaux de la Brèche.

La présence des fucoïdes dans les bancs schisteux n'a, au point de vue de la détermination de l'âge, aucune valeur. Les formes en discussion peuvent tout aussi bien être rapportées aux formes jurassiques ou liasiques, qu'aux tertiaires.

C'est la tectonique surtout qui a le plus trompé nos prédécesseurs. Le repos très fréquent de la Brèche sur le Crétacé supérieur leur paraissait un argument irréfutable, et c'est pourquoi des séries nettement établies, avec contact, dans l'ordre suivant : Flysch typique, Crétacé rouge, Brèche, comme le long du torrent de la Simme, au sud de Garstatt (Alpes bernoises), étaient négligées, et le Crétacé était considéré [1] « comme un reste d'une ancienne montagne qui formait, du côté du nord-ouest, le rivage de la partie de la mer éocène où s'est déposée la Brèche, et fournissait à cette dernière une partie de ses matériaux ». Et cependant on ne trouve dans la Brèche du voisinage aucun fragment de Sénonien !

La Brèche du Chablais, avec le Trias qui l'accompagne, ainsi que celle de la Hornfluh sont, comme nous le verrons, en recouvrement sur des terrains plus récents. Toutes les fois que l'érosion atteint la nappe chevauchée, les partisans de l'âge tertiaire de la Brèche y voyaient des klippes entourées par la masse détritique, et le substratum triasique de la Brèche était considéré avec elle, comme éocène. Ces faits une fois bien établis, mais mal interprétés, permettaient de considérer des *faciès de passage* de la Brèche au Flysch.

Quel est l'âge vrai du complexe de la Brèche? Partout où des plis-failles, des chevauchements ou tout autre accident tectonique ne sont pas venus compliquer les relations stratigraphiques, la Brèche du Chablais (y compris le niveau schis-

[1] Gillieron. *Mat. Carte géol. suisse.* Livr. XVIII, p. 342.

teux inférieur) repose sur le Trias. A. *Jutteninge* et au *Chalet-neuf* (nord de Morgins) le Rhétien et l'Hettangien sont intercalés entre les deux séries, et le Trias lui-même, dont l'âge ne peut plus être mis en doute maintenant, se trouve ainsi placé entre le Carbonifère (fossilifère à Taninge) et le Rhétien. (Or nous verrons, dans la troisième partie de ce travail, que, dans les dislocations, la Brèche du Chablais est toujours liée avec le Trias, et montre une indépendance complète vis-à-vis de l'Eocène.)

La Brèche supérieure supporte le Flysch dans un synclinal qui va des Gets à la Pointe de Grange. Là, M. Renevier a découvert, entre le Flysch et la Brèche, du Crétacé supérieur. C'est ce qui l'avait engagé en partie à considérer la Brèche comme jurassique. En d'autres lieux, c'est la partie la plus inférieure du Flysch, les schistes rouges, qui reposent sur la Brèche.

La localisation de la Brèche, sa liaison intime avec le Trias, son absence totale dans les autres régions du Flysch, la présence de quelques fossiles, polypiers et pectens inconnus dans celui-ci, sont autant d'arguments en défaveur de l'âge tertiaire. Je ne puis développer ici les preuves que je donnerai plus loin. Qu'il me suffise de dire que dans l'édifice si difficile à construire de la géologie chablaisienne, si l'on venait à remettre la Brèche dans le Tertiaire, avec elle seraient entraînés le Rhétien de Jutteninge, tout le substratum triasique et le Carbonifère de Taninge.

Si j'essaie d'assimiler les divisions de la Brèche à des niveaux déterminés, je serai disposé à attribuer au Lias supérieur la base des Schistes inférieurs et de la Brèche inférieure; la partie supérieure de ces deux niveaux correspondrait au Dogger, les Schistes ardoisiers à l'Oxfordien, si souvent schisteux dans les Alpes et la Brèche supérieure au Malm.

Le Jurassique presque entier y serait donc à l'état détritique plus ou moins grossier. Si des considérations d'ordre tectonique ne me suggéraient pas quelques doutes, je serais porté à considérer ces rapports comme vrais, car on constate dans les Préalpes que le Dogger devient *littoral*, sous la forme des couches à *Mytilus*, dans le voisinage du massif de la Brèche, et nous savons que ces couches possèdent une brèche en tout point analogue à celle du niveau de la Brèche inférieure.

Le Malm des Préalpes fournit un argument analogue. *Il change de faciès en s'approchant du massif de la Brèche.* A Tréveneusaz, c'est une roche récifale comme nous l'avons vu, avec débris de nérinées. Ainsi, en s'approchant du massif de la Brèche, les sédiments jurassiques deviennent, du *nord vers le sud, de plus en plus littoraux*, à mesure que des phénomènes de transgression s'observent, comme je l'ai fait remarquer.

Au sud du massif de la Brèche, où on aurait pu s'attendre à retrouver des sédiments jurassiques littoraux, on constate, dans les petits massifs de Culet et de Savonnaz, un faciès calcaréo-vaseux du Dogger avec ammonites, et le Malm y est tantôt sous la forme d'un calcaire noir massif, tantôt sous celle d'un calcaire gris grumeleux à bélemnites et traces d'ammonites.

Le paragraphe suivant va nous montrer que la liaison de la Brèche avec les faciès jurassiques situés au nord du Massif n'est qu'apparente.

§ 6. *Formation de la Brèche.*

Ce n'est pas sans une certaine appréhension que j'entame la question de la formation de la Brèche. Il n'est pas facile de répondre à la question suivante : *Comment a pu se former sur une grande étendue longitudinale et sur une grande largeur une masse de terrain détritique, à cailloux anguleux, dont la puissance n'est pas moindre de 800 mètres et peut en atteindre 2000 ?* car nous ne connaissons actuellement aucun phénomène semblable d'une telle intensité.

Les deux massifs de Brèche du Chablais et de la Hornfluh, séparés actuellement, ont peut-être été liés l'un à l'autre et seraient dus au même phénomène. La Brèche de la Hornfluh n'est pas confinée seulement sur la rive droite de la Sarine. On la connaît encore plus à l'ouest, dans le massif de la Gummfluh, où elle est très développée, mais il y manque les deux niveaux supérieurs. Jusqu'ici, du reste, aucune division n'a été établie dans les Brèches des Alpes bernoises ; celles que j'ai vues dans le massif de la Gummfluh se rapportent à la Brèche inférieure. Le niveau ardoisier doit probablement y exister, car Gilliéron [1] dit en parlant de la Brèche : « On est étonné d'y rencontrer au sud-est du Hohmad un calcaire argileux rouge, parfaitement identique à celui du crétacé supérieur ; cette ressemblance m'a obligé d'y faire des recherches attentives : je n'y ai pas découvert le moindre vestige de l'Inocérame caractéristique de la craie de nos régions ; en revanche, sur un point, les assises rouges se sont trouvées mêlées de schistes noirs tels qu'il y en a dans l'éocène. »

Or nous retrouvons ces schistes noirs dans le niveau des schistes ardoisiers du Chablais et la description de Gilliéron paraît bien s'y adapter.

Vers l'est, la brèche cesse et se perd dans ce que le savant suisse désignait comme du Flysch, dépôt qui appartient évidemment à des bancs schisteux de la Brèche. Le faciès brèche cesserait vers l'est.

Dans l'est du Chablais, la Brèche est brutalement coupée par la vallée du Rhône, et bien qu'un peu réduite d'épaisseur, son interruption n'est due qu'à l'érosion. Cela posé, il est possible, comme l'a fait remarquer M. Schardt, que les paquets de Brèche du Chablais et de la Hornfluh ne constituassent primitivement qu'une bande et fussent reliés l'une à l'autre. Peu importe, du reste, que cette liaison existe ou n'existe pas dans le problème que nous nous posons. Que le phénomène étrange de la formation des brèches se soit poursuivi sur trente kilomètres ou sur quatre-vingts, la difficulté de l'explication reste la même, et ce qui peut être dit sur les trente est tout aussi applicable aux quatre-vingts. Deux théories ont déjà été émises pour expliquer la formation de la Brèche de la Hornfluh. Studer (3, p. 292), n'est pas très clair dans l'explication qu'il voulut donner. Il crut remarquer que les parois des Spielgärten étaient plus étroites

[1] Gilliéron. *Mat. Carte géol., suisse.* Livr. XVIII, p. 217.

quand la brèche était au contraire plus développée. Il en conclut que celle-ci s'était produite par une réduction en fragments de la montagne, fragments qu'une cimentation postérieure aurait recollés. Cette théorie, qui équivaut à considérer la roche de la Hornfluh comme une brèche de dislocation, tombe au premier examen. La seule présence de l'alternance des bancs schisteux avec les bancs de brèche et de la constitution polygénique de celle-ci montre l'impossibilité de l'idée du savant bernois [1].

C'est à M. Schardt que nous devons la deuxième hypothèse. Il crut remarquer que la Brèche, qu'il considérait comme tertiaire, dépendait, par des éléments constitutifs, des roches qui formaient les parois immédiatement voisines. De ce fait, il déduisait que pendant l'époque éocène les chaînons actuels étaient déjà en voie de formation et émergeaient de la mer sous forme de falaises. Les débris détachés des rives se stratifiaient sous l'influence des eaux en une brèche compacte. L'établissement exact de l'âge du « Hornfluhgestein » fait tomber cette hypothèse, dont M. Schardt trouvait de nombreuses preuves dans les prétendues « klippes » de la Brèche de Chablais. Malgré le déplacement de la Brèche dans la série stratigraphique, une théorie analogue pourrait être établie vis-à-vis des sédiments triasiques et liasiques dont ces roches détritiques sont constituées. Nous verrons cependant qu'elle est impossible, et c'est une troisième hypothèse que nous devons établir [2].

Examinons d'abord ce que peut enseigner la Brèche du Chablais elle-même.

La forme toujours *anguleuse* des matériaux de la Brèche réduit le cadre des hypothèses. Un terrain détritique dont les éléments constitutifs sont arrondis, n'est pas difficile à expliquer, quelle que soit son épaisseur. Les transports torrentiels, dont nous avons des exemples sous les yeux, sont suffisamment parlants par eux-mêmes. Tout autre est l'embarras quand les masses sont constituées par des cailloux anguleux. Nous devons éliminer tout transport torrentiel et fluviatile. Les matériaux brisés ont dû se déposer dans une mer ou *tranquille* ou suffisamment *profonde* pour que les vagues ne viennent pas agiter les sédiments détriques et arrondir les angles des matériaux. Ce point s'établit sans difficulté. Les terrains détritiques du Chablais nous montrent nettement qu'ils ont été déposés dans une mer. La présence de quelques animaux marins et des fucoïdes vient affirmer le fait. Quant à savoir si la mer était profonde ou non, je reste dans le doute. Les quelques fossiles semblent plutôt attester la faible profondeur des eaux. L'absence totale de rides de fond sur les schistes intercalés semble parler en faveur de la profondeur, mais ces rides peuvent tout aussi bien manquer par suite de la sédimentation grossière. Les fucoïdes supposent des eaux peu profondes. Leur abondance dans certains schistes du niveau ardoisier ne nous paraît pas être le produit de charriages. Le banc de houille silicifiée de Lens-d'Aulph ne peut rien nous apprendre, sauf que des courants

[1] M. Ch. Sarasin (47), a émis une idée semblable à celle de Studer. L'impossibilité de cette dernière s'applique à la sienne.

[2] Schardt. Pays d'Enhaut vaudois p. 21.

devaient exister dans cette mer jurassique. Il nous est donc impossible de connaître exactement la profondeur de la mer; j'opine cependant plutôt en faveur de la moindre profondeur. Du reste, il est possible que l'épaisseur de la nappe des eaux n'ait pas toujours été la même.

Nous pouvons connaître avec grande exactitude *la nature du plafond* de cette mer. Le complexe de la Brèche, partout où des accidents tectoniques ne sont pas venus déranger ses rapports avec son substratum, repose sur le Trias et sur le Lias. Au sud-est, le complexe des Schistes inférieurs repose directement sur les calcaires dolomitiques; au nord-ouest, c'est la Brèche inférieure qui recouvre ceux-ci, la Brèche épouse entièrement la disposition de son substratum ; il n'y a *discordance que dans le massif du Praz-de-Lys*, au nord-ouest. Ce fond de Trias, autant qu'on peut en juger par les bords, n'a *pas été attaqué* par les agents d'érosion qui ont constitué la Brèche. Il présente sa série normale et se termine *presque partout par son terme supérieur des calcaires dolomitiques*. Cette constatation a son importance, car elle enlève immédiatement l'idée que la Brèche proviendrait d'écroulements de récifs et d'écueils de petite importance, comme ceux que MM. Schardt et Gilliéron voulaient voir dans la Brèche de la Hornfluh et du Chablais. Le substratum de Trias peut manquer, mais, comme je le disais, cette absence est le fait d'étirements, car tout le massif de la Brèche chevauche sur les terrains voisins. De petits lambeaux de Trias conservés comme lambeaux de poussée nous montrent toujours la nature de l'ancien substratum.

Si la Brèche n'a pu se former aux dépens de l'écroulement de petits écueils qu'elle entourerait de ses débris et dont les traces devraient être retrouvées, elle a dû entièrement s'établir sur une largeur minimum de 14 kilomètres (largeur actuelle du massif de la Brèche) par la destruction de côtes *en dehors de l'étendue du dépôt*.

Examinons donc la répartition du dépôt et voyons si elle peut, sous ce rapport, nous être utile en nous guidant dans la recherche de cette côte.

L'épaisseur énorme du complexe de la Brèche frappe, et la question se pose immédiatement de savoir si une multiplication de plis ne vient pas l'amplifier. Nous verrons qu'il existe effectivement quelques petits plis, mais ils sont plutôt une rareté, et l'épaisseur apparente, surtout dans la partie qui regarde les Hautes-Alpes, est en même temps réelle. Dans le complexe, lui-même d'épaisseur variée, les niveaux changent eux-mêmes de puissance, ce qui n'a rien d'étonnant dans des terrains détritiques.

Je place, dans le tableau ci-dessous, l'épaisseur réelle de la Brèche ; à gauche l'épaisseur mesurée sur plusieurs points du versant nord, à droite, en regard, l'épaisseur des points du versant sud. Les deux points sont pris sur une ligne perpendiculaire à la direction des plis.

Versant nord		Versant sud	
Marcelly		*Angolon et Nions*	
Br. sup. 100	1500m	Br. sup. 150	1600m
Sch. ard. 100		Sch. ard. 150	
Br. inf. 1300		Br. inf. 300	
		Sch. inf. 1000	

Graidon. Enfer

Br. sup. 300		
Sch. ard. 300		650-1000m
Br. inf. au Roc d'Enfer 50 à 100m		
A Pététeau-Pt Souvre 400m		

Tavaneuse-Nantaux		*Hautforts*	
Br. sup. 350-400	1250 à 1300m	Br. sup. 350	2350m
Sch. ard. 300		Sch. ard. 300	
Br. infér. 600		Br. inf. 450	
		Sch. infér. 1250	

Pte de Grange		*Chésery et Bécor*	
Br. sup. 300	1100m	Br. sup. 300	1100
Sch. ard. 200		Sch. ard. 250	
Br. inf. 600?		Br. inf. 400	
		Sch. inf. 150	

Onnaz, Pic de Cholonge.

Br. sup. ?
Sch. ard. inconnus
Br. inf. 450 à 500
Sch. inf. 300

On voit par ces chiffres que la Brèche supérieure reste à peu près constante. Exceptionnellement son épaisseur est plus faible dans Marcelly et le Praz de Lys ; elle disparaît même totalement dans les hauteurs au-dessus de Verchaix. J'attribue cette diminution, jusqu'à l'enlèvement total, à des phénomènes d'érosion dus à la mer du Flysch.

Les Schistes ardoisiers sont aussi moins épais dans la partie sud-ouest du massif. Ils vont en augmentant du côté du nord-est en ayant leur maximum dans le Roc d'Enfer. Ils diminuent dans la Pointe de Grange. Dans la partie franco-suisse ils ont disparu.

La Brèche inférieure et les Schistes inférieurs ont une distribution bien plus intéressante et ce sont eux qui nous guideront dans la résolution du problème de la formation de la Brèche. Mais avant d'aller plus loin il importe que nous fassions remarquer une observation importante.

Ces faits, joints à l'examen de la carte au 1/80000, permettent de supposer que la Brèche inférieure repose sur les Schistes inférieurs, dans la partie du massif qui regarde les Hautes-Alpes. Il n'en est pas ainsi. Quand j'ai étudié la région dans les premières années, je fus frappé de l'abondance énorme des sédiments schisteux de la base de la partie sud-est, et comme j'avais commencé mon étude par le nord, où ce niveau n'existe pas, et que, d'autre part, il paraissait surmonté par l'étage de la brèche inférieure, celle-ci paraissant appartenir au Dogger, j'en avais conclu que les schistes noirs devaient être liasiques. Des recherches postérieures me les firent considérer comme Lias supérieur, jusqu'à ce

que, déjà à la fin de la campagne de 1893, mais surtout en 1894, je m'aperçus (mais trop tard pour y remédier sur la carte) que les *Schistes inférieurs sont un faciès parallèle à celui de la Brèche inférieure*. Cette constatation m'autorise à établir que l'abondance des matériaux charriés qu'on retrouve dans la Brèche *diminue du nord-ouest vers le sud-est*.

En effet, une ascension de la pointe du Haut-Fleuri, par l'Achat, par exemple, montre que la Brèche inférieure renferme très peu de schistes intercalés. La brèche y est très abondante ; les matériaux constitutifs sont souvent agglomérés sans ciment. On a même quelquefois l'impression que ces brèches se sont produites à l'air libre, comme les restes de gigantesques éboulements.

Si, partant de Taninge, nous faisons l'ascension de la Pointe de Marcelly, soit par le sentier du Praz de Lys, soit directement par les Montants, nous constatons que les bancs de brèche sont souvent intercalés entre des bancs de schistes, mais que le complexe débute nettement par des brèches, qui deviennent rares dans la partie moyenne du niveau.

Plus au sud-est encore, sur la route des Gets, les bancs bréchoïdes sont de plus en plus rares, et leurs matériaux constitutifs beaucoup plus ténus. Au Pont des Gets, dans la partie supérieure de ce niveau, apparaissent les brèches franches, suivant leur type habituel de la partie nord du dépôt, mais elles sont considérablement réduites. On a l'intime conviction d'un passage latéral de la Brèche inférieure aux schistes noirs. Les grandes pentes qui dominent la vallée du Giffre, entre Taninge et Samoens, sont encore plus pauvres en brèche ; au milieu des schistes calcaires, on constate, sur la route des Gets par exemple, la présence de nombreux bancs calcaires qui indiquent une sédimentation plus tranquille. Une coupe relevée dans les hauteurs au-dessus de Verdevant montre du haut en bas :

Schistes calcaires	0,80
Brèche	0,20
Banc calcaire	0,20
Brèche	0,15
Schistes calcaires	0,60
Calcaire	0,20
Schistes	1,10
Calcaire	0,15
Alternance de bancs schist. et de calcaires puissants de 5 à 10 cm.	3,20
Banc calcaire	0,30
Brèche	0,10
Schistes	0,30
Etc.	

Ces alternances de schistes et de calcaire se poursuivent ainsi dans toute la puissance du niveau, beaucoup plus bréchiforme cependant à la partie supérieure.

A Verchaix, directement au-dessus des calcaires dolomitiques, aux maisons de Magnin, sur la route, tout à fait à la base du complexe, apparaît un banc de brèche. Ici, les schistes, succédant à ce banc plus grossièrement détritique, mais plus abondant, de la base, sont très puissants et si schisteux, que souvent ils rappellent le Flysch, qui les recouvre.

En résumé, plus nous allons vers le sud-est, plus le complexe devient schisteux, mais reste toutefois toujours *couronné* par un revêtement de bancs plus grossiers, dont la puissance, très remarquable encore aux Hautforts, atteint 450 mètres. Il est vrai que de nombreux bancs schisteux intercalés augmentent de beaucoup cette épaisseur.

Avec ces remarques sur la distribution des matériaux de la Brèche, avec ce que nous apprend la constitution de son substratum, sachant aussi que cette formation s'est faite *latéralement à une côte* et non aux dépens d'écroulements de récifs placés en son milieu, nous concluons que la *Brèche inférieure s'est formée par la destruction des masses triasiques et liasiques placées au nord et au nord-ouest, et que les écroulements de ces masses se faisaient du côté du sud et du sud-est*.

On m'objectera ici que dans les écroulements de masses dans des milieux liquides deux cas peuvent se présenter, suivant la nature de la déclivité du fond sur lequel s'éboulent les matériaux. Si la pente est très forte, les matériaux les plus lourds tendront à s'éloigner davantage que les plus légers et cela malgré la résistance du liquide. Mes résultats seraient par conséquent à intervertir. Toutes mes observations parlent contre une telle distribution. On admet en général que la sédimentation s'exécute en dépôts horizontaux ou sensiblement horizontaux. Le contact des Schistes inférieurs avec le Trias, ne se ferait pas avec autant de concordance si celui-ci avait dû former un fond déclive. Tout au contraire, la Brèche inférieure ne repose pas normalement sur les cargneules dans le massif du Praz de Lys. Il y a là, me paraît-il, l'indice d'une élévation du fond de la mer contre une côte le long de laquelle apparaîtraient les sédiments plus détritiques et plus grossiers, moins réguliers dans leur superposition.

Examinons maintenant la répartition de la Brèche inférieure dans le sens longitudinal de son dépôt. Dans la partie qui regarde les Hautes-Alpes, elle est distribuée à peu près uniformément, augmentant d'épaisseur par places pour diminuer plus loin, mais changeant de puissance dans des limites peu étendues, si nous considérons seulement la partie supérieure nettement détritique. En comprenant le niveau entier des Schistes et de la Brèche inférieure, nous voyons que l'épaisseur varie pour atteindre son maximum dans les Hautforts, savoir 1700 m. de puissance.

Toute différente est la distribution de la Brèche inférieure dans son front nord-ouest. Ce front n'a pas toujours été conservé. Il se présente en général, comme nous le verrons, sous la forme d'un pli en genou plus ou moins compliqué. Au nord du massif du Praz de Lys, où le pli frontal manque, la Brèche prend une énorme épaisseur qui va en diminuant très rapidement du sud-ouest au nord-est, et, entre le col de Foron et le col de la Ramaz, elle a presque entièrement disparu, et cette disparition *coïncide avec une augmentation d'épaisseur du*

substratum triasique. Sans doute, je ne dois pas trop appuyer sur la valeur de ce rapport. puisque le substratum de Trias chevauche sur les terrains plus récents et qu'il peut avoir été en partie enlevé par l'étirement. Mais quand le Trias, momentanément disparu sous le Roc d'Enfer, réapparaît puissant à Grivacu, ce sont *les Schistes ardoisiers qui reposent sur lui*, et la Brèche est totalement absente, *sans que cette disparition puisse être attribuée à l'étirement*. Elle n'apparaît qu'en arrière au sud. Il en est de même entre la Corbassière (sud de St-Jean-d'Aulph) et le col de Brion : la Brèche inférieure est presque totalement exclue où l'on constate le calcaire dolomitique. Plus haut, au col, les schistes reposent sur les quartzites du Trias, mais ce repos ne me paraît pas normal. Sans doute, dans cette partie de la région où les dislocations atteignent leur maximum, les conditions primitives de dépôt se trouvent un peu voilées, mais insuffisamment cependant, pour ne pas permettre la conclusion suivante : *la Brèche inférieure est absente ou presque absente originellement sur le substratum triasique de la partie tout à fait frontale du massif de la Brèche.*

En arrière de cette ligne, la Brèche inférieure apparaît brusquement très puissante, comme on peut le constater sur le flanc sud du col de Brion. La Brèche inférieure, puissante et caractéristique de la Pointe de Grange, du Roc de Tavaneuse, du Haut-Fleuri et Marcelly venait *en arrière, au sud* d'une ligne où les dépôts de cette brèche seraient absents [1].

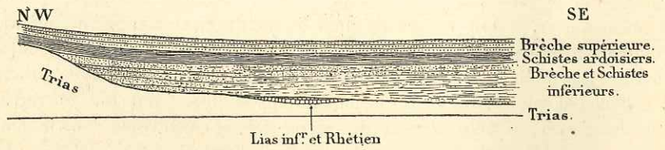


Fig. 6. — Coupe schématique, transversale au dépôt, du complexe de la Brèche du Chablais, abstraction faite des plissements.

Tous les faits établis jusqu'ici dans ce paragraphe vont nous permettre maintenant l'établissement d'une hypothèse sur la formation puissante des brèches.

Que devaient être les relations de la côte avec la mer pour que la production des brèches puisse s'établir ?

Une formation de terrains détritiques grossiers à éléments anguleux, de nature variée, demande l'écroulement de masses constituées par les mêmes éléments renfermés dans la brèche. Un écroulement ne se produit que par rupture d'équilibre de masses exposées à l'air libre. Nous devons donc supposer une côte en falaise bordant une mer, et celle-ci suffisamment profonde pour que l'action des vagues ne se fasse pas sentir sur une grève, car nous savons que les cailloux arrondis sont inconnus dans la Brèche du Chablais.

Les formations de brèche au pied des falaises sont actuellement un phénomène plutôt rare et en tout cas peu puissant. Par un écroulement d'une falaise dans une mer profonde il est facile de concevoir un tel dépôt, mais il devient incompréhensible qu'un simple phénomène de ce genre puisse donner lieu à une formation qui, comme en Chablais, atteint jusqu'à 1500 mètres d'épaisseur pour la Brèche inférieure.

[1] La figure 6 montre la répartition de la brèche avant les plissements. Elle résume ce qui est expliqué dans les présentes pages.

Les falaises marines se présentent sous trois conditions. Elles sont fixes ou bien s'abaissent ou s'élèvent relativement au niveau constant de la mer. Les deux premiers cas présentent des formations de plates-formes littorales ou bien les falaises se détruisent et sont remplacées par une plage. Dans un cas comme dans l'autre il y productiona de cailloux roulés. Dans le cas d'une falaise qui s'élève, ou, ce qui revient au même, d'un abaissement des eaux de la mer, la formation de galets roulés peut ne pas exister, et nous pouvons trouver la solution cherchée. Il faut cependant que la falaise se trouve dans des conditions particulières. Dans le cas qui nous intéresse, la falaise ne devait être formée que de Trias et de Lias, celui-ci en bien moins grande abondance, et d'un peu de Carbonifère et de Permien.

Une falaise s'élevant, dont les couches eussent été horizontales, n'aurait pas suffi à l'énorme formation de la Brèche du Chablais, quelle qu'ait été la puissance du Trias, même de 1000 mètres, la falaise n'aurait guère pu être entamée suffisamment sans la production d'une plage pour alimenter un dépôt de plus de 1500 mètres de puissance.

On peut supposer aussi que les couches constituant la falaise hypothétique étaient verticales ou en tout cas inclinées contre la mer. Ainsi qu'il est facile de le concevoir, cette formation eût été plus favorable à la formation de la Brèche, et la falaise eût pu s'élever démesurément sans que sa couverture de terrain laissât percer quelque chose de plus ancien que le Carbonifère, car il ne faut pas oublier que les cailloux cristallins sont inconnus dans la Brèche du Chablais.

Or, il est possible de concevoir un cas, non encore remarqué dans les études de géophysique, mais qui sera peut-être signalé un jour ou l'autre. N'est-il pas admissible de supposer une falaise formée de couches plongeant vers la mer et constituant le flanc d'une voûte anticlinale ? Supposons maintenant que le pli en formation s'accentue. Il en résultera, non seulement une élévation de la falaise, mais inévitablement un empiétement sur les eaux de la mer de falaises toujours fraîches formées de couches émergées amenées à l'air par la surélévation continuelle du pli. Autrement dit la falaise en s'élevant marchera dans la direction de la mer. Cette hypothèse, me semble-t-il, n'est pas en désaccord avec les mouvements orogéniques, bien au contraire. Il pourrait même arriver le cas extrême, celui d'un pli couché poussé à la mer. Le mouvement vertical serait alors inutile, tout serait remplacé par un mouvement horizontal unique [1]. On conçoit alors que l'alimentation de la Brèche devienne indéfinie. Arrêtons-nous à cette dernière manière de voir qui est plus en accord

[1] M. Schardt a signalé une semblable hypothèse pour expliquer la formation des brèches du Flysch (43).

avec la masse énorme de la Brèche du Chablais d'une part et avec l'hétérogénéité des matériaux qui la constitue, car la couverture d'un pli simple n'aurait pu fournir que des éléments de même composition.

Examinons ce qui va se produire. Si la masse en mouvement dirigée contre la mer avance sur une plage sous-marine peu inclinée, elle ne se disloquera pas suffisamment pour produire des brèches du genre de celle du Chablais. Cette considération limite encore davantage le problème. Il faut effectivement que la masse se disloque, se brise, avant qu'elle soit enfouie sous les eaux. On est ainsi forcément amené à admettre la formation d'éboulis au bord du littoral suffisamment en pente pour qu'il ne permette pas leur accumulation, mais facilite au contraire leur glissement vers la mer et leur enfouissement. On pourrait se représenter le phénomène comme suit : Une mer relativement profonde pour que les matériaux enfouis dans ses eaux ne soient plus atteints par les vagues et leurs vibrations ; au voisinage de la côte, le fond se relève brusquement et détermine des falaises. La partie supérieure de celles-ci, mue par un mouvement continuel contre la mer, se disloquait et se brisait dans sa chute sur la partie inférieure immobile, et tendait ainsi à détruire la plate-forme littorale peu assise sur un bord très déclive. La chute ne devait pas être continuelle et dans les intervalles de tranquillité des marnes argileuses se déposaient. Le phénomène était probablement accompagné d'un courant marin qui favorisait la répartition des matériaux, en entraînant plus loin les détritus plus fins, ainsi s'expliquerait l'abondance du ciment et la présence de nombreux schistes gréseux dans la partie sud-est du massif de la brèche [1]. La crise maximum se produisit manifestement avant le dépôt des Schistes ardoisiers, car nous remarquons alors que la Brèche inférieure a une plus grande étendue horizontale, qui, mesurée entre Nantaux et les Hautforts, atteignait au minimum la largeur, visible encore, de 12 kilomètres.

Les Schistes ardoisiers représentent une époque de calme.

J'ai négligé, jusqu'ici, de faire entrer la Brèche supérieure dans la discussion. Son uniformité n'aurait pu nous guider, et du fait que cette Brèche représente évidemment la continuation du même phénomène, l'explication applicable à la Brèche inférieure doit l'être de même pour elle. Les chutes reprennent un peu d'activité avec le niveau supérieur, mais l'abondance des sédiments calcaires, qui remplacent quelquefois complètement les brèches, montre que le phénomène est considérablement réduit d'importance, tandis que les courants marins, plus actifs, entraînent plus facilement au loin et disséminent davantage les fragments anguleux pris au rivage. Les brèches sont plus fines, il est possible que le rivage ait reculé au nord par un affaissement graduel. Dans la Pointe de Grange, sous les Chalets des Chaux, les cailloux de la Brèche supérieure augmentent considérablement de dimension. On est justement là dans la partie septentrionale. Nous sommes ainsi autorisés à admettre pour la Brèche supérieure un rivage nord.

[1] L'action de courants d'intensité différente, superposés, expliquerait peut-être la présence de cailloux assez volumineux qu'on trouve isolés au milieu des brèches très fines.

Une partie de ce qui est avancé ici en hypothèse est déjà défendu par les pages précédentes.

L'hypothèse formulée d'une falaise mobile a en sa faveur l'étendue de la brèche. En effet, le phénomène de la brèche s'est étendu *avec les mêmes conditions sur une longueur minimum de 35 kilomètres !* Or le phénomène de masse glissante ou de pli couché se répercute toujours sur une grande distance et un accident tectonique de 35 kilomètres de long n'est pas rare. La supposition d'un tel phénomène aurait l'avantage de lier toute une côte aux *mêmes conditions*, ce qui est exigé par la répartition de la masse de la brèche du Chablais.

Il importe de faire remarquer que l'absence de dépôt de Brèche inférieure sur le calcaire dolomitique de la partie frontale nord, l'apparition soudaine de cette Brèche en grande masse et la discordance observable sous *Haut-Fleuri* (vallée du Giffre) est en accord avec ce qu'il est supposé, à savoir l'existence de l'abrupt sous-marin qui devait succéder à la falaise. Sa déclivité n'a pas permis le dépôt de la Brèche inférieure, et celle-ci s'est accumulée en immenses masses sitôt que le fond changeait d'allure en prenant une pente plus douce. C'est ce qui expliquerait la discordance de la Brèche au nord de Matringe et sa concordance plus au sud.

Il reste maintenant à voir si les relations entre les terrains triasiques, liasiques et jurassiques permettent l'hypothèse de tels mouvements. Nous verrons plus loin que la masse entière de la Brèche du Chablais n'est pas à sa place primitive, mais qu'elle a été charriée. La discussion relative à l'emplacement des falaises nourricières de la Brèche et à leur mouvement serait par conséquent déplacée ici. Cette discussion sera reprise dans la suite.

CHAPITRE X

Terrains crétacés.

Le Crétacé des Préalpes peut se subdiviser en deux groupes bien distincts de ceux qu'on rencontre dans les régions avoisinantes. Le Crétacé à faciès jurassien, caractérisé par l'Hauterivien à *Toxaster complanatus* et les calcaires coralligènes de l'Urgonien, fait ici presque entièrement défaut. La base est constituée par ce que Pictet désignait sous le nom de *Néocomien alpin*, dont la faune est presque exclusivement méditerranéenne. Ce terrain à faciès vaseux est surtout fossilifère dans la zone bordière, où les études du regretté Gilliéron, d'Ooster, de Pictet, de M. de Loriol, de MM. Favre et Schardt l'ont fait connaître. Dans les Préalpes médianes, le même faciès se retrouve ; les fossiles y sont beaucoup plus rares, mais suffisent pour montrer l'identité des deux faunes. Ce Néocomien s'amincit dans les plis de la région axiale, il disparaît même entièrement sans laisser trace d'un faciès de rivage [1]. Nous le retrouvons dans les Alpes vaudoises où M. Renevier l'a étudié. Sa faune est semblable à celle de la zone bordière.

Les couches de cette dernière zone sont particulièrement intéressantes. Elles présentent un mélange par intercalation des faciès vaseux à céphalopodes et du faciès jurassien. La coupe suivante, relevée par Gilliéron [2] au Monsalvens (Canton de Fribourg), montre cette alternance. On a de bas en haut :

Couches de Berrias (faciès méditerranéen)	25 m.
Calcaire à *Ostrea* (faciès jurassien)	5 m.
Couches à *Belemnites latus* (faciès méditerranéen)	30 m.
Néocomien bleu (faciès méditerranéen)	100 m.
Calcaire oolithique (faciès jurassien?)	30 m.
Calcaire noir (urgonien)	15 m.

Dans les Préalpes, MM. Favre et Schardt ont signalé (24, p. 161) des intercalations de brèches à échinodermes.

[1] Cette disposition pourrait laisser croire qu'un géanticlinal émergeant a existé dans les Préalpes médianes. La présence d'un lambeau de Néocomien à Bélemnites à la Pointe de Vésine (massif de la Haute-Pointe), c'est-à-dire dans la continuation de la chaîne des Gastlosen, vient nous indiquer que le Crétacé inférieur a été probablement déposé sur tout le Chablais, mais que les érosions sénoniennes l'ont en grande partie enlevé.

[2] Gilliéron, *Mat. Carte géol. suisse*, 12me livr. p. 184.

Dans les Préalpes médianes ces couches renferment parfois de nombreux silex.

On reconnaît dans la faune de ce Néocomien à céphalopodes des espèces berriasiennes, valangiennes, hauteriviennes et même barrémiennes. Le fait le plus étrange dans l'Infracrétacé des Préalpes est certainement l'absence de l'Urgonien, si typique dans les parois des Hautes-Alpes, de l'Aptien et du Gault.

Crétacé supérieur.

Reposant tantôt sur le Néocomien, tantôt sur le Malm, le *Crétacé supérieur* est à l'état de calcaires argileux gris, verts et fréquemment rouges qui ont valu à ce terrain la désignation par les géologues suisses de *couches rouges*. Ces couches, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 200 mètres, constituent un des horizons géologiques les plus typiques du Chablais. La détermination de leur âge suscita une longue discussion sur laquelle je ne reviendrai pas et qui avait pour cause l'absence presque complète de fossiles [1]. Leur âge crétacé supérieur ne peut plus être mis actuellement en doute, car on constate dans les Préalpes vaudoises et fribourgeoises, comme dans le Chablais, que ces couches reposent sur le Néocomien à fossiles non douteux, et qu'elles sont elles-mêmes recouvertes par le Flysch. On verra cependant que M. Quereau [2], dans une récente étude, les considère comme d'âge tithonique.

Le fossile le plus caractéristique qu'on ait trouvé jusqu'ici dans les couches rouges est le *Micraster breviporus* Ag., qui caractérise le Turonien supérieur dans le bassin de Paris. A côté de cette espèce, Gilliéron [3] signale deux autres échinides non caractéristiques. Les fragments d'*Inoceramus* sont nombreux dans ces calcaires argileux. A Wimmis des échantillons bien conservés ont permis de reconnaître l'*Inoceramus Brongniarti* Sow., du Turonien supérieur.

Le Crétacé supérieur des Préalpes est surtout caractérisé par l'abondance des foraminifères. Chaque plaque mince de ces calcaires montre une foule de ces organismes accompagnés souvent de débris de spongiaires. C'est en se basant sur une étude comparative de ces foraminifères avec ceux du Seewerkalk et des calcaires rouges des klippes de la région d'Iberg (Suisse allemande), que M. Quereau, abandonnant la détermination comme Crétacé supérieur de ces couches, a voulu les considérer comme l'équivalent du Tithonique rouge des Alpes de Bavière.

Les foraminifères contenus dans les couches rouges se rapportent aux genres *Globigerina*, *Textulina*, *Nonionina*, *Pulvinulina*, *Discorbina*. A côté des formes abondantes de ces genres on en trouve d'autres dont la détermination n'est guère possible. Sur environ cinquante échantillons de ce Crétacé devenu pulvérulent par l'érosion atmosphérique, je n'ai trouvé des foraminifères isolés que dans un seul, et encore ne présentent-ils guère que des loges isolées. Je suis de l'avis de M.

[1] Voir le résumé historique dans Gilliéron. *Mat. carte géol. suisse*, 18me livraison, p. 43.

[2] Quereau, *Mat. carte géol. suisse*, 33e livraison.

[3] Gilliéron, p. 185.

Quereau, quant aux déterminations des formes et à leur répartition ; mais je suis loin de vouloir en tirer une conclusion semblable à la sienne. Jusqu'ici on considérait les Couches rouges des Préalpes comme l'équivalent du *Seewerkalk*, lequel est probablement d'âge sénonien et turonien, et qu'on rencontre dans les Hautes-Alpes calcaires reposant immédiatement sur le Gault. M. Quereau, par l'examen attentif des faunes de foraminifères des deux terrains, croit remarquer entre elles une grande différence et en conclut que ce parallélisme ne peut subsister. Je n'ai malheureusement pas à ma disposition d'aussi nombreux matériaux de comparaison que M. Quereau, mais, par ce que je connais, je constate que cette différence, bien qu'existante, n'est pas aussi grande que celle indiquée, et qu'elle est due surtout à la plus ou moins grande abondance des formes. Il est vrai que les formes déterminées comme *Lagena* sont beaucoup plus abondantes dans le Seewerkalk, mais, d'autre part, j'ai trouvé dans ce dernier terrain le *Pulvinulina tricarinata* Quereau, que M. Quereau ne signale que dans les Couches rouges comme espèce caractéristique. C'est dans un échantillon de Chantemerle sur Samoens que je l'ai constatée. Quant aux *Nonionina*, les deux espèces signalées par Kaufmann se trouvent dans les Couches rouges, l'une, la *Nonionina Escheri*, très rarement il est vrai. Je persiste donc à croire à l'équivalence des Couches rouges de la zone du Chablais avec le Seewerkalk. Ils appartiennent tous deux au Crétacé supérieur. Du reste, des déterminations spécifiques et même génériques de foraminifères en plaques minces (car c'est le seul moyen de les étudier dans le Crétacé des Préalpes et des Hautes-Alpes) me paraissent très hasardées et les parallélismes établis sur de telles données n'inspirent pas une confiance absolue. Le fait *indéniable* du repos des Couches rouges sur du Néocomien fossilifère en plusieurs points des Préalpes est suffisamment concluant par lui-même, et l'attribution de ces couches au Tithonique me paraît être, pour la zone alpine qui nous occupe, une grande erreur. Je ne connais pas les Couches rouges de la région des klippes d'Iberg, que M. Quereau détermine comme tithoniques, pour pouvoir donner mon appréciation sur leur âge ; — le raisonnement inverse à celui établi par M. Quereau pourrait tout aussi bien être fait à leur égard, ce qui reviendrait à les considérer comme crétacées, mais je le répète, cette détermination par analogie d'une faune de foraminifères ne me paraît pas suffisante. Stutz [1] signale, il est vrai, dans ces couches des Mythen une faune tithonique. M. Quereau n'a pas retrouvé cette faune et sans vouloir douter de cette trouvaille, il est permis d'attendre que d'autres observateurs la confirment.

Transgression des Couches rouges. Il me paraît important de bien établir le fait, déjà signalé par Gilliéron [2] et par M. Th. Rittener (30, p. 19) et professé par M. Renevier, de la transgression des Couches rouges dans les Préalpes, transgression qu'on a remarquée aussi dans les Apes françaises.

[1] Das Keuperbecken am Vierwaldstätter See. *N. J. f. Min.* 1890, II, p. 118, 120.
[2] *Mat. Carte géol. suisse*, XVIII[e] liv. p. 189.

Nulle part une discordance n'a pu être remarquée, mais cela tient uniquement au fait que ces couches, dans les points où la transgression est manifeste, sont ou bien en repos sur le Malm, dont la stratification n'est pas visible, ou bien qu'elles sont pincées dans des plis trop aigus. La discordance signalée par MM. E. Favre et H. Schardt (21, p. 488) entre le Malm et les Couches rouges au sommet de Tréveneusaz n'est absolument pas certaine. Le Malm de cette région est traversé par de nombreux plans de clivage, et à l'endroit signalé, en particulier, la concordance des deux terrains m'a paru manifeste. Ce sont les clivages qui ont induit en erreur ces deux géologues. Comme Gilliéron le remarque, on peut reconnaître la transgression d'une autre manière. En effet, on constate souvent que le Malm, au contact des Couches rouges, est érodé et que ces dernières sont déposées dans des dépressions et des poches irrégulières. M. Rittener signale à la Gummfluh une brèche constituée par des roches attribuables aux premiers dépôts de la mer crétacée. Ce fait dénoterait l'existence de mouvements orogéniques importants pendant le dépôt du Crétacé supérieur. Ailleurs, comme dans le Môle (Jaccard, 32, p. 21; Bertrand, 37, p. 10) ou encore dans le vallon d'Entreverges, près de Saint-Jeoire-en-Faucigny, ces couches sont pincées dans le Dogger. On peut même être certain qu'à l'époque du Crétacé supérieur, le Trias, le Permien et même le Carbonifère affleuraient. En plusieurs points des derniers plis des Préalpes médianes, le Crétacé supérieur est fréquemment en contact avec la cargneule, en particulier dans le massif de la Haute-Pointe (voir la troisième partie). Ce fait n'est pas suffisant pour déduire que la transgression des Couches rouges sur le Trias a existé. Mais en plusieurs points des environs immédiats de la région de la Brèche j'ai rencontré des *brèches* intercalées dans les Couches rouges. Les éléments de ces roches détritiques sont constitués par des calcaires et des dolomies du Trias, par des schistes verts permiens ou peut-être carbonifères. La pâte rouge renferme dans un parfait état de conservation les foraminifères habituels. Les schistes verts inconnus actuellement dans les Préalpes et qu'on retrouve aussi en grande abondance dans la Brèche du Chablais doivent avoir la même origine et nous viendront en aide dans l'édification de l'hypothèse relative à l'origine tectonique du massif de la Brèche. Les points où j'ai constaté, soit seul, soit avec M. Renevier, la présence de cette brèche des Couches rouges sont :

Chalets de Pététeau, haut de la vallée du Brévon.
Chalet blanc, massif de la Haute Pointe.
Col de la Ramaz, id.
L'Essert d'Amont, rive gauche de la Drance du Biot.
Séranant, vallon de Charmy.
Guillermine, massif de la Pointe de Grange.
Signal de la Croix, frontière franco-suisse.

Enfin je signalerai à Draversaz (Massif de Tréveneusaz) un calcaire sphathoïde du Crétacé supérieur ayant une ressemblance frappante avec les calcaires à entroques du Lias.

Dans les premiers plis des Préalpes médianes, les Couches rouges reposent,

comme on le sait, sur le Néocomien. Etant donnée l'absence de Gault et d'Aptien entre ces deux terrains, il est permis de supposer qu'une lacune les sépare et que la continuité de dépôt n'est qu'apparente.

CHAPITRE XI.

Le Flysch.

Le Flysch et la Mollasse rouge sont les seuls représentants des terrains tertiaires dans les Préalpes romandes.

Le Flysch est représenté uniquement par des schistes, des grès, des poudingues, des brèches. Les trois dernières roches contiennent toujours du quartz. Le Flysch, par sa masse et sa puissance énorme, joue un rôle des plus importants dans le relief et les plis du Chablais.

On peut distinguer plusieurs zones dans le Flysch du Chablais, comme l'avait déjà fait remarquer Studer. Eu égard à leur particularité de dépôt et de distribution nous distinguerons, d'accord avec la plupart des géologues des Préalpes, quatre zones principales.

1° Flysch de la zone bordière des Préalpes [1].

2° Flysch de la Mocausa [2], comprenant les deux bandes de ce terrain qui accompagnent l'anticlinal des Gastlosen.

3° Flysch des régions de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh.

4° Flysch du Niesen et val d'Illiez.

Les roches qui constituent le Flysch sont trop connues pour que je reprenne leur description ici. Un remarquable travail récent (47), dû à M. Sarasin, vient de faire connaître la constitution des roches, des brèches et des poudingues de

[1] Dernièrement M. Renevier, dans son adresse présidentielle à la Soc. helv. des Sc. nat. (Lausanne, oct. 93) a considéré la partie supérieure du Flysch des Voirons comme appartenant à la Mollasse. Ce terme supérieur est constitué par les grès (Macigno) et par les poudingues. Je ne puis me ranger à cette manière de voir et mon opinion s'argumente sur les Nummulites que Favre a trouvées entre la Grange de Boège et le Pralaire (20, p. 433, vol. I). A. Favre, dont la précision ne peut être mise en doute, insiste sur la valeur de sa découverte pour la détermination des grès. Il ne s'agit pas d'un galet nummulitique, erratique dans le poudingue, mais bien de nummulites disséminées dans la masse.

Un deuxième fait important et qui montre bien, me semble-t-il, que les grès et poudingues sont inférieurs à la Mollasse rouge, peut être constaté dans le ravin qui d'Armiaz descend au Bourgeau. Là, contre les grès plissés en genou, s'appuie la Mollasse rouge auxquels ils paraissent passer. La Mollasse occupe la partie redressée du genou. Il est possible qu'elle soit même renversée sous les grès. Ceux-ci et les poudingues doivent donc être rattachés au Flysch dont ils constituent la partie supérieure.

[2] Le Mocausagestein de Studer (3, p. 304) était formé par le Flysch de la vallée de Vert-Champ dans les Alpes de Château d'Oex. Sous ce seul nom on a l'avantage de réunir deux bandes de Flysch qui jouent un rôle analogue et dont la constitution est semblable.

ce terrain. Dans la *première zone*, les brèches sont absentes, les poudingues seuls existent. D'après le travail mentionné, les roches qui les constituent sont analogues aux roches de la région de Baveno à Predazzo, sur le versant sud des Alpes. Ce sont les mêmes qui forment le célèbre poudingue du Flysch d'Habkern, au nord du lac de Thoune, déposé dans un synclinal appartenant aux Hautes-Alpes calcaires, et les mêmes encore qu'on retrouve à Saint-Jean de Sixt, dans le synclinal du Reposoir, et qu'on signale aussi dans l'Algaü (échantillon du Musée de Munich).

Le *Flysch de la Mocausa*, en repos normal dans des synclinaux relativement peu tourmentés, renferme aussi des poudingues, mais les éléments constitutifs de ces roches sont empruntés aux roches du voisinage. Cette bande de Flysch constitue dans le Chablais ce que M. Renevier désigne sous le terme de zone du Flysch (39, p. 14). Nous n'y avons pas constaté de poudingue. La sédimentation était manifestement plus tranquille. Ce Flysch est caractérisé à la base par des schistes rouges qui, ont été produits par le remaniement des Couches rouges crétacées. Les fucoïdes sont remarquablement conservés dans les schistes du Flysch de cette bande.

Le Flysch de la région de la *Brèche de Chablais* ne se distingue du précédent que par sa situation en synclinal sur la Brèche jurassique et par la présence des roches éruptives et cristallines qui sont décrites dans le premier chapitre de cette présente partie. On y constate aussi la présence du Flysch rouge à la base, il en est ainsi au col de Bassachaux (Abondance-Montriond), dans les Pointes de Chéry et de Grange. Je n'y ai jamais vu les calcaires gris que M. Renevier a rencontrés à la base du Flysch de la zone précédente. Les poudingues sont absents.

Les fucoïdes et les helminthoïdes ne sont pas très abondants. Les meilleurs gisements connus sont dans la Pointe de Grange. Dans le Flysch du synclinal du Praz de Lys on rencontre de nombreux fragments de quartzites, qui, à l'examen microscopique, se montrent constitués par des grains de quartz enveloppés dans une pâte formée de grains excessivement fins du même minéral. Des rhomboèdres de dolomie sont disséminés dans la roche. Ces quartzites présentent la particularité d'être traversés par de nombreuses fentes remplies d'une matière charboneuse, pulvérulente, dont l'origine m'est absolument inconnue.

La quatrième zone de Flysch, ou *zone du Niesen*, paraît se prolonger sur la rive gauche du Rhône dans le Flysch du val d'Illiez, qui, par le col de Coux et de la Golèze, va rejoindre le Flysch des montagnes de Platé, sur la rive gauche du Giffre. Il y a cependant une notable différence entre ce Flysch et celui du Niesen. Ce dernier, sauf peut-être dans son extrémité nord, repose toujours sur la zone intérieure des Préalpes. Celui du val d'Illiez s'appuie par repos normal sur les plis des Hautes Alpes. Des considérations tirées de la tectonique si remarquable du val d'Illiez nous montreront que son Flysch est constitué probablement par la réunion de celui du Niesen et de celui qui apparaît entre la Tour de Duin et Argentine, sous l'écaille de Néocomien à céphalopodes des Hautes-Alpes vaudoises.

Le Flysch du val d'Illiez est surtout schisteux et gréseux. Les poudingues et brèches y sont très rares. Je ne les connais guère qu'en deux localités et dans la continuation de cette zone, à Chatillon, dans la vallée du Giffre. Il est parfois terminé par des grès assez puissants, lesquels, au-dessus de Champex (montagnes de Monthey), par exemple, donnent lieu à une paroi rocheuse qui se remarque immédiatement sous la Mollasse rouge au-dessus de Chatillon (sur Muraz, vallée du Rhône). On retrouve ces grès, qui ne sont pas sans analogie avec ceux des Voirons (zone bordière), sous les recouvrements de la pointe 1904 m. (Montagne de l'Haut. V. Pl. VIII). Déjà là il est impossible de savoir si nous avons affaire à la partie vraiment supérieure du Flysch. Les masses de grès sont, d'autre part, en grandes lentilles dans les schistes; je n'ai pas cherché à savoir si leur niveau était constant. On exploite ces grès à Val d'Illiez et dans les environs de Champéry. Au col de Couz, les grès et les schistes alternent avec plus ou moins de régularité.

Immédiatement sous la Mollasse rouge du val de Morgins on constate des schistes noirs, brillants, qui ont été jadis exploités comme ardoises. C'est dans cette partie supérieure schisteuse du Flysch du val d'Illiez que fut découverte une petite florule oligocène. Heer y a reconnu les espèces suivantes :

Zizyphus Ungeri Heer	*Sapindus aff. falciformis* Ung.
Podocarpus eocænica Ung.	*Lycopodites* sp.

Trois gisements fossilifères sont jusqu'ici connus :

Vers Ensiex (sur Monthey).
Pont du Torrent de Fayot (entre Troistorrents et Val d'Illiez).
Ardoisière de Chosalet (rive droite du vallon de Morgins).

MM. E. Favre et H. Schardt (24, p. 508) attribuent ces schistes à la Mollasse rouge; je ne puis partager cette manière de voir, car en aucun point je n'ai pu voir l'alternance qu'ils mentionnent entre ces schistes et les grès rouges. A Chosalet, en particulier, où les premiers fossiles furent découverts, les ardoises sont bien nettement inférieures à la Mollasse rouge et doivent par conséquent être rattachées au Flysch, puisqu'on ne les constate jamais avec celles-ci, mais toujours dessous. A. Favre mentionne parfaitement (20, § 348) que ces schistes à plantes affleurent *au-dessous* des marnes rouges et vertes.

Près du Crosey, entre le chalet de ce nom et la paroi de Malm de « Au Vent » (massif de Culet), affleure un poudingue à cailloux de granit, de micaschistes et de différents calcaires, parmi lesquels je mentionnerai un galet de calcaire à entroques du Lias, puis des calcaires attribuables au Trias et au Malm. J'ai récolté aussi du grès carbonifère et un échantillon de quartzite du Trias.

Un grès avec quelques gros cailloux disséminés dans la masse apparaît sous la Pointe de l'Haut, entre le point 2031 et le sommet (V. Pl. VIII). J'y ai récolté surtout des micaschistes.

Les roches des poudingues et brèches du Flysch du Niesen dériveraient, d'après M. Sarasin (47, p. 15), de la zone du Mont-Blanc et de la zone des Aiguilles-Rouges. L'auteur signale le fait important qu'aucun type des roches du Flysch

des Ormonts (Niesen) ne se retrouve dans la zone bordière des Préalpes et à Habkern.

La brèche du Flysch de Chatillon [1] (vallée du Giffre) est le seul représentant dans le Chablais des brèches du Niesen. La brèche affleure particulièrement sous l'église du village. On peut y constater des blocs de granite dont quelques-uns ont jusqu'à un mètre de longueur. On y reconnaît aussi des gneiss, des micaschistes. Maillard [2] y signale des calcaires nummulitiques et des calcaires urgoniens avec *Rhynchonella lata*.

Dans les environs de Chatillon la brèche est parfois remplacée par des grès micacés qui sont exploités dans le village derrière la maison du café « à la Renaissance ». Ils plongent au nord-ouest. Ils ressemblent beaucoup à des grès carbonifères comme les grès du Flysch qu'on voit à Aigremont, dans les Alpes vaudoises. Ils sont cependant beaucoup moins métamorphiques.

Dans les pentes qui descendent au Giffre, on constate que la brèche alterne avec des bancs de calcaires gris compacts. Un affleurement de ce genre particulièrement remarquable forme un rocher dans un bois, directement en face du confluent du Giffre et du Foron (à peu près au point e^3 du monogramme $m_{\prime\prime}\ e^3$ de la carte). Ces calcaires intercalés, étudiés au microscope, laissent apercevoir de nombreux foraminifères parmi lesquels on reconnaît des Textulaires et des Globigérines. De nombreux spicules d'éponges sont disséminés dans la roche qui, par sa forme comme par sa constitution, ressemble étrangement au Crétacé supérieur.

J'ai rencontré aussi des foraminifères dans un grès grossier compact, très riche en grains de quartz, cimentés par une argile noire, dans laquelle s'est développée de la séricite par métamorphisme. Ce grès affleure au col entre les points 1904^m et 1943^m, à Champey (entre le val de Morgins et d'Illiez (Voir Pl. VIII). On y reconnaît des Globigérines, des Cristellaires, des *Lagena*, et de nombreuses loges isolées de ces genres.

Entre le Pont de Thésières et Cellières, dans le bois de hêtres placé dans l'angle formé par la route et le chemin qui de Cellières conduit à Chatillon (rive gauche du Giffre) on peut voir un gros rocher constitué par la brèche du Flysch dans lequel M. Tavernier a découvert des Nummulites [3]. J'ai pu constater le fait. Les Nummulites ont été signalées à plusieurs reprises dans le Flysch des Préalpes, soit dans la zone bordière, aux Voirons, au Gurnigel et au Lac noir, soit dans la zone du Niesen, au Meilleret. A. Favre (20, t. II, p. 209) en signale et je les ai retrouvées dans le Flysch du Rocher du Bouchet (massif de Sulens).

[1] Cette brèche, qu'il ne faut pas confondre avec la Brèche du Chablais, comme plusieurs auteurs l'ont fait (A. Favre, (20) § 283 ; Jaccard (32, p. 35) s'en distingue aisément par la nature de ses matériaux, de son ciment toujours siliceux, et enfin par les grès micacés qui l'accompagnent.

[2] *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 6. p. 30.

[3] C'est ce que Maillard (*Bull. Serv. Carte géol. de France*, N° 6, p. 30) signale comme calcaire nummulitique, en disant par erreur *au-dessus* de Chatillon. Sa carte manuscrite indiquait cette bande de calcaires à l'endroit signalé par M. Tavernier.

Le Flysch des Préalpes repose tantôt sur le Crétacé, tantôt sur le Jurassique et même sur le Trias. C'est un terrain manifestement transgressif, et si des discordances ne sont pas visibles, cela tient uniquement à sa nature schisteuse, car il épouse les contours de la roche sur laquelle il repose.

On ne trouve jamais dans les Préalpes, à la base du Flysch, le terrain nummulitique, si bien représenté dans les Hautes-Alpes. Son absence est une vraie énigme. La détermination de l'âge du Flysch dans les chaînes de Savoie n'offre plus de difficulté. La faune des calcaires qu'il surmonte, attribuée soit au Bartonien soit au Priabonien, le fait considérer comme appartenant à l'Eocène supérieur ou même à l'Oligocène. L'absence de cette faune nummulitique dans les Préalpes ne nous permet pas une détermination aussi rigoureuse.

Quant à vouloir établir un parallélisme entre les couches des différentes zones de Flysch, comme a essayé de le faire M. Sarasin (47), je n'oserai le faire vu l'absence de fossiles.

Le Flysch des Préalpes se fait remarquer aussi par l'*absence complète* du grès de Taveyannaz, si abondant au sud-est, dans les Hautes-Alpes calcaires.

CHAPITRE XII.

La Mollasse rouge.

Un peu plus métamorphique que la Mollasse rouge du Plateau suisse, ce terrain est très développé dans le val d'Illiez, où il atteint par places une puissance d'environ 400 mètres. Il est formé par des grès et des schistes verts et rouges, ces derniers constituant cependant la plus grande partie des bancs. L'âge tertiaire de ces grès et schistes, considérés tout d'abord comme triasiques, ne peut plus être mis en doute, car ils sont discordants sur le Flysch. La discordance n'est pas visible, mais est manifeste, car la Mollasse rouge n'épouse pas les plis du Flysch et de l'Urgonien qu'elle suit cependant, mais avec beaucoup moins de complication. La discordance de la Mollasse rouge sur le Flysch a été signalée à plusieurs reprises et notamment par M. Burckhardt [1]. Ailleurs elle est plus manifestement transgressive et repose, par exemple, comme M. Haug (28, p. 135) l'a montré, tantôt sur le Jurassique, tantôt sur le Crétacé.

Les restes d'organisme y sont à peu près inconnus dans le val d'Illiez. M. Schardt m'a montré quelques aiguilles de conifères qu'il y avait récoltées. Du reste, cette Mollasse rouge, qui se poursuit tout le long de la chaîne alpine, du Plateau suisse aux Basses-Alpes, ne contient que bien rarement des fossiles. Ceux qu'on y rencontre sont d'eau douce ou terrestres. La présence du *Sabal major* et le passage aux couches aquitaniennes les fait considérer comme le niveau le plus inférieur de cet étage.

La constance de sédimentation qui se remarque dans les affleurements de Mollasse rouge tout le long des Alpes occidentales, nous oblige à les considérer comme le dépôt d'une seule nappe d'eau. Cette considération est très importante, car l'isolement de la Mollasse du val d'Illiez pourrait laisser supposer l'existence d'un bassin isolé, ce qui en réalité n'était pas le cas. Cette Mollasse rouge a été manifestement en liaison avec celle du Plateau suisse.

La Mollasse rouge du val d'Illiez occupe tout le bas de la vallée et remonte très haut dans le val de Morgins. La discordance signalée par MM. E. Favre et H. Schardt (24, p. 507) entre la Mollasse rouge et la Brèche du Chablais n'existe pas, *nulle part* la Mollasse ne touche la Brèche. Elle est en contact avec des cargneules de remaniement que ces savants ont confondues avec la Brèche.

[1] Mat. pour la Carte géol. suisse, 32e livraison.

CHAPITRE XIII.

Dépôts quaternaires.

Les dépôts quaternaires jouent un rôle peu considérable dans la partie élevée du Chablais. Il en est tout autrement dans la partie basse, riveraine du lac Léman et de l'Arve, où leur rôle dans la topographie est très important. Comme dans tous les pays de montagnes ayant subi l'action glaciaire, nous pouvons distinguer quatre sortes de dépôts qui sont : l'alluvion ancienne, les dépôts glaciaires, les éboulis sur les pentes et dans les vallées et l'alluvion moderne.

A l'*alluvion ancienne* ou *interglaciaire* sont probablement attribuables les anciennes terrasses fluviales que l'on observe le long du cours de la Drance, en aval de Morzine. La terrasse, peu élevée au-dessus du cours du torrent, est particulièrement remarquable sur la rive gauche. A Essert-Romand, plus en aval, on observe deux terrasses successives sur la plus élevée desquelles est bâtie une partie des maisons du village. A Montriond, sur la rive droite, la terrasse s'étend un peu dans le vallon de Montriond, où elle disparaît sous l'éboulis. En aval de la Plagne, deux petites moraines latérales de l'ancien glacier de la vallée sont couchées sur la terrasse, ce qui nous indique bien son ancienneté.

La partie moyenne du cours du Giffre que j'ai parcourue ne présente que des traces de terrasses aux environs des Suets, en aval de Taninge, et en amont de Matringe. A Avonnex sur Taninge, un dépôt de galets roulés est visible sur la route au-dessus du village. Il est attribuable probablement à un lac de barrage causé par le glacier du Giffre, son altitude élevée ne permettant pas de l'assimiler aux restes de terrasses observables dans la vallée.

Dépôts glaciaires. — Malgré leur situation entre les deux grands glaciers du Rhône et de l'Arve, la région de la Brèche du Chablais et des montagnes immédiatement voisines ont été très protégées contre les dépôts de ces deux glaciers à cause de leur altitude et de leurs propres glaciers.

Le grand *glacier du Rhône*, resserré de Martigny au Léman, a laissé de nombreuses traces sur les flancs de la vallée, à des altitudes très variables. La nature des matériaux que charriait le glacier du Rhône permet immédiatement de les distinguer de ceux des glaciers locaux. La protogine et les roches cristallines en sont les roches caractéristiques. Les moraines et les blocs erratiques sont fréquents dans la partie basse de la vallée. Le plus intéressant de ces phéno-

mènes glaciaires est la moraine de protogine de Monthey qu'étudia l'illustre de Charpentier [1]. Cette moraine s'étend des environs de Vérossaz, au-dessus de St-Maurice jusqu'aux environs de Colombey. La partie comprise entre cette localité et Monthey est presque exclusivement constituée par des blocs de protogine que l'exploitation active aura malheureusement bientôt fait disparaître. Un certain nombre de blocs sont heureusement à l'abri des graniteurs ; ce sont ceux que possèdent la Société helvétique et la Société vaudoise des Sciences naturelles. La moraine est à l'altitude moyenne de 520 mètres. La description donnée par mes prédécesseurs (24, p. 511) rend inutile une description plus détaillée.

Le glacier du Rhône a pénétré très avant dans le val d'Illiez. Une traînée de blocs de gneiss et micaschistes s'étend sur la rive droite de la vallée jusqu'aux environs de Fay, en face de Troistorrents, où les blocs de provenance locale deviennent très prédominants jusqu'à la disparition entière de ceux du Haut-Valais. J'ai trouvé cependant un bloc de gneiss dans le vallon de la Vièze sous Champéry. Les dépôts glaciaires du Rhône sont encore abondants jusqu'à l'altitude de 1000 mètres, soit à environ 600 mètres au-dessus de la vallée. L'observation la plus singulière que j'aie à noter sur la répartition des matériaux du grand glacier valaisan est la présence d'un gros bloc erratique de grès houiller, mesurant plusieurs mètres cubes, à l'altitude de 1620 m. au-dessus de Champ-Perrenaz, sur la rive gauche du vallon de Morgins, à environ 400 m. à l'est de la traversée du Nant du Vernaz par le sentier de Tovayre à Champsoz. Ce bloc ne peut avoir été amené à l'emplacement actuel que par l'ancien glacier du Rhône, le Carbonifère n'existant pas, dans le val d'Illiez, à l'état de métamorphisme de la roche du bloc en question.

La hauteur maximum qu'a pu atteindre le glacier du Rhône entre Martigny et le Léman a été évaluée différemment par les savants qui se sont occupés de cette question. M. Renevier [1], d'accord avec de Charpentier, évalue l'altitude maximum à 1400 mètres. A. Favre (20, p. 107, 124) a donné les chiffres de 1435 m. à Alesse (flanc de la Dent de Morcles) et 1600 à Arpille (rive gauche de la vallée). MM. Falsan et Chantre [2] ont exagéré ces chiffres en les portant à 2082 m. pour Arpille et 1650 m. pour Morcles. M. Renevier attribue la moraine d'Arpille au glacier du Trient et non au glacier du Rhône. Quant au chiffre 1650 m. cité par Falsan et Chantre, il se rapporterait à des blocs erratiques d'un glacier local de la Dent de Morcles. On comprendra ainsi l'importance du bloc de Champ-Perrenaz, qui vient, par son altitude de 1620 m., indiquer évidemment la hauteur maximum atteinte par le glacier du Rhône entre Martigny et le Léman. Le chiffre que je donne est établi d'après les courbes de niveau de la carte suisse du val d'Illiez. L'équidistance des courbes est de trente mètres ; le chiffre doit être sensiblement exact. Il se rapproche de celui que MM. Falsan et Chantre avaient établi sur des données erronées.

[1] De Charpentier. Essai sur les glaciers, etc.
[1] Monographie des Hautes Alpes vaudoises, p. 482.
[2] Monographie du glacier du Rhône, II, p. 178.
[3] On peut signaler comme pendant de ce bloc, celui de poudingue carbonifère de Rosseline, à environ 1600 m. sur les flancs de la Dent de Morcles. M. Renevier l'attribue à un glacier local que le glacier du Rhône aurait refoulé, parallèlement à son propre cours, le long de la chaîne vaudoise. Cette explication très plausible pour la rive droite du glacier du Rhône n'est guère applicable au bloc de Champ-Perrenaz, car le Carbonifère le plus rapproché d'où il puisse provenir est à une vingtaine de kilomètres en arrière, dans la vallée du Trient, tandis que le Houiller d'où a pu sortir le bloc de Rosseline n'est distant que de cinq kilomètres. Le glacier du Trient devait être refoulé sur le glacier du Rhône par les glaciers locaux de la Dent du Midi, et c'est donc bien au glacier du Rhône qu'est dû le bloc erratique qui nous occupe ici.

Malgré cette altitude de 1620 mètres atteinte par le glacier du Rhône, celui-ci ne paraît pas avoir franchi le Pas de Morgins (1380 m.) pour se répandre dans le Chablais. Des glaciers locaux du val de Morgins et des hauteurs voisines ont dû empêcher ce passage.

La limite du *glacier de l'Arve* est non moins intéressante à établir. La vallée de l'Arve, très étroite jusqu'à Cluse, s'élargit subitement en aval de cette ville. Cet élargissement en forçant le glacier à s'étaler, n'a pas été suffisant pour l'empêcher de franchir le col de Chatillon, élevé de plus de trois cents mètres au-dessus du seuil de la vallée. En effet, A. Favre (20, § 297) a signalé dans les environs de Mieussy des blocs de schistes cristallins qui ne peuvent avoir été apportés que par le glacier de l'Arve.

Le glacier du Giffre, tributaire de celui de l'Arve, s'est élevé jusqu'à la hauteur des montagnes des Gets qu'il recouvrait avec le concours des glaciers locaux. J'ai remarqué plusieurs fois sur ces montagnes de Flysch des blocs de Néocomien alpin dont l'origine glaciaire n'est pas douteuse. La présence de pointements de roches anciennes dans le Flysch des Gets nous oblige à la plus grande prudence sur les arguments qu'on pourrait tirer des roches cristallines en faveur de l'envahissement des anciens glaciers de l'Arve. M. Tavernier m'a signalé sur les flancs de la montagne de Chéry, au-dessus de la Villa, à la Mouille Humbert, un bloc de schiste micacé, dont les échantillons que j'ai vus ne se rapportent pas aux roches de la région. Il pourrait être erratique.

Un autre bloc très important m'a été également signalé par M. Tavernier. Il est situé à l'Est de Montriond, au-dessus de l'Elex (rive droite de la Drance du Biot), à une altitude d'environ 1450 mètres. Il mesure encore environ 18 mètres cubes, malgré les nombreuses exploitations dont il a été l'objet. La protogine qui le constitue se distingue bien nettement de celle qui affleure soit au Bois des Lanches soit à la Rosière. Le bloc est manifestement un bloc erratique.

Sous le village de la côte d'Arbroz (rive gauche de la Drance du Biot), on remarque le long de la route un gros bloc d'une roche verte granatifère, probablement une amphibolite, mesurant plusieurs mètres cubes. Plus haut, un bloc d'un demi-mètre cube de granulite est encore visible. Ces deux blocs, comme celui de l'Elex, peuvent provenir ou du glacier du Rhône ou du glacier de l'Arve. Par le glacier du Rhône, ils auraient dû remonter la vallée de la Drance. Favre (20) signale jusqu'à St-Jean-d'Aulph, à 6 kilomètres de l'Elex, des blocs erratiques, dont la provenance ne peut être recherchée que dans le Valais. Le glacier du Rhône, dont une moraine importante fut déposée à l'entrée

de la Vallée de la Drance, a fort probablement remonté cette vallée jusqu'à sa partie supérieure.

L'abondance de matériaux glaciaires locaux sur les montagnes des Gets, l'absence presque complète d'erratique du Mont-Blanc dans la vallée du Giffre et en tout cas de l'absence complète de protogine, comme le remarque déjà A. Favre, me font croire que le glacier de l'Arve, gêné par le glacier du Giffre, n'a jamais traversé le col des Gets.

Les *glaciers locaux* ont laissé de nombreuses traces sans importance dans la région de la Brèche. Les dépôts de ce genre qui méritent une mention particulière sont ceux qui s'étalent sur le flanc nord de la Pointe de Grange ; les moraines ont été bien respectées par les agents de l'érosion ; elles montrent nettement que leur direction est parallèle à celle de la vallée.

Au débouché du vallon du Crêt, en face de St-Jean-d'Aulph, on peut constater une série de petites moraines sur l'une desquelles une chapelle a été bâtie.

Au fur et à mesure de la description détaillée je mentionnerai les dépôts glaciaires locaux dont il serait inutile de nous entretenir ici.

Cônes de déjection. Eboulis. — Au débouché de chaque vallon on observe des cônes de déjection dont aucun ne se fait particulièrement remarquer. Il en est de même des éboulis qui abondent toujours au pied des parois. Un seul est important par ses causes. C'est celui qui, descendu des flancs de la Pointe de Nantaux par un glissement de la Brèche supérieure sur les schistes ardoisiers, est venu barrer la vallée de Montriond et a occasionné la formation de ce joli lac, peu profond (11 mètres d'après les mesures de M. Delebecque) et d'une longueur d'un kilomètre et demi. A. Favre (20, § 343) attribuait à tort l'origine de ce lac à un phénomène glaciaire, car le vide laissé par la roche éboulée est encore très nettement visible dans la pente de la Pointe de Nantaux.

Tufs calcaires. — Les tufs calcaires sont peu importants. Ils sont exploités dans une seule localité, en plusieurs carrières, entre le pont du Risse et le pont du Giffre.

Un autre dépôt, moins important mais qui mérite d'être signalé, est situé au fond du vallon de Morgins, en Sassey. Ce dépôt, dont la formation continue, est alimenté par des sources qui sortent du Trias.

Tourbe, Marécages. — Les tourbières et les marécages sont fréquents sur le Flysch. Les montagnes des Gets en présentent de nombreux exemples. Les tourbières sont alimentées tantôt par les sphaignes, tantôt par les bruyères. Elles sont exploitées dans plusieurs points des environs des Gets.

Sources. — La plupart des cours d'eau de la région prennent naissance et sont alimentés par des sources sans importance. Il y a cependant quelques exceptions. Dans la vallée du Giffre je signalerai les sources qui jallissent au pied

de la Pointe de Marcelly et alimentent d'eau potable la petite ville de Taninge. Dans le massif du Roc d'Enfer, deux sources vauclusiennes sont à signaler. L'une est située sur la gauche en montant de Graidon au passage d'Oui et la deuxième, bien plus volumineuse, plus constante et qui constitue presque à elle seul le Nant de Favet, jaillit aux chalets de Graidon. Ces deux sources collectent à peu près toute l'eau du versant oriental du Roc d'Enfer. Dans la Pointe de Grange, au-dessous des granges de Fogliet, plusieurs sources sourdent dans les rochers de la forêt. Elles s'alimentent probablement des eaux d'infiltration qui se collectent dans la petite plaine alluviale, ancien lac, sans aucun doute, sur laquelle sont bâtis les chalets de Fogliet.

La source la plus intéressante par son volume comme par son effet de pittoresque est sans contredit la Fontaine blanche, au fond du vallon de Morgins. Les eaux proviennent des petits lacs et entonnoirs du Pas de Chésery et de la Porte de l'Hiver. A la fonte des neiges, la source, fortement grossie, s'écoule en cascades écumantes, de toute beauté, sur les gradins rocheux qu'elle domine.

Les *sources minérales*, sans être importantes, sont assez nombreuses. Elles sont ou sulfureuses ou ferrugineuses. Les premières sortent ordinairement du Lias et du Trias ou sont dans les parties voisines de ce terrain ; les secondes proviennent plutôt du Flysch.

La source ferrugineuse de Morgins (Valais) est la plus importante de la région. Elle est située au bord de la Vièze, à quelques cents mètres de l'Hôtel des Bains. Les eaux captées sont très appréciées et attirent chaque année un nombre considérable de malades. L'eau sort d'un amoncellement de tuf rouge. Elle provient évidemment du Flysch qui forme le substratum de la montagne. A. Favre en donne une analyse d'après le docteur Beck de Monthey.

Une deuxième source ferrugineuse tout aussi importante, mais que sa situation rend inexploitable, est située dans les montagnes de l'Haut, entre le val de Morgins et le val d'Illiez. Elle jaillit sur la rive gauche du deuxième petit ravin qu'on traverse en allant du chalet 1761 m. à la Roche grise (Planche VIII).

Les sources d'eau sulfureuse ont toutes un très faible débit. Aucune d'elles n'est utilisée. L'une jaillit dans le torrent de Seumon, sur sa rive droite, à quelques mètres en amont du pont du sentier de Champéry au col de Coux (val d'Illiez) ; elle sort des schistes du Lias. Une autre, connue sous le nom d'*Eau noire*, est placée à Très les Pierres, dans la haute partie de la vallée de la Drance d'Abondance. La source est dans le torrent ; elle est actuellement captée et les habitants de la vallée la connaissent bien. Près du chalet de Valette (col de la Golèze), jaillit une source sulfureuse signalée par les montagnards ; elle sort du Trias. Dans la prolongation au sud de la même bande de terrain, je citerai une source de même nature entre les deux torrents qui descendent de la Pointe d'Angolon, près du pont du sentier sous les granges de Chavonne. Dans le torrent de la Valentine (vallée du Giffre), M. Tavernier m'a signalé une source analogue. Une autre, enfin, doit exister sous le Pont des Gets, dans le thalweg du torrent. Je ne l'ai jamais recherchée.

Sur la rive droite du Vallon de Charmy, au-dessous de l'affleurement si

curieux du gypse en lambeau de poussée, dont l'importance au point de vue tectonique est si grande, je connais une source dont l'eau, de goût douçâtre, mériterait une analyse. L'eau sort au pied d'un bloc dans l'éboulis. Elle est connue des montagnards.

Ejections gazeuses. — A Chatillon (rive gauche de la Vallée du Giffre), une source gazeuse, inflammable, bien connue des habitants de la région, sort à l'emplacement de la maison Victor Grandgirard. L'éjection du gaz est constante. Ce gaz a été capté et sort dans une chambre de la maison, où il est utilisé pour l'éclairage. D'autres sources gazeuses, temporaires, m'ont été signalées dans les environs du col. Le gaz sort évidemment du Flysch, sur lequel est bâti le village. On n'a jamais essayé un captage sérieux. Les seuls travaux pratiqués ont été la cause d'une explosion qui a mis fin à la tentative de recherches.

TROISIÈME PARTIE

TECTONIQUE

Description géologique détaillée.

La région étudiée ne présente pas partout des limites bien naturelles. L'étude du massif de la Brèche m'ayant entraîné à rechercher ses relations avec les zones avoisinantes, j'ai dû faire des recherches dans les derniers chaînons des Préalpes médianes. Sur le sol suisse, j'ai complètement levé la carte géologique du massif de Tréveneusaz, indépendant de la région de la Brèche. Au sud-est je me suis arrêté aux premiers plis des Hautes Alpes calcaires.

Je décrirai tout d'abord les quelques chaînons des Préalpes médianes compris dans le sud-ouest du territoire étudié, puis nous entreprendrons l'étude du massif de la Brèche et des plis de Tréveneusaz. Dans une série de chapitres je décrirai les relations tectoniques de ces différentes masses entre elles et je terminerai par une description des montagnes de Culet et de Savonnaz dans le val d'Illiez.

CHAPITRE I

Les plis des Préalpes médianes entre le haut de la Vallée du Brévon (Drance de Bellevaux) et le Giffre.

Profils 1 à 11.

Les chaînons des Préalpes médianes compris entre ces deux vallées sont constitués par une succession de plis anticlinaux et synclinaux accidentés par de fréquents plis-failles.

A l'ouest, ces chaînons sont nettement limités par un grand escarpement de Malm franchissable en quatre points par des sentiers : chemin de Bellecombe à Grange-Chavan, col de Chavanettes et col de la Charmette (Haute-Pointe), Escaliers de Somman (sous Mans). A Pététeau, l'abrupt cesse, comme il cesse momentanément à Matringe, pour réapparaître dans le Roc de Suets, laisser le Giffre passer à l'Etroit-Dente, puis se relever subitement pour constituer la Pointe d'Orchez.

Cet escarpement de Malm est la continuation de la chaîne des Gastlosen ou du Simmenthal (Suisse), qu'il rappelle non seulement par ses allures géologiques, mais aussi par son aspect. A Pététeau, ai-je dit, il disparait ; il ressort à la Pierre-Saône, (1745 m. nord-ouest du Roc d'Enfer) sous la forme d'un gros rocher, disparaît encore dans le Flysch, puis au nord de St-Jean-d'Aulph il est remis au jour par la coupure de la vallée. Le Flysch le cache à nouvau ; à Abondance l'escarpement reprend son ampleur, et s'élevant rapidement va former le Mont Chauffé (2100 m.). Plus à l'ouest, l'absence de la bande de Flysch du nord lui fait perdre ses caractères, mais ce que nous en voyons rappelle suffisamment les Gastlosen pour que l'hésitation soit mise de côté. J'ajouterai que les faciès y sont les mêmes, et que, notamment, les couches à *Mytilus* sont localisées dans le voisinage et parfois uniquement dans le pli principal. A. Favre, avec sa perspicacité habituelle, a parfaitement remarqué cette continuité du pli (20, vol. II, § 343).

La description de cette zone compliquée n'est pas facile. Je décrirai tout d'abord une bonne coupe, celle sur laquelle se présente le moins d'accidents, puis les synclinaux et les anticlinaux étant bien établis, il sera plus aisé de les suivre vers le nord et le sud. Je choisirai la coupe 1 (Pl. III), qui traverse ces plis dans leur plus grande largeur.

L'anticlinal du Grammont (Voir carte, Pl V. Anticl. CC) vient se perdre à la

Pointe de la Fougliat, dans la zone de Flysch. Son existence en profondeur, entre Onion et la Haute-Pointe, se révèle par les plongements du Flysch qui, en particulier sous l'arête cotée 1659 m., plonge au nord-ouest, contrairement à son plongement habituel.

On peut d'un seul coup d'œil, embrasser presque tous les plissements de ces chaînons en se plaçant sur le sentier qui des Chalets de Pététeau conduit au col de Vésine (Fig. 7).

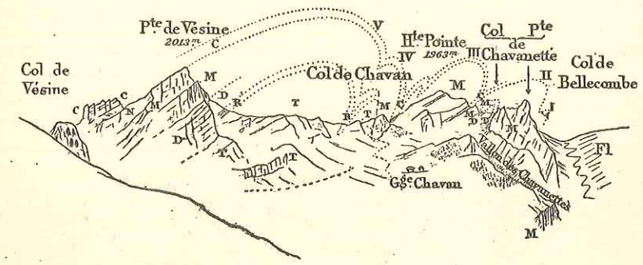


Fig. 7. — Croquis pris du sentier de Pététeau à Vésine. — *Fl.* Flysch. — *C.* Couches rouges. — *N.* Néocomien. — *M.* Malm. — *D.* Dogger à Mytilus. — *T.* Cargneules et calcaires dolomitiques.

Le col de Bellecombe, entre le vallon de ce nom et les Granges de la Charmette, est à la limite du Flysch et du Crétacé supérieur vertical ou renversé. Au col, un premier pli (I) n'est pas visible. On l'aperçoit plus bas, au nord, dans l'escarpement de la Pointe des Chavanettes, comme un gradin rocheux de Malm surmonté de Couches rouges (fig. 8).

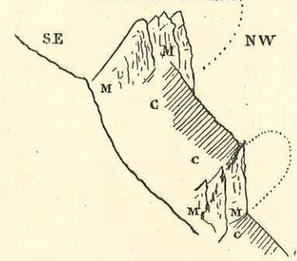


Fig. 8. — Pli I sous l'arête des Chavanettes. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm.

Le deuxième anticlinal, plus important, est rompu jusqu'au Trias. Dans la coupe étudiée, il détermine le col de Chavanette, sorte de passage dans l'escarpement de la Haute-Pointe.

La Haute-Pointe est constituée par un synclinal et un anticlinal couché l'un sur l'autre (fig. 9).

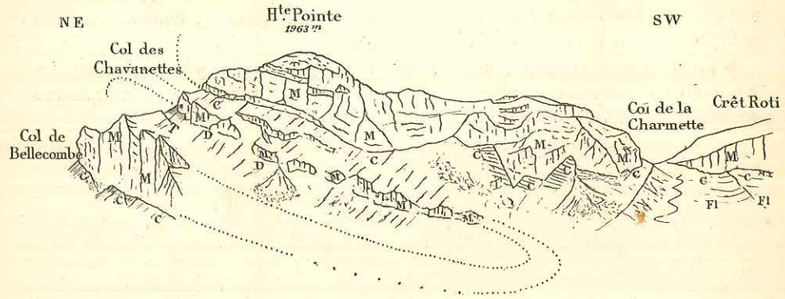


Fig. 9. — Escarpement de la Haute-Pointe. Croquis pris près du point 1659 m. au nord des Chalets de la Charmette. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *D.* Dogger à Mytilus. — *T.* Trias.

L'arête du sommet est en calcaire du Malm, qui forme une paroi à pic jusqu'à une *vire*[1] de Crétacé sous laquelle le Malm réapparaît, déterminant une petite bande rocheuse qui va se perdre dans les éboulis près des Chalets de la Charmette. Au-dessous d'elle s'ouvre l'anticlinal II. Le Dogger est ici excessivement réduit, et le Malm qui soutient le col des Chavanettes est parfois recouvert immédiatement par le Trias béchiforme. Au centre du pli affleurent des grès non calcaires à traces végétales. Au-dessous, le Malm s'appuie sur des calcaires gris à silex très peu épais, qui représentent peut-être le Néocomien et qui s'appuient à leur tour sur les Couches rouges.

Franchissons le col de la Charmette[2], taillé dans le flanc renversé de l'anticlinal III. Le sentier s'élève sur le Flysch et les éboulis. On atteint les Couches rouges, puis le Malm au sommet du col. Le sentier nous conduit bientôt sur le Dogger peu développé, dans lequel on peut ramasser quelques mauvais polypiers; ce Dogger est remarquable par des calcaires oolithiques et par un *poudingue* à cailloux triasiques. On monte petit à petit sur le dos rocheux de la Haute-Pointe, et on atteint un petit col placé sous la lettre *H* de Haute Pointe, où, après avoir franchi des calcaires rouges probablement liasiques, nous atteignons la cargneule[3]. Nous sommes au centre de l'anticlinal III.

Devant nous s'étend une arête rocheuse et gazonnée qui relie la Haute-Pointe à la pointe de Vésine (2013m.). La figure 7 en donne une idée. Suivons-la.

Le flanc normal de l'anticlinal III est ici laminé; on passe directement du

[1] Bandes moins abruptes, ordinairement gazonnées, entre deux parois verticales.
[2] C'est le col de Cordon dont parlent A. Favre et Jaccard.
[3] Cette cargneule n'est pas indiquée sur la carte géologique (feuille d'Annecy). Prière aussi de remarquer que la teinte du Dogger a été posée à la place de celle du Crétacé supérieur dans le synclinal qui part du *t* du mot Haute.

Dogger au Crétacé supérieur. Le nouveau synclinal qu'on atteint ne joue qu'un rôle peu considérable sur l'arête où le Crétacé, peu étendu, s'enfonce sous un gradin rocheux constitué par des calcaires gris du Malm, qui déterminent sur le col une partie plus élevée. On est assez étonné, en descendant de ce rocher de Malm, d'arriver directement sur la cargneule. Le Dogger et le Lias sont absents. Celui-ci a été manifestement enlevé lors de la transgression des couches à *Mytilus*, mais le Dogger a disparu par étirement.

Le col, une fois franchi, nous trouvons, à quelques mètres plus à l'est, des calcaires noirs du Rhétien, à *Rhabdophyllia*, qui viennent nous indiquer la présence d'un nouveau synclinal, puis nous entrons dans l'anticlinal V. L'arête s'élève de plus en plus. Au pied de la Pointe de Vésine (2013 m.), les cargneules font place aux calcaires dolomitiques qui, à mesure qu'on monte, se surchargent de bancs d'argile, et on passe insensiblement au Rhétien, puissant d'une douzaine de mètres. A partir de ce point, l'arête s'élève brusquement. Au bas, la paroi est formée par les couches à *Mytilus* qui reposent directement sur les couches à *Avicula contorta*; puis, s'élevant en paroi infranchissable, le Malm de la Pointe de Vésine forme l'ossature du flanc normal de l'anticlinal V.

Sur ce Malm s'appuient des calcaires gris néocomiens, dans lesquels j'ai récolté *Belemnites pistilliformis*, supportant des couches d'un calcaire gris rosé à foraminifères qui représentent le Crétacé supérieur. Ces deux terrains constituent une partie de la Pointe de Vésine (fig. 31).

Le sauvage col de Vésine, d'une altitude de 1814 m., est constitué par un petit synclinal de schistes noirs du Flysch plongeant à l'est, comme toutes les couches que nous avons vues jusqu'ici. Ce synclinal est dominé par un escarpement rocheux et herbeux de calcaires rouges du Crétacé. Le rocher, typique par sa couleur, se remarque à de grandes distances. Il est assez singulier que ce Crétacé soit si rouge sur le flanc renversé du synclinal alors qu'il est presque entièrement gris, sauf quelques bandes roses, dans le flanc normal.

Ici se terminent les plis des Préalpes médianes. Le Crétacé renversé du col de Vésine est immédiatement surmonté par l'épais revêtement du Trias de la Pointe de Chalune (2119 mètres) qui appartient au massif de la Brèche du Chablais.

Reprenons maintenant ces plis et étudions-les dans le sens longitudinal.

La grande simplicité dans l'allure de la bande de Malm qui de Matringe monte à Crêt Roti (Voir fig. 11) jusqu'à la Haute-Pointe, se complique dans cette dernière, comme nous l'avons vu. Partout, sous cet escarpement jurassique, toutes les fois que l'éboulis ne vient pas les cacher, on rencontre les Couches rouges s'enfonçant sous lui. Parfois elles sont très froissées. C'est le cas sur le sentier de la Chapelle de St-Gras sur Matringe. La bande de Malm prend son épaisseur maximum sur la rive gauche du torrent de Somman. Peut-être se double-t-elle, car j'ai remarqué au tiers de la hauteur de la paroi verticale une bande rosée qui représenterait dans ce cas le Crétacé supérieur. Cependant, je ne crois pas à l'existence de ce nouveau pli dans cette paroi que je n'ai étudiée qu'à la lunette. L'escarpement forme le sommet de Crêt Roti, simulant une sorte

de bastion au-dessus des pentes arrondies du Flysch. Ce Crétacé renversé, qui longe le pied de la paroi du Malm, va, dans la Haute-Pointe, constituer le synclinal compris entre les anticlinaux II et III.

L'anticlinal II naît brusquement dans le petit replat où sont situés les chalets de la Charmette. Le Malm semble alors constitué par un éboulis plutôt que par des roches en place, mais on voit sortir de cet amoncellement de blocs une petite paroi, qui, s'agrandissant, forme l'escarpement de Chavanette (fig. 9).

Le synclinal II, III de la partie de la Haute-Pointe n'est pas très étendu. Il s'élève dans l'escarpement haché par places par de petites failles ou décrochements comme on peut déjà en voir sur le croquis. Le Malm du flanc normal s'étire beaucoup et au col de Chavanette il a presque entièrement disparu ; à quelque deux cents mètres plus loin, il reprend son épaisseur à mesure que le synclinal II-III disparaît, écrasé entre les deux bandes de Malm qui l'enveloppent. L'une d'elles, celle qui constitue le sommet de la Haute-Pointe, est coupée par de petits décrochements qui ne troublent pas l'allure générale du pli (fig. 10).

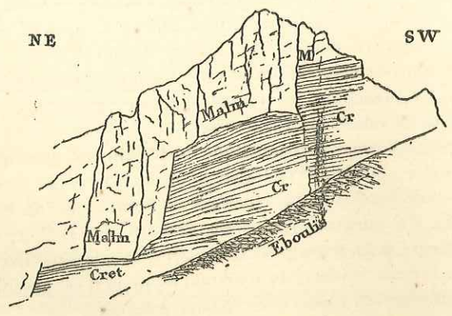


Fig. 10. — Failles ou décrochements dans la paroi de la Haute-Pointe, au haut du vallon des Chavanettes. Croquis pris du flanc gauche du vallon.

Le sauvage vallon des Chavanettes qui, du col de ce nom, se dirige dans le vallon de Bellecombe, est formé dans sa partie supérieure par l'anticlinal II. C'est près du col qu'existe le gisement fossilifère du Dogger à *Mytilus* dont les couches renversées sur le Malm sont facilement abordables. Le rocailleux vallon, dont le fond est rempli d'éboulis descendus des parois qui l'enferment, est traversé par les couches du Dogger. Celui-ci va constituer, avec le Trias, la petite arête rocheuse couronnée de sapins, placée à l'ouest des Chalets Chavan (Profil 2). Les couches sont toujours renversées.

Le Trias de ces chalets n'est pas, comme on pourrait le croire, la continuation de celui du col des Chavanettes. Tout le Malm de la Haute-Pointe et l'anticlinal III avec les deux synclinaux qui les accompagnent, s'écrasent, et c'est la cargneule de l'anticlinal IV qui vient s'appuyer sur le Dogger (Profil 2). Il y a donc une disparition très rapide de l'anticlinal III, accompagnée d'un enlèvement, causé

soit par l'érosion, soit surtout par écrasement des deux synclinaux qui l'accompagnent. Or, c'est l'anticlinal III (et vraisemblablement le IV aussi) qui dans l'escarpement de Malm de Matringe-Crêt-Roti, vient par renversement, s'appuyer sur le Flysch. Nous voyons donc que cet escarpement qui, à première vue, paraît se continuer jusqu'à la vallée du Brévon, s'arrête dans la Haute-Pointe et est remplacé par un autre qui joue le même rôle. Autrement dit, si nous considérons l'accident en marchant du nord vers le sud (inversement à ce que nous avons fait) nous pouvons dire que le ou les plis qui se remarquent entre le Brévon et la Haute-Pointe sont *relayés* à partir de ce sommet par d'autres plis plus internes.

En disant que les plis que nous étudions maintenant correspondent à la chaîne des Gastlosen, je comprends l'ensemble des plis et non un pli en particulier, et j'envisage l'accident de relayement que je viens de décrire comme un dérangement secondaire de moindre importance dans l'ensemble général du plissement.

Étudions maintenant ces plis plus externes. Partons du col de Bellecombe et dirigeons-nous au nord. Les phénomènes de plissement que nous allons voir sont bien du même ordre que ceux si magistralement décrits par M. Schardt[1].

Comme nous le savons, la vallée de Bellecombe est bordée sur son flanc droit par un escarpement rocheux au milieu duquel nous voyons apparaître, non loin du col, l'anticlinal I de Malm (fig. 8). En suivant le pied de l'escarpement dans la forêt qu'il domine, voie peu agréable à suivre à cause des éboulis et des arbres morts, on est étonné de rencontrer au pied de l'escarpement principal qui constitue l'arête de Chavanette (au nord du petit anticlinal I), des calcaires du Dogger. Quelques mètres au-dessous, dans l'éboulis, apparaît le Crétacé. L'accident est difficilement explicable ; le Dogger apparaît à l'emplacement du Crétacé, sans qu'il y ait lieu de supposer l'existence d'un anticlinal plifaillé. Il est vrai que la masse considérable des éboulis nous masque la plus grande partie des affleurements, et il est fort probable que le flanc normal de Malm du petit anticlinal I s'accolant, par exclusion du Crétacé, au Malm renversé de l'anticlinal II, se faille et que, son flanc inférieur disparaissant, laisse le Dogger arriver au contact du Crétacé. Toujours est-il qu'à ce moment la paroi de Malm, comprise entre deux Doggers, celui du pli-faille et celui des Granges Chavan, constitue un pli synclinal (Profils 2 et 3).

Si nous continuons à marcher vers le nord, au pied de l'escarpement, nous pouvons nous assurer que l'accident persiste jusque dans la vallée du Brévon, où il est encore manifestement indiqué sur sa rive droite. En effet, sur le sentier de Bellecombe à Pététeau, peu après avoir quitté le Flysch, on rencontre le Dogger fossilifère dans lequel nous avons, M. Renevier et moi, récolté *Astarte rayensis*. On peut donc être à peu près certain que le Crétacé a disparu (Profil 4 et 5). Bien plus, sur la rive droite du Brévon, au pied d'un escarpement rocheux qui s'élève dans la forêt, Favre (24, § 315), et M. Renevier l'a constaté depuis,

[1] Dissert. inaug. *Bull. Soc. vaud.* Vol. XX.

signale un affleurement de gypse. Ici le pli-faille a donc atteint le Trias (Coupe 15).

Retournons maintenant aux Granges Chavan. Les deux chalets qui portent ce nom sont placés sur les bords d'un cirque dont la figure 7 donne une idée. Ils sont adossés à un petit monticule dans lequel nous remarquons un bolus ferrugineux qui remplit les fentes du Trias environnant. Non loin de là, les couches à *Mytilus* montrent leur série renversée et, dans la forêt qui surmonte les chalets au nord, on peut récolter des feuilles de *Zamites* et des polypiers. Ce Dogger est la continuation de celui du col des Chavanettes. Plus au sud, il n'apparaît plus et le Trias vient reposer sur le Malm, autant que les éboulis permettent de le voir (Profil 3). En tout cas, le long du sentier qui descend des Granges Chavan à travers bois jusque dans la vallée de Bellecombe, on n'aperçoit pas de Dogger. Suivons le haut de la pente rocheuse constituée par le Malm et dirigeons-nous du côté de Pététeau. On marche constamment sur les éboulis, d'où sortent des têtes rocheuses de calcaire du Trias. On est assez étonné, en arrivant à la fontaine de Pététeau, de rencontrer, à la place du Dogger attendu, du Crétacé supérieur, en contact immédiat avec la cargneule (Profil 4). Si nous nous reportons au profil 3, nous avons immédiatement la solution de l'accident. En effet, le Malm enveloppé de Dogger qui forme le synclinal, se lamine sur son flanc renversé, alors que le Crétacé, d'abord exclu du synclinal, réapparaît et, par l'écrasement complet du flanc renversé de Malm, vient en contact avec le Trias. Ce dernier touche donc successivement, des Granges Chavan à Pététeau, le Dogger, le Malm et les Couches rouges.

Le groupe des pauvres chalets de Pététeau est placé sur le Flysch au pied du grand escarpement de la Brèche inférieure de Chalune. Ce Flysch nous indique que le synclinal s'est de plus en plus ouvert (Profil 5). Le sentier, qui des chalets descend dans la vallée, est intéressant à suivre. La descente s'effectue d'abord dans les schistes noirs du Flysch, très boueux, mais ne présentant cependant aucune source importante. On atteint ensuite le Crétacé, constitué par des calcaires verdâtres, excessivement froissés, très chargés de veines de calcite. Le Malm qui le soutient n'a pas résisté à l'étirement général, et on peut voir, sur le sentier même, le contact du Crétacé et du Dogger du pli-faille inférieur (Profil 5). Toutes les couches vont se perdre dans les éboulis et la forêt. Elles ne sont plus visibles, et quand nous les atteignons, sur la rive droite du Brévon, la série est bien rétablie [1]. L'apparition du petit synclinal de Flysch de Pététeau a coïncidé avec l'apparition d'un anticlinal de Crétacé dont nous verrons plus loin la signification.

Revenons maintenant au col de Chavan et étudions les plis en nous dirigeant vers le sud.

Deux arêtes convergent à la Haute-Pointe. L'une, celle qui relie le sommet à la Pointe de Vésine (2013 m.) est représentée dans le profil 1. L'autre se dirige au sud-est et présente, moins écrasés, les plissements de l'arête du col. Sa coupe (profil 7), comparée à la coupe 1, montre que le synclinal qui, par étirement,

[1] La cartographie de ce point de la rive droite est due à M. Renevier.

mettait le Crétacé en contact avec le Dogger, est ici séparé de celui-ci par le Malm. La cargneule qui, au col, touche le Jurassique supérieur, en est séparée sur le sentier de Vers le Coin à Vanne par le Dogger très laminé. Les étirements jusqu'à disparition totale des couches ont donc pris fin.

Le petit synclinal crétacé compris entre les anticlinaux III et IV cesse brusquement à Vanne. Il est coupé transversalement à sa direction par la pente de la montagne, et le Trias qui le contient l'enveloppe de toutes parts. Au nord des chalets de Vanne, un petit vallon s'élève contre la Haute-Pointe. En grande partie occupé par les éboulis, il laisse cependant voir la cargneule jusqu'à l'arête auquel il aboutit. Nous sommes descendus jusqu'à la petite plaine alluviale de Somman, ancien lac aujourd'hui comblé. L'eau récoltée par les tourbières qui l'ont remplacé s'échappe, après avoir tracé plusieurs méandres dans la plaine, par une gorge profonde et franchit la barre de Malm par une cascade sur les bords de laquelle le sentier est taillé dans le roc [1]. Le bord occidental de la plaine est occupé par le Trias renversé sur le Lias, que représente un calcaire à entroques, rouge ou violacé, reposant à son tour sur le Dogger. Ces deux terrains s'amincissent à mesure qu'on marche au sud, et déjà avant d'atteindre Roche-Palud, le Trias touche le Malm.

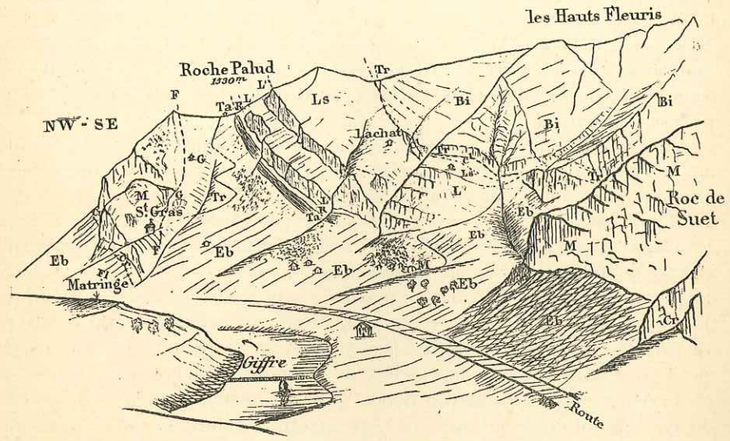


Fig. 11. — Croquis pris de la rive gauche du Giffre, en amont du Pont du Château.
Eb. Eboulis. — *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *C'.* id. — *M.* Malm. — *Bi.* Brèche inférieure. — *Ls.* Lias supérieur. — *LL.* Lias inférieur. — *R.* Rhétien. — *Ta.* Argiles rouges du Trias. — *Tr.* Cargneules, calcaires dolomitiques, schistes noirs. — *G.* Gypse.

Revenons en arrière. Le petit synclinal de calcaire rhétien à *Rhabdophyllia* de la coupe 1 n'existe qu'au col de Chavan. Plus bas, dans le torrent ordinaire-

[1] Le sentier en escalier est remplacé actuellement par un chemin, ce qui permet aux vaches de Somman de descendre directement à Mieussy, village d'où dépendent ces beaux pâturages.

ment à sec qui descend du col à la plaine de Somman, nous voyons un synclinal constitué par le Lias supérieur naître dans la cargneule. Les couches de schistes noirs, tout d'abord très froissées, deviennent plus tranquilles, traversent la plaine alluviale, vont former un monticule et les pentes très boisées qui de Farquet s'étalent dans la direction de Roche-Palud. Quelques rares bélemnites se rencontrent dans ces schistes. Sous ce Lias supérieur, qui reposait sur la cargneule, s'interposent dès Roche-Palud des calcaires à silex du Lias inférieur, formant deux parois qui, plus bas, se rejoignent.

A Roche-Palud, le Lias inférieur peu développé est envahi par les pâturages qui des chalets s'élèvent brusquement sur les hauteurs de Haut-Fleuri. Sous ce Lias apparaît le Rhétien admirablement développé (voir p. 56). Ses argiles et ses lumachelles noires forment une bande bien caractéristique au pied de la paroi. Quelques petites failles interrompent la régularité de l'affleurement.

Descendons le vallon de Roche-Palud. A. Favre a décrit ce vallon en faisant remarquer l'importance de sa coupe pour la détermination de l'âge des cargneules et de la Brèche du Chablais. Jaccard ne paraît pas avoir bien saisi la structure de ce vallon, car il considère comme crétacées des argiles rouges, dont l'âge triasique établi par Favre ne peut être mis en doute (voir la coupe fig. 3).

La descente s'effectue tantôt sur le calcaire dolomitique, tantôt sur des schistes argilo-calcaires noirs souvent très tourmentés, comme on peut le voir dans le chemin creux au-dessous des chalets. Par contre, l'argile rouge, sur laquelle repose le Rhétien, est très tranquille. Elle apparaît déjà, peu développée il est vrai, à la fontaine de Roche-Palud, se développe considérablement à la hauteur d'Echeru, et ce n'est pas un des caractères les moins particuliers de ce vallon que la grande bande rouge qu'elle détermine.

A Geblu, sous les schistes noirs du Trias, le gypse affleure. Ces schistes noirs, calcaires, alternant avec des bancs calcaires, ressemblent parfois au Dogger à *Cancellophycus* des chaînes plus extérieures.

Le pli-faille se rompt de plus en plus. A Roche-Palud ce sont les calcaires dolomitiques qui reposent sur le Malm. A Geblu, un calcaire spathoïde, très vivement coloré, représente probablement le Lias. Ce serait un lambeau de poussée. Il est accompagné par une brèche de dislocation qu'on peut étudier le long du sentier sous la maison de Geblu. Quelques mètres plus bas, le plan de faille sur le Malm forme une muraille légèrement striée, inclinée de 70° au nord-ouest. Dès lors, jusqu'au gypse de la chapelle de St-Gras, le calcaire dolomitique est en contact avec le Malm, et le plan de faille, peu régulier, s'accidente même d'une petite faille verticale (Profil 10). Les coupes 7, 8, 9 et 10 montrent le développement du pli-faille de Matringe.

La bande de Malm disparaît dans l'éboulis, à quelques mètres au-dessous de la chapelle de St-Gras. Nous la retrouvons près des Briffes, sous la forme de deux rochers exploités. Subitement elle s'élève, et on constate dans le Roc de Suet que le pli-faille n'existe plus (Profil 11). Les couches très redressées de ce monticule (915 m.) sont formées par un grand développement de Crétacé rouge,

par le Malm, puis par le Dogger, plongeant de 70°, qui constitue le sommet et qui renferme, par places, des calcaires à entroques. A l'est, des calcaires blancs s'appuient sur ce Dogger. Un banc de calcaire rouge les traverse dans le flanc de la pente. Certains calcaires gris qu'on peut constater au sud des maisons du Château pourraient bien appartenir au Trias.

La bande de Trias que nous avons vue s'appuyant sur la bande de Malm est en tout cas considérablement étranglée ici, car elle passe entre le Roc de Suet et un petit monticule à l'est ; ce monticule couvert d'éboulis est constitué par du Lias à silex et du Lias supérieur. Il n'y a aucun doute à avoir sur la signification de cet affleurement, continuation évidente de la bande liasique qui surmonte le Rhétien de Matringe.

C'est à dessein que je n'ai pas décrit l'anticlinal V et le synclinal qui précède immédiatement le massif de la Brèche du Chablais. Nous les étudierons dans les relations des deux systèmes des Préalpes médianes et de la Brèche.

Résumé. — Les derniers chaînons des Préalpes médianes, avant leur contact avec le massif de la Brèche, entre le Brévon et le Giffre, sont constitués par une série de plis, dont le nombre maximum est cinq. Les plis de la partie nord jusqu'à la Haute-Pointe sont relayés par les plis plus internes qui arrivent à leur tour au contact du grand synclinal de Flysch. Des pli-failles fréquents compliquent beaucoup les rapports des plis les uns avec les autres.

Le Lias supérieur et le Dogger sont manifestement transgressifs.

CHAPITRE II

Le massif de la Pointe d'Orchez.

Profils 10, 11 et 12.

Favre (20, § 282), Ebray (21) et Jaccard (32) ont étudié la Pointe d'Orchez. Le premier, entraîné par l'âge triasique des argiles rouges de Matringe, confondit le Crétacé supérieur avec elles, ce qui lui rendit impossible la compréhension de la structure du massif. Ebray et Jaccard, au lieu d'améliorer le travail toujours si consciencieux de Favre, ont livré des observations très rudimentaires.

Le massif de la Pointe d'Orchez est limité au nord-est, au nord-ouest et à l'ouest par le Giffre, au sud et à l'est par l'Arve et le col de Chatillon. C'est dans ce petit groupe montagneux que viennent se terminer, en diminuant en nombre, les plis qui bordent extérieurement le grand synclinal de Flysch des Préalpes médianes et les plis que j'ai décrits dans le chapitre précédent. Le synclinal qui les sépare s'écrase et sa largeur primitive de plusieurs kilomètres (coupe 1) se réduit à quelque trois cents mètres.

Quand on remonte la route du Pont du Risse à Mieussy (fig. 12), on rencontre sous des éboulis le Dogger à *Cancellophycus*. On ne tarde pas à entrer dans le Malm, disposé en coin dans le Jurassique inférieur, au moment où la route

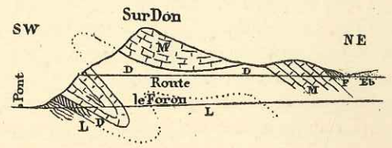


Fig. 12. — Route du Pont du Risse à Mieussy. — *F*. Flysch. — *M*. Malm. — *D*. Dogger. — *L*. Lias inférieur.

domine la belle gorge du Giffre. Ce Malm descend jusqu'au fond de la gorge dont il constitue l'entrée et, dans le thalweg, on voit le Dogger très froissé au-dessous de lui.

Le deuxième Dogger qu'on rencontre sur la route forme un petit pli anticlinal, couché au sud-ouest, qui s'élève en écharpe sur les flancs de Sur Don. Ce sommet est formé par les calcaires blancs du Jurassique supérieur, disposés

en fond de bateau sur le Dogger que nous voyons disparaître sous le Malm en amont d'Arenton. Avant d'arriver au pont de Mieussy, on constate que le Flysch repose directement sur ce Malm.

La gorge du Giffre paraît entièrement taillée dans le Malm et le Dogger, mais il est possible que le Lias y affleure.

Le Malm qui forme le coin synclinal dont j'ai parlé, descend au Giffre et se perd sous les maisons des Combes. Je me suis souvent demandé si ce Malm était la continuation de celui que l'on constate à une altitude plus élevée, en synclinal aussi, dans l'arête boisée au-dessous des Combes, rive gauche du Giffre (Profil 10). Il y aurait alors un décrochement ou faille qui peut-être serait en relation avec la genèse de la cluse du Giffre ; cependant, je m'empresse d'ajouter que le coin inférieur de Malm peut tout aussi bien être considéré comme indépendant du suivant et constituer un pli qui se perdrait sous les éboulis.

Le vallon d'Ivovai est un anticlinal rompu. Le fond est occupé par de l'alluvion ou du terrain glaciaire. Deux arêtes boisées séparent ce vallon de la vallée du Giffre. A Sur le Mont, un escarpement de Malm est resté comme témoin sur le Dogger.

L'arête qui part de Sur Combe jusqu'au col de Cou est en Dogger. A l'ouest du point 994 m., vers les deux chalets de Cou de Marignier, apparaît le Lias sous la forme d'un calcaire à entroques. Plus à l'ouest encore, nous rencontrons l'Hettangien dominant un grand escarpement de calcaire dolomitique du Trias qui s'éboule fréquemment sur le Glaciaire de Mona (Coupe 11). La pente méridionale du massif d'Orchez est envahie par le Glaciaire. Près de Mona on peut observer quelques moraines qui, par l'absence d'erratiques cristallins, ne peuvent appartenir qu'au glacier du Giffre.

Au pont sur le Giffre, à Marignier, on voit sortir du Glaciaire une série de terrains dont les relations avec ceux du Môle sur l'autre rive, ne sont pas nettes. En effet, près d'une maison isolée, au bord de la route, on constate la succession suivante, normale :

Flysch, grès micacés noirs ;
Malm, très réduit, 6 m. de puissance ;
Dogger, aminci aussi, 4 m.
Lias supérieur.

Ce dernier, près d'une maison, plonge 75° S.E. Les terrains sont du reste peu faciles à constater, et dans la première année de mes courses je les avais entièrement confondus. La disposition normale de ces couches me fait croire à l'existence d'un synclinal sous le grand développement de terrain glaciaire. (Profil 11). Ce pli serait peut-être la continuation du coin de Malm de la gorge du Giffre, si la faille supposée n'existe pas. Il faut en tout cas admettre en ce point un amincissement général de toute la série stratigraphique, comme le montre déjà la coupe, car la distance entre le Lias supérieur et le Trias de la rive droite du Giffre est minime et insuffisante au développement normal de la série.

J'ai vainement parcouru la pente glaciaire qui s'étale au pied de la pointe d'Orchez, dans l'espérance d'y rencontrer des affleurements. J'ai pu savoir que

la roche existait près du sol en un seul point. A Vers l'Abbe (maisons à l'ouest du point 546), les paysans retirent fréquemment des champs des dalles de grès et des brèches du Flysch. Des matériaux fraîchement extraits que j'ai vus ne pouvaient laisser de doute sur la nature de l'affleurement.

Le flanc droit de la combe d'Ivorai est formé par le Dogger à *Cancellophycus* surmonté par le Malm. L'anticlinal a une direction N.W.-S.E. Il vient buter contre le synclinal éocène de Cou dont la direction est à peu près N.-S. Le Malm [1], avec les couches rouges qui l'accompagnent, s'élève dans la direction du col et disparaît momentanément dans le Glaciaire et les éboulis du hameau de Cou. Au col, nous voyons réapparaître le flanc normal de l'anticlinal absolument écrasé et laminé. La nouvelle route permet d'examiner de très près l'accident. Sur un espace de 200 m. environ, le long du premier lacet, on peut voir la série très amincie du Trias au Flysch (fig. 13).

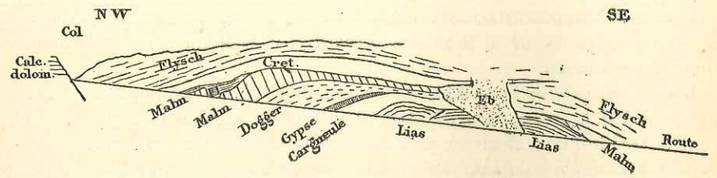


Fig. 13. — Coupe du lacet supérieur de la route du col de Cou.

A l'ouest du col, sur le petit sentier qui suit l'arête, on voit le Crétacé supérieur, à l'état de calcaires verdâtres, reposer directement sur le Trias. Au col, une petite faille oblique met en contact les calcaires du Trias avec le Flysch. Le long de la route, le Flysch très froissé, contient une bande de Crétacé supérieur et recouvre un peu plus bas un gros rocher de Malm qui s'étire dans le talus pour ne plus avoir que deux ou trois mètres de puissance. La partie supérieure de ce calcaire, au voisinage du Flysch, au bord de la route, est complètement transformée. Il s'est produit un vrai *Lochseitenkalk*, c'est-à-dire que le Malm, par froissement, semble s'être intimement mélangé avec les schistes argileux du Flysch, et, de calcaire blanc compact qu'il était, est maintenant constitué par des bandes calcaires blanches, très spathiques, repliées sur elles-mêmes et alternant sous toutes les combinaisons de contact possibles avec l'argile marneuse noire. Ce calcaire ainsi transformé a une épaisseur de 25 centimètres.

La coupe montre encore le Dogger, la cargneule avec une petite bande de quelques centimètres d'épaisseur de gypse, puis le Lias renversé.

Le lacet inférieur de la route est occupé par le Crétacé et le Flysch. A première vue la montée du Col apparaît comme un vrai dédale géologique et il est absolument inutile de reconstituer les petits plissements locaux qui accompagnent cet écrasement des couches. Je mentionnerai seulement encore des cal-

[1] La bande avec teinte de Trias indiquée sur la Carte est due à une erreur de coloriage.

caires gris compacts particuliers du Crétacé supérieur, près d'une petite fontaine et près du contour de la route au Crot.

L'écrasement du flanc médian de ce pli d'Orchez est énorme : le Crétacé, réduit à quelques mètres d'épaisseur, présente une puissance de 150 m. à cinq cents mètres de là.

A l'extrémité orientale du premier lacet, un petit sentier mène à deux exploitations de gypse, noyau de l'anticlinal écrasé. Les deux affleurements sont accompagnés de grès et de schistes argileux noirs. Ces bancs prêtent terriblement à confusion et la présence du vrai Flysch à *Helminthoïdes*, qui domine l'affleurement à une cinquantaine de mètres, avait absolument dérouté A. Favre et Ebray.

Le synclinal nord-sud de Bosh au col, continuation du grand synclinal de Flysch, ne présente pas de faits particuliers. Il est bordé des deux côtés par les Couches rouges particulièrement développées dans le flanc renversé.

Quittons maintenant le col de Cou et élevons-nous contre la Pointe d'Orchez. On marche d'abord sur le Flysch qui forme une petite arête, puis on atteint un grand éboulis de Malm, qui cache momentanément le Crétacé supérieur. On arrive ensuite au Malm en paroi qu'on franchit par un petit sentier qui a profité d'une petite faille locale coupant obliquement le sommet (Fig. 14).

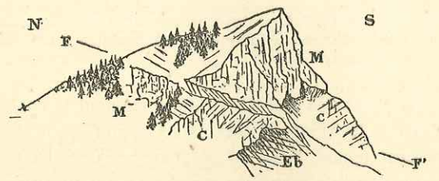


Fig. 14. — Faille (FF') dans le sommet de la Pointe d'Orchez. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *Eb.* Eboulis.

Le Malm est accompagné de couches de calcaire noduleux rouge et gris que nous savons représenter l'Oxfordien.

Le sommet même de la Pointe d'Orchez est occupé par le Dogger à *Cancellophycus*. C'est en arrière du sommet, dans la forêt, que j'ai trouvé le gisement à brachyopodes bathoniens mentionné p. 67.

Du sommet le spectacle est imposant. Une paroi verticale, mais qu'il est possible cependant de descendre, s'abaisse jusqu'à l'éboulis. On est sur le Dogger. Il repose sur le Malm dont le calcaire blanc compact forme la partie la plus raide de l'abrupt. Au-dessous se développent près de trois cents mètres d'épaisseur de Couches rouges pliées en deux. A l'ouest, sous le Flysch mais très près du Crétacé, se montrent les exploitations de gypse dont j'ai parlé. *La Pointe d'Orchez est donc constituée par un synclinal couché dont le flanc normal serait écrasé* (coupe 12). Le croquis (fig. 15) n'étant pas normal au pli, exagère l'amplitude de ce synclinal.

Le nord de la Pointe d'Orchez est formé par une pente rapide couverte de forêts qui descend directement au Giffre. La pente est bordée à l'est par une crête rocheuse, mais encore boisée, dominant un grand escarpement de calcaire gris attribuable au Lias, mais dont une partie est peut-être déjà triasique. Le Lias, en retrait, forme près du sommet un amas rocailleux, bordant un pâturage très déclive occupé par le Dogger. Arrivé au col de Saint-Innocent[1], ce Dogger, perdu dans l'éboulis, forme plusieurs replis au dessus des chalets de Vers Lard (Vellard), puis réapparaît dans la paroi qui regarde l'Arve comme un petit anticlinal que Favre signale déjà (fig. 15).

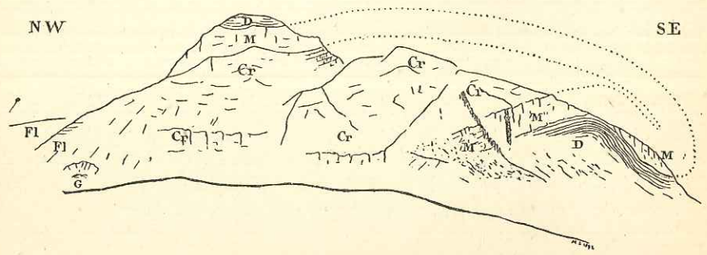


Fig. 15. — Synclinal couché de la Pointe d'Orchez. Croquis pris de la route de Châtillon à Marignier. — *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *D.* Dogger. — *G.* Exploitations de gypse.

La Pointe d'Orchez avec son Malm est manifestement la continuation de l'anticlinal III du massif de la Haute-Pointe. Nous voyons donc que ce pli, dont la direction était primitivement N.S., est devenu N. W.-S. E. au dessus de Matringe et a repris sa direction primitive sur la rive gauche du Giffre.

Au Lias renversé de la Pointe d'Orchez succède un nouvel anticlinal rompu jusqu'au Trias, continuation du pli IV qui suit parallèlement le précédent (Coupe 12). Le noyau anticlinal détermine le col de Saint-Innocent et on retrouve même dans le sentier au nord du col les argiles rouges du Trias qui caractérisent le pli de Matringe. Au col même, on a exploité le gypse et j'ai pu, dans un petit sentier qui du col longe la paroi de calcaires gris, retrouver un banc de gypse grenu de faible épaisseur. C'est ce qui me fait croire qu'une partie des calcaires constituant la grande paroi nord d'Orchez sont triasiques.

En descendant sur Vers Lard on longe un grand éboulis descendu des rochers de la Chapelle de Saint-Innocent[2]. Le long du sentier nous rencontrons des grès très singuliers et des schistes argileux gris. Ces roches ressemblent particulièrement au Flysch ; je les considère cependant comme triasiques par le fait que je les ai rencontrées dans la montée de Matringe à Roche-Palud au milieu des

[1] Le col que la bande triasique repère facilement sur la carte conduit de Vers Lard à Prêle.
[2] Cette chapelle est directement au nord des chalets de Vers Lard dans les rochers du petit sommet.

schistes argileux nettement triasiques, puis aux Munes et à la Haute-Pointe, dans des positions incontestables.

Le flanc normal de l'anticlinal constitue le petit sommet de Saint-Innocent, dont l'escarpement, près de la Chapelle, est formé par des calcaires liasiques gris et noirs à silex.

Vers Lard est situé dans un petit vallon fertile où aucun affleurement n'est visible, mais il est facile de comprendre que le Lias de Saint-Innocent descend en écharpe pour rejoindre des escarpements rocheux qui bordent la route de Chatillon à Marignier.

Le Lias supérieur est en repos normal sur ce Lias inférieur. Il présente un développement considérable et forme de Bois-dessus à Prêle et jusqu'à la route de Chatillon comme une cuvette qui semble contenir le Flysch très développé jusqu'au Giffre.

Je ne suis cependant pas convaincu de cette position du Flysch, car nulle part je n'ai vu une superposition bien nette et il se pourrait que le contact fût anormal. Mes coupes et la carte indiquent une petite bande de Crétacé entre les deux terrains. J'ai vu effectivement en deux points de cette pente douce couverte de prés et de forêts des roches à foraminifères qui m'ont rappelé ceux du Crétacé supérieur, bien qu'une différence très notable dans l'abondance et la répartition des formes se fasse remarquer. L'un des affleurements peut se retrouver facilement au printemps quand les arbres sont encore dépourvus de feuilles, car, en été, la végétation cache presque tout. Lorsqu'on monte des maisons de Bois dessus au col de Saint-Innocent on rencontre une ravine creusée dans le Lias supérieur : c'est le gisement fossilifère où j'ai trouvé les ammonites aaléniennes dont je parle dans la première partie. De cette ravine part un très petit sentier. Au point où il quitte la pente dénudée des schistes liasiques, il traverse quelques roches plus compactes, grises (peut-être du Malm ?) puis on aperçoit en contact des calcaires gris. C'est le Crétacé supérieur supposé. L'affleurement n'a pas plus de deux mètres carrés.

De là, on peut se diriger à travers champs jusqu'à Prêle. En chemin, on rencontre une petite carrière de brèche et de schistes micacés du Flysch plongeant à l'est.

A cent mètres en contrebas au nord des maisons de Prêle, qui sont elles-mêmes sur le Lias supérieur et au voisinage du Flysch, on voit au pied d'un groupe d'arbres fruitiers un petit rocher gris qu'on a en partie exploité. C'est le deuxième affleurement du Crétacé supposé.

La Brèche du Flysch s'étend jusqu'à Bois-du-Milieu. Un peu en amont des maisons de ce hameau on rencontre déjà les couches à *Harpoceras opalinum*.

Le massif de la Pointe d'Orchez s'arrête près de Chatillon et les relations de son Lias avec le Flysch ne sont pas très faciles à établir. Nous les étudierons plus loin.

Résumé. — Le massif de la Pointe d'Orchez est constitué par la rencontre, sous un angle d'environ 75°, de deux anticlinaux. Celui d'Ivorai est formé par la

réunion des plis extérieurs à la zone du Flysch des Préalpes médianes ; l'autre, celui de Saint-Innocent, par la continuation des plis de la zone des couches à *Mytilus* (anticlinal pli-faillé de Matringe). Le synclinal intermédiaire forme la Pointe d'Orchez. La rencontre des deux systèmes provoque des étirements importants au col de Cou.

Un pli synclinal, au moins, parallèle au premier système, doit exister, sous le revêtement quaternaire, entre Marignier et le col de Cou.

CHAPITRE III

La région de la Brèche du Chablais entre le Roc d'Enfer et la vallée du Giffre.

Profils 1, 8, 10, 11, 12, 14 et 15.

Partons du Roc d'Enfer et descendons vers le sud.

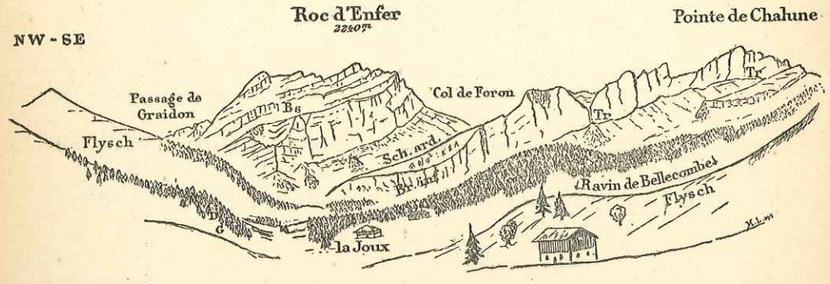


Fig. 16. — Front du massif de la Brèche. Croquis pris des environs de la Chèvrerie (Vallée de Bellevaux). — *M.* Malm. — *D.* Dogger à Mytilus. — *G.* Gypse. — *Bs.* Brèche supérieure. — *Sch. ard.* Schistes ardoisiers. — *Br. inf.* Brèche inférieure. — *Tr.* Calcaires dolomitiques.

Le Roc d'Enfer, par sa masse énorme qui présente un tel contraste avec les montagnes de Flysch situées plus au nord, laisse déjà pressentir un autre système. Il est constitué par deux arêtes réunies dans leur partie médiane par une crête transversale. Cette disposition donne lieu à deux grands cirques rocheux aux pentes abruptes dont les fonds sont remplis d'éboulis. Les arêtes sont très étroites, laissent parfois à peine place au pied, mais l'ascension du Roc est cependant un jeu pour un alpiniste.

L'arête médiane dessine une voûte bien visible, soit qu'on la regarde du sud ou du nord (Profil 15).

Cette voûte est constituée par la Brèche supérieure et les Schistes ardoisiers. Elle est faiblement déjetée au nord-ouest sur le Flysch en présentant de petits replis secondaires, comme on peut le voir dans le croquis ci-dessus et le Profil 15.

La voûte du roc d'Enfer soutient le Flysch de la région de la Brèche du Cha-

blais. Elle constitue une portion du pli frontal de cette région, pli que nous retrouverons partout où l'érosion ne l'aura pas fait disparaître.

Couché, mais déjà comme enfoncé dans le Flysch au passage de Graidon, le pli au-dessus du Chalet du Grand Souvre, se présente comme une muraille verticale de couches horizontales. On a parfaitement l'impression que sous sa masse, la voûte s'est affaissée dans le Flysch.

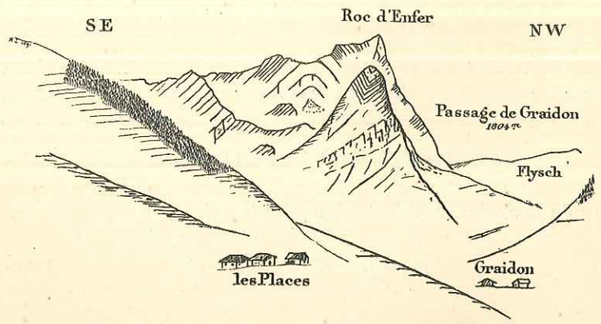


Fig. 17. — La voûte du Roc d'Enfer et le cirque de la Chaux d'Ouis vus du nord-est. Croquis pris de Grivacu.

L'anticlinal s'élargit à mesure qu'on avance vers le sud. L'arête médiane, du côté méridional, est bien différente, quoique présentant le même phénomène que nous avons vu au nord. Les Schistes ardoisiers, déjà si développés à Graidon,

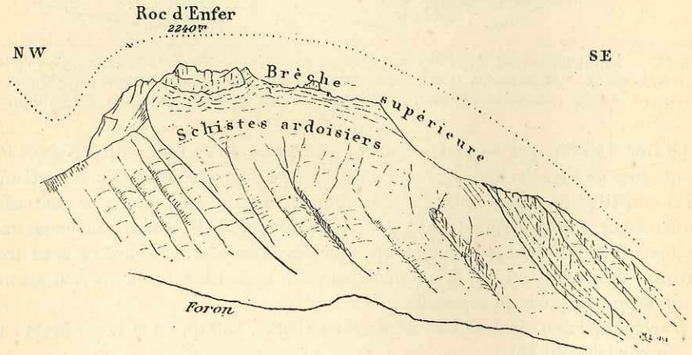


Fig. 18. — La voûte du Roc d'Enfer vue du sud-est. Croquis pris des flancs de Chalune.

mais qui jouent un rôle peu important dans la partie septentrionale du Roc d'Enfer (la Chaux d'Oui), augmentent considérablement de puissance. A eux

seuls, ils forment une immense voûte couronnée à la partie supérieure par un revêtement de Brèche supérieure déterminant une crête rocheuse. Les schistes, plus facilement attaquables par l'érosion, sont sillonnés de petits ravins où prend naissance le Foron. Du cirque sauvage de ce nom entouré par le Roc d'Enfer, la Pointe d'Uble et la Pointe de Chalune, partent trois sentiers, l'un descendant le vallon, les autres s'en allant au col du Petit Souvre (entre le Roc d'Enfer et Chalune), et au col de Foron (entre Uble et Chalune, 1640 m.).

Les Schistes ardoisiers se relèvent au nord et vont constituer, par leur moindre résistance aux agents atmosphériques, le col du Petit-Souvre. Ils plongent alors au nord-est, s'appuyant sur la Brèche inférieure de la Pointe de Chalune. Ils constituent donc avec celle-ci un synclinal oblique à la voûte du Roc d'Enfer. Ce pli détermine un petit vallon dans lequel est placé le chalet du Petit Souvre. Les Schistes ardoisiers et la Brèche inférieure cessent brutalement, comme arrêtés par le Flysch de la vallée du Brévon. On s'aperçoit ainsi que les deux systèmes de plis de la région de la Brèche et des Préalpes médianes sont bien indépendants l'un de l'autre.

La Pointe de Chalune, dont l'escarpement nord fait suite à celui du Roc d'Enfer, forme une pyramide d'où descendent une série d'arêtes du côté de la vallée de Bellevaux. Elle est composée presque entièrement de calcaires triasiques. C'est le plus haut sommet des Préalpes formé par ce terrain. L'ascension ne présente aucune difficulté.

La voûte du Roc d'Enfer cesse à Foron. Elle s'étale en partie et disparaît par érosion. Le flanc oriental seul subsiste et forme la Poiute d'Uble (Profil 1). Cette montagne, dont la structure est des plus simples à concevoir, est formée par des couches légèrement redressées des Schistes ardoisiers et de la Brèche supérieure; cette dernière constitue toute la pente est jusqu'au Flysch de la Pointe de Chéry. Les flancs, plus raides, sont occupés par les Schistes ardoisiers.

Le flanc oriental du pli du Roc d'Enfer s'étale de plus en plus, se creuse, et est remplacé par le petit synclinal tertiaire du Praz de Lys (Profils 8 et 10). Ce synclinal naît au ravin de Boutigny où le Flysch forme un escarpement, puis s'élargit et il s'établit un plateau montueux couvert de pâturages, surélevé au centre, entouré partout, sauf au nord-est, par des montagnes rocheuses. Le Flysch, plus incliné au nord-est qu'au sud-est, nous indique le sens du déversement du synclinal.

La Brèche inférieure de la Pointe de Chalune descend au col de Foron (1640 m.) et s'aperçoit en écharpe sous la Pointe d'Uble. Puis, déjà considérablement réduite, non par étirement, mais par l'absence originelle du dépôt, elle disparaît complètement en avant de la Crête de Roi (1781 m). (Profil 7).

Les Pointes de Haut Fleuri et de Marcelly forment les deux sommets principaux d'une arête dont les pentes descendent rapidement à la vallée du Giffre en une suite de gradins presque verticaux séparés par des pentes rocheuses, herbeuses, mais très raides (fig. 5 et fig. 11). L'arête, d'un accès facile, est formée de Brèche inférieure plongeant dans la direction du Praz de Lys. Cette brèche, si réduite au col de la Ramaz, se développe avec une grande rapidité et, sous la

Pointe de Marcelly, atteint avec ses schistes une épaisseur qu'on peut évaluer à 1300 mètres. Aucun pli secondaire ne vient troubler l'inclinaison régulière des couches, ainsi qu'on peut s'en assurer en regardant sous un jour favorable, le matin par exemple, la Pointe de Marcelly des environs d'Avonnex (rive gauche du Foron). C'est un des traits les plus frappants de la géologie chablaisienne que cette tranquillité du massif de la Brêche en arrière de son pli frontal. Le contraste avec les chaînes plus extérieures est d'autant plus marqué dans la vallée du Giffre, où nous savons que leurs dislocations sont des plus intenses. On se dirait ici dans la région des Schistes lustrés.

Une série d'arêtes descendent de cette crête élevée et se dirigent vers le Praz de Lys. Elles présentent toutes le même caractère. D'abord escarpées, elles s'adoucissent au passage des Schistes ardoisiers, puis, subitement, à la rencontre de la Brèche supérieure, on remarque une petite paroi correspondant à la tranche des couches de ce dernier terrain (Profils 8, 9 et 10). Cette disposition donne lieu à de petits vallons dont l'entrée est marquée sur l'arête par deux petits sommets secondaires qui se lient entre eux par une partie plus rocheuse, ordinairement sciée par le ruisseau du vallon. Au chalet de Roi cette bande rocheuse détermine un petit lac peu profond.

Les pentes de Brèche supérieure descendant contre le Praz de Lys sont sillonnées de lapiez.

La montée de Taninge au Praz de Lys est très monotone. Au pont du ruisseau des Montants, sur la rive gauche, on voit le Carbonifère vertical. On monte ensuite rapidement par un mauvais chemin établi sur un lambeau de terrain glaciaire, et, au-dessus des maisons des Montants, on rencontre une première brèche qui alterne bientôt avec des schistes abondants plongeant au nord-est. A la bifurcation du chemin du Praz de Lys avec celui du Pont des Gets (Rond, Fry) on constate des bancs d'un calcaire noir. La végétation très développée empêche de voir les Schistes ardoisiers, mais un examen attentif des éboulis permet de les constater par la présence de fragments de schistes rouges ou verts.

On atteint bientôt le Bruit Nant, torrent qui sort du Praz de Lys. Il se précipite en nombreuses cascades directement au Foron. La Brèche supérieure qu'il traverse présente quelques petits plis dont un, en forme de S, est bien visible sur la rive gauche du torrent.

Le Praz de Lys ne présente rien de bien particulier. Une petite moraine occupe sa partie centrale et descend jusque près de l'auberge.

Le Foron forme une gorge profonde qui vient déboucher à Taninge. Il est longé par la route nationale. A Avonnex, cette route passe sous un rocher de calcaire noir qui fait partie des Schistes inférieurs. C'est le rocher de *Cherave*. La route s'engage dans les flancs de la gorge, taillée dans les Schistes inférieurs, dont les plongements varient. Ces schistes alternent avec des brèches fines et ce n'est qu'au Pont des Gets que la brèche devient plus grossière.

En montant, on aperçoit au haut de la gorge une muraille blanche, surmontée par une forêt de sapins, qui semble venir barrer le vallon. L'effet produit est très beau. Ce Roc de Provence, comme on nomme cette paroi, est en Brèche su-

périeure et vient se placer au confluent du Foron et du Nant d'Arpettaz. A sa base, les Schistes ardoisiers forment une pente douce, en grande partie couverte d'éboulis.

Le niveau des Schistes ardoisiers est toujours des plus faciles à suivre. Il se révèle toujours par une pente ordinairement plus douce et par la présence de ses schistes rouges violacés et verts. Il se distingue aisément du Flysch, avec lequel on pourrait être tenté de le confondre, par l'absence de schistes et de grès siliceux micacés. On peut le suivre du Roc d'Enfer le long de la Pointe d'Uble puis en écharpe dans l'arête du Haut Fleury de Marcelly et, descendant obliquement les pentes qui dominent la gorge du Foron en donnant lieu à quelques pâturages au milieu des forêts, il forme le vallon de Boutigny, dans le haut duquel il rejoint la bande de la Pointe d'Uble.

Résumé. — La région que nous venons de parcourir se présente au nord comme un anticlinal couché sur le Flysch, dont le flanc occidental disparaît quand on marche vers le sud et dont le flanc oriental se surbaisse et se creuse à tel point qu'un synclinal de Flysch, celui de Praz de Lys, y prend naissance. Aucun pli accessoire important ne se remarque dans l'ensemble qui se présente surtout sous l'arête de Marcelly comme une masse énorme d'une grande tranquillité d'allure.

CHAPITRE IV.

La partie sud-est du massif de la Brèche du Chablais de la vallée du Giffre à la Drance de Biot.

Coupes 1, 13, 14 et 16.

Observée d'un point élevé de la rive gauche de la vallée du Giffre, la région de la Brèche se présente comme une grande masse tranquille disposée en synclinal à grande courbure. Le profil 14 donne une excellente idée de cet aspect sur lequel je ne saurais trop appuyer, tant cette allure est différente de celle des chaînes des Préalpes médianes et des Hautes-Alpes. On est bien là en présence d'une masse dont l'histoire doit être différente de celle des régions qui lui servent de cadre.

La partie à l'est de Taninge forme, couverte de forêts, une grande pente rapide qui s'élève brusquement du seuil de la vallée, tandis que vis-à-vis on remarque les talus tranquilles des montagnes de Flysch de la rive gauche du Giffre. Cependant cet escarpement boisé de Brèche, dont les abrupts rocheux disséminés dans la pente viennent rompre un peu la monotonie, diffère totalement des parois successives qui font de la Pointe de Marcelly un sommet hardi quand on le regarde de l'est. Cette différence est due uniquement à ce que les Schistes inférieurs sont venus remplacer latéralement la Brèche inférieure, comme le montre le profil 14. Leur moins grande résistance aux agents atmosphériques a permis à ceux-ci de façonner des pentes moins rudes dont la végétation forestière s'est emparée.

La géologie de cette partie du massif de la Brèche est des plus simples. La Brèche et son substratum triasique reposent au sud comme à l'est sur le Flysch. Toutes les coupes sont sensiblement les mêmes (Profil 13).

Montons, par exemple, de Taninge à la Biolla par le sentier des Quatre-Voies.

La colline de Brion (660 m.) qui domine Taninge est entièrement formée de Trias dont j'ai donné la coupe (p. 49). A la base le Carbonifère affleure sur la vieille route. Cet affleurement est dû à une petite faille oblique. Le plan de faille est très visible au bas de la colline, à la bifurcation de la route et du vieux chemin. Nous le retrouvons plus haut sur la route, au moment où elle entre dans la forêt au-dessus du deuxième lacet.

A Avonnex, nous atteignons les Schistes inférieurs dont la base, ici très calcaire, constitue en particulier le rocher de Cheraye coupé par la route nationale.

Un éboulement s'est détaché de l'escarpement et couvre de ses débris les pentes jusqu'au Foron. Dans la gorge de ce torrent, sur sa rive gauche, nous voyons les Schistes inférieurs reposer sur le gypse. Des schistes intermédiaires représentent peut-être le Rhétien. Sur la rive droite, j'ai retrouvé des calcaires semblables à ceux d'Avonnex dans le deuxième ruisseau que l'on rencontre en montant de Taninge au Praz de Lys.

En continuant à suivre le chemin, on ne tarde pas à rencontrer les Schistes inférieurs typiques alternant avec des bancs de brèche à éléments très ténus. La Brèche inférieure est très peu développée au haut de ce niveau schisteux, et ce n'est que directement sous les Schistes ardoisiers, à la Biolla par exemple, qu'on la trouve bien caractérisée.

Le contact avec le Flysch des Gets n'est pas normal dans la coupe que nous venons d'examiner. On verra dans un prochain chapitre quelle est la nature de ce contact.

Le Trias et les Schistes inférieurs prennent un grand développement entre les vallées du Giffre et de la Drance de Biot. Sur la carte, cette importance s'exagère du fait que les pentes moins raides occasionnent des affleurements plus considérables.

Le premier de ces terrains disparaît sous le Glaciaire à l'est de Taninge. Nous le voyons réapparaître au delà de Vernex, former un grand escarpement au-dessus de Versdevant, et disparaître encore pour renaître sous Verchaix d'où il reste continu jusque dans le val d'Illiez.

Au Petit Jutteninge, du Rhétien et des calcaires du Lias s'intercalent entre ces calcaires dolomitiques et les Schistes inférieurs, (Coupe 14).

Le Trias forme une pente rapide sous le village de Verchaix; puis, entamée

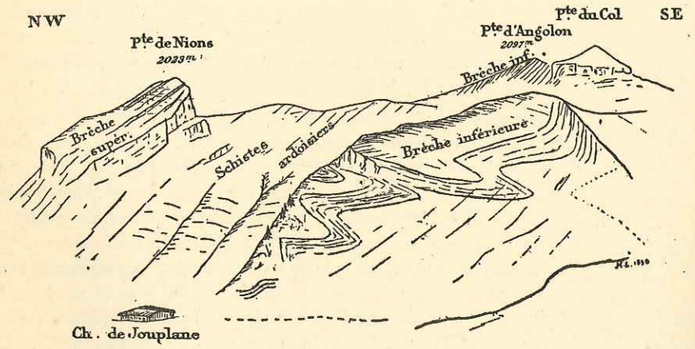


Fig. 19. — Les Pointes de Nions et d'Angolon vues du sommet 1835 m.

profondément par la Valentine, la pente en retrait s'exagère et constitue des parois rocheuses au milieu desquelles coule le torrent. De là, les cargneules et les calcaires s'élèvent en écharpe et montent au col de la Golèze. Ils sont sur-

montés par les Schistes inférieurs qui forment des escarpements sous le point 1772 m. (Coupes 1, 14 et 16).

La Pointe d'Angolon est le sommet principal de la partie que je décris maintenant. Du sommet, constitué par la Brèche inférieure en couches très redressées, partent trois arêtes qui simulent un gigantesque λ. La Brèche inférieure plissée par places, comme le montre la figure 19, est recouverte par les Schistes ardoisiers qui forment un col infranchissable entre la Pointe d'Angolon et les Nions.

Tout ce massif rocheux domine le col et le vallon de Jouplane. La Pointe des Nions a la forme typique des sommets constitués par la Brèche supérieure. La figure 19 parle plus qu'une description.

Le col de Jouplane est en entier sur la Brèche inférieure. Il est dominé au sud-ouest par un sommet arrondi (1835 m.) dans la Brèche duquel j'ai trouvé les cailloux de porphyrite.

Les pointes d'Angolon, des Nions et de la Golèze entourent un cirque dont les pentes très raides descendent jusqu'au cours de la Drance. Au fond, les pâturages s'étalent sur les Schistes inférieurs. Nous sommes ainsi arrivés au bord de la Drance. Nous allons continuer notre étude sur la rive droite de cette vallée, mais auparavant il importe de voir comment le Flysch des Gets se comporte vis à vis de son substratum jurassique.

Résumé. — La région de la Brèche, entre le Giffre et la Drance du Biot, le Flysch qu'elle supporte excepté, forme une masse monoclinale chevauchant sur le Flysch au sud comme à l'est.

CHAPITRE V.

Le Flysch de la région de la Brèche du Chablais, entre les vallées du Giffre et de la Drance du Biot.

Le Flysch de la région de la Brèche du Chablais est caractérisé par la présence de lames de protogine et des affleurements de brèches à roches basiques ou des roches basiques elles-mêmes. J'ai décrit dans la deuxième partie de ce travail les différents pointements de ces roches.

Le Flysch des Gets forme une grande masse de forme circulaire, au centre de laquelle est bâti le village des Gets, sur un col qui divise la masse en deux parties : l'orientale est formée par une série d'arêtes boisées ou couvertes de maigres pâturages séparés par des vallons qui deviennent de plus en plus profonds vers l'aval ; à l'ouest, les différentes arêtes convergent en un point unique, la Pointe de Chéry, d'où partent dans trois directions des ruisseaux, qui se transforment petit à petit en torrents.

Les roches du Flysch ne présentent rien de particulier. Nous retrouvons les schistes et les grès habituels.

Les lambeaux de terrains glaciaires sont abondants dans les montagnes des Gets. J'en ai indiqué les principaux sur la carte.

Les plissements paraissent rares dans cette masse de Flysch. Cependant on peut s'apercevoir que ces grès et ces schistes sont plus tourmentés qu'ils ne le paraissent à première vue. Ainsi, quand on suit la route nationale du Pont des Gets aux Gets on remarque les schistes dans différentes positions qui laissent supposer que toute la masse est loin d'être tranquille comme elle le paraît au premier abord.

Les relations de ce Flysch avec son substratum sont très intéressantes.

A l'est du Roc d'Enfer, le Flysch s'appuie normalement sur la Brèche supérieure qui plonge très fortement à l'est. Ce plongement s'accentue considérablement près de la Villia.

Sur le chemin de la Côte d'Arbroz à l'Ancrena, on peut voir la base du Flysch sous forme de schistes rouges, produits remaniés du Crétacé supérieur ; ces schistes se prolongent jusqu'à l'Ancrena, où ils sont exploités comme ardoises.

Dès la Pointe d'Uble, une faille se fait sentir entre le Flysch et la Brèche supérieure. La ligne de faille que l'on suit avec facilité sur le terrain, passe près des maisons des Places et descend directement dans la gorge du Nant d'Arpettaz.

Quand on suit la route des Gets à Taninge, il semble qu'on passe insensible-

ment du Flysch à la Brèche. Au Pont des Gets affleure la Brèche inférieure. Sous le grand escarpement de Provence (1439 m.) apparaissent les Schistes ardoisiers qui viennent obliquement atteindre la route. On franchit ensuite un lambeau de terrains glaciaires et d'éboulis sillonnés par deux petits ravins qui descendent des Grangettes ; après leur traversée on rencontre le Flysch ; le contact n'est donc pas visible. La ressemblance des Schistes ardoisiers et du Flysch est telle qu'on les confond à première vue. En les examinant de près on reconnaît cependant facilement le Flysch par la présence de grès siliceux, et les Schistes ardoisiers par les fragments éboulés des schistes verts et rouges.

La faille est verticale. Son rejet n'est pas de moins de 400 mètres. Autant elle est difficile à constater dans la gorge le long de la route, autant elle se voit fa-

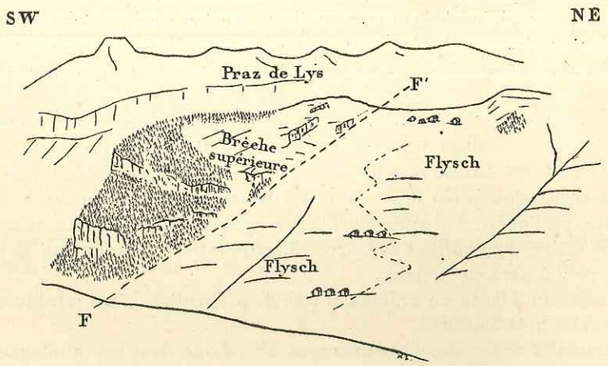


Fig. 20. — Faille entre la Brèche supérieure et le Flysch en amont du Pont des Gets. La ligne de faille suit la ligne de plus grande pente. Croquis pris du hameau du Tour.

cilement à distance. La Brèche supérieure détermine des escarpements rocheux couverts de forêts, alors que le Flysch est envahi par les pâturages. La figure 20, dessinée en compagnie de M. Michel-Lévy, montre ce contraste remarquable du relief des deux terrains.

La faille traverse la vallée. Elle n'est plus visible dans la grande forêt de la rive droite. Arrivée près de la lame de protogine de la Rosière, elle s'infléchit et de N.W.-S.E. devient N.-S. Elle est alors parfaitement visible sur le terrain. La Brèche supérieure forme un petit monticule, le Saix de Loy, (1433 m.) dont les couches plongent en général à l'est. Entre ce monticule et celui déterminé par la protogine, s'étend un vallon marécageux (Cul de Paris) occupé par le Flysch, très tourmenté près des chalets des Mais.

Le faille paraît dès ce point devenir de plus en plus oblique. La crête de Brèche supérieure prend un relief de moins en moins accentué, et au sommet 1441 la Brèche a disparu et est remplacée par les Schistes ardoisiers qui viennent bu-

ter contre le Flysch au-dessus de la Biolla. Là, ce Flysch touche la Brèche inférieure. Le contact moins visible suit les pentes qui dominent la vallée du Giffre. La faille prend fin mais elle fait place à un accident de transgression. En effet, après un retour de Brèche supérieure, parfois très plissée, le Flysch arrive en contact avec la Brèche inférieure, excessivement peu développée ; la limite des deux terrains est alors très difficile à établir. Aux Schistes inférieurs noirs, avec de rares bancs de brèches qui m'avaient fait indiquer sur la carte une bande de Brèche inférieure, succèdent des schistes noirs du Flysch d'une grande ressemblance avec les premiers, au dépens desquels ils semblent s'être formés. Ce n'est que beaucoup plus haut dans les pentes qu'apparaissent les grès siliceux incontestables.

Le contact sous cette forme indécise se continue jusque près du col de Jouplane au sommet 1835 m. Quand on monte à ce petit sommet, en suivant l'arête qui s'élève du point 1661 m., on rencontre tout d'abord la Brèche supérieure uniquement à l'état de calcaires gris. Elle forme une sorte de petit promontoire rocheux. En continuant, on atteint des schistes noirs brillants qui représentent les Schistes ardoisiers, et enfin nous arrivons à la Brèche inférieure qui forme l'arête du sommet. Au sud-est les deux premiers niveaux paraissent buter contre le Flysch. Il y aurait là une vraie faille dont je n'ai pu déterminer l'allure d'une façon satisfaisante. Le Flysch monte presque jusqu'à l'arête 1661-1835 m. et se trouve en contact avec les Schistes ardoisiers.

Au nord-est, une grande pente descend rapidement jusqu'aux chalets de Jouplane. La Brèche supérieure paraît se replier sur le Flysch. Ce renversement, dont je ne suis pas certain, serait unique en son genre. Ce n'est qu'au nord des chalets que la série redevient normale et que les contacts se rétablissent avec plus de simplicité.

Tout le Flysch des montagnes des Gets va se perdre sous l'Alluvion et le Glaciaire de la vallée de la Drance du Biot. Il réapparaît sur la rive droite, où il constitue le centre du synclinal de la région de la Brèche.

Nous avons vu que des plissements existent dans cette masse de Flysch dont l'épaisseur nous est inconnue. Ces plissements sont voilés presque généralement par des glissements superficiels qui accompagnent presque toujours les terrains schisteux. Je citerai la trace d'un plissement assez puissant qui nous est indiqué par la présence d'un affleurement de schistes rouges, entre les Granges de Chavanne et le gisement de roches éruptives de la Mouille Ronde. Ces schistes colorés ne se rencontrent qu'à la base du Flysch et sont là comme au centre du grand synclinal. Leur présence ne peut évidemment être expliquée que par un relèvement rapide du Flysch de la profondeur ou tout autre accident de ce genre.

Résumé. — Le Flysch des montagnes des Gets a la forme d'un grand synclinal très évasé mais dans lequel on peut rétablir des plissements secondaires importants. Cette zone de terrains tertiaires se distingue des autres par la présence

des roches cristallines et éruptives. Son repos sur la Brèche est bien loin d'être normal. Une faille importante existe de la Pointe d'Uble à la Rosière, mettant en rapport immédiat le Flysch avec les différentes subdivisions de la Brèche du Chablais. Un accident de même ordre, mais plus difficile à établir, doit exister dans les environs du col de Jouplane.

CHAPITRE VI.

Le flanc oriental du synclinal de la Brèche du Chablais, entre la Drance du Biot et le col de Morgins.

Coupes 17 et 18 (Pl. VI), 19, 20 et 21 (Pl. V).

La partie que nous allons parcourir s'étend de la région du Flysch du val d'Illiez jusqu'à la ligne N.W, S.E., d'où les couches de la grande vasque du massif de la Brèche se relèvent et plongent au sud-est C'est la continuation évidente, avec la même simplicité d'allure, de ce que nous avons vu sur la rive gauche de la Drance du Biot.

A l'est, le Trias reposant sur le Flysch et soutenant tout le complexe de la Brèche du Chablais en couches monoclinales, telle est la structure si simple de cette partie. Les coupes se passeraient au besoin d'explications.

On peut diviser en deux régions bien naturelles cette bande orientale, l'une, le massif des Hautforts, s'étendant de la Drance au haut du vallon de Montriond,

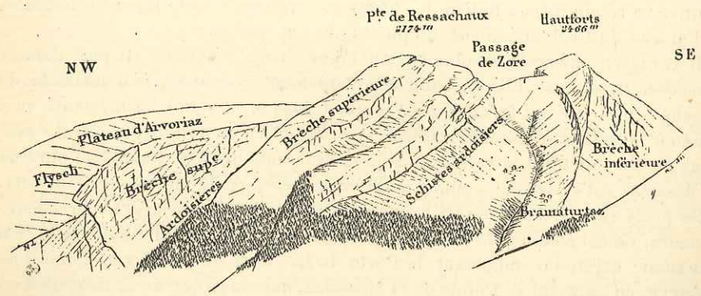


Fig. 21. — Les Hautforts et la Pointe de Ressachaux, Croquis pris de l'arête de Nabor (Montagnes des Gets).

et l'autre, formant l'arête franco-suisse, entre le haut de la vallée d'Abondance et le vallon de Morgins.

Etudions tout d'abord le massif des Hautforts.

S'élevant en pentes rapides au-dessus d'un socle boisé au bas duquel coule la Drance, le sommet des Hautforts avec la Pointe de Ressachaux forme une longue arête qui atteint le point le plus élevé du Chablais.

La Pointe de Ressachaux (coupe 17) est entièrement formée par la Brèche supérieure dont les couches montrent quelques plissements secondaires. Cette Brèche repose sur les Schistes ardoisiers qui forment le passage de Zore, d'où ils s'élèvent sur l'arête des Hautforts. Deux vallons descendent du col de Zore, l'un sur le vallon de Morzine, l'autre, plus important. sur la vallée de la Drance.

La haute vallée de la Drance, resserrée entre ses deux flancs de Schistes inférieurs,s'élargit tout-à-coup sitôt qu'elle atteint le Flych et se ferme subitement par la haute et imposante paroi grise du Bostan.

Les Schistes inférieurs s'élèvent en pentes rapides jusqu'à l'arête franco-suisse qui s'élève du col de Coux vers la Pointedu Fourneau (Fornets). Des parties bréchiformes intercalées dans les schistes forment de petites arêtes partant de points élevés de l'arête principale et donnent lieu aux sommets de la Vannez(2136 m.) des points 2174, et du Fornets (Fourneau) (Planche VIII).

Les couches de Brèche inférieure de l'arête des Hautforts sont très tourmentées et en général se relèvent jusqu'à la verticale et même se renversent parfois au nord. L'arête rocheuse, par des parois cependant franchissables, domine une grande pente rocailleuse couverte d'éboulis qui s'arrête à des escarpements rocheux pour reprendre plus bas.

Le vallon,dont le fond est entièrement rempli d'éboulis des ardoisières de Morzine, est taillé dès son début dans les Schistes ardoisiers. Sur sa rive droite une paroi verticale de Brèche supérieure s'élève graduellement d'aval en amont. La base de cette paroi est perforée de toutes parts par les ardoisières en galeries que l'on exploite avec activité. Les ardoises grises sont seules utilisées ici.

Le seuil de la vallée s'élève brusquement en amont des Covagnes et dès lors le sentier va rejoindre, au milieu des forêts qui croissent sur la Brèche inférieure, le hameau du Crot aux chiens, au pied d'une superbe paroi.

D'Arvoriaz, une arête absolument analogue à celle des Hautforts part dans la direction du sud-est. Elle est coupée brusquement par une paroi verticale de Brèche supérieure qui forme le petit sommet 2048 m. et la Brèche inférieure va à son tour former un sommet pyramidal, la Pointe de Vorla, dominant le cirque sauvage de Chavanette et le vallon rocailleux des hauts de Montriond. La Pointe de la Mossetaz est le dernier sommet de Brèche inférieure du massif des Hautforts, à ses pieds est le Col de Chésery formé par les Schistes ardoisiers et la Brèche inférieure. Ce col conduit de la vallée de Montriond dans le val de Morgins. Un deuxième col moins important, la Porte du Lac Vert ou de l'Hiver, conduit de Chésery, en longeant la Pointe de la Mossetaz, dans le cirque du Crosey, d'où on descend à Val d'Illiez.

Une série de petits lacs, dont j'ai déjà parlé, occupent les environs du col de Chésery et alimentent la belle source de la Fontaine blanche (Pl. VIII).

Du col de Chésery part une série de sommets qui forment une arête élevée à parois très abruptes du côté suisse et à pentes plus douces, mais rocheuses cependant encore,du côté français. Cette arête,que nous nommerons arête de Chésery ou du Bécret, à cause de son sommet le plus élevé, possède une structure excessivement simple (Coupe 17, 19, 20 et 21).

Le val de Morgins débute par un superbe cirque taillé dans la série des terrains du Trias à la Brèche supérieure, puis il s'abaisse en ayant à sa gauche la paroi du massif de la Brèche, tandis qu'à sa droite s'élèvent les montagnes boisées du Flysch.

Le Trias qui forme le substratum de la région de la Breche est ici entièrement caché sous l'éboulis et ne réapparaît qu'au col de Morgins.

L'arête de Chésery comporte une série de sommets qui sont la Pointe de Chésery,2250 m., leCornebois, 2207 m., le Bécor, 2210 m., dont le flanc occidental présente des lapiez de toute beauté au-dessus des chalets de Blattin, puis la Tête du Géant ou Pic du Gingua [1]. Ici un accident intéressant se produit. Une grande faille oblique coupe la paroi. Elle est surtout visible les jours de ciel couvert. Elle met en contact les Schistes ardoisiers et la Brèche inférieure. Elle est,

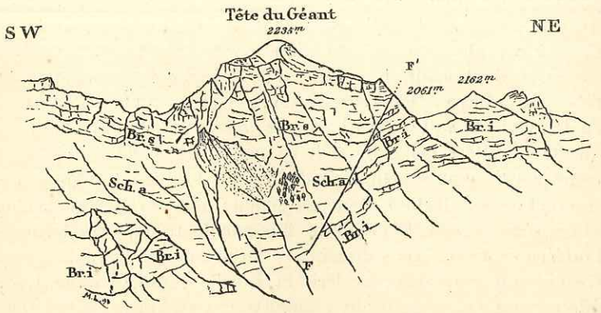


Fig. 22. — Faille dans la paroi de la Tête du Géant — *Br. s.* Brèche supérieure. — *Sch. a.* Schistes ardoisiers — *Br. i.* Brèche inférieure. — Croquis pris sur le chemin des Portes du Soleil.

comme nous le verrons, l'exagération d'un plissement transversal qui affecte le massif de la Pointe de Grange.

A partir de cette faille, l'arête, par disparition de la Brèche supérieure, change d'aspect et diminue de hauteur. Elle forme la Pointe du Midi et plonge subitement sur le col de Morgins dont nous verrons plus loin la structure.

Résumé. — La partie de la région de la Brèche du Chablais comprise entre le haut de la vallée du Biot et le col de Morgins est constituée par une série de couches plus ou moins monoclinales plongeant au nord-est, formées par le Trias et les différents niveaux de la Brèche. Tout le système repose sur le Flysch.

[1] Ce dernier nom est inconnu des habitants.

CHAPITRE VII

La région de la Brèche du Chablais comprise entre la vallée d'Abondance et la vallée du Rhône.

Le massif de la Brèche, comme je l'ai dit dans la première partie, a la forme d'une grande vasque qui de toutes parts chevauche sur les terrains environnants. Les extrémités de ce grand synclinal se relèvent en apparence, et les couches qui les constituent plongent dans la direction de l'axe du pli, du côté interne de la vasque. Il en est manifestement ainsi de la partie que nous allons étudier. De la vallée de la Drance, les couches montent et vont former l'arête franco-suisse en dominant la vallée du Rhône par une paroi. Observée d'un point de la rive droite de cette vallée, comme le panorama de la Planche VII le montre, cette partie constitue un synclinal au-dessus des terrains tertiaires et crétacés qui lui servent de substratum. Rien ne semble plus étrange au géologue qui parcourt ces régions pour la première fois que de trouver ces termes relativement inférieurs de la série sédimentaire au-dessus des terrains les plus récents. C'est ce qui avait fait considérer la Brèche comme éocène. L'erreur de mes prédécesseurs est ainsi facile à comprendre, surtout si je fais remarquer que la région de la Brèche se trouve ici au centre d'un synclinal de Flysch.

De Morgins, on s'élève par une pente gazonnée tout d'abord sur le Trias. On ne tarde pas à atteindre les Schistes inférieurs, en partie couverts par des forêts, puis la pente s'adoucit et une arête se dessine au-dessus des sapins et se termine par un petit sommet isolé dont les derniers mètres seuls sont constitués par la Brèche, c'est la Pointe du Corbeau. Un vallon boisé s'étend à nos pieds, des Portes de Morgins il descend à Draversaz (chalets sous Cermeux) et là atteint les Préalpes médianes où, perdant son aspect riant, il se creuse en une gorge profonde envahie par les conifères (Voir le Panorama). En face, à l'est, se dressent les parois blanches du Malm du massif de Tréveneusaz.

De la Pointe du Corbeau, une arête se dirige vers le nord. Elle prend fin au col de Conche (col franco-suisse entre Sur le Crêt et Chalet neuf) occupé par les Schistes inférieurs. Si nous descendons de ce col dans la vallée de la Drance, nous longeons des escarpements rocheux de Brèche inférieure. Tantôt sur les pâturages, tantôt dans des groupes d'arbres isolés, on atteint les maisons de Sur le Crêt. Un petit sentier relie ces chalets au col de Morgins. A son entrée dans la forêt, on remarque une brèche à ciment blanc qui nous a toujours intrigués, M. Renevier et moi. Elle semble être une brèche de dislocation ; nous la retrouverons plus loin dans des points où alors elle ne peut être attribuée qu'à des

calcaires dolomitiques du Trias absolument triturés. Ici je ne puis affirmer que nous avons affaire à une telle roche, car l'affleurement peu important ne permet pas de l'étudier suffisamment. En suivant le sentier, nous rentrons plus loin dans les schistes, qui, de plus en plus calcaires, nous amènent dans des roches probablement liasiques.

Au Chalet neuf, un affleurement rhétien avec fossiles est surmonté de calcaires semblables, dont plusieurs bancs renferment des foraminifères génériquement indéterminables. C'est bien du Lias, et il semblerait que dans cette partie du massif de la Brèche les Schistes inférieurs reposent presque constamment sur ce terrain.

Du col de Conche une pente boisée descend lentement vers le vallon de Draversaz. Une paroi rocheuse se forme sous Cermeux et va en augmentant de hauteur jusqu'à Onnaz pour diminuer et se traduire en une arête boisée (Voir le Panorama). Cette paroi est entièrement constituée par les Schistes inférieurs très calcaires. En arrière d'elle suit un autre escarpement non moins important qui prend naissance au col de Conche, s'élève à Zermillon et au Pic de Morclan. Dès ce point la pente s'accuse à l'est et sous le Pic de Cholonge elle forme une paroi infranchissable dominant les forêts et les maigres pâturages de Pougueresse. La base en schistes ardoisiers est couverte en partie d'éboulis. La paroi est entièrement formée de Brèche inférieure (Profil 23). La Carte présente deux grands affleurements de Brèche supérieure, mais j'ai pu m'assurer depuis que celui du Pic de Morclan n'existe pas. Quant à celui du Pic de Cholonge, il se réduit considérablement et ne se rencontre qu'en descendant du sommet au col de la Reculaz. La partie la plus élevée de la Brèche inférieure ressemble, dans le groupe du Pic de Cholonge, à la Brèche supérieure. La Brèche, dans ce massif, présente en général un aspect particulier intermédiaire entre les deux Brèches.

Toutes les couches que nous avons vues plongent en général à l'ouest. Des petits plissements locaux s'observent dans la paroi du Pic de Cholonge qui domine le cirque de Neuzon (Chalet neuf sur la carte), dont le fond est rempli d'éboulis.

De la frontière franco-suisse, formant une arête à pâturages ondulés, descend une pente rapide jusqu'à la vallée de la Drance. Les affleurements y sont très rares. Au fond du cirque de Barbassine, on peut toucher la Brèche inférieure très chargée de cailloux liasiques. Au-dessus du sentier qui mène de ce cirque à Ryz, on constate des brèches de dislocation du Trias, dont un affleurement important se remarque dans une forêt dominant un petit col déterminé par la cargneule, au-dessus de l'escarpement rocheux de calcaire à gyroporelles de la Ville du Nant.

Le glaciaire a envahi le bas de la pente de Brèche. Celle-ci sort sous Champ-Benet en un petit affleurement couvert d'herbe.

Toute la partie que je viens de décrire chevauche avec son substratum de Trias sur le massif de Tréveunesaz.

Le signal de la Croix, isolé entre deux cols, est formé par une arête très abrupte à l'est, comme le montre la fig. 23. A l'ouest, la pente, rocheuse aussi,

est moins inclinée. Au col de la Reculaz, sous les Schistes inférieurs, nous constatons la présence du Flysch rouge enveloppant une tête anticlinale de Crétacé, lequel est brèchoïde près du chalet de la Croix. Les couches sont très redressées.

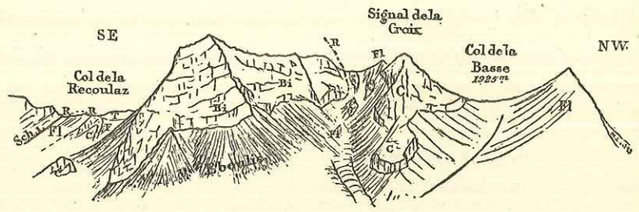


Fig. 23. — Recouvrement du massif de la Brèche au signal de la Croix. Croquis pris du sentier du chalet de la Croix à la Pointe. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *Bi.* Brèche inférieure. — *Sch. i.* Schistes inférieurs. — *T.* Brèche triasique. — *R. R. R.* Plan de recouvrement.

Au col, un amoncellement de blocs de brèche dolomitique très probablement triasique est isolé. Les premières couches que nous rencontrons sont des calcaires très froissés, liasiques ou appartenant à la Brèche inférieure (A).

Nous atteignons ensuite un gros bancs de brèche (B) dont les éléments atteignent un gros volume. J'ai mesuré quelques blocs de plus d'un mètre cube de quartzite du Trias. Il n'y a que quelques points dans le Chablais où les éléments

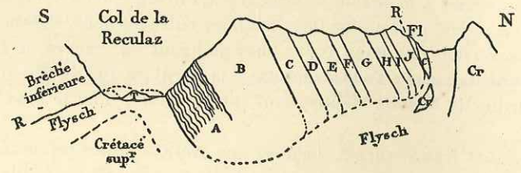


Fig. 24. — Coupe du signal de la Croix.

de la Brèche atteignent de telles dimensions. On remarque ensuite un banc de calcaire un peu dolomitique (C). Les couches changent alors d'allure. Elles plongent au sud-est et le profil (fig. 24) construit en longeant l'arête est momentanément longitudinal. Puis vient de nouveau une brèche à cailloux de quartzites (D).

En E nous rencontrons un calcaire à silex, bréchoïde, précédent un calcaire gris compact (F). L'arête est ensuite occupée par un calcaire spathoïde plaqueté (G) puis un calcaire blanc compact (H), un calcaire à silex (I). Ces deux derniers termes m'ont beaucoup rappelé les calcaires de la Brèche supérieure, c'est ce qui explique la petite bande de ce terrain marquée sur la carte. Enfin, la série

se termine par les couches plongeant au sud-est de schistes avec bancs de brèche fine. Nous atteignons ensuite le Flysch et le Crétacé supérieur. Nous examinons plus loin les rapports du signal de la Croix et de son substratum.

Resumé. La partie du massif de la Brèche du Chablais, à l'est de la Drance d'Abondance, est formée par la série de couches du Trias à la Brèche supérieure, celle-ci peu développée. Les Schistes ardoisiers sont absents. Toutes les couches plongent à l'intérieur du massif.

CHAPITRE VIII.

Le massif de la Pointe de Grange.

Profils 19, 20, 21.

Le massif de la Pointe de Grange, de même que la partie frontale de la région de la Brèche du Chablais comprise entre lui et le Roc d'Enfer, d'où je suis parti dans la présente description, présentent des complications très grandes dues à l'enchevêtrement des régions des Préalpes médianes et de la Brèche. C'est la partie de l'étude qui m'a donné le plus de difficultés.

Nous verrons, en détail dans un chapitre spécial, les relations des deux systèmes, mais avant d'entrer dans la description détaillée, il est utile que je mentionne le point important qui complique la question : le massif de la Brèche *chevauche au nord sur les Préalpes médianes*. Le chevauchement, au lieu d'être effectué sur un plan, comme ce devait être le cas primitivement, a été bouleversé par des dislocations postérieures, et ce sont ces nouveaux mouvements qui ont amené les complications si grandes du contact des deux régions. Je décrirai dans ce chapitre les faits relatifs à la région de la Brèche seule.

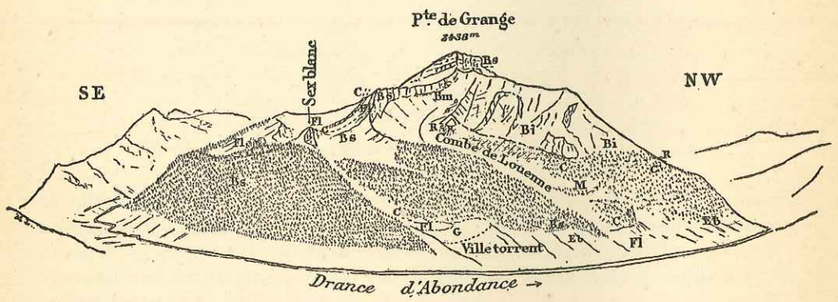


Fig. 25. — La Pointe de Grange. Croquis pris d'au-dessous du Signal de la Croix. — *Eb.* Éboulis. — *RR.* Ligne de recouvrement. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *Bs.* Brèche supérieure. — *Bm.* Schistes ardoisiers. — *Bi.* Brèche inférieure. — *G.* Gypse.

Observée d'un point élevé de la rive droite de la vallée de la Drance, comme par exemple du Signal de la Croix, la Pointe de Grange se présente comme une

superbe pyramide (fig. 25) entourée de trois côtés par la Drance. De loin, il est à peu près impossible d'en découvrir la structure, tant ces masses grises qui occupent le haut se ressemblent et tant la base est couverte de forêts. Cependant un œil exercé à la géologie chablaisienne reconnaît facilement dans le sommet la forme caractéristique que provoque la Brèche supérieure ; on peut suivre de l'œil la continuation de cette paroi jusqu'au Sex blanc (fig. 25). De là, la Brèche va former la pente rapide boisée qui fait face à Chatel. Placés plus au sud, de la Pointe du Corbeau par exemple (fig. 26), nous pourrions voir que cette pente se

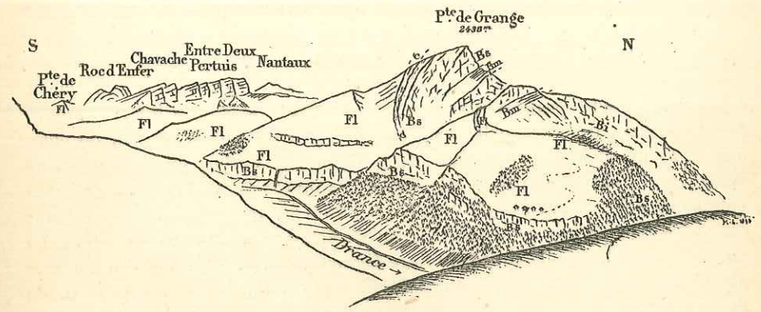


Fig. 26. — La Pointe de Grange. Croquis pris de la Pointe du Corbeau sur Morgins. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *Bs.* Brèche supérieure. — *Bm.* Schistes ardoisiers. — *Bi.* Brèche inférieure.

change en paroi dont le pied est longé par la partie haute de la Drance d'Abondance (Vallon des Esserts).

Cette disposition de la Brèche supérieure est la disposition en synclinal qu'affecte tout le massif de la Brèche.

La fig. 26 est sous ce rapport excellente. On embrasse d'un seul coup d'œil tout le synclinal de Flysch du massif de la Brèche, dont la Pointe de Chéry, au sud-ouest, forme le point le plus élevé, dans les montagnes des Gets.

L'extrémité orientale de ce petit massif montagneux se présente comme un synclinal de Flysch dans la Brèche supérieure (Profil 21 c.). Montant de la Ravine aux Boudemes, nous constatons tout d'abord des couches de Brèche supérieures horizontales, puis nous atteignons près de ces derniers chalets la partie inférieure du Flysch caractérisée par des schistes argileux rouges. Nous sommes alors dans les pâturages qui occupent le synclinal. Celui-ci se rétrécit considérablement quand nous marchons vers le sud-ouest. Sa diminution ne tient pas à un écrasement ou à un plissement plus intense, mais au fait que le vallon des Esserts n'est pas taillé parallèlement à l'axe du synclinal et l'entame différemment suivant son cours et au fait aussi que le pli ne présente en réalité qu'un des flancs, comme le profil 20 le fait nettement sentir.

On atteint un épaulement au-dessous du point 2086. L'allure de la Brèche su-

périeure est intéressante. Elle présente ici un plissement transversal. Des Boudemes nous voyons la Brèche s'élever petit à petit, puis au-dessus de Très les Pierres elle descend rapidement et le Flysch se trouve ainsi ramené beaucoup plus bas. Cet accident transversal, dû à des ondulations de l'axe du pli synclinal du massif de la Brèche, est en liaison avec la faille qui traverse obliquement la paroi de la Tête du Géant (fig. 22). Sous ce bombement de Très les Pierres apparaissent les Schistes ardoisiers exploités en galeries. Le vallon se resserre considérablement et son fond se remplit d'éboulis. Il devient de plus en plus sauvage et, aux Masses, il s'encaisse dans la Brèche supérieure.

Au Pré de Lajoux, après avoir traversé une petite plaine alluviale, nous atteignons le Flysch du synclinal de la région de la Brèche. La bande de Flysch, que nous avons vue si étroite sous le sommet même de la Pointe de Grange, s'élargit rapidement à mesure que le Flysch augmente de puissance ; au fur et à mesure de cet élargissement, le synclinal tertiaire se rétablit entièrement avec ses deux flancs. Le profil 18 le coupe dans sa plus grande largeur. Ce Flysch forme deux arêtes arrondies qui se rejoignent près du col de Bassachaux, entre les vallons de Charmy et de Montriond. L'une d'elles fait immédiatement suite à une des arêtes de la Pointe de Grange et l'autre s'étend de la Pointe de Chésery ou du Bécret à la Chavache. A l'est de cette dernière, une petite faille fait buter le Flysch contre la Brèche supérieure (Profil 18). On remarque en contre-bas de l'arête, du côté des châlets de Lens, une grande abondance de schistes rouges du Flysch.

Aucun pli important n'est visible dans cette masse de Flysch. J'ai cependant trouvé sur le sentier qui passe à l'est du point 1830 quelques morceaux de schistes rouges qui représentant toujours la base du Flysch, laissent présumer l'existence de plis dans le synclinal.

Le substratum du Flysch est légèrement ondulé, comme le montre le profil 18.

Un fait des plus intéressants concernant le synclinal de Flysch de la Pointe de

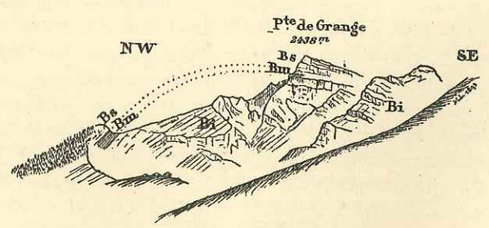


Fig. 27. — Pli frontal de la région de la Brèche sous la Pointe de Grange. Croquis pris à l'ouest des chalets de Pertuis.— *Bi*. Brèche inférieure.—*Bm*. Schistes ardoisiers.—*Bs*. Brèche supérieure.

Grange — fait que M. Renevier a soigneusement relevé pour faire valoir sa détermination comme jurassique de la Brèche du Chablais — est la présence d'une grande bande de Crétacé placée entre le Flysch et la Brèche supérieure. Cette

traînée commence dans un petit cirque au sud du Sex Blanc, monte en plongeant fortement sur une arête et traverse, en couches verticales, le cirque de l'Etrye (3e plan, Fig. 26) ; elle franchit l'arête et descend au sud des chalets de Joly, d'où elle va se perdre dans le Flysch et les éboulis. Sur le sentier des Plagnes, aux chalets de Lens, on ne la retrouve plus. Entre le Sex Blanc (Fig. 25) et l'arête, sous le point 2086 m., de même qu'au-dessous des chalets de Joly, du Flysch s'intercale entre ce Crétacé et la Brèche supérieure.

L'ascension de la Pointe de Grange est praticable de presque tous les côtés. Des chalets de Joly on s'élève rapidement en suivant le Crétacé. On atteint tout d'abord des calcaires en couches très minces que je n'ai jamais rencontrés ailleurs : ils représentent probablement la partie la plus élevée de la Brèche supérieure. La pente s'adoucit et on atteint le sommet très fissuré de la Pointe de Grange.

Au pied de la paroi, on peut observer les Schistes ardoisiers qui descendent au nord-est dans la Combe de Louenne (Fig. 25) et au sud-ouest contre les chalets de Joly.

Le flanc nord de la Pointe de Grange présente aussi le pli anticlinal frontal de la région de la Brèche (Fig. 27). Le pli est rompu jusqu'à la Brèche inférieure très fortement développée.

Le flanc septentrional du pli est indiqué par le retour des Schistes ardoisiers qui constituent une petite bande allant des chalets de Follier aux chalets de Pertuis. Les schistes sont recouverts par la Brèche supérieure, qui va se perdre sous le revêtement erratique si fortement développé jusqu'à la Drance.

Les Schistes ardoisiers, qui de la Pointe de Grange descendent dans la Combe de Louenne (Trébante), s'amincissent sous le Sex Blanc et disparaissent. La Brèche inférieure passe latéralement aux Schistes inférieurs et ceux-ci viennent immédiatement se placer sous la Brèche supérieure dès le torrent de Ville Torrent (Profil 21 c.). Ce fait est en relation avec ce que nous avons vu dans les montagnes de la rive droite de la Drance d'Abondance, où les Schistes ardoisiers sont absents [1].

Dans la forêt, au-dessus de Sur Bayard, j'ai rencontré un petit affleurement de calcaires appartenant à la Brèche supérieure. Ces calcaires sont les restes probables du pli frontal de la région de la Brèche.

Résumé. — Le massif de la Pointe de Grange présente un pli anticlinal rompu jusqu'à la Brèche inférieure (pli frontal de la région de la Brèche). Ce pli soutient un synclinal constitué par des Couches rouges et du Flysch. Les Schistes ardoisiers cessent dans la partie orientale du massif. Un pli transversal s'observe dans le vallon des Essert, à Très-les-Pierres.

[1] La carte fautive indique une trop grande prolongation des Schistes ardoisiers sous la Brèche supérieure. Je les avais confondus avec les Schistes inférieurs.

CHAPITRE IX

La partie du massif de la Brèche du Chablais comprise entre le vallon de Charmy et le Roc d'Enfer.

Profils 15, 16, 17, 18.

Je diviserai ce chapitre en trois parties, justifiées par l'indépendance géographique et tectonique des tronçons à étudier :

1° Partie comprise entre le vallon de Charmy et la Drance du Biot, au sud-est de la bande crétacée de Séranant à Essert-la-Pierre.

2° Partie comprise entre le Pic de la Corne et la Drance (massif du Pic de la Corne).

3° Partie comprise entre la Drance et le Roc d'Enfer.

§ 1. — *Partie comprise entre le vallon de Charmy et la Drance du Biot, au sud-est de la bande crétacée de Séranant à Essert-la-Pierre.*

Cette partie de la région de la Brèche est comprise au sud-est du pli frontal du massif et comme telle se présente avec une simplicité d'allure qui affecte ces régions internes.

Toutes les couches plongent en général au sud-ouest, sauf en quelques points locaux, jusqu'à la partie centrale occupée par le synclinal de Flysch. De là, comme nous le savons, elles se relèvent et plongent au nord-est.

Le vallon de Séranant est dominé par un formidable escarpement d'une bande de Brèche inférieure (Profil 18) qui s'étend du vallon de Charmy à la vallée du Biot en formant la Pointe de Tavaneuse. La partie supérieure de l'escarpement s'adoucit suffisamment pour que de petits pâturages s'y établissent aux chalets d'Entre-deux-Pertuis et de Tavaneuse, où l'on accède par un sentier s'élevant directement dans la paroi.

Au haut du vallon de Charmy, un affleurement de calcaire à entroques du Lias inférieur se fait remarquer sous la Brèche. Il forme en particulier un rocher élevé sur la rive droite du vallon et domine un cirque d'où sortent de nombreuses sources.

Sur la Brèche inférieure reposent les Schistes ardoisiers, remarquablement développés, donnant lieu à une pente douce (Profil 18). A Entre-deux-Pertuis un

petit lac, dont l'aval est barré par les couches relevées de Schistes ardoisiers et de Brèche inférieure, est placé au pied de la paroi du sommet d'Entre-deux-Pertuis.

La Brèche supérieure s'élève brutalement en une paroi verticale au dessus des Schistes ardoisiers (Profil 18). Elle forme une arête rocheuse franchissable seulement au col de Lens d'Aulph et dont la Chavache, le signal d'Entre-deux-Pertuis et la Pointe de Nantaux sont les sommets principaux.

Le col du Lens d'Aulph est formé par les Schistes ardoisiers qui descendent jusqu'aux chalets de Lens, bâtis sur la Brèche supérieure, laquelle plonge contre le vallon de Montriond, sans arriver cependant jusqu'au fond du vallon. Elle est enlevée et ce sont les Schistes ardoisiers qui forment la pente inférieure de la montagne.

Le bas du vallon de Montriond est occupé par la terrasse de la Drance et le Glaciaire. Au lac de Montriond nous atteignons l'éboulis qui, descendu des flancs de Nantaux, a barré la vallée et retient les eaux du lac. La rive gauche du vallon est formée par une haute paroi de Brèche supérieure, dont la planche II donne une idée. Cette Brèche rejoint celle de la rive droite au-dessous des chalets de Lendaret ; de petites failles locales paraissent exister entre Vautreau et le Lendaret.

A Ardent, le torrent qui alimente le lac forme une superbe cascade sur les Schistes ardoisiers horizontaux.

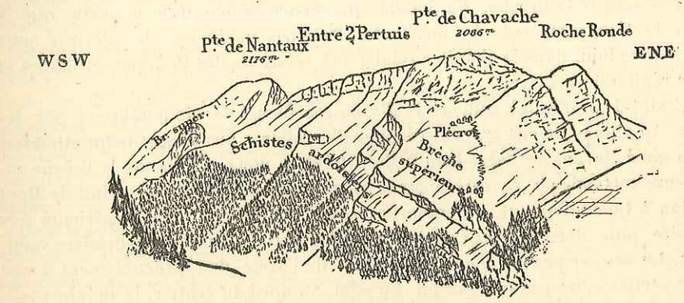


Fig. 28. — Pli transversal du vallon de Montriond. Croquis pris des chalets de Lendaret. La Pointe de Nantaux montre la poche d'où est descendu l'éboulement du lac de Montriond.

Le vallon n'est pas occupé sur une bien grande étendue par la Brèche supérieure. A Bocheau-Dessus les Schistes ardoisiers reprennent et par l'apparition de la Brèche inférieure se divisent en deux bandes. L'une va rejoindre le col de Chésery et l'autre le vallon de Morzine.

Le vallon de Montriond est traversé par un pli transversal formant un grand bombement analogue à celui de la Pointe de Grange. Les Schistes ardoisiers se relèvent fortement le long des flancs des Rochers d'Entre-deux-Pertuis jus-

qu'aux Pierres rouges. De là ils redescendent rapidement à la vallée (fig. 18). L'accident, moins accentué, se remarque aussi sur le flanc gauche de la vallée. Dans le vallon de Morzine il a à peu près disparu.

De nombreuses exploitations d'ardoises existent dans le vallon de Montriond. On y exploite beaucoup les ardoises rouges des Schistes ardoisiers.

Le synclinal de Flysch qui s'étend de l'Elex à Avoriaz ne présente rien de bien particulier (Profil 17). C'est la continuation manifeste du synclinal de Flysch des Gets et de la Pointe de Grange.

Résume. — La partie de la région de la Brèche située au sud-est de la bande crétacée qui s'étend de Séranant à Essert la Pierre, est formée par la succession monoclinale de la Brèche inférieure au Flysch. Un pli transversal très accusé sur le flanc droit du vallon de Montriond interrompt momentanément l'allure si simple des couches qui en général plongent au sud-est.

§ 2. — *Massif du Pic de la Corne.*

Ce petit massif isolé, entouré de tous côtés, sauf au sud-est, par le Crétacé et le Flysch, se présente, observé d'un point élevé de la Pointe de Cercle par exemple, comme une arête rocheuse interrompue en un point sous les chalets des Dames des Moulins. C'est sans aucun doute une des plus intéressantes parties de la région de la Brèche. La bande qui sépare ce massif de la partie que je viens de décrire présente les faciès des Préalpes médianes. Je décrirai cette bande plus loin, dans le chapitre relatif aux relations des Préalpes médianes et de la région de la Brèche.

A Saint-Jean-d'Aulph affleure le Flysch tourmenté par de nombreux plis locaux. Au village même, on peut récolter d'excellents fucoïdes et helminthoïdes.

En nous élevant de Saint-Jean à Mont-Dévian, nous atteignons la Brèche supérieure verticale ou renversée sur le Flysch. Un petit sentier conduit de Mont Dévian à Lesse d'Amont. On traverse tout d'abord la Brèche supérieure très calcaire, puis, dans un petit ravin, on arrive sur les Schistes ardoisiers verticaux. Le sentier profite d'une dépression de l'arête due probablement à une faille verticale, transversale au pli. En effet, au nord du sentier, la Brèche supérieure s'élève en paroi, tandis qu'au sud elle est ramenée à une altitude bien inférieure. L'arête semble cassée en deux parties d'inégale hauteur. Cet accident n'est du reste que local.

Les quarzites du Trias apparaissent sous ces Schistes ardoisiers, puis on atteint le Permien au chalet de Lesse d'Amont.

Examinons tout d'abord la partie comprise entre le sentier et la Drance.

Les quartzites disparaissent un peu plus bas au sud. Ils sont remplacés par des calcaires dolomitiques du Trias en couches verticales (fig. 45). Ces calcaires descendent jusqu'à la vallée.

La Drance, en amont de Saint-Jean, coule dans une partie très resserrée de

son lit. La Brèche supérieure atteint la route. Les Schistes ardoisiers et les calcaires dolomitiques sont en retrait. Le pied de leurs affleurements est envahi par l'éboulis. Entre les calcaires dolomitiques blancs et les Schistes ardoisiers on remarque des calcaires noirs transformés en brèche de dislocation. Ils représentent probablement le Lias. On constate aussi quelques parties bréchiformes que j'avais tout d'abord assimilées à la Brèche inférieure ; elles appartiennent évidemment aux Schistes ardoisiers. La Brèche inférieure est absente ici.

Revenons maintenant à Lesse d'Amont. Les quartzites, très bien développés, simulant par leur état de fissuration un éboulis, montent à travers la forêt jusqu'au col de Brion. Ces quartzites plongent au nord ouest de 50 à 60° (Profil 17 a, b, c). Dès Lesse d'Amont ces roches sont accompagnées d'une traînée de Permien qui se perd sous les éboulis de la pointe 1966 m. Le sentier les suit jusqu'en un point où apparaissent les couches gréseuses micacées absolument triturées. C'est un petit lambeau de Houiller presque absolument méconnaissable tant il a été broyé [1]. Le sentier le traverse par quelques lacets.

Après avoir traversé l'éboulis de la pointe 1966 m. on atteint le col de Brion qui domine le petit lac des Dames des Moulins.

La coupe du col est excessivement intéressante (Profil 17 b).

Les Schistes ardoisiers occupent le sommet de l'arête qui domine le col au nord-est et s'appuient sur du calcaire dolomitique assez puissant, continuation de celui que nous connaissons au bord de la Drance. Ces calcaires dolomitiques, avec un lambeau de cargneule au col même, enveloppent de toutes parts le quartzite.

La pointe 1966 m. est entièrement formée de Brèche inférieure en couches verticales (coupe 17 a) plongeant fortement au nord-ouest. Elle forme une muraille qui domine le cirque avec son petit lac des Dames des Moulins [2], puis longe le col 1848 m. et descend jusqu'aux chalets de Séranant. Les schistes ardoisiers du col de Brion occupent ce nouveau col et, descendant obliquement le long des flancs du Pic de la Corne, vont s'arrêter au-dessus des Combes (Profil 18).

De Mont Olmet, sur le Flysch, on pénètre dans le cirque des Dames en s'élevant sur la Brèche supérieure en couches verticales. On atteint ensuite les Schistes ardoisiers, puis on arrive à un amoncellement de blocs de quartzites blancs et rouges, les uns du Trias les autres du Permien. Ils proviennent d'un affleurement de brèche constituée uniquement par ces deux roches mélangées à des schistes verts permiens. Cette brèche, qui est dans la continuation immédiate des quartzites du col de Brion, permet de supposer qu'on a affaire ici à une gigantesque brèche de dislocation. Je n'ai malheureusement pas pu vérifier sur le terrain cette manière de concevoir l'origine de cette brèche, unique en son genre. dans le massif de la Brèche du Chablais, sauf en un point très voisin dont je parlerai plus tard.

[1] Il est teinté en Flysch sur la carte.
[2] La carte n'indique pas ce lac.

Le Pic de la Corne, dont le nom est bien mérité quand on le regarde du sud-ouest ou du nord-est, est formé par les couches très redressées de Brèche supérieure (Profils 17a et 18 a).

Résumé. — Le massif du Pic de la Corne, présente une série de couches très redressées, comprenant la série de la Brèche supérieure au Carbonifère. Des complications étranges apparaissent au col de Brion. Nous les étudierons dans la suite.

§ 3. — *Partie comprise entre la Drance et le Roc d'Enfer.*

Cette partie est absolument analogue à celle que nous venons de parcourir. Elle est formée par la réunion du massif du Pic de la Corne et de la partie du massif de la Brèche comprise au sud-est de la bande crétacée Séranant-Essert-la-Pierre.

La bande de Brèche supérieure traverse la Drance et se relève rapidement sur la rive gauche. Elle est de nouveau coupée par le torrent de Graidon. Les couches sont verticales à Jouranloup ou plongent en général au sud-est ; elles se couchent de plus en plus jusqu'au col de Graidon.

Les Schistes ardoisiers accompagnent cette Brèche. D'abord verticaux sous Besson ils s'inclinent et à Grivacu ils plongent de 40 à 60° au sud-est. Ils occupent tout le vallon de Graidon et soutiennent les Rochers de Graidon, dont la crête est constituée par la Brèche supérieure. Ils plongent alors seulement de 15 à 20°. Les schistes rouges sont particulièrement abondants sous la paroi.

La bande de calcaire dolomitique du Trias se continue aussi sur la rive gauche de la Drance. Les calcaires ont été exploités près d'un pont. Leur âge triasique ne peut être mis en doute, d'abord par la considération qu'à Lesse d'Amont ils accompagnent le quartzite, puis ensuite par le fait qu'ils contiennent ici dans la forêt des bandes de cargneule dont un des affleurements, le plus facilement abordable, se trouve, aux chalets de Grivacu, directement en contact avec le Crétacé.

A Grivacu, un petit accident, faille ou décrochement, du même genre que celui que je suppose exister au-dessus de Mont-Dévian, se fait remarquer, car la bande de Trias momentanément interrompue se continue un peu plus au sud, occupant une altitude supérieure au premier tronçon.

Ce Trias se termine au-dessus des Places en formant un monticule rocheux enveloppé par les Schistes ardoisiers.

La Brèche inférieure flanque ce Trias au sud-est. Elle se perd avec les Schistes ardoisiers sous l'éboulis et le Glaciaire d'Essert Romand. Sa liaison avec celle de la rive droite de la Drance n'est pas douteuse.

Les Schistes ardoisiers de Graidon forment le centre de la voûte du Roc d'Enfer d'où nous étions parti.

Resume. — La Région de la Brèche de la Drance au Roc d'Enfer est constituée par la série très redressée de la Brèche supérieure au Trias. La Brèche inférieure est très peu représentée. Une faille existe à Grivacu. La Brèche supérieure et les Schistes ardoisiers, momentanément très puissants, vont constituer la voûte du Roc d'Enfer.

CHAPITRE X

Le massif de Tréveneusaz et la Mollasse rouge du val d'Illiez.

Profil n° 23 et panorama Pl. VII.

Le massif de Tréveneusaz appartient aux *Prealpes médianes*.

Les éboulis, les forêts abondantes rendent difficile l'étude de cette petite région bien différenciée des chaînes avoisinantes par le développement énorme du Trias. Ce massif est séparé de l'ensemble des Préalpes médianes par le grand synclinal de Flysch qui parcourt tout le Chablais. Il chevauche sur ce synclinal.

Quand on monte de Vionnaz contre le massif. on rencontre tout d'abord, au haut du cône de déjection du torrent, un petit lambeau de Flysch très froissé, situé exactement près d'une fabrique de plâtre sous le chemin de Revereulaz. Sur la rive droite du torrent s'élèvent des masses calcaires du Trias dont le plongement est variable. Elles ont donné lieu à une carrière à l'extrémité est des rochers, dans le torrent de Vionnaz, où le gypse apparaît au-dessous des calcaires triasiques ; il y a donc en ce point un contact anormal, et il est manifeste que le Flysch, qu'on voit percer sous le Glaciaire, s'enfonce sous le Trias.

Le torrent se bifurque. Entre les deux affluents on aperçoit un éperon rocheux de calcaire du Trias. En continuant la montée, après avoir traversé du Glaciaire, on rencontre sur le chemin de Plex, directement au-dessus d'une exploitation de gypse placée dans le torrent, un petit lambeau de Crétacé excessivement froissé (Panorama, Profil 23). Plus haut on atteint le gypse un peu avant la traversée du torrent. Le plan de chevauchement devait primitivement s'avancer plus au nord, car la pente qui s'élève vers Pougneresse est occupée par de grands lambeaux de gypse en repos sur le Flysch ou sur le Crétacé.

Le synclinal de Flysch présente lui-même des plissements secondaires qui sont indiqués sur le profil. Ils sont déterminés sur le sol par de petits affleurements de Couches rouges qui percent le Flysch ; c'est ainsi qu'on en rencontre trois quand on monte de Neuson (Chalet neuf) à la Pointe, et deux entre Vionnaz et Revereulaz.

Le Glaciaire est très abondant dans le bas du synclinal.

Après avoir atteint le torrent de Vionnaz, au-dessus des exploitations de gypses, on s'élève par un sentier rapide sur le monticule rocheux qui sépare ce torrent de celui de Cermieux. Celui-ci coule dans une gorge étroite et profonde taillée dans les calcaires triasiques sur lesquels le Dogger à *Mytilus* affleure à Plex;

au-dessus des chalets, sur le sentier, on constate que ce dernier est vertical. De ce point les couches à *Mytilus* descendent en écharpe dans la gorge, où l'on peut facilement les atteindre. Elles sont remarquables par un grand développement de brèche à leur base.

De Muraz (Panorama) on peut atteindre Plex par un excellent chemin qui monte en pente douce sur les éboulis si abondants du pied de la paroi triasique de Tréveneusaz. On atteint la roche en place un peu avant d'arriver à Chable-Croix, sorte de couloir qui descend d'un cirque rocheux aux parois verticales. C'est avant d'atteindre ce *Chable* qu'on rencontre le gisement de gyroporelles (fig. 4). Les couches plongent de 10° au nord-est. Elles sont très fissurées et se délitent en parallélipipèdes. On trouve aussi des calcaires très étirés et des calcaires transformés en brèche de dislocation. J'ai touché en plusieurs points le base de la paroi de Tréveneusaz : au-dessus des Cavouex, quand de Chemeneau on se dirige dans la forêt et les rochers contre la paroi, près du superbe cône d'éboulis de la Palaz, à Chable-Croix et enfin dans la vallée. Partout on rencontre les calcaires du Trias. Ils sont tantôt noirs, tantôt gris, tantôt compacts, tantôt spathoïdes. MM. E. Favre et H. Schardt les avaient considérés comme appartenant au Malm (24, p. 542) et les avaient représentés verticaux dans leurs profils (24, Pl. XVIII). Ils plongent en réalité au nord-ouest de 10 à 30°, sauf au-dessus des Cavouex où je les ai vus plonger au sud-est (Profil 23). Ce plongement général au nord-ouest a été rectifié par M. Schardt lui-même (45, Pl. X).

J'ai vainement parcouru le grand talus d'éboulis qui s'étend au pied de Tréveneusaz, dans l'espérance d'y rencontrer la roche en place. Au bord de la plaine on y rencontre de formidables blocs de calcaires transformés en brèche de dislocation. Ils ne sont manifestement pas en place et font partie de l'éboulis.

Les couches à *Mytilus* de Plex se continuent probablement dans la paroi de Tréveneusaz, je les ai indiquées sur le panorama sans jamais avoir pu les toucher et je n'en ai jamais trouvé que des fragments dans les éboulis de Chable-Croix. M. Schardt me dit avoir rencontré les couches à *Mytilus* très froissées dans un couloir qui coupe la paroi à l'est du sommet boisé qu'on aperçoit sur le panorama au-dessus de la Palaz [1].

Les couches à *Mytilus* sont surmontées par le Malm à l'état de calcaire spathoïde ou coralligène, bien différent du Malm des autres parties des Préalpes médianes. A. Favre l'avait confondu avec le Lias (20 §345). A Draversaz apparaît le Crétacé supérieur. La gorge, très resserrée dans le Trias, le Dogger et le Malm, s'élargit tout à coup et des pâturages parsemés d'arbres s'établissent. De Draversaz, le Crétacé s'étend à l'est et occupe le haut de la paroi de Malm qui regarde la vallée du Rhône.

Draversaz est au pied d'un formidable escarpement dont la constitution est des plus importantes. Le haut est occupé par les Schistes inférieurs du massif de la Brèche qui soutiennent les pâturages d'Onnaz. Au tiers de la hauteur de

[1] J'ai descendu aussi ce couloir, mais sous la pluie et à la tombée de la nuit. La crainte d'un orage, si dangereux à cause des chutes de pierres qu'ils occasionnent, m'a empêché de faire aucune observation.

l'escarpement on remarque une petite paroi blanche de Malm très coralligène, interrompue par des pentes herbeuses ; au-dessus l'on constate le Crétacé supérieur, puis le Flysch rouge, sur lequel reposent les Schistes inférieurs (fig. 29).

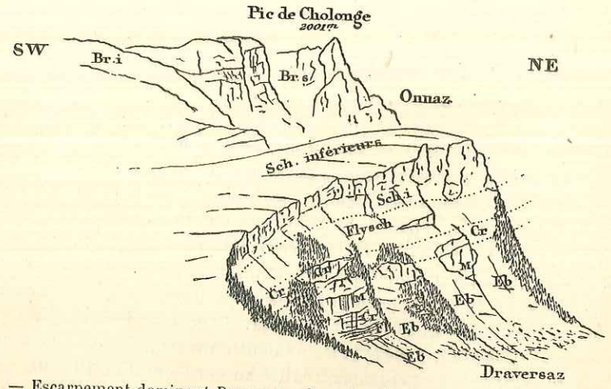


Fig. 29. — Escarpement dominant Draversaz. Croquis pris des flancs de l'arête de Tréveneusaz. — *Eb.* Eboulis. — *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *Br. s.* Brèche supérieure. — *Br. i.* Brèche inférieure. — *Sch. i.* Schistes inférieurs.

Au-dessous du Malm, dans un petit cirque rocheux, on constate la présence des Couches rouges surmontant du Flysch.

Or (fig. 30) il n'y a qu'une manière possible d'interpréter cette coupe du vallon de Draversaz. On a là un *anticlinal déversé à l'est.*

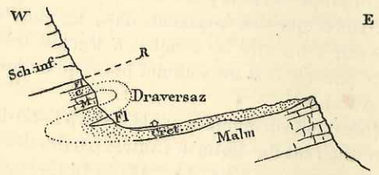


Fig. 30. — Coupe du vallon de Draversaz. — *Fl.* Flysch — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *R.* Plan de recouvrement.

Cette bande de Malm que, tout d'abord, je croyais rattachée à celui qui repose sur le Dogger (comme cela est indiqué sur la carte), est bien indépendante. On ne peut pas la considérer comme la tête d'un anticlinal déversé de l'est à l'ouest. Le repos du Crétacé sur l'arête médiane de Tréveneusaz ne permet pas cette interprétation. La structure de cette arête nous montre qu'elle est aussi déversée à l'est. Du reste, nous verrons plus loin (chapitre XIII, § 3) que le Malm qui domine Draversaz est la continuation d'un pli placé plus au sud.

Abandonnons aussi pour le moment la description de la partie nord-ouest du massif. Elle sera mieux comprise plus loin.

De Draversaz, un sentier se dirige à travers la forêt jusqu'à l'arête de Malm qui soutient le Crétacé. Cette bande de Malm une fois traversée, on entre dans un immense cirque presque entièrement rempli d'éboulis. C'est le cirque de *Tréveneusaz*, qu'Alphonse Favre compare si justement à un cratère (20, § 345). Au centre, sont placés les chalets près desquels on voit affleurer des couches que MM. E. Favre et Schardt considèrent comme liasiques (Pl. X, fig. 11). Je les rapporte au Trias. Au point de vue purement tectonique, l'âge exact de ces couches n'a pas d'importance, mais leur situation au centre du cirque et leur plongement de 30 à 70° à l'est nous indique que dans cet endroit le cirque de Tréveneusaz est constitué par un *pli anticlinal déversé à l'est.* Ce Trias s'appuie directement sur le Malm de l'arête orientale du cirque. Or il devient évident, par la connaissance que nous avons des flancs de Tréveneusaz qui dominent la vallée du Rhône, que cette arête est constituée par *un synclinal déversé à l'est* comme les autres plis (Profil 23).

A côté de la fontaine des chalets de Tréveneusaz on remarque un dépôt sidérolitique remplissant les fentes des calcaires triasiques.

Les deux arêtes du Malm du cirque se rejoignent pour former le *sommet de Tréveneusaz*, appelé à tort Belle-Vue. Le sommet même est occupé par de petits lambeaux de Crétacé en repos normal sur le Malm. Un semblable lambeau existe sur l'arête occidentale, en face des chalets.

La structure du sommet de Tréveneusaz n'est pas très facile à saisir, de même que l'arête qui rejoint le sommet du *col des Portes de Morgin* (col entre le Corbeau et Tréveneusaz).

Sous le sommet même, du côté du cirque, on constate quelques mètres de bancs schisteux gris pincés dans le Malm en formant un pli. C'est probablement du Flysch. Plus à l'ouest, dans la prolongation de l'arête occidentale du cirque, sous l'arête du sommet, on constate encore un petit pli accessoire de Flysch et de Crétacé. Ce petit pli sans importance est déversé à l'ouest. On rencontre ensuite deux autres synclinaux très petits, très redressés de Crétacé, puis on voit s'ouvrir un nouveau cirque rocheux simulant en petit le grand cirque de Tréveneusaz. Au lieu d'être en anticlinal, cette nouvelle dépression est constituée par un synclinal de Crétacé et de Flysch, continuation du pli de Draversaz. Ce pli est à peu près droit ou légèrement courbé *vers l'ouest* près de sa charnière.

Ici les difficultés augmentent par la rareté des affleurements. Le Malm qui enveloppe le Crétacé semble s'étirer et un lambeau de cargneule vient s'interposer entre ce Crétacé et des calcaires gris que j'ai assimilés avec doute au Lias. Tout ceci paraît reposer sur une bande de schistes où abonde *Posidonomya Bronni.* Cet Aalénien butte contre la cargneule du massif de la Brèche du Chablais Quelques grès, sur l'arête, paraissent appartenir au Flysch. Je n'ai pu comprendre les relations de ces terrains entre eux, malgré d'attentives recherches (je compte donc reprendre cette étude quand la carte suisse au 1 : 25000 du massif du Tréveneusaz aura paru). La carte géologique (feuille de Thonon) est très fautive en

ce point. Dans la description de MM. E. Favre et Schardt, l'accident important qui est à déchiffrer ici n'est pas signalé. Il en est de même dans le profil schématique donné par M. Schardt dans le « Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes suisses », où du reste les plis déversés à l'est ont été délaissés. Pour le moment, j'interprète ces accidents par la superposition de deux écailles indépendantes, celle de Tréveneusaz proprement dite, que je viens de décrire, et une deuxième qui apparaîtrait au col des Portes de Morgins, au dessous de la première. Cette deuxième écaille inférieure appartiendrait, à en juger par les terrains (couches à Posidonomyes) qui la constituent, à la zone intérieure de contact.

Le Malm du sommet de Tréveneusaz repose directement sur les calcaires gris du Trias transformés par places, dans la pente orientale, en brèche de dislocation cimentée quelquefois par le même bolus rouge que j'ai découvert près des chalets de Tréveneusaz. Sous le sommet, le Malm plonge fortement à l'est.

La pente méridionale du sommet est très difficile à déchiffrer. Les calcaires triasiques disparaissent. Le Malm affleure non loin de la cargneule, sur laquelle, à l'est, reposent les calcaires triasiques.

Des schistes noirs, d'une trop grande étendue sur la carte, appartiennent au massif de la Brèche. Leur altitude inférieure à celle de l'arête du sommet de Tréveneusaz m'avait fait croire qu'ils passaient sous le Malm de ce sommet. C'est un plissement local qui leur donne ainsi cette apparence. Tout le massif de Tréveneusaz repose sur le gypse et la cargneule très développés des Cavouex à Chemeneau (panorama). Aux Cavouex, on peut constater de grands entonnoirs dans ce gypse. Ils sont immédiatement placés au pied de la paroi de calcaire triasique. Le gypse repose sur la cargneule. Comme on sait qu'ordinairement dans les Préalpes le gypse est inférieur à cette dernière roche, on a peut-être là l'indice d'un nouveau pli déversé à l'est. Toutefois, comme le gypse semble apparaître souvent en lentille dans la cargneule, ce nouveau pli peut ne pas exister.

En Cavouex, la cargneule remaniée contient des cailloux de Malm et de Crétacé. MM. E. Favre et Schardt ont confondu cette brèche de formation récente avec la Brèche du Chablais, avec laquelle elle n'a aucune ressemblance. Ils considéraient du reste tous ces gypes et cargneules comme éocènes.

Le massif de Tréveneusaz repose au sud et au sud-est sur la Mollasse rouge du val de Morgins et d'Illiez.

La Mollasse rouge apparaît sous les grands éboulis du flanc oriental de Tréveneusaz. Son épaisseur n'est pas moindre de 300 mètres. Le point le plus inférieur où je l'ai constatée n'est qu'à 750 mètres d'altitude. C'est au-dessus de Muraz qu'elle apparaît si peu élevée. De ce point elle remonte rapidement en écharpe le long de la montagne. A la cascade du Pessot (torrent qui aboutit entre les deux anticlinaux urgoniens de Colombey ; voir le panorama), son altitude inférieure est de 970 mètres. Plus loin, sous les Cavouex, cette altitude est de 1310 m. De là, épousant la structure du pli anticlinal urgonien de Colombey, ses couches horizontales sous la cargneule prennent une inclinaison de 35 à 50° contre le val d'Illiez (Planche VIII). Elles y descendent rapidement

et occupent complètement le thalweg de la Vièze entre le torrent de Fayot et la Vièze de la Tine. A Troistorrents, le Flysch apparaît sous la Mollasse rouge et, sauf quelques interruptions dues à l'abondance du Glaciaire, ce Flysch peut être suivi jusqu'à Monthey. Sur la rive droite de la Vièze, entre Troistorrents et Monthey, la Mollasse rouge forme une paroi abrupte. Elle s'étend très peu sur cette rive, où elle n'est pas toujours facile à délimiter du Flysch qui la surmonte. Elle s'élève à l'altitude de 950 mètres dans le torrent du Chrétien.

Disparaissant sous le Glaciaire, très développé au-dessus d'Outrevièze, elle réapparaît très puissante et remonte jusqu'à l'altitude qu'elle avait atteinte dans le torrent du Chrétien.

Un décrochement la fait buter contre le Flysch au-dessus de la Condemine. La Mollasse forme encore quelques escarpements rocheux où les couches sont presque horizontales, puis elle disparaît subitement du relief du sol où elle paraît former un synclinal dont la charnière serait très obtuse.

La Mollasse rouge affleure sous Choex et borde la montagne. Ce nouvel affleurement me paraît être assez indépendant du premier et constituer un nouveau pli synclinal. J'ai, en effet, constaté la présence du Flysch aux maisons des Combes, sous l'escarpement mollassique supérieur. Quoiqu'il en soit, la disposition de la Mollasse rouge sur la rive droite de la Vièze est assez singulière.

La Mollasse atteint son altitude la plus supérieure sous les Cavouex (1500 m.). Son contact avec la Cargneule est des plus visibles. Elle disparaît presque horizontalement sous ce dernier terrain. Son altitude maximum correspond aussi au point le plus élevé du pli urgonien de Colombey.

La Mollasse pénètre dans le vallon de Morgins, non loin du village. Dans le torrent de Fénebey il s'interpose entre elle et le Trias une série de calcaires et de schistes. Voici la coupe de haut en bas du ravin :

Cargneule Calcaires Schistes verdâtres argileux Cargneule	}	10 m.
Calcaires et schistes		20 m.
Lentille de calcaires durs		5 m.
Schistes avec bancs calcaires		5 m.
Bancs de Mollasse rouge ?		3 m.
Schistes micacés avec bancs de grès (Flysch ?)		5 m.

Plan de faille de 15° d'inclinaison, avec miroir de faille coupant obliquement la Mollasse rouge typique.

Ces schistes et ces calcaires appartiennent probablement au Lias ou au Dogger. On pourrait les considérer comme un lambeau de poussée, reste du flanc renversé d'un pli déversé au sud. Nous verrons plus loin qu'une autre interprétation peut en être donnée.

Le Flysch apparaît sous la Mollasse grâce à l'érosion de la Vièze de la Tine. Il était exploité pour ardoises au lieu dit les *Chosalet*.

La Mollasse rouge du vallon de Morgins disparaît en amont sous le Glaciaire et l'éboulis.

Resumé. — Le massif de Tréveneusaz est constitué par une série de plis déversés à l'est, contrairement au déversement général des plis des Préalpes médianes. Au nord, ce massif chevauche sur le grand synclinal de Flysch des Préalpes médianes. Au sud et au sud-est il chevauche sur la Mollasse rouge. Celle-ci, épousant le pli urgonien de Colombey, forme un synclinal dans le Flysch de la rive droite de la Vièze.

CHAPITRE XI

Ecaille indépendante du Lias à Gryphées du val d'Illiez.

Profils 19, 21 et 22. Planche VIII.

Quand du village de Morgins on se dirige au col du même nom, on constate sur le talus de la route, près des maisons de Ravayres, un petit affleurement de cargneule sur lequel vient s'appuyer un petit lambeau de Lias à *Gryphæa arcuata*. Ce gisement fossilifère, connu depuis longtemps, est épuisé. Les couches de ce calcaire à silex plongent de 10 à 20° au N. N. W. Elles s'enfoncent sous un complexe de couches sur lesquelles je reviendrai et qui présentent le Flysch à la base. Or, à Morgins même, dans le torrent sous l'hôtel, affleure le Flysch. On ne peut donc pas avoir de doute sur l'individualité de l'écaille ainsi amorcée.

La *Pointe de l'Haut* est la continuation du même accident. Cette petite montagne a la forme d'un grand plateau incliné de Lias reposant sur le Flysch, à l'est comme au sud.

La Cargneule affleure en quelques points entre le Lias et le Flysch. C'est ainsi que je l'ai constatée au nord sous le sommet et au sud dans la pente, non loin d'un col appelé la Porte du Soleil (Pl. VIII).

Le Lias inférieur, peu riche en fossiles, m'a cependant livré quelques *gryphees*, *Belemnites acutus* Miller, un *Pecten* et quelques traces d'ammonites indéterminables. C'est le même faciès que celui de l'écaille de Morgins.

L'écaille de la Pointe de l'Haut est plus complète que celle de Morgins. Le Lias supérieur non fossilifère est très développé. Il a beaucoup de ressemblance avec les Schistes inférieurs de la région de la Brèche. C'est ainsi qu'il forme un petit vallon qui descend du sommet vers les chalets de Dronnaire.

Le sommet de la Pointe de l'Haut est occupé par quelques bancs de Brèche alternant avec des schistes noirs qui rappellent ceux des Schistes ardoisiers.

La Pointe de l'Haut s'enfonce *sous* le Trias de la région de la Brèche. Son indépendance est ainsi bien manifeste. Je reviendrai du reste sur ce point. J'ai dû faire connaître dès maintenant l'isolement tectonique de ces Lias à Gryphées, afin de rendre plus clair le chapitre relatif aux relations du massif de la Brèche et du Flysch du val d'Illiez.

CHAPITRE XII

Relations de la région de la Brèche et des Préalpes médianes entre la vallée du Brévon et Taninge (vallée du Giffre).

Profils 1 à 12, 14, 15.

Un simple coup d'œil jeté sur les Profils 1 à 12 montre que le contact de la région de la Brèche avec les Préalpes médianes est anormal et que partout ce contact se fait par le chevauchement de celle-là sur celles-ci.

Comme dans mes descriptions des plis situés au nord du massif de la Brèche, partons du Profil 1, à savoir du pied de Chalune.

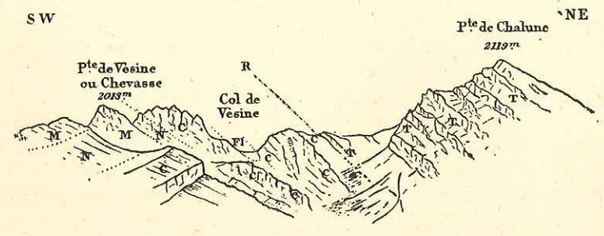


Fig. 31. — Recouvrement du massif de la Brèche. Croquis pris du Praz de Lys. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *N.* Néocomien. — *M.* Malm. — *T.* Calcaires et calcaires dolomitiques du Trias. — *R.* Plan de recouvrement.

Le genre de contact des deux régions est des plus faciles à saisir sous la Pointe de Chalune. La figure 31 prise du Praz de Lys est particulièrement remarquable. La Pointe de Chalune, composée tout entière de calcaires et de dolomies triasiques, s'élève comme une masse grise sur son soubassement rouge de Crétacé supérieur. Le Trias est manifestement en recouvrement sur celui-ci.

La Pointe de Vésine ou Chevasse (2013 m.), est formée par la série normale Dogger, Malm, Néocomien, Crétacé, Flysch, ce dernier, placé dans un synclinal, occupe le col qui donne accès par le nord à un petit vallon sauvage très rocailleux où, sous l'éboulis, on voit de place en place le Flysch et le Crétacé. La Pointe de Vésine et son synclinal n'ont qu'une faible étendue. Du sommet une arête très rapide descend brusquement au nord et livre passage à un petit sentier qui des Granges Chavan conduit au col de Vésine.

Le cirque des Granges Chavan est entièrement en cargneule et calcaire dolomitique. Nous savons qu'au col de Chavan le Rhétien affleure entre le Dogger et ce Trias. Plus bas, au nord, le Rhétien est absent. Sur le sentier du col de Vésine, au pied de la paroi de la pointe de ce nom, on constate la présence de calcaires spathoïdes à teinte violacée et rouge qui appartiennent peut-être au Lias. Je n'ai pu déterminer exactement l'âge de ces roches, les conditions d'affleurement n'étant pas des plus nettes. Par places ces calcaires sont transformés en une vraie brèche. On longe ensuite un éboulis placé au pied des couches à *Mytilus*. Le sentier suit la paroi. A gauche en montant, un monticule appelé la Motte rouge est formé par les mêmes couches qui constituent la Pointe de Vésine, mais elles y sont beaucoup plus redressées et plus amincies (Profil 2). Nous débouchons dans un petit cirque d'où part le petit vallon qui s'élève et qui se termine au col de Vésine.

Avec ces données, recherchons maintenant comment va se comporter la région de la Brèche vis-à-vis du pli synclinal du col de Vésine.

A la voûte du Roc d'Enfer, simple au passage de Graidon, où elle est déversée sur le Flysch (Profil 15), vient s'ajouter plus au sud le synclinal du Petit-Souvre. Celui-ci, dont un des flancs est formé par le Trias de la Pointe de Chalune, chevauche comme celle-ci sur le dernier pli des Préalpes médianes. Or *ce chevauchement n'est pas parallèle à ces plis, mais il est oblique*. Ainsi, au col de Vésine, le Trias repose sur le Crétacé renversé, plus bas il atteint le Crétacé normal. Très oblique alors, au point où les couches de la pointe de Vésine se redressent — mouvement coïncidant aussi avec un abaissement rapide de l'arête de Vésine —, le chevauchement coupe successivement en sifflet toutes les couches et *le synclinal de Vésine avec son flanc normal disparait sous le Trias de la région de la Brèche.*

Cette disposition de la Pointe de Vésine est certainement un des plus curieux accidents de la région. Il arrive alors que le Trias de l'anticlinal V, dont j'ai parlé dans le chapitre I, vient se placer en concordance sous le Trias de la région de la Brèche (Profil 3).

Cette disposition du pli de Vésine ne se poursuit pas sur une très grande longueur. En examinant successivement les coupes 3, 4, 5 on voit apparaître au contact de la Brèche inférieure, à Pététeau, une traînée de Crétacé supérieur qui vient nous démontrer l'existence en profondeur du pli anticlinal qui fait évidemment suite au synclinal du col de Vésine. En effet, nous savons que le petit synclinal de Pététeau provient par des modifications multiples d'une combinaison des anticlinaux I et II du massif de la Haute-Pointe. Or il est évident que le Crétacé rouge que nous voyons apparaître à Pététeau sous la région de la Brèche, est la sortie d'un anticlinal VI qui, par disparition des anticlinaux III, IV et V, vient former le flanc renversé du petit synclinal de Flysch.

Le chevauchement *transgressif par rapport aux plis recouverts* se complique encore par la disparition progressive du sud vers le nord du Trias de la région de la Brèche. Les calcaires dolomitiques, si puissants dans la Pointe de Chalune, sont réduits à un petit affleurement de cargneule près d'une petite fontaine, un peu au sud des chalets de Pététeau, et encore ne suis-je pas certain que ce Trias

soit indépendant de l'anticlinal V dont nous nous sommes entretenus. Dans ce cas cette cargneule appartiendrait aux Préalpes médianes et tout le Trias de Chalune aurait disparu.

La Brèche inférieure, par la disparition de son substratum triasique, vient toucher sous les chalets de Pététeau les Couches rouges (Profil 5). Celui-ci est, en cet endroit, bréchoïde et contient des fragments de Trias et de Permien. Il est en couches verticales ou plongeant de 70° au sud-est, alors que la Brèche plonge de 25° au nord-ouest. Cette discordance si visible ne peut être attribuée qu'à un mouvement de dislocation.

Si de ce point, placé à l'aval d'un petit marécage circulaire au pied des rochers, nous descendons dans une forêt qui s'étend jusqu'à la vallée, nous voyons le Flysch s'intercaler entre ce Crétacé et la Brèche en plongeant fortement sous cette dernière. Plus bas, l'anticlinal des Couches rouges disparaît (Profil 6).

Au point 1785 mètres, sur la rive droite du Brévon, au confluent de trois arêtes de Flysch, surgit un amoncellement rocheux dont la position en ce point est très singulière. C'est la Pierre Saône d'A. Favre, constituée par un anticlinal évidemment très étiré et surgissant du sol comme une pointe formée de Couches rouges et de Malm, ce dernier reposant sur la cargneule. Quelques bancs d'un calcaire gris sous la Pierre Saône représentent peut-être le Dogger (Profil 15).

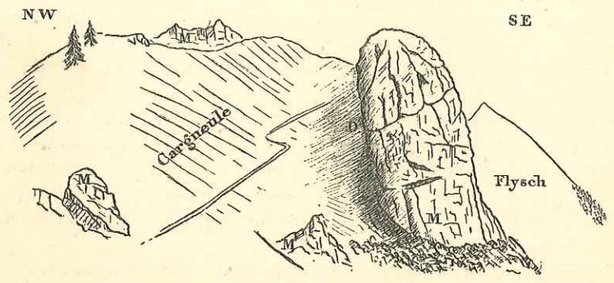


Fig. 32. — La Pierre Saône vue du sud-est. — *M.* Malm. — *D.* Dogger?

Cet anticlinal est la suite de l'anticlinal crétacé de Pététeau. On voit de combien cet anticlinal s'est éloigné du Roc d'Enfer ; comme nous savons d'autre part que la région de la Brèche a conservé son pli frontal qui lui sert de limite dans la partie qui nous occupe maintenant, on voit ainsi manifestement combien sont indépendantes les deux régions en présence.

La voûte du Roc d'Enfer, couchée sur le Flysch au col de Graidon, ne possède probablement pas un flanc renversé d'une égale puissance au flanc normal ; le flanc renversé doit être même très étiré, car lorsque se présente le synclinal du Petit-Souvre, la Brèche supérieure qui forme l'ossature de la voûte a disparu, et ce sont les Schistes ardoisiers qui touchent le Flysch. Des éboulis ne permettent pas de voir le contact, mais on n'en peut douter. Le synclinal du Petit-Souvre, bien que précédant le Roc d'Enfer à l'ouest, *ne doit pas être considéré*

comme un pli antérieur à l'anticlinal de la région de la Brèche, mais comme un pli oblique qui, par son amplitude et par le fait aussi de la disparition de la Brèche supérieure, vient obliger le flanc occidental du pli du Roc d'Enfer à prendre fin. Ce synclinal, oblique au pli anticlinal, n'a du reste qu'une existence passagère, car il cesse entre la Pointe de Chalune et le Roc d'Enfer.

Revenons au point de départ, c'est-à-dire au col de Vésine, et descendons vers le sud.

Le Flysch du col disparaît. La pente gazonnée ne laisse plus voir que les Couches rouges s'appuyant sur le Néocomien. Le Trias de la Pointe de Chalune, tout en se transformant en cargneule, descend rapidement aux Munes, dont il occupe tout le bas fond. La ligne de chevauchement décrit une courbe due à la topographie, car, par le fait de l'inclinaison du plan de recouvrement, le contact est atteint plus en arrière par la surface du sol, quand celui-ci diminue d'altitude. Les cargneules qui déterminent une série de petits vallons encaissés au-dessus des chalets de Munes s'appuient tantôt sur le Flysch, très froissé, comme au Chalet Blanc, tantôt sur le Crétacé supérieur (Profil 1).

Au col de la Ramaz (entre la Pointe de Vésine (2013 m.) et le point 1781 mètres) le Flysch est plus puissant et le Crétacé y est par places bréchiforme.

Ici la complication devient extrême.

Les couches qui composent la pointe et le col de Vésine décrivent une courbe et viennent les unes après les autres buter contre la Cargneule de l'anticlinal V. Cette rencontre a lieu avec un écrasement suivi de complications secondaires très remarquables, mais qu'il est presque impossible de décrire, entre le Crétacé supérieur et le Flysch. On peut dire d'une façon générale que les terrains du flanc normal de l'anticlinal V et du synclinal de Vésine viennent comme s'écraser sur le noyau triasique de l'anticlinal ; je reste cependant dans le doute sur le genre de contact. De tels dédales sont presque inextricables : ainsi le Crétacé semble être un instant en faux synclinal dans le Flysch ; plus loin un lambeau isolé repose sur ce terrain.

Le Crétacé qui forme la petite masse isolée, en forme de fuseau sur la carte, constitue un petit escarpement rocheux dont les couches sont peu inclinées (Profil 8). Tout ce paquet apparaît au-dessous du Trias. Le contact est bien visible dans un petit torrent qui descend de la pointe 1782 contre le col de la Ramaz.

Les couches qui appartiennent à la région de la Brèche ne sont pas moins froissées et en ce point apparaît le seul lambeau de roche ancienne dans la marge triasique de la région. J'ai décrit son emplacement (p. 35).

Les grès qui entourent la kersantite sont attribuables au Houiller. Dans le pâturage, ces grès sont très rapprochés du Crétacé supérieur. A-t-on le droit de penser que la roche ancienne représente un anticlinal étiré ? Non. Elle appartient à une vraie lame où les rapports stratigraphiques sont loin d'être conservés dans leur succession normale. C'est ainsi qu'en s'élevant de la kersantite à travers des pâturages tranquilles, tout en obliquant vers la gauche, on rencontre une bande de quartzite au contact de schistes appartenant à la Brèche. Si, de là, on

se dirige au nord, on trouve de la cargneule contenant du gypse, manifestement renversée sous les quartzites. Ceci me porterait à croire que si des relations stratigraphiques existent encore dans un tel dédale, elles sembleraient plutôt indiquer que tout ce qui accompagne la lame de terrains anciens est plutôt renversé que normal.

On peut être certain, en tout cas, que la kersantite appartient bien au système de la Brèche de Chablais et que les roches qui l'accompagnent chevauchent sur le Crétacé supérieur ou sur le Flysch.

Une petite plaine marécageuse au pied des escarpements de Brèche inférieure vient nous voiler un instant le contact des deux régions. Les couches de cette Brèche plongent obliquement contre la petite plaine où elles viennent s'effacer tour à tour, et la Brèche inférieure, qui dans la Pointe de Haut-Fleuri a une si grande puissance, se réduit rapidement à rien.

Comme dans la partie nord du pli de Vésine, deux bandes triasiques indépendantes, celles de la région de la Brèche et de l'anticlinal V, viennent en contact par disparition des parties intermédiaires. Il m'est impossible de dire si l'accident se fait aussi par la disparition souterraine de la masse intermédiaire, mais il est notable que là aussi le chevauchement de la Brèche reste nettement transgressif sur les plis qui le précèdent, même si par écrasement il excluait au dehors la partie visible des plis de Vésine.

Au-dessous de la petite plaine marécageuse dont j'ai parlé s'étend un petit vallon, ou plutôt une sorte de ride sur les flancs de la montagne. A l'ouest, une forêt sombre croît sur le Lias supérieur et bientôt on constate dans le vallon la présence de la Cargneule. En la suivant nous arrivons à un petit col d'où l'on voit se dérouler la riante vallée du Giffre.

Soit par les coupes de détail (Profils 9, 10, 11, 12), soit par la coupe générale n° 14, il est facile de se rendre compte du contact des deux systèmes.

La Cargneule que nous venons de rencontrer (Coupe 9 et 14 *a*) cesse bientôt et la Brèche repose directement sur le Lias supérieur (Coupe 14 *b*).

Le plan de chevauchement peut être considéré comme la réunion de deux plans de faille, celui de la région de la Brèche et celui sur lequel viennent s'écraser successivement les différents terrains du pli de Vésine. En effet, à Lachaz, un peu plus bas que le point où la Brèche touche le Lias supérieur, nous voyons *s'intercaler du Crétacé supérieur entre les deux séries*. Directement au nord des chalets de Lachaz on voit ce Crétacé s'ouvrir et former un petit synclinal dont le centre est occupé par quelques mètres de Flysch (Coupe 14 *c, d*). L'affleurement se trouve sur un petit sentier à une centaine de mètres dans les pâturages rocailleux, qui s'élèvent des chalets contre le masssif de la Brèche, sur la rive gauche d'un ruisseau. A l'endroit même, la Brèche inférieure paraît reposer sur le Crétacé (désigné sur les croquis 5 et 11 par le monogramme *c*).

Ce Crétacé et ce Flysch représentent évidemment la continuation du pli de Vésine. C'est comme une sorte de coin qui apparaît entre les deux plans de chevauchement qui s'étaient confondus.

Des chalets de Lachaz un sentier nous conduit rapidement à la vallée. Nous

voyons la cargneule et les calcaires dolomitiques s'interposer à nouveau sur le plan de chevauchement de la Brèche La lame de Crétacé s'écrase par places pour renaître ensuite, disposant ses débris en chapelet. Au-dessus de Grevalet le Crétacé forme un gros rocher. Plus bas, ses fragments semblent mélangés avec le Lias supérieur, au-dessus duquel la cargneule prend de plus en plus de puissance. L'ensemble va se perdre dans de grands éboulis au pied de la Pointe de Marcelly.

La coupe que je relève du Flysch de Matringe à la Brèche du Chablais a loin d'avoir la simplicité de celle d'A. Favre (20, § 299). Le célèbre géologue genevois n'avait pas vu la cargneule du massif de la Brèche ; il supposait que la Brèche reposait directement par l'intermédiaire de calcaires noirs sur le Rhétien.

L'existence continuelle de Trias au pied du massif de la Brèche, la liaison de la Brèche inférieure avec son substratum ne peuvent laisser d'incertitude sur l'âge de cette Brèche, du moment que les cargneules ne sont pas considérées comme éocènes. D'autre part, le Flysch, parfois avec ses marnes argileuses rouges à la base, vient en repos normal sur la Brèche supérieure. Ceci suffit pour nous montrer, par la répétition continuelle de cette coupe, sur le pourtour du massif, que l'âge jurassique des Brèches du Chablais ne peut plus être mis en doute [1].

La coupe de Matringe se montre donc constituée de haut en bas de la manière suivante :

Brèche inférieure
Trias
Crétacé supérieur
Flysch
Crétacé supérieur
Lias supérieur
Lias inférieur
Rhétien
Trias
Malm
Crétacé supérieur
Flysch

Continuons nos recherches vers le sud-est.

De grands cônes d'éboulis viennent nous voiler l'étude du contact des deux régions aux pieds des Pointes de Haut-Fleuri et de Marcelly.

[1] Jaccard (32, p. 28) interprète singulièrement la coupe de Matringe. Pour lui le gypse et les cargneules inférieures appartiennent à l'Éocène, alors que la bande supérieure, qu'il avait parfaitement observée, serait l'équivalent du Dogger. Les géologues qui ont voulu voir dans les cargneules et gypses des Préalpes autre chose que du Trias ont régulièrement commis leurs erreurs dans les localités les plus disloquées. La suite des bandes de ce terrain, comme mes coupes et la carte l'indiquent, suffisent à défendre la manière de voir qu'a toujours professée et défendue M. Renevier, à savoir leur âge triasique. M. Bertrand a, d'autre part (37), montré que les prétendues cargneules du Jurassique moyen de Jaccard étaient parfaitement triasiques.

Les deux monticules du Roc des Suets et des Suets appartiennent aux Préalpes médianes. Ce dernier montre la continuation du synclinal compris entre les anticlinaux IV et V. Ce synclinal s'infléchit au sud et, abandonnant le pied du massif de la Brèche, va se terminer dans la Pointe d'Orchez.

Un troisième monticule apparaît plus à l'est (Profil 12 et 14). Ce petit bombement nommé Sur le Rocher est formé par les quartzites du Trias accompagnées au sommet par du calcaire dolomitique. Un peu à l'est de l'escarpement de Quartzite, on trouve dons la forêt du grès houiller que A. Favre signale déjà (20, § 301).

En contrebas de cette forêt, un autre bombement, bien moins marqué dans le relief du sol, présente des affleurements excessivement importants.

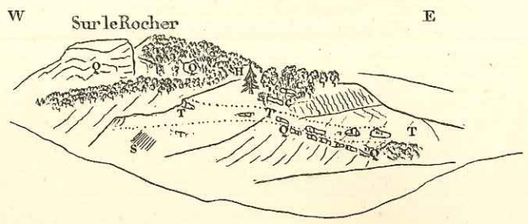


Fig. 33. — Croquis pris d'un monticule morainique en forme de selle, au sud-est de Sur le Rocher. — *H.* Houiller. — *Q.* Quartzites. — *T.* Calcaire triasique. — *S.* Schistes triasiques ? — *Cr.* Crétacé supérieur.

On remarque dans les champs un affleurement de quartzite surmonté par une bande de calcaire gris un peu sériciteux : ce calcaire représente probablement le Muschelkalk. Au-dessus, dans la forêt, deux petits bancs rocheux sont constitués par du Crétacé supérieur (fig. 33).

Ce Crétacé, sur lequel chevauche la région de la Brèche, peut être considéré comme une lame du même genre que celle que nous avons vue à Lachaz. Elle vient en tout cas nous démontrer que *le massif de la Brèche chevauche aussi vers le sud*. Quant au banc de quartzite et de calcaire du Trias inférieur au Crétacé, nous en verrons l'explication plus loin.

L'étude de la Gorge du Foron, en amont de Taninge, nous réserve une surprise tout aussi intéressante.

C'est en 1891, alors que nous ne doutions pas des dislocations étranges de cette région, que, en compagnie de M. Renevier, je visitai cette gorge pour la première fois. A. Favre, en la décrivant, n'y mentionne que le Houiller et le Trias. Nous rencontrâmes un poudingue dont, à l'étude, les matériaux nous frappèrent. A côté des roches siliceuses, on voit des calcaires gris qui nous rappelèrent le Crétacé. Ce poudingue nous paraissant surmonté par le Trias, nous en tirâmes la conclusion que des galets calcaires, chose très extraordinaire, étaient contenus dans ce Houiller.

L'année suivante, me trouvant avec M. Marcel Bertrand à Taninge, je lui montrai ce singulier poudingue. Il eut l'idée de faire préparer une plaque mince des galets calcaires. A notre grande stupéfaction nous constations que cette roche était du Crétacé supérieur. J'entrepris alors l'étude détaillée de la gorge (fig. 34).

Quand on remonte cette gorge par la rive gauche, on constate, après les dernières maisons de Taninge, un affleurement de couches verticales constituées par du Crétacé supérieur. Ces couches s'appuient contre le calcaire triasique (Coupe AB, fig. 35).

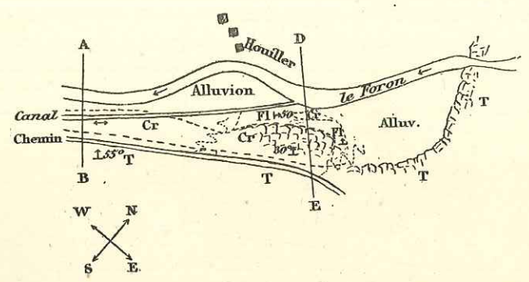


Fig. 34. — Plan de la Gorge du Foron en amont de Taninge. *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *T.* Calcaires triasiques.

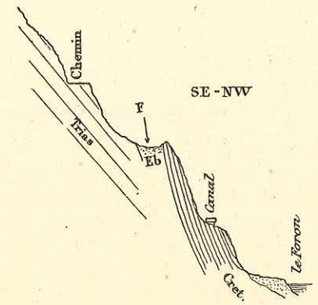


Fig. 35. — Coupe AB de la figure 34.

La faille passe au-dessous du vieux chemin de Taninge à Avonnex. Sur le Crétacé est construit un canal en bois dont l'eau alimente une scierie.

Plus en amont, la végétation envahit les flancs de la gorge et, après quelques mètres d'alluvion, nous arrivons au point où le canal prend naissance. Les couches crétacées, de verticales qu'elles étaient, plongent maintenant de 30° au nord-ouest et recouvrent le poudingue à galets calcaires dont l'âge ne peut maintenant plus être mis en doute : *c'est du Flysch*.

Le Crétacé et le Flysch butent par faille verticale contre le Trias (fig. 36). Un petit sentier passe par le plan de faille. L'éboulis empêche de constater le contact.

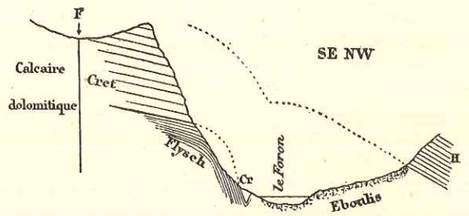


Fig. 36. — Coupe DE de la figure 34.

Un plissement local a laissé au bord du torrent un bloc de Crétacé pincé dans le Flysch.

La faille de contact de ces deux terrains et du Trias n'est qu'un accident local qui vient compliquer l'allure générale de la dislocation. Bien que les contacts ne soient pas visibles, il n'y a aucun doute à avoir sur les relations de ce Crétacé avec le Houiller. Lorsque, placé sur la rive droite du Foron, près de quelques maisons, non loin d'un affleurement houiller, on regarde l'escarpement de Crétacé supérieur, on s'aperçoit bien vite que ce Crétacé doit s'enfoncer sous le Carbonifère et que l'accident doit être interprété comme celui de Sur le Rocher, comme celui de Lachaz, comme ceux de Vésine. On peut affirmer que le Houiller de Taninge, de Sur le Rocher et des Trias qui les accompagnent *n'ont pas, verticalement, racine en profondeur mais sont des masses charriées, avec toute la région de la Brèche, à laquelle ils appartiennent, sur les terrains extérieurs.*

En remontant le torrent, nous voyons les calcaires blancs compacts triasiques venir rétrécir considérablement la gorge en occasionnant une baignoire naturelle, nommée la Gouille d'Enfer. Le Houiller plonge sous cette barre triasique, puis réapparaît plus développé en amont. On voit sur la rive gauche l'entrée d'une ancienne galerie ; sur la rive droite, deux autres, en grande partie masquées par l'éboulis, sont encore visibles.

Le Carbonifère affleure sur une centaine de mètres, simulant une petite voûte dont l'axe a une direction N. W -S. E. Sur la rive droite il est recouvert par une arkose rouge. Il disparaît en amont sous le gypse, dont une ancienne carrière est encore visible sur la rive gauche sous les éboulis des Schistes inférieurs de la Brèche.

Résumé. — La région de la Brèche du Chablais chevauche sur les Préalpes médianes à l'ouest et au sud. Le chevauchement indépendant des parties chevauchées les recouvre parfois obliquement à la direction de leurs plis, en sorte qu'il semble transgressif sur la direction de ces plis recouverts. Il arrive parfois,

comme pour le pli de Vésine, que les anticlinaux des Préalpes médianes disparaissent obliquement sous le massif de la Brèche. Ce même pli de Vésine, très écrasé, peut être suivi jusque près de Taninge par la présence de lambeaux de Crétacé pincés sous le plan de chevauchement.

Le chevauchement du massif de la Brèche se fait tantôt sur le Trias, tantôt sur le Lias supérieur, le Crétacé ou le Flysch.

CHAPITRE XIII

Relations du massif de la Brèche du Chablais avec le Flysch de la vallée du Giffre et du val d'Illiez jusqu'au massif de Tréveneusaz.

Profils 1, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.

Je diviserai ce chapitre en trois paragraphes :

§ 1. Relations du massif de la Brèche avec le Flysch entre Taninge et le col de Coux (Illiez). La rive gauche du Giffre.

§ 2. Relations du massif de la Brèche avec le Flysch du val d'Illiez. Lambeaux de recouvrement du val d'Illiez et de Morgins.

§ 3. Relations avec le massif de Tréveneusaz.

§ 1. *Relations du massif de la Brèche avec le Flysch, de Taninge au col de Coux (Illiez).*

Nous venons de voir, en étudiant la gorge du Foron à Taninge, que le massif de la Brèche reposait sur le Flysch et le Crétacé. Le chevauchement vers le sud du massif de la Brèche est encore révélé dans un affleurement important analogue à celui de Taninge. A quelques mètres à l'est des maisons du Bouchet, sous le village de Verchaix, au pied du grand escarpement du massif de la Brèche, on constate un affleurement de Crétacé supérieur (Profil 13 et 14). La roche crétacée est exploitée en carrière au niveau de la plaine alluviale du Giffre.

Les couches sériciteuses sont excessivement froissées et étirées. On a de la peine à les reconnaître. Quelques bancs mieux conservés que le reste ne peuvent cependant prêter à discussion. Les autres sont semblables au Flysch rouge. Les foraminifères habituels du Crétacé y sont reconnaissables mais absolument étirés ou comme fondus dans la roche.

Le massif de la Brèche devait primitivement occuper le flanc gauche de la vallée du Giffre. Plusieurs lambeaux de Trias *en recouvrement sur le Flysch* sont les seuls témoins de cette ancienne extension.

Quand on gravit de Saint-Sigismond les pentes de pâturages et de forêts qui s'élèvent au nord, on est étonné de rencontrer sur l'arête de la montagne un grand lambeau de cargneule et de calcaire dolomitique reposant sur le Flysch (Profil 13). Le contact est visible sur plusieurs points. Ce lambeau s'étend un

peu à l'est de la Croix de Verache jusqu'au-dessus des pâturages des Praz. Au-dessus des Plaignes, un petit lambeau de Brèche inférieure est intercalé entre la cargneule et le Flysch qui affleure dans les pentes. On ne peut avoir de doute sur l'origine de ce lambeau de Trias. Le chevauchement du massif de la Brèche vers le sud, comme le Crétacé de Taninge et du Bouchet le démontrent, la présence d'un lambeau de Brèche sous l'affleurement de Trias qui nous occupe, tout ces faits parlent en faveur d'un recouvrement et nous montrent que le massif de la Brèche s'étendait jusque sur les arêtes qui dominent la vallée de l'Arve avant que les érosions l'aient atteint.

D'autres lambeaux existent dans la pente qui descend au Giffre. J'en ai découvert un certain nombre, mais il en existe encore d'autres sans doute. La présence continuelle du Flysch dans la pente ne peut laisser de doute sur la nature de ces affleurements de Trias. Ils n'ont pas racine et tous sont des lambeaux de recouvrement qui dépendent du massif de la Brèche, sauf trois ou quatre sur lesquels je reviendrai et qui me paraissent appartenir aux Préalpes médianes. Quelques affleurements placés dans le thalweg de torrents peuvent seuls soulever des doutes, mais on s'aperçoit bien vite que ce sont des morceaux ayant glissé.

Je signalerai les affleurements suivants :

Cargneule au-dessus de Marvelle, sur le sentier de la Biolla ; entre les Champs et les Vays, outre un affleurement de cette roche, on constate sur le sentier un petit lambeau de Brèche ; plusieurs affleurements de cargneule dans le torrent qui alimente les scieries à l'ouest de *Morillon* ; Cargneule aussi dans un torrent sous les Ravines ; enfin dans les hauteurs entre Morillon et l'Etelay, M. M. Bertrand a constaté plusieurs affleurements de gypse (37, p. 45). Je n'ai observé que celui marqué en couleur de Trias sur la carte. Le gypse y est accompagné de schistes noirs très particuliers.

M. Ritter [1] a rencontré quelques affleurements de gypse intimement liés au Flysch au sud-est de la Joux, près de St-Sigismond. Ce sont manifestement des morceaux glissés appartenant aussi au massif de la Brèche.

Étudions maintenant la partie comprise entre le Giffre et le col de Coux.

Le village de Samoens est bâti au pied d'un escarpement de Nummulitique dont les couches s'enfoncent sous le Flysch, qui s'élève en pentes douces contre le massif de la Brèche du Chablais. Les affleurements sont rares. En suivant les chemins et les ruisseaux on en rencontre suffisamment pour qu'on n'ait aucun doute sur la constitution du sol. Ce Flysch plonge en général au nord-ouest. Quelques plissements locaux sont cependant observables. Toute cette masse de terrain tertiaire *s'enfonce sous le Trias du massif de la Brèche* [2]. Le contact des deux terrains n'est pas visible. Un grand lambeau de terrain glaciaire s'étend de Vigny à Marny. Sous les maisons de ce dernier hameau on constate un escarpe-

[1] Renseignement inédit.

[2] Sous les maisons de Sesonet j'ai trouvé des grès micacés qui indiqueraient, s'ils appartiennent au Flysch, un pli de ce dernier terrain perçant la couverture triasique.

ment de quelques mètres, entouré d'arbres, constitué par des couches d'un calcaire noir, gréseux, micacé que j'avais tout d'abord rapporté au Lias inférieur. En relisant mes notes je les considère maintenant comme Lias supérieur. Les couches plongent de 45° au nord-ouest. Au nord des maisons de Marny, on exploite ces calcaires qui en ce point ressemblent au Dogger. Les bancs plongent alors de 15° au sud-est. Quelques couches présentent de grands *Zoophycos*. Quelques mètres plus bas, sur le sentier de Chosalet, on aperçoit le Flysch. Cet affleurement liasique s'étend jusqu'au torrent des Granges Chavonnes. Au-dessus de la Rosière j'y ai trouvé des traces de brachiopodes dans des noyaux plus calcaires, sortes de rognons très durs (Profils 1 et 14).

La cargneule repose sur ces couches calcaires. Elle descend en écharpe et on l'atteint sur le sentier de Charrière aux Granges Chavonnes avant le premier torrent.

Les deux torrents des Granges Chavonnes descendent en une succession de cascades et se rejoignent directement sous le sentier. Bien que la végétation soit très abondante, l'érosion due aux torrents permet cependant d'étudier facilement les environs de leur confluent.

En descendant le cours peu facile à suivre du premier torrent (le méridional), on voit apparaître sous la cargneule de la rive droite une paroi blanche de gypse. Si de ce point on rattrape la forêt de la rive gauche, on constate sur un petit sentier près d'une maisonnette la présence d'un banc de quartzite reposant sur des schistes rouges triasiques. En descendant dans la forêt, on atteint ensuite des bancs de calcaires blancs et noirs. L'étude microscopique de ces roches m'a montré, par les foraminifères qu'elles contiennent, qu'elles appartiennent au Crétacé supérieur (fig. 37).

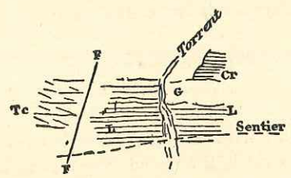


Fig. 37. — Cascade du premier torrent des Granges Chavonnes. *FF*. Faille.— *Cr*. Crétacé. — *L*. Lias schisteux. —*G*. Gypse.— *Tc*. Cargneule.

Mais au lieu de reposer sur le Flysch comme celui de Taninge et du Bouchet, ce Crétacé apparaît comme une lentille au milieu du Trias, car au-dessus on aperçoit un affleurement important de gypse recouvrant le Lias.

Sur la rive droite du torrent, une petite faille fait buter la cargneule contre les schistes liasiques.

L'affleurement de Crétacé est évidemment ramené dans cette position singulière par un accident local analogue à ceux de la gorge du Foron, à Taninge. Ce Crétacé devait être pincé primitivement entre le Flysch et le Lias, à moins que sa présence n'indique l'existence d'une petite écaille secondaire de laquelle

ferait partie la bande liasique. En tous cas, cette particularité ne doit pas infirmer la loi générale, à savoir que *le massif de la Brèche du Chablais chevauche vers le sud-est*.

La limite entre le Lias et le Flysch est très difficile à établir sous les Granges Chavonnes. Plus haut, sur le chemin du col de la Golèze, on peut être certain de la disparition totale du Lias, car la Cargneule repose directement sur le Flysch (Profil 14).

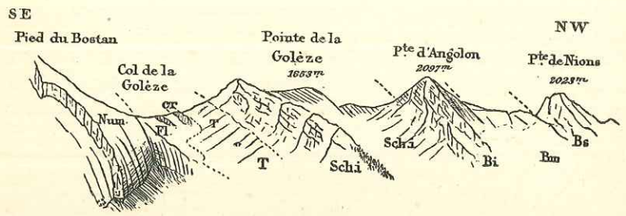


Fig. 38. — Le col de la Golèze vu du col de Coux.— *F*. Flysch. — *Num*. Nummulitique.— *Cr*. Crétacé sup. — *Bs*. Brèche supérieur. — *Bm*. Schistes ardoisiers. — *Bi*. Brèche inférieure.— *Sch. i*. Schistes inférieurs.— *T*. Calcaires et cargneules du Trias.

Le sentier du col de la Golèze s'élève lentement à partir des Granges Chavonnes. Au col, il s'intercale entre le Trias et le Flysch une bande de Crétacé supérieur. Ce sont des calcaires blancs plongeant d'environ 35° sous le massif de la Brèche (Profil 14). Le Crétacé forme un monticule sur le col et descend sur le versant nord de celui-ci ; il affleure encore, isolé, à environ trois cents mètres du col.

Le spectacle est vraiment saisissant, quand du col de Coux on regarde le col de la Golèze.

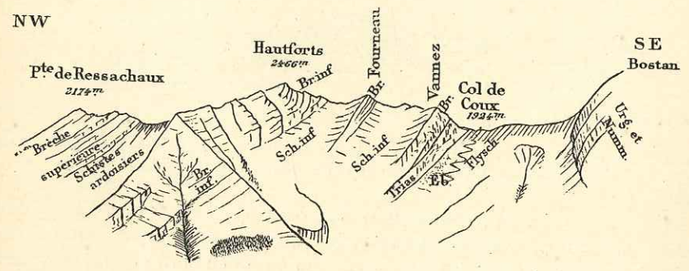


Fig. 39. — Le col de Coux. Croquis pris des montagnes des Gets.

En regard des masses noires du massif de la Brèche, on voit une paroi blanche de Nummulitique. A ces masses sans plis, monoclinales, reposant sur le Flysch, fait place le pli si régulier, si élégant du Bostan. Devant un tel phénomène, qui

met si brusquement en contact deux formations si étrangères l'une à l'autre, deux systèmes de plis si indépendants, on reste étonné tant il est difficile de comprendre au premier abord la raison d'une telle diversité.

Le spectacle est semblable et non moins imposant quand on regarde le versant français du col de Coux.

Entre les deux cols rien n'est à signaler. Partout où les affleurements permettent de voir la roche en place, on constate le Flysch. Le haut de la vallée de la Drance est formé par un grand cirque très sauvage au pied de la paroi verticale du Bostan.

On a vu dans la deuxième partie quelle était la composition du Trias du col de Coux.

La position sur le Flysch du Trias de toute la bande qui s'étend de la vallée du Giffre à Tréveneusaz faisait croire à MM. Favre et Schardt que toutes les cargneules et les gypses de cette région étaient éocènes. La présence du Crétacé de la Golèze, et surtout l'existence du Rhétien placé immédiatement sur les cargneules de la même bande à Jutteninge dans la vallée du Giffre rend inadmissible cette manière de voir. Il en est de même pour les prétendues cargneules du Dogger de Jaccard (32, p. 36).

§ 2. *Relations du massif de la Brèche avec le Flysch du val d'Illiez* (Planche VIII).

Ce que nous avons vu jusqu'ici va nous aider à comprendre facilement la géologie d'une grande partie du val de Morgins et de la rive gauche du val d'Illiez, car les faits que je vais décrire sont semblables à ceux que nous venons de parcourir.

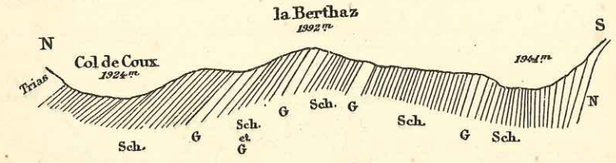


Fig. 40. — Coupe du col de Coux. — *Sch.* Schistes du Flysch. — *G.* Grès du Flysch.— *N.* Nummulitique.— En 1941, col de la Ruvina neyre (ravine noire).

Le col de Coux, avec le col de la Golèze, sont les points où la région de la Brèche est la plus voisine des Hautes-Alpes calcaires. Au nord, on voit le Flysch s'enfoncer sous le Trias en plongeant environ de 30° au nord-ouest. Les couches constituées par des grès très grossiers, presque des poudingues, et des schistes gris et noirs se relèvent sous le petit sommet de l'arête, la Berthaz. Au col de la Ruvina neyre (1941), immédiatement sous la paroi du Bostan, les schistes du Flysch sont presque verticaux. Quelques mètres plus loin on atteint le Nummulitique (fig. 40).

Ma coupe est bien différente de celle donnée par MM. E. Favre et Schardt (24, Pl. XV, fig. 2). Ces savants ont dessiné une faille verticale entre un poudingue et le Flysch vertical de la Ruvina neyre. Cette faille n'existe pas, comme on peut le voir dans la coupe ci-dessus.

De l'arête du col de Coux partent deux vallons creusés tout d'abord dans le Flysch dont l'extension est si grande dans le val d'Illiez. L'un de ces vallons, celui de Barroix, entame un pli des Hautes-Alpes à Barmaz. L'autre, le vallon des Creuses, ne touche l'Urgonien qu'en amont de Champéry. Sauf en quelques points, le Flysch est très peu tourmenté et plonge en général au nord ou au nord-ouest. Les grès très grossiers se rencontrent surtout dans les environs du col de Coux. Ils déterminent des pentes plus raides, comme sous la Pierre, ou des escarpements, comme dans l'arête de l'Increna, entre les deux vallons dont je viens de parler.

Du col de Coux part une arête rocheuse qui va rejoindre le haut du vallon de Morgins. Elle est formée par la Brèche et les Schistes inférieurs reposant sur le Trias. Les couches sont particulièrement froissées sous la Pointe du Vannez, sans cependant former un pli dont on puisse connaître le déversement. Ailleurs, elles sont ordinairement tranquilles et plongent de 10 à 20° au nord-ouest.

Sous la Pointe de Fornets, de grands éboulis descendent jusqu'au sentier du vallon. Ils cachent le Trias, mais la continuité de celui-ci ne peut laisser un doute.

L'escarpement du massif de la Brèche, dont la figure 48 donne une excellente idée, s'avance sous les sommets de l'arête en éperons qui donnent lieu à des cirques gazonnés. Le Flysch s'enfonce sous le massif de la Brèche (Profil n° 18) qui, primitivement, devait s'étendre davantage au sud. On peut s'en assurer par la présence de petits lambeaux de Trias ou de Brèche absolument isolés sur le Flysch. La plupart ne sont pas dans leur position primitive. Ils ont descendu sur les pentes, à mesure que l'érosion de leur substratum s'accentuait, car ils sont en général à une altitude inférieure à celle du contact du Flysch et du Trias de la Brèche. On rencontre deux de ces affleurements entre le col de Coux et le massif de Savonnaz. L'un est dans le torrent sous les chalets de la Pierre ; il est formé par quelques mètres de cargneule. L'autre, plus important, formé par la même roche, s'élève d'un peu à l'est des chalets de Ripaille contre la pointe de Ripaille (1930 m.).

On voit sortir du Flysch du val d'Illiez deux petits massifs excessivement étranges qui ne rappellent en rien ce que nous avons vu jusqu'ici. Ces curieuses montagnes de Culet et de Savonnaz feront l'objet d'un chapitre spécial.

Après avoir traversé la petite plaine alluviale des Pas, on arrive sur un col, formé entièrement de Flysch, qui relie l'arête de Sur Grande Conche à la Croix de Culet (fig. 48). On domine le cirque du Crosey dont le fond est occupé par un petit lambeau de terrain glaciaire local.

Le torrent de Chavalet prend naissance dans le cirque du Crosey ; il s'écoule au-dessous de l'auberge ; la présence de grès dans le Flysch donne lieu à quelques cascades. Les couches plongent au sud-est.

Les petits lambeaux isolés qui proviennent de la destruction du massif de la Brèche sont fréquents à partir du Crosey. Sur le sentier qui conduit à Dormieux j'en ai remarqué un constitué par la cargneule. Un autre de même roche forme sous le chalet de Vallimot comme un gâteau posé sur le Flysch. C'est un des plus concluants; en le voyant on ne peut douter que ces affleurements n'aient pas racine, car ici le contact est rendu d'autant plus visible que la cargneule forme une corniche au dessus du substratum du Flysch.

Près de Champalin, on peut constater un fragment de cargneule isolé et quelques rochers d'un calcaire noir enveloppé par le Flysch. Cette dernière roche, que j'attribue au Lias, peut tout aussi bien appartenir aux Schistes inférieurs.

Du vallon de Morgins on aboutit au cirque du Crosey par le col de la Porte du Soleil. De Vallimoz, on s'élève lentement dans un cirque herbeux dominé par le col. La pente devient plus raide sous celui-ci. Le Flysch monte à quelques mètres de l'arête, supportant un calcaire gris probablement liasique, dans une dépression duquel passe le sentier du col. Sur ces calcaires gris, qui s'étendent au sud-est, en diminuant d'épaisseur jusqu'à disparaître, repose la cargneule du massif de la Brèche. Un peu au sud-est du col, le Flysch atteint l'arête, grâce à une petite faille locale. Du col, on domine une pente douce mais rocailleuse. Des ruisseaux permettent de constater que le Flysch, après avoir franchi l'arête, descend assez bas vers le nord.

Le Trias du massif de la Brèche est très développé dans le vallon de Dronnaire. C'est ainsi qu'il forme presque tout le promontoire rocheux qui, à l'est de la Porte du Soleil, s'avance au sud. On y remarque un affleurement de schistes rouges et, presque à l'extrémité du promontoire, un affleurement de quartzite englobé dans la cargneule.

Les couches qui constituent la Pointe de l'Haut s'enfoncent sous le massif de la Brèche (Profil 19).

On peut facilement s'apercevoir de ce fait près des chalets de Dronnaire. En effet, au sud de ces chalets, on peut constater un grand lambeau rocheux de calcaire dolomitique gris reposant de toutes parts sur le Toarcien du petit vallon qui s'élève vers le sommet de la Pointe. Or, ce lambeau triasique, bien qu'un peu dissemblable par ses caractères lithologiques du Trias du massif de la Brèche, appartient cependant incontestablement à ce dernier. La limite entre le petit massif de la Pointe de l'Haut et celui de la Brèche passe en aval de Dronnaire exactement dans le fond de la gorge infranchissable du torrent qui descend de la Porte du Soleil. La gorge profonde est dominée d'un côté par la cargneule et de l'autre par les calcaires du Lias. Cette disposition pourrait laisser croire qu'une simple faille verticale met en contact si immédiat ces deux masses indépendantes. Il n'en est rien ; on peut s'en assurer tout d'abord par le petit lambeau isolé de Trias de Dronnaire et, d'autre part, si l'on pénètre du Sassey dans la gorge, on peut voir les schistes liasiques s'enfoncer sous la cargneule du massif de la Brèche. Le plan de chevauchement a environ 45° d'inclinaison à l'est; ce plongement est plus fort que celui que l'on observe dans les autres parties de la région de la Brèche.

Bien que les couches de la Pointe de l'Haut soient ainsi indépendantes du massif de la Brèche, elles ne paraissent pas se prolonger beaucoup en profondeur. Aussi les voit-on diminuer d'épaisseur du sommet de la Pointe de l'Haut contre la Porte du Soleil, où l'on n'aperçoit plus que l'arête de calcaire gris du col. Ces couches paraissent être coupées en sifflet par le chevauchement du massif de la Brèche.

Dans le torrent, sous le chalet de Dronnaire, affleure sous le Trias, dont la base présente fréquemment les quartzites, un lambeau de grès carbonifère avec traces de plantes. C'est un affleurement absolument analogue à celui de Taninge.

On descend rapidement dans le val de Morgins en longeant un petit escarpement de cargneule, au pied duquel on voit des schistes gris et noirs semblables à ceux du col de Coux. On arrive ensuite dans un superbe cirque rocheux dominé par les grands escarpements du massif de la Brèche. Tout le vallon de Morgins est envahi par les éboulis, qui cachent tout affleurement. Près de la source ferrugineuse de Morgins, on voit cependant les grès du Flysch exploités en carrière; ils plongent au nord-ouest. Ces mêmes grès, dont les plaques sont sillonnées de pistes vermiculaires, affleurent encore dans le torrent sous l'hôtel des Bains de Morgins; ils sont alors inclinés de 40° au sud-est. On a donc là l'indice d'un petit plissement dans la masse du Flysch, qui comme partout, placé au pied de la paroi de la région de la Brèche, s'enfonce manifestement sous elle. Le Flysch affleure encore sur le sentier près des Bains et dans les gazons compris entre le grand coude de la route, en face de l'hôtel du Géant.

De Morgins, entourée par des escarpements boisés, part une route qui va franchir le col de ce nom. Le chemin longe une petite plaine marécageuse qui se termine au col par un étang dont les eaux se déversent souterrainement en France.

La coupe du col de Morgins est excessivement importante (Profil 21 ou 22).

On atteint tout d'abord, comme je l'ai mentionné, l'écaille de Lias à gryphées. Plus haut, près d'une petite fontaine au bord de la route, on atteint le Flysch gréseux immédiatement surmonté par un calcaire schisteux, sériciteux. C'est du Crétacé supérieur très laminé, dominé par une paroi rocheuse de Malm analogue à celui de Tréveneusaz. Immédiatement sur ce Malm spathoïde on peut constater la présence de la cargneule du massif de la Brèche. Cette cargneule s'étend un peu dans la forêt au sud et disparaît sous les éboulis. En face, de l'autre côté de l'étang, j'ai rencontré dans la forêt un affleurement de Malm analogue. Toutes ces couches plongent au nord-ouest.

Le versant français du col de Morgins est non moins intéressant. On pénètre plus en avant encore sous le massif de la Brèche. La route qui descend du col dans la vallée d'Abondance décrit trois lacets dans un vallon desséché dont le fond est rempli par les éboulis couverts de sapins. Le talus de la route montre la roche en place.

Au sommet du col on trouve un affleurement de cargneule au point où se détache de la route le vieux chemin du Pas de Morgins. Cette cargneule, qui appartient au massif de la Brèche, est la continuation de celle qui recouvre le

Malm du versant suisse. Au sommet du col aussi, on trouve des schistes et calcaires noirs qui paraissent supérieurs à la cargneule. Ils représentent peut-être les Schistes inférieurs, bien qu'ils ressemblent aussi au Rhétien. Leurs caractères sont très peu nets ; je me suis même demandé s'ils n'étaient pas crétacés. Les plaques minces ne m'ont montré aucun foraminifère. L'âge de ces schistes est du reste peu important.

Après quelques mètres d'éboulis, on atteint encore la cargneule, surmontée par des calcaires noirs peut-être liasiques, puis on traverse encore des éboulis, et, tout à coup, apparaît un rocher blanc qui s'élève comme une grande tour dans la Forêt. C'est du Malm, qu'une petite faille a amené dans cette position. Il est représenté par un calcaire gris, spathoïde absolument semblable à celui de Tréveneusaz et se cassant aussi en parallélipipèdes. On ne saurait voir dans ce Malm la continuation de celui du versant suisse, car, au lieu d'être renversé, il est normal, et est recouvert par quelques mètres de Crétacé très étiré qu'on voit affleurer au bord de la route.

A ce Crétacé succède la cargneule du massif de la Brèche surmontée par des calcaires noirs du Lias. On entre ensuite dans les éboulis jusqu'au contour de la route dominée par des escarpements de calcaires noirs liasiques qui vont se perdre sous les Schistes inférieurs qu'on peut constater plus loin sur un petit sentier qui conduit à Sur-le-Crêt.

Le lacet de la route qui suit ce contour est presque entièrement taillé dans les éboulis du grand rocher de Malm.

On voit cependant réapparaître les couches en place du contour inférieur. On constate alors un premier affleurement de Flysch puis du Crétacé supérieur presque méconnaissable, se couvrant à son tour des schistes du Flysch sous lequel on voit sortir encore un lambeau de schistes calcaires blanc sériciteux du Crétacé supérieur. Toutes ces couches plongent au nord.

Sur le lacet qui succède, à quelques mètres du contour, réapparaissent des calcaires dolomitiques du Trias du massif de la Brèche.

On voit par cette description combien mes observations s'éloignent de celles données en 1887 par MM. Favre et Schardt (24, p. 543, Pl. XVIII, fig. 2). Ces deux savants voyaient dans l'enchevêtrement de ces différentes roches une série de *klippes* entourées par la Brèche du Chablais et essayaient de représenter leur idée par une voûte simple non déjetée. Ils interprètaient la cargneule comme une brèche décomposée.

L'écaille de Lias à Gryphées représente la zone intérieure de contact des Préalpes.

Les rochers de Malm et de Crétacé supérieur appartiennent par leur faciès aux Préalpes médianes, recouvertes ici par le chevauchement du massif de la Brèche.

Si l'on fait abstraction de la faille qui ramène le Malm dans le grand rocher du versant français du col, on voit qu'on peut interpréter le fragment de Préalpes médianes qui affleure ainsi au col de Morgins comme un anticlinal déversé au sud-est (Solution B, fig. 41).

En effet, le Malm du versant suisse du col représente le flanc renversé du pli. Au contraire, le Malm du versant français forme le flanc normal de l'anticlinal. Le Flysch, que l'on peut constater sous et sur le Crétacé, semble montrer qu'une autre interprétation n'est pas possible. Cependant, comme la charnière du pli n'est pas conservée, ou peut tout aussi bien supposer qu'un contact anormal existe entre le Malm et le Crétacé du versant français du col, et que ce Crétacé appartienne à un autre pli, sorte d'écaille indépendante. Ce qu'il importe surtout de faire remarquer ici, c'est que ce Crétacé, comme ce Malm, doivent se rattacher aux Préalpes médianes auxquelles ils sont liés en profondeur.

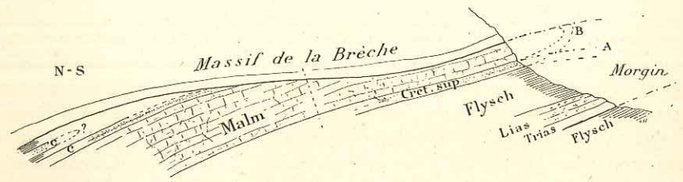


Fig. 41. — Coupe du col de Morgins en supposant que la faille du versant français n'existe pas.

Revenons maintenant en arrière. Le massif de la Brèche du Chablais devait primitivement s'étendre plus loin au sud-est, ai-je dit. Réduit peu à peu par l'érosion à ses limites actuelles, il a laissé de nombreux témoins de son extension sous la forme d'une série de petits lambeaux de recouvrement parsemés sur le Flysch des Montagnes de l'Haut. Avec les quatre lambeaux situés entre le col du Coux et Vallimoz (Crosey), on ne compte pas moins de *38 petites masses indépendantes* sur ce Flysch du Val d'Illiez. La plus grande est longue d'environ deux kilomètres, les plus petites ne mesurent que quelques mètres carrés. Ces masses ne se touchent pas le moins du monde, comme la feuille XVII de l'Atlas géologique suisse l'indique. La description des affleurements nous montrera qu'ils n'ont nullement racine en profondeur et qu'ils ne sont pas davantage intercalés dans le Flysch, comme MM. E. Favre et Schardt les représentent (24, Pl. XIII, fig. 7).

Le Flysch du val d'Illiez est peu tourmenté. Il forme d'une façon générale comme un grand pli anticlinal. Dans le voisinage de l'arête qui domine le vallon de Morgins, il plonge tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, mais s'enfonce en réalité au nord-ouest sur le massif de la Brèche, comme l'affleurement de Morgins nous l'indique.

Dans les pentes qui dominent le val d'Illiez, le Flysch plonge au sud-est, sauf en quelques points très locaux. Ainsi, la Mollasse rouge qui le recouvre plonge de 55° au sud-est sur Troistorrents. Dans le torrent de Fayot j'ai constaté le plongement de 50° du Flysch. A Val d'Illiez il plonge aussi contre les Dents du Midi. A Grandty l'inclinaison, dans la même direction, est de 55° aussi ; à Sur-le-Coux les grès descendent contre la vallée avec une pente de 35°, etc.

Les trente-huit affleurements de roches étrangères que l'on constate sur le Flysch du val d'Illiez n'appartiennent pas tous au massif de la Brèche; quelques-uns proviennent de la destruction de l'écaille de Lias à gryphées, les autres d'une écaille qui est inconnue en place et qui était formée de Crétacé supérieur. Le Crétacé du col de la Golèze est la trace de cette écaille disparue qui doit exister ou existait sous le massif de la Brèche du Chablais. Il y a plus encore. Nous verrons plus loin que sur la Pointe de l'Haut on peut constater quelques débris étirés de Malm qui appartiennent, comme le Crétacé, aux Préalpes médianes et sont la continuation du pli de Malm de Morgins. La présence de nombreux débris de provenances diverses, qu'on eût qualifiés de *blocs exotiques* il y a quelque cinq ans encore, la présence aussi des massifs si singuliers de Culet et de Savonnaz, le pli couché de la Dent du Midi, tout cela fait certainement du val d'Illiez un des points les plus curieux de la géologie alpine!

Je décrirai ces nombreux lambeaux de recouvrement du sud-ouest au nord-est.

Quand on se dirige contre la Porte du Soleil par le sentier de Crettet Bornex, on rencontre près des chalets 1756 m., un premier lambeau de cargneule. Un peu plus haut on en trouve un deuxième. Si de ces chalets on se dirige au nord-est dans la forêt, on trouve un gros bloc de calcaire du Lias analogue à celui de la Pointe de l'Haut dont il a manifestement été détaché. De ce point on s'élève vers un petit col qu'on franchit pour aller du Crosey aux montagnes de l'Haut. A quelques mètres au-dessus du col on peut constater un petit lambeau de cargneule.

Une arête gazonnée de Flysch monte contre le sommet de la Pointe de l'Haut. On y rencontre un gros bloc de quelques mètres de hauteur de calcaire dolomitique gris entouré de cargneule. Ce bloc est appelé la Roche grise.

Un cirque, dominé par la Croix de la Cime entièrement formée de grès et de schistes du Flysch, par le col de la Roche grise et la Pointe de l'Haut, renferme treize petits lambeaux.

Dans le ruisseau au sud-ouest du chalet 1879, on constate un lambeau de cargneule. Sous ce même chalet on voit un escarpement de calcaires gris-noirs, en petits bancs. C'est du Crétacé supérieur ainsi isolé. Sur la rive gauche du ruisseau qui descend à ce chalet on peut voir un gros bloc de plusieurs mètres de Brèche. La roche est peut-être un ancien débris de la Pointe de l'Haut, car nous savons que le sommet de cette pointe est couronné par de la Brèche.

En allant de l'affleurement de Crétacé contre le nord-est on voit du calcaire dolomitique bréchiforme ayant quelques mètres carrés de surface.

Sous le chalet 1827, sur la rive gauche du ruisseau au sud-ouest du chalet, on remarque un petit affleurement de cargneule. Un peu plus bas, le ruisseau est traversé par un sentier sous lequel il fait une petite cascade occasionnée par un seuil de calcaire gris crétacé dans le Flysch, disposé en coin déversé au sud-est. Ce Crétacé se prolonge au nord-est et, sur la rive gauche du deuxième torrent, à l'est du chalet 1761, on voit dans le thalweg un nouvel affleurement de Crétacé. Les couches plongent de 25° à l'est-sud-est. On ne peut avoir de doute sur la non-existence de racine sous ces affleurements de Crétacé. Partout la montagne

se montre constituée par le Flysch, et si quelques-unes de ces roches sont dans le fond des ruisseaux, c'est uniquement à la suite de glissements, qui se produisent à mesure que les actions des eaux approfondissent le cours de leur thalweg. Ainsi, au confluent de plusieurs ruisseaux très encaissés et creusés dans le Flysch, au sud des points que nous venons de voir, on constate trois affleurements principaux de cargneule dont un est en corniche sur les schistes noirs du Flysch.

Deux autres lambeaux de cargneule peuvent encore être constatés; l'un dans le ruisseau qui descend du chalet 1827, au-dessous du coin de Crétacé supérieur, l'autre, un peu plus au sud-est, forme un bombement semblable à une grosse taupinière sur la pente gazonnée du Flysch.

Plus au nord-est, sous le chalet 1721, on peut encore constater un affleurement isolé de cargneule.

Dans l'angle déterminé par le torrent qui descend de la Roche grise et celui qui s'alimente dans les sommets de Flysch de Champey, on constate trois nouveaux petits lambeaux. Deux d'entre eux sont uniquement constitués par de la cargneule. L'autre, situé dans une forêt, présente avec le calcaire dolomitique et la cargneule un gradin rocheux de calcaire du Lias à gryphées abondantes. Ce lambeau, ainsi qu'un autre plus important qu'on voit dans le torrent sous Champey sont des débris de l'écaille de Lias à gryphées. L'affleurement de Champey, dans le thalweg du torrent qui le traverse, présente de la cargneule à sa base. Le calcaire à gryphées qui s'étend sur la rive gauche du torrent, où il forme un escarpement de quelques mètres au-dessus d'un chalet, est couronné par de la Brèche, tout comme à la Pointe de l'Haut.

Le lambeau de recouvrement de la Pointe de La Chaux est excessivement intéressant. Il s'étend du sud-ouest au nord-est sur une longueur de 800 mètres. On ne pourrait songer à voir dans cet affleurement une masse ayant racine, car il occupe le haut d'une arête dont tous les bas sont constitués par le Flysch (Profil 20).

Un petit col au pied du sommet 1943 m., formé par les grès du Flysch, isole le recouvrement au sud-ouest. Le col est en Flysch très gréseux, presque poudinguiforme. Il plonge de 30° au nord-est et s'enfonce sous une petite corniche de Brèche inférieure qui descend obliquement des deux côtés de l'arête. Au nord, la Brèche va se perdre sous l'éboulis; au sud-est, on peut la suivre en écharpe, toujours recouvrant le Flysch, jusqu'à un petit groupe de chalets, où elle devient plus puissante et est accompagnée de calcaires noirs très disloqués, probablement liasiques. Ces calcaires et la Brèche butent brusquement contre le Flysch.

Cette Brèche inférieure, qui forme la base du lambeau de recouvrement, supporte immédiatement des grès micacés rougeâtres dans lesquels j'ai récolté des cordaïtes: c'est du Houiller. Ce Carbonifère occupe l'arête pendant quelques mètres et descend à son tour obliquement dans le versant sud-est du sommet. Il bute aussi comme la Brèche contre le Flysch du Clos-aux-bœufs. Entre ce Carbonifère et la Brèche qui lui sert de substratum affleurent quelques têtes de Quartzite. On peut les retrouver quand on s'élève des chalets contre le sommet,

Au Houiller succèdent des grès, des arkoses et des poudingues rouges très peu métamorphiques : c'est le Permien qui forme un replat sur la crête et affleure particulièrement bien dans des éraillures du sol du haut de la pente qui descend au val de Morgins.

Le Permien supporte des calcaires gris du Trias, dolomitiques, brèchoïdes, formant le sommet.

Au point culminant, les couches plongent d'environ 20° au sud-est, et paraissent s'enfoncer sous le Permien. Cette disposition n'est qu'apparente. Sous le sommet, dans la pente de la forêt de Morgins, on peut s'assurer que le calcaire dolomitique est nettement superposé au Permien.

Du côté de la forêt de Morgins, de nombreux éboulis du calcaire dolomitique tombés du sommet empêchent de voir le Flysch immédiatement sous la Brèche qui forme la base du lambeau de recouvrement.

Quand du sommet du recouvrement on descend au nord-est du côté du Clos-aux-Bœufs, on atteint brusquement le Flysch. Plus bas, nous avons vu que la Brèche butait aussi contre les schistes tertiaires. Il y a donc là une petite faille verticale qui a ramené le Flysch à peu près à la hauteur du calcaire triasique du recouvrement.

Par sa Brèche, son Carbonifère, son Permien, le lambeau de recouvrement appartient manifestement au massif de la Brèche du Chablais.

Une arête de Flysch relie le sommet de la Chaux (1930 m.) au signal de la Folliosaz. Au sud-ouest de ce dernier sommet, l'arête ondulée est échancrée par un petit col. C'est là que j'ai trouvé, isolé sur le Flysch, en concordance, un petit lambeau de Carbonifère. L'affleurement a tout au plus cinquante mètres de long ; il se prolonge peut-être au nord-ouest dans la pente de la Folliosaz qui regarde Morgins. Sous le col, les couches plongent de 30 à 40° ; sur l'arête, les schistes noirs houillers fossilifères sont à peu près verticaux. Ils sont recouverts en ce point par un petit affleurement de calcaires noirs très probablement liasiques.

Les pentes de la Folliosaz, du côté du val d'Illiez, présentent encore quelques lambeaux de recouvrement. Ainsi, au nord d'un des chalets du Clos-aux-Bœufs, affleurent quelques mètres de cargneule ; au-dessus du chalet 1724 m. on rencontre de gros blocs de Lias.

En Vaye on peut constater deux affleurements isolés de Brèche inférieure.

Sur l'arête qui conduit au col de Savoleyre, la pente est de la Folliosaz présente un petit lambeau de calcaires plaquetés, noirs, probablement liasiques. Un peu plus bas on rencontre la cargneule. Enfin, au col et dans les pentes, on constate partout le Flysch.

Il nous reste à voir le plus grand des lambeaux de recouvrement du val d'Illiez. C'est celui de Savolayre.

Quand on part de Morgins, en suivant la rive droite de la Vièze de la Tine, on atteint la Mollasse rouge, après avoir parcouru à peu près un kilomètre d'éboulis. Le sentier pénètre dans une forêt très rapide présentant des escarpements rocheux de Mollasse, dont les couches plongent légèrement au sud. En

face des maisons de Fénebey on atteint le Flysch. Plus loin le sentier passe dans un grand éboulis uniquement constitué par de la cargneule, à tel point qu'on est tenté, au premier abord, de considérer cette roche comme étant en place. Mais, si de ce point on s'élève dans la forêt, on ne tarde pas à rencontrer la Mollasse en place, dominée par un escarpement rocheux de cargneule [1]. Celle-ci repose donc évidemment sur la Mollasse rouge. On peut suivre l'escarpement triasique jusqu'au dessus de Véroz, où il se perd sous le Glaciaire d'un petit vallon, sorte de dépression parallèle à l'arête.

A Véroz, affleurent cependant deux petits lambeaux isolés de cargneule. L'un est situé sur le principal chemin qui conduit de Véroz à Savolayre ; l'autre, de quelques mètres de long, affleure à peu près à la même altitude, sur un petit sentier, embranchement du précédent chemin, mais conduisant sur la pente qui descend au val d'Illiez.

La cargneule qu'on rencontre sur la Mollasse rouge s'étend à l'ouest, en supportant une grande partie des pâturages de Savoleyre ; on peut la suivre aisément. A l'ouest elle est coupée obliquement par une faille, car quand on s'élève de Morgins à Savolayre par un petit sentier en zig-zag dans la forêt, on laisse sur la droite des pentes uniquement constituées par le Flysch, alors que sur la gauche la cargneule forme même des escarpements. Or, comme les deux terrains sont à peu près horizontaux et qu'on monte sur la tranche des couches, il ne peut y avoir de doute sur l'existence d'une faille analogue à celle qui limite à l'est le recouvrement de la Chaux. Ces failles, comme celles que nous avons vues au col de Morgins, se sont probablement produites après le chevauchement et sont dues au tassement des masses chevauchées.

Le sentier de Morgins à Savolayre longe un ruisseau dans le bas duquel on voit la Mollasse rouge. Près de ce point, on constate deux lambeaux de poussée pincés entre ce dernier terrain et la cargneule (Profil 22). L'un, constitué par des calcaires gris foncés, se trouve au pied d'une cascade formée par un escarpement de cargneule. Ces calcaires sont probablement liasiques. L'autre lambeau, situé sur la droite du sentier, en montant, est formé par de la Brèche inférieure. Nous verrons plus loin comment on peut les interpréter.

J'ai aussi rencontré sur ce sentier, près de son débouché sur les pâturages, quelques schistes rouges que j'ai considérés comme appartenant au Flysch plutôt qu'à la Mollasse rouge.

Le sentier conduit dans un petit cirque gazonné au pied d'une étroite échancrure de l'arête. C'est le col de Savolayre, entièrement creusé dans le Flysch.

Du col on peut rejoindre le chalet 1605 près duquel on atteint la cargneule. Quand de ce point on s'élève près d'un petit bouquet d'arbre, à trois cents mètres au sud du chalet, on rencontre des calcaires noirs à silex où j'ai récolté quelques *Gryphæa arquata*. Ce petit lambeau fait partie de l'écaille du Lias à gryphées. Non loin de l'affleurement, on rencontre dans la forêt la prolongation de la cargneule du grand lambeau de recouvrement de Savolayre. En se dirigeant contre

[1] Ces rochers de cargneule se voient de la route postale de Morgins.

l'arête boisée, on ne rencontre aucun affleurement ; cependant, vers la gauche, à deux cents mètres environ à l'ouest d'un chalet, on voit, dans une protubérance qui sort du terrain glaciaire, quelques bancs de Brèche du Chablais dont le ciment est très ferrugineux. Directement au sud de cet affleurement, à Champs-Longs, sortent du sol quelques mètres de cargneule que l'on retrouve encore un peu plus bas, près du chalet 1590 m. On est ici au haut d'une forêt qui descend au sud sur les flancs de la montagne. On y rencontre tout d'abord des calcaires gris à cassure conchoïdale plongeant de 50° au sud-est. On peut surtout les voir dans un fossé qui suit la pente de la montagne. Ils supportent un grand lambeau de Brèche inférieure très typique. La Brèche, en relief sur les pâturages, forme un promontoire rocheux qui se termine par une pente rapide directement au-dessus d'un chalet isolé (Profil 22). C'est à l'extrémité inférieure de cette langue de Brèche, sur le côté ouest d'un angle déterminé par deux barrières, que j'ai trouvé les quelques rares fossiles de la Brèche inférieure.

Les pâturages qui entourent le promontoire rocailleux de Brèche ne présentent aucun affleurement dans les environs immédiats de celle-ci. Il est cependant fort probable qu'ils sont constitués par du Flysch. On n'a du reste à hésiter qu'entre ce dernier terrain et la Mollasse rouge. Or celle-ci se révèle toujours par la couleur rouge que prend le sol, ce qui n'est pas le cas dans l'endroit qui nous intéresse ici. On remarquera dans le profil 22 que le recouvrement de Savoleyre avec sa Brèche inférieure de Champs-Longs repose au nord sur la Mollasse rouge et au sud sur le Flysch.

§ 3. — *Relations du massif de la Brèche et du massif de Tréveneusaz.*

De l'église de Morgins on s'élève rapidement au dessus de la vallés en montant des pentes herbeuses où affleure la Cargneule. Vers un groupe de chalets le sentier s'adoucit et on pénètre bientôt dans un grand cirque aboutissant au col des portes de Morgins. A l'est, s'élève le sommet de Tréveneusaz ; à l'ouest, les pâturages montent jusqu'au sommet de la Pointe du Corbeau.

Vers le milieu du cirque, on rencontre les Schistes inférieurs du massif de la Brèche. Ils s'avancent sur la Cargneule jusqu'au pied de la dernière pente de Tréveneusaz et semblent ainsi passer sous les couches de ce massif, auquel j'avais cru primitivement qu'ils se rattachaient. C'est ce qui explique la grande extension de Lias indiquée par la carte très fautive en ce point, comme je l'ai déjà dit. La Cargneule du massif de la Brèche que l'on rencontre au col des Portes de Morgins (entre Belle-Vue et la Pointe du Corbeau) longe l'escarpement du sommet Tréveneusaz, atteint la Cargneule du massif de ce nom et se confond avec elle dans les flancs de la montagne qui dominent le val de Morgins. Ici, comme entre le col de Vésine et Pététeau, par l'étirement des couches intermédiaires, le chevauchement s'exécute Cargneule sur Cargneule. Un peu au-dessous du col des Portes la trace du chevauchement est indiquée par un petit lambeau

de calcaires blancs du Crétacé pincé dans la Cargneule. Au col même, la Cargneule du massif de la Brèche bute par faille verticale contre les couches à Posidonomyes du massif de Tréveneusaz. Si l'on ne savait pas qu'au col de Morgins le massif de la Brèche chevauche sur un prolongement souterrain des plis de Tréveneusaz, on serait embarrassé pour déterminer ici la nature exacte des relations des deux massifs. Il n'y a cependant aucune exception et le chevauchement habituel que nous avons appris à connaître existe aussi ici, mais est voilé au col en particulier par une petite faille verticale. Le contact de la Cargneule et des schistes à Posidonomyes se prolonge vers le nord. En face du Chalet Neuf, quelques couches rhétiennes se superposent à la Cargneule.

Tout le haut du vallon de Draversaz est occupé pas la Cargneule et le Gypse, en partie caché par une végétation très abondante. En suivant le torrent principal du vallon, on rencontre tout à coup les Couches rouges, où abondent des fragments du grand inocérame habituel à ce terrain. En revenant en arrière nous aurons l'explication de la présence de ce Crétacé. Nous avons vu que l'arête du sommet de Tréveneusaz présentait un synclinal de Crétacé et de Flysch. Le flanc occidental de ce pli s'étire du sud vers le nord. Le Malm disparaît le premier, puis des couches attribuables au Malm et enfin le pli ou l'écaillé d'où dépendent les couches à *Posidonomya Bronni*. La direction des couches est oblique à la trace du chevauchement du massif de la Brèche. Non seulement quelques-unes de ces couches disparaissent par étirement, mais elles s'enfoncent les unes après les autres sous le massif de la Brèche. Ici comme dans d'autres cas, le chevauchement est transgressif aux plis sur lesquels il s'est effectué. Le Crétacé en contact avec le gypse provient donc du synclinal de l'arête du sommet de Tréveneusaz. Plus bas, à la sortie de la forêt, à quelque cinq cents mètres au sud des chalets de Draversaz, c'est le Flysch qui vient en contact avec le Trias.

Le petit pli de Malm, déversé à l'est, qui domine les chalets de Draversaz, trouve ainsi son explication. Ce pli est la réapparition, sous le massif de la Brèche, d'un des plis de Tréveneusaz.

De Draversaz un petit sentier conduit à Pougneresse par Praz Borgeaud. Le pli de Malm de Draversaz se ferme et n'est plus constitué que par les Couches rouges et le Flysch. Une grande pente couverte de sapins descend jusqu'au torrent de Draversaz. Elle est presqu'entièrement constituée par du Crétacé reposant sur le Malm. Les affleurements de roche en place sont rares dans le haut de la pente, où abondent les éboulis du massif de la Brèche. Un peu avant Praz Borgeaud on rencontre le Crétacé, puis un peu plus loin le Flysch. Le sentier se dirige alors au haut d'une pente gazonnée (Voir le Panorama, Planche VII) qui regarde Plex. Le Crétacé s'y rencontre au-dessous d'un chalet isolé. Le pâturage est longé au nord par une forêt qui descend vers un torrent très profondément encaissé. Pour l'atteindre on prend à l'extrémité inférieure du pâturage un petit sentier de bûcherons. On traverse tout d'abord des calcaires gris du Malm, puis on atteint le Dogger à *Mytilus*, Celui-ci, fossilifère, forme le thalweg du torrent principal, qui bientôt se divise en deux branches. La remontée des profondes gorges de ces ravins est excessivement intéressante. Au confluent affleure la Car-

gneule ; puis, en remontant le torrent de droite, on atteint un point resserré que l'on franchit avec difficulté. Le Dogger est ici à l'état de calcaire gris peu caractéristique. Il est surmonté par une paroi de Malm extrêmement déchiquetée. A travers les sapins on aperçoit dans cette paroi une série de pyramides blanches. La gorge se resserre encore à l'endroit où le Malm en atteint le fond. Le Jurassique supérieur se termine par une paroi verticale couverte de stries inclinées contre la vallée du Rhône. C'est un superbe miroir de faille. Une brèche de dislocation accompagne le Malm, elle a jusqu'à 3 mètres d'épaisseur et simule la Cargneule. Le flanc gauche du ravin est formé dès son confluent par le Trias. Au haut d'une pente d'éboulis on peut constater des calcaires gris et roses qui montent en écharpe. Plus haut, en face de la paroi de Malm, le Rhétien non fossilifère s'appuie sur ces calcaires (Profil 23). Plus haut encore le Dogger, très puissant, très schisteux, extraordinairement froissé, occupe seul la gorge. Sur le flanc gauche il va se perdre sous les éboulis. Sur la rive droite il remonte sur le Malm ; il y a là un petit pli accessoire dont je n'ai pu déterminer exactement les contours, tant les abords de ces ravins et parois sont dangereux. Le flanc gauche du vallon est plus abordable. On arrive sur une arête couverte de sapins qui domine d'un côté le ravin que l'on quitte et de l'autre une gorge profonde, sorte de fissure. Quand on descend cette arête on atteint à son extrémité des calcaires noirs du Trias en bancs de 30 à 40 centimètres d'épaisseur. Ils alternent avec des calcaires gris dolomitiques et plongent fortement au sud. Ils vont rejoindre les calcaires gris et roses du flanc gauche du torrent principal.

On peut descendre dans la fissure les jours de sécheresse ; elle est entièrement creusée dans des calcaires gris dolomitiques alternant avec deux bandes de cargneule. Ce fait m'avait fait déterminer les calcaires comme triasiques bien avant ma découverte des gyroporelles à Chable-Croix près de Plex. La gorge très resserrée, large de quelques mètres à peine, s'élargit tout à coup un peu en amont de son confluent avec le torrent principal. Le Trias repose sur le Crétacé. Une bande de Couches rouges suit en effet le pied d'une paroi constituée par ces calcaires. Elles remontent jusqu'au chemin de Pougneresse où elles disparaissent dans le Flysch rouge du grand synclinal de Flysch des Préalpes médianes. Sous les chalets de Pougneresse, au-dessus du Trias que nous venons de quitter, affleure le Flysch, puis une petite bande de dolomie blanche surmontée par les Schistes ardoisiers. C'est le massif de la Brèche du Chablais que l'on atteint. Le massif de Tréveneusaz, non seulement repose par pli-faille sur le grand synclinal de Flysch des Préalpes médianes, *mais disparaît avec une partie de ce synclinal sous le massif de la Brèche*. Tout d'abord le petit pli de Draversaz a disparu, puis ensuite est venu le tour du Crétacé et du Flysch qui l'accompagne. Dans les ravins que je viens de décrire, c'est le Malm qui cesse par faille au nord, tout en s'enfonçant à l'ouest. Puis ce sont les calcaires du Trias qui viennent avec les gypse de Vionnaz se coucher sur le Flysch et le Crétacé, formant sous Pougneresse comme un coin dans le grand synclinal des Préalpes médianes. Le Dogger semble participer à cette remontée en arrière sur les terrains

chevauchants, car nous avons vu qu'il reposait en un point sur le Malm (Profil 23).

Le petit sentier de Draversaz à Pougneresse passe à peu près à la base du massif de la Brèche, formant les parois du Pic de Cholonge. Le sentier suit une voie semblable entre Pougneresse et Neuzon (Chalet Neuf des cartes). Près de Pougneresse il atteint une bande de Crétacé sur laquelle le massif de la Brèche ne cesse de reposer jusqu'au chalet de la Croix (sous le col de la Reculaz, voir le Panorama). A Pougneresse, nous avons vu qu'un petit lambeau de calcaire dolomitique ou de dolomie formait la base du massif de la Brèche. Sur le sentier, au sud de l'arête qui sépare Neuzon de Pougneresse, on rencontre encore le Trias à l'état de brèche blanche, farineuse, qui la rend presque méconnaissable. On peut ici toucher son contact avec les Couches rouges qui plongent de 70° sous ce Trias.

Les chalets de Neuzon sont dans un cirque dont le fond est rempli d'éboulis descendus des parois du massif de la Brèche. Au pied de l'escarpement, on voit un grand rocher formé par une brèche de dislocation du Trias butant par faille contre un calcaire à entroques absolument semblable aux roches analogues que l'on rencontre dans le Lias du Chablais. Il appartient peut-être au Lias moyen ou aux Schistes inférieurs.

Le plan sur lequel s'est effectué le chevauchement du massif de la Brèche n'a pas conservé son allure primitive. A la suite de mouvements postérieurs, des plis se sont formés dans les masses recouvertes, et ces plissements ont occasionné des plis synclinaux dans lesquels on constate la Brèche. Autrement dit, celle-ci joue absolument le rôle d'un terrain plus récent que le Flysch.

Le signal de la Croix présente un excellent exemple de ce genre de dislocation. Ce sommet, topographiquement isolé du massif de la Brèche, est formé, comme nous l'avons vu, par une série de couches verticales, qui, observées de l'est, paraissent plonger dans le Flysch et avoir racine en profondeur. Il n'en est pas ainsi : comme tout le reste du pourtour du massif de la Brèche, le Signal de la Croix est en recouvrement sur les terrains plus jeunes.

La bande de Crétacé, que l'on voit se perdre sous la petite plaine de Neuzon, réapparaît plus à l'ouest et contourne le pied du massif de la Brèche jusqu'au chalet de la Croix. Là, au lieu de continuer à plonger régulièrement sous le massif de la Brèche, un plissement anticlinal se fait sentir directement sous le col de la Reculaz. Un petit lambeau de Flysch rouge et vert participe au mouvement (Profil 22 et fig. 23, 24). Ce pli anticlinal semble séparer totalement le Signal de la Croix du reste du massif de la Brèche ; ce n'est qu'une apparence, car on peut s'assurer, par l'examen des pentes qui descendent à la vallée de la Drance d'Abondance, que le Signal de la Croix est manifestement relié au reste du massif. S'il en est ainsi, le Signal ne peut pas avoir racine. La contestation de ce fait est impossible, car j'ai vu en outre le Flysch affleurer dans les éboulis sous le Signal, un peu au nord de l'extrémité des rochers de Fontanette.

Les couches des Schistes inférieurs que l'on voit en écharpe au bas des pentes du Pic de Cholonge, semblent buter l'une après l'autre contre ce Crétacé. On dirait

que l'une après l'autre ces couches se laminent contre le Crétacé, et que, seules, les couches de Brèche inférieure qui forment le Signal ont pu franchir l'obstacle et s'isoler. Ceci expliquerait la différence si visible entre la nature des couches de Brèche des deux côtés du col. L'accident n'est donc pas dû uniquement à la naissance de l'anticlinal crétacé, car ceci n'expliquerait pas pourquoi les Schistes inférieurs sont absents dans la masse isolée du Signal. On dirait qu'il y a une liaison entre les deux mouvements : mouvement de chevauchement du massif de la Brèche et naissance du pli anticlinal de Crétacé. Pour ce qui nous importe maintenant, notons seulement que ce Crétacé, qui appartient au massif de Tréveneusaz, disparaît, s'enfonce sous le massif de la Brèche, tout comme à Draversaz et près de Pougneresse disparaît la partie la plus importante de Tréveneusaz.

Des étirements puissants se font remarquer sous le Signal de la Croix. Le Crétacé très pincé forme quelques lentilles enveloppées dans les schistes et les grès du Flysch. L'une, plus importante, se poursuit jusqu'à un petit replat du versant ouest de la montagne. Elle est séparée du Crétacé qui constitue le sommet du Signal de la Croix par une petite bande de Flysch rouge. Ce Flysch forme le substratum du massif de la Brèche jusque sous un petit sommet de Trias à Gyroporelles, où le Crétacé le remplace (Profil 22). Les Couches rouges verticales du Signal de la Croix descendent dans la vallée d'Abondance et s'arrêtent à peu près à la hauteur où naît la bande de terrain semblable, sous le sommet du Trias en question.

En amont de la Ville du Nant, après avoir longé la petite bande de Crétacé que je viens de mentionner, on atteint, au point où la route pénètre dans la forêt, des calcaires gris et noirs, compactes ou spathiques. Ces couches sont verticales ou plongent fortement au sud-est. Elles jouent un rôle topographique dans la région en déterminant un petit sommet, couvert de forêts, où elles semblent converger. Sous ce point culminant, on a exploité ces calcaires comme marbre noir. Là, la ressemblance avec les marbres de St-Triphon, avec les calcaires à gyroporelles de Tréveneusaz est telle que ces roches ne peuvent être considérées que comme triasiques. J'ai vainement, à plusieurs reprises, recherché des diplopores sans pouvoir en trouver. Ces couches sont accompagnées d'une petite bande de cargneule. La roche vacuolaire apparaît dans les pentes de la forêt, à une altitude supérieure au petit sommet, longe les couches de calcaire noir dans un petit ravin et disparaît dans les éboulis.

Cette petite bande de Trias à gyroporelles paraît indépendante du massif de la Brèche. Ceci n'avait pas échappé à MM. E. Favre et Schardt qui la décrirent comme jurassique sous le nom de klippe de la Ville du Nant. Des brèches que l'on trouve au sommet ne doivent pas être confondues avec l'une des Brèches jurassiques. Ce sont des roches triasiques bien différentes, un peu analogues à la brèche à ciment blanc dont j'ai parlé.

Résumé. — Le massif de la Brèche chevauche sur le Flysch de la vallée du Giffre, du val d'Illiez et sur le massif de Tréveneusaz.

Le massif devait être primitivement beaucoup plus étendu, mais, réduit petit

à petit par l'érosion, il n'a plus laissé que des témoins de son extension sous la forme de nombreux lambeaux de recouvrement parsemés sur le Flysch. La taille de ces lambeaux varie de quelques mètres à un kilomètre carré. Plusieurs renferment des terrains peu abondamment représentés dans le massif de la Brèche, tels que le Houiller, le Permien.

Outre ces lambeaux qui proviennent de la destruction du massif de la Brèche, on trouve sur le Flysch du val d'Illiez des débris de deux écailles : écaille de Lias à gryphées et écaille de Crétacé supérieur. En outre, au col de Morgins, on peut voir les Préalpes médianes réduites sous la forme d'une écaille apparaître sous la région de la Brèche.

Le massif de Tréveneusaz butte au nord par pli-faille contre le Flysch du grand synclinal des Préalpes médianes. Les plis de la partie supérieure du massif sont à leur tour écrasés et étirés sous le massif de la Brèche. Le Crétacé seul s'est laissé étirer jusqu'à fournir sous la Brèche comme un bord de cuvette que l'on peut suivre jusque sous le signal de la Croix. Là, un pli s'est fait sentir dans ce Crétacé et le Flysch qui l'accompagne. Le massif de la Brèche a alors été comme soulevé suivant l'axe de ce pli qui avait pris naissance sous lui. Ce phénomène a en partie déterminé l'isolement du signal de la Croix du reste du massif.

CHAPITRE XIV.

Relations du massif de la Brèche du Chablais avec les Préalpes médianes dans le massif de la Pointe de Grange.

Profils n° 19, 20 et 21.

Quand d'Abondance on remonte le vallon de Charmy, on pénètre dans le Flysch après avoir traversé une barre rocheuse de Malm et de Crétacé. Cette bande rocheuse fait partie d'un anticlinal des Préalpes médianes. On monte alternativement sur le Flysch et sur le Glaciaire jusqu'au hameau de Charmy, où l'on atteint les grandes pentes d'éboulis de la Pointe de Grange.

Ce n'est qu'à la Plagne, après avoir longé une plaine alluviale, que l'on constate des couches en place de Crétacé plongeant d'une quarantaine de degrés au sud-est.

Si, de Charmy, au lieu de suivre le fond de la vallée, on s'élève sur les pentes de Flysch, on atteint bientôt des roches du massif de la Brèche, lequel occupe ainsi la partie supérieure du flanc droit de la vallée. Ici, comme ailleurs, le massif de la Brèche chevauche sur le Flysch et le Crétacé des Préalpes médianes. Le chevauchement est particulièrement visible quand on s'élève sur les pentes de la rive gauche du vallon.

Ce qui frappe le plus quand on examine ainsi à distance cette masse de la Pointe de Grange au-dessus de Charmy, c'est le pli bien visible qu'affectent les couches du massif de la Brèche (Profil 19). C'est le *pli frontal* de la masse chevauchante de la Brèche.

La Brèche inférieure qui forme la partie massive de la Pointe de Grange, est ici très épaisse. Le pli en genou y est peu visible. Cependant, en examinant le développement des Schistes ardoisiers, on peut se convaincre de l'existence de ce pli dans la masse de la Brèche inférieure. En effet, on voit les Schistes entourer une partie rocheuse en coin, dominant de grands éboulis. Ces Schistes montent en écharpe sur l'arête et appartiennent à la bande qui traverse la Pointe de Grange des chalets de Pertuis aux chalets de Follier. Sous la Brèche inférieure, j'ai pu constater les Schistes ardoisiers le long du sentier qui traverse la forêt, sur la rive droite du torrent de Tête Gottaz, c'est-à-dire à environ cinq cents mètres en arrière de la tête de Brèche inférieure. On ne peut donc avoir de doute sur l'existence du pli anticlinal couché.

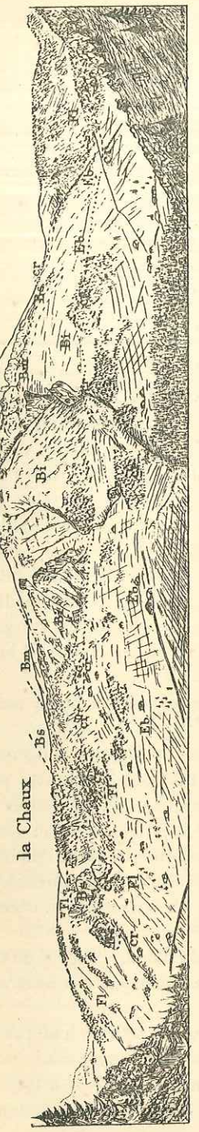


Fig. 42. — Le Flanc droit du vallon de Charmy. Croquis pris de en Gépy (rive gauche). — *Eb.* Eboulis. — *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *Bm.* Schistes ardoisiers. — *Bi.* Brèche inférieure. — *G.* Gypse. — *Bs.* Brèche supérieure.

La Brèche supérieure joue exactement le même rôle. Des granges de Pertuis on peut la suivre jusque dans les flancs de la pente qui domine Charmy. Elle enveloppe les Schistes ardoisiers. Le flanc médian du pli a presque entièrement disparu. Les Schistes ardoisiers et la Brèche supérieure s'étirent rapidement et. aux Plagnes, la Brèche inférieure repose seule sur le Crétacé.

Un petit lambeau de poussée de gypse, semblable à un noyau de cerise qu'on aurait fait marcher entre ses doigts, s'est conservé sur le plan de chevauchement, malgré les étirements qui ont présidé à ces formidables dislocations.

La fig. 42 aidera à retrouver cet affleurement de gypse. Il est situé directement au-dessous de l'extrémité de la Brèche inférieure. On y remarque des tentatives d'exploitation. Son âge ne peut être mis en doute ; d'abord par sa situation il est pincé entre les Couches rouges, lesquelles reposent sur le Flysch, et les terrains de la Brèche du Chablais ; ensuite par sa position, car il joue le rôle tectonique des roches triasiques du massif de la Brèche. On ne peut donc le rapporter à l'Eocène. C'était un des rares points des Alpes où M. Renevier concédait avec doute ce gypse au Tertiaire [1]. On voit que l'étude détaillée n'autorise pas cette conception.

Le chevauchement s'exécute tantôt sur le Flysch, tantôt sur le Crétacé, plus particulièrement sur ce dernier terrain. L'extrême pointe du pli de Brèche supérieure est entièrement enfoncée comme un coin dans le Flysch. Le contact des deux terrains est parfaitement visible. On voit le Flysch très froissé s'élever en couches verticales et, devenant plus tranquille d'allure, reprendre une position moins inclinée, et, comme la Brèche, se contourner et épouser

[1] *Ecl. geol. Helv.* Vol. II, p. 247.

le pli en genou. Ce Flysch repose sur la Brèche supérieure le long de l'arête qui de la Chaux s'élève vers le sommet de la Pointe de Grange On ne peut douter que le pli frontal du massif de la Brèche ait forcé le Flysch à se plier avec lui et dans sa marche en avant ait comme obligé ce Tertiaire à remonter sur lui.

En arrière de l'extrémité en coin du pli de la Brèche apparaît le Crétacé. Tout d'abord à l'état d'une lentille pincée entre le Flysch et la Brèche supérieure, on voit ces Couches rouges devenir de plus en plus puissantes. On peut les suivre, presque sans discontinuité, jusqu'au fond de la vallée, supportant la Brèche inférieure et décrivant un arc de cercle à très grande courbure, le plan de chevauchement n'étant pas exactement horizontal.

La masse de Brèche inférieure, que l'on peut évaluer à 500 mètres d'épaisseur dans la Pointe de Grange, s'écrase et disparaît entièrement entre le Crétacé des Plagnes et le Flysch de la région de la Brèche. Cette disparition tient du prodige. Il est assez singulier, en effet, de voir ainsi une masse si puissante ne plus exister à quelques mètres de là, et il est très difficile de concevoir que ces couches de Brèche si rigides soient ainsi réduites par les plissements à un véritable paquet globulaire. Quand on monte des Plagnes aux chalets de Lens, on traverse (après avoir quitté le Crétacé) quelques mètres d'un calcaire gris ou noir que j'ai attribué, avec doute, à la Brèche supérieure. Ces couches plongent faiblement au sud-est. C'est tout ce qui reste de la formidable épaisseur du complexe de la Brèche du Chablais (Profil 19).

Si le plissement s'était un peu plus accusé, s'il n'avait pas laissé cette petite queue de quelques mètres d'épaisseur, la masse entière du massif de la Brèche eût été complètement étranglée en amont des Plagnes et n'aurait subsisté dans cette coupe que comme une grosse masse exotique dans le Flysch et le Crétacé qui l'auraient environnée de toutes parts.

Quand de Charmy on monte vers l'extrémité du pli de Brèche en suivant un ruisseau dont le lit est creusé dans les Couches rouges et le Flysch, on voit, avant d'atteindre le pli, un escarpement rocheux de Brèche supérieure. On peut en faire le tour. On constate alors qu'il est environné de toutes parts par le Flysch. Cet affleurement m'a intrigué longtemps (fig. 42, au-dessus du premier *cr*, à gauche). J'ai cru tout d'abord que c'était la tête d'un pli secondaire enfoui dans le Flysch. J'ai maintenant la conviction que c'est un fragment glissé de la corniche primitive de Brèche. L'érosion aidant, le morceau s'est séparé de son point d'attache et, glissant sur la pente de la montagne, il s'est arrêté à moitié enseveli dans le Flysch.

Le grand développement de terrains glaciaires sur les flancs nords de la Pointe de Grange ne permet pas d'étudier entièrement les relations des deux systèmes tectoniques qui nous occupent.

Ce Glaciaire recouvre surtout le Flysch que l'on voit sortir en quelques points, ainsi à la Truche (Sur Abondance), au Reve, en face de la Chapelle.

Directement au-dessus des chalets de Plaine-Joux, au pied d'un escarpement de Brèche supérieure à éléments très grossiers, on voit affleurer le Crétacé rouge.

A la Guillermine (Profil 21), ce Flysch est surmonté par un escarpement de Sénonien que le torrent de la Combe de Louenne franchit en cascade. Le sentier qui monte de la Guillermine après avoir traversé ce Crétacé, débouche dans un petit vallon, la Combe de Louenne. Sur la rive gauche du vallon, directement en face du point où le sentier de Bayard traverse le torrent, à une centaine de mètres de ce dernier, on voit affleurer quelques têtes de calcaire coralligène du Malm. Plus haut, dans un escarpement rocheux couvert de sapins, j'ai découvert un affleurement de Couches rouges. Le Malm forme ainsi le noyau d'un petit pli anticlinal. La Brèche inférieure repose immédiatement sur le Crétacé. La partie moyenne de la Combe est occupée par les éboulis. Sous les chalets de Trébante, on remarque un des plus étranges accidents du massif de la Brèche. Au pied d'un formidable escarpement de Brèche inférieure, on voit pénétrer perpendiculairement dans la paroi un pli anticlinal régulier dont le centre est constitué par du Malm recouvert de Crétacé. La Brèche, ayant à sa base des calcaires noirs que j'ai considérés avec beaucoup de doute comme appartenant au Lias, épouse totalement le pli. Nulle part on ne pourrait trouver un meilleur argument pour soutenir l'âge éocène de la Brèche du Chablais, si nous ne savions que partout cette Brèche chevauche sur les terrains environnants (Profil 21 *a*). Ce rocher blanc de Malm, avec les calcaires rouges du Sénonien qui l'accom-

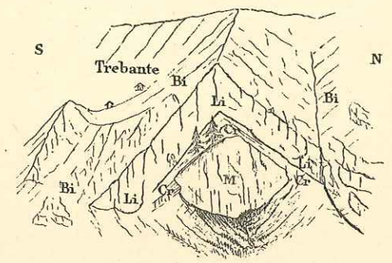


Fig. 43. — Pli anticlinal de la Combe de Louenne (Trébante). — *M*. Malm. — *Cr*. Crétacé supérieur. — *Li*. Lias inférieur ?? — *Bi*. Brèche inférieure.

pagnent et qui supportent la masse sombre de la Brèche, tout cela constitue un ensemble si bizarre que pendant longtemps j'ai douté moi-même de toutes les déterminations stratigraphiques du Chablais.

Le flanc droit du vallon ne montre pas la continuation de l'accident.

Les torrents de Ville-Torrent présentent des complications qui sont dans l'axe du pli de Trébante. En descendant le torrent oriental, on passe des Schistes inférieurs à du Crétacé supérieur très tourmenté. Plus bas, on trouve des grès du Flysch très froissés eux-aussi et on est assez étonné de rencontrer plus bas encore les exploitations de gypse anciennement connues de Ville-Torrent. La pierre à plâtre est actuellement exploitée entre les deux torrents. Cette singulière superposition ne manquerait pas d'être embarrassante si nous n'avions comme exemple le pli de Trébante. Le Crétacé et le Flysch de Ville-Torrent sont

malheureusement trop difficiles à étudier à cause de la végétation, ce qui rend leur interprétation presque impossible. Cependant, il est fort probable qu'ils appartiennent à un anticlinal couché, continuation de celui de Trébante, recouvert comme celui-ci par des terrains plus anciens (Profils 21 *c*.). Ce qui rend encore plus plausible cette manière de voir, c'est que cette superposition anormale est sur la ligne tirée entre l'anticlinal de Trébante et l'anticlinal du col de la Reculaz, où nous savons que le Crétacé disparaît en pli sous le massif de la Brèche.

Résumé. — Dans la Pointe de Grange, on peut constater, particulièrement dans le vallon de Charmy, que la Brèche du Chablais a conservé la charnière du pli couché de sa masse chevauchante. Le chevauchement s'exécute sur le Crétacé et le Flysch avec un lambeau de poussée de gypse triasique.

Sous Trébante les Préalpes médianes apparaissent sous la masse de la Brèche comme un anticlinal formé de Malm et de Crétacé. Ce pli se remarque aussi dans les masses de Brèche qui le recouvrent. C'est la continuation de l'accident du col de la Reculaz.

CHAPITRE XV

Relations du massif de la Brèche avec les Préalpes médianes dans la partie comprise entre le vallon de Charmy et le Roc d'Enfer.

Profils 16, 17 et 18.

Le vallon de Charmy présente sur la rive gauche un accident à peu près semblable à celui que nous avons vu sur l'autre rive. La Brèche occupe les hauteurs, le Flysch et le Crétacé, les fonds. Le chevauchement du massif de la Brèche, si facile à démontrer sous la Pointe de Grange, est cependant moins net ici.

Le flanc gauche de la vallée en amont de Charmy est constitué par une grande masse de Brèche inférieure reposant sur une bande de Crétacé. On peut suivre facilement le Sénonien jusqu'au dessus de Gépy, où sous lui apparaissent des couches de calcaire blanc du Malm (Profil 18 *b*). Dès ce point les éboulis empêchent d'étudier les relations des deux systèmes jusqu'à l'extrémité de la petite plaine alluviale des Plagnes, où le Malm réapparaît plongeant au sud-est, au pied de la montagne. Les couches se suivent avec quelques interruptions dans la forêt jusque sur le sentier des chalets d'Ardens. Contrairement à celui de Gépy, ce nouvel affleurement de Malm repose sur les Couches rouges qui occupent tout le fond du vallon. Le Malm des Plagnes est la trace la plus profonde des Préalpes médianes que j'aie retrouvée dans le massif de la Brèche.

Sous les chalets d'Ardens, une petite plaine alluviale où jaillissent de nombreuses sources est bordée par des escarpements de Lias inférieur bien franc. Ces calcaires à entroques paraissent appartenir au massif de la Brèche. Ils reposent immédiatement sur le Malm. Outre ces calcaires, j'ai observé des schistes noirs probablement toarciens. Sur ce Lias repose le complexe de la Brèche, extraordinairement réduit, mais complet (Rocher de Tenderel).

A la hauteur de Charmy, un petit vallon latéral, le vallon de Séranant, prend naissance (fig. 44). La rive gauche est occupée par le Flysch. Sur son flanc droit s'élève une paroi rocheuse de Malm presque vertical soutenant le Crétacé supérieur sur lequel repose la Brèche inférieure ; ce Malm forme un anticlinal, prolongation du pli de Trébante (Profil 18 *b*). Le Jurassique et le Crétacé disparaissent sous l'alluvion et les éboulis qui occupent le haut du vallon.

Le Jurassique supérieur ne réapparaît plus. Seul, au-dessus des chalets de Séranant, le Crétacé, sous la forme d'un gros rocher rouge, perce l'éboulis. L'axe de l'anticlinal s'est élevé, car ces Couches rouges sont à une altitude supérieure

à celles qui s'appuient sur le Malm. De ce point un petit vallon étroit, dont le fond est rempli d'éboulis, s'élève directement jusqu'à l'arête de la montagne entre le Roc de Tavaneuse et la pointe 1966 m. Au col même, on constate des couches très redressées de Crétacé. C'est encore un point qui jalonne l'anticlinal souterrain de Trébante.

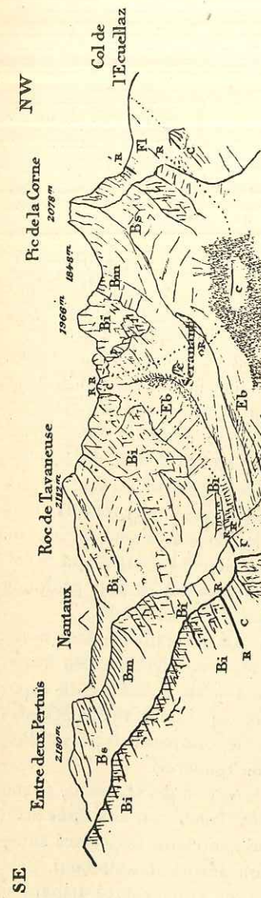


Fig. 44. — Le vallon de Seranant vu des environs de Lachaux (Pointe de Grange). — *R R R.* — Trace du plan de recouvrement du massif de la Brèche. — *Eb.* Eboulis. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *Bs.* Brèche supérieure. — *Bm.* Schistes ardoisiers. — *Bi.* Brèche inférieure.

De ce col, le Crétacé très resserré s'élargit rapidement dans la pente qui domine la vallée de la Drance (Profil 17 et fig. 45). Au sud-est il descend rapidement jusqu'à Essert-la-Pierre, soutenant toujours la Brèche inférieure. Nous voyons donc que du vallon de Charmy jusqu'à la Drance ce dernier terrain repose toujours sur le Crétacé. Il y a deux exceptions, l'une dans le vallon de Charmy, où s'intercale entre les deux terrains un lambeau de gypse; l'autre, sur le sentier d'Essert-la-Pierre à la Rouge, à sa traversée du torrent qui descend de Nantaux (la Guretta), où l'on constate un affleurement de calcaire dolomitique du Trias. Ces deux points ont une grande importance, car ils justifient dans cette partie du Chablais, l'âge jurassique de la Brèche (Profil 17 et fig. 45).

Le pli anticlinal se complique à mesure qu'il s'élargit. Simple au col et uniquement constitué par du Crétacé, on voit s'y ajouter plusieurs bandes de Flysch et une de Malm sous la forme d'un grand escarpement. C'est le noyau du pli. Le Jurassique supérieur est coupé par une profonde gorge dans laquelle j'ai cherché inutilement à descendre pour savoir si le Dogger y affleurait. Quelques roches noirâtres que j'avais trouvées au bas de la coupure du Malm m'avaient fait supposer l'existence des couches à *Mytilus* dans l'anticlinal. J'ai pu m'assurer cependant que ces roches noires provenaient du Malm. Ce terrain renferme ici, à sa partie inférieure,

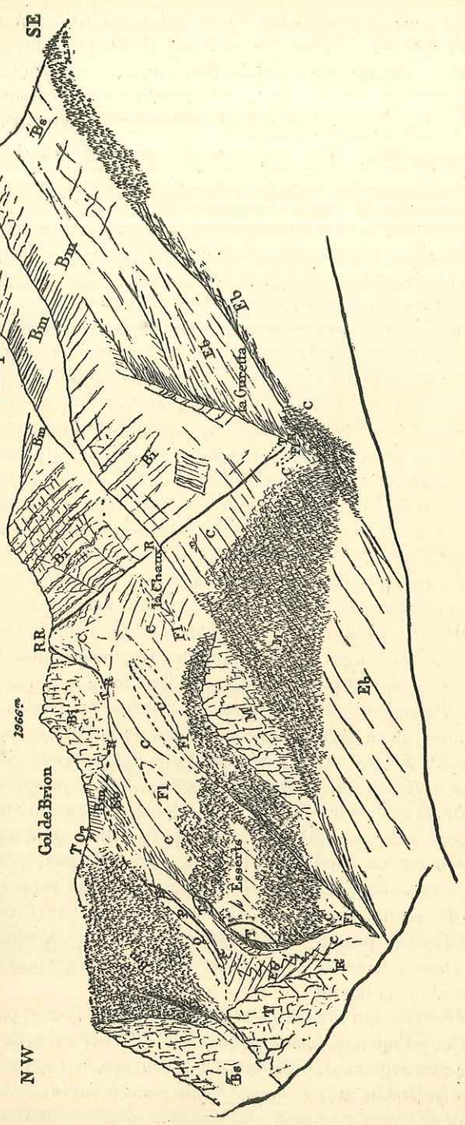


Fig. 45. — Percée des Préalpes médianes sous la masse recouvrante de la Brèche, au-dessus d'Essert-la-Pierre. Croquis pris des environs de Grivacu (rive gauche de la Drance). — *R R R R.* Trace du Plan de recouvrement du massif de la Brèche. — *Eb.* Eboulis. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *Bs.* Brèche supérieure. — *Bm.* Schistes ardoisiers. — *Bi.* Brèche inférieure. — *T.* Calcaires dolomitiques et Cargneule (Trias). — *Q.* Quartzites. — *P.* Permien. — *H.* Houiller.

de nombreux bancs de calcaires très foncés, ce qui du reste est ordinairement le cas du Jurassique supérieur qui accompagne le Dogger à *Mytilus*.

La bande de Couches rouges qui s'appuie au sud-est sur le Malm est doublée, dans sa partie inférieure du moins, car à quelques mètres du calcaire triasique de la Guretta, sur le sentier qui conduit à la Croix, on constate un petit synclinal de Flysch pincé dans le Crétacé (Coupe 17 *d*, Fig. 45).

Le pli anticlinal d'Essert-la-Pierre est manifestement la continuation de cet anticlinal souterrain que nous avons amorcé au col de la Croix, retrouvé à Trébante et poursuivi dans le vallon de Charmy. Cet anticlinal décrit donc, sous le massif de la Brèche, une ligne placée environ à deux kilomètres à l'intérieur du front de chevauchement de la Brèche. Si, reprenant l'anticlinal simple de Trébante, nous supposons qu'il s'exagère, que l'axe s'élève et que la tête de Crétacé vienne séparer en deux le massif de la Brèche qui le recouvre, nous aurons ainsi une partie complètement détachée du massif et séparée de lui par du Crétacé. Ce cas supposé se présente dans la partie que je décris maintenant. Tout le massif du Pic de la Corne, isolé par l'exagération du pli souterrain, *est une masse de recouvrement*. La structure de la montagne semble cependant parler tout autrement. Nous savons que les couches de ce massif sont verticales. Elles paraissent plantées dans le Flysch et le Crétacé qui les environnent, et rien ne donnerait davantage l'impression que ces masses se rattachent en profondeur et ont une racine. Il n'en est pas ainsi et la démonstration du contraire est facile à donner.

De St Jean-d'Aulph jusqu'au Pic de la Corne les couches de Brèche supérieure plongent verticalement dans le Flysch ou sont même renversées. Entre le Pic et le point 1663, près du col de l'Ecuellaz, on voit apparaître une bande anticlinale de Couches rouges qui se rapproche de plus en plus de la Brèche et finit par la toucher jusqu'au point où le massif du Pic de la Corne cesse tout à coup ; à ses pieds s'étendent jusqu'au vallon de Charmy les pentes de Flysch. En suivant le contact de ce Tertiaire et du massif de la Brèche, nous voyons s'intercaler sur le sentier qui monte à Séranant une petite bande de Crétacé supérieur qui, comme le Flysch qui le soutient plonge sous le massif du Pic de la Corne (fig. 44). Or si ce dernier massif était formé par un pli anticlinal, on serait dans l'impossibilité d'expliquer cette superposition du Jurassique au Crétacé dans l'axe du pli. Le massif du Pic de la Corne n'a pas racine dans son extrémité nord. Ceci suffit pour conclure que tout le massif subit le même sort : c'est une masse de recouvrement isolée du masif de la Brèche (Profil 18 *a*).

Si cette démonstration ne paraît pas suffisante, j'en ajouterai une autre, tout aussi importante, tirée du contact du massif et du Crétacé de la continuation de l'anticlinal de Trébante.

Le col de Crétacé qui domine Séranant est bordé à l'ouest par un monticule rocheux (altitude 1966 m.), formé de couches très redressées de Brèche inférieure. Au pied de l'escarpement, près de petites sources, la Cargneule peu épaisse affleure entre la Brèche et le Crétacé. C'est encore un lambeau de poussée pincé dans le plan de chevauchement. Le Crétacé s'enfonce nettement sous ce mon-

ticule 1966 (Profil 17 *b* et fig. 45). Plus bas le contact est voilé par des éboulis, et ce n'est qu'au-dessus de Lesse d'Amont, sur le sentier qui conduit à Brion, qu'on le retrouve. Là, le Crétacé supérieur, caractérisé par des calcaires gris excessivement froissés, plonge de 30 à 70° sous le Permien, c'est-à-dire sous le massif de la Corne.

J'ai suivi le contact du massif dans le torrent qui descend de Lesse d'Amont à la Corbassière (torrent entre la pente des Lesses et des Esserts).

Au début de la montée, après avoir longé dans les champs et la forêt l'escarpement de calcaire dolomitique qui domine la Corbassière, on voit les Couches rouges crétacées s'appuyer sur le Flysch qui les enveloppe de toutes parts. C'est un V de Crétace planté verticalement dans le Flysch (Profil 17 *d*). Sur le flanc droit du torrent, on constate une autre bande de Sénonien. Des éboulis masquent momentanément tout affleurement. On atteint tout à coup un grand affleurement de Cargneule dont les relations avec le Crétacé des Esserts ne sont pas nettes ; la Cargneule semble disparaître sous lui. Cette Cargneule peut être interprétée comme la continuation du calcaire dolomitique de la Corbassière, ou bien comme un lambeau de poussée analogue à ceux que nous avons vus. (Profil 17 *c*). Mais plus haut, sous Essert-d'Amont, toujours dans le torrent, on voit se rétablir une série semblable à celle du début de cette montée, savoir une bande de Flysch à peu près verticale pincée entre deux Crétacés ; plus haut encore, ces couches sont comme broyées ensemble. On atteint de nouveau de la cargneule, puis des grès permiens en grande abondance, peut-être éboulés ou bien amenés dans cette position par la faille transversale que je suppose passer entre Mont Dévian et Lesse-d'Amont. On sort enfin de la gorge près du point où le Crétacé touche le Permien.

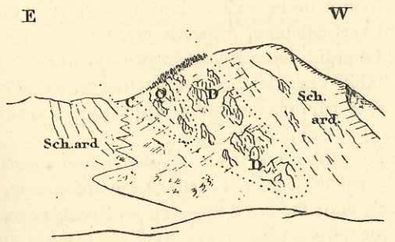


Fig. 46. — Tête anticlinale plongeante, dans les Schistes ardoisiers du col de Brion. — *Q*. Quartzite. — *D*. Calcaire dolomitique. — *C*. Cargneule. — *Sch. ard*. Schistes ardoisiers. — Croquis pris du bord du lac des Dames du Moulin.

Le col de Brion, entre les chalets de ce nom et ceux des Dames du Moulin, présente une coupe singulière dont l'interprétation n'est pas facile (Profil 17 *b*). L'arête, au nord du col, est constituée par les Schistes ardoisiers qui, nous le savons, s'appuient sur du calcaire dolomitique, lequel, avec un lambeau de Cargneule que l'on constate à quelques mètres au-dessous du col même, enveloppe

totalement un coin de Quartzite. On dirait un synclinal de Trias dans les Schistes ardoisiers, car ceux-ci occupent aussi le sud du col jusqu'au pied des rochers de la pointe 1966 m. Il n'est pas difficile de voir qu'au lieu d'un synclinal on a en réalité une *tête anticlinale complètement renversée* et incluse dans les Schistes ardoisiers.

Cette constatation a une grande importance, elle autorise à considérer tout le massif du Pic de la Corne *comme la tête anticlinale du pli frontal du massif de la Brèche, tête enfoncée verticalement, en coin, dans le Flysch*. Un simple regard jeté sur la coupe de la Pointe de Grange (Profil 19) et sur celle du Pic de la Corne où l'on aurait rétabli l'accident de chevauchement avant cet enfouissement dans le Flysch, montre la similitude parfaite des deux coupes et ne permet plus de douter de la réalité de l'accident.

Ce fait acquis, il importe maintenant de rétablir la liaison de cette tête anticlinale enfoncée et de son ancien point d'attache avec la Brèche située au sud-est de l'anticlinal crétacé dont la formation a été la cause de la rupture.

Quand on monte du col de Brion contre le point 1966, en suivant la crête qui domine les chalets des Dames du Moulin, on franchit une grande épaisseur de Schistes ardoisiers alternant avec des bancs de brèche, puis on atteint une brèche formée uniquement de gros fragments de quartzites et de cailloux permiens ; plus haut, on trouve des schistes rouge lie-de-vin, très triturés. Je considère cette brèche si différente de la Brèche du Chablais comme une roche de dislocation. Elle est le résultat de la trituration des quartzites et des roches permiennes pendant le chevauchement du massif de la Brèche. Cette constatation est importante, car elle nous indique le point où se rattachait la tête anticlinale de Trias, et nous sommes ainsi amenés à considérer les Schistes ardoisiers du col comme un fragment de la partie renversée du pli frontal du massif de la Brèche. Je n'ai pu m'assurer de la liaison de cette brèche de dislocation, dont les couches descendent verticalement contre le lac, avec la brèche à quartzite des Dames du Moulin. Ce point nécessiterait encore quelques recherches.

J'ai essayé de rétablir l'accident de chevauchement avant la naissance de l'anticlinal crétacé et de la rupture du col de Brion. Les figures suivantes aideront à faire comprendre mon explication.

Sur la ligne qui nous intéresse, le chevauchement du massif de la Brèche s'est produit uniquement sur le Crétacé. La charnière anticlinale, que l'on remarque dans les plis couchés, était formée d'une série stratigraphique plus complète que celle qu'on aurait rencontrée plus en arrière. Dans le point qui nous occupe, elle était constituée par la Brèche supérieure, les Schistes ardoisiers, les cargneules et calcaires dolomitiques du Trias et les quartzites. Plus en arrière apparaissait la Brèche inférieure avec un lambeau de poussée de Cargneule, que l'on retrouve aujourd'hui sous la pointe 1966 m. (fig. 47 A).

Au col du Brion, une des particularités de ce pli frontal était la présence, comme flanc renversé, d'une masse de Schistes ardoisiers placée de telle sorte que le noyau triasique devait se trouver isolé comme une lentille dans la masse de ces schistes. Je trouve la preuve de cet état de choses dans le fait que les quartzites

du col de Brion et les calcaires dolomitiques sont entièrement enfouis en coin, dans ces Schistes ardoisiers (fig. 46). La coupe A (fig. 47) donne une idée de ce pli. Sur la coupe B de la même figure, l'accident, par arrêt du front chevauchant, se complique. La masse de Brèche inférieure refoule devant elle l'extrémité amincie du noyau triasique. Elle l'écrase, le broye, le réduit à l'état de brèche de dislocation et ces produits de trituration semblent remonter sur les couches de la Brèche inférieure. Telle est du moins la position dans laquelle on retrouve cette brèche de dislocation au col de Brion.

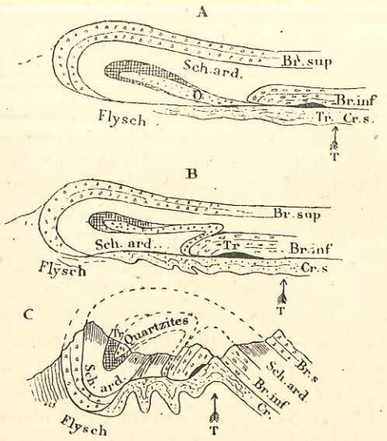


Fig. 47. — Formation du pli du col de Brion (Coupes schématiques). — *Cr. s.* Crétacé supérieur. — *Tr.* Cargneule. — *Q.* Quartzites.

Le troisième état est représenté par la fig. C. Le pli anticlinal de Trébante (T), qui devait déjà se faire sentir dans l'état B, s'exagère. La masse de Brèche du point 1966 glisse sur le plan incliné qui s'offre devant elle. Le pli se produit au point où la masse chevauchante présente une hétérogénéité frappante. En effet, le pli, au nord-ouest de la rupture, présente un noyau de terrains triasiques, permiens et houillers ; (la Brèche inférieure n'existe que dans la pointe 1966 et dans sa prolongation au nord. Dans le flanc sud-est du pli, il y a absence presque totale de terrain inférieur à la Brèche inférieure. Seuls, les quelques mètres de calcaire dolomitique de la Guretta sont conservés, mais en revanche la Brèche inférieure atteint un énorme développement. La formation du pli anticlinal de Trébante coïncide avec la formation d'un synclinal qui le précède au nord-ouest. C'est alors que la tête du pli frontal de la Brèche, juchée sur le flanc de cet anticlinal, glisse et va se planter verticalement dans la masse du Flysch du synclinal, en constituant le petit massif du Pic de la Corne.

Le Crétacé de l'anticlinal souterrain s'élargit dès le sommet du col de Séranant jusqu'au Glaciaire du bord de la Drance. Ses affleurements alternent avec des traînées de Flysch. Une première petite bande de ce dernier terrain s'étend sous les chalets de Céronchai, puis on en rencontre plusieurs autres à l'ouest. La répétition fréquente de ces bandes de Flysch et de Crétacé ne m'a pas permis de les indiquer toutes sur la carte.

Au premier examen, on a la tendance à considérer les bandes de Flysch comme autant de petits synclinaux. Il n'en est pas ainsi. Entre la vallée de la Drance du Biot et le massif de Tréveneusaz, le chevauchement du massif de la Brèche, avons-nous vu, se produit presque toujours sur le Crétacé. Un regard jeté sur la carte permet de constater ce fait. Ce Crétacé, sauf sous Trébante et dans quelques points du vallon de Charmy, repose ordinairement sur le Flysch. On peut être en tout cas certain que les Couches rouges qui entourent le pied du Pic de la Corne près de Séranant, reposent sur le Flysch. Il en est de même du Sénonien qui alterne avec les bandes de Flysch dans la région qui nous occupe ici. Au nord-ouest du massif du Pic de la Corne, le contact se fait toujours avec le Flysch très développé. Il serait alors bien difficile de comprendre pourquoi cette formidable épaisseur de Flysch, en disparaissant sous le massif de la Brèche, n'apparaîtrait plus qu'à l'état de petits synclinaux dans le Crétacé. Aussi n'en est-il pas ainsi et les coupes schématiques de la fig. 47 font-elles comprendre facilement les relations du Crétacé et du Flysch.

La masse chevauchante du massif de la Brèche rencontrant sur sa route un pli sénonien a dû en faucher une grande partie. Ce Crétacé s'est alors étendu sous la masse avançante, s'est moulé *sur* le Flysch en formant des replis en forme de V et n'a que rarement pu s'allonger jusqu'à former un bourrelet au-devant du pli de la Brèche. La coupe *d* du Profil 17, montre un de ces coins de Crétacé dans le Flysch. C'est celui dont j'ai constaté l'amorce près de la Corbassière. La coupe *c* montre encore une série de ces faux synclinaux de Crétacé.

D'après ce qui précède, il est aisé de se faire une idée des relations du Crétacé et du Flysch avec le Trias et la Brèche de la rive gauche de la Drance du Biot (Profil 16). La bande de calcaire blanc du Trias qui traverse la Drance et que l'on a exploité en carrière sur la rive gauche près d'un pont. est accolée à des Couches rouges verticales dont on voit les affleurements dans la forêt au sud-est de la carrière. On peut suivre ces couches jusqu'aux maisons de Grivacu et sur le sentier qui conduit d'Essert-Romand à ce hameau l'on voit ce Crétacé très tourmenté épouser les contours de la Brèche, du Lias et du Trias qui le surmontent. On peut même constater qu'un gros bloc de calcaire noir à veines vertes (Trias ou Lias) est surmonté et soutenu par le Crétacé ! Avant d'arriver aux maisons de Grivacu on rencontre sur le sentier un petit affleurement de Flysch, non indiqué sur la carte. Le Crétacé de Grivacu, comme celui des hauteurs d'Essert-la-Pierre, appartient aussi à une masse qui repose sur le Flysch. Il constitue l'extrême pointe du plissement de Trébante, qui disparaît alors pour ne plus se faire sentir ni à la surface du sol, comme masse décalotée de son revêtement de brèche, ni dans le relief du massif de la Brèche.

Le contact de la région de la Brèche, avec les masses de Flysch qui la précèdent au nord-ouest, entre la Drance et le Roc d'Enfer, est excessivement simple. Au-dessus de la Villette on voit les bancs de grès et de schistes tertiaires s'enfoncer sous la Brèche supérieure sous un angle de 40 à 60 degrés. A Jouranloup, les deux terrains sont accolés l'un à l'autre par des couches verticales; j'arrive ainsi au Passage de Graidon, où la masse du massif de la Brèche s'est par son poids enfoncée dans la masse du Flysch.

J'ai ainsi terminé la description des relations du massif de la Brèche avec les chaînes qui l'environnent.

Résumé. — Le chevauchement du massif de la Brèche sur les Préalpes médianes atteint son maximum de complication entre les vallées de Charmy et de St-Jean-d'Aulph. On voit la masse chevauchante brisée par la naissance d'un anticlinal des Préalpes médianes (continuation du pli de Trébante) et la partie extérieure, ainsi séparée comme une masse de recouvrement du massif de la Brèche, s'est enfoncée verticalement dans le Flysch. Le massif de la Brèche en mouvement a entraîné un pli de Crétacé supérieur, l'a étiré de façon que ce Crétacé accollé à la Brèche chevauche avec elle sur le Flysch, en formant des coins semblables à de faux synclinaux plongés dans le Flysch.

CHAPITRE XVI.

Les montagnes de Culet, de Savonnaz et de Ripaille (val d'Illiez).

Profil 18 et Planche VIII.

Dans l'angle formé par le massif de la Brèche et les premiers plis des Hautes-Alpes calcaires, au haut du val d'Illiez, deux masses calcaires s'élèvent partout entourées de Flysch. Ce sont les montagnes du Culet et de Savonnaz. Ces singulières masses, dont l'une, Culet, paraît recouvrir le Flysch comme deux lambeaux de recouvrement superposés, et dont l'autre, Savonnaz, surgit en masse plissée aux formes ramassées, ces deux singulières masses, dis-je, donnent l'impression de vraies klippes. Un troisième sommet que j'appelle le sommet de Ripaille (coté 1930 m.) est tout aussi mystérieux.

Culet et Savonnaz s'élèvent moins que les montagnes qui les entourent. Observés d'un point élevé, comme des environs de la montagne de l'Haut, ces deux sommets paraissent occuper les bas fonds, et semblent être des masses souterraines, sorte de noyaux calcaires, que les agents de l'érosion, par suite de l'enlèvement du Flysch, auraient mis au jour.

Il ne faut pas oublier cependant que plus bas encore, sous ces masses, apparaît un pli des Hautes-Alpes calcaires, l'anticlinal de Champéry. Les montagnes de Culet et de Savonnaz sont donc comprises dans une coupe verticale entre un pli des Hautes-Alpes calcaires et le massif de la Brèche.

Les terrains qui constituent les massifs qui nous occupent ici sont :

le Flysch ;
le Crétacé supérieur ;
le Malm, en couches grumeleuses ou en bancs de calcaire gris et noirs ;
le Dogger, couches vaseuses à ammonites ;
le Lias supérieur, calcaires gréseux souvent micacés ;
le Lias inférieur, constaté seulement dans les éboulis de la paroi de Culet sur Champéry par la présence de *Polymorphites Jamesoni* Sow. et par des calcaires noirs à silex sous la pointe de Ripaille (1930 m.) ;
les Cargneules.

Ces terrains rappellent ceux des Préalpes médianes, et ne ressemblent en rien à ceux du massif de la Brèche.

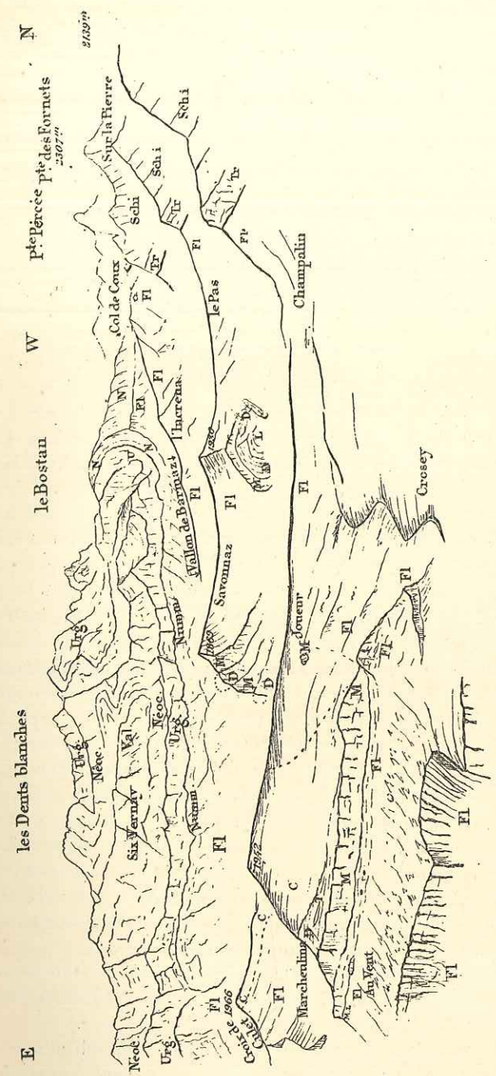


Fig. 48. — Le Haut du Val d'Illiez, avec les montagnes de Culet et de Savonnaz. — Croquis pris des flancs de la pointe de l'Haut. — *Fl.* Flysch. — *N.* Nummulitique. — *C.* Crétacé supérieur. — *Urg.* Urgonien (Rhodanien et Gault compris). — *Néoc.* Néocomien. — *Val.* Valanggien. — *M.* Malm. — *D.* Dogger. — *Schi.* Schistes inférieurs. — *Tr.* Cargneule et calcaire dolomitique.

§ 1. — *Montagne de Culet.*

Les nombreuses complications accumulées dans la montagne de Culet rendent très difficile la description de ce petit massif. Le village de Champéry est au pied d'une pente très inclinée constituée par le Flysch qui s'élève jusqu'à la paroi calcaire de la Croix de Culet. Les nombreux affleurements que l'on rencontre sur le sentier du col de Coux, peu après être sorti du village de Champéry, permettent d'étudier ce terrain. En Lattaz, groupe de chalets au bord du sentier, une première complication se présente. Aux grès grossiers du Flysch du petit oratoire de Vièze font place dans le premier ruisseau de Lattaz des calcaires gris très froissés et laminés ; plus loin, aux Parzes, le Flysch bien typique réapparaît. Les calcaires gris appartiennent au Crétacé supérieur ; l'étude des foraminifères contenus dans cette roche ne peut laisser aucun doute sur cette détermination. Ce Crétacé est *en lame* dans le Flysch. En effet, plus haut, quand des Parzes on monte à Ayerne, on coupe encore ce Crétacé, un peu plus développé, mais toujours entouré par le Flysch. Un grand éboulis descendu de la paroi de Culet empêche de suivre la lame. Des blocs énormes formés de Malm et de Lias supérieur, les Rocs d'Ayerne, dont les pointes escarpées contrastent sur le vert des sapins, appartiennent à ce cône d'éboulement. Plus haut, sous un petit chalet isolé, j'ai retrouvé encore cette lame de Crétacé, qui, disparaissant à nouveau sous les éboulis, réapparaît en écharpe dans l'arête de Flysch des Esserts où l'on peut facilement l'atteindre ; de là elle détermine un couloir très raide qui descend dans le vallon de Chavalet. Je l'ai poursuivie jusque sous le petit chalet ruiné de Au-Vent, où elle disparaît. En face du Crosey, à 1 kilomètre environ de Au-Vent, près d'un chalet, j'ai trouvé des calcaires blancs, continuation probable de ce Crétacé. Cette lame de Sénonien qui n'atteint pas 30 mètres dans sa plus grande épaisseur, que l'on poursuit sur près de 2 kilomètres, plonge régulièrement au sud-ouest. La coupe (fig. 50) représente cette lame coupée suivant un plan perpendiculaire à l'arête des Esserts et la coupe 18 la montre à Ayerne.

L'arête des Esserts présente encore un accident intéressant. Directement au-dessus des chalets des Esserts, un gros rocher calcaire est posé sur l'arête. C'est un bloc de Crétacé supérieur reposant sur du Flysch. On peut voir ce dernier terrain très froissé pénétrer sous l'escarpement rocheux que détermine ce Sénonien. Ce bloc, sur l'arête, n'a manifestement pas racine et nulle part je ne pourrais citer dans le Chablais un lambeau de recouvrement plus caractéristique. Sans aucun doute ce bloc est en relation avec la lame de Sénonien d'Ayerne. J'essayerai d'expliquer plus loin l'origine de ces Sénoniens.

Au nord comme à l'est, la montagne de Culet se termine brusquement par des parois. Celle qui domine le vallon des Chavalet (fig. 48) est formée d'un abrupt de calcaires noirs à silex du Malm.

Cette bande de Jurassique supérieur repose sur le Flysch plongeant de 30 à 40° q ue l'on exploite pour ardoises près du chalet Au-Vent. A l'extrémité nord

de la paroi, on peut pénétrer dans une excavation sous le calcaire du Malm que l'on voit sillonné de profondes stries ; en ce point ce Jurassique s'étrangle complètement en butant contre le Flysch. Cet accident n'est probablement que local, car il paraît évident que le Jurassique se continue en profondeur dans le Flysch. Un étranglement analogue se remarque encore dans ce Malm entre les chalets de Au-Vent et de Marcheulina. Le Jurassique n'existe plus dans cette paroi en ce point. L'escarpement encore vertical est formé par des grès du Flysch, qui bordant à l'ouest le petit cirque glaciaire de Marcheulina, s'étendent jusque sous le sommet de Culet.

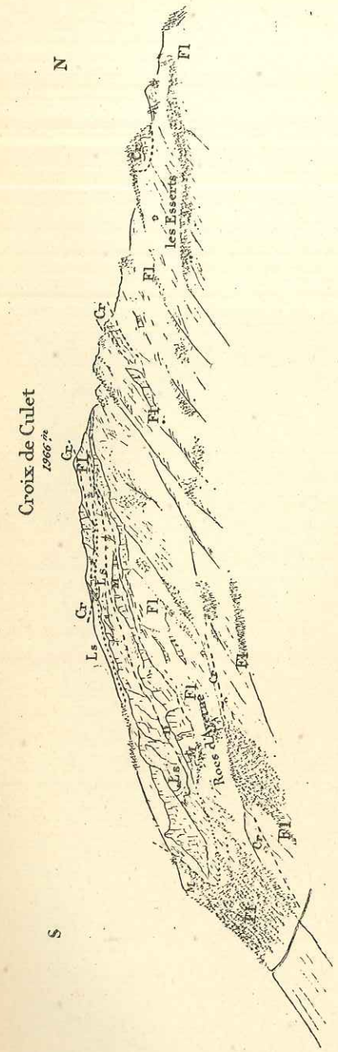


Fig. 49. — La Croix de Culet vue de la rive droite de la Vièze, en face de Champéry. — *Fl.* Flysch. — *Cr.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm. — *D.* Dogger. — *Ls.* Lias supérieur. — Au-dessus des Esserts on voit le lambeau de recouvrement du Crétacé ; dans la pente on remarque la lame de Sénonien d'Ayerne. La bande de petites croix dans l'arête indique la Cargneule.

Ce Malm de la paroi de Au-Vent supporte près de Marcheulina des couches de calcaires et de schistes du Dogger à *Cancellophycus*. Les couches très minces et très laminées supportent un banc de Cargneule presque méconnaissable, tant il est trituré. Des couches micacées recouvrent la roche triasique ; c'est peut-être du Flysch. Plus haut encore on constate deux répétitions, dans des couches schisteuses, d'un calcaire gris très étiré que je considère comme sénonien.

La paroi diminue de puissance vers son extrémité nord-ouest. La Cargneule, le Dogger, le Crétacé et le Flysch restent en arrière et le Malm seul, comme je l'ai dit, se termine en pointe dans le Flysch. La paroi de Au-Vent, puissante tout au plus de 50 mètres, est donc formée au moins de deux séries renversées placées l'une sur l'autre.

Le Crétacé qui occupe le haut de l'escarpement se poursuit sur les pentes qui s'étendent du côté des Joueurs (fig. 48), et va occuper le sommet 1942. De là, ces calcaires blancs bordent le creux de Marcheulina où ils reposent sur des schistes argileux que j'ai considérés comme toarciens. Or, comme on sait que tout le bas de Marcheulina est occupé par le Flysch, on voit que la série inférieure entière de la paroi de Au-Vent a presqu'entièrement disparu et n'a laissé subsister que ces quelques schistes toarciens qui remplacent, au-dessus de Marcheulina, le Dogger que j'avais signalé. Le Crétacé supérieur monte jusqu'au sommet de Culet où il forme le haut de la paroi qui regarde Champéry (fig. 49).

L'indépendance de ce Crétacé de la lame d'avec un Malm qui existe dans la paroi de Au-Vent ne peut être mise en doute, non seulement par la présence de couches gréseuses que j'ai dit exister sous lui dans cette paroi, mais par un fait analogue. Quand du sommet de Culet on descend dans la paroi qui regarde Champéry du côté de l'ouest, on s'aperçoit que le Flysch, qui arrive dans l'arrête des Essert jusque sous le Crétacé du sommet, continue dans l'escarpement en s'intercalant entre ce Crétacé et des couches schisteuses liasiques Ce Tertiaire à l'état de poudingue et de schistes isole le Crétacé en lui servant de substratum jusque sous le petit sommet placé au sud du point culminant de Culet. Plus bas le Flysch s'écrase et le Crétacé repose directement sur le Toarcien (fig. 49, coupe 18).

On voit donc que la montagne de Culet *est couronnée par une écaille indépendante* de calcaire blanc du Sénonien (fig. 48, 49, 50. Profil 18).

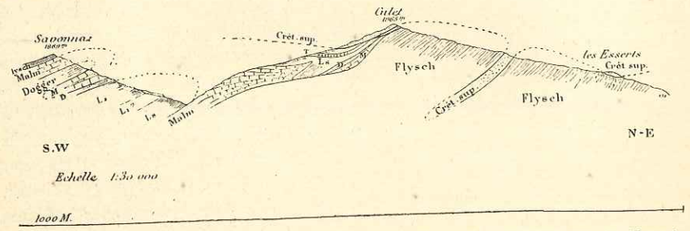


Fig. 50. — Coupe passant par le sommet de Savonnaz, la Croix de Culet et l'arête des Esserts. — *M*. Malm. — *D*. Dogger. — *Ls*. Lias supérieur. — *T*. Cargneules.

La paroi de Culet qui domine Champéry est formée, au-dessus des Rocs d'Ayerne, par une grande barre rocheuse de calcaires noirs du Malm montant en écharpe dans la direction du sommet. Sur ce Jurassique supérieur repose le Dogger, dont les couches plus tendres ont donné lieu à un couloir très raide par lequel on peut franchir la paroi. Le Toarcien très épais repose sur ce Dogger en formant une bande rocheuse noire presque infranchissable. Toutes ces couches sont coupées obliquement dans le bas par le Flysch sur lequel elles reposent. On voit tout d'abord le Malm s'arrêter, puis plus loin, dans une forêt au sud-ouest des rochers d'Ayerne, j'ai pu constater le repos direct du Lias supérieur sur les grès micacés du Flysch.

Quand on suit l'arête des Esserts au sommet de Culet, on est étonné de ne pas rencontrer ces terrains, alors que du bas de la paroi on les voit les uns au-dessus des autres se diriger vers elle. Ces terrains si puissants dans le bas, près des Rocs d'Ayerne, paraissant positivement se fondre et disparaître comme par enchantement. Ils disparaissent en effet, et ce n'est guère qu'une étude détaillée, dangereuse, mais des plus intéressante, celle de la paroi de Culet, qui permet de constater ce prodigieux étirement. Quand du sommet de Culet on essaye de descendre dans la paroi directement au-dessous du point culminant, on abandonne tout d'abord le Crétacé, puis après quelques mètres de grès et schistes du Flysch on aborde une série de couches étirées méconnaissables. Ce sont probablement des schistes du Toarcien et du Dogger. Les dalles inclinées contre l'abîme ne permettent pas de voir plus bas, mais si l'on étudie les couches dans une ascension directe de la paroi, on remonte si haut sur le Flysch que l'absence du Malm ne peut faire de doute. A une centaine de mètres de là toute la série jurassique a disparu, s'est comme fondue dans le Flysch.

Si du sommet de Culet, au lieu de se diriger dans la paroi directement en bas, on oblique vers la droite, c'est-à-dire vers le sud, on passe d'abord sous le Flysch qui soutient la lame de Crétacé, puis, descendant toujours, en traversant des dévaloirs, on arrive subitement sur une bande de Cargneule au point où l'on atteint un petit sentier à moutons sur une partie gazonnée. Cette Cargneule repose sur le Toarcien. Or, si l'on se rappelle que dans la paroi de Au-Vent il existe, dans une situation semblable, une petite bande triasique, on voit que toute la montagne de Culet doit être considérée *comme une masse renversée* reposant de toutes parts au nord et à l'est sur le Flysch.

A une vingtaine de mètres sous cette Cargneule on voit, en se penchant, un noyau calcaire de Malm, dernier affleurement du Jurassique supérieur dans la paroi. On peut suivre la Cargneule dans l'escarpement. A la hauteur du chalet 1780 m., on peut s'assurer qu'elle est recouverte par des couches schisteuses du Lias supérieur. C'est le flanc normal du pli de Culet, qui jusqu'ici n'était qu'à l'état d'écaille formée d'une série renversée. Sur le Lias schisteux l'on constate des couches plus calcaires sur lesquelles reposent des calcaires gris du Malm, qui forment une bande rocheuse et une tête boisée à l'ouest d'un chalet situé à environ 150 mètres au-dessous (vers le sud) du chalet 1786. On peut se demander à juste titre si ce nouveau Malm, que l'on voit ainsi réapparaître, fait partie du flanc normal du pli de Culet. Au premier abord il semble en être ainsi, mais si l'on étudie les relations de ces calcaires jurassiques et du Lias supérieur qui l'environne, on est plutôt porté à admettre une autre solution. Ce Jurassique supérieur me semble plutôt faire partie de la masse renversée de Culet et appartenir au Malm qui soutient la paroi. Il serait amené dans la position qu'il occupe par la présence d'un simple repli qui le ferait avancer en coin dans le Lias supérieur. C'est ainsi que je l'ai dessiné dans la coupe fig. 50. Je ne suis cependant pas certain de cette manière de voir, tant les relations des terrains de Culet sont confuses les unes vis-à-vis des autres. Si ce Jurassique ainsi placé appartenait à un flanc normal, il deviendrait impossible de comprendre ses

relations avec le Toarcien qui occupe toute la pente gazonnée de Culet au dehors de la lame sénonienne, au sud-est du sommet. Ce Toarcien appartient manifestement à celui qui recouvre la cargneule dans la paroi qui domine Champéry. Je n'ai pu voir s'il recouvrait à l'ouest le Malm qui nous occupe, mais il s'enfonce manifestement sous ce dernier à l'est. Le problème est ainsi posé, je n'ai pu le résoudre complètement. Ce qui est certain, c'est que ce Malm est isolé de tout terrain analogue; au pied de son escarpement on trouve le Flysch s'enfonçant sous lui comme il s'enfonce sous le Lias, le Dogger et le Malm de la paroi. Nous savons que les couches de ces terrains sont coupées obliquement à la base de la paroi et que tour à tour elles touchent les grès tertiaires (fig. 50).

La pente occidentale de Culet nous réserve d'autres surprises. En deux points isolés on y rencontre deux affleurements très restreints de Cargneule, dont l'un, de quelques mètres, est situé sur les schistes toarciens sur la ligne de plus grande pente qui descend du sommet 1942, et dont l'autre, plus grand, occupe le haut d'un petit vallon tributaire du torrent du Seumon. La proximité immédiate du Toarcien fait immédiatement penser que cette Cargneule est dans la continuation de celle que nous connaissons dans les deux parois de Culet si la coupe que j'ai construite, en supposant que le Malm dont je viens de parler ne représente pas le flanc normal d'un pli, est juste. Dans ce cas, on peut se représenter la liaison de ces Cargneules comme je l'ai dessinée dans une coupe (fig. 50). Le grand affleurement de Cargneule du petit vallon butte par faille contre des calcaires gris de Malm a peu près horizontaux, ce qui complique encore la question. Cependant cette faille mise de côté, on peut dire que le Toarcien de la pente occidentale du Culet repose sur du Jurassique supérieur qui, prenant un grand développement, occupe toute la pente sous les chalets de Planachaux. Il s'étend jusqu'au col entre les Joueurs et Planachaux, disparaît sous des gazons dans la pente nord-ouest du Culet, mais est cependant révélé par la présence de deux gros blocs qu'on aperçoit facilement et va manifestement rejoindre celui qui forme la base de la paroi nord du massif que je viens de décrire. Dans la coupe 18 j'ai supposé que ce Malm était normal, car le Flysch repose sur lui à l'ouest, à Champalin. Cette disposition formerait de Culet un pli nettement déversé au sud-est. Or, que cette coupe soit vraie ou non, le fait du déversement au sud-est reste cependant probable, car nous savons que dans la paroi de Champéry le Toarcien réapparaît au-dessus du noyau anticlinal de Cargneule, laquelle repose sur la série renversée du Toarcien au Malm.

§ 2. — *Montagne de Savonnaz.*

La montagne de Savonnaz est constituée par une série de plis empilés. Quand on l'observe d'un point situé à l'est, ce sommet apparaît comme une grosse masse formée de parties calcaires alternant avec des bandes plus schisteuses. On y reconnaît cependant facilement dans la paroi qui domine le val d'Illiez un pli synclinal bien net de calcaire compact de Malm environné des calcaires schisteux du Dogger à *Cancellophycus*. Ce pli donne toute la solution du problème.

550

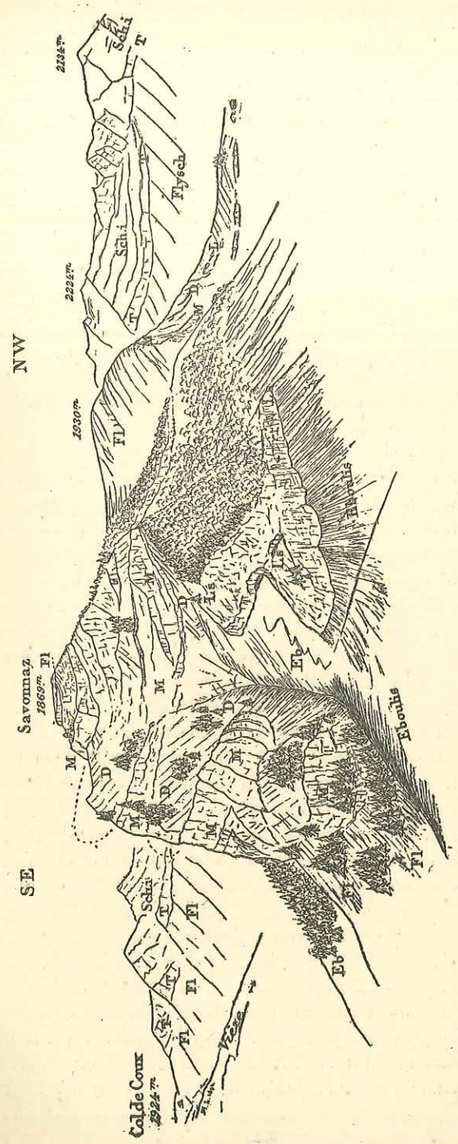


Fig. 51. — La montagne de Savonnaz vue des flancs de la Croix de Culet au-dessus du Pont. Dans le fond on aperçoit la région de la Brèche. — *Fl*, Flysch. — *M*, Malm. — *D*, Dogger à *Cancellophycus*. — *Ls*, Lias supérieur. — (*Sch. i*. Schistes inférieurs. — *T*. Cargneules et calcaires dolomitiques du Trias).

551

Du torrent de Seumon on peut aisément gravir les pentes d'éboulis que l'on voit sur le croquis. On laisse à sa droite une partie rocheuse constituée par des calcaires gréseux du Lias supérieur, qui dominent plus au nord le chalet de Barmettaz. Au chalet même des calcaires noirs à silex représentent peut-être le Lias inférieur. La bande toarcienne se perd dans une petite plaine d'alluvion placée au pied de la pointe de Seumon et de Ripaille. Ce Lias occupe le noyau anticlinal d'un pli. On peut s'en assurer en remontant encore un peu plus les éboulis. On le voit recouvert par des schistes du Jurassique moyen. Ce Dogger à son tour enveloppe le coin synclinal de Malm dont j'ai parlé. Plus haut encore, la paroi est traversée par une bande calcaire de Malm. On peut en suivre le pied jusqu'au bord de l'escarpement qui regarde le sud (groupe de sapins du croquis à gauche de D). Là, en se penchant, on voit ce Malm rejoindre celui du noyau synclinal en donnant lieu à une formidable paroi lisse, la paroi de Cultin (Voir la coupe fig. 52). Traversant cette bande de Malm on atteint une deuxième bande de Dogger, qui, contrairement à la première, traverse complètement en écharpe la paroi de Cultin. On peut la suivre facilement. En un point, sous la petite pointe que l'on aperçoit sous le croquis, ce Dogger renferme quelques mauvaises ammonites. Enfin, pour terminer, la deuxième bande de Jurassique moyen est couverte par un chapeau de Malm très froissé, découpé par de nombreuses petites failles. On peut, en suivant une petite vire, longer le sommet constitué par le Flysch et constater que ce terrain est en discordance, évidemment mécanique, sur le Malm.

Suivons maintenant ces différentes bandes dans les parois.

Le Lias supérieur, comme je l'ai dit, se perd au nord dans les éboulis et l'alluvion. Il en est de même des deux bandes de Dogger et de Malm. L'anticlinal supérieur de Dogger se ferme par la réunion des deux Malm qui le contient et ce Jurassique supérieur forme une petite corniche dans la pente boisée qui remplace au nord l'escarpement. La deuxième bande de Malm forme donc un pli synclinal aigu isolé, comme on le voit dans la coupe ; si celle-ci était orientée SW..-N.E., on verrait les deux Malm se joindre par une charnière anticlinale (Coupe de la fig. 50). Le pli supérieur du Dogger ne paraît pas orienté comme l'inférieur. Celui-ci, par la présence de la charnière du Malm qu'il contient est déversé au sud-est, l'autre l'est à l'est ou au sud-est.

Nous savons que les deux Malm, le moyen et celui du col, se rejoignent et forment une charnière anticlinale déterminant une formidable paroi au-dessus de Cultin. Toute la paroi s'enfonce sous le Flysch, qui du vallon des Creuses remonte jusqu'au sommet de Savonnaz. On peut suivre le contact de ce Flysch avec les calcaires, en remontant des dévaloirs herbeux très rapides. Directement au-dessus du chemin qui conduit de Cultin à Ripaille on voit sur la rive gauche du premier ruisseau qu'on rencontre un paquet de Malm flanqué à l'ouest par le Flysch, et à l'est par le Dogger de la bande supérieure. Plus haut le Malm s'étire subitement et le Dogger seul est en contact avec le Flysch. Il y a là un étirement d'une charnière anticlinale qui devrait exister entre le Malm supérieur du sommet et celui de la bande moyenne. De ce côté-là les plis paraissent être déversés au sud-est.

On voit donc que la montagne de Savonnaz a un sommet constitué par deux plis empilés dont *les axes*, très courts, par rapport au développement énorme en hauteur verticale des plis, s'affaissent rapidement au sud-ouest, en provoquant des étirements qui mettent même le Dogger en contact avec le Flysch ; ces axes, dans la partie qui domine le vallon de Barmettaz se courbent et produisent un déversement à l'ouest. On dirait que la montagne de Savonnaz était déjà plissée en profondeur comme une série de plis simples qui poussés suivant une ligne perpendiculaire à leur axe, aurait surgi du Flysch qui l'enveloppait. On conçoit alors que tous les axes ont dû se courber fortement en arrière, vers le nord-ouest, à gauche et à droite de la ligne de poussée et que cette direction ait produit des déversements momentanés accompagnés d'étirements sur les résultantes formées par la nouvelle direction et la direction primitive des plis en profondeur. Il ressort nettement en tout cas que la poussée s'est produite du nord-ouest au sud-est, presque perpendiculairement opposée à la direction du pli des Hautes-Alpes de la chaîne de la Dent du Midi.

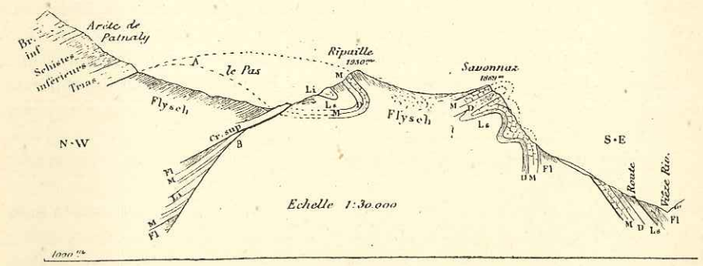


Fig. 52.— Coupe des montagnes de Savonnaz et de Ripaille.—*Fl.* Flysch. — *Cr. sup.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm.— *D.* Dogger. — *Ls.* Lias supérieur. — *Li.* Lias inférieur.

Le torrent de Seumon sépare les montagnes de Culet et de Savonnaz. Le Toarcien que l'on trouve dans l'anticlinal rompu de cette dernière montagne s'appuie sur le Malm renversé de Culet de telle sorte que je me suis souvent demandé si la montagne de Culet ne représentait pas le flanc renversé du pli inférieur de Savonnaz. On n'a qu'à se rapporter à la fig. 50 pour bâtir le pli que je suppose (exception faite de l'écaille de Crétacé du sommet de Culet). Mais les deux genres de plis de ces deux montagnes sont si différents, comportent une telle étrangeté d'allures l'un vis-à-vis de l'autre, qu'on est plutôt porté à admettre entre elles une grande indépendance ; j'en vois surtout la preuve dans quelques faits importants. Ainsi quand on suit le sentier de Champéry au col de Coux, après avoir dépassé la lame crétacée qui apparaît aux Parzes [1] on arrive sur un nouveau Flysch, auquel s'ajoute des calcaires noirs schisteux, près de la bifurcation du sentier d'avec celui de Barmettaz. Ces calcaires, qui reposent sur

[1] Sous le sentier, aux Parzes, existe un escarpement rocheux entouré de Flysch. C'est un gros bloc de calcaires du Dogger et du Lias supérieur glissé de la masse recouvrante de Culet.

les schistes du Flysch, appartiennent probablement au Dogger. Ils sont accompagnés à la bifurcation par des calcaires gris du Malm. Plus loin, sur le sentier du col de Coux, on retrouve des grès du Flysch, puis, après quelques mètres d'éboulis, on atteint des schistes calcaires noirs, légèrement micacés, que, malgré leur ressemblance avec les roches tertiaires, je considère comme appartenant au Lias supérieur. Le torrent du Seumon traverse ces schistes en formant une série de cascades. Une petite source d'eau sulfureuse sort de la roche. En remontant le torrent on voit sous ce Lias des calcaires gris du Dogger et enfin le Malm que le sentier de Cultin traverse. La série est renversée et toutes ces couches plongent au sud. Les éboulis ne permettent malheureusement pas de voir comment cette série se comporte vis-à-vis des terrains qui l'environnent ; elle semble bien séparée de Savonnaz par la présence de Flysch que l'on trouve dans la forêt près du point où le sentier de Cultin traverse le torrent. Cette apparition de Flysch me fait croire que cette série renversée appartient au massif de Culet comme une masse isolée entourée de toutes parts par les schistes et grès tertiaires. J'ai cherché inutilement une autre solution convenable. Le Flysch que l'on trouve ainsi flanquant le Malm de la paroi de Savonnaz nous montre bien l'individualité de ce petit massif, et, si le Toarcien touche le Malm de Culet, c'est que, l'axe de ces plis tournant, le Malm et le Dogger disparaissent par laminage (Voir coupe, fig. 50).

§ 3. — *La Montagne de Ripaille.* — (Sommet 1930).

L'étrangeté des massifs de Culet et de Savonnaz réapparaît encore dans la montagne de Ripaille.

De Ripaille on s'élève sur des pentes herbeuses jusqu'à son sommet de Flysch. On traverse dans la montée un lambeau de recouvrement de Trias appartenant au massif de la Brèche.

SSE NNW

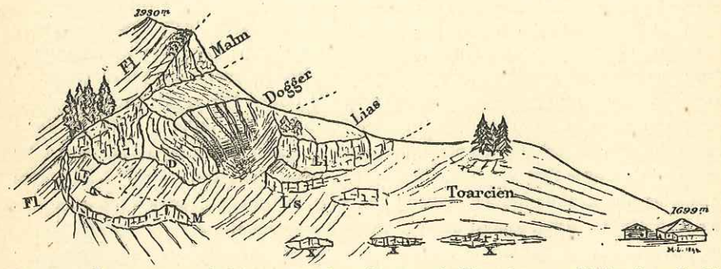


Fig. 53. — La montagne de Ripaille vue des pâturages de Planachaux.— *Fl.* Flysch. — *Ls.* Lias supérieur. — *XXX.* Calcaire noir à silex.

Du sommet on domine un escarpement de Malm qu'on peut longer. Tout d'abord plongeant au sud-est, les couches de Malm deviennent verticales, toujours

flanquées de Flysch, et enfin, horizontales, bordent la petite plaine alluviale où coule le Seumon avant de pénétrer dans la gorge de Barmettaz.

Le Malm, noduleux, dans lequel on peut récolter quelques mauvais fossiles, englobe des calcaires et schistes du Dogger très tourmentés dans l'escarpement que montre le croquis (fig. 53). Dans l'escarpement nord de la montagne, ce Dogger plonge régulièrement sous le Malm. On peut y récolter des ammonites malheureusement indéterminables. Un peu plus bas, un petit escarpement d'un calcaire noir est formé de Lias inférieur. Il apparaît directement sous le Dogger et repose sur les schistes noirs gréseux du Lias supérieur qui occupent toute la pente jusqu'au chalet 1699. De ce point un petit escarpement rocheux de calcaires noirs à silex se dirige vers l'escarpement de Malm (XXX du croquis). La petite plaine alluviale que limite ce gradin rocheux ne permet pas de constater d'autres affleurements. Au nord du sommet le terrain glaciaire ne permet pas non plus de chercher les relations de ces roches jurassiques avec le Flysch, mais si ce point ne peut s'éclairer, la présence du Flysch au sud suffit pour montrer l'indépendance de Ripaille de Savonnaz. En faisant exception de la petite bande de calcaires noirs à silex, peut-être jurassiques, peut-être liasiques, la solution du problème saute aux yeux : la Montagne de Ripaille est constituée *par une tête anticlinale, posée sur le Flysch* ou en partie plantée dans ce terrain, et ne pouvant venir que d'une racine à chercher au nord-ouest. Telle est l'idée que j'ai traduite dans ma coupe (fig. 52).

Je suppose que des calcaires X, qui apparaissent si singulièrement placés à l'endroit où l'on pourrait espérer rencontrer du Malm, peuvent s'expliquer par un retour s'ils sont liasiques, retour dû à une lamination du noyau anticlinal que l'on voit s'appuyer sur le Dogger. Bien que cette solution soit loin de me satisfaire, ce qui m'importe est démontré, c'est-à-dire que la montagne de Ripaille, tout comme Savonnaz, et probablement Culet, puisque ces trois massifs ont la même histoire, *proviennent de plis déversés du nord ouest vers le sud-est*, à l'encontre des Hautes-Alpes.

Où rechercher la racine de la tête anticlinale de Ripaille ? Ici deux hypothèses peuvent être présentées. Ou bien Ripaille fait partie d'une tête anticlinale dont les deux flancs, laminés en arrière de la charnière, seraient à rechercher sous le massif de la Brèche, telle est une des hypothèses indiquée sur la coupe (fig. 52 A). ou bien la tête anticlinale aurait été séparée par une faille oblique du reste du pli caché en profondeur dans le Flysch. Un point semble en faveur de cette dernière manière de voir. Sur le flanc nord de la montagne on peut voir une traînée singulière de calcaires blancs du Crétacé supérieur plongeant fortement au nord-ouest. Le contact avec le Lias n'est pas immédiatement visible, mais quelques mètres seulement séparent les deux terrains. La présence de ce Crétacé reste inexplicable, à moins d'admettre des mouvements postérieurs à la formation de la tête anticlinale de Culet, ce qui n'est pas probable. Sa présence, par contre, est rendue plausible par l'existence d'une faille, comme je l'ai indiqué en deuxième hypothèse sur ma coupe (fig 52, solution B). C'est à cette solution que je m'arrête pour le moment, tout en faisant remarquer que ce Crétacé appartenant probablement à l'écaille de Crétacé que nous connaissons en plusieurs points du val d'Illiez ne doit pas être lié à ce pli enfoncé hypothétiquement en partie en profondeur, car sur le Malm du sommet de Ripaille ne repose que du Flysch.

QUATRIÊME PARTIE

DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS

L'interprétation et la discussion des faits que j'ai décrits dans la troisième partie me paraît absolument nécessaire, malgré les difficultés que présentent toujours ces coordinations.

Le problème à résoudre n'est pas un de ceux que livre habituellement l'étude détaillée d'une région alpine. Ici se posent des questions d'un ordre assez nouveau, dépendant à la fois des dislocations et de la distribution des faciès.

J'ai débuté dans mon travail par une description générale, plus ou moins synthétique, qui aurait plutôt eu sa place ici-même. J'ai jugé bon de la placer au début pour faciliter la compréhension de ces pages et avertir pour ainsi dire le lecteur de l'importance des faits signalés dans la troisième partie, où l'on a pu remarquer que j'avais laissé à dessein tout ce qui dépendait du point de vue hypothétique. Ceci justifiera le plan de mon ouvrage.

CHAPITRE Ier

Relations de la région de la Brèche du Chablais avec les Préalpes en général. Le massif de la Brèche chevauche sur les régions avoisinantes.

Nous avons vu dans les différents chapitres de la troisième partie que la région de la Brèche chevauchait partout sur les régions avoisinantes. Au sud, elle repose sur le Flysch de la vallée du Giffre ; au sud-ouest, elle atteint les plis des Préalpes médianes. Comme il ressort de la carte, on peut observer qu'il existe une étroite relation entre les contours du massif de la Brèche et la direction des plis des Préalpes médianes. On voit, en effet, ces derniers contourner le massif dans sa partie sud-ouest, et s'arrêter sur la rive gauche du Giffre dans la Pointe d'Orchez. Les plis plus extérieurs encore épousent ces mêmes flexions. Un simple coup d'œil jeté sur la carte schématique de la planche V permet de constater qu'un semblable phénomène existe à l'autre extrémité de la zone du Chablais et que tous les plis des Préalpes médianes convergent à Spiez.

Cependant cette parenté dans les dispositions des deux régions en présence est plus apparente que réelle et l'on peut dire que le chevauchement du massif de la Brèche entre les vallées d'Abondance et du Giffre est *indépendant des plis chevauchés et est par places oblique* à la direction de ces plis. Suivons par exemple le pli du Mont Chauffé (rive droite de la Drance d'Abondance) qui, comme nous le savons, est la continuation de la chaîne des Gastlosen. La conservation du pli frontal de la région de la Brèche permet de déterminer exactement la distance comprise entre cette dernière et le pli du Mont Chauffé. Dans la vallée d'Abondance l'éloignement des deux plis est de 3,5 kilomètres ; dix kilomètres plus au sud-est à St-Jean-d'Aulph il est encore de 2,5 kilomètres. On peut dire que les deux accidents sont sensiblement parallèles dans ce parcours et que la différence d'un kilomètre n'est due qu'à une simple flexion dans la direction générale de l'axe des plis.

Mais, depuis la vallée du Biot, la continuation du pli des Gastlosen se rapproche de plus en plus de la région de la Brèche. A la Pierre Saône, en face du Roc d'Enfer, la distance est de deux kilomètres et à *Pététeau il y a contact*. Ici l'on entre dans les accidents si intéressants de la Pointe de Vésine, qui nous ont bien montré l'indépendance du chevauchement de la Brèche. Les plis des Préalpes médianes sont donc légèrement obliques au massif de la Brèche.

A partir du Roc d'Enfer vers le sud-est, on ne trouve plus trace du pli frontal si caractéristique de la région de la Brèche. Il paraît manifeste que le pli primitivement existant dans la continuation du Roc d'Enfer a disparu par érosion. J'en vois une preuve dans l'angle rentrant entre la Pointe de Chalune et la Pointe du Haut-Fleuri. On peut alors être certain que la masse entière de Vésine était recouverte par la Brèche, ce qui eût accentué davantage l'indépendance des deux régions en présence.

On peut se demander si la région de la Brèche présente dans son bord extérieur, du côté des Préalpes médianes, des traces d'une flexion analogue à celle des plis de ces dernières chaînes. La direction du synclinal du Praz-de-Lys semble montrer qu'il en est ainsi. Toutefois, je ferai remarquer que la disposition en cuvette de la région de la Brèche, donne lieu à quelques accidents tranversaux dont j'ai parlé dans la description détaillée. Le synclinal du Praz-de-Lys ne peut donc être invoqué en faveur d'un parallélisme des plis des deux systèmes, bien qu'on ne puisse pas cependant se cacher que les deux régimes paraissent assez semblables dans cette partie sud-ouest des Préalpes.

Il ne serait du reste pas étonnant que le plissement de la région de la Brèche fût directement lié à celui des Préalpes médianes, car, comme je l'ai montré dans la bande frontale de la Brèche, la formation des plis des Préalpes médianes a déterminé des plissements dans la partie de la région de la Brèche qui leur est superposée.

Un chevauchement unique doit évidemment se produire sur une surface plane ou sensiblement plane, sinon des accidents de deuxième ordre tels que chevauchements secondaires, plissements, failles, etc., peuvent se produire. Ainsi, le plan de chevauchement de la région de la Brèche du Chablais a été complètement brisé dans une de ses parties par la naissance sous lui d'un pli anticlinal qui s'amorce au col de la Reculaz (frontière franco-suisse), se suit à Ville-Torrent, à Trébante, dans le vallon de Charmy, atteint sa plus grande amplitude entre ce dernier vallon et la vallée de la Drance du Biot. Là, cet anticlinal disparaît sous le Roc d'Enfer pour ne plus laisser de traces plus au sud. Ce pli, que j'appellerai *pli de Trébante*, se poursuit donc sur une longueur de 18 kilomètres. Il vient nous indiquer que deux mouvements se sont succédé dans le Chablais ; le premier a déterminé le chevauchement du massif de la Brèche, l'autre, moins important comme mouvement, a disloqué les effets du premier en maniant la Brèche comme une masse purement passive. Ces deux mouvements qu'on peut ainsi démêler l'un de l'autre ont cependant dû être à peu près simultanés et se sont effectués pendant la grande phase de plissement de la zone du Chablais. Les relations des massifs de la Brèche avec celui de Tréveneusaz nous montrent que le premier, aux couches non plissées, à plongement uniforme, repose sur ce dernier dont les parties supérieures (Draversaz) présentent des plissements importants ; ce phénomène remarquable est parfaitement visible sur le Panorama et la coupe de la planche VII.

CHAPITRE II

La région de la Brèche du Chablais a-t-elle ou n'a-t-elle pas racine en profondeur ? Hypothèse du pli en champignon.

J'arrive donc à montrer par l'étude détaillée du Chablais qu'une région longue de 35 kilomètres et large de 14 chevauche sur les régions avoisinantes.

Deux hypothèses sont applicables.

Dans la première, celle à laquelle je me suis rallié tout d'abord (40), on suppose que le massif de la Brèche s'est deversé sur les régions voisines en une sorte de pli couché dont l'axe serait elliptique. Une coupe quelconque de la région aurait simulé un champignon, d'où l'hypothèse du pli en champignon.

Dans la seconde hypothèse qui fut suggérée par M. Marcel Bertrand, lors de la course de la Société géologique suisse en Chablais, on suppose que la Région de la Brèche n'a pas racine et qu'elle constitue une nappe de recouvrement dont l'attache n'existerait plus.

Nous allons discuter tour à tour les deux hypothèses.

§ 1. — *Hypothèse du pli en champignon.*

L'extrémité méridionale du massif de la Brèche du Chablais est formée par une masse circulaire de Brèche entourant une masse de Flysch contenant les pointements cristallins de protogine et roches éruptives basiques des Gets. Les couches secondaires qui avoisinent cette masse énorme de terrains tertiaires plongent de tout côté sous elle, semblant constituer les parois d'un entonnoir très évasé, comme le profil 1 (Planche III) le fait nettement sentir.

Cette remarquable disposition et la distribution en arc de cercle des pointements de roches basiques, puis les affleurements suivant la corde de cet arc des pointements de protogine, nous fit penser M. Michel-Lévy, M. Renevier et moi, que ces klippes cristallines provenaient directement de la profondeur, après des remaniements plus ou moins compliqués et impossibles à déchiffrer. Ces roches dénotaient donc la présence d'une ancienne chaîne qui, ayant plus ou moins résisté à la poussée alpine, aurait occasionné sur elle une sorte de décollement de la masse sédimentaire ; celle-ci serait venue se coucher sur les terrains avoisinant le *horst* chablaisien, comme je dénommais cette masse ancienne de résis-

tance. Il va sans dire que dans cette hypothèse, la masse résistante n'aurait plus actuellement sa grandeur primitive, mais que sous l'effort de la poussée alpine, elle se serait en grande partie écrasée en profondeur, ne laissant subsister dans les masses du Flysch que quelques blocs remaniés, débris d'anciennes lames, d'anciennes têtes anticlinales. On voit que cette hypothèse rappelle celle de Studer et de Bachmann. J'argumentais cette hypothèse sur plusieurs faits que je vais mentionner.

Au col de la Golèze nous savons qu'un affleurement de Crétacé est pincé entre le Flysch et le Trias. Des affleurements analogues existent au Bouchet près de Verchaix et à Taninge. Ces Crétacés représentaient pour moi des débris écrasés du flanc renversé du pli déjeté circulairement. Un lambeau de Lias à Mevaulier sur Samoens me paraissait s'expliquer d'une façon semblable (Planche III, profil 1, Planche IV, profil 16). La présence de la protogine de la Rosière, si près de la Brèche jurassique des Mais, n'était pas difficile à interpréter à cause du voisinage de la grande faille qui court entre le Flysch et la Brèche du bas de la Pointe d'Uble aux Chalets (près de la Rosière) (Planche III, coupes 8 et 10).

La flexion des chaînes des Préalpes médianes autour du massif de la Brèche était un de mes meilleurs arguments. Ces chaînes paraissent épouser les contours de la région de la Brèche; leur flexion était pour moi le résultat de la marche en avant sous l'effort de la poussée alpine de tout le horst chablaisien.

Telle était à grands traits l'hypothèse du pli en champignon. Je vais démontrer maintenant son entière impossibilité.

§ 2. — *Le massif de la Brèche du Chablais est sans racine.*

L'étude de la partie nord du massif a le plus contribué à me faire abandonner l'hypothèse du pli en champignon. La forme même du massif suffirait déjà, il est vrai, pour combattre cette hypothèse. En effet, si les pointements cristallins étaient des affleurements témoignant de l'existence en profondeur d'une masse de résistance, on devrait rencontrer des traces de cette dernière dans les profondes vallées. Ce n'est pas le cas. Là où l'érosion a été suffisante pour enlever en partie le Flysch de la région de la Brèche, nous trouvons les terrains constitutifs de celles-ci, c'est-à-dire les deux niveaux de Brèche ou de Schistes. Le Carbonifère de Taninge, qui pour M. Michel-Lévy semblait être l'indice d'une ancienne chaîne dont l'axe surélevé aurait donné lieu aux pointements, a une tout autre histoire, comme mes recherches détaillées le démontrent. On pouvait, il est vrai, supposer que la chaîne ancienne était totalement détruite et que les matériaux charriés en lames, sortes de noyaux sans racines, pointaient seuls à la surface du sol. Dans ce cas les montagnes des Gets auraient caché une sorte d'abîme rempli par le Flysch, et la Brèche, qui entoure le massif hypothétique des Gets, eût été percée pour livrer passage à ce Flysch. Pour créer de telles dislocations des mouvements formidables eussent dû se produire. Nous devions en trouver des traces dans la masse de la Brèche. Or rien ne trouble la tranquillité d'allure

des masses de Brèche qui plongent sous le Flysch des Gets. Seule la faille du Pont des Gets et le petit accident de la pointe 1835 sont à noter. D'autre part, si du Flysch des Gets eussent émergé des masses à déjètement périphérique, le mouvement qui les eût produits aurait dû se répercuter dans les couches de la rive droite de la Drance du Biot. Or là rien de semblable n'est observable dans le pli si simple du synclinal d'Arvoriaz. Il y a plus. La profonde coupure de la vallée de la Drance du Biot nous montre que la Brèche supérieure forme seule le substratum du Flysch. En effet, entre Montriond et Morzine les deux bandes de Brèche supérieure qui soutiennent le synclinal de Flysch d'Arvoriaz ne sont qu'à un kilomètre l'une de l'autre. Si l'érosion avait été un peu plus grande on les verrait se rejoindre, et la cuvette de Brèche supérieure serait entièrement fermée. Or, je le repète, on ne trouve nulle trace de tels mouvements dans les couches si simples d'allure de la Brèche du Chablais.

L'existence indéniable de la Brèche supérieure sous le Flysch du pointement des Attraix éloigne toute hypothèse par laquelle (à défaut de l'hypothèse du déjètement circulaire) on ferait venir les pointements par un seul mouvement plus ou moins complexe dirigé vers le sud-ouest; car, dans ce cas, la racine des pointements devait exister dans la vallée du Biot que nous savons occupée par la Brèche. Une telle conception aurait du reste contre elle la disposition même des pointements dans le Flysch, disposition qui ne peut supporter que l'hypothèse du déjètement circulaire ou bien de plis deversés dans un sens ou dans l'autre mais sensiblement perpendiculaires à une ligne nord-ouest-sud-est.

Or, tout démontre que la Brèche n'est pas trouée sous le Flysch des Gets ; comme tout indique que les masses de Brèche plongent régulièrement sous lui, j'en conclus que le Flysch occupe simplement un synclinal très évasé. En conséquence, on *doit rejeter toute hypothèse qui ferait venir les pointements du Flysch des Gets de la profondeur*.

L'allure du Flysch de la région de la Brèche du Chablais ne laisse du reste aucun doute sur sa disposition en synclinal ; les montagnes des Gets ne sont uniquement formées que par un élargissement de ce pli.

Si l'hypothèse du pli elliptique n'a plus sa raison d'être, on se demande alors pourquoi le pli synclinal si simple et si régulier qui représente tout le massif de la Brèche du Chablais ne se termine pas aux deux extrémités de l'axe. Ce pli s'arrête brusquement aux vallées du Giffre et du Rhône et sous ses extrémités au sud-est et au nord-ouest nous voyons pénétrer le Flysch. Ce fait n'est-il pas suffisamment éloquent par lui-même et est-il nécessaire d'argumenter davantage l'hypothèse qui veut que toute cette formidable région ne soit qu'une masse de recouvrement, qu'elle n'ait pas racine ? C'est le raisonnement analogue que j'ai tenu vis-à-vis du massif de la Corne, partie isolée du massif de la Brèche, et ce raisonnement est si évident que d'autres preuves me paraissent inutiles. Un pli rectiligne dont les deux extrémités de l'axe reposent sur des masses plus jeunes ne peut avoir racine en profondeur. Cependant je tiens à accumuler d'autres preuves encore pour montrer que cette hypothèse est la *seule* possible.

L'écaille du col de Morgins peut être considérée comme la continuation sou-

terraine des plis du massif de Tréveneusaz. Nous savons que ces plis sensiblement nord-sud disparaissent sous la région de la Brèche, qui les recouvre presque parallèlement à leurs directions. Or, entre le col de Morgins et les Portes de Morgins (col entre Tréveneusaz et la pointe du Corbeau) le système de la Brèche chevauche par son Trias sur le Trias du massif de Tréveneusaz. Il y a pour ainsi dire arasement mécanique de toute la série sédimentaire supérieure au Trias de Tréveneusaz. L'écaille du col de Morgins peut donc représenter un noyau des terrains supérieurs au Trias qui n'auraient pas été complètement étirés. D'un autre côté, le petit massif triasique de la Ville du Nant (entre la Chapelle et Chatel, coupe 22) est manifestement la continuation, réapparaissant au jour, du massif de Tréveneusaz. Nous savons que le Trias de ce massif a un caractère particulier et se présente sous la forme de calcaire gris et noirs à gyroporelles. Il bute contre le Flysch ou le Crétacé au-dessus de Vionnaz. Le Trias de la Ville du Nant est semblable et bute aussi par faille contre le Crétacé. On a donc ainsi l'assurance que le pli-faille de Tréveneusaz, disparu à Pougneresse sous le Crétacé sur lequel chevauche la Brèche, réapparaît sous celle-ci sur la rive droite de la Drance. De ces faits on peut conclure que toute la partie du massif de la Brèche comprise entre la Drance et le Rhône n'a pas racine en profondeur, mais repose sur la continuation souterraine du massif de Tréveneusaz, c'est-à-dire sur une section des Préalpes médianes. Il suffirait même de bien peu pour que cette partie de la Brèche soit entièrement détachée de la région mère à laquelle elle semble réunie, au maximum, par une bande de deux à trois kilomètres, largeur qu'exagère la présence de l'Alluvion et du Glaciaire.

Mais n'avons-nous pas un exemple plus frappant encore sur la rive gauche du Giffre ? Comment expliquer les nombreux lambeaux de recouvrement qui y sont signalés ? N'a-t-on pas là une preuve des plus éclatantes en faveur de la nouvelle hypothèse, car il est inutile de chercher dans les masses de Brèche de la rive droite du Giffre la trace d'un mouvement dirigé vers le sud. Ces lambeaux sans racine sont des témoins de la prolongation vers le sud du pli synclinal du massif de la Brèche, pli reposant sur le Flysch des Hautes-Alpes, comme il repose au nord sur Tréveneusaz.

Le vallon de Charmy (Profil 19) et la Pointe de l'Haut (Pl. VIII) nous montrent encore des faits très frappants. Le vallon est creusé dans le substratum du massif de la Brèche. La nappe crétacée sur laquelle s'est effectué le chevauchement se prolonge jusqu'au fond du vallon, où elle disparaît sous la Brèche, avec du Malm qui l'accompagne. Le plongement assez fort ne pourrait être invoqué en faveur de l'existence d'une racine, car si nous nous transportons sur la Pointe de l'Haut, dans le haut du val d'Illiez, sur le versant sud-est du massif de la Brèche, nous voyons sortir de dessous celui-ci une écaille de terrains constitutifs des Préalpes médianes. Cette écaille est la continuation de celle du Pas de Morgins et *représente la sortie au-delà du massif de la Brèche des terrains que nous voyons disparaître dans le vallon de Charmy*.

Quand du sommet de la Pointe de l'Haut, constituée, comme nous le savons, par une écaille de Lias à gryphées, on descend sur la pente de Tovassière (Plan-

che VIII), on rencontre tout à coup au bas d'un escarpement de Lias des couches dont on n'aurait jamais imaginé la présence. Sur un espace de quelques centaines de mètres carrés on voit comme mélangés ensemble du Malm, du Crétacé supérieur, du Flysch, du Permien, du Calcaire dolomitique et de la Cargneule. Sur l'écaille de la Pointe de l'Haut on trouve donc des débris de deux autres écailles, l'une provenant des Préalpes médianes et des fragments qu'on ne peut attribuer qu'au massif de la Brèche. En descendant l'arête on rencontre tout d'abord des calcaires blancs marmorescents du Malm reposant sur le Lias. Ils soutiennent un petit affleurement de Crétacé supérieur. Plus bas, on voit quelques fragments de grès permiens occupant quelques mètres carrés et reposant sur du calcaire dolomitique. Plus bas encore, sur du Crétacé en repos sur le Lias, on trouve une assez grande étendue de schistes gris que je rapporte avec doute au Flysch. Les fucoïdes y sont abondants, mais je n'ai pas trouvé d'helminthoïdes [1]. Ces différents terrains sont bien visibles sur le croquis ci-contre (fig. 54).

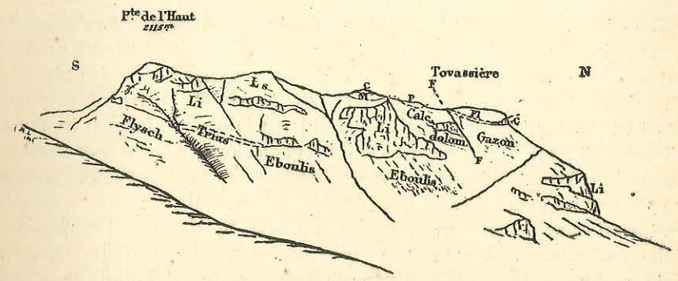


Fig. 54. — La Pointe de l'Haut vue d'une arête de Flysch à l'est. — *Fl.* Flysch. — *C.* Crétacé supérieur. — *M.* Malm — *Li.* Lias inférieur. — *Ls.* Lias supérieur. — Calcaires dolomitiques du Trias. — *P.* Permien.

L'écaille des Préalpes médianes occupe tout un espace de la montagne délimité par les parois qui dominent le val de Morgins et par un petit escarpement de Lias. Il est inutile que je décrive les détails de cet affleurement bizarre, la carte (Planche VIII) est suffisamment parlante.

Il n'y a qu'une chose à conclure de la présence de ce Malm sur la Pointe de l'Haut, c'est que les Préalpes médianes existent *sous tout le massif de la Brèche du Chablais entre le vallon de Charmy et la Pointe de l'Haut*, par conséquent ce massif ne peut avoir de racine.

On pourra m'objecter que la présence de ce Malm est due uniquement à l'existence, au sud du massif de la Brèche, d'un faciès analogue et même en tout point semblable à celui des Préalpes médianes. Dans ce cas l'hypothèse de la réapparition des Préalpes médianes au nord et sous le massif ne pourrait s'appuyer sur un argument tiré de la ressemblance des faciès. On aurait alors là

[1] Il se pourrait que ces schistes fussent un lambeau de schistes ardoisiers de la Brèche.

l'indice d'un pli déversé au sud-est. A ceci je répondrai que la distribution des faciès du Jurassique supérieur dans les Préalpes ne comporte pas une telle récurrence et que, dans un autre ordre d'idées, la liaison primitive irréfutable du massif de Tréveneusaz et de l'écaille de Malm du col de Morgins et de cette dernière avec celle de la Pointe de l'Haut donne à l'argument tiré des dislocations une valeur incontestablement plus grande que celui qu'on baserait sur une distribution de faciès. Il serait bien singulier du reste qu'un tel développement de Malm au nord du massif de la Brèche soit réduit à si peu de chose au sud. Il est un argument plus puissant encore. Nous avons vu que les Préalpes médianes ont la forme, apparente du moins, d'un éventail. Au nord elles chevauchent sur la chaîne des Voirons ; au sud elles s'appuient sur le Flysch du Niesen. Or si nous jetons un regard sur les cartes suisses, nous voyons que cette ligne anormale passe sous la Gummfluh, rejoint le Mont d'Or et arrive manifestement à Tréveneusaz (Voir la carte schématique de la Pl. V).

De Tréveneusaz la ligne de chevauchement passe au col de Morgins, elle disparaît alors sous le massif de la Brèche et c'est elle que nous voyons apparaître dans la Pointe de l'Haut. Là elle disparaît encore pour aller rejoindre probablement les plis de la rive droite du Giffre. Certaines masses isolées de Crétacé sur le Flysch du val d'Illiez sont dues à ce recouvrement vers le sud. On voit que le contact anormal qui met en rapport au sud les Préalpes médianes et les Flyschs du Niesen et du val d'Illiez ne disparaît du sol que lorsque les masses de Brèche viennent le couvrir. Celles-ci sont donc des masses absolument indépendantes des Préalpes médianes. Dans les Préalpes bernoises, cette ligne de contact disparaît aussi sous la masse de la Hornfluh et des Spielgärten. Les massifs de Brèche sont donc à cheval sur la ligne de contact anormal qui sépare les Préalpes médianes des zones de Flysch du Niesen et du val d'Illiez. De la vallée du Rhône jusqu'à une ligne tirée du vallon de Charmy à la Pointe de l'Haut, on peut être convaincu que la région de la Brèche du Chablais repose entièrement sur les Préalpes médianes. De cette ligne vers le sud-ouest elle repose à la fois sur ces dernières et sur le Flysch du val d'Illiez et de la rive droite du Giffre.

Tous les arguments que nous avons donnés suffisent donc amplement pour établir que la *région de la Brèche du Chablais n'a pas racine en profondeur et que c'est une immense nappe de recouvrement.*

§ 3. — *Les massifs de la Hornfluh et de la Brèche du Chablais ne formaient qu'une seule bande.*

La coupe de M. Schardt (45, Pl. X, p. 1) montre qu'en Suisse la partie occidentale de la région de la Brèche de la Hornfluh qui reposait anciennement sur les Préalpes médianes a presque entièrement disparu. Il n'en reste que des masses de recouvrement pincées dans des synclinaux. Il me paraît évident que

cette disparition doit être attribuée à la naissance de plis dans ces Préalpes médianes postérieurement au recouvrement des régions de Brèche. La formation de ces plis tourmentant les masses de Brèche qui les recouvraient les a disloquées et hachées. Les agents de l'érosion ont alors eu un champ plus propice à leurs effets dévastateurs. De là à en conclure, comme l'a fait M. Schardt (42), que les massifs du Chablais et de la Hornfluh étaient primitivement réunis il n'y a qu'un pas. Les masses de Brèche qui avoisinent la rive gauche du Rhône sont formées par une telle épaisseur de couches qu'il est manifeste que le dépôt de la région de la Brèche du Chablais s'étendait beaucoup plus au nord-est. Dans les Alpes suisses des masses énormes de Brèche sont encore conservées au sud-ouest de la Gummfluh. La Brèche de la Hornfluh devait aussi s'étendre beaucoup au sud-est dans la direction du Chablais. L'intervalle qui sépare alors ces deux masses est ainsi réduit à trop peu de chose pour qu'anciennement elles ne formassent pas une masse unique. C'est pourquoi je conclus comme M. Schardt, à savoir que la région de la Brèche du Chablais et celle de la Hornfluh et des Spielgärten ne formaient primitivement qu'une seule et unique nappe.

§ 4. — *La région de la Brèche ne peut venir que du sud-est.*

Le pli frontal de la région de la Brèche, tel que nous le connaissons dans la vallée de Charmy, sous la Pointe de Grange (Coupe 19), tel que nous pouvons le rétablir dans le massif de la Corne (Coupe 17) et tel qu'on peut l'observer dans le Roc d'Enfer (Coupe 15), nous indique d'une façon certaine de quelle direction provient la région de la Brèche. Ce pli frontal, le seul de tout le massif, est déversé au nord-ouest comme tous les plis des Préalpes médianes qui le précèdent. *Il est évident alors que la racine de la région de la Brèche est à rechercher au sud-est.*

CHAPITRE III

Relations de la zone du Chablais avec les Hautes-Alpes calcaires.

Le contact anormal des Préalpes avec les Hautes-Alpes a depuis longtemps frappé les géologues. Studer l'a remarqué et A. Favre a poursuivi cet accident de la vallée de l'Arve jusqu'à Adelboden. « Il est un autre trait de la structure du sol, écrivait le savant Genevois, qui paraît avoir également une certaine importance, mais qui est peu visible, car il est presque toujours au fond d'une dépression. Je veux parler de la *faille* qui se remarque à une certaine distance à l'extérieur et au N.-W. de la chaîne dont je viens de m'occuper (Hautes-Alpes), et qui met en contact la cargneule et les gypses triasiques avec les roches schisteuses du Flysch ou macigno alpin...

« M. Renevier a nettement dessiné cette faille entre Gsteig et le Plan des Iles. » (20, § 452).

Ces géologues voyaient donc dans le contact des Préalpes et des Hautes-Alpes une simple faille verticale. Plus tard, M. Renevier [1], modifiant sa première idée, dessinait une faille oblique où l'on voyait les masses chablaisiennes disparaître sous les Hautes-Alpes. La faille verticale persistait encore dans les coupes de MM. A. Favre et Schardt (24), et dans la coupe générale des Préalpes que donna ce dernier géologue en 1891.

En 1892, je fis remarquer qu'au col de la Golèze le Flysch, avec un lambeau de Crétacé rouge intercalé, s'enfonçait vers le nord-ouest, sous le Trias et sous le massif du Chablais. Je concluais que les Hautes-Alpes s'enfonçaient sous le système préalpin et que la faille supposée était un plan de recouvrement. Cette seule manière de voir n'avait pas échappé à M. Marcel Bertrand ; son idée, malheureusement inédite, lui avait été suggérée par la lecture des « Hautes-Alpes vaudoises » de M. Renevier. C'est donc à M. Marcel Bertrand (37) que revient l'honneur d'avoir déchiffré cet important contact.

Etudions maintenant dans le détail ce contact entre les vallées de l'Aar et de l'Arve, soit d'après mes recherches soit d'après les travaux des géologues suisses.

Comme on peut le voir sur la carte schématique de la planche V, le contact ne se fait pas toujours avec la même zone des Préalpes.

Du lac de Thoune au Rhône, le recouvrement des Hautes-Alpes se fait par la zone intérieure.

[1] Renevier. Monographie des Hautes-Alpes vaudoises, fig. 11.

Dans le massif de Tréveneusaz, le contact se fait par la disparition des Hautes-Alpes sous les Préalpes médianes.

Du col de Coux à la vallée du Giffre, le massif de la Brèche recouvre directement les plis de la Dent du Midi.

Enfin, dans la vallée de l'Arve, les Préalpes médianes et la zone bordière font face aux hautes chaînes calcaires de Savoie.

§ 1. — *Relations des deux chaînes entre les vallées du Rhône et de l'Aar.*

Le contact nous montre, entre les vallées de l'Aar et du Rhône, une indépendance complète entre les deux systèmes en regard. Les plis des Hautes-Alpes disparaissent *tour à tour sous les masses préalpines quand on marche du sud-ouest vers le nord-est*. Cette constatation ressort nettement des contours de MM. Renevier et Ischer [1]. Partons de la vallée du Rhône.

Le classique pli couché de la Dent de Morcles est côtoyé par l'écaille de Néocomien à céphalopodes qui apparaît dans le monticule de la Tour de Duin, près de Bex, et longe la retombée du pli jusqu'au Pas de Cheville. Comme on peut le voir d'après les beaux travaux de M. Renevier, le flanc normal du pli couché de Morcles s'enfonce sous cette écaille. Dans la chaîne d'Argentine, le Néocomien indépendant monte jusqu'à la charnière du pli, et sous les monticules de la Tour et des Cropts, l'écaille recouvre complètement cette charnière. C'est grâce à un abaissement de l'axe du pli du sud-ouest vers le nord-est que ces dispositions peuvent s'établir. Le pli si énorme de la Dent de Morcles disparaît alors entièrement du sol et se continue fort probablement en profondeur, à moins que réduit petit à petit, de moins en moins couché, il disparaisse comme pli et ne forme plus qu'une seule masse monoclinale disparaissant sous l'écaille.

En avant de la chaîne des Diablerets, les plis des Préalpes paraissent s'enfoncer sous les Hautes-Alpes contrairement à ce qu'on établit partout ailleurs. D'après M. Haug [2], les plis des Diablerets appartiendraient à un faisceau plus interne qui relayerait le pli de la Dent de Morcles. Ce qu'il y a de certain pour ce qui nous occupe ici, c'est que d'après les contours de M. Renevier, l'écaille de Néocomien à céphalopodes semble s'enfoncer sous le régime de plis des Diablerets et que ceux-ci, par une poussée secondaire, due au relayement de M. Haug, paraissent momentanément recouvrir les plis des Préalpes. C'est ainsi que la cargneule du torrent de l'Avançon sous les Rochers du Vent est surmontée par les grès de Taveyannaz renfermant une tête anticlinale de Néocomien d'un pli des Hautes-Alpes. M. Schardt (45, fig. 3), interprète ce pli comme un retour de l'écaille ; d'après les travaux de M. Renevier, je ne puis partager sa manière de voir, car ce pli, lié à ceux des Diablerets, appartient au système des Hautes-Alpes, complètement indépendant de l'écaille.

[1] Feuille XVII de l'Atlas géologique suisse.
[2] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 19 mars 1894.

On serait tenté, dans un rapide examen des cartes, à voir dans les cargneules du pied du Mont Gond une continuation du Trias de Bex. Ceci lierait définitivement les Préalpes aux Hautes-Alpes. Or, il est manifeste qu'il n'en peut être ainsi, car la cargneule de l'anticlinal rompu de la vallée de Derborence est accompagnée de terrains qui n'ont rien de commun avec ceux qui avoisinent les environs de Bex.

Les relations des Préalpes et des Hautes-Alpes reprennent leur cours habituel dès le col du Pillon. Là, toute la masse énorme de l'Oldenhorn, formée par une série de plis en gradin, s'enfonce sous le Trias de la zone du Chablais. C'est un phénomène étrange à considérer que cette disparition soudaine de montagnes ayant plus de 3,000 mètres de hauteur sous les masses triasiques occupant une altitude bien inférieure.

C'est tout d'abord le pli de Licheret qui disparaît, puis le pli du Sex-rouge avec ses replis secondaires, et, au sud du col du Krinnen, c'est un pli plus interne encore, celui de l'Oldenhorn, qui vient côtoyer les masses triaso-jurassiques de la Wallis-Windspillen. Cet anticlinal est ensuite relayé par un pli encore plus interne avec lequel il se confond et toute la masse pénètre perpendiculairement sous les recouvrements du Rothhorn. Les plis du Wildhorn viennent à leur tour côtoyer les Préalpes, et l'un d'eux, l'anticlinal du Schneiderhorn, longe les masses triaso-jurassiques jusqu'à l'Allmengrat. Là, un ou deux des plis que nous avons vus pénétrer sous la zone du Chablais reviennent au jour grâce à la disparition par érosion des masses de recouvrement.

Ce court examen des cartes suffit pour démontrer ce que je disais, c'est-à-dire que la zone intérieure des Préalpes chevauche sur les plis des Hautes-Alpes. Ce sont des plis toujours plus internes qui disparaissent sous les Préalpes à mesure qu'on s'avance vers le nord-ouest jusqu'en avant du massif du Wildstrubel où un pli unique les côtoye. Jusqu'à la Dent de Morcles, les plis à faciès helvétique appartiennent aux hautes chaînes calcaires de Savoie. Du Rawyl jusqu'au lac de Thoune ces plis font partie d'un régime plus interne, qui serait, d'après M. Haug [1], la continuation de la zone du Briançonnais [2].

[1] E. Haug, Sur les hautes chaînes calcaires de Suisse (*Comptes rendus des séances de la Société géol. de France*, 24 juin 95).

[2] J'accepte pleinement la manière de voir de mon confrère, bien que j'avoue ne pas comprendre exactement le relayement de la chaîne de Morcles par celle des Diablerets autrement que par une poussée nord-ouest-sud-est transversale à la chaîne. J'en vois la preuve dans la rupture du pli de la haute vallée de la Liserne. Dans ce cas les Diablerets pourraient représenter la continuation des plis de Morcles ramenés à une altitude supérieure par un déplacement en masse vers l'ouest. Autrement dit, il y aurait une exagération jusqu'au plifaille et au chevauchement d'un pli transversal. Cette conception ramènerait les plis du Wildhorn à un faisceau plus externe que ne le pense M. Haug, mais plus interne que ceux de Morcles-Diablerets, et pourraient dans ce cas appartenir à la zone du Briançonnais. A cette dernière se relierait le massif des Wildstrubel non formé, comme M. Haug veut le voir, par une masse tabulaire avec pli périphérique, mais par un gigantesque pli couché plus interne, analogue à celui de la Dent du Midi-Dent de Morcles, qu'on devrait amorcer dans la chaîne du Balmhorn et dans sa continuation disparue vers le sud-est. Il faut attendre les études détaillées de cette intéressante région pour que ce problème soit résolu définitivement.

Nous pouvons donc dire que la *zone intérieure des Préalpes est placée obliquement à la direction des plis des Hautes-Alpes et qu'elle montre vis-à-vis de celle-ci une indépendance absolue.*

§ 2. — *Relations des deux chaînes entre les vallées du Rhône et de l'Arve.*

Sur la rive gauche du Rhône, la zone intérieure de contact a presque entièrement disparu. Nous ne la retrouvons que dans la Pointe de l'Haut, avec ses lambeaux de recouvrement de Lias à Gryphées, et dans les montagnes de Culet et de Savonnaz. Je discuterai plus loin la raison de cette disparition presque totale.

La Mollasse rouge du val d'Illiez appartient au système des Hautes-Alpes. Au-dessus de Colombey, dans la vallée du Rhône [1], on peut voir deux superbes anticlinaux des Hautes-Alpes, déversés au nord-ouest, complètement enveloppés par le Flysch et la Mollasse (Profil 23). L'un deux, le plus extérieur, apparaît à Muraz, se prolonge jusqu'au sommet de Chatillon (677 m.). Il est entièrement formé d'Urgonien. L'axe du pli descend fortement contre la vallée. Le deuxième pli, beaucoup plus important, rompu jusqu'au Néocomien, apparaît entre la Balme et Poisieux. Il disparaît à Malatrex sur Proz Peray. C'est l'anticlinal de Colombey couché sur le Flysch. L'Urgonien renversé se poursuit de la Barmaz jusqu'aux Fays, d'où il forme la couverture du Néocomien et descend alors jusqu'à la vallée du Rhône. L'axe de ce pli, comme le premier, s'élève sensiblement de la vallée contre la montagne.

Ces deux plis disparaissent dans le Flysch et la Mollasse rouge, laquelle est immédiatement recouverte par le Trias du massif de Tréveneusaz. *Ainsi on voit que les Préalpes médianes reposent au sud-est sur les plis des Hautes-Alpes calcaires.*

L'Urgonien du pli de Colombey s'arrête au-dessus de Proz Peray, mais on peut suivre encore l'anticlinal grâce à la présence de la Mollasse rouge qui enveloppe le Flysch. L'axe du pli est à peu près nord-sud. Ainsi jalonné par le Tertiaire on peut être certain que c'est bien le même pli qui apparaît un peu au sud de val d'Illiez et qui se prolonge jusqu'au torrent de la Sauflaz (Planche VIII). On retrouve du reste dans le pli de Champéry les calcaires à entroques qui caractérisent le Néocomien du pli de Colombey. L'Urgonien apparaît à Praby, monte en écharpe et redescend ensuite jusqu'aux galeries Défago établies dans la paroi. Le pli présente ainsi un léger bombement transversal. L'Urgonien perd son caractère propre et se confond avec le Néocomien dans l'extrémité sud de la boutonnière anticlinale. Sous Champéry, sur la rive gauche de la Vièze, les calcaires du Néocomien sont verticaux ou renversés. Le pli de Champéry, dont on ne voit qu'une partie de la voûte, est donc couché comme celui de Colombey.

[1] Voir le panorama de la planche VII et consulter la feuille XVII de l'Atlas géologique suisse ainsi que la feuille 476 au 1/25000 de l'Atlas Siegfried (Carte d'Etat major suisse).

Un pli plus interne, celui de Barmaz, remplace le pli de Champéry. Je n'ai pas retrouvé le décrochement indiqué par M. Haug sur la carte au 1/80000 (feuille d'Annecy). On voit le Flysch qui recouvre le pli de Champéry venir se placer sous le Néocomien du pli de Barmaz dans le bas du vallon de la Sauflaz. On ne peut douter de l'existence de ce deuxième pli de Barmaz. Quand on monte sur la rive droite de la gorge de la Sauflaz on le voit dans toute l'élégance de ses couches contournées former un immense abrupt sous Bonaveau. On pourrait le photographier. Au-dessous du Néocomien apparaît le Flysch qui monte même très haut jusque sur le chemin de Bonaveau.

Il est inutile que je décrive le pli de Barmaz, la carte du val d'Illiez suffit amplement à en faire connaître les allures. L'Urgonien paraît manquer dans ce pli ou bien être remplacé par des calcaires noirs plus ou moins schisteux, que j'ai teintés comme Néocomien sur la carte détaillée.

Rien n'est plus intéressant qu'une course de Champéry au massif de la Brèche.

A Champéry, nous trouvons donc un pli de faciès helvétique enfoui sous une masse de Flysch et couché sous les montagnes singulières de Culet et de Savonnaz. Il est manifeste que ces dernières sont des têtes plus ou moins plissées de masses calcaires qui ne pourraient avoir racine que très loin au nord ou à l'ouest, car nous trouvons sous elles des plis d'un système tout différent qu'on pourrait qualifier de plis autochtones, ce sont eux qui reposent sur le cristallin qui forme le substratrum des Hautes-Alpes calcaires.

Plus haut, sur le Flysch qui englobe ces montagnes, apparaissent les écailles de la Pointe de l'Haut, puis le massif de la Brèche. Une coupe schématique mettra plus en évidence la succession singulière que l'on rencontre dans une telle course.

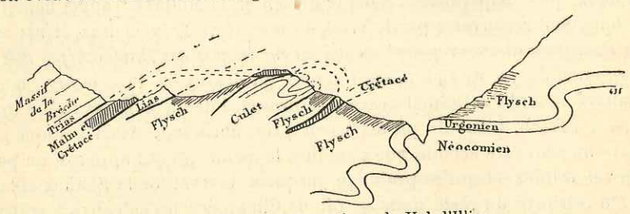


Fig. 55. — Coupe schématique du Val d'Illiez.

On voit six séries sédimentaires, indépendantes les unes sur les autres intercalées dans du Flysch, et tout ce système complexe repose sur les plis des Hautes-Alpes.

La rive droite du val d'Illiez est occupée par le classique pli de la Dent du Midi que M. Schardt a si magistralement décrit (la coupe de la Dent du Midi est dessinée dans le profil 19 en grande partie d'après ce géologue). L'anticlinal supérieur de ce formidable pli couché s'abaisse considérablement de l'est à l'ouest. Au Bostan (profil 17) ce pli supérieur a conservé sa couverture de Nummulitique. Il s'est rapproché considérablement du système de la Brèche, tandis que les plis

de Champéry et de Barmaz ont complètement disparu en profondeur. Voici donc deux anticlinaux qui pénètrent sous la nappe de recouvrement de la Brèche. Le pli de Bostan-Dent du Midi s'abaisse de plus en plus. On dirait qu'il a été gêné par le voisinage du massif de la Brèche et qu'il s'est de plus en plus réduit à mesure qu'il s'en approchait. Comme le pli de Barmaz et de Champéry, il va disparaître à son tour : sous le col de la Golèze il n'existe plus qu'en profondeur et a pénétré sous la région de la Brèche (Pli I, profil 14). Un quatrième anticlinal subit le même sort (Pli II). Ce pli de Tuet ou des Dents Blanches disparaît au Pied du Crêt et c'est un cinquième anticlinal, l'anticlinal de Criou-Chantemerle qui vient relayer tous les autres et descend seul jusqu'à la vallée du Giffre. (Pli III). Mais ce dernier va disparaître aussi sous l'épais manteau de Flysch de la rive gauche du Giffre que nous savons parsemé de lambeaux de recouvrement du massif de la Brèche. Il disparaissait donc aussi sous ce massif avant que l'érosion eût creusé la vallée du Giffre. Il ne réapparaît qu'à Cluse.

Cinq plis des Hautes-Alpes vont donc obliquement tour à tour pénétrer sous le massif de la Brèche, et parmi ces plis disparaît un des plus formidables plis couchés des Hautes-Alpes.

Nous voyons donc que la région de la Brèche n'a aucune relation avec les Hautes-Alpes calcaires.

§ 3. — *La vallée de l'Arve.*

Il existe dans le système alpin quelques lignes transversales remarquables, où, de part et d'autre, sont placées des masses montagneuses dont les terrains sont absolument dissemblables. Parmi les plus connus de ces accidents transversaux on doit citer la vallée de l'Arve (en aval de Cluse) et le lac de Thoune, où sont mis en regard les plis de la zone du Chablais et ceux des Hautes-Alpes calcaires, puis les vallées du Rhin, entre Coire et Feldkirch, et de l'Iller en Bavière, où des masses de Trias alpin viennent se placer transversalement à la direction de plis dont la composition est bien différente. Il ne me paraît pas qu'aucune relation stratigraphique puisse expliquer cette brusque modification des faciès, mais que l'explication de ces accidents est du domaine de la géologie tectonique.

La vallée de l'Arve présente un de ces plus remarquables changements.

Sur la rive droite les plis de la zone bordière et des Préalpes médianes arrivent tous les uns après les autres en s'empilant sur eux-mème et paraissent surnager sur un substratum mollassique.

Sur la rive gauche, les plis du Genevois, légèrement resserrés, disparaissent les uns après les autres sous le Flysch ; le pli de Bargy-Cluse seul persiste.

Les plis appartiennent des deux côtés de la vallée à des faisceaux différents de plis qui décrivent tous d'immenses arcs de cercle. La vallée serait creusée sur une ligne qui joindrait les points d'intersection de ces courbes.

Nous avons vu jusqu'ici combien était grande l'indépendance des systèmes

préalpin et haut-alpin. Nous allons rechercher s'il en est de même dans la vallée de l'Arve.

Dans sa remarquable étude sur le Môle, M. Marcel Bertrand (37, p. 43) arrive à la conclusion que « *ce sont les mêmes plis qui se continuent de part et d'autre de l'Arve ;* ces plis, dit-il, contrairement à la règle la plus ordinaire des pays de montagnes, se trouvent sur les deux rives affecter des terrains différents, à la fois comme âge et comme faciès ; mais ils ne doivent pas pour cela être considérés comme distincts ; les deux moitiés d'un même pli se rejoignent dans la vallée de l'Arve, après s'être déviés le long d'une véritable arête de rebroussement. De tels rebroussements ne sont pas sans doute fréquents, ils ne sont pourtant pas sans exemples, et M. Suess a appelé l'attention sur le phénomène, en le désignant sous le nom de *Schaarung.* »

J'arrive malheureusement à la conclusion opposée, à savoir *que les plis des deux rives de la vallée de l'Arve n'ont aucune relation et ne sont en aucune façon la continuation les uns des autres.*

Il est singulier, comme le fait du reste remarquer M. Marcel Bertrand (p. 48), qu'un système de plis d'une telle intensité, comme ceux qui constituent le Môle, cessent brutalement et n'aient pas leur continuation au sud-est. Le fait habituel de la continuité des plis est ici en défaut.

J'argumente mon hypothèse sur plusieurs points. Avant de les développer il est bon que je les signale dès maintenant. Je vais essayer de démontrer tout d'abord que les plis des Hautes-Alpes calcaires de la rive gauche de l'Arve se continuent en se resserrant un peu, sur la rive droite, dans des plis de constitution analogue. Je montrerai ensuite que l'angle rentrant des plis du rebroussement signalé n'est pas aussi prononcé que le dessine M. Marcel Bertrand. Ceci m'amènera à établir que les plis du Môle ont une tout autre histoire que ceux qui leur font face. Ils chevauchent sur la Mollasse, conformément à la première idée de M. Bertrand.

Qu'il me soit permis de dire tout d'abord que lorsque M. Marcel Bertrand a établi son hypothèse on ne connaissait rien du rôle du massif de la Brèche dans la tectonique des Préalpes, et c'est justement cette connaissance qui permet de résoudre plus facilement le problème.

Reportons-nous à la carte schématique de la planche V. D'après les levés géologiques du regretté Maillard on peut établir sur la rive gauche de l'Arve un certain nombre de plis. On retrouve tous ces plis dans le faisceau de la Dent du Midi. Si ces plis de la rive gauche de l'Arve ne paraissent pas tout d'abord se rejoindre avec ceux de la vallée du Giffre et de la Dent du Midi, c'est qu'on se figure à juste raison qu'il n'y a pas de place pour leur passage entre le pli de Cluse et le massif de la Brèche. Il n'y a par conséquent qu'une chose à chercher, c'est d'essayer de les rattacher aux plis de la rive droite de la vallée. C'est ce qu'a fait M. Marcel Bertrand. Or, comme le massif de la Brèche est incontestament une vraie masse exotique sans racine, reposant sur le Flysch des Hautes-Alpes, nous trouvons tout l'espace nécessaire pour faire rejoindre souterraine-

ment dans ce Flysch les plis de la rive gauche de l'Arve avec les plis du Haut-Giffre et de la Dent du Midi.

Un pli important qui ne disparaît que sous une bande relativement étroite de Flysch nous permet de rétablir la série des anticlinaux de part et d'autres, c'est le pli du Bargy-Cluse, qui se continue sans aucun doute par le pli de Criou-Chantemerle sur Samoens. Que ce soit du reste ce pli ou un de ceux qui l'accompagnent, ceci n'a pas d'importance, mais ce que je tiens à faire remarquer c'est qu'il est de toute évidence que les plis urgoniens de la vallée de l'Arve en amont de Cluse doivent se prolonger sous l'énorme massif éocène de Platé pour réapparaître dans la vallée du Giffre. Or, le système tranquille du grand bassin tertiaire de Platé s'annonce sur les pentes du Criou directement en arrière du pli de Chantemerle. Le pli de Cluse joue le même rôle ; les points de disparition de l'axe des deux plis distants de huit kilomètres sont trop en face l'un de l'autre pour qu'on puisse douter que ces plis n'en forment qu'un. Cette constatation nous permet de rétablir l'ordre des plis.

Je place en regard dans le tableau ci-dessous les plis que je suppose être la continuation les uns des autres.

	Rive gauche de l'Arve.	*Massif du Haut-Giffre et Dent du Midi.*
1	Semnoz ??	Muraz ??
2 (EE)	Rampion, Dessy	Chambéry, Colombey
3 (EE)	Veyrier, Andey.	Barmaz
4 (FF)	Parmelan, Brizon.	Bostan, Dent du Midi
5 (GG)	Teret, les Frêtes-Leschaux.	Tuet, Dents Blanches
6 (HH)	Bargy, Cluse.	Chantemerle, Criou.

On voit qu'il existe le même nombre de plis sur la rive gauche de l'Arve et dans le massif du Haut-Giffre.

Ces plis sont cependant influencés par la présence des Préalpes, car ils se resserrent et leurs axes s'abaissent à mesure qu'ils s'en approchent. Entre la montagne de Veyrier et le sommet de la voûte du pli de Bargy, sur une ligne perpendiculaire aux axes, on peut mesurer une distance de 11 kilomètres, qui se réduit à 9 entre Jallouvre et Dessy. Plus au nord-ouest, en supposant la continuation du pli de Dessy, cette distance n'est que de 7 kilomètres. Les chiffres sont encore plus éloquents si nous les établissons sur la distance des axes du pli de Bargy avec celui du Parmelan. Le long de la vallée de Fier on mesure 8 kilomètres, qui se réduisent à 4,5 entre Vougy et l'arête de Bargy, directement en face du Môle. En Savoie, en arrière des Préalpes, ce même intervalle est un peu plus large, mais est réduit cependant à 5 kilomètres et demi.

L'écrasement considérable des plis n'est cependant pas suffisant pour que les plus extérieurs puissent passer autrement que sous les plis des Préalpes médianes. Je reviendrai sur ce fait très important. Malgré cette exception qui paraît gênante au premier abord, j'arrive à la conclusion que *les plis du massif de la Dent du Midi et du Haut-Giffre, après avoir disparu en partie dans le Flysch sur le-*

quel repose le massif de la Brèche. après qu'ils se soient resserrés momentanément, s'épanouissent en nombre égal sur la rive gauche de l'Arve. Ce sont les mêmes plis qui se continuent de part et d'autre.

Cette constatation du nombre égal de plis de part et d'autre des deux faisceaux me paraît suffisante pour démontrer qu'une arête de rebroussement ne peut exister dans la vallée de l'Arve, car il se poserait une question bien plus difficile à résoudre, à savoir : où disparaîtraient alors les plis de la Dent du Midi ? Ce serait, comme on le voit, renvoyer la difficulté à un problème non moins difficile. Comme nous avons appris à connaître que les Préalpes en général sont d'une indépendance absolue vis-à-vis des montagnes à faciès helvétique, tandis que les plis de ces dernières sont toujours en relation les uns avec les autres, nous aurions une exception trop grave entre les plis de la rive gauche de l'Arve et ceux du faisceau de la Dent du Midi pour que nous abandonnions l'idée de leur continuation réciproque en faveur d'une autre exception d'un ordre plus disparate. Cependant, comme la solution peut paraître douteuse encore, je tiens à mettre en lumière des faits tout aussi importants que ceux que nous venons de voir.

Les plis des collines de Faucigny et du Môle sont absolument différents des plis de la rive gauche de l'Arve.

Examinons d'abord les plis de la rive gauche.

Les deux plis de la montagne de Veyrier disparaissent l'un au sud, l'autre au nord du Fier, sous le Flysch qui les accompagne On ne peut contester ce fait. Le plus extérieur réapparaît à Dessy, mais, en partie voilé par le Glaciaire, il ne peut nous venir en aide. Par contre, on voit ressortir le deuxième pli au sud de St-Laurent, puis replonger sous le Flysch à Vougy, à trois kilomètres en face des plis du Môle. Le pli de Leschaux subit le même sort et, plus en arrière encore, le pli de Bargy-Cluse disparaît à St-Sigismond dans les mêmes circonstances. On arrive donc à la conclusion que *tous les plis de la rive gauche de l'Arve ont des axes qui s'abaissent du sud-ouest vers les Préalpes et qu'ils disparaissent tous les uns après les autres sous leur épais revêtement de Flysch.*

Les plis des Préalpes de la rive droite de l'Arve ont une tout autre allure. Ils sont tous placés au-dessus d'une bande de Mollasse sur laquelle ils paraissent reposer. Ces plis font donc partie ou bien d'une nappe de recouvrement ou bien au contraire, comme le suppose M. Marcel Bertrand, la Mollasse s'est déposée en discordance sur des couches déjà plissées (37, p. 41)

Les contacts de la Mollasse et des terrains secondaires ne sont malheureusement pas assez fréquents pour que l'on puisse déterminer *de visu* la nature de l'accident, mais la constitution générale de la vallée de l'Arve et du grand synclinal mollassique qui s'étend entre le Salève et les Hautes-Alpes calcaires de Savoie nous donne suffisamment d'arguments pour démontrer que *les plis du Môle reposent sur la Mollasse.*

Entre le Salève et les Hautes-Alpes s'étend un grand synclinal mollassique sous lequel s'enfonce à l'est le Flysch, et par conséquent sous lequel doit se faire la liaison du pli du Salève et des Alpes. Ce synclinal s'élargit du sud vers le

nord et atteint sa plus grande largeur entre l'extrémité nord du Salève et Bonneville. Les collines du Faucigny et le Môle sont donc placées dans un synclinal. Or la Mollasse d'une *manière générale plonge vers les rochers jurassiques*, dit M. Marcel Bertrand, et dans les points visibles elle touche alternativement un terrain ou un autre. La surface de la Mollasse est loin d'être horizontale au-dessous des masses jurassiques, mais je trouve qu'il y a loin entre ce fait et la conclusion qu'en veut tirer M. Marcel Bertrand, à savoir que la Mollasse se soit déposée en discordance sur des couches déjà plissées et qu'elle *soit certainement transgressive par rapport aux plis qui viennent s'aligner et se presser dans la falaise de l'Arve.* Je vois au contraire la preuve que les plis de cette falaise se sont produits sur des couches plissées dont les plissements ont été exagérés après coup, et que ce n'est pas la Mollasse qui est transgressive au pli, mais que ce sont ceux-ci qui ont transgressé sur cette dernière au fur et à mesure de l'exagération du chevauchement dont ils font partie. Si la Mollasse se fût disposée autour d'un massif quelconque on retrouverait certainement des phénomènes de rivage. J'ai visité les affleurements signalés par M. Bertrand et je n'ai rien de nouveau à ajouter, sauf qu'au-dessus d'Eponney j'ai réussi à trouver un affleurement bien net de Mollasse à une vingtaine de mètres au-dessous de l'escarpement de Cargneule et plongeant de 10° au nord, c'est-à-dire sous le Trias.

Que cette Cargneule ait un plongement secondaire vers le sud, c'est-à-dire vers la Mollasse, comme le fait remarquer M Bertrand, ceci n'a pas d'importance, car il est évident que des tassements ont dû se produire dans les terrains qui surmontent la Mollasse, mais, si l'on cherche la continuation virtuelle de cette Cargneule, on voit qu'elle se prolongerait *sur* les affleurements de Mollasse qui forment les flancs inférieurs de la montagne. Elle n'aurait donc pas racine.

Il ne peut y avoir de doute pour moi, la Mollasse rouge pénètre sous les plis du Môle. On voit en tout cas combien les rapports des plis de la rive gauche avec le Tertiaire sont différents de ceux des plis de l'autre versant de la vallée, et l'on peut dire que les affleurements des terrains triaso-jurassiques du Môle se comportent vis-à-vis de la Mollasse comme les plis et écailles de la zone intérieure et de la région de la Brèche vis-à-vis des plis des Hautes-Alpes entre les vallées de l'Arve et de l'Aar.

Si les arguments exposés jusqu'ici ne satisfont pas encore et s'il reste des doutes, nous pouvons encore rechercher d'autres preuves en faveur de ma manière de voir. Dans le dessin schématique de la direction des plis que donne M. Marcel Bertrand (37, p. 44), on peut voir que les axes des plis des Préalpes, une fois arrivés à la vallée de l'Arve, se recourbent brusquement en arrière et prennent une direction ouest-est. L'auteur continue hypothétiquement ces plis dans cette direction ainsi déterminée jusqu'à leur rencontre et leur liaison supposée avec les plis de la rive droite. Il y a dans ce procédé, me semble-t-il, un résultat facheux, c'est que ce n'est plus avec la *direction* de l'axe que l'on a affaire, mais uniquement avec la *trace* du pli à la surface du sol, d'où une fausse direction.

Les plis du Môle sont très couchés. Les couches plongent en moyenne de 30 à

40 degrés au nord-est. Si donc ils sont coupés par une vallée presque perpendiculaire à la direction de leurs axes, on verra la trace du pli se recourber fortement sur les flancs de la vallée. C'est ce qui est manifeste dans le cas qui nous intéresse. Ainsi, par exemple, les affleurements de la masse de terrain comprise entre les deux failles de Bovère, se recourbent fortement vers l'est sitôt que la pente de la vallée les entame. Doit-on par conséquent tracer l'axe du pli que représentent ces couches en suivant sur le sol l'affleurement du plus ancien d'entre eux ? Non, car la ligne ainsi tracée n'obéirait qu'au caprice du relief et nullement à la direction vraie de l'axe du pli. C'est donc une ligne moyenne que l'on doit tracer, ligne qui variera suivant le pli et non suivant le relief du sol. Le grand pli couché liasique de Champfleuri qui se remarque dans la partie est du Môle nous fournit encore un exemple analogue. Les couches montent rapidement jusque près du sommet du Môle, prennent alors la direction vraie de l'axe du pli, puis sitôt atteinte par la pente de la vallée, nous les voyons se diriger fortement à l'est. Il ne s'agit encore là que d'un problème d'intersection. Que l'axe du pli, qui dans le Môle est sensiblement nord-ouest-sud-est, soit tracé près de la charnière ou plus en arrière, les lignes ainsi obtenues n'en resteront pas moins parallèles à elles-mêmes. La Pointe d'Orchez présente un cas plus remarquable encore et son axe, au lieu de s'infléchir brusquement au sud-est, reste sensiblement nord-sud. Les plis des collines du Faucigny sont un peu plus déviés à l'est que ceux du Môle, mais la même remarque est applicable. J'arrive donc à la conclusion que les collines du Faucigny et le Môle sont formées d'un ensemble de plis à direction nord-ouest-sud-est ou nord-sud qui ne s'infléchissent pas à l'est, contrairement à l'idée exprimée par M. M. Bertrand.

Or, on voit immédiatement l'importance de cette conclusion. Elle éloigne complètement l'hypothèse de la *Schaarung* car, les plis de la rive droite de l'Arve ayant une direction *exactement perpendiculaire aux plis de la rive gauche*, il devient impossible de chercher à relier les deux systèmes entre eux, et si la continuation même virtuelle des plis du Môle est à rechercher, c'est au-dessus des plis de la rive gauche, dans les masses exotiques des Annes, qu'il faut songer à en trouver la prolongation.

Je ne discuterai pas ici les nouvelles constatations auxquelles amène cette manière de voir ni l'hypothèse d'une histoire différente des plis des deux rives de l'Arve. Ces points seront repris dans la suite, mais je conclus dès maintenant *que les plis des Préalpes médianes et de la zone bordière sont absolument indépendants des plis des Hautes-Alpes.*

Une analyse des plis des rives du lac de Thoune nous montrerait de semblables résultats. Les plis très resserrés du Gerihorn et de la Standfluh sur la rive gauche s'épanouissent subitement sur la rive droite en même temps que leurs axes s'élèvent vers l'est [1]. Un accident de décrochement très secondaire signalé par Studer accompagne l'élargissement des plis; c'est le décrochement de la chaîne du Brienzergrat-Morgenberghorn. Les plis des Préalpes se terminent à Spiez

[1] Renseignements particuliers de M. Haug.

comme dans le Môle ; leurs axes ont une direction perpendiculaire aux plis des Hautes-Alpes, et là moins qu'ailleurs on ne peut les relier les uns aux autres. Les deux systèmes sont absolument indépendants.

§ 4. — *Résumé.* — *Les Préalpes sont en repos anormal sur tout leur pourtour.*

Si je résume ce qui vient d'être exposé dans les précédents paragraphes, j'arrive à la conclusion suivante : *Les Préalpes sont en repos anormal sur tout leur pourtour et n'ont aucune liaison tectonique avec les régions environnantes.* C'est ce que M. Diener a défini en disant que la zone du Chablais forme une « unité tectonique » à part (27, p. 68), et c'est ce qui a fait formuler à M. Schardt une hypothèse qui sera discutée plus loin.

En effet, nous savons qu'au sud-est la zone intérieure de contact est partout en repos anormal sur les Hautes-Alpes calcaires, et que celles-ci, à l'inverse de ce que semble montrer la topographie, disparaissent sous la nappe sédimentaire du Chablais. Aux deux extrémités de la zone on rechercherait vainement sa liaison avec les plis de la rive droite du lac de Thoune ou avec ceux de la rive gauche de l'Arve. Au nord-ouest la zone bordière est couchée sur la Mollasse rouge. Dans les Voirons, le seul contact visible de la Mollasse et du Flysch dans le torrent d'Armiaz, montre nettement un renversement. A l'ouest du chaînon des Pléyades il en est encore ainsi, d'après les si remarquables profils de M. Schardt. Non seulement la Mollasse rouge disparaît en profondeur, mais les poudingues aquitaniens subissent le même sort. Plus au nord, les contacts voilés par les éboulis ne permettent plus de constater *de visu* le recouvrement de la Mollasse par le Flysch, mais on peut le déduire des plongements de ces terrains.

CHAPITRE IV

Les Préalpes sont formées par quatre zones indépendantes.

Nous avons vu dans la première partie de ce texte que l'on pouvait diviser les Préalpes en cinq zones bien distinctes les unes des autres. Ce sont :

la Zone bordière
les Préalpes médianes
la Zone du Flysch du Niesen
la Zone intérieure
la Région des Brèches.

Au point de vue purement tectonique nous pouvons comprendre la zone du Flysch du Niesen dans la zone intérieure. Je l'ai différenciée au début uniquement à cause de l'abondance énorme de son Flysch. Abstraction faite de ce terrain, qui paraît du reste épouser les dislocations de la zone intérieure, on peut établir la superposition suivante des zones que j'écris ici dans leur position réelle les unes vis-à-vis des autres.

Région de la Brèche jurassique
Préalpes médianes.
Zone bordière. . . . . Zone intérieure.

Nous savons que les régions de Brèche reposent en partie sur les Préalpes médianes et sur les Flyschs du val d'Illiez et du Niesen. Les Préalpes médianes, à leur tour, reposent dans leur front extérieur sur la zone bordière et, par leur bord interne, sur les mêmes Flyschs que les régions de la Brèche jurassique. Par contre, la zone intérieure s'enfonce sous le Flysch du Niesen et avec celui-ci sous les Préalpes médianes. En effet, de Frütigen, dans les Alpes Bernoises, on peut suivre la pénétration des masses triaso-jurassiques sous le Flysch, dans lequel elles paraissent pénétrer très profondément, comme on le remarque sur les flancs des vallées transversales. Une exception à cette règle est signalée par M. Schardt dans les masses comprises entre le Chamossaire et le Rhône (45, Pl. X, fig. 3). Tous les plis du Trias et du Lias du bord nord de cette région sont formés par un petit synclinal de Flysch (dernier reste de la grande masse du Niesen) qui les sépare des Préalpes. La masse du Chamossaire formerait cependant une vraie masse indépendante, lambeau de recouvrement, dont la racine serait à rechercher, selon M. Schardt, sur la rive droite de la vallée des Ormonts. La poussée aurait été nord-

est-sud-ouest. Quoiqu'il en soit, les montagnes triasiques de Bex, poussées sur les plis des Préalpes médianes des rives de la Grande-Eau, se montrent indépendantes de celles-ci par la présence d'une petite bande de Flysch. Dans le val d'Illiez, les klippes de Culet et Savonnaz, sortes de noyaux sans relations, appartiennent à la zone intérieure, de même que l'écaille de Lias à gryphées, que nous savons s'enfoncer sous l'écaille des Préalpes médianes de Morgins-Pointe de l'Haut.

La zone bordière s'enfonce partout sous les Préalpes médianes. M. Bertrand a montré qu'il en est ainsi dans le Môle ; M. Renevier a, de son côté, délimité avec soin la ligne de contact anormal de Viuz à la Drance, et les cartes suisses montrent cet accident important se prolongeant jusqu'à Blumenstein.

Les Préalpes médianes simulent un éventail composé dont les plis externes reposeraient sur les zones qui les avoisinent. Le contact, comme nous le savons, n'est jamais normal, il se produit presque toujours par le repos du Trias sur le Flysch. Les plis de l'éventail supposé sont ordinairement déjetés au nord-ouest. sauf en un cas particulier, dans le massif de Tréveneusaz, où ces plis sont déversés à l'est (Profil 23), faisant face au déversement en sens contraire des plis du Chamossaire, comme si les deux systèmes fussent dus à une poussée au vide causée par la vallée du Rhône. Dans le massif de Gummfluh (Alpes vaudoises) on remarque dans les dernières coupes de M. Schardt (46, Pl. X, fig. 1) l'existence d'un pli deversé au sud-est. Il serait analogue en plus grand au pli du col de Morgins (Solution A, fig. 41) que j'ai reconstruit par hypothèse comme couché aussi dans la même direction. Cependant on ne connaît pas la charnière de ces deux plis. Celui de la Gummfluh pourrait s'expliquer alors par deux failles inverses ou chevauchements comme M. Schardt l'a lui-même indiqué sur son profil, et celui de Morgins, plus hypothétique encore, pourrait peut-être être interprété d'une autre manière (Solution B).

L'éventail simulé par les Préalpes médianes est en tous cas fort dissymétrique, car il ne présente qu'un seul pli très problématiquement déversé au sud-est, contre dix ou onze déversés normalement au nord-ouest. Dans ce dernier sens, le déversement s'est effectué sur un plan de chevauchement pénétrant très profondément sous la masse chevauchante, comme M. Schardt l'a si brillamment démontré (31, pl. II). Il est fort probable que ce chevauchement s'étendait primitivement plus en avant sur le Flysch de la zone bordière et que, réduit peu à peu, il n'a plus laissé que les *blocs exotiques*, témoins de l'ancienne extension de la nappe, qu'a signalés Gilliéron dans plusieurs points de la zone bordière.

CHAPITRE V.

Hypothèses relatives à la position des pointements cristallins du Flysch des Gets

§ 1er. — *Explication relative aux lambeaux de terrains pincés entre le Trias du massif de la Brèche et le Flysch.*

On peut remarquer l'existence d'un certain nombre d'affleurements de terrains secondaires placés entre le Trias de la région de la Brèche du Chablais et le Flysch du val d'Illiez et de la vallée du Giffre. L'hypothèse relative à ces affleurements m'amènera à donner une explication du phénomène étrange de la dissémination des masses cristallines et éruptives anciennes dans le Flysch des montagnes des Gets.

Les affleurements qu'on trouve pincés en lentilles sous la région de la Brèche, dans les flancs sud et sud-est, sont au nombre de neuf. Ce sont, du sud au nord :

1. Crétacé et Quartzites inférieurs des flancs du monticule Sur-le-Rocher près de Taninge (fig. 33, Profil 2).
2. Crétacé supérieur de la gorge du Foron à Taninge (Profil 14).
3. Crétacé supérieur du Bouchet entre Taninge et Samoens (Profil 14).
4. Lias supérieur de la Rosière sur Samoens (Profil 14).
5. *a*, Crétacé supérieur et *b*, Cargneule, sous les schistes rouges triasiques du confluent des torrents de Granges-Chavonnes sur Samoens.
6. Crétacé supérieur du col de la Golèze (Profil 14 et fig. 38).
7. Cargneule triturée sous le Quartzite du col de Coux (fig. 2).
8. Brèche inférieure sous le Houiller du lambeau de recouvrement de la Chaux (Pl. VIII et Profil 20).
9. Brèche inférieure et calcaires noirs probablement liasiques sous le recouvrement de Savolayre (Pl. VIII et Profil 22).

J'ai déjà dit que dans l'hypothèse du pli à déjètement circulaire je voyais dans ces affleurements les débris du flanc renversé. Or la conception du pli en champignon étant inadmissible, je dois chercher une autre explication.

On peut diviser ces affleurements en trois groupes.

Le nº 4 formé par des schistes liasiques à rognons calcaires que l'on ne rencontre que dans la zone intérieure des Préalpes doit être considéré comme appartenant à cette dernière zone et doit par conséquent former une écaille indépen-

dante, en tout point semblable à l'écaille de Lias à gryphées du col de Morgins et de la Pointe de l'Haut.

Les numéros 1, 2, 3, 4, 5*a* et 6 ont évidemment une origine à peu près semblable entre eux, car ils sont formés par le même terrain et sont dans des positions identiques.

Les affleurements 5*b*, 7, 8, et 9 doivent évidemment provenir de la même cause, car ils jouent le même rôle tectonique et font partie tous les quatre de la région de la Brèche.

Si par la pensée nous enlevions entièrement le massif de la Brèche, ce que l'on peut facilement imaginer puisqu'il n'a pas racine en profondeur, nous verrions ces lambeaux de Crétacé épars sur un grand substratum de Flysch. Ils formeraient des lentilles isolées, débris évidents d'une ancienne écaille, à laquelle on devrait rattacher, ce qui me paraît légitime, les lambeaux de Crétacé que l'on rencontre en position anormale au bas du sommet de Ripaille, sur le sommet de Culet et en petite masse isolée aux Esserts (Planche VIII). Or, on trouve bien vite par ce procédé la clef du problème : *Les écailles de Crétacé que l'on rencontre sous le massif de la Brèche du Chablais, sur le sommet de Culet, etc., font partie des Préalpes médianes.*

On ne peut guère douter de cette explication, car si nous suivons les Préalpes médianes à partir de Tréveneusaz, où nous les voyons, puissantes encore, disparaître sous la région de la Brèche, d'où nous pouvons les suivre jusqu'au col de Morgins, où elles ressortent et d'où nous pouvons les retrouver à la Pointe de l'Haut, plus étirées encore, car elles ne sont plus formées que de deux terrains, le Crétacé et le Malm, nous arrivons à Culet, où l'écaille est réduite à sa plus simple expression, celle de lentilles isolées de Crétacé, puis au col de la Golèze, aux torrents des Granges-Chavonnes et au Bouchet (vallée du Giffre). Il y a donc sous le versant du sud-est de la région de la Brèche une écaille fragmentée des Préalpes médianes.

Nous savons que sous le massif de Culet on rencontre une écaille de Crétacé absolument isolée dans le Flysch comme une vraie lame. Cette écaille doit se rattacher probablement à celle qui forme le sommet de Culet et le lambeau des Esserts et ces deux derniers affleurements font évidemment partie du même accident, car ces deux paquets isolés sont en rapport semblable avec le Flysch. (J'ai dit avoir trouvé du Flysch sous le Crétacé de Culet). Or l'écaille de l'arête de Culet (Voir fig. 50) deviendrait absolument incompréhensible au point de vue tectonique et formerait un cas absolument disparate dans l'ensemble des plissements étranges du val d'Illiez, où nous savons que des liaisons évidentes existent entre toutes ces masses disloquées à l'extrême, si elle ne se rattachait aux deux masses voisines du même terrain. C'est pourquoi je suppose que primitivement le Crétacé du sommet de Culet se prolongeait beaucoup plus à l'est et que l'écaille ainsi beaucoup plus vaste comprenait le lambeau des Essert. Ainsi étendue, l'écaille aura été soumise à un plissement synclinal qui, s'accentuant de plus en plus, a fini par former un pli excessivement aigu, où les deux flancs accolés et réduits se sont transformés sous la forme apparente de l'écaille de

l'arête de Culet. Celle-ci ne proviendrait donc pas de la profondeur mais des masses primitivement plus élevées. On peut grossièrement comparer le phénomène mécanique qui a dû se produire, si plaçant la main dans la position horizontale, on vient à pincer la paume dirigée contre le sol. Le fragment de peau pincé représenterait l'écaille de Crétacé. Une figure schématique fera mieux comprendre encore le phénomène (fig. 56).

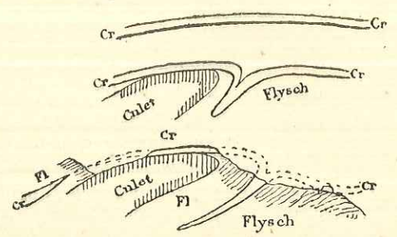


Fig. 56.— Déformations successives de l'écaille de Crétacé de Culet.

Le plissement synclinal aigu a dû fort probablement se produire par la poussée sud-est du massif de Culet. C'est ce qui explique pourquoi cette écaille de Crétacé de l'arête s'enfonce sous le Flysch sur lequel reposent les masses jurassiques de la klippe.

Il me reste maintenant à expliquer les affleurements renversés de Brèche et de Trias (Numéros 5 *b*, 7, 8 et 9) et le lambeau inférieur de Quartzite de Sur-le-Rocher près de Taninge.

La nappe de recouvrement de la région de la Brèche est venue du sud-est comme je l'ai précédemment démontré. On remarque en avant du massif qu'un pli en genou, le pli frontal, magnifiquement conservé dans le Roc d'Enfer et dans la Pointe de Grange, présente dans cette dernière des couches renversées de Schistes ardoisiers et de Brèche inférieure.

Sauf en ce point, le flanc renversé du pli a entièrement disparu, il s'est absolument laminé. La présence sur le flanc sud-est du massif d'une écaille des Préalpes médianes nous démontre que la nappe de recouvrement de la Brèche vient en tout cas de lieux primitivement placés plus au sud-est encore.

Dans sa marche en avant, l'immense nappe de recouvrement a entièrement perdu son flanc médian, puis petit à petit, par places seulement, le Trias qui forme sa base. C'est ainsi que, le long du contact de la Brèche et du pli de Trébante, la Brèche inférieure seule repose sur le Crétacé supérieur. Des paquets de terrains du massif de la Brèche ont dû s'arracher chemin faisant de la masse en mouvement, et sont restés *en arrière* du point où on devrait les rencontrer. Il a dû s'arracher des masses de Trias et des lambeaux de Brèche inférieure qui, roulés sous la masse glissante, se sont comportés comme de vrais grains de sables placés entre deux planches qu'on feraient marcher l'une sur l'autre. Ces frag-

ments restés en arrière sont ceux que nous retrouvons sous le Houiller du lambeau de la Chaux, sous le lambeau de Savolayre, etc. Bien qu'on eût la tendance de les considérer comme des restes du flanc renversé du pli, on voit qu'ils s'expliquent mieux par l'hypothèse de masses restées en arrière.

La nappe avançante a dû écraser devant elle les quelques plis à peine formés qu'elle rencontrait. C'est ainsi que le pli de Vésine, dans le massif de la Haute-Pointe, écrasé au col de la Ramaz, réapparaît comme une bande insignifiante dans les plis de Matringe (Profil 14). C'est à ce pli laminé que doivent être rattachés les Crétacés des environs de Taninge qui reposent sur le Flysch.

Il est probable aussi que la masse de la Brèche, dans son acheminement vers le nord-ouest, a rencontré des masses étrangères qu'elle a poussées devant elle ou qui se sont comme engrenées dans le plan de chevauchement. Il a dû se produire des emmêlements de fragments arrachés au massif lui-même et de fragments de la grande écaille sud-est des Préalpes médianes. L'affleurement de Quartzite *sous* le Crétacé de Sur-le-Rocher à Taninge ne peut s'expliquer que par un accident analogue, car cette roche triasique ne correspond à aucun pli de la contrée et appartient, à cause du Quartzite, au massif de la Brèche.

Le mouvement en avant du massif de la Brèche fut arrêté par la rencontre des plis des Préalpes médianes, par son propre tassement, qui lui donna la forme d'une grande vasque et par la naissance de plis, comme celui de Trébante sous le massif lui-même.

§ 2. — *Les pointements du Flysch des Gets.*

Les couches de la Brèche du Chablais n'étant pas percées sous le Flysch des Gets, comme il semble être le cas au premier abord, les pointements cristallins ne peuvent être sortis de la profondeur. Ils ne peuvent être venus que par un plissement qui les aurait amenés par dessus les couches de la Brèche, soit du nord soit du sud.

Nous savons qu'à la Rosière la faille du Pont des Gets passe très près de l'affleurement de protogine. On aurait la tendance à voir dans la formation de cette faille la cause qui aurait amené à la surface du sol la lame de protogine. Or il est facile de démontrer qu'il n'en est pas ainsi. On doit d'abord remarquer que la lame de granit ne se trouve pas dans le plan de faille, mais qu'elle en est éloignée par une épaisseur assez considérable de Flysch, ce qui montre déjà son indépendance de l'accident. Mais il est une autre raison bien plus démonstrative. La région de la Brèche se montre comme un massif affaissé en trois bassins distincts. Autrement dit, au plissement normal, parallèle au plissement préalpin, s'est ajouté un plissement transversal, dont l'effet a été de produire des ondulations de l'axe du synclinal de Flysch du massif. Les couches de la région que nous savons converger en moyenne vers la ligne des centres de l'ellipse de la région de la Brèche, ondulent dans la partie interne de celle-ci en

formant deux plis transversaux principaux. Une coupe longitudinale est sous ce rapport parfaitement caractéristique. Ces plis transversaux sont éminement dus au tassement, car ils se transforment ou sont totalement remplacés par des failles dont les lèvres abaissées occupent toujours la partie interne des bassins ainsi déterminés.

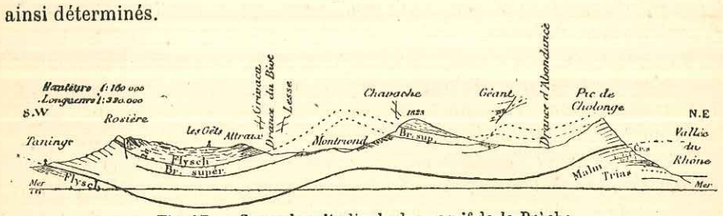


Fig. 57. — Coupe longitudinale du massif de la Brèche.

Or il devient évident, surtout si l'on examine la figure ci-contre, que toutes les failles du massif ont la même origine. Ainsi, au plissement transversal du vallon de Très-les-Pierre (Haut de la vallée de la Drance d'Abondance) est dû la si belle faille de la Tête du Géant (fig. 22). La faille de la Chavache (sur Montriond) est due aussi à l'affaissement du deuxième bassin. Le pli transversal de Montriond (fig. 28) se traduit plus au nord-ouest par les failles de Grivacu et de Lesse (sur St-Jean-d'Aulph). Enfin, la faille de la Rosière ne peut être envisagée que comme le pur résultat de la formation du bassin synclinal des Gets, où le Flysch ne s'est conservé en aussi grande masse que grâce à cet affaissement. Le fait de voir ainsi trois bassins séparés, où les plis transversaux exagérés se traduisent en vraies failles, nous indique que ces trois bassins, étant donnée leur disposition semblable, doivent avoir la même origine. Avec cette constatation tombe complètement l'hypothèse par laquelle on ferait venir les pointements de la profondeur, car nous connaissons le fond des deux bassins orientaux, et tombe aussi toute hypothèse qui se baserait sur la présence de la faille de la Rosière [1].

Les pointements cristallins ne peuvent donc être venus que du nord ou du sud.

M. Kilian (43) a émis l'idée que la région de la Brèche du Chablais étant un grand lambeau de recouvrement, les pointements cristallins des montagnes des Gets pouvaient peut-être appartenir à un deuxième pli superposé au premier et venant du sud. Les roches anciennes auraient dessiné un deuxième plan anticlinal

[1] Il est intéressant de constater que des dislocations analogues à celles qui ont amené les pointements cristallins des Gets dans leur situation si singulière ont été constatées dans l'Himalaya. Dans les montagnes de Chiticum, en dehors du territoire anglais, au nord-est du col d'Uttadhura, au centre de l'Himalaya, C. L. Griesbach a signalé des roches diabasiques accompagnées de Carbonifère et de calcaires triasiques dans un synclinal de Flysch crétacé. L'auteur rappelle à ce propos les blocs exotiques de la Suisse. Il suppose qu'une faille aurait fait apparaître le Carbonifère dans cette singulière position et aurait livré passage à la roche éruptive qui, dit-il, aurait métamorphisé des schistes jurassiques (Spiti-shales). On ne voit pas la faille mais l'auteur de ces découvertes suppose que le Flysch la voile complètement. (Notes on the Central Himalayas, by C. L. Griesbach. — *Records of the geological Survey of India*, Vol. XXVI. part 1, 1893.

couché sur le premier moins laminé (région de la Brèche). L'hypothèse du pli en champignon étant abandonnée, l'idée exprimée par M. Kilian vient naturellement à l'esprit, car les principaux plis des Préalpes sont toujours déversés au nord-ouest. Je suis cependant obligé de l'abandonner pour une autre conception qui m'a été suggérée par M. Marcel Bertrand et qui me paraît s'accorder davantage avec les faits observés.

On sait qu'un des pointements, celui des Farquets, est placé sur le bord du massif de la Brèche et que, contrairement aux autres, il se trouve intimement lié avec le substratum triasique. Cette masse de kersantite est placée dans le plan de chevauchement du massif, en un point où les dislocations sont des plus intenses, puisque les terrains qui environnent la roche ancienne paraissent même complètement renversés. La kersantite peut être comparée à une masse étrangère que la nappe de recouvrement de la région de la Brèche aurait rencontrée sur son chemin et qu'elle aurait entraînée avec elle. Supposons que les pointements cristallins du Flysch des Gets aient été arrachés tout comme le pointement des Farquets d'une masse quelconque fauchée par la masse en mouvement du massif. Au lieu d'être restées en arrière dans le plan de chevauchements, ces masses en se laminant ont été portées en avant avec le Flysch. Or il est à remarquer que le pli frontal du massif de la Brèche paraît avoir pénétré *dans* le Flysch du grand synclinal des Préalpes médianes. C'est ainsi que dans la Pointe de Grange, au-dessus de Charmy, on voit le genou du pli complètement enveloppé par le Flysch (Profil 19). Il semble que le Flysch se soit moulé sur une masse dure qui glissait dans son sein. La masse continuant son mouvement en avant, accumulant devant elle d'énormes paquets de Flysch, ce dernier terrain a fini par remonter complètement en arrière sur la nappe de recouvrement. C'est alors qu'il aurait entraîné avec lui les pointements cristallins (XXX) en les disposant symétriquement en chapelet. La figure schématique ci-dessous aidera à faire comprendre le phénomène.

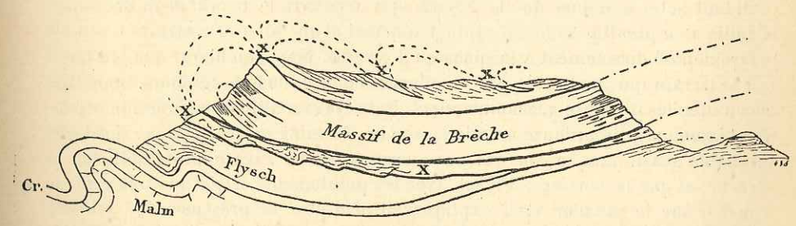


Fig. 58. — Explication hypothétique de la position des pointements cristallins des Gets.

Je trouve une confirmation de cette hypothèse, qui peut paraître téméraire, dans un fait dont on aura probablement déjà remarqué l'importance. Dans la Pointe de Grange on peut suivre sur près de quatre kilomètres une bande de Crétacé supérieur. Au centre, cette bande s'appuie sur la Brèche inférieure mais à ses *deux extrémités elle se perd dans le Flysch* (Profils 19, 20, 21). Or si le Crétacé

était dans sa position normale, on ne comprendrait absolument pas cette intercalation de Flysch, qui présente au contact avec le Crétacé des lentilles étirées de ce dernier terrain. Son contact avec la Brèche supérieure, parfaitement visible en plusieurs points, ne laisse pourtant pas supposer qu'il est en repos anormal. On ne peut songer cependant à un pli quelconque et ce Crétacé ne peut être comparé qu'à une lame jouant un rôle tectonique semblable aux lames de protogine et aux roches éruptives. Ce fait, joint à la présence du Flysch sur la Brèche supérieure à la Chaux sur Charmy (Profil 19), semble m'autoriser à conclure, pour le moment du moins, que les pointements cristallins et le Crétacé de Grange, poussés en avant par la masse de la Brèche en mouvement, sont venus s'accumuler avec le Flysch qui les enveloppait dans la dépression synclinale qu'affecte le massif de la Brèche.

J'ajouterai cependant encore que la présence anormale du Crétacé sur la Pointe de Grange n'a rien d'extraordinaire, car nous savons que le Crétacé supérieur des Préalpes médianes s'est laissé entraîner dans le mouvement du massif de la Brèche, et que bien souvent il fait corps avec ce dernier et chevauche alors sur le Flysch. C'est ainsi que le Crétacé supérieur du massif de Tréveneusaz s'est laissé étirer jusqu'au Signal de la Croix en formant le substratum du massif de la Brèche, alors que tous les autres terrains sont restés en arrière (sauf le Flysch rouge, qui suit toujours les mouvements du Crétacé). Nous voyons encore les Couches rouges accompagner la Brèche dans le vallon de Charmy et surtout à l'est de Saint-Jean-d'Aulph, où elles se présentent même comme des synclinaux dans le Flysch. Or il n'y a qu'à supposer qu'un des plis de Crétacé, plus étiré que les autres, ait enveloppé l'éperon en mouvement du massif de la Brèche pour expliquer la présence des Couches rouges de la Pointe de Grange. Il faut remarquer aussi que c'est justement au-dessus des points où les Couches rouges sont les plus développées sous la Brèche, qu'apparaissent celles qui la recouvrent. Il y a là une coïncidence très en faveur de notre manière de voir.

Il faut noter toutefois que le Flysch qui recouvre le massif de la Brèche du Chablais ne paraît pas être en contact anormal et que bien au contraire il semble s'être déposé directement à la place qu'il occupe. Mais j'ajouterai que le Flysch est le terrain qui, malléable par excellence, épouse tous les contours des roches sur lesquelles il repose mécaniquement. Très transgressif, il ne présente cependant jamais de discordance angulaire sur les terrains qu'il recouvre. Il est fort probable aussi, dans le cas qui nous occupe, qu'un Flysch préexistât sur la Brèche, et que le deuxième Flysch avec les pointements cristallins soit venu se coucher sur le premier. Ceci expliquerait peut-être la présence des schistes rouges du Flysch au nord de la Pointe de Chéry, où ils paraissent intercalés dans le Flysch normal. Il y a en tout cas une étroite parenté entre le Flysch du massif de la Brèche et celui du grand synclinal des Préalpes médianes. Tous deux renferment les schistes rouges si particuliers de la base de ce terrain. Je n'ai cependant jamais retrouvé dans le Flysch du massif de la Brèche les calcaires gris que nous avons rencontrés, M. Renevier et moi, dans l'arête qui sépare la vallée de Bellevaux de la vallée de Seytroux. Mais comme ces calcaires

manquent dans le Flysch plus rapproché du massif de la Brèche, il n'est pas étonnant qu'on ne les rencontre pas sur celui-ci.

Ainsi l'on voit que le massif de la Brèche, qui paraît tout d'abord lié aux Préalpes médianes par la présence de la bande de Couches rouges de la Pointe de Grange en est indépendant, puisque ce Crétacé a été amené dans sa position par une cause mécanique. Ceci est bien conforme à tout ce que j'ai dit jusqu'ici sur l'indépendance absolue des Préalpes médianes de la région de la Brèche du Chablais.

CHAPITRE VI.

Les Hypothèses.

§ 1. — *Historique.*

En 1884, dans une petite note intitulée « Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du nord », M. Marcel Bertrand émettait une hypothèse grandiose restée malheureusement près de dix ans dans l'oubli. Il a fallu les études détaillées d'une grande partie des Préalpes pour la faire renaître.

M. Bertrand compare le phénomène du double pli glaronnais aux plissements du bassin houiller du Nord. Il suppose un pli unique venu du sud et généralisant son hypothèse, il l'applique à une grande partie des Alpes suisses.

« L'étude des cartes géologiques de la Suisse, dit-il, mène à cette conclusion que le phénomène de recouvrement n'est pas spécial aux Alpes de Glaris. La feuille de Sion récemment publiée, donne dans son ensemble l'impression très nette d'un « fond » de Flysch, sur lequel s'étalent de grandes taches de terrains plus anciens, occupant en général les hauts sommets. Quelques lambeaux sont, il est vrai, dans le fond des vallées, mais ce serait là le résultat d'un glissement postérieur, uniquement dû à la pesanteur, tel qu'on en voit encore actuellement se dessiner et s'annoncer en quelque sorte, partout où une puissante corniche calcaire couronne une pente de terrains marneux.

« Le sud de la feuille de Fribourg, et la carte de la région du Mont-Blanc, par M. Favre, permettent de suivre les mêmes phénomènes, dont les dernières traces s'arrêteraient en face de la pointe sud du Mont-Blanc (près de Seraval), à l'ouest du Mont Charvin...

« A l'est de Glaris, dans le Tyrol (Rhæticon) M. Mojsisovics a observé des faits du même ordre ; il y a là de plus cette circonstance bien intéressante, que les terrains dans la masse de recouvrement présentent le *faciès alpin* et dans les autres affleurements le *faciès hélvétique* ».

Telle était l'hypothèse de M. Bertrand. Pour ce qui concerne les Préalpes médianes, elle fut abandonnée par son auteur dans son intéressant travail sur le Môle et les collines du Faucigny (1892).

L'hypothèse (année 1884) de M. Marcel Bertrand a été reprise par M. Schardt (année 1893) dans une très remarquable note intitulée « sur l'origine des Préal-

pes romandes ». L'auteur abandonne, grâce aux travaux de M. Burckhardt [1], une première hypothèse qu'il venait d'émettre (année 1891), hypothèse reprise de Studer mais considérablement complétée. M. Schardt supposait que la zone du Chablais s'étendait primitivement du lac d'Annecy jusqu'au Rhin et même plus loin encore. Lors des dernières dislocations alpines, cette zone fut recouverte par d'énormes chevauchements des chaînes à faciès helvétique, à tel point qu'il n'en resta plus que les Préalpes et les « klippes » suisses (Mythen, Buochserhorn, Stanzerhorn, etc.) et françaises (Annes et Sulens). Ces klippes étaient considérées comme des fragments de la région cachée parvenus au-dessus de la nappe de recouvrement.

Or M. Burckhardt, démontrant que les chevauchements de la zone alpine comprise entre les lacs de Thoune et de Constance n'existaient pas, faisait tomber d'un seul coup cette hardie et belle hypothèse.

C'est alors que M. Schardt, en s'appuyant sur ses recherches, sur celles de M. Renevier et les miennes reprit, en la précisant, l'hypothèse de M. Marcel Bertrand (1884), *à savoir que toute la région du Chablais et du Stockhorn* (Préalpes entières), *de la vallée de l'Arve jusqu'à celle de l'Aare, doit être considérée comme une nappe de recouvrement venue du sud, par dessus la zone des Dents du Midi et du Mont-Blanc-Finsteraarhorn.* Les « klippes » suisses et françaises sont alors considérées comme des lambeaux de recouvrement, témoins de l'ancienne extension de la nappe. M. Schardt base son hypothèse sur les mêmes arguments que ceux de M. Bertrand, c'est à-dire sur la ressemblance de structure des Préalpes et du Rhætikon et sur l'analogie des terrains de l'ancienne « chaîne vindelicienne » et des roches que contiennent les « blocs exotiques » avec les terrains des Alpes orientales et méridionales.

L'auteur fait aussi ressortir, dans sa remarquable note, la prodigieuse différence des terrains des Préalpes et ceux des Hautes-Alpes calcaires.

Au moment où M. Schardt publie sa note sur l'origine des Préalpes, trois autres hypothèses étaient en cours, à savoir une première sur le pli en champignon et le horst chablaisien, une deuxième de M. Marcel Bertrand sur la Schaarung de la vallée de l'Arve, et une troisième de MM. Steinmann et Quereau [2]. Ces deux derniers auteurs supposent que les Préalpes médianes représentent une ancienne chaîne qui se serait affaissée partout ailleurs sur la bordure des Alpes avant les dépôts mollassiques, ne laissant comme témoins de son existence que les « klippes » considérées comme des lambeaux de recouvremeut *venus du nord*. C'est alors que M. Haug (49) combat vigoureusement l'hypothèse de MM. Bertrand (1884)-Schardt (1893) en se basant uniquement sur les faciès, et d'autre part, il interprète les Préalpes et la région des klippes de Sulens et des Annes comme des éventails imbriqués. M. Kilian, de son côté (43), critique aussi

[1] Burckhardt, Die Kontaktzone von Kreide und Tertiaer am Nordrande der Schweizeralpen, *Matériaux pour la carte géol. suisse*, Livr. XXXII. L'hypothèse de M. Schardt est critiquée dans un chapitre spécial intitulé : Widerlegung der Schardtschen Hypothese für unser Untersuchungsgebiet. Verhältnisse am Nordrand der Freiburgeralpen, p. 119.

[2] *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* XLIX (1892), p. 532.

l'hypothèse de M. Schardt. Il fait remarquer que le Néocomien des Voirons, qui fait partie d'un « plissement sur place », dit-il, est semblable à celui du reste des Préalpes qui, par une coïncidence étrange, ferait partie d'une nappe chevauchée. Il voit dans ce fait une preuve de la non-existence de ce grand recouvrement. Puis vient M. Duparc (46) qui voit dans les pointements du Chablais la continuation vers le nord de la chaîne de Belledonne, et enfin une dernière publication de ma part où j'essaye d'établir une nouvelle hypothèse en ayant bien soin d'ajouter que cette nouvelle conception ne pouvait être que momentanée. On voit combien d'idées a suggéré la géologie si singulière de la zone du Chablais. « Ce sont des sujets, comme m'écrivait M. Marcel Bertrand, sur lesquels tout le monde a le droit (sinon le devoir) dans l'état de nos connaissances de changer d'avis. » J'abandonne encore ma nouvelle idée et cela sans crainte du ridicule, car en telle matière ce n'est souvent qu'en rédigeant définitivement, alors qu'on est forcé de peser chaque idée l'une après l'autre avec le même soin, que l'on arrive — si nos connaissances nous permettent la solution des problèmes qu'on discute et si le travail d'analyse est fait impartialement — à obtenir la solution la plus vraisemblable. J'ajouterai ce que Favre, déjà à propos de la Brèche du Chablais, disait avec sa belle franchise qui doit être le fond de tout homme de science : « Je reconnais donc qu'il y avait un mélange de choses vraies et de choses fausses dans ce que j'avais avancé il y a quelques années ; mais ce qui me console d'être classé parmi ceux que les terrains des Alpes ont entraîné à faire certaines confusions, c'est la nombreuse et bonne société dans laquelle je me trouve. » (20 § 299). Je discuterai du reste plus loin ma deuxième interprétation.

§ 2. — *Les différentes hypothèses.*

On voit combien d'hypothèses sont applicables à la région des Préalpes. Ces conceptions diverses se ramènent à un nombre limité d'hypothèses qui sont :

1° Les Préalpes entières sont une nappe de recouvrement venue du sud avec les klippes d'Unterwald, de Schwyz et de Savoie (Bertrand 1884, Schardt 1893).

2° La région de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh sont seules venues du sud et le reste des Préalpes est en place (Bertrand inédit, Kilian 1894).

3° Les Préalpes et la région de la Brèche sont en place (les Auteurs, Renevier et Lugeon 1892, Duparc 1894, Haug 1894).

Les klippes sont alors :

a. — Apparues sous la nappe supposée de recouvrement des Hautes-Alpes calcaires (Schardt 1891).

b. — Des horsts.

c. — Venues du nord (Steinmann, Quereau 1892, Schmidt 1894).

d. — Formées par des zones indépendantes dans la forme d'éventails imbriqués (Haug 1894).

4° Les Préalpes et la région de la Brèche sont en place ; la Brèche a subi des bouleversements qui l'ont décollée de sa racine ; les klippes sont venues du nord dans la région d'Unterwald et de Schwyz et sont en éventail en Savoie (Lugeon 1895).

5° Enfin ou pourrait examiner les hypothèses suivantes qui ressortent de mon analyse :

a. — La région de la Brèche est venue du sud ainsi que les Préalpes médianes ; la zone bordière et la zone intérieure sont en place.

b. — Toutes les Préalpes sont venues du sud, sauf la zone intérieure.

c. — Toutes les Préalpes sont venues du sud, sauf la zone bordière.

d. — Toutes les Préalpes sont venues du sud (hypothèse I).

Ce grand nombre d'hypothèses est suffisamment éloquent par lui-même pour montrer combien la question est complexe et difficile. Il manque encore beaucoup trop de faits pour que le problème soit résolu définitivement. Cependant il importe de discuter ces hypothèses avec le faible bagage que nous possédons actuellement, et ne serait-ce que pour bien sentir quels sont les documents qui nous manquent encore.

La discussion doit porter à la fois sur la tectonique et sur la stratigraphie. Mais avant d'entrer complètement dans le problème, il est peut-être bon de faire remarquer ici la parenté étroite qui lie la zone du Chablais et les klippes de Suisse et de Savoie.

§ 3. — *Parenté des Préalpes et des klippes de Suisse et de Savoie.*

On désigne sous le nom de « klippes » une série de montagnes des Alpes de Suisse et de Savoie qui se distinguent des chaînes dont elles sont entourées par des faciès totalement différents, rappelant beaucoup les terrains des Alpes orientales ou méridionales. Les klippes reposent partout sur le Flysch. Il y a des klippes de toutes les dimensions, elles varient du sommet imposant aux « blocs exotiques ». En Suisse, on connaît les klippes d'Iberg, des Mythen, du Buochserhorn, du Stanzerhorn, du Giswylerstock ; en Savoie, les Annes et Sulens.

En France, les terrains des klippes des Annes et de Sulens rappellent absolument ceux des Préalpes médianes. Les Annes et le sommet de Sulens sont formés par du Trias et du Lias absolument semblables à ceux de Matringe. On dirait des fragments découpés dans le Chablais et transportés dans un synclinal des Hautes-Alpes. Cette ressemblance des terrains avait déjà frappé A. Favre. (20 § 390). La partie inférieure du massif de Sulens renferme des Jurassiques qui rappellent ceux des collines du Faucigny, puis du Crétacé à céphalopodes comme dans les Préalpes. J'ajouterai encore que j'ai découvert dans le massif des Annes, près de la Colombière du Haut du Col, les « Couches rouges » des

Préalpes supportant un lambeau de Jurassique brèchiforme. La ressemblance est donc complète.

En Suisse, on retrouve aussi dans les klippes les terrains constitutifs des Préalpes, mais avec des caractères plus orientaux [1]. On dirait des fragments détachés des Alpes du Vorarlberg.

Sauf le Jurassique brèchiforme que j'ai découvert aux Annes et qui rappelle la Brèche supérieure du Chablais, sans que cependant ce rapprochement puisse être établi d'une façon certaine sans de nouvelles recherches, on peut dire que les terrains des klippes se rapportent *uniquement aux Préalpes médianes* et que par conséquent les problèmes qu'elles soulèvent doivent être résolus avec ceux de ces dernières chaînes, à *l'exclusion des régions de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais*.

Ces terrains ne sont pas les seuls indices qui rapprochent les problèmes soulevés par les Préalpes et les klippes. La disposition de ces massifs nous montre encore une étroite parenté.

Les Préalpes entières et les klippes occupent des dépressions synclinales des plis des Hautes-Alpes.

La démonstration n'est pas difficile pour ce qui concerne les klippes et ce fait est du reste depuis longtemps connu. Deux des klippes, celles du Roggenstock et de la Mördergrub, font exception. Comme M. Quereau l'a parfaitement démontré, elles sont placées sur un pli anticlinal très couché des Hautes-Alpes. Les Mythen rentrent déjà dans la règle générale. Ils sont situés entre la continuation du pli de la Hochfluh-Aubert, voilé par le Flysch, directement au nord des Mythen, et les plis du Muottathal. Les klippes d'Unterwald et du Gyswylerstock sont dans le prolongement du célèbre synclinal d'Habkern. Elles sont séparées en deux groupes par l'axe très surbaissé des plis du Bürgenstock qui naissent au milieu du synclinal. Le massif de Sulens et des Annes sont dans le grand synclinal éocène du Reposoir. Comme celui de Habkern, il est divisé en deux parties, comprenant chacune une des deux klippes, par l'anticlinal urgonien de la Clusaz.

Or cette disposition remarquable se rencontre aussi dans les Préalpes. Que l'on atteigne celles-ci par le nord ou le sud, par l'est ou par l'ouest, on voit toujours que les couches plongent contre l'intérieur de la zone. Ce plongement n'est pas le résultat d'une propriété particulière à la zone, mais, de même que dans les régions des klippes on constate que l'Urgonien plonge de part et d'autre sous l'Eocène sur lequel paraissent reposer les masses exotiques, de même les plis des Hautes-Alpes, du Salève et la Mollasse du Plateau Suisse s'enfoncent de tous les côtés sous les Préalpes. Nous savons que l'axe des plis de la rive droite du lac de Thoune s'abaisse en une formidable flexure transversale à la direction des plis, sitôt qu'ils atteignent les rives du lac. Ils disparaissent sous les masses préalpines de la rive gauche. Dans la vallée de l'Arve le même accident s'ob-

[1] Quereau. Die Klippenregion von Iberg (*Mat. carl. géol. suisse.* Livr.. 33).
G. Moesch. *Mat. carl. géol. suisse.* Livr. 24. III.

serve, et c'est une des choses les plus extraordinaires à contempler du Môle ou de la Pointe d'Orchez que cet abaissement des axes des plis de la rive gauche. Plis superbes, énormes le long de la vallée du Petit Bornand, on les voit s'abaisser rapidement et mourir dans l'alluvion de la plaine. On dirait que les Préalpes remplissent la fonction d'une masse très lourde qui aurait empêché leur développement. Le pli du Salève s'abaisse aussi considérablement du sud-ouest vers le nord-est.

Tous ces faits, avec ceux que nous avons déjà vus, permettent de dire avec M. Schardt [1] *qu'un affaissement existe entre les vallées de l'Arve et de l'Aar*. Il restera à savoir s'il a comme cause la présence des Préalpes ou si celles-ci en sont le résultat. En tout cas, ce qu'il importe de remarquer, c'est que les Préalpes comme les klippes sont dans des dépressions synclinales.

[1] On voit que je développe certains points que M. Schardt a seulement signalés dans sa note trop courte sur l'origine des Préalpes. Je comptais traiter ces faits dans mon travail bien avant qu'ait paru celui de mon confrère. Dans des études parallèles il est manifeste que l'on doit arriver à plusieurs résultats semblables.

CHAPITRE VII

Discussion des hypothèses au point de vue mécanique.

Les nombreuses hypothèses relatives à la zone du Chablais doivent être soumises à deux examens, l'un concernant les dislocations qui affectent les chaînes supposées charriées, l'autre relatif à la distribution des faciès et répondant à la question : existe-t-il ou existait-il à l'endroit d'où pourraient provenir ces masses des terrains semblables à ceux qui les constituent?

Examinons ici les dislocations.

On doit dès l'abord éloigner toute idée préconçue sur la possibilité ou l'impossibilité du charriage de masses sédimentaires à des distances de quarante, cinquante ou même cent kilomètres. Il y a, me semble-t-il, la même difficulté à expliquer un recouvrement de cinq, dix, quinze ou vingt kilomètres (on en connaît de bien certains qui atteignent ce chiffre) qu'un charriage exagéré jusqu'à cinquante kilomètres et plus. Le phénomène du recouvrement nous échappe trop encore pour que nous puissions connaître les limites de son extension. Nous ne savons pas même si ces phénomènes se sont produits à l'air libre ou s'ils sont le résultat de poussées tangentielles en profondeur, sorte d'acheminement lent des parties profondes. La conservation très habituelle des charnières frontales de ces gigantesques plis couchés, ou si l'on veut la fraîcheur de ces masses charriées, permet de présumer que s'ils s'étaient formés à l'air libre, ils auraient dû marcher avec une vitesse suffisante pour que les agents de l'érosion n'aient pu les découper et les hacher, ce qui eût entravé et arrêté leur marche. Mais, d'autre part, il semble qu'une telle accélération les aurait brisés et démantelés et que les nombreux accidents du relief les auraient arrêtés. C'est donc peut-être en profondeur qu'ont dû se produire ces phénomènes étranges de recouvrement. Dans le Chablais, le massif de la Brèche, recouvert par le Flysch et reposant sur une nappe de ce terrain, ayant, dans la Pointe de Grange, l'extrémité allongée de son pli frontal encore enfoncée dans ces schistes tertiaires, puis ces lambeaux de recouvrement, qui paraissent avoir été charriés avec le Flysch sur le massif, tout cela semble indiquer un gigantesque glissement d'une masse sédimentaire dans des terrains meubles, peut-être en voie de formation. Nous devons donc supposer connue la raison du phénomène de recouvrement, tout comme un fait parfaitement enregistré, malgré l'exagération qu'il peut ou ne pourrait pas atteindre.

Parmi les nombreuses hypothèses émises, un certain nombre doivent

être abandonnées d'après les discussions antérieures à ce chapitre. J'ai déjà expliqué les raisons qui me forcent à abandonner l'hypothèse du pli en champignon du massif de la Brèche. Il faut considérer comme un fait acquis le manque de racine. *C'est une nappe de recouvrement venue du sud.* Il reste à savoir maintenant comment et d'où a pu provenir ce chevauchement. La discussion de ce problème demande tout d'abord quelques connaissances sur les klippes. C'est donc par ces dernières que nous allons entamer la discussion.

§ 1er. — *Les Klippes.*

Cinq hypothèses ont été données pour expliquer les klippes.

On a supposé qu'elles pouvaient provenir [1] :

1° Du sud par des chevauchements gigantesques (Bertrand, 1884, Schardt, 1893).

a. De la profondeur par la percée de la masse supposée de recouvrement des Hautes-Alpes (Schardt 1891).

b. De horsts.

c. Du nord par chevauchement (Steinmann et Quereau 1892).

d. De zones indépendantes en forme d'éventail imbriqué (Haug).

Des cinq hypothèses, les numéros *a* et *b* doivent être immédiatement abandonnés sans discussion. En effet, nous avons vu que les Hautes-Alpes calcaires ne pouvaient être considérées comme faisant partie d'une nappe de recouvrement. M. Burckhardt a démontré l'impossibilité absolue d'une telle conception. L'hypothèse des horsts doit être aussi rejetée, car les klippes qui occupent les parties élevées des montagnes, comme c'est le cas pour les Annes et pour le sommet de Sulens, ne présentent jamais la tige qu'on serait en droit d'exiger. Les profondes vallées qui découpent le synclinal du Reposoir, par exemple, ne laissent aucun doute sur ce fait : jamais on n'a signalé dans leurs flancs des roches plus anciennes que celles des klippes ; bien au contraire, on n'y rencontre que des terrains plus récents, du Flysch pour les Annes et, outre ce terrain, du Jurassique et du Crétacé répétés en plusieurs séries pour Sulens, alors que la roche la plus ancienne des parties culminantes est le Trias [2].

La brillante étude de M. Quereau sur la région d'Iberg est venue jeter un jour nouveau sur les klippes suisses. Il ressort nettement de ce travail que les masses exotiques du Roggenstock, de la Mördergrub et par conséquent des Mythen sont des lambeaux de recouvrement. On ne peut plus avoir de doute. En effet, le Roggenstock, qui fait exception à la disposition générale des klippes, repose *sur un anticlinal* couché formé par les terrains de la série helvétique. On peut constater que le Flysch de la série normale s'enfonce partout sous la masse triaso-

[1] Les numéros correspondent aux hypothèses multiples indiquées dans le paragraphe 2 du chapitre précédent.

[2] Haug, *C. R. séances Soc. géol. de France*, 4 février 1895.

jurassique de la klippe. La faible dimension de cette dernière ne permet pas de songer à un plissement quelconque qui la rattacherait en profondeur. On rechercherait vainement aussi la racine de ce lambeau de recouvrement dans le large synclinal de Flysch, qui s'étend au nord de ces klippes, car la présence de deux plis dont l'un apparaît au Gross Auberg et l'autre à la Hochfluh, plis qui sont la continuation l'un de l'autre, nous montrent que ce Tertiaire ne peut que reposer sur des terrains de la série helvétique et non sur l'amorce d'un recouvrement quelconque.

Le synclinal qui contient les masses exotiques d'Iberg et des Mythen se rétrécit considérablement entre Brunnen et Gersau, sur les bords du lac des Quatre-Cantons. Il s'élargit subitement à nouveau et nous voyons apparaître les klippes plus énormes du Stanzerhorn et du Buochserhorn. Une étude toute récente de ces massifs ne nous apporte malheureusement pas des conclusions aussi nettes que celles de M. Quereau. M. Mœsch [1] n'a pas essayé d'entamer le problème. Ses coupes ne peuvent être interprétées en faveur d'une idée ou d'une autre.

Toutefois, il me paraît évident, d'après la lecture de l'ouvrage de M. Mœsch, que ces masses étrangères ne peuvent être considérées que comme la continuation des klippes d'Iberg et doivent être des masses sans racines, selon l'hypothèse de MM. Quereau, Schardt et Bertrand. M. Haug, cependant, considère ces klippes comme la partie centrale d'un éventail imbriqué. Or cette disposition devrait forcément se répercuter dans les plis à faciès helvétique immédiatement voisins, qui devraient former les ailes de l'éventail. Si cette disposition existe dans une coupe passant par le sommet du Bürgenstock, la Musenalp (klippe) et l'extrémité orientale du Bürgenstock, on peut démontrer qu'elle n'est qu'accidentelle et apparente. D'abord, elle n'existe plus dans le Niederbauen et encore moins immédiatement au sud du Buochserhorn, au-dessus de Wolfenschiessen. Au Niederbauenkulm [2] on remarque deux plis à axes horizontaux, couchés contre le synclinal des klippes. L'un est le pli du Seelisberg, l'autre, immédiatement au-dessous, forme les flancs de l'Oberbauen. Les deux synclinaux sont séparés par un anticlinal de Néocomien, dont l'axe va s'enfouir sous le Flysch qui supporte la klippe de la Clevenalp. Celle-ci est donc à cheval sur deux plis synclinaux couchés au nord, disposition absolument inverse de celle que devait produire un éventail quelconque. On peut même ajouter que la klippe en question se montre totalement indépendante de la structure des plis qui la supportent. Si cette démonstration n'était pas suffisante et si l'on supposait que la klippe, formant une aile très couchée d'un éventail, soit venue se poser comme un recouvrement sur des plis à déjètement inverse, on pourrait établir un raisonnement analogue pour le Buochserhorn qui forcément alors formerait le centre de l'éventail. En effet, à la Gigifluh [3], sur Wolfenschiessen, un pli synclinal des Hautes-Alpes déversé contre le Buochserhorn a un plan axial *incliné dans le sens de son déversement*, et c'est sur le flanc normal de cet anticlinal plus ouvert que viennent se placer les premiers contreforts du Buochserhorn. La disposition des deux klippes est donc semblable, et l'impossibilité pour l'une d'elles d'avoir racine s'applique à l'autre.

[1] Mœsch, Geol. Beschreibung der Kalk-und Schiefergebirge zw. Reuss und Kienthal (*Mat. Carte géol. suisse*, 24me livr. IIIe partie).
[2] Mœsch, *loc. cit.*, fig. 1, Pl. IV, fig. 3. Pl. VI.
[3] Mœsch, *loc. cit.*, fig. 3, Pl. VII.

Le Stanzerhorn ne peut rien nous démontrer, car il n'est pas en contact avec les plis des Hautes-Alpes. Cependant son escarpement oriental montre à sa base du Flysch, tout comme le pied ouest du Buochserhorn situé immédiatement à l'est, de l'autre côté de la vallée. On arriverait donc à la conclusion, dans l'hypothèse d'un éventail, que les massifs du Stanzerhorn et du Buochserhorn, étant séparés par du Flysch, devraient former deux systèmes indépendants à plis circulaires. Une telle conception me paraît mécaniquement impossible, étant donnée la petitesse relative des massifs que nous analysons. Le mot de « bloc » n'a peut-être jamais trouvé une meilleure application. Je conclus donc avec MM. Quereau et Schardt que les *klippes d'Unterwald n'ont pas racine en profondeur. Ce sont des lambeaux de recouvrement.*

J'ajoute cependant que des doutes pourraient encore s'élever. On pourrait supposer que ces masses ont été des éventails plus ou moins composés, surélevés, et qu'alors la force tangentielle de plissement ne se faisant plus sentir qu'au-dessous du grand diamètre de l'éventail, la tige aurait été complètement écrasée et n'existerait plus. Il y aurait eu alors un tel déplacement des coordonnées géographiques des masses des terrains à faciès helvétique, de part et d'autres des klippes, qu'on ne devrait jamais songer à retrouver les racines. Une telle hypothèse me paraît impossible, car les plis des Hautes-Alpes qui auraient dû participer à ce déplacement en masse devraient présenter des accidents de chevauchements qui ne se seraient pas repercutés seulement sur les klippes.

Mais il est un fait très important qui vient absolument résoudre le problème.

A l'ouest des klippes du bord du lac des Quatre-Cantons s'élève un autre massif exotique, le Giswylerstock, placé dans le vaste synclinal de Flysch de Sarnen. Or si les klippes représentent les débris d'une ancienne nappe de recouvrement, on court la chance de trouver des petits lambeaux isolés dans tout le synclinal. Les nombreux lambeaux, blocs de quelques mètres cubes, que M. Quereau a relevés avec soin dans les environs d'Iberg, ne peuvent appuyer l'hypothèse de la nappe de chevauchement. Ils sont placés trop près d'une klippe, dont ils sont manifestement des débris, et peuvent aussi être expliqués par n'importe quelle hypothèse relative à la klippe. Mais si l'on trouvait très loin d'une klippe un petit lambeau quelconque en repos sur le Flysch, cette découverte suffirait pour établir l'hypothèse du charriage. C'est précisément le cas.

En 1893, dans une course commune que nous fîmes, M. Golliez et moi, à Habkern (dans la continuation au sud-ouest du synclinal des klippes) nous découvrîmes un petit lambeau de gypse en repos sur le Flysch [1]. Ce gypse ne

[1] Ce gypse affleure sur une vingtaine de mètres en traînée qui paraît verticale sur la rive gauche du Lombach, au dessus et au-dessous du petit sentier du vallon. Quelques blocs tombés dans le torrent permettent de retrouver facilement l'affleurement, distant en amont d'environ trois cents mètres du Pont d'Habkern.

peut appartenir qu'au Trias. Il ne peut venir de la profondeur, comme a essayé de l'interpréter tout hypothétiquement M. Golliez[1], car le synclinal d'Habkern, très étroit, fermé entre Interlaken et Beatenberg, ne pourrait être percé au centre pour laisser affleurer le gypse. Voilà donc une roche triasique, placée dans un synclinal éocène, à *quinze kilomètres* de la klippe du Giswylerstock. Or on voit clairement l'impossibilité qu'il y a d'expliquer la présence de ce gypse par un chevauchement aussi énorme qui viendrait du Giswylerstock. Le gypse d'Habkern n'est que le dernier débris d'une klippe. Il vient nous montrer que ces masses sont décidément sans racine et qu'elles s'étendaient uniformément d'Iberg au lac de Thoune sur une longueur de 75 kilomètres.

Les massifs des Annes et de Sulens en Savoie[2] sont placés dans un synclinal très évasé semblable à celui des klippes suisses. Le phénomène semble être le même au premier abord, mais un examen attentif montre qu'il n'en est pas ainsi. En effet, on peut voir dans le massif qui constitue Sulens une série d'écailles empilées qu'on ne retrouve pas dans les klippes suisses. La structure est manifestement différente. En supposant que le massif ait une racine, celle-ci serait en tout cas très réduite et aurait même disparu pour les régions supérieures. Il faut en outre supposer l'existence d'un déjètement circulaire, ce qui rend cette conception bien difficile à admettre. Ce qui ressort en tout cas de nos dernières recherches, c'est que jusqu'ici nous n'avons pu retrouver une seule trace de la racine supposée. Partout le Flysch s'intercale entre les différentes lames de Jurassique et de Crétacé. Les charnières visibles des plis empilés sont dirigées vers l'ouest; une seule, problématique encore, montre un déversement nord-est, mais elle me semble plutôt appartenir à un repli secondaire de cet étrange bouleversement. Le massif des Annes, juché aux hauts de montagnes de Flysch, n'a certainement pas racine en profondeur, mais comme son origine est liée à celle de Sulens, il faut attendre encore les résultats de nos prochaines recherches pour arriver, si on le peut, à la solution du problème. Les terrains que l'on rencontre dans les Annes et Sulens étant les mêmes que ceux des Préalpes, l'histoire des premiers massifs doit être la même que celle de ces chaînes.

Revenons aux klippes suisses.

J'ai indiqué les raisons qui m'empêchaient de voir des éventails imbriqués dans ces massifs exotiques. Il reste donc deux hypothèses à discuter : *Les klippes, lambeaux de recouvrement, viennent-elles du nord ou du sud ?*

De la similitude des terrains qui composent les Préalpes et les klippes, M. Quereau, reprenant une hypothèse de Studer, Bachmann et Escher, suppose que ces

[1] Livret-guide géologique dans les Alpes suisses, p. 210.

[2] Nous préparons, M. Haug et moi, un mémoire détaillé sur cette région. Pour ne pas anticiper sur les résultats encore problématiques de cette étude, je serai très bref. M. Haug a du reste donné une note préliminaire sous son nom dans les comptes-rendus sommaires de la Soc. géol. de France (4 février 1895) à laquelle je renvoie le lecteur. Je n'assume pas la responsabilité de son contenu, car je n'avais à ce moment là étudié rapidement que les Annes et le sommet de Sulens.

klippes sont des lambeaux de recouvrement détachés d'une chaîne disparue (chaîne vindélicienne de M. Gümbel) qui aurait existé sur l'emplacement du Miocène suisse entre le lac d'Annecy et la vallée de l'Iller en Bavière. Les Préalpes représenteraient un fragment de cette chaîne affaissée, précurseur du soulèvement alpin.

On a remarqué depuis longtemps que les matériaux qui composent les poudingues de la Mollasse suisse avaient une grande ressemblance avec les roches des Alpes orientales et méridionales. Dans un remarquable travail sur la Nagefluh miocène, M. Früh suppose que les matériaux constitutifs de ces poudingues ont été amenés par des courants de ces régions lointaines jusque dans le Plateau Suisse. M. Quereau établissant que les poudingues contiennent surtout des roches des klippes semblables à celles de l'Algäu, fait provenir ces matériaux de la destruction de la « chaîne vindélicienne ». Il en conclut que tous les plis à faciès helvétique étaient enfouis lors des grandes dénudations mollassiques sous les chevauchements dus à la chaîne hypothétique. La nappe de recouvrement devait s'étendre uniformément sur tout le front de la chaîne alpine entre le lac d'Annecy et l'Iller, car, outre les klippes, on connaît en plusieurs points des lambeaux très réduits de terrains semblables à ceux de ces dernières pincés dans le Flysch au voisinage de la Mollasse, en avant du premier pli à faciès helvétique. Les klippes seraient donc venues du nord par un chevauchement qui se serait produit à la fin des dépôts du Flysch, et la chaîne vindélicienne affaissée après cet effort aurait déterminé le bassin de la Mollasse suisse; celle-ci recouvrirait complètement la chaîne disparue. Les roches des brèches du Flysch tireraient aussi leur origine de cette chaîne.

L'argumentation de M. Quereau ne me paraît pas suffisante. Elle démontre *seulement*, et c'est déjà un très grand point, que primitivement la zone des klippes était plus étendue. La chaîne vindélicienne n'en reste pas moins une simple spéculation hypothétique.

Reprenant l'idée de M. Marcel Bertrand, M. Schardt suppose que ces klippes viennent du sud. Pour lui aussi, l'origine des matériaux des poudingues miocènes ne lui paraît pas un argument suffisant pour la démonstration de l'existence passagère de la chaîne hypothétique de Studer et de Bachmann. Il explique les petits lambeaux exotiques placés en avant du premier pli alpin entre le lac de Thoune et le Pilate comme les débris de l'ancienne nappe de recouvrement Préalpes-klippes pincés dans un synclinal pli-faillé, qui ne serait qu'un accident local. Tout le système des klippes et des Préalpes proviendrait du *sud*. Or comme les klippes ne nous montrent plus de charnières pour déterminer de quelle direction ont pu venir ces lambeaux de recouvrement, et comme ce problème entraîne celui des Préalpes, nous allons maintenant analyser ces différentes hypothèses avec les faits que j'ai signalés dans le Chablais.

§ 2. — *Les Préalpes.*

Les dislocations des Préalpes représentent en grand ce que les klippes nous montrent en petit.

Deux coupes naturelles d'une grande importance nous permettent d'étudier les chevauchements des Préalpes, très en arrière des points où nous les amorçons. Ces coupes sont celles des vallées du Rhône et de l'Arve.

Vallée du Rhône. — Étudions tout d'abord la vallée du Rhône [1].

Entre Martigny et le Léman, le Rhône coule dans une cluse qui coupe tour à tour le Cristallin, les Hautes-Alpes calcaires et les Préalpes. Si nous comprenons dans cette vallée transversale l'extrémité amont du lac, nous voyons dans la zone du Chablais que sur la rive droite l'érosion a profondément entamé la zone bordière, les Préalpes médianes et la zone intérieure. Sur la rive gauche existent seules les Préalpes médianes.

La profonde coupure de la vallée a permis à M. Schardt (29) de déterminer exactement la valeur du charriage visible du front des Préalpes. Voici quel est son raisonnement. Partout, le long de la zone bordière, on voit la Mollasse rouge disparaître sous le Flysch. Au Bouveret, sur la rive gauche du lac, on voit affleurer cette Mollasse sous les plis du Grammont qui font partie des Préalpes médianes. Or, en avant du Grammont l'érosion a enlevé une série de plis et toute la zone bordière. Cette Mollasse apparaîtrait donc sous la nappe de recouvrement bien en arrière de la ligne où nous la voyons s'enfoncer sous le Flysch entre les lacs de Thoune et le Léman. Elle serait au Bouveret à 10 kilomètres en arrière sous la nappe de recouvrement. Ce chiffre donne la valeur *visible* du charriage horizontal. Ce raisonnement peut être cependant discuté, car la vallée du Rhône *coïncide avec une arête de rebroussement et un abaissement des axes des plis*, ce qui pourrait modifier l'allure de la Mollasse. En effet, le pli couché des Pléyades a une direction N.-S. tandis que le pli des Voirons, s'il existait encore en avant des Préalpes de la rive gauche du Rhône, aurait une direction presque W.-E. Ce pli principal de la zone bordière ferait donc un angle de 90 degrés avec lui-même. On serait même tenté de voir un angle plus aigu de l'axe de ce pli, car l'anticlinal des Pléyades se recourbe en arrière à l'est, au lieu de suivre sa direction sensiblement N.-S. Cette flexion en arrière n'est qu'apparente. Ce n'est pas l'axe du pli qui change de direction, mais sa trace à la surface du sol, car ce changement *n'apparaît qu'au point où les flancs de la vallée du Léman entament le pli couché*. Il y a là comme pour le Môle un problème d'intersection du pli avec le relief. Cependant le pli des Pléyades est plus large dans sa partie supérieure et s'amincit à mesure qu'il s'approche du Léman.

[1] Voir la carte schématique Pl. VII, la feuille XVII de l'Atlas géol. suisse et la feuille Thonon au 1/80000.

Cette constatation semble être en faveur de la flexion du pli à l'est, car ordinairement plus un pli est entamé plus il occupe une grande largeur à la surface du sol. Un petit lambeau de Malm que l'on constate à Chernex (carte au 1/80000) semble encore appuyer cette manière de voir. Mais il ne faut pas oublier que les plis de la zone bordière, sauf ceux très disloqués du massif du Mont Salvens dans le canton de Fribourg, ne se présentent à la surface du sol que comme de minces bandes. Autrement dit, les plis semblent être de vraies lames intercalées dans le Flysch. Or il suffit que le pli des Pléyades possède un épaississement plus grand près de sa charnière pour qu'en coupe il se présente sous la forme d'un coin très allongé dont le sommet très aigu s'enfoncerait dans le Flysch. Il semble donc que le pli des Pléyades *s'amincit en profondeur*. Le petit affleurement de Malm de Chernex peut alors être expliqué comme un noyau étranglé dans le Néocomien, et ce dernier terrain, plus en profondeur, doit seul, doublé, représenter tout le pli laminé (fig. 59).

Fig. 59. — Coupe schématique du pli des Pléyades.

La direction sensiblement N.-S. des plis des Pléyades se fait petit à petit moins ressentir dans les plis internes. Les plis tendent à prendre leur direction régulière N.E.-S.W., mais le rebroussement, bien que beaucoup moins accusé, n'en reste pas moins évident. Toutefois, il est exagéré par l'inclinaison du plan axial des plis. Ceux-ci sont en nombre égal des deux côtés de la vallée du Rhône et se correspondant plus ou moins régulièrement pour ce qui concerne les Préalpes médianes.

Les plis se correspondent dans l'ordre suivant :

Rive gauche	*Rive droite*
—	Pléyades
Plis de la Dent d'Oche et de Mémise. . . .	Plis du Cubly, Cau, Hautaudon.
A. Dent d'Oche.	A. Veytaux.
S. Lovenenex. Port Valais.	S. Naye.
A. Evouettes.	A. Villeneuve. Col de Chaude.
Synclinaux du lac Tanay.	Synclinaux des Agites.
A. Vouvry.	A. Yvorne.
S. Chamosin.	S. Leysin.
A. Revereulaz.	A. Grande-Eau.
Massif de Tréveneusaz.	Rive gauche de la Grande-Eau.
—	Région très tourmentée de Bex.
	Chamossaire.
A. Muraz (Hautes-Alpes).	—
A. Champéry-Colombey (Hautes-Alpes). . .	—
Verossaz (Hautes Alpes)	Le Chatel.
Dent du Midi (Hautes-Alpes).	Dent de Morcles.

Dans les Préalpes on remarque que les plis de la rive droite du Rhône sont moins resserrés que ceux de la rive opposée [1]. Cette constatation n'a du reste pas grande importance. Il en est une autre que j'ai mentionnée, et qui nous permettra de revenir à la discussion de la Mollasse rouge.

Un examen des plis nous montre que *leurs axes sont inclinés contre la vallée*, autrement dit que celle-ci occupe entre le massif de Tréveneusaz et le Léman un pli *synclinal transversal*. Le Rhône coule donc dans une vallée de plissement.

Un simple coup d'œil jeté sur le panorama et la coupe de planche VII suffit pour montrer cet abaissement des axes, surtout si l'on considère les synclinaux. Ainsi le pli synclinal des flancs du Grammont descend rapidement jusqu'au-dessous de Chalavornayre avec une différence d'altitude d'environ 1000 mètres pour deux kilomètres. Le synclinal de Savalne fait une chute moins rapide, mais que l'on peut encore évaluer au chiffre énorme de 1500 mètres pour une longueur d'axe de huit kilomètres. Les axes des plis de la rive droite de la vallée ont un plongement en sens inverse non moins remarquable.

Or cet abaissement d'axe qu'on ne pouvait déterminer dans le pli des Pléyades doit cependant s'y faire sentir aussi. On peut alors se demander si la Mollasse, au lieu de passer sous ce pli dans sa prolongation sous-lacustre, ne le couvre pas au contraire. Dans ce cas, le chevauchement de la zone du Chablais sur la Mollasse ne pourrait être qu'un chevauchement des Préalpes médianes sur un synclinal de Mollasse qui existerait au sud de la zone bordière et qu'on verrait en particulier apparaître au Bouveret.

Dans une coupe schématique on aurait le plissement suivant (fig. 60).

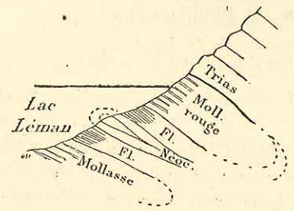


Fig. 60. — Coupe hypothétique du chevauchement des Préalpes sur la Mollasse du Bouveret.

Cette hypothèse ne me paraît cependant pas applicable, car nulle part entre les plis de la zone bordière et les Préalpes médianes on n'a signalé de Mollasse rouge qui aurait eu la chance de s'y conserver protégée autant que le Flysch,

[1] Il est fort probable, grâce à une erreur de la carte géologique suisse, que les plis ne se correspondent pas exactement dans l'ordre indiqué. En compagnie de mon ami M. Vaucher de Lausanne, j'ai trouvé, sous les pentes escarpées des Agites, du Dogger, du Lias et même du Rhétien au lieu et place du Néocomien indiqué sur la carte. Il y aurait là un pli anticlinal très écrasé qui correspondrait alors au pli de Vouvry. Le pli de Revereulàz, malgré sa ressemblance avec celui de la Grande-Eau, serait la continuation du large pli d'Yvorne, et le synclinal de Leysin correspondrait au grand synclinal de Vionnaz. Je signale l'erreur dans le but d'engager de nouvelles recherches sous les Agites.

souvent plus délitable qu'elle, par les terrains formant le chevauchement frontal des Préalpes médianes. Je m'empresse d'ajouter que cet argument peut paraître insuffisant, car nous sommes ici dans un cas particulier, c'est-à-dire sur une ligne manifeste d'affaissement, et même le fait que la Mollasse du Bouveret ne se trouve pas directement sur cette ligne, mais en dehors, sous la remontée brusque des axes des plis du Grammont, ne peut être un argument péremptoire, car il est évident qu'un synclinal transversal où aurait pu se déposer la Mollasse ne se serait pas développé uniquement en un chenal, mais aurait occupé tous les environs de l'embouchure actuelle du Rhône.

On voit donc par une discussion des faits et des hypothèses applicables qu'on ne peut pas affirmer que le long de la vallée du Léman et du Rhône la zone bordure des Préalpes a ou n'a pas racine en profondeur.

Collines du Faucigny. — Il est heureusement un autre point qui met en relation la Mollasse et les plis de la zone bordière. C'est dans les collines du Faucigny qu'a lieu ce contact. Nous avons vu que les plis du Môle, au lieu de venir se terminer dans une direction W.-E. le long de la vallée de l'Arve, étaient coupés obliquement par celle-ci. Cette disposition m'a permis de conclure qu'en tout cas les premiers plis du Môle reposaient sur la Mollasse. Une coupe qui passerait par Bonneville et le sommet de cette montagne (coupe 10, pl. III), montrerait la Mollasse pénétrant très profondément sous les plis monoclinaux. Mais ce qu'il y a de plus important encore dans cette même coupe, c'est que le dernier pli des collines du Faucigny doit se laminer obliquement sur le plan de chevauchement. Ce dernier pli est formé, comme le démontre M. Marcel Bertrand (37, p. 29), par un synclinal couché de Néocomien sur lequel chevauche le Trias du Môle. Or ce pli s'étire en profondeur, car le plan de chevauchement du Môle remplissant le rôle d'une faille oblique, coupe les couches du synclinal les unes après les autres. Ce sont d'abord les calcaires noirs du Néocomien renversé qui disparaissent, puis le centre du synclinal formé par les schistes noirs du même terrain, et enfin le Jurassique normal vient à son tour en contact avec la faille. Or au pied de cet affleurement de Jurassique apparaît la Mollasse. Bien que la nature du contact ne puisse être déterminée, comme le mentionne M. Marcel Bertrand, il me semble que comme le Néocomien s'est laminé sur le Jurassique, celui-ci se lamine complètement *sur* cette Mollasse. Il doit donc disparaître petit à petit, car, à l'est, c'est le Trias du Môle qui *seul* repose sur la Mollasse. Dans une coupe *normale* du synclinal telle qu'elle se présente naturellement et telle qu'elle est dessinée dans la planche III, on doit forcément faire rejoindre la Mollasse qui apparaît sous ce Jurassique du dernier pli des collines du Faucigny avec celle qui apparaît *sous* le Trias du Môle. Puisque tous ces plis ne dévient pas à l'est, comme on serait tenté de le croire, il ne peut donc y avoir qu'une solution, celle indiquée sur ma coupe. Or ici, une hypothèse comme celle qui est formulée à propos du pli des Pléyades est absolument inapplicable. Le pli en discussion doit être complètement détaché de sa racine. Le Flysch absent dans cette coupe ne se retrouve que sous la forme d'un très petit lambeau découvert

par M. Marcel Bertrand au sud de Bovère. Cet affleurement, quel que soit son rôle, est l'extrême pointe du grand synclinal de Flysch du Mont-Vouan et des Voirons. La ressemblance de l'accident avec celui des Pléyades est donc complète, car, sur la rive droite du Léman, on voit aussi le Flysch diminuer considérablement de puissance. Il est probable que si on pouvait suivre les contacts on verrait aussi le Néocomien des Pléyades venir se placer directement sous le Trias de Montreux. Si l'épais revêtement d'éboulis du pied des collines du Faucigny n'existait pas, on verrait tous les plis de ces collines venir tour à tour se couper en sifflet sur la Mollasse. Tous ces plis ont une direction N.W.-S.E. La colline du Penonclaire fait exception. C'est le seul point où la direction soit W.-E., mais comme l'a justement établi M. Marcel Bertrand, cette direction est anormale et est due à un chevauchement. Nous voyons donc un premier pli, celui du château du Faucigny, avoir une direction N.-S., puis deux plis anticlinaux, celui de Monnant et celui de Chez Peret ; ce dernier, présentant le deuxième contact visible avec la Mollasse, exclut ainsi le pli anticlinal qui le précède et le synclinal intermédiaire s'évidant au-dessus de la Mollasse. Les plis qui précèdent ne peuvent par conséquent avoir d'attache en profondeur.

Le pli de Chez-Peret paraît s'enfoncer au nord sous la Mollasse (37, p. 37). Si cette constatation était visible, elle ferait tomber d'un seul coup mes hypothèses, mais la Mollasse qui affleure à Chez-Padoux est en couches verticales ou plonge fortement au sud, formant ainsi une sorte de barrière qui empêche la continuation profonde au nord du Jurassique qui plonge dans cette direction. Une coupe passant par la Côte d'Hyet et Chez-Padoux montrerait donc un pli synclinal de Mollasse dans lequel seraient pincés des plis de terrains jurassiques (fig. 61).

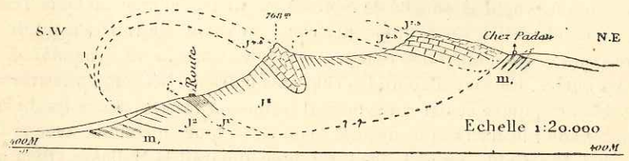


Fig. 61. — Coupe transversale des collines du Faucigny d'après les contours de M. M. Bertrand (37). — M. Mollasse rouge. — J^{7-5}. Tithonique. — J^{4-3}. Séquanien. — J^{2}. Oxfordien. — J^{2-1}. Couches à Posidonies.

J'arive donc à la conclusion que les plis des Pléyades et des collines du Faucigny *n'ont très probablement pas racine en profondeur, et que par conséquent toute la zone bordière des Préalpes chevauche entièrement sur la Mollasse.*

La zone du Chablais chevauche donc de 10 kilomètres au minimum sur la Mollasse, selon l'hypothèse de M. Schardt. On peut se demander si ce chevauchement continue plus profondément encore.

En compagnie de mon maître, M. Renevier, nous avons étudié en grand détail la Mollasse du Bouveret. Au bord du lac elle plonge de 30 degrés au sud-est. Dans les affleurements les plus rapprochés des Préalpes ce plongement s'accentue. Il est alors de 60 degrés. Il ne faudrait cependant pas voir dans ce

simple fait l'indice d'une charnière synclinale de la Mollasse, et par conséquent la limite du chevauchement; car de telles variations de plongement sont fréquentes sous les nappes chevauchées. Je n'ai qu'à signaler les plongements multiples du Flysch sous la nappe de recouvrement du double pli glaronnais et les plis de Colombey sous le Trias de Tréveneusaz dans la vallée du Rhône, pour montrer que l'argument de plongement n'a aucune valeur dans ces phénomènes de charriage. L'étude détaillée de la Mollasse du Bouveret n'apporte donc aucune lumière.

Analysons maintenant l'important argument que M. Schardt tire de la Mollasse rouge du val d'Illiez.

La Mollasse du val d'Illiez. — On sait que sous le massif de Tréveneusaz apparaît une bande excessivement épaisse de Mollasse rouge que j'ai décrite antérieurement (p. 160) en faisant remarquer qu'elle épousait les plis hauts-alpins de Colombey et qu'elle n'appartenait pas aux Préalpes. La présence de la Mollasse dans le val d'Illiez, à l'intérieur d'une série de plis, est un fait unique dans les Alpes centrales. C'est le seul exemple entre l'Iller et les Bauges.

On peut présenter plusieurs hypothèses sur l'origine de cette Mollasse. J'ai dit dans la première partie de cet ouvrage pourquoi l'idée d'un lac devait être rejetée. Je n'y reviendrai pas. Il reste encore trois manières d'interpréter cette Mollasse. Elle peut ou bien avoir pénétré en fjord dans la vallée du Rhône ou bien, ayant recouvert primitivement toutes les Préalpes, ne s'être conservée que dans le val d'Illiez, grâce à l'altitude plus inférieure où nous la trouvons aujourd'hui, ou bien enfin être considérée comme la *prolongation, sous les Préalpes, de la Mollasse du Bouveret.* Cette dernière hypothèse est celle que M. Schardt professe actuellement, après avoir abandonné sa première idée sur l'existence d'un fjord. On comprend l'importance de l'hypothèse de M. Schardt, car si l'on parvenait à la démontrer, on démontrerait d'un seul coup que les Préalpes médianes et la zone bordière sont des nappes de recouvrement.

Discutons donc ces trois hypothèses.

Comme je l'ai établi, la vallée du Rhône entre Saint-Maurice et le Léman est une vallée de plissement due à l'abaissement des axes des plis. Il se pourrait donc que cette vallée fût très ancienne et eût existé comme dépression à l'époque où les eaux du grand lac aquitanien déposaient la Mollasse rouge. Elle serait donc un ancien fjord. Cette explication m'entraîne à retracer l'histoire de la vallée du Rhône et à rechercher notamment ce qu'ont été les phénomènes de plissement sur son emplacement, puisqu'il s'agit d'une vallée de dislocation.

J'éloigne tout d'abord l'argumentation qu'on pourrait tirer de l'élévation énorme actuelle des deux flancs de la vallée pour éloigner l'hypothèse du fjord, car les grands chevauchements des Préalpes sur la Mollasse ont produit un empilement de plis qui n'existait pas à l'époque aquitanienne, la vallée primitive supposée aurait été en tout cas complètement déformée.

On peut démontrer qu'il existait un haut fond à l'époque du Flysch sur l'emplacement actuel de la vallée, sous les Dents du Midi et la Dent de Morcles.

En effet, le Flysch normal des grands plis couchés de ces deux sommets touche successivement les terrains secondaires jusqu'au Trias sous la Dent du Midi [1], le Cristallin et le Carbonifère sous la Dent de Morcles [2]. On ne peut voir dans ces contacts que des accidents de transgression. Or, dans la Dent de Morcles, comme aux pieds des Tours Sallières, au sud de la Dent du Midi, le Flysch, après avoir touché ces terrains anciens, repose ensuite alternativement de l'autre côté sur des terrains de plus en plus jeunes. Il y a donc sous les plis couchés de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi, c'est-à-dire à l'emplacement actuel de la vallée, l'indice certain d'un bombement arasé en avant de la charnière de ces plis. Ce bombement se fait non seulement sentir du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire dans le sens de la vallée du Rhône, comme on peut le remarquer dans les flancs de la Dent de Morcles, mais aussi dans la direction perpendiculaire, comme cela ressort de la coupe des Tours Sallières de M. Schardt [3], où l'on voit le Flysch être remplacé sur le Trias par les terrains secondaires du nord-est au sud-ouest.

Bien que ce bombement existât à une époque antérieure immédiatement à la Mollasse rouge il ne serait pas étonnant cependant qu'un chenal transversal se soit établi immédiatement après un arasement. Et voici pourquoi. Le plissement alpin s'est fait sentir dès la fin de l'époque du Flysch. Il se pourrait donc que lors de la poussée ce bombement ait occasionné temporairement une légère résistance, suffisante pour ne permettre la propagation du plissement qu'à sa droite et à sa gauche. Il y aurait eu alors dans la partie en avant de lui une sorte de champ libre, sans plissement et *par conséquent sans élévation*, où auraient pu pénétrer en fjord les eaux de la Mollasse.

La Mollasse rouge est un terrain transgressif comme l'a si bien démontré M. Haug (28, p. 135). Comme on remarque parfois une discordance angulaire, on peut dire qu'il s'est effectué des mouvements entre l'époque du Flysch et l'époque de cette Mollasse. MM. Gutzwiller et Burckhardt [4] ont démontré que, dans la Suisse occidentale, la Mollasse est en discordance visible avec le Flysch. Le même phénomène existe dans la vallée du Rhône. Les deux plis à faciès helvétiques de Colombey sont couchés sur le Flysch. En examinant le panorama et la coupe de la planche VII, on voit que la Mollasse rouge en dépôt sur le Flysch est moins plissée que ce dernier. On peut constater ce fait sous le pli de Colombey où le Flysch pénètre sous l'Urgonien. Or le synclinal, très couché, ne se fait sentir que faiblement sur la Mollasse rouge qui le recouvre. Elle ne forme qu'un plissement à très large courbure. Ceci est suffisant pour démontrer que la Mollasse rouge s'est déposée sur des plis déjà formés. On peut déduire aussi que le plissement a continué à s'effectuer après ou peut-être même pendant la formation de cette Mollasse.

On remarque que cette Mollasse du val d'Illiez plonge contre la vallée comme

[1] Schardt (46, Pl. X. Fig. 2).
[2] Renevier, Monogr. des Hautes-Alpes vaudoises, p. 451. Golliez. Profil de la Dent de Morcles 46, p. 221.
[3] Schardt (46, p. 187).
[4] *Mat. pour la carte géol. suisse*, 32e livraison,

l'axe des plis urgoniens de Colombey. Il est évident que cette inclinaison ne s'est établie qu'après son dépôt. De là je conclus que l'inclinaison de l'axe des plis de Colombey contre la vallée du Rhône n'est pas primitive mais qu'elle s'est produite après la formation de ces plis. Il existait donc, à l'époque de la Mollasse, des plis transversaux à axes *sensiblement horizontaux* sur l'emplacement de la vallée du Rhône. Le plissement transversal de la vallée du Rhône ne s'est donc formé qu'après le dépôt de la Mollasse rouge. De là il n'y a pas loin à conclure à l'*impossibilité d'un fjord*.

Il nous reste donc deux hypothèses, ou bien la Mollasse rouge a recouvert toutes les Préalpes ou bien elle est en continuité avec la Mollasse du Bouveret par *dessous* les Préalpes.

Il est impossible de démontrer que la Mollasse a recouvert toutes les Préalpes, on ne peut qu'affirmer qu'aucun lambeau de ce terrain n'existe dans les synclinaux de ces chaînes. Par contre, l'absence totale ne peut être un argument en faveur de l'absence primitive. Les actions de l'érosion ont été telles que la Mollasse peut avoir été complètement enlevée. J'ajoute cependant qu'il est singulier qu'on n'en retrouve aucune trace si elle a existé quand les formidables épaisseurs de Flysch ont été conservées, et quand, comme par exemple dans les Bauges, on la retrouve encore dans des synclinaux très élevés [1]. L'érosion a cependant été la même dans les deux régions. On peut aussi se demander pourquoi cette Mollasse rouge si épaisse dans le val d'Illiez, où elle se serait conservée grâce à sa faible altitude et à la faveur du recouvrement de Tréveneusaz, n'existe pas dans le pli-faille qui limite au nord ce même massif. Les conditions de conservation étaient cependant les mêmes et les deux points n'étaient pas très éloignés primitivement. Ceci me semble être un argument très puissant en faveur de l'hypothèse de M. Schardt. Si la Mollasse rouge a recouvert toutes les Préalpes, son absence dans ce pli-faille devient absolument énigmatique. Et pourquoi ne se serait-elle pas conservée tout au moins dans les chevauchements et les failles inverses des Gastlosen et sous le chevauchement des Préalpes médianes sur la zone bordière ?

La Mollasse du val d'Illiez et du Bouveret ne présente, il est vrai, aucun phénomène de rivage. Il en est de même de celle des collines du Faucigny, d'après M. Marcel Bertrand (37, p. 41). Ce fait peut paraître en faveur de l'ancienne extension de l'Aquitanien sur toutes les Préalpes, mais si la Mollasse du Bouveret rejoint celle du val d'Illiez en profondeur et si la Mollasse de Môle pénètre profondément sous le chevauchement de cette montagne, l'absence de phénomènes de rivage n'a rien d'étonnant pour deux des affleurements, cette absence ne peut paraître étrange que dans le val d'Illiez, sous la Dent du Midi, où l'on n'en trouve aucune trace.

La Mollasse rouge du val d'Illiez paraît s'enfoncer très loin sous les Préalpes médianes. Il n'y a qu'à jeter un regard sur le panorama de la planche VII pour voir que sa continuation sous les éboulis du massif de Tréveneusaz ne peut

[1] Hollande. Terrains tertiaires oligocènes, etc. *Bull. Carte géol. de France*, n° 41.

faire aucun doute. La Mollasse paraît donc pénétrer ainsi jusqu'au-dessous des masses formant le pli-faille de Vionnaz, manifestement déversé au *nord-ouest*, sous un point par conséquent au-delà de l'axe de l'éventail simulé par les Préalpes. On ne peut cependant pas voir dans ce fait un argument favorable à l'hypothèse de M. Schardt, car les plis de Tréveneusaz, au lieu d'être déversés soit au nord-ouest dans le sens habituel du déversement des plis préalpins, soit au sud-est, en sens inverse dans l'hypothèse de l'éventail, *sont déversés à l'est*, comme je l'ai fait ressortir dans la description détaillée [1].

La Mollasse rouge est donc comprise dans la partie qui domine la vallée du Rhône entre un système de plis inférieurs (ceux de Colombey) orientés perpendiculairement à la vallée et un système de plis supérieurs parallèles au Rhône (ceux de Tréveneusaz). Cette singulière disposition fait donc considérer la Mollasse qui doit exister sous les éboulis de Tréveneusaz comme coupée transversalement si on l'étudie en montant et comme en section longitudinale si on l'étudie à la descente. Le chevauchement de Tréveneusaz dans la partie qui regarde le Rhône faisant partie d'un système deversé à l'est, la Mollasse qui le soutient pourrait donc ne pénétrer que très peu sous lui. Il y aurait, en d'autres termes, un pli synclinal de Mollasse orienté parallèlement à la vallée sous le massif de Tréveneusaz. Ce serait là justement l'argument contraire à l'hypothèse de M. Schardt.

Cet argument tombe devant une discussion complète des faits !

Jusqu'au pli-faille qui s'élève de Vionnaz et qui met en contact tous les terrains de Tréveneusaz avec le Flysch du grand synclinal des Préalpes médianes, le déversement s'effectue régulièrement au nord-ouest. Or on remarque que le changement brusque de la direction des plis et par conséquent la présence du pli-faille coïncide avec l'apparition du massif de la Brèche du Chablais en recouvrement sur les Préalpes médianes. C'est donc à la nappe du recouvrement de la Brèche qu'est dû le changement brutal. Tant que le massif de la Brèche n'existe pas sur les plis préalpins ceux-ci sont largement développés et prennent un aspect jurassien. Sitôt qu'apparaît la Brèche, il semble *que le poids énorme qu'elle représente ait empêché les plis des Préalpes de s'effectuer*. Seul, le premier pli préalpin enfoui sous la masse de la Brèche a pu encore se former en brisant le bord du massif de recouvrement, mais ce plissement ne se fait véritablement sentir sur la masse qui le recouvre qu'au sud de Saint-Jean-d'Aulph (p. 205) ; ailleurs il ne s'est pas effectué (rive droite du vallon de Charmy (p. 195) ou bien n'apparaît que comme un léger plissement (Trébante, Signal de la Croix). Plus au sud, le Crétacé qui s'enfonce sous la Brèche ne présente plus de plissement, il est écrasé, comme on peut le voir dans la vallée du Giffre et dans le massif de Tréveneusaz. Ici les plis préalpins qui disparaissent sous le massif de la Brèche ne sont que des plis bien minimes comparés aux superbes anticlinaux et synclinaux des Préalpes médianes.

[1] Dans le profil 23 ces plis paraissent déversés dans le sens opposé à celui des plis du reste des Préalpes. Ceci tient à ce que mes profils superposés deviennent obliques à la direction de la vallée et qu'il était impossible de prolonger la coupe sans cette disposition.

Or nous avons vu que les plis des Préalpes médianes ne s'étaient formés qu'après le recouvrement du massif de la Brèche. Les terrains qui constituaient le massif de Tréveneusaz n'ont pu se plisser comme le reste des plis des Préalpes, à cause de la masse de recouvrement de Brèche qu'ils supportent, mais se sont déplacés en bloc et ont marché sur le Flysch du synclinal qui est placé en avant d'eux. C'est alors qu'au point où ne se faisait plus sentir le poids de la Brèche s'est formé le pli-faille de Vionnaz, pli-faille qui n'existe pas sur l'autre rive du Rhône malgré son intensité, car il est probable que le recouvrement du massif de la Brèche n'y existait pas. Cette influence du massif de la Brèche ne s'est pas seulement fait en occasionnant le remplacement de plis en un pli-faille unique, mais comme à ce moment-là se produisait l'affaissement de la vallée du Rhône, la matière pincée sous le massif de la Brèche a pris une résultante et son affaissement a coïncidé avec la formation de plis couchés contre la ligne d'affaissement, c'est-à-dire à l'est. Telle est l'explication de la direction absolument anormale des plis de la masse isolée de Tréveneusaz. Sans le massif de la Brèche les terrains de Tréveneusaz se fussent plissés suivant le système ordinaire des Préalpes.

J'en vois la preuve dans un fait important. Sur la rive droite de la vallée du Rhône le massif de Tréveneusaz se traduit par un *simple pli synclinal* le long de la Grande-Eau, synclinal déversé *comme tous les plis du reste des Préalpes médianes, c'est-à-dire au nord-ouest*. En effet, Tréveneusaz se continue dans le monticule de St-Triphon, isolé dans la vallée du Rhône. De là, la bande de Trias à gyroporelles se présente sur la rive gauche du torrent de la Grande-Eau, et c'est là qu'elle est plissée en coin. Le gypse qui affleure sous le Trias à gyroporelles de Tréveneusaz est ici renversé, et même le Flysch apparaît sur ce gypse, comme l'a dessiné M. Schardt [1]. De là on peut conclure que, sans la présence du massif de la Brèche qui agit comme une masse lourde, le massif de Tréveneusaz *serait formé par des plis déversés au nord-ouest*. L'éventail des Préalpes médianes qu'on croit observer sur la rive gauche du Rhône *n'existe donc qu'en apparence*. En tout cas, il suffit qu'il ne se traduise pas sur la rive droite de la vallée pour montrer sans conteste que les Préalpes médianes *sont formées uniquement par une série de plis déversés au nord-ouest*.

On voit alors combien devient puissante l'hypothèse de la liaison par la profondeur de la Mollasse rouge du val d'Illiez et du Bouveret, puisque l'hypothèse de l'éventail des Préalpes médianes est la seule qui puisse donner à la Mollasse rouge du val d'Illiez une disposition en synclinal, est la seule aussi qui se base sur l'existence d'une tige des Préalpes entre les dix kilomètres qui séparent les deux Mollasses.

Zone intérieure de contact. — Il nous reste encore à voir dans cette analyse de la tectonique des Préalpes, quel est le rôle joué par la zone intérieure de contact.

[1] 45, Coupe 3, Pl X.

Dans les Alpes bernoises, comme la feuille XVII de la carte géologique suisse le montre, cette zone intérieure chevauche de plusieurs kilomètres sur les Hautes-Alpes. M. Quereau [1] a montré, en se basant sur les levés géologiques de M. Ischer, que la zone entière chevauchait dans les Alpes bernoises. Sur la rive droite du Rhône la zone prend une tout autre forme que dans le reste des Préalpes. D'après M. Schardt (45, profil 3, Pl. X), elle a l'air de reposer dans une cuvette de Flysch. Au sud, les masses triasiques qui la constituent s'appuient avec la lame de Néocomien à céphalopodes des Alpes vaudoises sur le Flysch du pied de la Dent de Morcles, au nord elles s'appuient sur une petite bande de Flysch qui le sépare des Préalpes médianes. On voit donc que la zone intérieure est comprise, sur la rive droite du Rhône, entre les Hautes-Alpes et les Préalpes médianes. Or dans la continuation *immédiate* de la zone sur la rive gauche du Rhône, *elle fait absolument défaut*. Dans sa continuation se développe le grand synclinal de Flysch du val d'Illiez et les plis anticlinaux de Colombey. Ceci est suffisant pour montrer que l'éventail que l'on pourrait admettre dans la coupe de M. Schardt n'existe pas, et que la zone intérieure est contenue dans un synclinal de Flysch qui se prolonge dans le val d'Illiez. Ainsi ce Flysch du val d'Illiez n'est pas la continuation de celui du Niesen, mais bien de celui qui forme le substratum de la bande de Néocomien à céphalopodes des Alpes vaudoises. Or, si la zone intérieure de contact est contenue dans un synclinal sur la rive droite du Rhône, elle ne peut avoir racine dans cette coupe et doit être comprise comme une nappe de recouvrement. De même que dans le massif de Tréveneusaz, très indépendant vis-à-vis des Préalpes médianes, se montrent des plis dirigés contre le Rhône, de même le massif du Chamossaire, d'après M. Haug, chevauche contre la vallée. La ressemblance est même plus grande encore, car les plis de Bex sont par contre transversaux à la vallée, de même que les plis de Colombey, avec cette seule, mais importante différence, que ces derniers sont en place, tandis que les autres reposent sur un substratum de Flysch.

Si la coupe de M. Schardt n'était venue nous apprendre que la zone intérieure, dans une coupe le long de la vallée du Rhône. avait une disposition apparente en éventail, on aurait pu affirmer par la présence des plis de Colombey, dont le prolongement vers le *nord-est* ne peut donner lieu à aucun doute, que d'Ollon à Bex, cette zone reposait entièrement sur le Flysch [2], c'est-à-dire presque sur sa largeur totale. Or comme cette zone aurait dû se continuer entre le Flysch du val d'Illiez et les Préalpes médianes de Tréveneusaz, c'est-à-dire entre le Trias de cette montagne et les plis de Colombey, on aurait déjà conclu de son absence qu'elle n'avait pas racine, ainsi que la bande du Néocomien à céphalopodes des Alpes vaudoises.

[1] E. C. Quereau. Uber die Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburger Alpen im Bereiche des oberen Simmenthales (*Nat. Gesellsch. zu Freiburg i. Br.* Bd. IX, H. 2, p. 122, 1894.

[2] Le Flysch d'Antagne et celui de la Gryonne sont des affleurements qui apparaissent sous la nappe chevauchée, comme l'avait déjà remarqué M. Renevier à propos du dernier de ces affleurements (*Monogr. des Hautes-Alpes vaudoises*, p. 438).

Les Préalpes dans la vallée du Rhône, entre les deux Mollasses du Bouveret et du val d'Illiez sont donc réduites au minimum à 12 kilomètres. Si les Préalpes ont racine, la réduction de ces chaînes serait donc considérable en profondeur et dépasserait de beaucoup tout ce que nous montrent les pincements de la base des éventails. Les Préalpes actuelles ont une largeur maximum de 40 kilomètres. mais ce n'est pas la largeur primitive. Celle-ci, si on développe les plissements sur une ligne horizontale, devait être d'environ 90 kilomètres.

En effet, les largeurs primitives devaient être pour chaque zone avant le plissement :

Zone bordière	15 kilomètres
Préalpes médianes	35 »
Zone du Niesen	10 »
Zone intérieure	15 »
Région de la Brèche	15 »
Total	90

Devant une telle réduction en profondeur, la régularité des plis de la vallée du Rhône paraît tout aussi étrange dans l'hypothèse de l'éventail qu'elle l'est dans l'hypothèse de la nappe de recouvrement.

Nous voyons donc en résumé que les *Préalpes, d'une largeur primitive de 90 kilomètres environ, sont réduites à 12 kilomètres dans la vallée du Rhône par des chevauchements qui pénètrent sous les terrains qui les composent. La largeur de 12 kilomètres n'est pas un minimum, car aux points extrêmes de cette distance on voit la Mollasse, accompagnée d'un côté par les plis à faciès helvétiques de Colombey, pénétrer encore sous les masses chevauchantes. La vallée du Rhône étant la ligne la plus profonde creusée dans la zone du Chablais, on voit que, dans les points visibles les plus bas, les terrains qui composent cette zone reposent encore sur les terrains les plus récents. En outre tous les phénomènes de plissements que présentent cette vallée sont conformes à l'hypothèse d'un chevauchement général des Préalpes venu du sud-est (exception faite du plissement régulier des Préalpes médianes tout autant singulier dans l'hypothèse inverse), car la forme en éventail n'existe pas, elle n'est qu'apparente.*

Le val d'Illiez. — Malgré ces faits très en faveur de l'hypothèse du charriage général des Préalpes sous la forme d'un recouvrement venu du sud, il ne faut pas se baser sur cette seule coupe pour se créer une opinion tirée, du reste, de la tectonique seule.

Si des plis à déversement sud-est n'apparaissent pas dans la vallée du Rhône, nous en rencontrons, comme nous l'avons vu, dans le val d'Illiez. En effet, la *montagne de Savonnaz présente deux plis, avec charnière visible, déversés contre les Hautes-Alpes calcaires.* Par l'étude détaillée de la montagne de Culet, je suis arrivé à reconstruire très hypothétiquement un pli à déversement semblable. En plus, le col de Morgins paraît aussi présenter un déversement au sud et des couches triturées du ravin de Fénebey (v. p. 161) peuvent être des traces d'un flanc renversé d'un pli déversé au sud.

Examinons tous ces points.

Dans le torrent de Fénebey, près de Morgins, on rencontre entre le Trias et la Mollasse rouge une série de terrains probablement liasiques. Au col de Morgins, on voit sous le Malm du Crétacé et du Flysch. Dans l'hypothèse de plis à déversement sud-est on pourrait voir dans ces terrains des restes du flanc renversé, mais par l'absence de charnière on peut tout aussi bien les considérer comme des masses restées en arrière sous la nappe de recouvrement, sortes de masses sans relations, pincées dans le plan de chevauchement, analogues à celles que l'on voit apparaître sous le massif de la Brèche. Cette explication trouve même un certain appui dans l'affleurement du torrent de Fénebey, à cause de l'*absence* de Lias semblable dans le massif de Tréveneusaz immédiatement au-dessus. Il se pourrait cependant que le flanc renversé hypothétique ait contenu du Lias, alors que ce terrain n'eût pas existé dans la partie normale.

Un raisonnement analogue peut s'établir pour le Crétacé du col de Morgins (hypothèse B, fig. 41).

Ces deux affleurements renversés ne sont donc en faveur d'aucune des hypothèses.

Tout autre est Savonnaz. Ici ce sont des plis à charnière photographiable déversés soit à l'est soit au sud-est. Il est en effet remarquable de constater que les axes de cette montagne décrivent une légère courbe autour du sommet, ce qui fait que le plissement est tantôt est tantôt sud-est. Pour les adversaires de l'hypothèse de la nappe de recouvrement des Préalpes, ces plis inverses semblent fournir un argument péremptoire. On peut cependant donner une explication inverse, et, comme je discute ici aussi bien une hypothèse que l'autre, on peut interpréter ces plis comme suit. Ces plis tout d'abord n'ont pas l'aspect des plis franchement déversés au nord-ouest que nous montrent les Préalpes. Ce sont des plis très courts, ramassés sur eux-mêmes, coupés presque perpendiculairement à leur axe du côté de l'ouest. Ils ont l'air de constituer un noyau qui aurait percé le Flysch comme une masse dure. Ils semblent en un mot faire partie d'une masse étrangère dont on ne comprend pas très bien la venue, vraie klippe d'origine mécanique. Ils pourraient donc être des plis de tassement qui se seraient formés entre la masse arrêtée des Préalpes et les Hautes-Alpes, où les phénomènes de plissement auraient continué à se faire sentir. Or, en n'importe quelle hypothèse relative au massif de la Brèche, que ce massif soit une nappe de recouvrement venue du sud ou qu'il soit en place, on peut dire que sa présence a gêné le développement des plis des Hautes-Alpes, car ces plis s'abaissent considérablement à mesure qu'ils s'en approchent. Ces plis ont continué cependant à se former malgré la présence de ce massif, car, par exemple, les plis de Colombey déjà préexistants avant le dépôt de la Mollasse rouge, se sont accentués après le dépôt de celle-ci, et après les phénomènes de recouvrement du massif de la Brèche et des Préalpes de Tréveneusaz, puisque la surface supérieure de la Mollasse rouge est ondulée. Mais ces plissements hauts-alpins, se formant au-dessous d'une nappe *très epaisse* de Flysch, ne se sont traduits dans la région de la Brèche que par un soulèvement régulier presque vertical de

tout le bord sud-est de cette région, en donnant aux couches de Brèche une inclinaison nord-ouest-sud-est. Le Flysch *tendait donc à s'écouler vers les points faibles, c'est-à-dire en dehors de la masse lourde de la Brèche*, par conséquent du côté d'où venait la poussée. Il peut donc avoir entraîné avec lui des masses calcaires qui alors se sont forcément déversées contre les Hautes-Alpes. Les plis de Savonnaz auraient cette origine. On peut se représenter grossièrement ce phénomène en plaçant sa main sur une table, la paume en bas. La main représente les plis à peine formés des Hautes-Alpes. Une feuille de carton posée sur la main et s'appuyant sur la table en un point placé en avant des doigts représente la région de la Brèche. Le vide entre le carton et la main représente le Flysch du val d'Illiez. Le carton et l'extrémité des doigts étant fixes sur la table, qu'on vienne maintenant à plier la main, on verra le carton avoir un mouvement relatif *inverse* à celui de la main. C'est la représentation grossière de ce qui a très bien pu se produire dans le val d'Illiez. On voit donc que même les charnières inverses *du genre de celles qu'on voit dans Savonnaz* peuvent s'expliquer aussi bien dans une masse sans racine que dans une masse en place. Si le plissement de Savonnaz n'était pas si particulier, s'il avait l'aspect d'un beau pli continu comme ceux que nous présente le reste des Préalpes, je n'eusse pas hésité un instant à établir ce fait avant de discuter la vallée du Rhône, pour montrer que le charriage général des Préalpes présentait une impossibilité mécanique. Mais il n'en est pas ainsi, et le plissement inverse de Savonnaz ne nous donne encore aucun argument péremptoire en faveur de l'une ou l'autre des hypothèses, mais je dois avouer qu'étant donnée la forme nucléaire de cette montagne, je suis plus porté à admettre (question de sentiment peut-être) la dernière conception que je viens d'indiquer.

La vallée de l'Arve. — Passons maintenant aux derniers faits à discuter. J'ai dit dans la discussion relative à la vallée de l'Arve que le rapprochement les uns des autres des plis des Hautes-Alpes dans cette vallée n'était pas suffisant pour qu'une partie d'entre eux, les plus extérieurs du moins, ne passassent sous la Pointe d'Orchez. Ce point paraissait même infirmer la liaison que j'établissais des plis de la rive gauche de l'Arve avec ceux du massif du Haut-Giffre. Or cette prolongation sous le massif d'Orchez, autrement dit sous les Préalpes médianes, est *manifeste, car ce massif présente à l'est une prolongation sous la forme de recouvrement jusqu'au-delà du pli de Cluse.*

En effet, à l'est du col de Chatillon, aux Balmottes, on trouve un lambeau de gypse accompagné de *Lias*. C'est un lambeau de recouvrement qui ne peut appartenir au même système que les autres nombreux recouvrements de cette contrée, soit au massif de la Brèche, car le Lias qui l'accompagne (qu'on rencontre sur le chemin des Balmottes et dans la forêt qui le domine) est un calcaire spathoïde comme on n'en trouve *que dans les Préalpes médianes*. Mais il y a plus encore. Sur les pentes de Flysch qui s'élèvent sur la rive gauche du Giffre, j'ai rencontré deux blocs énormes en repos sur le Flysch. L'un d'eux affleure sur l'arête au-dessus des chalets des Têtes, et l'autre plus à l'est encore, dans la pente

au-dessus des chalets des Esserts. Or si l'âge du premier de ces blocs est douteux, le second ne l'est pas, *c'est un bloc de Malm, c'est donc un fragment isolé se rattachant aux Préalpes médianes*, et il est là éloigné *de huit kilomètres de la Pointe d'Orchez*, à l'est du pli de Cluse, sur le Flysch qui se rattache au désert de Platé. C'est plus que suffisant pour conclure que les plis des Hautes-Alpes passent sous les Préalpes médianes dans la vallée de l'Arve, et qu'ils s'enfoncent *perpendiculairement* sous elles sans autrement s'en inquiéter que par un abaissement d'axe et un écrasement qui ne se fait déjà plus sentir dans le pli de Cluse. Les relations du Flysch et du Lias de la Pointe d'Orchez ne nous montrent malheureusement rien de bien net, mais on peut sûrement déduire de ces faits que si le pli de Cluse passe *sans aucun doute* sous un débris des Préalpes médianes, il faut bien que les plis qui sont plus extérieurs que lui et qui, quelques kilomètres plus au sud, occupent encore une largeur d'une dizaine de kilomètres, trouvent leur place pour rejoindre leur continuation sur la rive droite de la vallée du Giffre. Or la Pointe d'Orchez n'est qu'à trois kilomètres à peine du pli de Cluse. Une grande partie de ces plis doit passer sous la Pointe d'Orchez. Celle-ci repose donc sur un substratum probablement de Flysch recouvrant des plis des Hautes-Alpes. Or la distance, *même oblique* (par conséquent plus grande) des plis des Préalpes d'Orchez au dernier affleurement de la Mollasse qui s'enfonce sous le Môle n'est que de huit kilomètres. Prise perpendiculairement aux axes, cette distance n'est plus que de cinq kilomètres. On voit donc que dans la vallée de l'Arve, la largeur possible de la racine des Préalpes ne peut excéder cinq kilomètres, et cette racine serait ici placée aussi sous des plis qui ne présentent nullement la forme d'un éventail, mais qui sont franchement tous couchés au sud-ouest.

On voit donc que la vallée de l'Arve, plus encore que la vallée du Rhône, présente des faits favorables à l'hypothèse des Préalpes envisagées comme un recouvrement [1].

Résumé du chapitre VII. — Sans spéculation théorique quelconque, par le pur examen des faits présentés par les klippes et les Préalpes, l'hypothèse du charriage s'impose pour les premières (dans la Suisse allemande du moins) et pour les secondes tous les faits sont explicables par la même hypothèse.

Les klippes, par leur dispersion sur une ligne, mais dans des plis différents, se groupant il est vrai en un grand synclinal de Flysch, ne peuvent faire partie d'un éventail composé, par le fait même de la multiplicité des plis que l'on voit s'enfoncer sous elles. En outre, le fait de trouver à Habkern, isolé sur le

[1] Le raisonnement suivant pourrait être aussi discuté. Le pli de la Pointe d'Orchez sous lequel passent les plis des Hautes-Alpes est la continuation du pli des Gastlosen qui traverse le Rhône à Vouvry (Voir le profil 23, anticlinal DD de la carte schématique). Si donc le pli n'a pas racine à Orchez, en sera-t-il de même dans la vallée du Rhône? La trop grande distance des deux points rend la discussion difficile ou sinon impossible, mais il est bon de signaler cette question qu'on sera peut-être à même de résoudre quand les plis de la vallée de l'Aar auront été étudiés en détail.

Flysch, un lambeau de gypse éloigné de toute klippe par un grand nombre de kilomètres vient infirmer complètement l'hypothèse de l'éventail, quel qu'eût été l'écrasement de la tige. Les klippes de la Suisse allemande sont donc bien des masses sans racine qui ne peuvent venir que du nord ou du sud.

Dans les Préalpes, de même que dans les klippes, quand on s'enfonce, grâce aux coupures naturelles de l'Arve et du Rhône, on voit partout ces Préalpes reposer sur des terrains plus jeunes. Dans la vallée du Rhône, la disposition en éventail qu'on serait tenté de voir dans les couches à faciès chablaisiens qui composent ses deux rives n'est qu'apparente. Dans la partie comprise entre les deux points limites, le Bouveret et le val d'Illiez, où s'observent la pénétration des masses les plus récentes sous la masse plus ancienne, les plis ne sont nullement déversés en éventail, mais présentent au contraire un déversement régulier au nord-ouest, tout à fait conforme à l'hypothèse d'un charriage venant du sud-est. L'impossibilité où nous sommes de savoir exactement comment se comporte une nappe de recouvrement ayant été plissée après coup, ce qui serait le cas pour la zone du Chablais si l'hypothèse était juste, fait tomber l'objection tirée de la forme régulière, presque jurassienne, des plis de cette zone.

Le val d'Illiez montre les seuls plis déversés en sens contraire, mais ces plis font partie d'un système pincé entre deux masses qui, à un moment donné, ont eu un mouvement relatif inverse, et peuvent tout aussi bien s'expliquer en faveur des deux hypothèses, c'est-à-dire du charriage général des Préalpes ou de leur position autochthone.

Les vallées de l'Aar et du Giffre nous font pénétrer sous la masse des Préalpes médianes. La présence de blocs isolés de celles-ci au-dessus et même en arrière de plis des Hautes-Alpes, nous montre que ces Préalpes reposent en partie sur des plis alpins et que, par conséquent, deux systèmes de plis à angle droit étrangers l'un à l'autre reposent l'un sur l'autre.

Dans la vallée du Rhône, les parties nettement en recouvrement ne sont que des plis intérieurs ou extérieurs.

Dans la vallée de l'Arve les recouvrements atteignent les plis centraux, ceux de la zone des couches à *Mytilus*, c'est-à-dire la continuation des plis des Gastlosen.

Pour une largeur de 40 kilomètres qu'atteignent les Préalpes, largeur primitive qui était d'environ 90 kilomètres, les recouvrements visibles la réduisent à 12 dans la vallée du Rhône et environ la moitié de ce chiffre dans la vallée de l'Arve.

CHAPITRE VIII.

Discussion des hypothèses au point de vue stratigraphique.

Dans l'état actuel de nos connaissances, trois hypothèses sont applicables au Chablais. Malgré tous les faits analysés dans le précédent chapitre et qui sont tous en faveur du charriage général des Préalpes sous la forme n'une nappe de recouvrement venue du sud, on a le droit et le devoir de douter d'une telle hypothèse, et même de la rejeter, tant que des faits d'une autre catégorie ne seront pas venus la confirmer.

On sait que les terrains qui composent les Préalpes se différencient beaucoup des terrains des contrées avoisinantes. Si donc, par des recherches stratigraphiques sur la distribution des faciès on vient à montrer que les terrains qui composent les Préalpes ont bien leurs analogues au sud et qu'ils ne peuvent pas être considérés comme des faciès latéraux des contrées voisines, l'hypothèse du charriage sera la seule applicable. Par contre, si l'on arrive à démontrer que les particularités des terrains des Préalpes sont dues à des modifications latérales, que ce ne sont que des faciès à leur place primitive, on établira en partie l'impossibilité de l'hypothèse du charriage et les faits accumulés dans le précédent chapitre ne devront donc être considérés que comme apparents. Une quatrième hypothèse serait donc à rechercher, puisque l'hypothèse de l'éventail est inadmissible.

Avant d'entrer dans la discussion relative aux terrains des Préalpes médianes et des zones bordières et intérieures, recherchons tout d'abord quel est le rôle stratigraphique de la Brèche du Chablais, en appliquant ce que nous a appris la tectonique.

§ 1er. — *La région de la Brèche du Chablais est une nappe de recouvrement venue de la zone du Briançonnais.*

J'ai démontré antérieurement que la région de la Brèche du Chablais est une nappe de recouvrement. Par la conservation du pli frontal de ce massif (Profil 19) on peut être certain que la racine est à rechercher au sud-est. Cependant on peut se demander si cette racine n'existe pas dans les Préalpes, et si les dislocations postérieures ne la voilent pas complètement. Supposons pour un instant

que les Préalpes soient en place, sauf la région de la Brèche. J'ai montré que les Préalpes médianes apparaissaient au sud-est de la région de la Brèche sous la forme de l'écaille de Malm de Morgins, de la Pointe de l'Haut et de fragments de Crétacé supérieur épars à la surface du Flysch du val d'Illiez. La position primitive de la Brèche du Chablais était donc au sud-est relativement aux terrains des Préalpes médianes. Supposons ainsi que la zone intérieure, que nous voyons apparaître sous la région de la Brèche, comme à la pointe de l'Haut, dans le val d'Illiez, tantôt au sud-est, comme dans les Alpes bernoises, eût été primitivement placée au sud-est des terrains qui composent la région de la Brèche.

Ces faits établis, on remarque alors que la distribution des faciès aurait été la suivante, du nord-ouest au sud-est, dans les Préalpes :

Préalpes médianes			*Région des Brèches*	*Zone intérieure*
Malm compact	Malm coralligène de Tréveneusaz	Malm corall. de Tréveneusaz	Brèche	Malm compact
Oxfordien	—	—	Sch. ardois.	—
Dogger vaseux	Dogger à Mytilus (littoral)	Terre-ferme	Brèche inférieure	Dogger vaseux
Lias supérieur	—	id.	et Schistes inférieurs	Lias supérieur
Lias inférieur	—	id.		Lias à gryphées
Rhétien littoral	—	id.		
Trias	Trias	Trias		Trias

Le Dogger et le Malm nous intéressent surtout. Dans les Préalpes médianes on voit le Malm devenir coralligène à l'approche de la région de la Brèche. Le Dogger, de vaseux qu'il était dans les plis extérieurs, se transforme latéralement et, au voisinage de la Brèche, apparaît sous le faciès des couches à *Mytilus*, faciès éminemment littoral, saumâtre même et contenant des végétaux terrestres. Il y avait donc une terre ferme au sud-est, ce que vient confirmer l'absence de Dogger dans le sommet de Tréveneusaz, où le Malm repose directement sur le Trias. Or cette terre ferme, que l'on peut considérer comme la ligne de faîte d'un géanticlinal, aurait été placée au nord-ouest d'une nouvelle dépression où se formait la Brèche du Chablais. Cette hypothèse est parfaitement en accord avec ce que nous montre la répartition des matériaux de la Brèche, car nous avons vu *que cette dernière ne peut s'être formée qu'aux dépens d'une côte placée au nord-ouest de son dépôt*. La mer devenant plus profonde au sud-est des dépôts de Brèche, nous aurions rencontré les terrains qui composent la zone intérieure, c'est-à-dire le Malm compact et le Dogger vaseux. Il est à remarquer que le géanticlinal liasique aurait été sensiblement à la même place un peu plus au nord-ouest cependant, car le Lias est très souvent absent sous les couches à *Mytilus*.

Cette répartition des faciès semble être des plus naturelles. Il ne faut pas oublier cependant qu'elle est basée sur une pure hypothèse. Supposons

maintenant que, pendant les dénudations du Flysch, un géanticlinal avec des roches cristallines et basiques se soit rétabli à l'emplacement du géanticlinal du Dogger. La poussée alpine se fait alors sentir. Tout d'abord la masse énorme de la Brèche du Chablais, moins malléable que les autres terrains, s'avance en pli couché, rabote le géanticlinal du Flysch, en arrache des lambeaux de protogine et de roches éruptives, continue sa marche, fait remonter le Flysch accumulé devant elle sur sa propre masse avec les lambeaux de roche cristalline et même une tête de Crétacé. La Brèche est alors complètement détachée de sa racine, et les Préalpes, toujours sous le coup de la contraction terrestre, se resserent ; les terrains de la zone bordière s'approchent en plis des Préalpes médianes, par pur raccourcissement des coordonnées géographiques, écrasant ce qui restait de l'attache des dépôts de la Brèche jusqu'à leur disparition. La Brèche du Chablais, devenue alors une nappe purement passive, n'obéit plus qu'aux plissements qui se font sentir dans les masses qu'elle recouvre. Elle empêche cependant par son propre poids un trop grand développement de ces plis qui ne se traduisent sur elle que par le pli de Trébante. Pendant que se produisaient ces phénomènes énergiques de plissement, la région des Hautes-Alpes se serait approchée aussi des Préalpes par déplacement des coordonnées géographiques et aurait pénétré profondément sous les terrains de la zone bordière et même sous les Préalpes médianes.

Telle est l'hypothèse, très compliquée, la seule qui puisse expliquer à peu près les empilements du Chablais. Or cette hypothèse est déjà basée sur une autre, celle de la répartition des faciès. Examinons-la de plus près. La composition de la Brèche du Chablais nous montre qu'elle est presque entièrement formée de cailloux triasiques et liasiques. Il n'y a pas de roches anciennes. Il nous est donc possible de connaître la composition des terrains sédimentaires du géanticlinal qui donnait naissance à cette brèche. Dans l'hypothèse que je viens d'établir, on est obligé d'admettre un nouveau géanticlinal, qui serait né à l'époque du Flysch sur l'emplacement du géanticlinal du Dogger, et qui aurait eu sa couverture de terrains sédimentaires enlevée, puisque par rabottage il aurait formé les lambeaux cristallins du Flysch des Gets. Il semblerait donc qu'on doive complètement abandonner l'espoir de retrouver la trace des couches de l'ancien géanticlinal de terrains sédimentaires qui alimentait les Brèches. Cependant la disposition des terrains jurassiques dans les Préalpes nous montre manifestement un géanticlinal où, en particulier, les couches triasiques ont été très développées. Le sommet de Tréveneusaz n'est pas loin de la ligne de faîte de ce géanticlinal, puisqu'on y voit les couches de Malm reposer directement sur les calcaires triasiques.

Or ce géanticlinal ne contient d'abord pas de Lias, qu'on trouve comme élément constitutif de la Brèche du Chablais. Ensuite, le Trias du Chablais ne présente *jamais* les schistes verts et rouges que l'on rencontre en abondance dans la Brèche du Chablais, particulièrement dans la Brèche supérieure, bien qu'on connaisse la coupe complète du Trias de Tréveneusaz, puisque j'ai trouvé dans le Nant de Vernay près de Morgins les Quartzites de la base. C'est donc un pre-

mier fait acquis que *la Brèche du Chablais n'a pas été formée aux dépens des terrains des Préalpes.*

Ensuite, par la répartition des faciès établie dans le tableau ci-dessus, on ne comprend pas pourquoi la Brèche et les Schistes inférieurs, puissants quelquefois de 1500 mètres dans la partie sud-est de la région de la Brèche, passent latéralement à des couches de Dogger de la zone intérieure qui n'excèdent pas dans Culet une centaine de mètres de puissance. Si l'on voulait reconstituer une autre répartition de ces faciès, c'est-à-dire placer les terrains de la zone intérieure entre ceux de la Brèche et ceux des Préalpes médianes, on ne comprendrait plus que ces faciès vaseux passent au sud-est à une brèche subitement puissante de 1000 mètres qui se serait formée on ne saurait plus trop comment plus au large encore que les dépôts vaseux d'une mer. La répartition ne pourrait donc être que celle que j'ai établie ; or, malgré l'écrasement supposé qui se serait produit entre la Brèche et les terrains de la zone intérieure, on devrait retrouver des faciès de passage. On n'en trouve aucun. Le Lias supérieur de Culet, bien qu'un peu gréseux, se différencie beaucoup trop des Schistes inférieurs de la Brèche et le Dogger vaseux du val d'Illiez ne peut être un dépôt directement latéral d'une immense épaisseur de terrain détritique.

On voit donc que les couches qui composent la Brèche sont vraiment « exotiques » comparées aux terrains de même âge du reste des Préalpes.

Il n'y a que deux terrains du massif de la Brèche qui aient beaucoup d'analogie avec ceux des Préalpes médianes. Ce sont le Rhétien et le Trias. La répartition du premier est surtout importante. On voit le Rhétien des Préalpes diminuer d'épaisseur du nord-ouest vers le sud-est. C'est dans le massif de la Brèche qu'il atteint son minimum de puissance. Il semble qu'il y ait là une gradation insensible qui vienne lier les deux régions. Il n'y a cependant là qu'une simple coïncidence.

D'autre part, si l'on ne peut contester le fait sérieusement établi de la transgression du Flysch dans les Préalpes, on ne peut cependant pas expliquer par ce seul fait la provenance des roches éruptives des Gets par un rabottement du géanticlinal de ce Flysch. Les roches éruptives basiques des Gets et des Fenils n'ont jamais été retrouvées dans les poudingues et les brèches du Flysch, malgré les recherches longues et approfondies de M. Sarasin (47, p 63, 64). Le contact du Flysch et des roches basiques est donc bien mécanique, et ces roches ne peuvent avoir été arrachées qu'en dehors des Préalpes, car n'ayant pas été mises au jour par les eaux du Flysch, elles n'auraient pu venir seules s'implanter dans le Flysch des Gets. Elles y seraient fort probablement accompagnées des terrains qui les séparaient du Flysch.

Il y a, du reste, une impossibilité mécanique dans les mouvements multiples que j'ai supposés, car si les mouvements sont acceptables sur une ligne nord-ouest-sud-est, ils deviennent incompréhensibles sur une ligne perpendiculaire à celle-ci. D'une part la formation en éventail, qui aurait dû résulter de tels mouvements concourant à une ligne axiale, qui eût été les Préalpes médianes.

n'existe pas et d'autre part les extrémités de ce système de plissement ne se terminent pas comme on serait en droit de l'attendre, c'est-à-dire par une disparition graduelle des plis : nous voyons la masse énorme du massif de la Brèche se terminer à ses deux extrémités comme coupée au couteau, et s'étendant sur les plis des Hautes-Alpes sur la rive gauche du Giffre sans présenter les traces d'un plissement qui aurait dû être nécessairement oblique ou perpendiculaire à ces plis.

J'abandonne donc encore cette hypothèse. Je me suis senti porté, par l'analyse impartiale des faits, à abandonner ma première conception du pli à déversement elliptique pour celle que l'on vient de lire. Voyant encore que cette dernière ne tient pas devant une deuxième analyse, je l'abandonne franchement, sans me soucier de l'impression que retireront les lecteurs devant de tels changements d'opinion, trouvant mon excuse dans l'énorme difficulté du problème à résoudre.

Mais si la région de la Brèche est étrangère aux Préalpes, d'où peut-elle venir et comment est-elle venue ? C'est la contre-partie du problème à résoudre.

La région de la Brèche ne peut être venue que du sud-est, de l'intérieur des Alpes. Des terrains semblables à ceux qui la constituent se rencontrent dans la zone du Briançonnais, plus au sud que le massif du Mont-Blanc. Avant de chercher s'il y a possibilité que la région de la Brèche se soit trouvée antérieurement dans cette zone, examinons les impossibilités mécaniques apparentes qui semblent s'élever devant la conception d'un tel charriage.

Au sud du massif de la Brèche se développe le classique pli couché de la Dent du Midi, dont la prolongation au sud-ouest se fait par le pli du Bostan que nous savons disparaître *sous* le massif de la Brèche au sud-est du col de la Golèze. Il semble donc que le pli couché de la Dent du Midi présente une barrière par dessus laquelle le recouvrement de la Brèche n'aurait pu passer, puisque ce pli, s'enfonçant sous le massif de la Brèche, paraît s'être formé *avant* que celui-ci occupe sa place actuelle. Mais on peut démontrer que le pli de la Dent du Midi n'avait pas, avant la formation du recouvrement de la Brèche, le développement énorme que nous lui connaissons. En effet, j'ai démontré qu'avant le dépôt de la Mollasse rouge du val d'Illiez les plis des Hautes-Alpes n'avaient pas leur amplitude actuelle. Ils étaient beaucoup plus aplatis, mais existaient cependant, comme le montre la discordance de la Mollasse rouge sur le Flysch des plis de Colombey dans la vallée du Rhône. Or c'est immédiatement après le dépôt de la Mollasse rouge que s'est placé le recouvrement du massif de la Brèche du Chablais, et c'est aussitôt après, et peut-être pendant, que se sont exagérés les plis des Hautes-Alpes et de Colombey soulevant la Mollasse rouge et les masses qu'elle supportait (Tréveneusaz, massif de la Brèche) ou se plissant avec ces plis (rive droite du val d'Illiez, sous la Dent du Midi). Le pli du Bostan ne devait donc être que peu accusé avant le dépôt de la Mollasse rouge et par conséquent avant l'emplacement du massif de la Brèche. Comme il était placé sous celle-ci, la poussée horizontale qu'il supportait ne s'est que peu traduite sur lui

à cause du poids du massif de la Brèche. Il n'a fait que soulever ce dernier, alors que l'extrémité nord-ouest de ce pli, complètement libre, s'exagérait en se couchant sous les formes classiques qu'ont dessinées MM. Renevier et Schardt dans la Dent de Morcles et la Dent du Midi.

Or je trouve un argument puissant dans les belles recherches de mon confrère M. Haug[1]. Ce géologue a montré que le plissement intense de la Dent du Midi ne se prolongeait pas au sud-ouest et ne se traduit sur la rive droite du Giffre que par des plis simplement déjetés sans charriage horizontal (Bostan, Tuet, etc.), c'est-à-dire dans des plis en partie enfouis sous la région de la Brèche. Il découle de ce fait que la charnière du pli de la Dent du Midi est en profondeur *oblique* sous les plis plus superficiels, c'est-à-dire que la charnière très intérieure dans la vallée du Rhône, se rapproche du massif de la Brèche. Il se produit un pli de moins en moins couché. Or il est assez étrange qu'un pli aussi énorme que celui que nous étudions meure si rapidement. Il faut une cause. Or la cause, c'est justement la présence du massif pesant de la Brèche qui n'existait que sur une des extrémités de l'axe. L'effort de la poussée s'est donc traduit de deux façons : dans l'extrémité sud-ouest du pli par un soulèvement en masse du massif de la Brèche en repos sur ce pli, dans l'extrémité libre par le pli couché formidable.

Le pli couché de la Dent du Midi n'existait donc pas avec l'intensité que nous lui connaissons avant le charriage du massif de la Brèche. De cette conclusion en découle une autre : le relief n'était absolument pas celui que nous connaissons aujourd'hui avant l'arrêt de la masse en mouvement du massif de la Brèche. Le plissement alpin définitif semble donc s'être propagé de l'intérieur à l'extérieur, comme une masse pâteuse recouvrant une voûte, masse qui s'écoulerait en se plissant du sommet vers la base, la voûte continuant à s'élever du centre vers l'extérieur. Le rôle du massif de la Brèche, vis-à-vis du pli de la Dent du Midi, aurait été le même vis-à-vis des plis plus internes, au fur et à mesure de l'avancement de la nappe de recouvrement. Les Alpes, d'après cette conception, se seraient donc élevées tout d'abord sous la forme d'une gigantesque voûte. De la partie élevée de celle-ci se serait détaché un fragment de la couverture sédimentaire qui effectua lentement son glissement. Au fur et à mesure de sa marche se formaient en arrière de la masse glissante les plis de cette gigantesque voûte alpine primordiale, probablement grâce à la réaction, c'est-à-dire à l'affaissement progressif du centre de la voûte, plissement qui allait progressant de l'axe central vers l'extérieur. Mais la masse glissante en mouvement trouvait toujours devant-elle un champ libre jusqu'au pied de la voûte. Les derniers plis alpins, les plus récents, ceux de la Dent du Midi, étaient gênés dans leur formation par la présence de cette masse lourde de recouvrement. Telle est

[1] E. Haug. Etude sur la tectonique des Hautes Chaines calcaires de Savoie. *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 47. — Je n'ai pu utiliser cette magistrale étude que pour la rédaction de ce dernier chapitre. Son absence se fait heureusement moins sentir dans les chapitres précédents et a été compensée par les agréables conversations et les nombreux conseils de maître que m'a toujours prodigués M. Haug soit à Paris, soit pendant nos voyages en commun.

une hypothèse qui permette de concevoir la formation de ces recouvrements à racine très lointaine. Je la donne sans la discuter.

Il y a cependant un autre point que je tiens à discuter. J'ai fait remarquer dans la deuxième partie de ce texte combien peu le métamorphisme était développé dans les terrains de la région de la Brèche. Le Carbonifère s'y présente à l'état de grès tendre, à tel point que Sismonda le confondit avec la Mollasse. Le Permien se présente à l'état de poudingues ou de grès à peine agglutinés, à séricite presque nulle, la plupart du temps absente. M. Michel-Lévy, qui a bien voulu examiner une série de plaques minces de roches que j'avais récoltées en Chablais, me disait en examinant ces roches permiennes qu'elle ne se différenciait pas des grès tertiaires les moins métamorphiques. Le Trias se présente sous la forme de cargneules et de calcaires dolomitiques absolument exempts de phénomènes métamorphiques. Tout autres sont les terrains placés plus au cœur des Alpes et d'où aurait pu provenir le massif de la Brèche. Le Carbonifère qui semble être en général le moins transformé des terrains de la zone du Briançonnais est cependant dans un état très différent de celui du Chablais. Les empreintes végétales sont sériciteuses alors que dans la région qui nous occupe elles ont conservé leur matière charbonneuse. Le Permien est particulièrement métamorphique dans la troisième zone alpine; même dans la première zone, comme dans le massif du Mont-Blanc, les cailloux des poudingues sont impossibles à séparer de la roche où se développent des lames de séricite.

Faut-il voir dans cet état si différent du métamorphisme des roches de la région de la Brèche de celle du Briançonnais un argument contre l'hypothèse de la nappe de recouvrement ? Je l'ai cru tout d'abord. Dans l'hypothèse que j'ai donnée sur la forme des Alpes au moment où s'est effectué le décollement de la région de la Brèche, les plis intenses du cœur des Alpes n'avaient pas pris naissance. Or comme l'a particulièrement démontré M. Termier [1], les phénomènes de métamorphisme dans les Alpes ne dépendent pas de l'âge mais sont liés à la composition chimique des roches et surtout sont proportionnels à l'intensité du mouvement orogénique. C'est ainsi que M. Termier décrit du Flysch transformé en schistes cristallins dans le massif du Pelvoux [2]. Les phénomènes du métamorphisme sont donc en grande partie récents et dus, puisque le Flysch en a subi l'effet, à la poussée alpine définitive des temps oligocènes. Or c'est à ce moment là, avant que les derniers phénomènes de métamorphisme se soient fait sentir, qu'a dû s'effectuer le décollement de la région de la Brèche de son substratum primitif, et c'est ce qui explique la différence si profonde des terrains de la masse charriée de ceux qui sont restés à leur emplacement primitif.

Ceci va me permettre de résoudre complètement le problème.

Si la nappe de recouvrement du massif de la Brèche ne présente pas de phénomènes de métamorphisme, c'est donc qu'elle s'est décollée de son substratum *avant la formation des plissements alpins intenses des zones intérieures*. Elle peut

[1] Termier. La Vanoise, *Bull. Serv. Carte géol.*, nº 20, p. 75.
[2] Termier. Compte rendu des collaborateurs. *Bull. Serv. Carte géol.*, nº 44, p. 149.

même s'être détachée d'une surface absolument oblique à la direction des plissements actuels. De ces données on peut tirer la conclusion que le sens des plissements des zones internes ne peut entrer en considération dans la discussion, *puisque ce plissement postérieur peut s'être produit dans le sens inverse du sens du glissement de la région de la Brèche, c'est-à-dire vers le sud.*

Ainsi le massif du Mont Blanc par exemple, qui présente localement la disposition en éventail, ne peut nous inquiéter puisque ce déjètement inverse s'est fait après le détachement de la nappe de recouvrement.

Le massif de la Brèche ne peut provenir que d'une zone placée au sud du massif du Mont Blanc. Le massif des Aiguilles-Rouges-Prarion ne présente pas les terrains du massif de la Brèche. Le lambeau du sommet des Aiguilles-Rouges formé, d'après Favre (20 § 468), de calcaires à Bélemnites du Lias, vient nous démontrer cette impossibilité. D'autre part, la masse ne peut s'être détachée du massif du Mont Blanc, car d'une part le synclinal de Chamonix présente, d'après M. Michel Lévy et d'après les recherches de Favre que j'ai vérifiées dans le col de Balme [1], des calcaires du Lias inférieur, des schistes du Lias supérieur et du Dogger, et d'autre part sur le versant sud on connaît dans le val Ferret [2] une faune littorale du Dogger et, sur les flancs du Catogne, M. Schardt [3] a signalé une coupe avec Rhétien, Hettangien, Lias moyen et Malm.

C'est sur ce Malm qu'apparaît une bande relativement large de schistes occupant la dépression entre le massif du Combin et du Mont Blanc, schistes que M. Schardt compare avec les Schistes lustrés.

Or si, d'après les recherches de M. Marcel Bertrand [4] nous suivons les différents plis de l'extrémité française de la zone du Briançonnais, nous voyons que la bande centrale houillère se divise en deux branches dont l'une va passer par le Petit St-Bernard et va rejoindre la bande suisse par Morgex et le Grand St-Bernard. La bande est va former l'Aiguille du Mont-Pourri. Il se forme dans l'éventail houiller un pli synclinal qui se dirige du côté des flancs du Combin. Or ce synclinal comprend en France les différents étages du Trias et un énorme revêtement de schistes rapportés par Lory et par M. Zaccagna aux Schistes lustrés. MM. Potier et Bertrand les rapportent plutôt au Lias, surtout à cause de la présence d'une brèche calcaire à la base de ces schistes. Or en Suisse, M. Schardt [5] a constaté, non pas dans la prolongation de ce synclinal, mais dans le pli voisin du val Ferret, des grès en dalles, des brèches à Echinodermes, et des lits brèchiformes. Or nous savons que la Brèche inférieure du Chablais passe latéralement à une formidable épaisseur schisteuse qui n'a de comparable que ces schistes du val Ferret et du synclinal amorcé par M. M. Bertrand. M. Kilian a établi comme horizon très précieux dans ses études sur la région du Briançonnais une brèche liasique, dite *brèche du Télégraphe*, absolument semblable à la

[1] Feuille géologique nº 160 ter, Valorcine.
[2] Greppin. Fossiles du val Ferret. *Actes Soc. helv. sc. nat.*, Bâle, 1867, p. 59.
[3] Schardt. *Eclogæ geol. Helvet.* vol. IV, p. 121.
[4] Bertrand. *Bull. Serv. Carte géol.* nº 38, p. 112.
[5] Schardt. *Eclogæ geol. Helvet.* vol. IV, p. 122.

brèche du Chablais [1]. Comme cette dernière, la *brèche du Télégraphe* est accompagnée de Rhétien et de Trias. Or c'est cette même brèche que nous retrouvons dans le synclinal du val Ferret, c'est elle que retrouve M. M. Bertrand dans le synclinal du Petit St-Bernard, c'est donc des flancs des hauts massif valaisans que doivent provenir les régions des Brèches du Chablais et de la Hornfluh. La Brèche du Chablais serait donc une formation latérale de ces immenses paquets schisteux plus ou moins métamorphiques que l'on retrouve sur la rive gauche de la vallée du Rhône. Dans une course récente que je fis dans le canton des Grisons, où les schistes sont parfois à peine métamorphiques, je fus étonné de la ressemblance énorme qu'ils présentent avec les schistes inférieurs du complexe de la Brèche du Chablais. Or la détermination des schistes des Grisons comme liasiques — sans que l'on puisse savoir s'il s'agit de Lias inférieur ou supérieur — concorde assez bien avec la détermination que nous avons établie de la Brèche inférieure du Chablais.

Dans l'est du synclinal amorcé par M. M. Bertrand, entre les deux bandes houillères du nord de la Tarentaise, on voit s'intercaler à la base des schistes liasiques d'autres schistes que M. M. Bertrand assimile aux Schistes lustrés. Il semble donc que dans cette région des Alpes le phénomène des Schistes lustrés se soit répercuté jusque dans le Lias. On comprendra alors l'origine des roches basiques du Chablais. M. Duparc a retrouvé dans la chaîne de Belledonne des roches éruptives basiques, contenues dans des micachistes, absolument semblables à celles des Gets. Il suppose alors que les roches du Chablais proviennent de la profondeur par des mouvements mécaniques quelconques, mais qu'elles jalonnent le pli à roches basiques de Belledonne. Il est indéniable en effet que les plis de cette première zone cristalline alpine passent fort probablement sous le Chablais, mais il est étrange cependant que les roches éruptives se rencontrent seules dans le Flysch des Gets sans être accompagnées d'une roche cristalline quelconque semblable à celles de Belledonne. Or ces roches basiques n'ont été rencontrées que là dans la première zone cristalline alpine. Si leur fréquence était habituelle elle n'aurait pas échappé à l'œil attentif des nombreux géologues qui ont parcouru cette région. Tout au contraire, et que l'âge des Schistes lustrés français soit ou ne soit pas le même que ceux du val Ferret et des Grisons, les roches éruptives basiques, absolument semblables à celles des Gets, sont fréquentes dans le voisinage de ces terrains schisteux. M. Michel-Lévy (33) s'est plu à assimiler les roches du Chablais à celles du Mont Genèvre et de Davos, et on connaît en plusieurs points de la chaîne valaisane des gabbros et des euphotides.

En tout cas M. Duparc ne peut parvenir dans son hypothèse à expliquer les lames de protogine. On ne connaît du reste pas cette roche dans la chaîne de Belledonne, et ceci me paraît un argument suffisant pour qu'on abandonne cette hypothèse. Il y aurait là à peine une simple coïncidence, car les pointements de Belledonne sont très éloignés du Chablais. Dans l'hypothèse du charriage de la région de la Brèche, la protogine aurait été arrachée, d'après M.

[1] *Bull. Ser. Carte géol.* n° 38, p. 115.

Schardt, au massif du Mont-Blanc par la nappe en mouvement. Je me rallie à cette dernière hypothèse.

De tous les points énoncés et discutés dans ce présent paragraphe, il ne se dégage donc qu'une solution du problème posé, à savoir : *les régions de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh sont des nappes de recouvrement descendues de l'intérieur de la chaîne alpine, et, en précisant davantage* [1], *de la zone stratigraphique du Briançonnais.*

§ 2. — *Les Prealpes médianes. — La zone bordière. — La zone intérieure.*

Nous avons vu par une discussion très serrée des faits que les dislocations des Préalpes étaient très favorables à l'hypothèse du charriage. J'ai montré que l'éventail que l'on croit voir dans les Préalpes n'est qu'apparent. Malgré cette accumulation de faits qui paraissent faire rejeter toute hypothèse en dehors de celle exprimée en 1884 par M. M. Bertrand et en 1893 par M. H. Schardt, il importe cependant, tout comme je l'ai fait pour la région de la Brèche, de rechercher si cette hypothèse est conciliable avec la répartition des terrains. Nous ne savons pas si les dislocations que nous avons sous les yeux peuvent s'expliquer par une autre hypothèse que celle de l'éventail ou du charriage. Les régions des Brèches étant définitivement enlevées du cadre des hypothèses applicables seules au reste des Préalpes, que l'on pourrait supposer par exemple que ces Préalpes en place sur le versant nord des Alpes se sont tout d'abord primitivement avancées en recouvrement vers le sud-est (sur les Hautes-Alpes) en une nappe sans pli, puis, qu'après coup, le mouvement définitif alpin s'étant effectué, que cette masse sans pli se soit plissée comme si elle avait racine. Ce serait expliquer alors les klippes comme les débris de cette ancienne nappe ; ce serait appliquer aux Préalpes entières l'hypothèse de M. Quereau. Une telle conception me paraît cependant inadmissible, en supposant même, comme M. Quereau, que la racine de ce pli soit cachée sous la Mollasse du plateau suisse, car le recouvrement se serait fait à la fin de l'époque du Flysch ou de la Mollasse rouge, comme on le voit, non pas dans la vallée du Rhône, où le fait paraît encore contestable, mais dans la vallée de l'Arve, où le Môle repose certainement sur la Mollasse. Un pli d'une telle intensité dirigé vers le sud-est ne devrait pas s'arrêter brusquement comme il le fait dans la vallée de l'Arve ; il devrait se faire remarquer dans le plateau des Bornes, entre cette dernière vallée et le lac d'Annecy. Or il n'y a pas de place suffisante pour songer à loger une telle racine dans ce plateau, surtout si nous poussons le problème jusqu'au bout, c'est-à-dire si nous essayons d'expliquer ainsi la provenance du massif de Sulens,

[1] Je dis *statigraphique*, puisque les plis de la zone du Briançonnais, au sud des Préalpes de la rive droite du Rhône paraissent se continuer dans les Hautes-Chaînes calcaires d'après une précieuse observation de M. Haug.

dont la racine serait alors dans des plis jurassiens. Je ne discute donc pas davantage cette hypothèse.

Un des arguments les plus puissants de M. Schardt est la ressemblance énorme entre les terrains des Préalpes médianes et ceux de la zone du Briançonnais (42). Cette ressemblance n'est pour M. Haug (49) que le résultat de sédimentations semblables. MM. Bertrand et Schardt n'ayant fait qu'émettre leur hypothèse sans la discuter et ce dernier n'ayant pas répondu à M. Haug, je me vois forcé de discuter à fond ces deux opinions si divergentes. Je vais donc analyser chaque terrain l'un après l'autre.

M. Haug, se basant sur les recherches stratigraphiques des géologues suisses et français, débute dans son analyse, qui dénote chez son auteur d'une érudition devant laquelle je ne puis que difficilement lutter, par le terrain houiller.

Bien que le Houiller du Chablais se rattache à la région de la Brèche et que l'origine de celle-ci ne puisse faire aucun doute pour moi, il importe cependant de discuter ce terrain.

Le Carbonifère des Alpes françaises est réparti en deux bandes bien distinctes, l'une intérieure comprenant tous les affleurements de la Tarentaise et de la Maurienne, l'autre extérieure comprise dans la première zone alpine. Dans cette dernière, le Houiller est plus supérieur. Il faut donc une première exception pour expliquer la flore du Houiller de Taninge qui se rapproche bien plus de celle du Briançonnais, puisqu'on est même tenté d'y voir du Westphalien supérieur ou en tout cas du Stéphanien très inférieur. Or le Houiller du Briançonnais est très inférieur d'après M. Grand'Eury. La mauvaise conservation de la flore qu'il renferme rappelle beaucoup celle de Taninge et cette ressemblance est encore un point en faveur de l'origine par nappe de recouvrement du massif de la Brèche.

Les deux bandes houillères sont séparées par un géanticlinal.

Le Trias des Préalpes ferait partie, pour M. Haug, d'un même géosynclinal extérieur que celui qui renferme le Houiller de la première zone alpine, le géanticlinal ne s'étant qu'un peu élargi. Le Trias très rudimentaire sur l'arête du géanticlinal prendrait dans le géosynclinal du Briançonnais et dans celui supposé des Préalpes des épaisseurs énormes. La détermination du géosynclinal préalpin est déjà basée sur une hypothèse contestable *puisqu'il n'est déterminé uniquement que par les klippes et les Préalpes*, masse dont on peut supposer la venue lointaine. Or on n'observe pas entre le Trias du géanticlinal et celui des masses exotiques (les Préalpes y comprises) *une augmentation progressive d'épaisseur*, comme on l'établit entre ce même géanticlinal et le Briançonnais [1]. Ce fait est particulièrement frappant sur la rive droite de la vallée du Rhône entre le Trias si rudimentaire des flancs de la Dent de Morcles et la région salifère de Bex. On ne voit pas de passage latéral. On chercherait en vain dans le Trias de Bex ces schistes violacés satinés si remarquables dans les Hautes-Alpes immédiatement voisines.

Le géanticlinal triasique se poursuit à travers toute la Suisse jusque dans la région du double pli glaronnais. Il faudrait donc admettre que le géosynclinal

préalpin se fût embranché sur celui du géosynclinal oriental, fait purement hypothétique et basé sur aucune preuve, géosynclinal qui se serait confondu avec celui du Jura, alors que sur l'un de ses flancs se serait développé le faciès allemand et sur l'autre le faciès alpin à gyroporelles. Le passage latéral des faciès sur le flanc méridional du géosynclinal se serait fait graduellement de l'est vers l'ouest avec la même gradation que dans le géosynclinal intérieur des Alpes, manifestement relié au Trias oriental par les gyroporelles trouvées dans le Briançonnais par MM. Zaccagna et Diener. C'est justement ce qui rend difficile la conception d'un tel géosynclinal, basé toujours, je le répète, sur des masses à dislocations étranges. La gradation se serait faite d'une manière semblable, car on retrouve dans le Trias du Briançonnais les gyroporelles et une sédimentation toute pareille. On retrouve les mêmes schistes rouges que ceux de Matringe et des Annes et de Sulens. M. Kilian [1] les a signalés à Villarly, au col de Varbuche, etc. immédiatement recouverts par le Rhétien, comme dans les Préalpes. Le fait de ne trouver qu'un niveau de cargneule à la base des calcaires dolomitiques alors qu'on en trouve ordinairement deux dans le Briançonnais ne peut être un argument en faveur du géosynclinal préalpin, car M. Kilian démontre que « les gypses, cargneules et calcaires dolomitiques ne sont que des modifications latérales d'une même assise [2] ».

La répartition du Rhétien est à peu près semblable à celle du Trias. J'ai montré que ce terrain présentait dans les Préalpes un caractère intermédiaire entre le faciès souabe et celui des Carpathes. La présence des *Megalodon* et l'abondance de *Terebratula gregaria* le lie cependant beaucoup plus à ce dernier. On le retrouve très développé dans la zone du Briançonnais où, en plus des gisements du Pas du Roc, de Varbuche, connus par Lory et Vallet, M. Kilian l'a fait connaître en un nombre considérable de localités. Il est très développé dans les Préalpes. On récolte ses fossiles en abondance au Stanzerhorn [3]. *Dans les Alpes à faciès helvétique il est inconnu !* Il n'est donc jalonné que par les masses hypothétiques. Faut-il admettre que les Megalodons de Matringe aient pénétré jusque-là par le même géosynclinal où pénétrait le Trias ? Mais alors pourquoi ce Rhétien, si bien développé dans les klippes de Sulens et des Annes, serait-il tout à fait absent si près de là sous le Lias de Mégève et de Flumet ? Il est vrai que ce Lias à faciès dauphinois représente un dépôt de mer profonde, mais pourquoi cette existence de deux hauts fonds si voisins, pourquoi ne trouverait-on pas quelque part une trace aussi petite que ce soit de Rhétien sous ce faciès dauphinois dans les parties les plus voisines des klippes, près d'Ugine par exemple ?

Le Lias offre une répartition des plus intéressantes. Quand on marche dans

[1] Kilian, Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. *Bull. Soc. géol. de Fr.* 3e série, t. XIX, p. 600.
[2] Kilian, *loc. cit.* p. 596.
[3] Kilian, *loc. cit.*, p. 598.
[4] Moesch, *Mat. Carte géol. suisse*. Livr. 24, p. III, p. 99.

les Préalpes du nord-ouest au sud-est, on passe des calcaires à silex du Lias à des calcaires à entroques, puis aux calcaires à gryphées dans la zone intérieure, où le Lias inférieur est même souvent totalement absent. M. Haug voit dans ce fait l'existence d'un géanticlinal au sud-est des Préalpes, géanticlinal qui se fait aussi sentir dans la zone alpine immédiatement voisine, où le Lias est très rudimentaire. M. Haug fait même remarquer la présence, dans les Hautes-Alpes voisines, d'un Lias ayant un faciès sensiblement semblable à celui de la zone intérieure des Préalpes (Morcles, Fer à cheval de Sixt) bien que la présence de *Gryphæa arcuata* n'y soit pas signalée d'une façon certaine [1]. Dans le Fer à Cheval de Sixt ces gryphées ont été rapportées par un guide à A. Favre (20, § 432). Ce savant ne les a pas trouvées lui-même. Il est donc permis d'en douter. Il n'en reste cependant pas moins évident que le Lias des Préalpes s'amincit vers le sud à l'approche d'un géanticlinal. Ce fait est indéniable. Ce Lias est le même que celui des Annes et de Sulens. On ne peut en conclure [2] que cette ressemblance soit contraire à l'hypothèse qui envisagerait Sulens et les Annes comme des recouvrements; on ne peut qu'en conclure que ces klippes et les Préalpes médianes ont la même histoire et que si les Préalpes sont en place, les klippes le sont aussi ; que si les Préalpes font partie d'une nappe de recouvrement venue du sud les klippes devront être envisagées comme des fragments qui dénotent l'étendue primitive beaucoup plus grande de cette nappe ; que si les Préalpes viennent du sud et les klippes de l'est, elles n'en proviendraient pas moins, les unes comme les autres, de l'intérieur des Alpes, étant donnée la courbure de l'arc alpin entre les deux points considérés.

De cet amincissement du Lias du nord-ouest vers le sud-est, à l'approche d'un géanticlinal parfaitement établi dans les Hautes-Alpes, avons-nous le droit de conclure à la mise en place et au rejet de l'hypothèse de la nappe de recouvrement? Non, car le Lias des Préalpes, comme le fait remarquer M. Haug lui-même, se présente sous un état très particulier qui lui a valu, de la part de ce savant, la désignation de *Lias à faciès préalpin*. Il faut donc imaginer des conditions toutes spéciales de dépôt aussi bien pour les klippes suisses que pour les françaises, il faut donc, en d'autres termes, particulariser encore la sédimentation à l'emplacement de ces masses exotiques pendant l'époque du Lias, alors que tous les dépôts de cet âge ont un caractère bien différent dans les régions avoisinantes. Il faut encore imaginer une dépression le long de la chaîne alpine, dépression basée *uniquement* sur des masses hypothétiques. C'est justement dans ce fait que me paraît le point faible de l'hypothèse. Or rien ne vient certifier cet affaissement, si ce n'est la présence d'une ligne géanticlinale au sud-est et quand ce faîte vient à manquer, comme par exemple à l'est des klippes de Sulens et des Annes, où l'on voit le Lias à faciès dauphinois, c'est encore le même dépôt qui s'opère sans trace de passage, brutalement, avec tous ses caractères dans les klippes. Or le Lias inférieur spécial à silex des Préalpes n'est que le caractère des dépôts des chaînes les plus extérieures. Ce n'est donc qu'un caractère local de peu d'étendue transversale et qui souvent ne se remarque pas même dans toute la hauteur du dépôt, mais seulement dans la moitié inférieure.

[1] Renevier, *Monographie des Hautes-Alpes calcaires* p. 154.
[2] Haug, *Les Hautes Chaînes calcaires de Savoie*, Bull. n° 47 p. 15.

Pendant l'époque liasique, une partie de la zone du Briançonnais, de géosynclinale qu'elle était, est devenue géanticlinale comme les dépôts des brèches du Télégraphe le démontrent, mais cette surélévation n'empêche pas localement le dépôt de Lias à silex absolument semblable à celui des Préalpes, M. Kilian les signale localement aussi, comme dans les Préalpes, en plusieurs points de cette zone : près de Saint-Jean-de-Belleville, au Pas-du-Roc, dans la vallée du Guil, dans celle de l'Ubaye [1].

Les calcaires cristallins, si fréquents dans la zone du Chablais, se retrouvent dans le Briançonnais. C'est un faciès analogue au faciès de Hierlatz des Alpes orientales et méridionales. L'affinité des faciès liasiques du Chablais avec les terrains du centre et du sud des Alpes est donc manifeste, et le faciès dit préalpin n'est pas un argument péremptoire contraire au charriage.

Le Dogger vaseux à Zoophycos est le terrain qui présente la plus grande ressemblance avec les terrains du même âge des régions avoisinant les Préalpes, mais on est encore obligé d'admettre des conditions spéciales dans cette zone du Chablais pour expliquer les couches à Mytilus, que M. Kilian a retrouvées dans la zone du Briançonnais et que l'on ne rencontre nulle part ailleurs dans les zones alpines. D'autre part, les recherches de MM. Kilian et Révil montrent que le Bajocien remonte très au nord dans la zone du Briançonnais M. Révil [2] l'a encore trouvé jusque dans le Roc-Marchand, dans la Tarentaise ,et rien ne démontre qu'il n'ait pas existé plus au nord encore au-dessus des Lias qui se poursuivent par le val Ferret et le Grand-Saint-Bernard.

Le Jurassique supérieur des Préalpes médianes présente, comme dans la zone du Briançonnais, ces calcaires noduleux rouges si particuliers, si bien développés dans les environs de Guillestre et que M. Kilian a poursuivis jusque dans le Galibier. Or ces calcaires sont complètement inconnus dans les Hautes-Alpes calcaires. Dans les Préalpes on trouve aussi du Malm reposant sur le Trias (Tréveneusaz), transgression absolument analogue à celle signalée par M. Kilian sur la route du Lautaret et dans le Galibier, transgression dont on rechercherait en vain des exemples dans les chaînes voisines. Il faut donc encore imaginer des conditions spéciales pour expliquer les dépôts jurassiques supérieurs des Préalpes.

L'absence de Néocomien dans la zone du Briançonnais rend la discussion bien plus difficile.

On sait que dans la zone bordière et dans les Alpes vaudoises, soit dans la zone intérieure des Préalpes, on rencontre deux longues bandes de Crétacé inférieur désigné sous le nom de Néocomien à céphalopodes. Dans les régions voisines, en particulier dans le Genevois et dans les Bauges, M. Haug a fait remarquer que le

[1] Kilian, *loc. cit.*, p. 607.
[2] *Bull.* n° 44, p. 192.

Néocomien que l'on mettait si souvent en opposition avec celui des Préalpes n'avait pas franchement le type jurassien. M. Haug a particulièrement appuyé sur le Néocomien de Pont Saint-Clair près d'Annecy, qui présente une faune très semblable, par les espèces que Favre y a rencontrées, avec celle des Préalpes. Ceci est incontestable. Mais il faudrait que ce changement de faciès fût bien rapide pour que les Voirons sur la rive droite de l'Arve ne présentent aucune trace des faciès jurassiens du Salève si voisin. M. Bertrand veut justement voir dans ce fait la preuve que les terrains de la rive gauche de l'Arve ont eu dès ces temps si reculés, une autre histoire que ceux de la rive droite (37). Or j'ai montré l'impossibilité de cette hypothèse en démontrant que les plis hauts-alpins de la rive gauche se continuaient dans le massif du Haut-Giffre, et qu'ils n'avaient aucune relation avec ceux des Préalpes de la rive opposée. En admettant même que le Néocomien à faune méditerranéenne des Préalpes soit une modification latérale excessivement brusque du Néocomien des Hautes-Alpes, on se demande alors quelle est la raison de l'absence complète de l'Urgonien et du Gault dans la zone du Chablais? A-t-il été complètement enlevé par la transgression du Sénonien? Non, car on en aurait évidemment retrouvé quelques fragments. Il semble ne s'être pas déposé. On connaît cependant dans les Alpes de Fribourg un calcaire noir que Gilliéron a assimilé à l'Urgonien. On y connaît aussi deux intercalations à faune jurassienne, mais de caractère bien spécial cependant. Or comme la limite orientale et méridionale de l'Urgonien et du Néocomien nous est inconnue, les partisans de la théorie du charriage pourront toujours dire que ces intercalations ne sont que les dernières traces vers le sud de la faune jurassienne dans un géosynclinal à faune nettement méditerranéenne, qui se trouvait dans l'intérieur des Alpes. Ces intercalations de la zone bordière fribourgeoise n'ont donc aucune valeur dans la discussion et n'apportent aucun point d'appui à l'une ou à l'autre des hypothèses.

M. Haug veut voir dans l'absence de Néocomien dans les parties internes des Préalpes et dans la présence de deux bandes néocomiennes à céphalopodes, l'existence d'un géanticlinal intermédiaire. Cette hypothèse paraît vraisemblable, seulement je trouve qu'on manque de documents pour l'établir sans conteste. La bande de Néocomien à céphalopodes des Alpes vaudoises qui ne présente qu'une petite fraction de l'étendue des Préalpes, me paraît bien insuffisante pour étendre le phénomène à toute la zone du Chablais, d'autant plus que sur la rive opposée du Rhône c'est le Crétacé à faciès helvétique qui se développe avec un Néocomien très littoral formé par des calcaires à entroques (Colombey). Puis j'ai retrouvé dans le massif de la Haute-Pointe, c'est-à-dire dans la continuation de la chaîne des Gastlosen, du Néocomien typique à *Belemnites pistilliformis*. Cet affleurement, un des seuls qui ait été conservé par la transgression des couches rouges sénoniennes, semble plutôt nous indiquer que le Néocomien s'est étendu sur toutes les Préalpes. Que ceci soit établi ou non, la présence des deux géosynclinaux est contestée par M. Schardt dans une hypothèse hardie, mais qui est tout aussi vraisemblable. Ce savant admet que les deux bandes néocomiennes n'en formaient primitivement qu'une seule, placée dans la partie la plus exté-

rieure de la nappe de chevauchement des Préalpes. Le chevauchement s'exagérant toujours plus, une partie de cette masse antérieure, par la naissance d'un pli-faille secondaire, serait restée en arrière, et c'est cette partie qui formerait la bande néocomienne de l'écaille des Alpes vaudoises sans relation tectonique, comme l'a montré M. Renevier. Toute la masse en mouvement aurait passé sur ces masses restées en arrière. C'est une explication toute semblable que j'ai donnée pour expliquer les lambeaux renversés de brèche du val d'Illiez (p. 244). Cette hypothèse a pour la défendre un fait important : c'est que la bande néocomienne à céphalopodes des Alpes vaudoises s'amincit en profondeur *jusqu'à disparaître complètement*, car ce Néocomien reposant sur le Flysch et recouvert par le Trias n'existe plus dans la région salifère de Bex ou ce même Trias repose directement sur ce même Flysch. Il en serait ainsi non seulement du Néocomien à céphalopodes mais de toute la zone intérieure. Nous avons vu aussi que l'écaille de la Pointe de l'Haut dans le val d'Illiez s'amincit en profondeur. Or les plis de la zone bordière ont une même allure. Il est cependant un point qui paraît faire rejeter l'hypothèse au premier abord, car le Flysch de la zone bordière, qui serait du Flysch arraché de la zone du Niesen restée aussi en arrière, ne contient pas les mêmes éléments dans ses brèches et poudingues. M. Sarasin (47) a démontré qu'aucun type des roches du Flysch de la zone bordière (Voirons, Berra, Habkern) ne se retrouve dans la zone du Niesen. On verra plus loin qu'on pourrait donner une explication de ce fait. Quoi qu'il en soit, malgré cette digression, on voit que des phénomènes particuliers aux Préalpes doivent être admis pour expliquer le Crétacé de ces chaînes.

Le Sénonien des Préalpes est un des terrains les plus caractéristiques de cette zone. Ses *Couches rouges* ne se retrouvent nulle part ailleurs dans les Alpes (peut-être dans les Mythen) sauf dans la klippe des Annes, où je les ai retrouvées. Il lie donc bien, comme le Trias et comme le Lias, l'histoire des klippes françaises à celle des Préalpes. C'est le seul terrain, comme le dit si bien M. Haug, que l'on ne retrouve pas dans la zone du Briançonnais. Mais ceci n'est pas un argument péremptoire; on peut tout aussi bien dire que c'est le seul terrain qu'on ne retrouve pas sous cette forme dans les Hautes-Alpes, où le Sénonien est blanc. J'ajouterai cependant que dans le val d'Illiez, par exemple, le Crétacé supérieur des Préalpes a une grande ressemblance avec le même terrain des Hautes-Alpes. J'ai montré que dans le Chablais, comme Gilliéron et mon ami M. Th. Rittener l'ont démontré dans les Préalpes suisses, un des caractères les plus typiques de ce Sénonien était la transgression qu'il indique. On n'a pas oublié aussi qu'un des faits particuliers que nous avons établis, soit M. Renevier, soit moi seul, que ce Sénonien du Chablais contient par places des brèches dont les éléments la plupart triasiques sont *inconnus en place* dans les Préalpes. On y récolte en particulier ces schistes verts et rouges satinés du Trias que l'on ne voit que dans les Hautes-Alpes. Or dans ces dernières chaînes où le Sénonien ne paraît pas transgressif, cette brèche n'existe pas. Cette roche détritique, dont

[1] Kilian, *loc. cit.* p. 607.

les éléments ne dépassent guère la grosseur du poing, peut très bien avoir été formée par des courants violents ; c'est ce qui expliquerait sa faible épaisseur et la dissémination des éléments dans le calcaire rouge Or ces courants violents ne pouvaient venir que du sud [1]. On ne comprendrait pas alors pourquoi on ne trouverait pas parfois de ces cailloux dans le Sénonien des Hautes-Alpes, placé plus au sud que le Sénonien des Préalpes.

On voit donc que des conditions toutes spéciales ont présidé à la formation du Crétacé supérieur des Préalpes. Vis-à-vis du Crétacé des chaînes avoisinantes il faut donc émettre encore une hypothèse pour expliquer sa formation.

Nous arrivons au Tertiaire. Les particularités des Préalpes sont encore plus manifestes.

Le Flysch des Préalpes est manifestement transgressif. Il repose à peu près sur tous les terrains, du Trias au Crétacé. Le Nummulitique, si bien développé dans toutes les chaînes voisines, n'existe pas dans les Préalpes. Ce fait de la transgression du Flysch n'est cependant pas particulier aux Préalpes. Certaines parties des Hautes-Chaînes calcaires de Savoie présentent le même phénomène beaucoup moins prononcé, car on retrouve toujours des traces de Nummulitique dans les synclinaux où le Flysch est conservé. Ce fait n'est donc que très local dans ces dernières et ne peut être nullement comparé à la transgression dans la zone du Chablais. Dans les Préalpes médianes, le Flysch joue vis-à-vis du Crétacé supérieur le rôle qu'il joue vis-à-vis du Nummulitique des Hautes-Alpes de Savoie. Or ce n'est que dans la zone intérieure des Préalpes que cette transgression s'accuse davantage. Nous savons que dans la région de la Brèche du Chablais le contact du Flysch avec les roches éruptives basiques et la protogine est purement mécanique. M. Sarasin n'ayant jamais retrouvé les roches éruptives dans les brèches du Flysch on peut être certain que ce terrain ne les a jamais touchées par trangression simple.

Or, si comme M. Haug l'établit, il y a lieu de conclure à la présence d'un géanticlinal éocène dans les Préalpes, on peut affirmer, malgré la présence des roches cristallines en abondance dans ce Flysch, que celui-ci n'a pourtant pas touché par transgression simple des terrains plus anciens que le Trias. Ainsi, par exemple, on ne peut conclure que le Flysch du val d'Illiez a transgressé sur le Carbonifère puisque c'est le Houiller qui le recouvre. Ceci nous amène à la question que soulèvent les brèches du Flysch. Studer, Bachmann, M. Schardt dans sa première hypothèse et moi dans l'hypothèse du pli en champignon, nous supposions que les roches cristallines du Flysch de la zone du Chablais étaient le résultat de la destruction d'anciennes falaises. Or M. Bertrand a déjà fait remarquer en 1884 que les blocs exotiques du Flysch étaient toujours au voisinage des plans de chevauchement, du « cran de retour » suivant l'expression de cet éminent savant. M. Schardt, dans sa note (42), suppose aussi que le Flysch doit sa formation à des mouvements orogéniques. Il est à remarquer, comme

[1] On ne peut songer à voir dans cette brèche une roche de dislocation. La conservation superbe des foraminifères en montre l'impossibilité.

l'a démontré M. Sarasin (47, p. 65), que ces brèches du Flysch occupent toujours dans la zone du Niesen la partie inférieure du Flysch, c'est-à-dire le plan qui paraît être le plan de transgression, ou la partie supérieure dans la zone bordière (Voirons, Berra, Habkern). Or, si ces brèches sont le résultat de mouvements orogéniques, elles doivent toujours se trouver sous ou sur les plans de chevauchements. Si ces mouvements, comme il semble être le cas, se sont produits pendant la formation du Flysch et que ces masses mobiles étaient couvertes par les dépôts de ce terrain, on conçoit alors que la différence si manifeste de l'emplacement des brèches soit le résultat d'une même cause. Dans la zone du Niesen ces brèches se sont formées en tout cas au-dessus des masses en mouvement et en-dessous (Chamossaire); dans la zone bordière elles se sont formées toujours au-dessous. La différence si frappante proviendrait de ce que, dans la zone du Niesen, la sédimentation du Flysch normal a continué à s'effectuer après la formation de la brèche, c'est-à-dire à cause d'un affaiblissement du mouvement qui ne procurait plus la trituration des masses cristallines charriées, qui tendaient à remonter en arrière tout comme les klippes des Gets, tandis que dans la zone bordière la sédimentation du Flysch s'est arrêtée aux brèches parce que les masses en mouvement couvraient, au fur et à mesure de leur marche en avant, les brèches qui se formaient à leur dépens. En effet, à Sulens la brèche du Flysch est pincée entre une lame de Sénonien et une lame de Jurassique supérieur ; à Chatillon (vallée du Giffre) la brèche apparaît sous le lambeau de recouvrement des Balmottes, lambeau qui appartient aux Préalpes médianes. On peut même conclure de ce fait que la brèche que j'ai retrouvée à Vers l'Abbe (p. 122), nous montre qu'elle doit se continuer plus profondément encore sous la Pointe d'Orchez, donc sous les Préalpes médianes. Au Crosey (val d'Illiez) la brèche apparait dans le voisinage immédiat de la masse de Culet.

A Aigremont (vallée des Ormonts, Préalpes vaudoises) la brèche est placée sous le lambeau de recouvrement du Chamossaire. A Habkern c'est sous un recouvrement qu'elle était située, comme le montre le lambeau de gypse, dernière expression d'une masse de recouvrement. Au Stanzerhorn, d'après Mœsch, c'est sous la klippe du Stanzerhorn qu'on la retrouve. Dans les Voirons, dans la Berra, puisque les collines du Faucigny sont des masses sans racine, c'est au voisinage d'une masse charriée qu'elle est développée, dans la partie supérieure, comme l'a montré M. Renevier (39), s'enfonçant sous les Préalpes médianes en repos anormal. Il n'y a pas d'exception à cette règle, sauf dans la chaine du Niesen où la sédimentation du Flysch a continué à s'effectuer. Les brèches du Flysch sont donc intimement liées aux masses de recouvrement. Il devient alors évident que leur formation est dépendante de ces mouvements, et qu'elle n'est pas dépendante de glaciers éocènes comme on a voulu l'expliquer à réitérées reprises, ou de courants gigantesques quelconques.

Il ne s'agit donc pas dans les Préalpes d'une transgression simple. Les masses sur lesquelles le Flysch se déposait étaient des masses en mouvement. On ne peut donc en conclure que le Flysch ait touché le Cristallin puisque celui-ci lui était

amené sans doute disloqué déjà ou pour le moins très étiré en chapelet. De là viendrait aussi le volume souvent fabuleux des blocs du Flysch qui faisait rejeter toute hypothèse se basant sur des courants quelconques. Or pour que le Flysch ait pu s'alimenter de ces masses brisées de terrains cristallins, il a fallu tout d'abord que les couches de terrains sédimentaires qui les revêtait eussent été détruites. Quand le Flysch a pu se former aux dépens des roches cristallines, elles avaient déjà depuis longtemps, de par leur mouvement, quitté leur point d'attache. Voilà pourquoi le Flysch n'a pas touché le Cristallin dans les Préalpes. Le travail documentaire de M. Sarasin a donc une grande portée, quand il nous démontre que les cailloux des brèches du Flysch de la zone bordière des Préalpes (y compris Habkern) se rapportent uniquement aux roches cristallines qu'on ne retrouve que sur le versant sud des Alpes et qui sont inconnues sur le versant nord. Ceci éloigne toute hypothèse par laquelle on voudrait voir l'alimentation des brèches du Flysch par l'écroulement de falaises cristallines placées au nord-ouest et qui seraient maintenant enfouies sous la Mollasse, car les mouvements qui ont donné naissance à ces brèches se sont effectués du sud-est au nord-ouest. Or si ces roches cristallines n'ont que leurs semblables sur le versant sud des Alpes, et que ces mouvements viennent du sud, on conçoit que l'hypothèse qui envisage les Préalpes comme une nappe de recouvrement prenne dans ces faits un argument d'une immense puissance.

Le Flysch existe-t-il dans la zone du Briançonnais? Oui, et il s'y rencontre justement sous la forme et dans les mêmes conditions que dans les Préalpes. Il repose sur tous les terrains, puis il présente les mêmes brèches. La brèche de Chatillon que j'ai montrée à M. Kilian lui a immédiatement rappelé les brèches des régions qu'il a étudiées, et cet auteur a appuyé lui-même à différentes reprises non seulement sur cette brèche, qui ressemble à celle du Niesen, mais aussi sur le poudingue d'Habkern. « Ces brèches, dit il, nous ont vivement rappelé la brèche polygénique de Moutier » [1].

MM. Kilian et Révil ont suivi cette brèche éocène jusqu'au col du Bonhomme, dans l'extrémité du massif du Mont-Blanc, et M. Zaccagna l'a signalée entre le col de la Seigne et la Lancebrelette, c'est-à-dire sur le versant sud de ce massif. MM. Kilian et Révil concluent même que le prétendu « golfe nummulitique du Dauphiné » n'existe pas. Il est donc presque évident que le Flysch couvrait les massifs cristallins de la première zone au sud du Chablais et s'étendait encore beaucoup plus loin à l'est et au nord-est des points limites où ces deux auteurs l'ont constaté. Il recouvrait peut-être la grande majorité des Alpes valaisannes.

En résumé, l'hypothèse qui paraît la plus simple au premier abord, c'est-à-dire celle qui considère toutes les couches des Préalpes comme à peu près en place, est en réalité la plus compliquée. Pour chaque terrain il faut imaginer des conditions particulières de sédimentation. Hypothèse pour expliquer la

provenance des roches cristallines du Flysch des Préalpes que l'on ne connaît pas en place sur le versant nord des Alpes; hypothèses pour le Trias, pour le Lias, le Jurassique, les Crétacés et le Nummulitique, six hypothèses au moins opposées à l'unique hypothèse de la nappe de recouvrement. On se demande pourquoi, par quelle fatalité, ces masses exotiques des Préalpes et des klippes auraient été le champ de sédimentations si dissemblables vis-à-vis des dépôts qui se seraient effectués dans les zones immédiatement en contact, et cela depuis les temps les plus reculés. Pourquoi cette zone du Chablais et les klippes seraient-elles sans relations tectoniques avec les chaînes qui les entourent et qui *partout* pénètrent profondément sous elle, et pourquoi les masses de recouvrement de la Brèche du Chablais se seraient-elles justement placées au centre de ces montagnes si singulières?

M. Haug veut expliquer l'individualité du plissement des Préalpes par des plis anté-sénoniens ou tout au moins anté-nummulitiques. Or il me paraît absolument impossible de déterminer la direction de tels plissements dans la zone du Chablais. Si de tels plissements eussent existé, on devrait en retrouver les traces entre la klippe des Annes et les Préalpes, puisque celle-ci comme celles-là devraient à ces plissements leur première individualité. Or ces plis qui auraient dû être déjà considérables puisqu'ils empêchaient le dépôt du Nummulitique, n'ont pu exister dans les plis du Genevois compris entre les Annes et les Préalpes, où l'on retrouve le Sénonien et le Nummulitique avec le même faciès que partout ailleurs dans les Hautes-Alpes. M. Haug dit lui-même qu'il n'a fait qu'effleurer le problème, or la solution indiquée me paraît totalement impossible .

Nous voyons donc que quelles que soient les hypothèses présentées pour expliquer les Préalpes comme étant en place, l'une, celle de l'éventail est impossible, les autres ne sont pas suffisantes.

Cherchons maintenant si de telles masses ont pu exister dans le cœur des Alpes, au sud du massif du Mont Blanc.

Les chaînes alpines de la Suisse occidentale se distinguent de celles du Briançonnais par une différence remarquable dans la distribution des calcaires triasiques vis-à-vis des Schistes lustrés.

Dans les Alpes françaises les calcaires triasiques sont placés en partie dans les Schistes lustrés auxquels ils passent latéralement, comme l'a démontré M. Marcel Bertrand, et à l'ouest de ces Schistes dans la zone du Briançonnais.

En Suisse, les calcaires triasiques de l'Engadine et de la région des lacs italiens sont placés au sud, c'est-à-dire de l'autre côté de la grande bande des schistes des Grisons, dont la largeur s'affaiblit graduellement du nord-est au sud-ouest. On peut établir par ces faits que les deux régions de schistes n'ont peut-être pas été en contact. En effet, dans les Alpes françaises la mer triasique trou-

[1] Haug. *Bull.* n° 47, p. 90.

vait, sinon sa limite, en tout cas un géanticlinal important, jalonné par les massifs cristallins de la première zone alpine. L'affinité remarquable du Trias français avec le Trias oriental a été mise en évidence par M. Kilian, qui a particulièrement appuyé sur la ressemblance des terrains du Briançonnais avec ceux des environs de Lugano. La zone des Schistes lustrés français allait donc fort probablement rejoindre celle du Tyrol par le sud de la bande triasique des lacs italiens, laquelle ne pouvait alors rejoindre les calcaires du Briançonnais qu'en passant par une ligne située sur les massifs centraux des Alpes suisses, sur les terrains cristallins de la Léventine, le Mont Rose, la Dent Blanche et le Combin. Les gyroporelles qu'on retrouve dans les Alpes françaises et italiennes, d'après MM. Zaccagna et Diener, nous montrent que la liaison des deux régions triasiques est manifeste.

Or si le faciès oriental du Trias a occupé ces régions élevées des Alpes, il a dû en être de même du Lias. La zone *stratigraphique* du Briançonnais rejoignait celle des lacs italiens par cette ligne, pourquoi n'en serait-il pas ainsi du Jurassique et du Crétacé ? C'est pourquoi les partisans de l'hypothèse du charriage pourront toujours supposer que la nappe des Préalpes est descendue de ces régions internes des Alpes avant que les phénomènes définitifs du plissement tertiaire des Alpes aient eu lieu, comme le montre le métamorphisme peu avancé des terrains de la nappe supposée charriée. Il est inutile de rechercher sur ces hauteurs la largeur primitive des Préalpes, largeur qui devait être, d'après mes calculs, d'une centaine de kilomètres, qui est réduite actuellement à quarante et qui aurait été beaucoup plus réduite encore si elle fût restée sur les sommets de l'éventail alpin où les dislocations atteignent leur extrême exagération par la disposition monoclinale des assises.

Le métamorphisme intense qui affecte ces chaînes internes, qui a fait même confondre le Trias avec les gneiss, nous montre que si des terrains semblables à ceux des Préalpes étaient conservés dans l'hypothèse de la nappe charriée, ils seraient dans un état de lamination qui les rendrait à peu près méconnaissables, et en tout cas dans un état qui ne permettrait plus la comparaison immédiate avec ceux de la nappe charriée. Or on connaît le Trias dans ces chaînes internes. Gerlach, MM. Bertrand, Termier, en France, MM. Schmidt, Schardt et Golliez, en Suisse, l'ont fait connaître. Les masses énormes de micaschistes calcaires que Gerlach a relevées dans ces chaînes centrales de la Suisse, seront pour les partisans de l'hypothèse du charriage l'extrême état de métamorphisme des terrains semblables à ceux qui composent les Préalpes.

La genèse de telles dislocations aurait été la suivante.

Le mouvement alpin, prélude des dislocations qui allaient durer jusqu'au Miocène supérieur, aurait commencé à se faire sentir dans les temps éocènes par un bombement général de la zone centrale de l'éventail alpin. Les rides primordiales auraient été effacées par ce mouvement plus intense. Du sommet où des flancs de ce dôme immergé encore sous les eaux nummulitiques se seraient

décollées des masses considérables, formant une grande bande : *les Préalpes médianes*, et les débris de cette nappe : *les klippes*. La masse glissante entraînant une quantité considérable de terrains cristallins aurait alimenté le Flysch en formation, suivant l'hypothèse de M. Schardt.

La masse aurait ainsi franchi toute la largeur de la zone du Briançonnais. La surélévation continuelle des Alpes en arrière de la nappe, soulèvement coïncidant avec le retrait de la mer éocène, se traduisait par un acheminement continuel. En arrière de la nappe, un appel de matière provoqué par les masses plus affaissées, sur lesquelles s'effectuait le glissement, provoque la formation d'un deuxième pli couché, *plus récent* que le premier, c'est la région de la Brèche qui, bien que placée primitivement dans une position plus extérieure, se trouverait actuellement plus interne.

Avant que ce recouvrement du massif de la Brèche se soit effectué, les Préalpes médianes auraient dans leur marche arraché la zone bordière et la zone intérieure, plus extérieures encore que la région de la Brèche [1].

Il se pourrait alors, d'après l'hypothèse de M. Schardt, que ces paquets arrachés eussent été séparés en deux, l'un porté en avant de la nappe en mouvement eût été complètement laminé et enfoui dans le Flysch à roches méridionales qui se formait en avant ; l'autre resté en arrière, aurait été enfoui dans un Flysch formé en grande partie d'éléments empruntés à la première zone cristalline [2]. J'ai déjà dit que cette composition différente des deux Flyschs était le point faible de l'hypothèse, mais on voit qu'à la rigueur elle est explicable. C'est alors que toute cette masse de terrain franchit les Hautes-Alpes, déterminant un champ d'affaissement qui permet sa conservation par sa plus faible altitude. Ce champ d'affaissement produisant un appel de matière, les plis de la Dent du Midi-Morcles, dans leur partie libre, s'exagèrent sous la forme de grands plis couchés qui, s'ils se fussent un peu plus étendus auraient même pu se superposer à la grande nappe exotique, comme en arrière s'étaient déjà superposés les massifs des Brèches du Chablais et de la Hornfluh.

[1] La zone bordière et la zone intérieure auraient été fort probablement en avant pour les raisons suivantes. Le Lias inférieur ou rudimentaire, d'un caractère toujours littoral quand il existe, et la présence directe de l'Aalénien sur le Trias, laisserait supposer que les terrains de ces zones étaient placés sur le massif du Mont Blanc et sur la continuation sud-ouest du Finsteraarhorn. Pour le Chablais proprement dit, la zone intérieure proviendrait de la couverture sédimentaire du Mont-Blanc, c'est-à-dire de points placés au nord des affleurements de Dogger littoraux du val Ferret. Pour les Préalpes de la rive droite du Rhône, les zones proviendraient soit directement de ce géanticlinal du Dogger, comme semblerait l'indiquer la ressemblance frappante avec les terrains qu'on y rencontre des calcaires à entroques du Jurassique inférieur du Chamossaire, soit du sud de cet axe. Cet arrachement dissymétrique est parfaitement compréhensible puisque la masse aurait marché obliquement à la direction des plis actuels postérieurs à son passage.

[2] D'après M. Michel-Lévy, qui a bien voulu examiner mes plaques minces, le Flysch très détritique qu'on remarque à la partie supérieure de ce terrain dans le val d'Illiez, c'est-à-dire sous le lambeau de recouvrement de la Pointe de l'Haut et sous les massif de Culet et de Savonaz, ne serait formé que de débris très frais de protogine. M. Sarasin fait remarquer aussi dans son mémoire sur les roches du Flysch, que les brèches du Niesen tirent leurs éléments de la première zone cristalline. La partie tout à fait supérieure du Flysch du val d'Illiez, y compris la brèche de Chatillon (vallée du Giffre), serait donc du Flysch du Niesen superposé au Flysch des Hautes-Alpes.

Les klippes, restes morcelés de la même nappe, produisent en petit des champs d'affaissement analogues sous la forme des grands synclinaux évasés qui les contiennent.

La rencontre de la protubérance cristalline placée dans la vallée du Rhône sous l'emplacement actuel des Dents du Midi et de Morcles, comme j'en ai précédemment démontré l'existence, aurait par sa résistance comme un pilier, occasionné un retard dans la marche des parties de la nappe placée immédiatement en arrière. Le glissement se serait effectué plus facilement à droite et à gauche, d'où les deux protubérances de la nappe des Préalpes et d'où la naissance de l'arête de rebroussement de la vallée du Rhône. Ce sont de semblables arêtes, produits par l'existence de rides plus anciennes que le soulèvement définitif des Alpes, qui auraient peut-être divisé la grande nappe en la partageant en Préalpes et en régions de klippes. L'érosion miocène aurait continué ce rôle, détruisant la plus grande partie des masses qui auraient été presque continues.

Bien qu'en écrivant ces dernières lignes je me sente beaucoup plus porté vers l'hypothèse formulée en 1884 par M. Marcel Bertrand, puis reprise par M. Schardt en 1893, avec des données si neuves qu'on pourrait la considérer comme nouvelle, je ne veux cependant pas conclure. Ma propre expérience m'a appris par deux fois ce qu'il en coûte de s'arrêter à une solution quelconque d'un tel problème. Ce n'est pas du reste cette raison qui m'empêche de conclure, puisqu'il ne me reste plus guère de choix après l'abandon complet de mes deux premières hypothèses, mais c'est uniquement l'absence de documents importants dont on sent le besoin pour acquérir la certitude absolue. Le problème est certainement un des plus difficiles de la géologie alpine, puisqu'il entraîne l'histoire de presque toute la chaîne. Il faut donc attendre que tous les documents soient réunis avec les mêmes soins que ceux que mes éminents maîtres, MM. Renevier et Michel-Lévy, ont exigés de moi, et cela non seulement dans le reste des Préalpes et des klippes, mais le long du Rætikon, de l'Algaü, jusque dans les Alpes de Salzbourg et peut être plus loin encore. Il faut attendre aussi qu'une étude complète des brèches du Flysch de la partie nord de la zone du Briançonnais ait été effectuée, et enfin arriver à la démonstration, par les méthodes pétrographiques, que les roches métamorphiques calcaires conservées en Suisse sur l'axe et dans les flancs de l'éventail central alpin sont des roches de même âge, de même origine, que celles que nous montrent, non tous les terrains des Préalpes, mais au moins les plus inférieurs. C'est donc par le doute, mêlé cependant de conviction, que je termine ce travail.

PRINCIPALES CORRECTIONS RELATIVES AUX CARTES, AU 80.000e.

FEUILLE ANNECY.

Massif de la Haute-Pointe. — Ajouter une petite bande de Cargneule partant du *ti* du mot Crêt-Rô*ti* et allant jusqu'au col placé sous le *H* du mot *H*aute-Pointe.

Le synclinal crétacé qui se dirige au sud de la lettre *t* du mot Hau*t*e-Pointe est colorié par erreur avec la teinte du Dogger.

Ajouter une petite bande de Dogger le long du Malm dans le point où il décrit une courbe au nord de la lettre *e* du mot Vanne, et enlever le trait fort de la faille de ce point jusqu'à la lettre *ô* de Crêt-Rôti.

Massif de la Pointe d'Orchez. — Ajouter une petite tache de Flysch à l'ouest du point 546.

Supprimer la bande de Trias qui longe le Giffre de Matringe au Maillet. De là, au sud, la remplacer par la teinte du Crétacé supérieur.

FEUILLE THONON.

Massif de Tréveneusaz. — Le col qui sépare ce massif de la Pointe du Corbeau est très mal cartographié. Dans l'impossibilité d'indiquer les nombreuses corrections, je renvoie au texte, chapitres X et XIII, § 3, de la troisième partie.

Bas-Valais. — Corriger les contours dans le ravin du torrent de Revereulaz d'après le panorama (Planche VII).

Ajouter un lambeau de Crétacé supérieur à *V* du mot *V*ionnaz et remplir le contour au *o* du même mot par la teinte du Flysch.

Voir aussi la Planche VIII pour les corrections à apporter dans le val d'Illiez.

Région de la Brèche entre les vallées de la Drance d'Abondance et du Rhône. — Supprimer la Brèche supérieure du Pic de Morclan ; la remplacer par la Brèche inférieure. La Brèche supérieure du Pic de Cholonge n'existe que près du sommet.

Ajouter une petite tache de Trias entre les chalets de Barbassine et de Rys.

Ajouter une petite bande de Trias (calcaires dolomitiques triturés) le long de la ligne de chevauchement vers le *f* du mot Ch[t] neu*f*.

Massif de la Pointe de Grange. — Le petit angle avançant de Brèche supérieure qu'on remarque sur la rive droite du vallon de Charmy, directement à l'extrémité du pli frontal du massif de la Brèche, n'est pas lié avec la Brèche. C'est un fragment détaché entouré de Flysch et de Crétacé.

A l'extrémité orientale du massif, il faut arrêter les Schistes ardoisiers au *taz* du mot Trébantaz, et les remplacer par les Schistes inférieures auxquels passe latéralement la Brèche inférieure.

Ajouter une petite bande, très étroite, de Flysch entre le Crétacé et la Brèche supérieure à l'ouest du point 2.086.

Massif du Pic de la Corne. — La petite tache de Flysch, au nord de Lesse, est du Houiller.

TABLE DES FIGURES

Figures.		Pages.
1.	— Le pointement des Farquets	35
2.	— Coupe du Trias du col de Coux (Illiez)	50
3.	— Coupe du Trias de Geblu	53
4.	— Plan du gisement des Gyroporelles du sentier de Muraz à Plex	54
5.	— Discordance de la Brèche inférieure sur le Trias de Matringe	75
6.	— Coupe schématique du complexe de la Brèche du Chablais	88
7.	— Le col de Chavan, la Pointe de Vésine et la Haute-Pointe	111
8.	— Pli sous l'arête des Chavanettes	111
9.	— Escarpement de la Haute-Pointe	112
10.	— Faille dans le paroi de la Haute-Pointe	114
11.	— Les plis sur Matringe	117
12.	— Coupe de la route sous Mieussy	120
13.	— Coupe du lacet supérieur de la route du col de Coux (Orchez)	122
14.	— Faille dans le sommet de la Pointe d'Orchez	123
15.	— Synclinal couché de la Pointe d'Orchez	124
16.	— Le Roc d'Enfer vu de la vallée de Bellevaux	127
17.	— La voûte du Roc d'Enfer vue de Grivacu	128
18.	— La voûte du Roc d'Enfer, vue du sud-est	128
19.	— Les Pointes des Nions et d'Angolon	133
20.	— Faille entre la Brèche supérieure et le Flysch en amont du Pont des Gets.	136
21.	— Les Hautforts et la Pointe de Ressachaux	139
22.	— Faille dans le paroi de la Tête du Géant	141
23.	— Recouvrement du massif de la Brèche au signal de la Croix	144
24.	— Coupe du Signal de la Croix	144
25.	— La Pointe de Grange vue du Signal de la Croix	146
26.	— La Pointe de Grange vue de la Pointe du Corbeau	147
27.	— Pli frontal de la région de la Brèche dans la Pointe de Grange	148
28.	— Pli transversal du vallon de Montriond	151
29.	— Escarpement d'Onnaz sur Draversaz	158
30.	— Coupe du vallon de Draversaz	158
31.	— Les Pointes de Vésine et de Chalune	164
32.	— La Pierre Saône	166
33.	— Ecaille de Crétacé à l'ouest de Taninge	170
34.	— Plan de la gorge du Foron en amont de Taninge	171
35.	— Coupe de la gorge du Foron	171
36.	— id. id.	172

37. — Cascade du premier torrent des Granges-Chavonnes..... 176
38. — Le col de la Golèze..... 177
39. — Le col de Coux et les Hautforts..... 177
40. — Coupe du col de Coux (val d'Illiez)..... 178
41. — Coupe du col de Morgins..... 183
42. — La Pointe de Grange et le flanc droit du vallon de Charmy..... 195
43. — Le pli anticlinal de la combe de Louenne (Trébante)..... 197
44. — Le vallon de Sérannant (Pic de la Corne, Roc de Tavaneuse)..... 200
45. — Percée des Préalpes médianes sous la masse recouvrante de la Brèche, au-dessus d'Essert-la-Pierre..... 201
46. — Tête anticlinale plongeante de quartzite du col du Brion..... 203
47. — Succession des mouvements dans la dislocation du pli frontal du massif de la Brèche, près St-Jean-d'Aulph..... 205
48. — Le haut du val d'Illiez..... 209
49. — La Croix de Culet..... 211
50. — Coupe passant par le sommet de Savonnaz et la Croix de Culet..... 212
51. — La montagne de Savonnaz..... 215
52. — Coupe des montagnes de Savonnaz et de Ripaille..... 217
53. — La montagne de Ripaille..... 218
54. — La Pointe de l'Haut..... 227
55. — Coupe schématique du val d'Illiez..... 234
56. — Déformation de l'écaille de Crétacé du val d'Illiez..... 246
57. — Coupe longitudinale du massif de la Brèche..... 248
58. — Explication hypothétique des pointements du Flysch des Gets..... 249
59. — Coupe schématique du Pli des Pléyades..... 265
60. — Coupe hypothétique du chevauchemeut des Préalpes sur la Mollasse du Bouveret..... 266
61. — Coupe transversale des collines du Faucigny..... 268

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Préface..... 1
Ouvrages relatifs à la région étudiée..... 3

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION

Généralités sur les Préalpes romandes..... 7
A Terrains des Préalpes..... 9
B Subdivisions des Préalpes..... 10
I. Zone bordière de Flysch..... 10
II. Préalpes médianes..... 11
III. Zone du Flysch du Niesen..... 14
IV. Zone intérieure ou zone triaso-jurassique de contact..... 14
V. Régions des Brèches du Chablais et de la Hornfluh..... 15
Historique..... 17
Aperçu géographique de la région étudiée..... 24

DEUXIÈME PARTIE

Stratigraphie..... 29
Chapitre Ier. — *Roche cristallines et roches éruptives*..... 29
§ 1. Historique..... 29
§ 2. Les Roches..... 30
§ 3. Distribution et description des affleurements..... 30
I. La Rosière. — II. Les Bonnes. — III. La Tourne. — IV. La Mouille-Ronde. — V. Les Attraits. — VI. Les Lanches. — VII. Mont-Caly. — VIII. Farquet.
§ 4. Distribution des pointements. Relations avec les roches environnantes.. 36
Chapitre II. — *Terrain houiller*..... 41
Chapitre III. — *Terrain permien*..... 45
Chapitre IV. — *Terrain triasique*..... 47
§ 1. Généralités..... 47

§ 2. Le Trias de la région de la Brèche..... 48
Quartzite. — Trias moyen et supérieur.
§ 3. Le Trias des Préalpes médianes..... 52
Chapitre V. — *Terrain rhétien*..... 56
Généralités. — Affleurements des Préalpes médianes. — Affleurements de la région de la Brèche. — Fossiles. — Extension. — Comparaison avec d'autres régions. — Faciès.
Chapitre VI. — *Terrains liasiques*..... 63
Chapitre VII. — *Le Dogger*..... 67
Chapitre VIII. — *Le Malm*..... 69
Chapitre IX. — *La Brèche du Chablais*..... 70
§ 1. Généralités et historique..... 70
§ 2. Subdivisions du calcaire-brèche du Chablais..... 71
I. Schistes inférieurs. — II. La Brèche inférieure. — III. Les Schistes ardoisiers. — IV. La Brèche supérieure.
§ 3. Matériaux de la Brèche. — Sa distinction d'avec les roches détritiques du Flysch..... 78
§ 4. Rôle orographique de la Brèche du Chablais..... 79
§ 5. Age du complexe de la Brèche du Chablais..... 81
§ 6. Formation de la Brèche..... 82
Chapitre X. — *Terrains crétacés*..... 92
Chapitre XI. — *Le Flysch*..... 97
Chapitre XII. — *La Mollasse rouge*..... 102
Chapitre XIII. — *Dépôts quaternaires*..... 103
Alluvion ancienne. — Dépôts glaciaires. — Cônes de déjection. — Eboulis. — Tuf. — Marécages. — Sources. — Ejections gazeuses.

TROISIÈME PARTIE

TECTONIQUE

Description géologique détaillée

Chapitre I. — *Les plis des Préalpes médianes entre le haut de la vallée du Brévon (Drance de Bellevaux) et le Giffre*..... 110
Chapitre II. — *Le massif de la Pointe d'Orchez*..... 120
Chapitre III. — *La région de la Brèche du Chablais entre le Roc d'Enfer et la vallée du Giffre*..... 127
Chapitre IV. — *La partie sud-est du massif de la Brèche du Chablais de la vallée du Giffre à la Drance du Biot*..... 132
Chapitre V. — *Le Flysch de la région de la Brèche du Chablais entre les vallées du Giffre et de la Drance du Biot*..... 135
Chapitre VI. — *Le flanc oriental du synclinal de la Brèche du Chablais entre la Drance du Biot et le col de Morgins*..... 139
Chapitre VII. — *La région de la Brèche du Chablais comprise entre la vallée d'Abondance et la vallée du Rhône*..... 142

Chapitre VIII. — *Le massif de la Pointe de Grange*..... 146
Chapitre IX. — *La partie du massif de la Brèche du Chablais comprise entre le vallon de Charmy et le Roc d'Enfer*..... 150
§ 1. Partie comprise entre le vallon de Charmy et la Drance du Biot, au sud-est de la bande crétacée de Séranant à Essert-la-Pierre..... 150
§ 2. Partie comprise entre le Pic de la Corne et la Drance du Biot (Massif du Pic de la Corne)..... 152
§ 3. Partie comprise entre la Drance du Biot et le Roc d'Enfer..... 154
Chapitre X. — *Le massif de Tréveneusaz et la Mollasse rouge du val d'Illiez*..... 156
Chapitre XI. — *Ecaille indépendante du Lias à Gryphées du val d'Illiez*..... 161
Chapitre XII. — *Relations de la région de la Brèche et des Préalpes médianes entre la vallée du Brévon et Taninge* (vallée du Giffre)..... 164
Chapitre XIII. — *Relations du massif de la Brèche avec le Flysch de la vallée du Giffre et du val d'Illiez jusqu'au massif de Tréveneusaz*..... 174
§ 1. Relations du massif de la Brèche avec le Flysch entre Taninge et le col de Coux (Illiez). — La rive gauche du Giffre..... 174
§ 2. Relations du massif de la Brèche avec le Flysch du val d'Illiez. Lambeaux de recouvrement du val d'Illiez et de Morgins..... 178
§ 3. Relations du massif de la Brèche et du massif de Tréveneusaz..... 194
Chapitre XIV. — *Relations du massif de la Brèche du Chablais avec les Préalpes médianes dans le massif de la Pointe de Grange*..... 195
Chapitre XV. — *Relations du massif de la Brèche avec les Préalpes médianes dans la partie comprise entre le vallon de Charmy et le Roc d'Enfer*.. 208
Chapitre XVI. — *Les Montagnes de Culet, de Savonnaz et de Ripaille*..... 210
§ 1. La montagne de Culet..... 214
§ 2. La montagne de Savonnaz..... 218
§ 3. La montagne de Ripaille..... 221

QUATRIÈME PARTIE

Discussion et interprétation des faits observés

Chapitre I. — *Relation de la région de la Brèche du Chablais avec les Préalpes en général. — Le massif de la Brèche chevauche sur les régions avoisinantes*..... 223
Chapitre II. — *La région de la Brèche a-t-elle ou n'a-t-elle pas racine en profondeur?*..... 223
§ 1. Hypothèse du pli en champignon..... 224
§ 2. Le massif de la Brèche du Chablais est sans racine..... 228
§ 3. Les massifs de la Hornfluh-Spielgärten et de la Brèche du Chablais ne formaient primitivement qu'une seule bande..... 229
§ 4. La région de la Brèche ne peut venir que du sud-est..... 230
Chapitre III. — *Relations de la zone du Chablais avec les Hautes-Alpes calcaires*.. 231
§ 1. Relations des deux chaînes entre les vallées du Rhône et de l'Aar..... 233
§ 2. Relations des deux chaînes entre les vallées du Rhône et de l'Arve..... 235
§ 3 La vallée de l'Arve..... 241
§ 4. Résumé. — Les Préalpes sont en repos anormal sur leur pourtour..... 241

Chapitre IV. — *Les Préalpes sont formées par quatre zones indépendantes*..... 242
Chapitre V. — *Hypothèses relatives à la position des pointements cristallins du Flysch des Gets*..... 244
§ 1. Explication relative aux lambeaux de terrains pincés entre le Trias du massif de la Brèche et le Flysch..... 245
§ 2. Les pointements du Flysch des Gets..... 246
Chapitre VI. — *Les hypothèses*..... 252
§ 1. Historique..... 252
§ 2. Les différentes hypothèses..... 254
§ 3. Parenté des Préalpes et des klippes de Suisse et de Savoie..... 255
Chapitre VII. — *Discussion des hypothèses au point de vue mécanique*..... 258
§ 1. Les klippes..... 259
§ 2. Les Préalpes..... 264
La vallée du Rhône..... 264
Les collines du Faucigny..... 267
La Mollasse du val d'Illiez..... 269
La zone intérieure de contact..... 273
Le val d'Illiez..... 275
La vallée de l'Arve..... 277
Résumé du chapitre VII..... 278
Chapitre VIII. — *Discussion des hypothèses au point de vue stratigraphique*..... 280
§ 1. La région de la Brèche du Chablais est une nappe de recouvrement venue de l'intérieur des Alpes..... 280
§ 2. Les Préalpes médianes. — La zone bordière. — La zone intérieure.... 289
Principales corrections relatives aux cartes..... 303
Table des figures..... 305
Table des matières..... 307

S E

La Chavache
2.086 m.

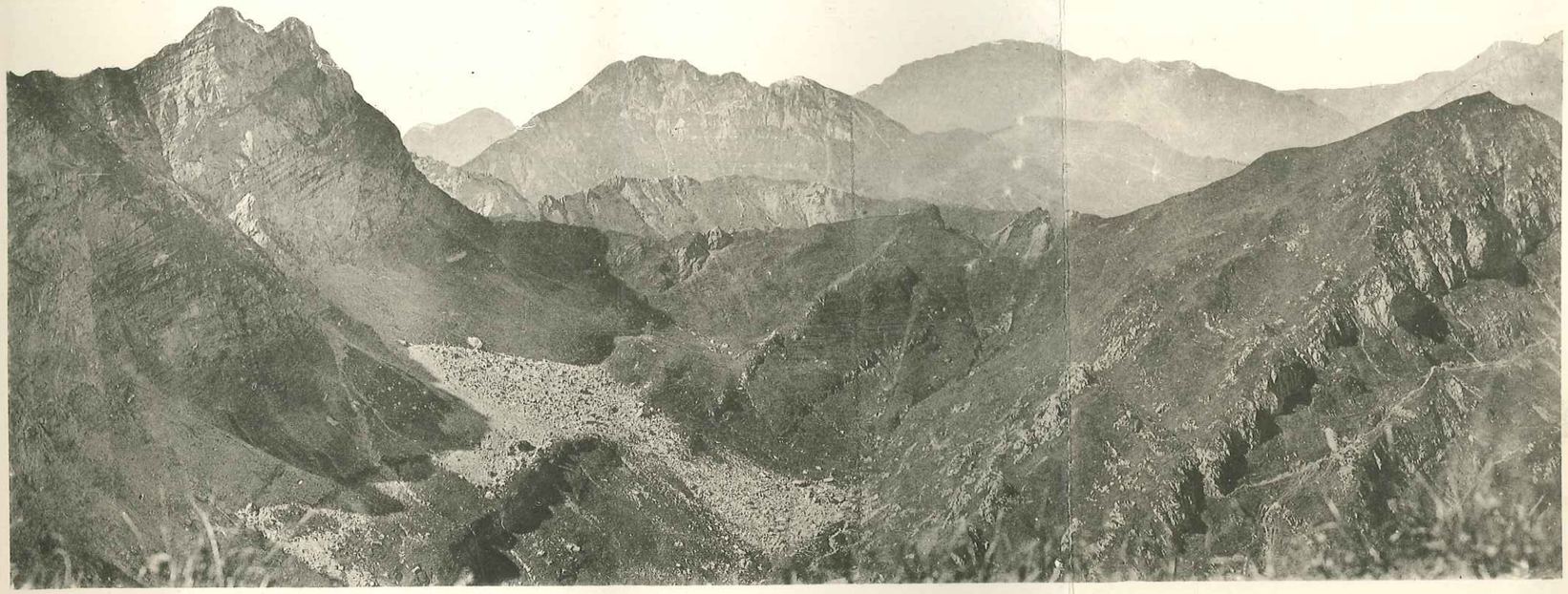
Pic de la Corne
2.078 m.

Mont Ouzon
1.880 m.

N W

Vallée de la Drance d'Abondance

Brèche supér.



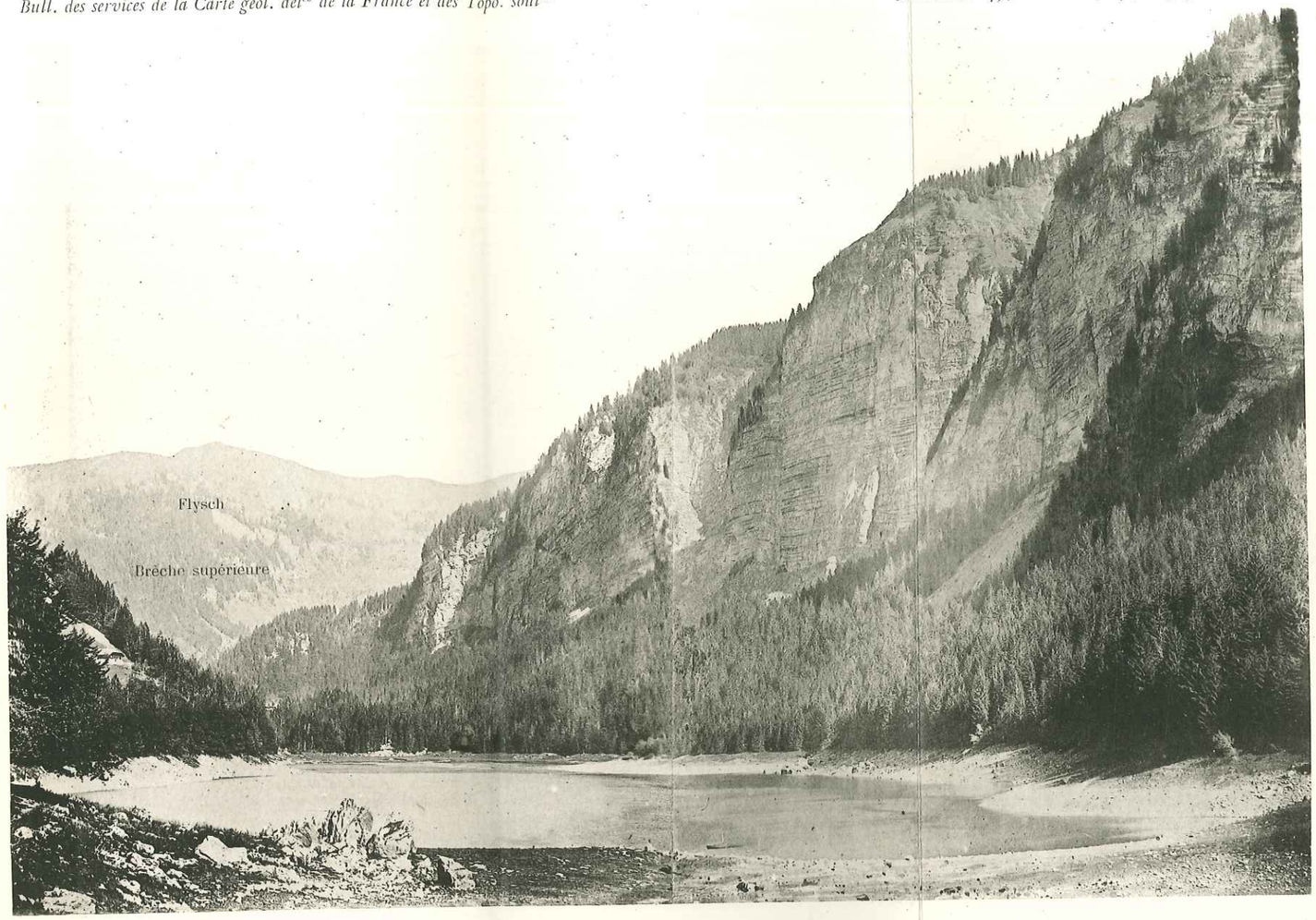
Brèche infér.

Schistes ardoisiers

Sohier et Campy, 33, rue Hallé. — Paris

Sohier, phot.

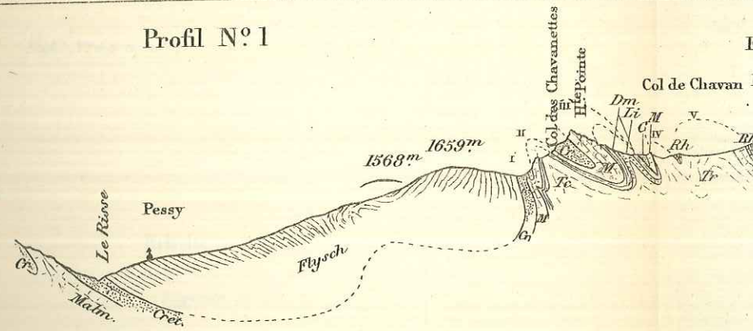
Col de Schistes ardoisiers au pied nord du sommet de la Chavache
Photographie prise de la Roche-ronde, prolongement oriental de l'arête de la Chavache



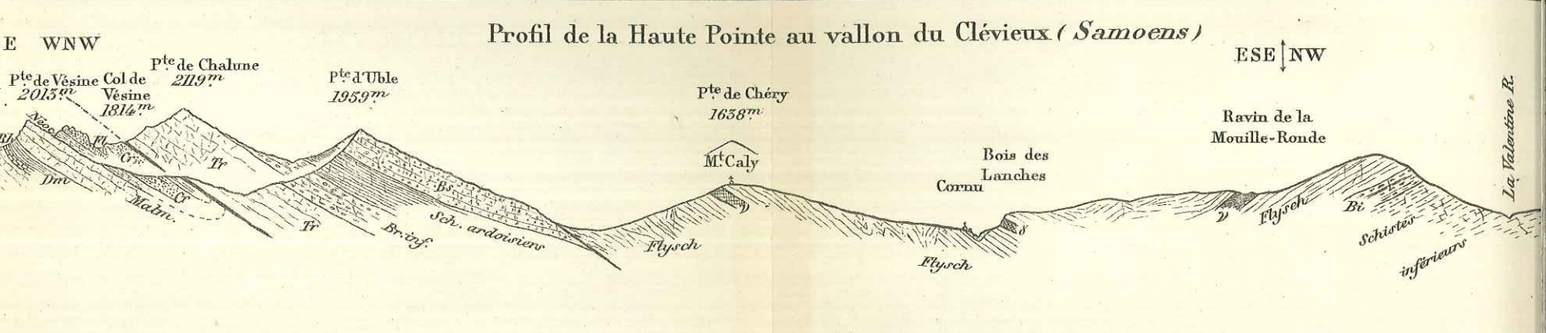
Photogr. de M. Michel-Lévy.

Le Lac de Montriond et la paroi de Brèche supérieure
Photographie prise de l'extrémité ouest du Lac

Profil N° 1

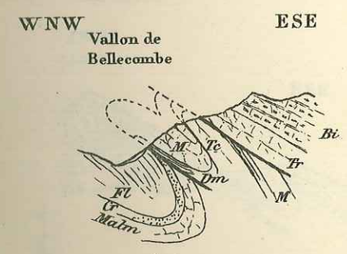


Profil de la Haute Pointe au vallon du Clévieux (*Samoens*)

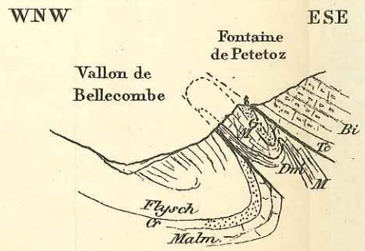


Niveau de la mer

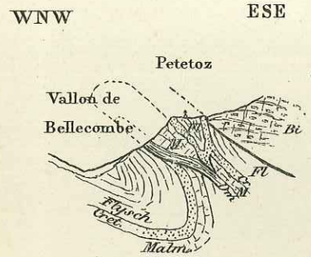
Profil N° 3



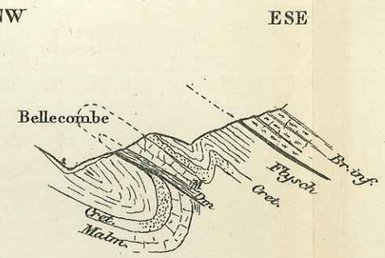
Profil N° 4



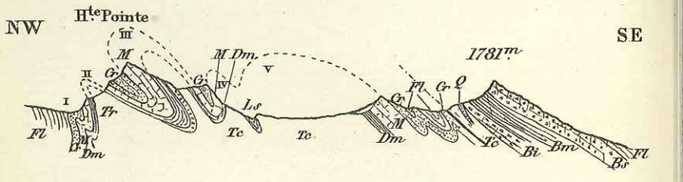
Profil N° 5



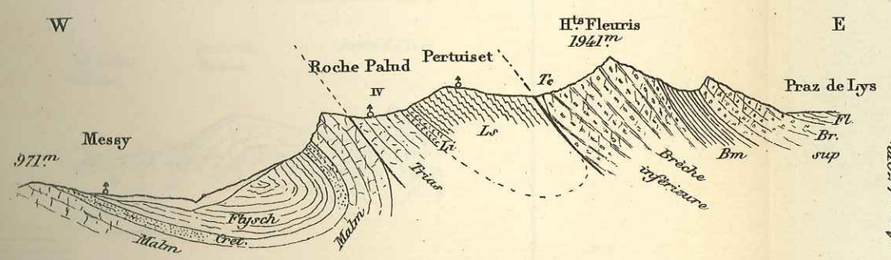
Profil N° 6



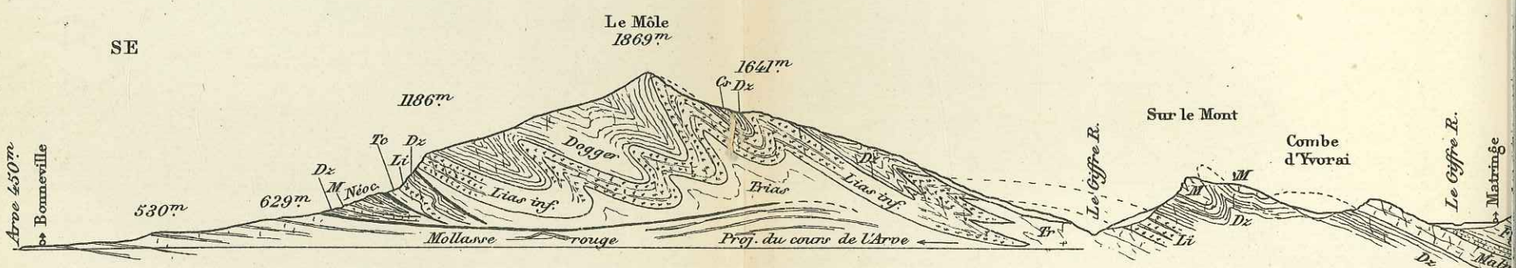
Profil N° 7



Profil N° 9



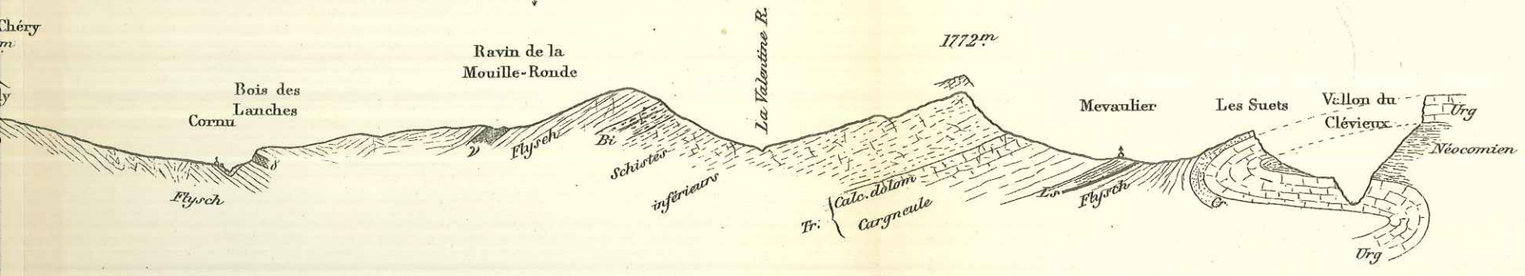
Profil N° 10 de Bonneville (*Vallée de l'Arve à Mt Caly*)



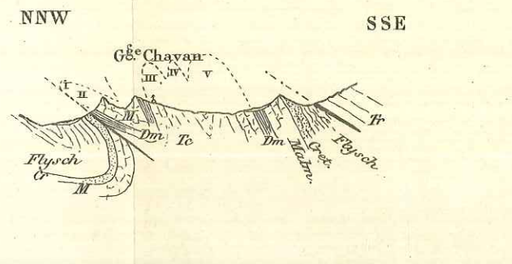
Niveau de la mer

Maurice Lugeon del.

nte au vallon du Clévieux *(Samoens)*



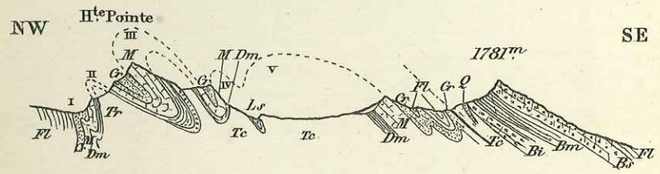
Profil N° 2



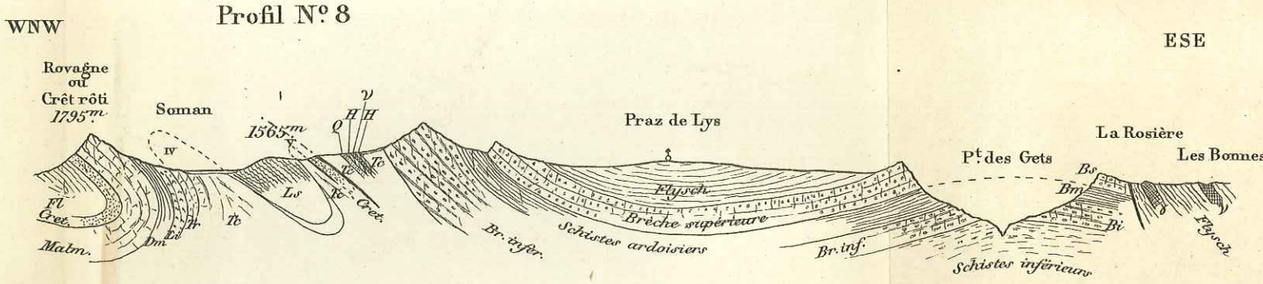
Légende

Eb Eboulis et glaciaire
O Mollasse rouge (Oligocène)
Fl Flysch
N Nummulitique
Cr Crétacé supérieur
Urg Barémien (Urgonien)
Néoc. Néocomien
M Malm
Dm Dogger à mytilus (Bath)
Dz D. à zoophyco
Bs Brèche supérieure
Bm Schistes ardoisiers
Bi Brèche inférieure
Sch.i. Schistes inférieurs
Ls Lias supérieur
Li Lias inférieur
Rh Rhétien
Fr Trias (calc dolom)
Tc Trias (cargneule) & Gypse
Q Quartzites
P Permien
H Houiller
D Roche érupt. basique
δ Protogine

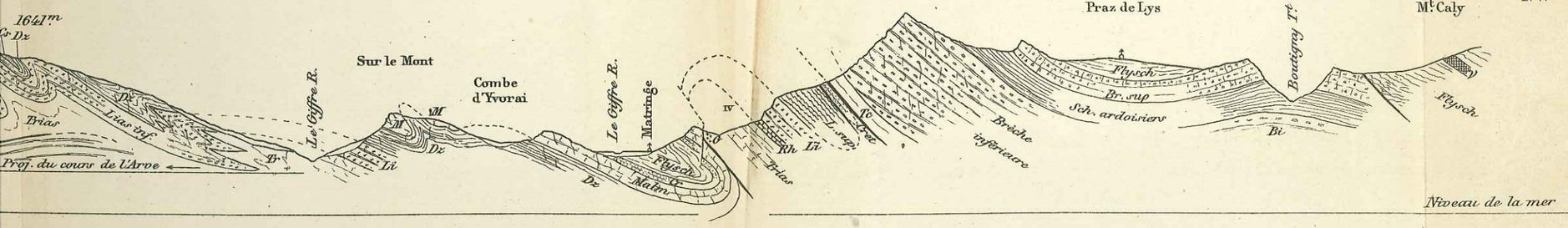
Profil N° 7



Profil N° 8

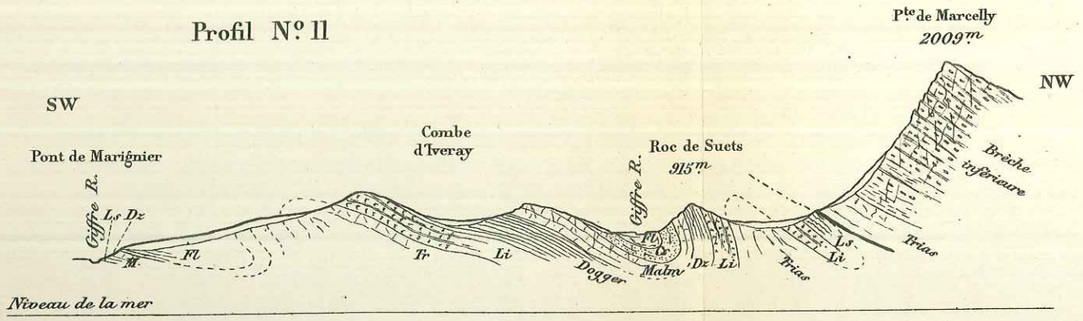


Profil N° 10 de Bonneville *(Vallée de l'Arve à Mt Caly)*

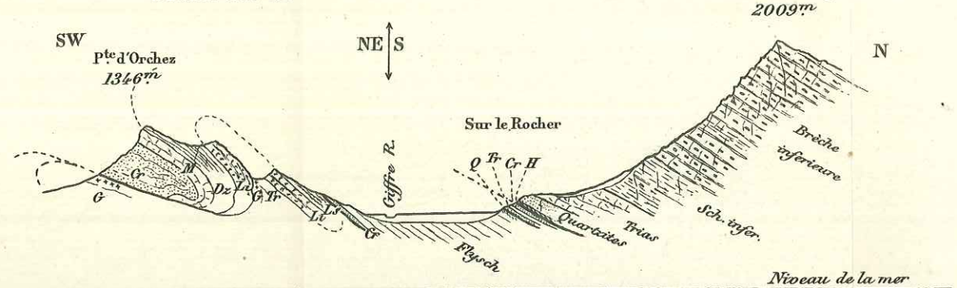


Echelle 1:50.000

Profil N° 11



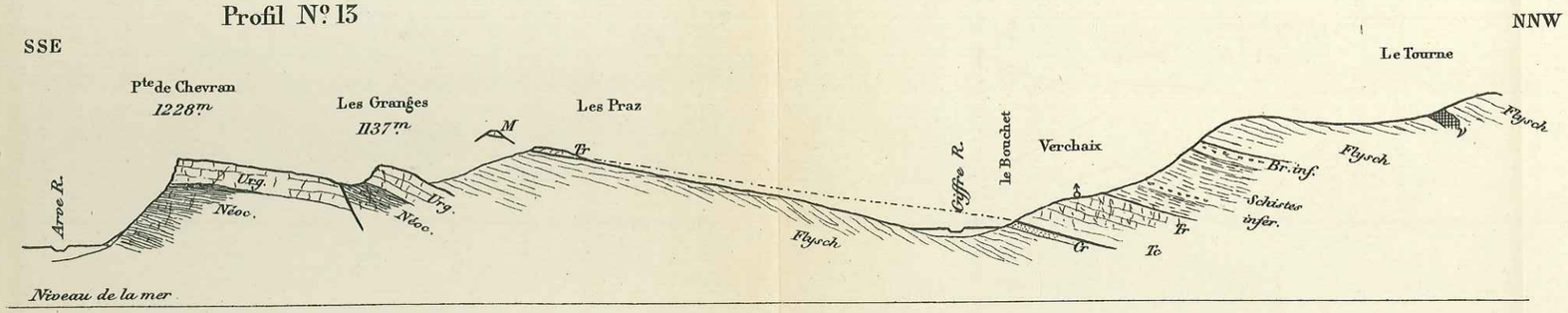
Profil N° 12



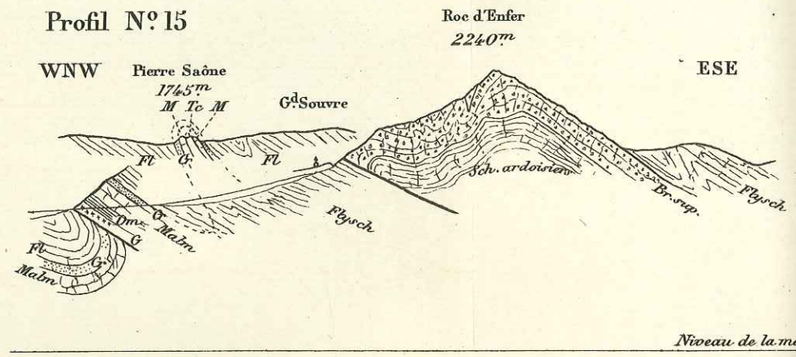
Echelle 1:50.000

Légende Pl. III

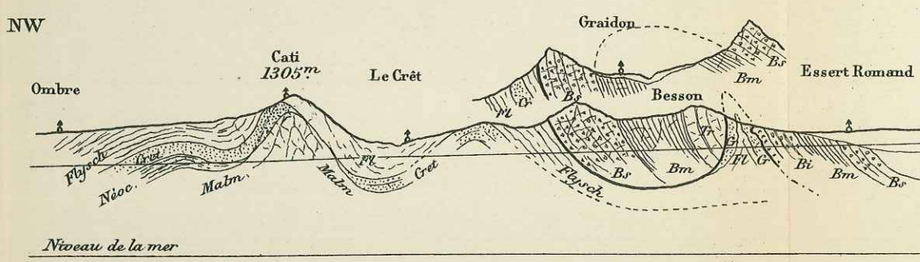
Profil N° 13



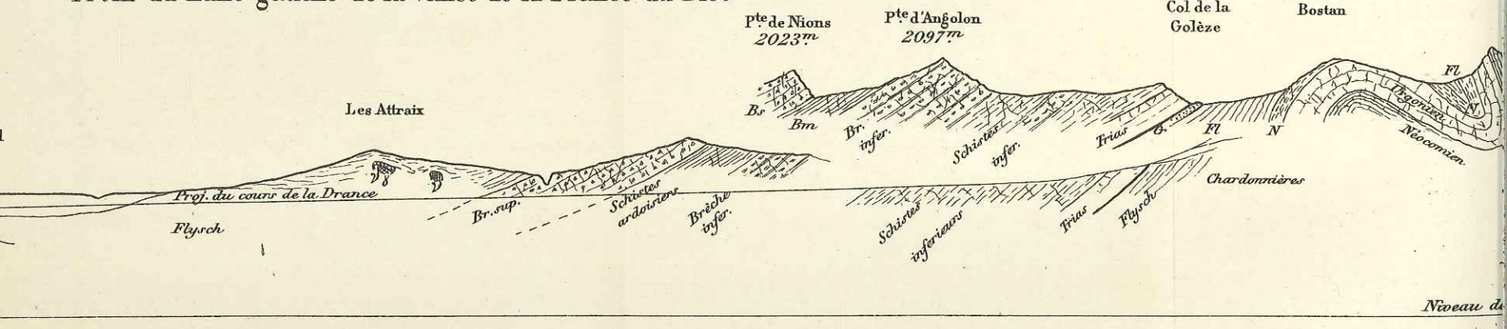
Profil N° 15



Profil N° 16

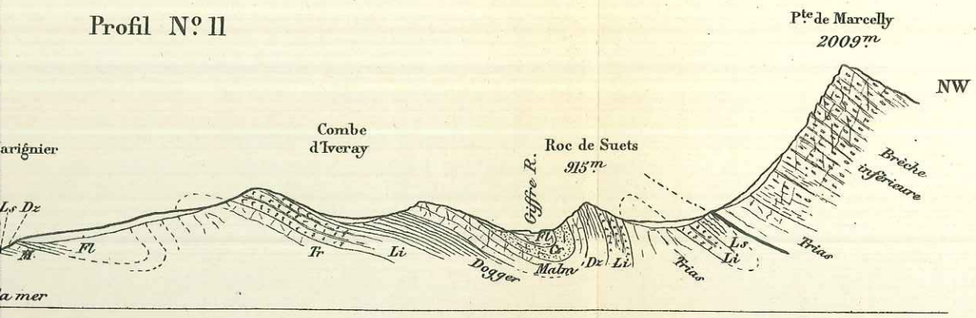


Profil du flanc gauche de la Vallée de la Drance du Biot

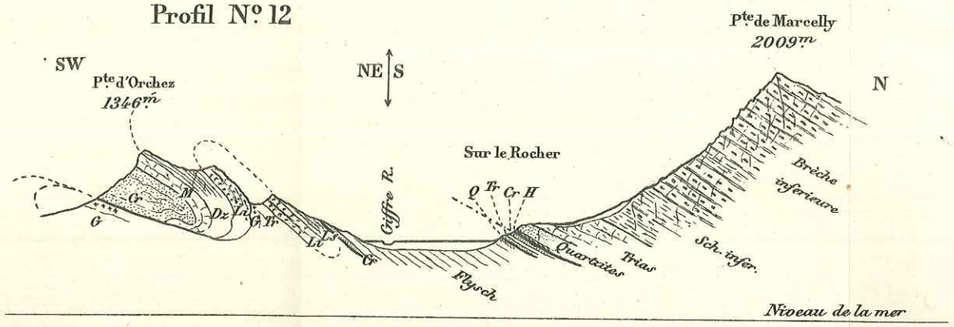


Maurice Lugeon, del.

Profil N° 11



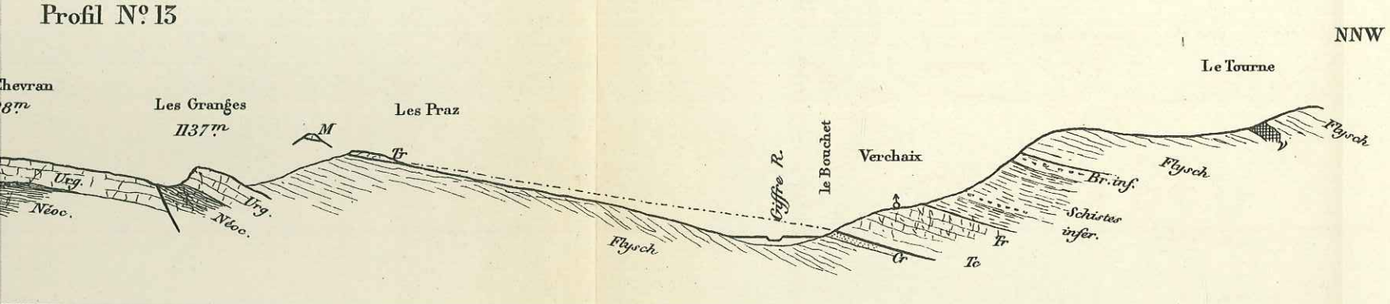
Profil N° 12



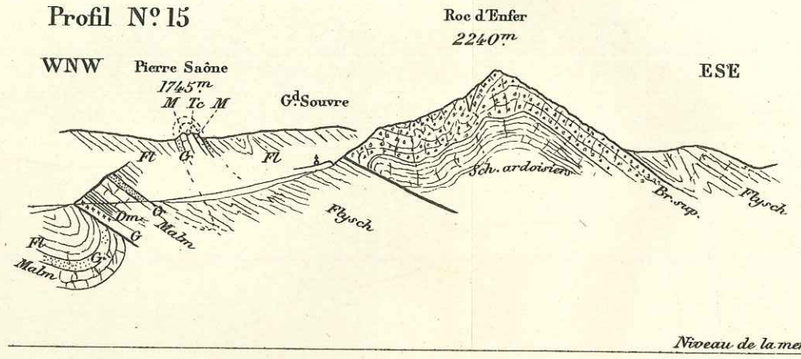
Echelle 1:50.000

Légende Pl. III

Profil N° 13

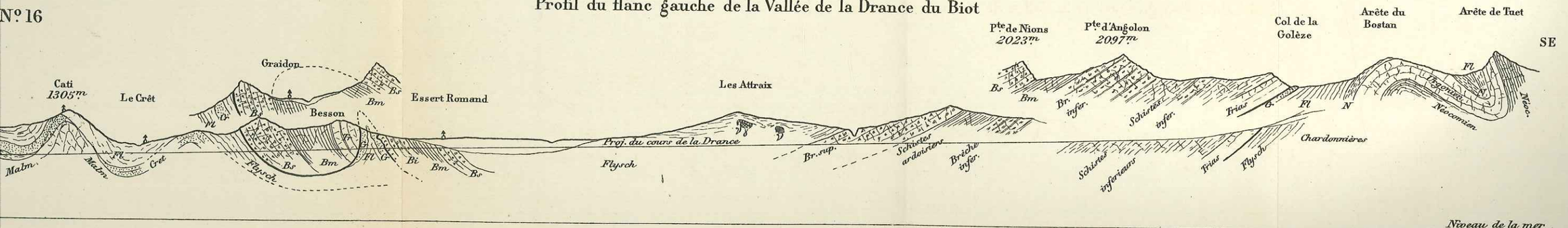


Profil N° 15

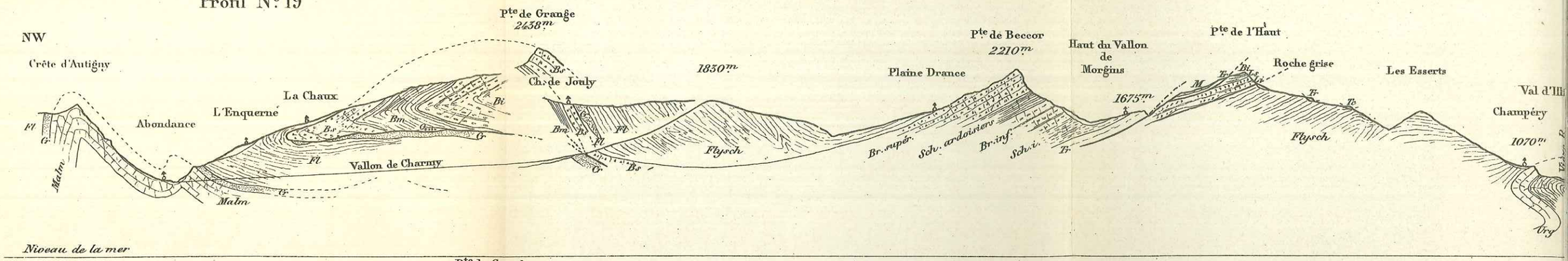


Profil du flanc gauche de la Vallée de la Drance du Biot

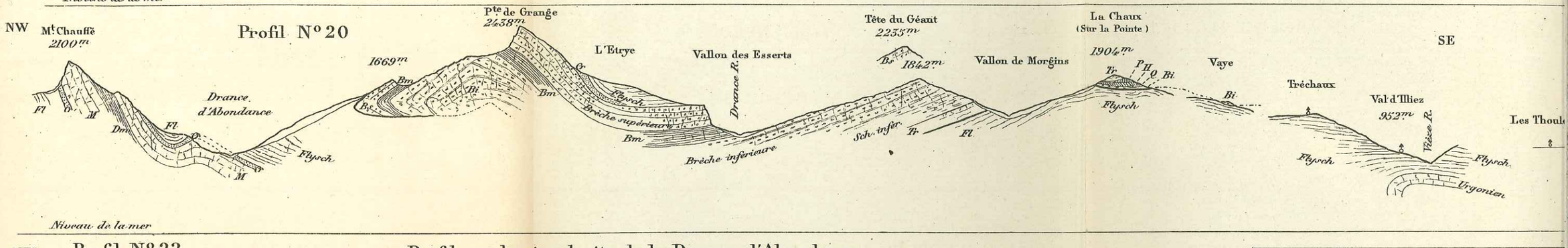
N° 16



Profil N° 19

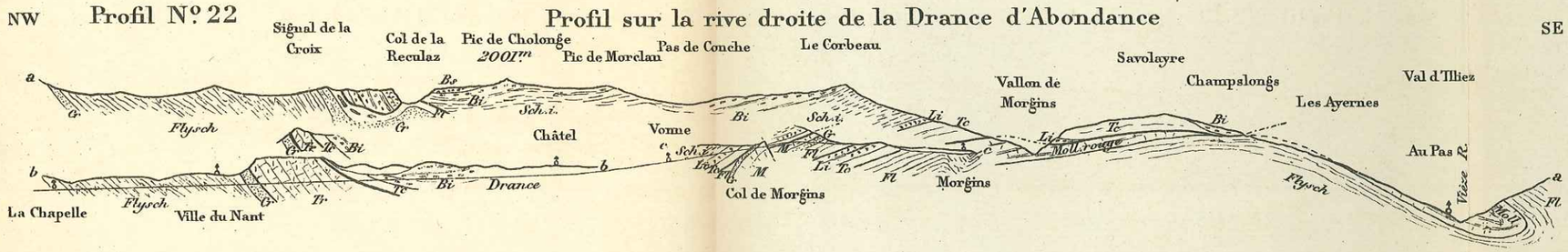


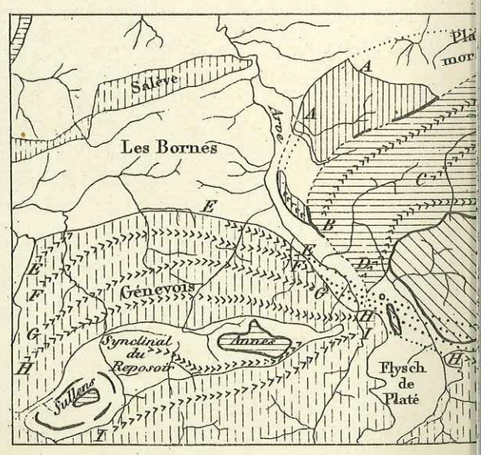
Profil N° 20



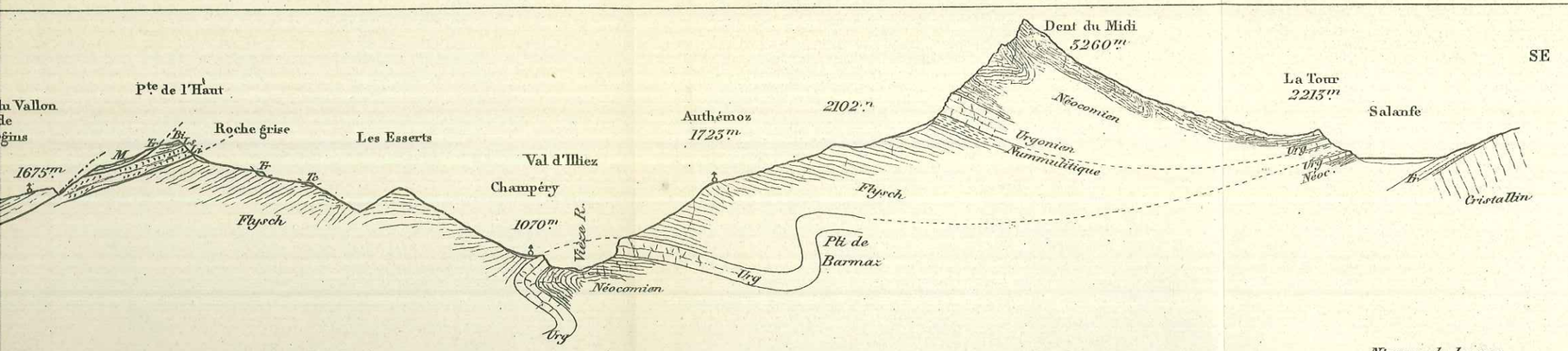
Profil N° 22

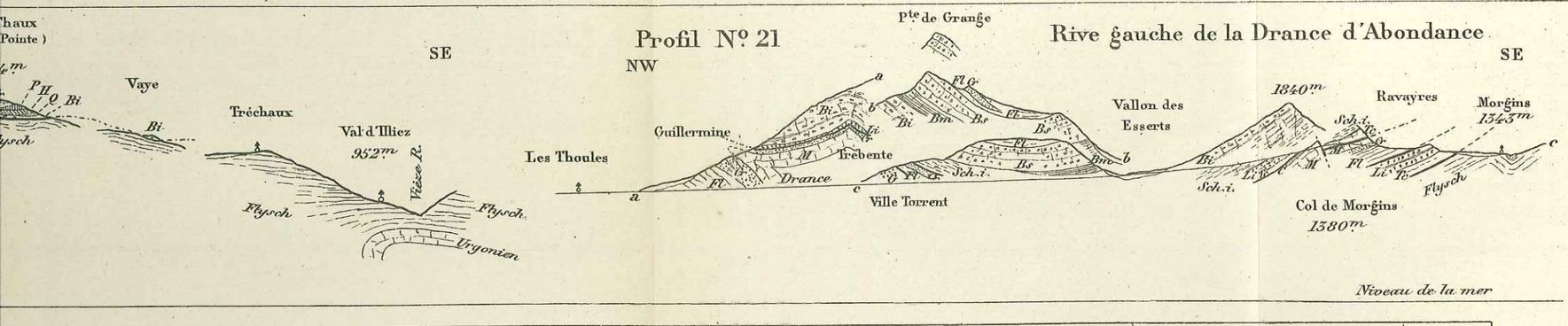
Profil sur la rive droite de la Drance d'Abondance

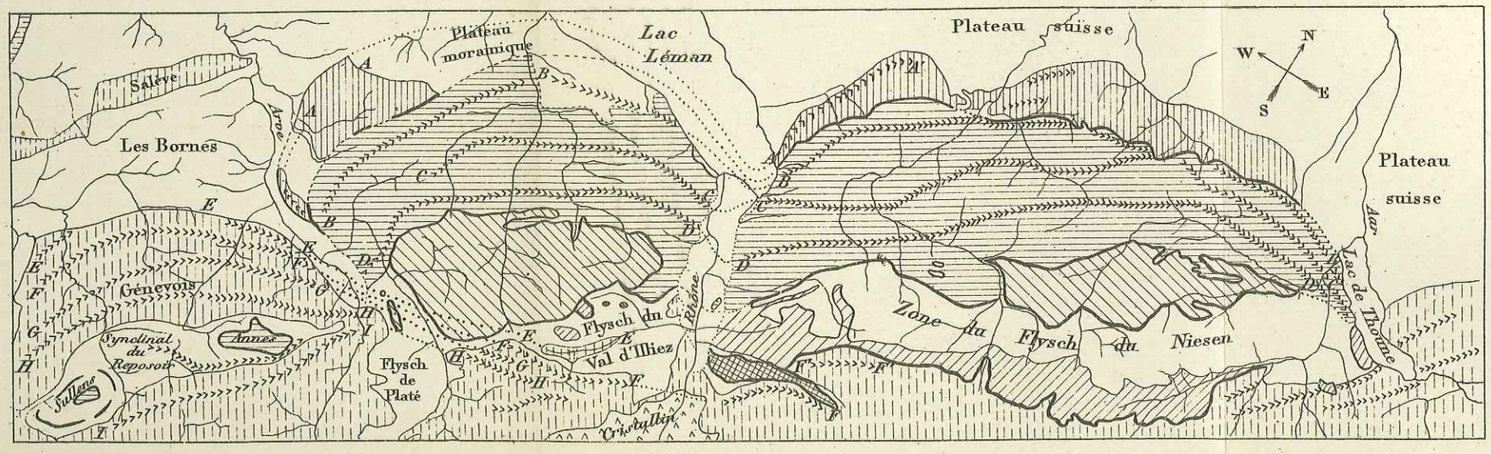




Maurice Lugeon, del.







Echelle des Profils

1:50.000 pour hauteurs et longueurs

Voir la légende Planche III

Légende de la Carte des Préalpes

Echelle 1:625.000

Zone bordure ou zone du flysch avec:

AA Anticlinal des Voirons

AA' Anticlinal des Pleyades

Préalpes médianes avec:

BB Anticlinal complexe de la zone du lias

CC Anticlinal du Cramment

DD Anticlinal des Gastlosen

Massifs de la Brèche du Chablais de Hornfluh et des Spielgärten

Zone intérieure de contact

Bande du Néocomien à céphalopodes

Hautes Alpes calcaires avec:

EE Pli, Champéry, Dessy

FF Pli de la Dt du Midi - Bostan - Parmelan

FF' Plis des Diablerets

GG Pli Les Chaux-Tiuel

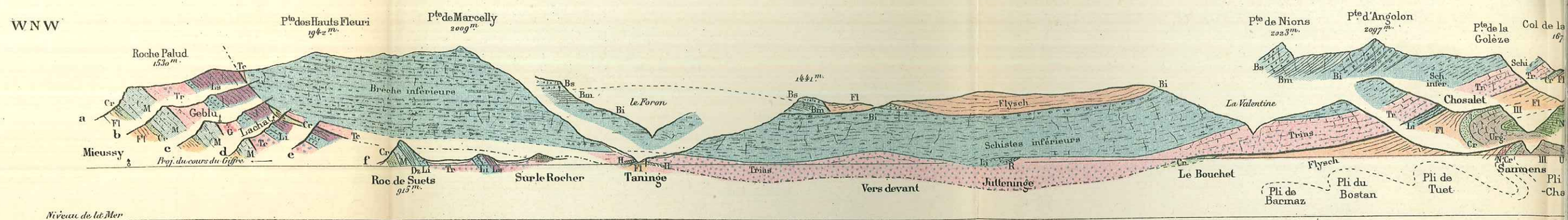
HH Pli du Burgy - Chantemerle - Crion

H Pli des Aravis

Imp. Erhard

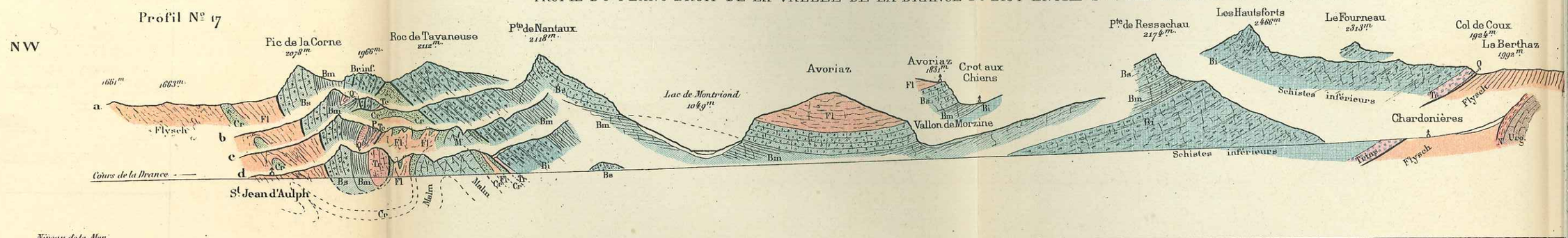
Profil N° 14

PROFIL DU FLANC NORD (DROIT) DE LA VALLÉE DU GIFFRE, DE MIEUSSY A SAMOENS.



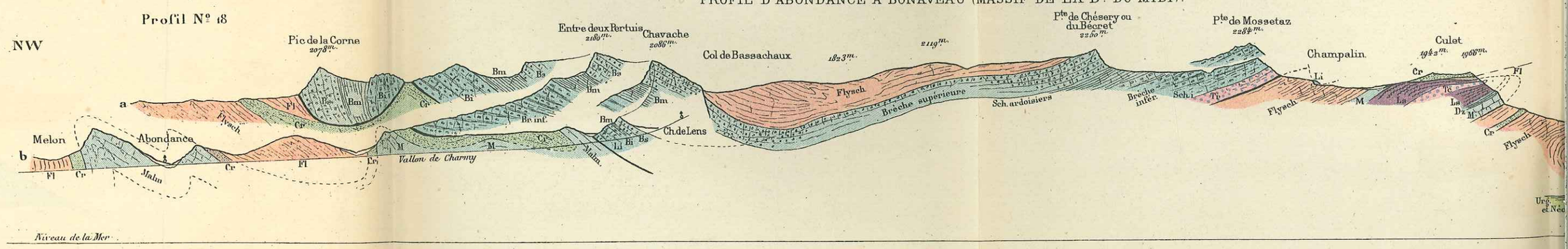
Profil N° 17

PROFIL DU FLANC DROIT DE LA VALLÉE DE LA DRANCE DU BIOT ENTRE St JEAN D'AULPH ET LE BOSTAN.



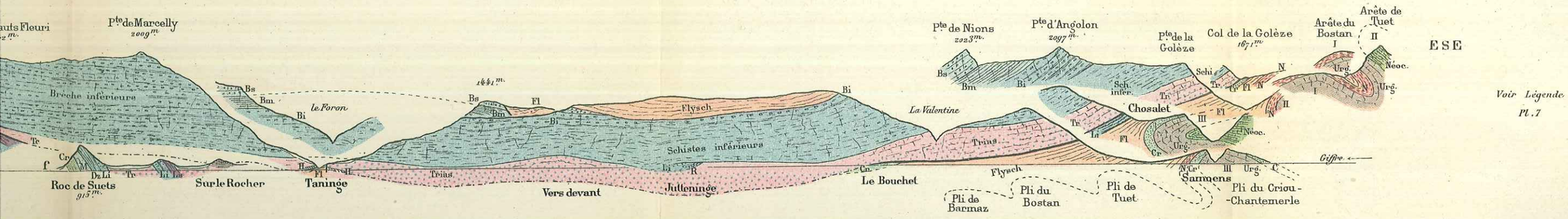
Profil N° 18

PROFIL D'ABONDANCE A BONAVEAU (MASSIF DE LA Dt DU MIDI).

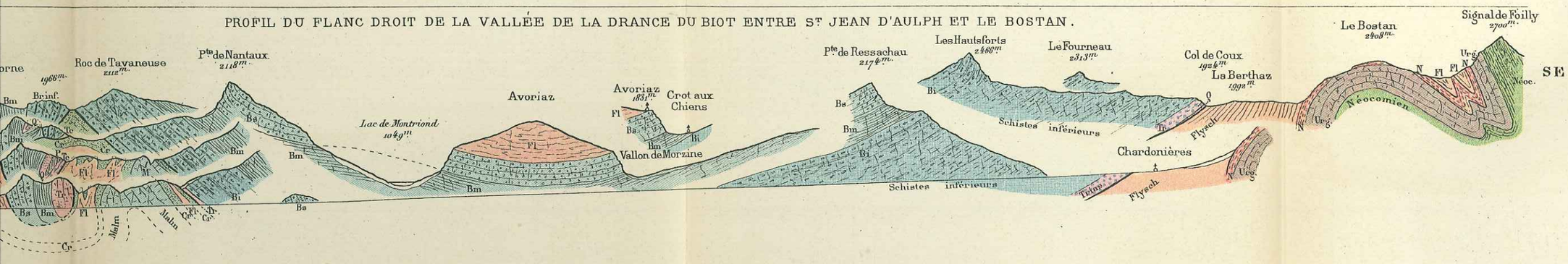


Maurice Lugeon. del.

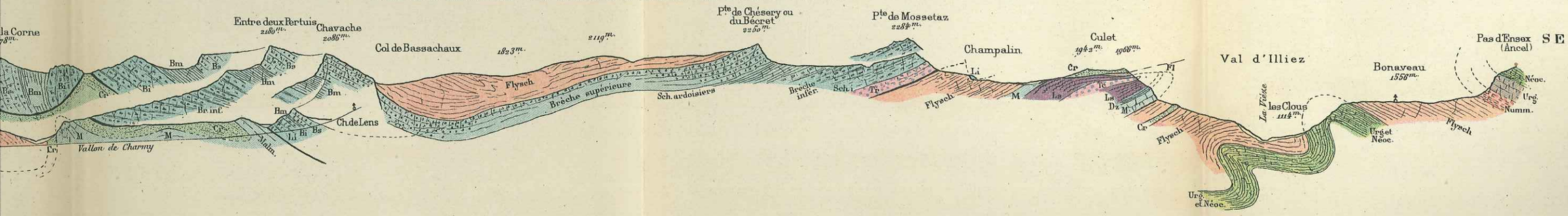
PROFIL DU FLANC NORD (DROIT) DE LA VALLÉE DU CIFFRE, DE MIEUSSY A SAMOENS.

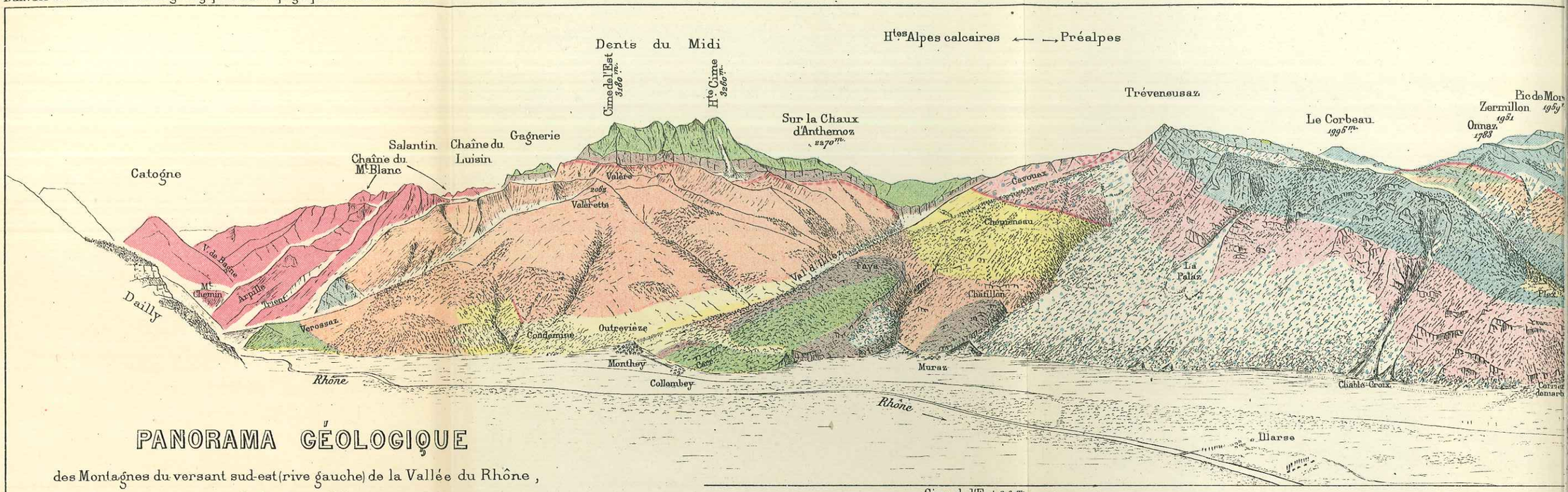


PROFIL DU FLANC DROIT DE LA VALLÉE DE LA DRANCE DU BIOT ENTRE St JEAN D'AULPH ET LE BOSTAN.



PROFIL D'ABONDANCE A BONAVEAU (MASSIF DE LA Dt DU MIDI).





PANORAMA GÉOLOGIQUE

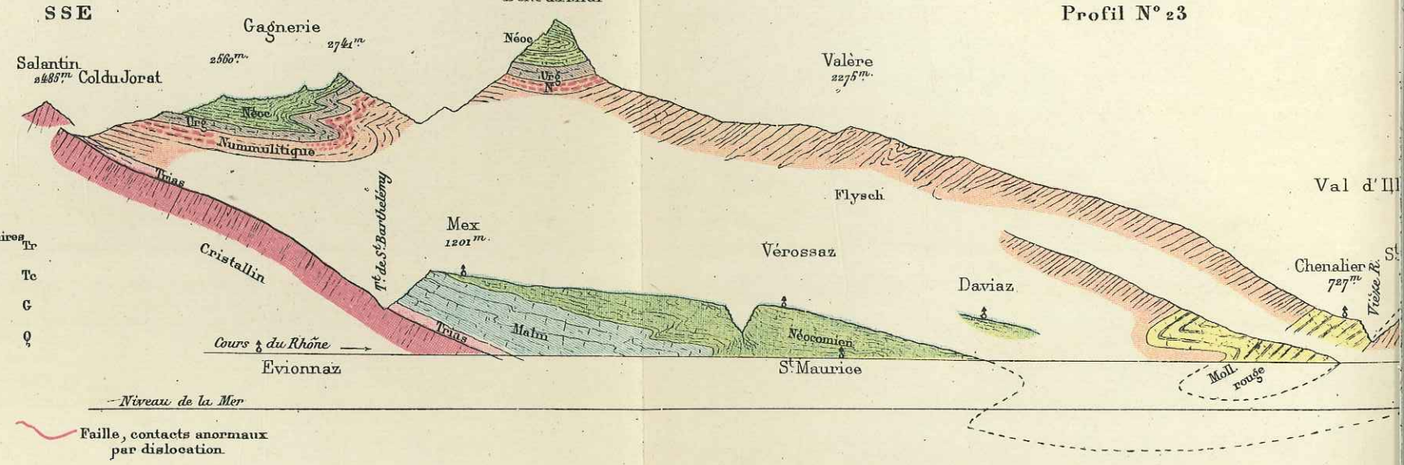
des Montagnes du versant sud-est (rive gauche) de la Vallée du Rhône, de Catogne au Léman.

Massif du Mt Blanc, Massif des Aiguilles rouges et d'Arpille, Htes Alpes calcaires (zone du Dauphiné) et Préalpes romandes (zone du Chablais).

Dessiné d'après nature du signal de Corbeyrier par Mce Lugeon (juillet 1893).

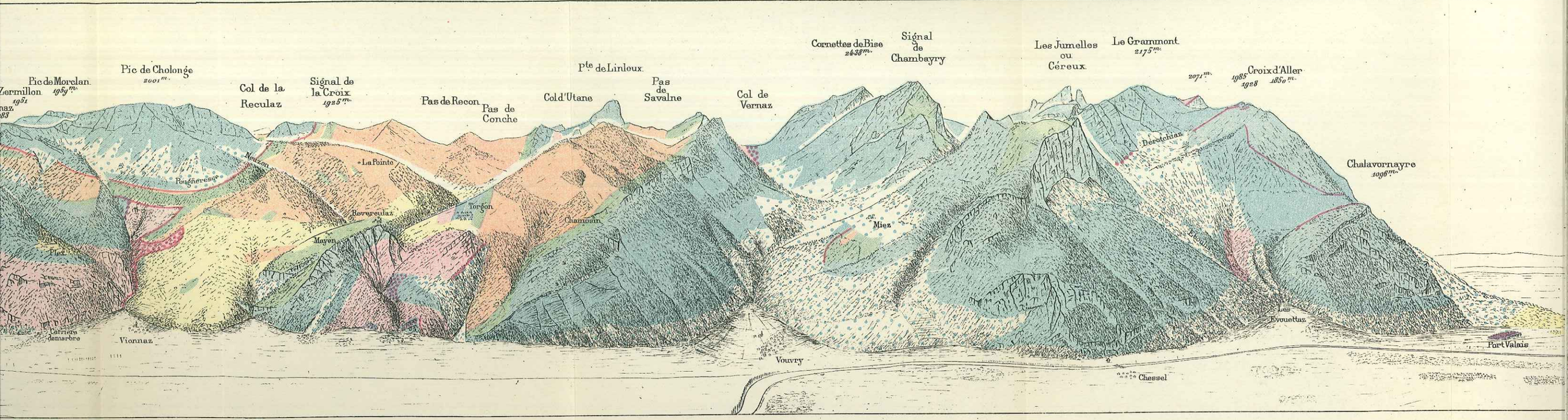
Légende

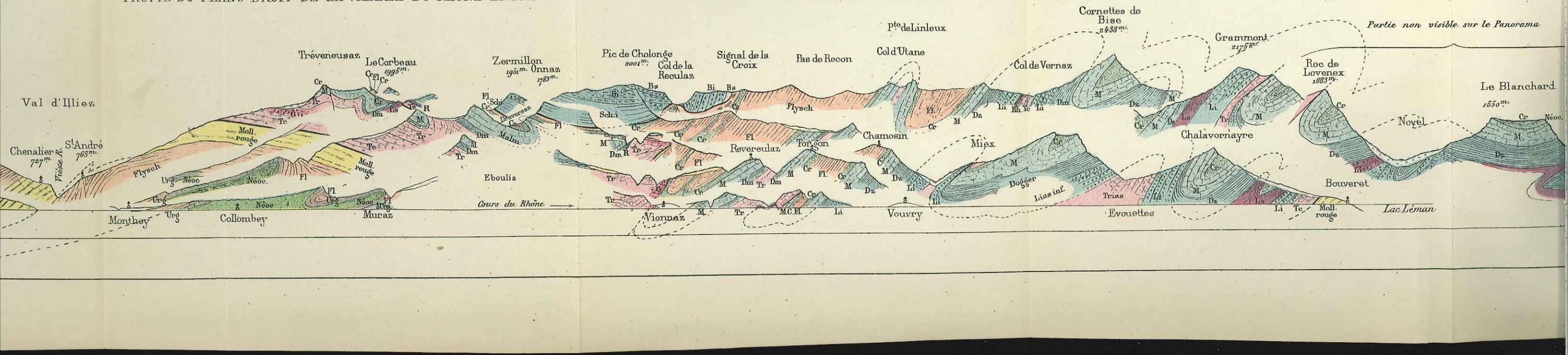
Alluvion. Cônes de déjections.		Néocomien	Néoc.	Rhétien	R
Eboulis.		Malm	M	Calcaires et Calcaires dolomitiques	Tr
Glaciaire.		Dogger à cancellophi.	Dz	Trias Tr — Cargneule	Tc
Mollasse rouge (Aquitanien).		Dogger à mytilus	Dm	Gypse	G
Flysch.	Fl.	Brèche supérieure	Bs	Quartzites du Trias	Q
Nummulitique.	N	Schistes ardoisiers	Bm	Permien	P
Crétacé supérieur (Sénonien).	Cr	Brèche inférieure	Bi	Houiller	H
Urgonien.	Urg.	Schistes inférieurs	Schi.	Cristallin, etc.	
		Lias supérieur	Ls		
		Lias inférieur	Li		

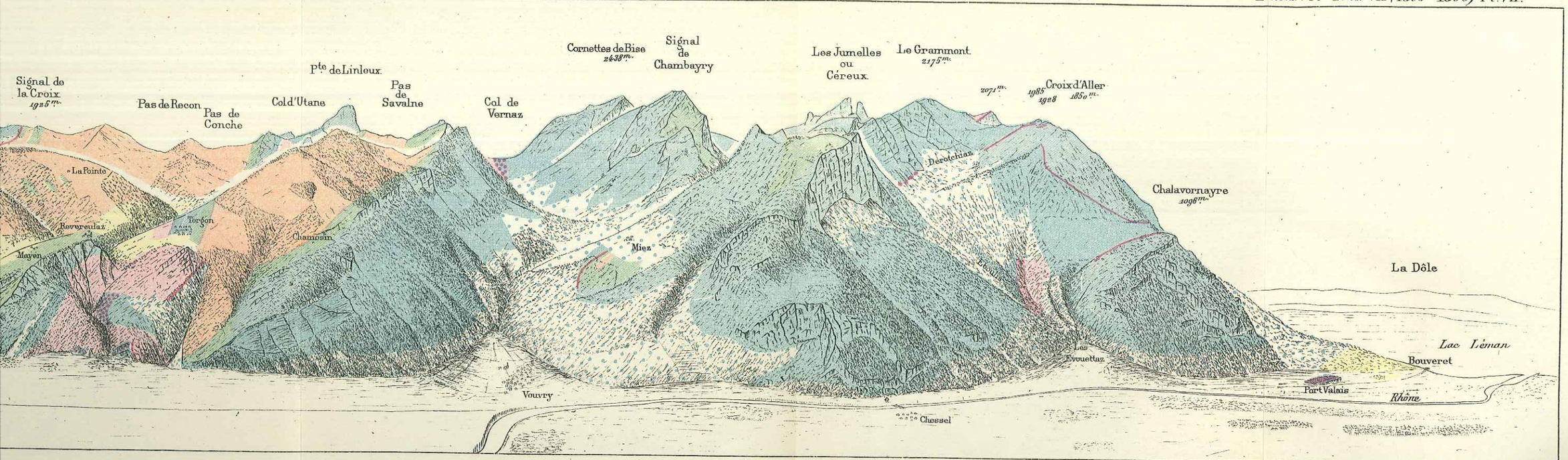
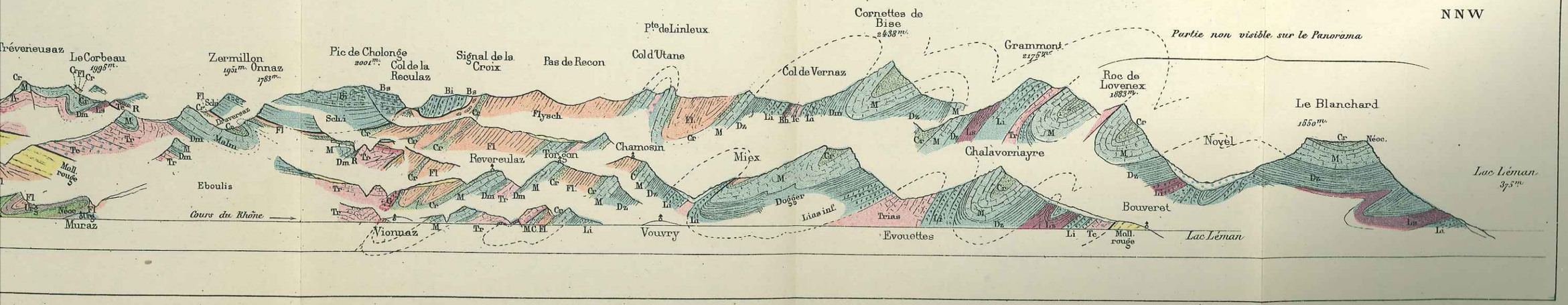


Maurice Lugeon, del.

PROFIL DU FLANC DROIT DE LA VALLÉE DU RHÔNE ENTRE LA Dᴿ DU MIDI ET LE LÉMAN. — Echelle 1: 50 000.







DE LA VALLÉE DU RHÔNE ENTRE LA Dt DU MIDI ET LE LÉMAN. — Echelle 1: 50 000.