HAL
open science

Les montagnes entre Briançon et Vallouise : (écailles briançonnaises, terrains cristallins de l'Eychauda, massif de Pierre-Eyrautz, etc.)

Pierre Termier

To cite this version:

Pierre Termier. Les montagnes entre Briançon et Vallouise : (écailles briançonnaises, terrains cristallins de l'Eychauda, massif de Pierre-Eyrautz, etc.). 1903. insu-00848081

HAL Id: insu-00848081

https://insu.hal.science/insu-00848081

Submitted on 25 Jul 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

MÉMOIRES

POUR SERVIR À L'EXPLICATION

DE

LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

LES MONTAGNES ENTRE BRIANÇON ET VALLOUISE

(ÉCAILLES BRIANÇONNAISES, TERRAINS CRISTALLINS DE L'EYCHAUDA, MASSIF DE PIERRE-EYRAUTZ, ETC.)

PAR

PIERRE TERMIER

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR À L'ÉCOLE DES MINES
ADJOINT À LA DIRECTION DES SERVICES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE
ET DES TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

FACULTÉ des SCIENCES
LABORATOIRE
de GÉOLOGIE
de GRENOBLE

F. A.

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1903

Prix 12 Fr.

à Monsieur Pierre Lory
cordial hommage
P. Termier

LES MONTAGNES
ENTRE BRIANÇON ET VALLOUISE

(ÉCAILLES BRIANÇONNAISES, TERRAINS CRISTALLINS DE L'EYCHAUDA,
MASSIF DE PIERRE-EYRAUTZ ETC.)

F. A.

LA MONTAGNE DE L'EYCHAUDA (2864m) VUE DE L'EST AVANT À SA GAUCHE LE COL DE LA PISSE

Lambeau de la quatrième écaille, comprenant des micaschistes et des conglomérats, et reposant sur le Flysch.

Sous le Flysch, qu'on ne voit pas, apparaissent des calcaires jurassiques et triasiques.

Héliogravure Schützenberger

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

MÉMOIRES

POUR SERVIR À L'EXPLICATION

DE

LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

LES MONTAGNES ENTRE BRIANÇON ET VALLOUISE

(ÉCAILLES BRIANÇONNAISES, TERRAINS CRISTALLINS DE L'EYCHAUDA, MASSIF DE PIERRE-EYRAUTZ, ETC.)

PAR

PIERRE TERMIER

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES, PROFESSEUR À L'ÉCOLE DES MINES
ADJOINT À LA DIRECTION DES SERVICES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE
ET DES TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1903

INTRODUCTION[1].

Quand on jette les yeux sur une carte topographique détaillée de la région briançonnaise, on ne peut manquer d'être frappé de l'interruption, ou tout au moins de l'indécision des lignes directrices de la chaîne des Alpes dans toute l'étendue du pays montagneux qui sépare le massif du Pelvoux de la vallée de la Durance, et qui se prolonge, à l'Est, jusqu'au col des Ayes. Au nord de la Guisanne, dans les montagnes du Galibier, de la Ponsonnière, des Rochilles, du Chardonnet, du Grand-Aréa, de Peyrole, la structure régulièrement isoclinale, et l'ordonnance des plis en un faisceau serré, dirigé du Sud-Est au Nord-Ouest, se lisent immédiatement sur la topographie : mais tous ces plis, sauf le plus oriental, semblent s'arrêter brusquement, au Sud-Est, en arrivant sur la rive gauche de la Guisanne. Les montagnes de Prorel et de l'Eychauda, de même que celles de Jean-

[1] En commençant ce livre, comme en le terminant, et comme en écrivant chacune de ses pages, je n'ai guère cessé de penser à mon très savant ami, M. Wilfrid Kilian, professeur de géologie à l'université de Grenoble. Ces montagnes qui se dressent entre Briançon et Vallouise, nous les avons parcourues ensemble, admirées ensemble. Nous y avons passé des heures qui resteront parmi les plus belles de notre jeunesse : et je ne saurais dire ce qui, pour moi, donnait à ces heures le plus de charme, de «l'azur triomphal» du ciel briançonnais, de la beauté grave et majestueuse des cimes, ou du plaisir de converser avec un véritable ami. Plus tard, nos conversations se sont mêlées d'ardentes controverses, sans cesser un seul jour de rester amicales et charmantes. Et maintenant que, sur la question capitale qui nous séparait — la question de l'*enracinement* de l'éventail alpin — j'ai reconnu que mon ami avait raison et que j'étais dans l'erreur, maintenant, dis-je, je n'ai rien à regretter, et je ne puis que me féliciter d'avoir été, même en me trompant, jusqu'au bout de mon hypothèse. La discussion a été pour nous le meilleur des stimulants; elle nous a fait entrer plus avant dans l'étude du problème; j'y ai, pour mon compte, beaucoup appris, et je crois bien que la science y a, de toute façon, beaucoup gagné : et cependant, grâce à Dieu, notre amitié n'y a rien perdu. Que ces quelques lignes soient le témoignage ému d'une affection qui est devenue très profonde, d'une reconnaissance qui ne meurt point, d'une sympathie qui sait se souvenir! (24 décembre 1902.)

IMPRIMERIE NATIONALE.

Rey, de Pierre-Eyrautz et de Mouriare, ont un relief désordonné, presque chaotique, qui contraste vivement avec l'arrangement géométrique des vallées et des crêtes dans tout le pays environnant. La seule indication de direction est fournie par l'arête qui va de la Cucumelle au confluent de la Gyronde et de la Durance, séparant, sous les noms des Neyzets, de la Condamine, de chaîne de Montbrison, les bassins hydrologiques de ces deux cours d'eau : à l'Est de cette arête, l'œil cherche vainement, sur la carte, quelque ligne parallèle qui marque un relief, une dépression, ou un accident géologique. Au Sud de l'Argentière, et au Sud-Est de La Roche-de-Rame, les lignes directrices du plissement reparaissent, clairement manifestées par le tracé des crêtes; et, comme leur direction se raccorde à celle de la chaîne de Montbrison, il n'est pas douteux qu'elles ne soient, ces lignes, les prolongements méridionaux des lignes de plis de la rive gauche de la Guisanne. Il y a donc, de la Guisanne au Fournel, de Vallouise à Briançon, du col des Ayes au vallon de l'Eychauda, une « région brouillée », pour emprunter le langage des mineurs, et ce *brouillage* trouble momentanément le dessin harmonieux de l'orographie alpine.

J'ai déjà donné la raison de cette apparence brouillée. Les montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, de même que celles qui dominent les gorges de la Durance entre Briançon et La Roche-de-Rame, sont formées, en grande partie, de nappes superposées; et ces nappes, après leur empilement, ont été déformées, ondulées, ou plissées irrégulièrement. Tantôt la déformation s'est réduite à de larges ondulations; tantôt elle s'est brusquement accusée, d'une façon toute locale, produisant de soudaines apparitions d'une nappe profonde dans les déchirures de la nappe superficielle. De cette complication extrême de la structure géologique résulte le chaos de la topographie. Au contraire, dans les régions situées au Nord de la vallée de la Guisanne, ou au Sud du parallèle de La Roche-de-Rame, il semble, au premier abord, qu'il n'y ait eu qu'un seul plissement, donnant un faisceau, en éventail, de plis faiblement déversés, dont les tracés — en raison même du peu d'importance de ce déversement — sont presque rectilignes, et fortement accusés par le relief actuel.

La région brouillée que je viens de définir mérite, à tous égards, de devenir classique. Elle le mérite par la variété des terrains qui y affleurent, par le grand nombre des coupes nettes qu'on y peut observer, par son accès relativement facile : elle le mérite surtout par la grandeur des problèmes tectoniques qu'elle soulève. Les pages qui vont suivre sont consacrées à la monographie de ce curieux pays.

Je joins à ce mémoire une planche en couleurs, renfermant une carte géologique et des coupes à l'échelle de 1 : 50.000. La carte s'arrête, au Nord, à la Guisanne; à l'Est, à la Durance. Vers l'Ouest, elle empiète à peine sur le massif cristallin du Pelvoux. Les coupes, au nombre de dix-neuf, sont faites par des plans verticaux, tous parallèles, dirigés Nord-75°-Est, et sensiblement perpendiculaires à la seule ligne directrice de la région, l'arête — dont j'ai déjà parlé — qui va de la Cucumelle au confluent de la Durance et de la Gyronde. Les couleurs des coupes sont les mêmes que celles de la carte et s'appliquent aux mêmes terrains.

Cette carte, à 1 : 50.000, n'est, d'une façon générale, que l'agrandissement d'une partie de la feuille « Briançon » de la carte géologique détaillée de la France à l'échelle de 1 : 80.000, feuille qui paraît au moment même où j'écris ces lignes. Pour rendre plus claire la lecture de la carte à 1 : 50.000, j'ai simplifié certaines notations de la carte à 1 : 80.000. C'est ainsi que les schistes cristallins de l'Eychauda, désignés sur la feuille « Briançon » par le symbole **1t** θ, sont représentés ici par la lettre **S**. De même, les conglomérats éogènes à galets cristallins sont marqués **C** au lieu de (**em**) **1t** θ; et le Flysch devient **F**, au lieu de e^3m. La même préoccupation de faciliter la lecture m'a conduit à réunir le calcaire à Nummulites et le Flysch, à grouper les schistes et cargneules $t_{''}$ avec les quartzites $t_{'''}$, et à teinter identiquement le Lias et le Malm, comme aussi le Permien et le Houiller. Les deux cartes sont ainsi appelées à se compléter sur de certains points.

Je rappelle que, sur la feuille « Briançon », la région qui s'étend au Nord de la Guisanne a été traitée par M. Kilian, et que M. Lugeon est l'auteur des contours géologiques des montagnes de Jean-Rey, de Pierre-Eyrautz et de Mouriare, qui dominent la rive gauche de la Durance jusqu'au bord méridional de la feuille.

Le pays que je vais décrire est demeuré inexploré et à peu près inconnu jusqu'en 1895. Depuis cette époque, j'ai entrepris de le faire connaître par diverses notes dont on trouvera l'indication dans la liste bibliographique ci-après, liste qui comprend, en outre, les cartes géologiques où figure le Briançonnais, et les principaux mémoires sur la géologie de cette province.

BIBLIOGRAPHIE.

1. — 1779. **Guettard.** Mémoires sur la géologie du Dauphiné. 2 vol. in-4°.

2. — 1830. **Gueymard.** Sur la minéralogie et la géologie du département des Hautes-Alpes. In-8°, Grenoble.

3. — 1840. **Dufrénoy et Élie de Beaumont.** Carte géologique de la France, à 1 : 500.000.

4. — 1840. **Gueymard.** Mémoire sur les calcaires altérés, magnésiens et dolomitiques, des départements de l'Isère, des Hautes et des Basses-Alpes. *Bull. Soc. Géol.*, 1re série, t. XI.

5. — 1854. **Scipion Gras.** Mémoire sur le terrain anthracifère des Alpes de la France et de la Savoie. *Annales des Mines*, t. V.

6. — 1855. **Scipion Gras.** Sur la constitution géologique du terrain anthracifère alpin et les différences qui le séparent du terrain jurassique. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XII.

7. — 1858. **Scipion Gras.** Examen de quelques assertions de M. d'Archiac, relatives à l'association de coquilles du lias aux végétaux houillers dans les Alpes. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XV.

8. — 1858. **Scipion Gras.** Sur la constitution géologique du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVI.

9. — 1858. **Ch. Lory.** Réponse aux observations de M. Sc. Gras, touchant les grès à anthracite du Briançonnais. *Ibid.*, 2e série, t. XVI.

10. — 1858. **Ch. Lory.** Carte géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes).

11. — 1859. **Ch. Lory.** Sur les grès de la Maurienne et du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVII.

12. — 1860. **Ch. Lory.** Nouveaux documents sur les grès du Briançonnais. *Ibid.*, 2e série, t. XVII.

13. — 1860-1864. **Ch. Lory.** Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes). In-8°, Paris-Grenoble.

14. — 1861. **Baudinot.** Sur les gîtes d'anthracite du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVIII.

15. — 1861. **Ch. Lory et L. Pillet.** Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Jean-de-Maurienne. *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XVIII.

16. — 1880. **Collot.** Description géologique des environs d'Aix-en-Provence (au sujet des fossiles du Jurassique de Guillestre, p. 149).

17. — 1883. **Ch. Lory.** Note sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XII.

18. — 1886. **Carez et Vasseur.** Carte géologique de la France, dressée sur la carte du dépôt des fortifications, à 1 : 500.000.

19. — 1888. Carte géologique de la France à l'échelle du millionième, exécutée par le service de la Carte géographique détaillée de la France.

20. — 1888. **D. Zaccagna.** Sulla geologia delle Alpi Occidentali. *Boll. del R. comitato geolog.*

21. — 1891. **W. Kilian.** Note sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XIX.

22. — 1891. **C. Diener.** Der Gebirgsbau der Westalpen. 1 vol. in-8°, Vienne.

23. — 1891. **Em. Haug.** Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. III, n° 21.

24. — 1892. **W. Kilian.** Sur l'existence du Jurassique supérieur dans le massif du Grand-Galibier. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XX.

25. — 1895. **P. Termier.** Feuille de Briançon. *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. VII, n° 44.

26. — 1895. **W. Kilian.** Feuille de Briançon. *Ibid.*, t. VII, n° 44.

27. — 1895. **P. Termier.** Sur des lambeaux de terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire, dans les Alpes briançonnaises. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXI.

28. — 1896. **P. Termier.** Feuille de Briançon. *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. VIII, n° 53.

29. — 1896. **P. Termier.** Sur les terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire, des montagnes de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXIII.

30. — 1896. **P. Termier.** Sur la tectonique du massif du Pelvoux. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXIV.

31. — 1897. **W. Kilian.** Feuille de Briançon. *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. IX, n° 59.

32. — 1897. **P. Termier.** Feuille de Briançon. *Ibid.*, t. IX, n° 59.

33. — 1897. **W. Kilian et M. Hovelacque.** Examen microscopique de calcaires alpins. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXV.

34. — 1898. **W. Kilian et Em. Haug.** Sur l'origine des nappes de recouvrement de la vallée de l'Ubaye. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXVI.

35. — 1898. **W. Kilian et Em. Haug.** Feuille de Gap. *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. X, n° 63.

36. — 1898. **W. Kilian.** Feuille de Briançon. *Ibid.*, t. X, n° 63.

37. — 1898. **M. Lugeon.** Feuille de Briançon; massif de Pierre-Eyrautz. *Ibid.*, t. X, n° 63.

38. — 1898. **W. Kilian.** Sur divers faits nouveaux de la géologie des Alpes dauphinoises. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXVII.

39. — 1898. **P. Termier.** Sur l'élimination de la chaux, par métasomatose, dans les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXVI.

40. — 1898. **W. Kilian et P. Termier.** Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises. *Ibid.*, t. XXVI.

41. — 1898. **W. Kilian et P. Termier.** Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais. *Ibid.*, t. XXVI.

42. — 1899. **W. Kilian et M. Lugeon.** Une coupe transversale des Alpes briançonnaises de la Gyronde à la frontière italienne. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXVIII.

43. — 1899. **P. Termier.** Sur la structure du Briançonnais. *Ibid.*, t. CXXVIII; et *Compte rendu somm. des séances de la Soc. Géol.*, séance du 6 février 1899.

44. — 1899. **Em. Haug.** Observations au sujet de la communication de M. Termier sur la structure du Briançonnais. *Compte rendu somm. des séances de la Soc. Géol.*, séance du 6 février 1899.

45. — 1899. **P. Termier.** Les nappes de recouvrement du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXVII.

46. — 1899. **M. Lugeon.** Feuille de Briançon; massif de Pierre-Eyrautz. *Bull. des Serv. de la Carte Géol.*, t. X, n° 69.

47. — 1899. **W. Kilian.** Feuille de Briançon. *Ibid.*, t. X, n° 69.

48. — 1899. **W. Kilian.** Sur certains points de la structure des Alpes françaises (à propos d'une note récente). *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXVII.

49. — 1899. **P. Termier.** Microgranites de la vallée de la Guisanne. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXVII.

50. — 1899. **W. Kilian.** Sur les brèches éogènes du Briançonnais. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXIX.

51. — 1899. **W. Kilian et Em. Haug.** Sur le bord externe du Briançonnais entre Freyssinières et Vars. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXIX.

52. — 1899. **W. Kilian.** Structure intime des calcaires liasiques du Briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XXVII.

53. — 1900. **W. Kilian.** Sur la structure de la portion méridionale de la zone du Briançonnais. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXX.

54. — 1900. **W. Kilian.** Excursion XIII *a*, Alpes du Dauphiné et de la Savoie. *Livret-Guide du Congrès géol. internat. de 1900.*

55. — 1900. **P. Termier.** Excursion XIII *d*, massif du Pelvoux et Briançonnais. *Ibidem.*

56. — 1900. **W. Kilian.** Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales. *Bull. des Serv. de la carte géol.*, t. XI, n° 75.

57. — 1900. **W. Kilian.** La zone du Briançonnais, essai de synthèse tectonique. *Association française pour l'avancement des sciences*, 28e session, 1899, p. 403.

58. — 1901. **P. Termier.** Études lithologiques dans les Alpes françaises : I, Sur le rattachement à une souche commune des roches intrusives du Houiller briançonnais. *Bull. Soc. Géol.*, 4e série, t. I.

59. — 1901. **P. Termier, W. Kilian, M. Lugeon et P. Lory.** Feuille Briançon de la carte géologique de la France au 80.000e, avec notice explicative. Paris, Béranger.

60. — 1901. **W. Kilian et P. Termier.** Nouveaux documents relatifs à la géologie des Alpes françaises. *Bull. Soc. Géol.*, 4e série, t. I.

61. — 1901. **P. Termier.** Sur les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les roches vertes des schistes lustrés des Alpes occidentales. — Sur les trois séries cristallophylliennes des Alpes occidentales. *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXXIII.

62. — 1902. **J. Révil.** Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises. *Revue générale des Sciences*, numéro du 15 novembre 1902.

63. — 1902. **P. Termier.** Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes. *Bull. Soc. Géol.*, 4e série, t. II.

LES MONTAGNES ENTRE BRIANÇON ET VALLOUISE

PREMIÈRE PARTIE.

DOCUMENTS STRATIGRAPHIQUES.

Les terrains qui affleurent dans les montagnes comprises entre Vallouise et Briançon sont les suivants :

Le Houiller, sous la forme, depuis longtemps décrite et bien connue, des *grès à anthracite*, avec nappes intrusives de *Microdiorites* et de *Microsyénites;*

Le Permien, sous la forme de grès rouges, violacés ou bariolés, avec schistes et poudingues;

Le Trias, qui comprend, de bas en haut, des quartzites, des schistes avec cargneules, plus rarement avec gypses, puis des calcaires présentant le faciès classique des *calcaires à Gyroporelles*, et passant eux-mêmes, quelquefois, à des gypses;

Le Lias, tantôt à l'état de brèche calcaire, plus ou moins semblable aux types décrits par M. Kilian (*brèche du Niélard, brèche du Télégraphe*), tantôt à l'état de calcaire spathique, avec débris d'encrines, ou enfin de calcaire oolithique et zoogène;

Le Malm, présentant le faciès dit *de Guillestre;*

Les Marbres en plaquettes, puissante formation d'âge mal déterminé, mais de caractères remarquablement constants, dont la base passe parfois, latéralement, à du Malm authentique, et dont le sommet semble, dans la région de Guillestre, passer à des calcaires à Nummulites;

Les Calcaires à Nummulites, avec les schistes ardoisiers, argileux ou argilo-calcaires qui les accompagnent, et la brèche de base, plus ou moins développée, sur laquelle ils reposent habituellement;

IMPRIMERIE NATIONALE.

Les Grès et schistes du Flysch;

Les conglomérats à galets cristallins de l'Eychauda;

Les Micaschistes de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel, avec les *amphibolites*, les *prasinites* et autres *roches vertes* qui s'y intercalent; et les Gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier.

Dans une série de chapitres, de dimensions d'ailleurs fort inégales, j'étudierai successivement ces divers terrains, considérés spécialement dans la région qui fait l'objet de ce mémoire. Je passerai rapidement sur les grès à anthracite, sur les calcaires à Nummulites, sur le Flysch, qui ne diffèrent point ici de ce qu'ils sont dans les régions voisines, où ils ont été maintes fois décrits; et je serai très bref également sur le compte du Permien, du Trias et du Jurassique. J'insisterai, au contraire, sur les conglomérats à galets cristallins de l'Eychauda, sur les Micaschistes, et sur les Gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier, en développant et complétant les descriptions que j'ai déjà données de ces formations intéressantes.

Bien que les terrains cristallins antérieurs au Houiller (massif du Pelvoux) apparaissent sur le bord occidental de ma carte, et qu'on les retrouve à l'origine Ouest de quelques-unes des coupes, je n'en parlerai point. Leur étude, qui trouvera place un jour dans un mémoire d'ensemble sur le massif du Pelvoux, m'entraînerait trop loin du sujet que je veux traiter aujourd'hui. Je dirai seulement que, dans les limites de la carte, ces terrains cristallins sont surtout formés de *granite* ou d'*aplite*, rendus parfois gneissiformes par le laminage. Il y a aussi des *gneiss*, et même des *gneiss amphiboliques* (Peyron des Claux). Il y a enfin des *schistes micacés*, faiblement feldspathisés, les uns fissiles et tendres (Yret), les autres transformés en des *cornes* brunes ou violettes, véritables *hornfels* (vallée du Tabuc-Nord). Ces schistes représentent, indubitablement, des témoins d'un ancien terrain sédimentaire, plus ou moins métamorphisé par le granite.

CHAPITRE PREMIER.

LE TERRAIN HOUILLER.

Le terrain houiller du Briançonnais a été longuement et très exactement décrit par Scipion Gras et Ch. Lory[1]. Il est composé presque partout de grès grossiers (*grès à anthracite*), où abondent des paillettes détritiques de mica blanc. On y trouve aussi des bancs de poudingues et des assises schisteuses, de couleur noire ou grise. La teinte générale des grès est un gris plus ou moins foncé. La pyrite et le carbonate de fer y sont fréquents.

Il n'y a pas de couches calcaires. Il n'y a pas non plus de galets calcaires dans les poudingues. La plupart des galets des poudingues houillers sont formés d'un quartz blanc, identique à celui qui constitue les lentilles siliceuses des micaschistes et des chloritoschistes. Avec ces galets de quartz blanc, qui sont de beaucoup les plus nombreux, on observe, dans les poudingues houillers, des cailloux de micaschistes et de chloritoschistes, et des cailloux de schiste siliceux (*cornes* ou *hornfels*) de couleurs variées, blancs, bruns, noirs ou violets. Il n'y a jamais de galets de granite, et les cailloux de gneiss sont très rares. Je n'ai pas trouvé de galets des roches intrusives, microgranites, microsyénites ou microdiorites : mais certains poudingues contiennent des cailloux de grès houiller.

L'absence des galets granitiques (déjà remarquée par Lory), la rareté des cailloux de gneiss, la prédominance des cailloux de quartz, de micaschistes et de *cornes*, montrent que les assises houillères du Briançonnais ont été formées aux dépens d'un terrain cristallin fort différent de celui qui affleure aujourd'hui dans la plus grande partie du massif du Pelvoux, et analogue, au contraire, à celui qui couvre de vastes régions dans le Massif central de la France. Pour ne parler que de la bordure orientale du Massif central, c'est autour des bassins houillers de Saint-Étienne et de Sainte-Foy-l'Argentière,

[1] Voir surtout la description résumée que donne Lory dans sa *Descr. géol. du Dauphiné*, p. 519 et suiv. Voir aussi Baudinot (n° 14 de la Bibliographie insérée plus haut).

ou aux environs de Vienne et de Chamagnieu (Isère), ou sur les plateaux qui dominent, entre La Voulte et Saint-Péray, la rive droite du Rhône, qu'il faudrait aller, pour étudier les types classiques de ces complexes de schistes métamorphiques, dont la détrition fournirait des grès et des poudingues en tout semblables à ceux du Houiller briançonnais. On les a désignés, ces complexes, tantôt sous le symbole ζ^2 (Archéen), tantôt sous le symbole X (Précambrien), sur les diverses feuilles de la carte géologique de la France au 1/80.000. En réalité, nous ne connaissons pas leur âge, et nous ne savons même pas s'ils sont tous du même âge. Des complexes métamorphiques du même genre, mais moins riches en amandes quartzeuses et renfermant moins de *cornes*, s'observent sur les deux versants de la chaîne de Belledonne, de part et d'autre de l'épaisse zone des *gneiss basiques* qui forme le trait caractéristique de cette chaîne. Dans les massifs du Pelvoux et des Grandes-Rousses, les micaschistes, les chloritoschistes et les cornes sont rares : on ne les retrouve qu'à l'état d'îlots irréguliers, au milieu des régions de gneiss, tantôt passant aux gneiss latéralement, tantôt superposés aux gneiss et apparaissant comme des témoins, respectés par l'érosion, du grand manteau de schistes métamorphiques qui a dû couvrir, autrefois, les terrains granitiques et gneissiques aujourd'hui mis à nu. Si donc les matériaux des poudingues houillers du Briançonnais proviennent — comme il est probable — de la région cristallophyllienne qui est devenue, plus tard, le massif du Pelvoux, cette région cristallophyllienne laissait alors affleurer, non pas, comme à l'heure actuelle, des massifs granitiques entourés de gneiss, mais une couverture à peu près uniforme de schistes métamorphiques; et l'arrachement de cette couverture n'était point terminé encore à la fin de l'époque houillère.

Nulle part, dans le Briançonnais, le substratum du terrain houiller n'affleure. Il faut aller, vers le Nord, jusqu'à Villarly, près Moutiers, pour voir un affleurement de micaschistes[1], correspondant sans doute à un brusque repli anticlinal, apparaître au contact d'assises houillères. Au Sud de Briançon, le granite affleure au Plan-de-Phazy, ainsi que Lory[2] l'a depuis longtemps signalé; et, sur le prolongement de l'anticlinal qui amène ainsi le granite au jour, on voit, non loin de là, à Réotier, le Houiller apparaître : mais les deux terrains ne se touchent pas, ou du moins ne présentent pas de contact visible,

[1] W. Kilian. Feuille « Saint-Jean-de-Maurienne » de la carte géologique à 1/80.000 (Paris, Béranger).

[2] Lory. *Descr. géol. du Dauphiné*, § 582 (p. 563).

et il est possible qu'ils aient été, à l'origine, séparés par une certaine épaisseur de micaschistes.

Cette absence d'affleurement du substratum ne peut s'expliquer que par la très grande épaisseur de la formation houillère. Du confluent de la Guisanne et de la Durance à Notre-Dame des Neiges, on traverse une épaisseur totale d'assises houillères que l'on ne peut évaluer à moins de 1 000 mètres. Ailleurs la puissance *apparente* est plus grande encore, mais l'on ne sait pas dans quelle mesure la puissance originelle a été localement amplifiée par les phénomènes orogéniques. Il est probable que cette puissance originelle, relativement peu considérable à l'Ouest, sur l'emplacement actuel du Pelvoux, des Grandes-Rousses, de la chaîne de Belledonne, du massif du Mont-Blanc, s'amplifiait graduellement vers l'Est, jusqu'à atteindre plusieurs milliers de mètres dans la zone axiale du géosynclinal, zone axiale dont les sédiments, carbonifères et permiens, sont devenus peu à peu des micaschistes et des gneiss. J'ai dit[1], en parlant des synclinaux houillers des Grandes-Rousses, que ces synclinaux correspondent à des cuvettes distinctes entre lesquelles courait, à l'époque de leur remplissage, une arête relativement escarpée, parallèle à l'arête actuelle des Grandes-Rousses. Je crois de même que, sur l'emplacement du Pelvoux, du Mont-Blanc, de la chaîne de Belledonne, de nombreuses chaînes d'îles, ou, tout au moins, de nombreuses lignes de bas-fonds fragmentaient la mer stéphanienne. Mais, à l'Est du Pelvoux, la mer remplissait sans doute un vaste chenal où les conditions de sédimentation étaient plus régulières. Les dépôts houillers du Briançonnais correspondent au bord occidental de ce chenal; et si nous pouvions, sous les terrains triasiques et sous les *Schistes lustrés* de la zone frontière, suivre vers l'Est la transformation graduelle de ces dépôts houillers, nous verrions, suivant toute vraisemblance, la grosseur de leur grain décroître rapidement, en même temps qu'augmenter l'épaisseur de chaque strate.

Les grès houillers du Briançonnais sont facilement délitables. Les pentes où ils affleurent sont les plus douces, et les plus vêtues de forêts ou de prairies, qu'il y ait dans le pays. Parfois cependant, certains bancs, surtout les bancs de poudingues, résistent mieux à l'usure atmosphérique, et leurs affleurements forment alors un ressaut plus ou moins marqué.

[1] P. Termier. Le massif des Grandes Rousses, *Bull. des Serv. de la carte géol.*, n° 40, t. VI, p. 203 du tome, p. 35 du fascicule.

Tels sont les bancs qui supportent le village de Puy-Saint-Pierre, ou ceux qui dominent la Guisanne, à l'aval de Chantemerle.

Dans toute l'étendue de la région que je veux décrire ici, ces assises houillères, grès, conglomérats ou schistes, ne sont nullement métamorphiques. Le géologue n'est jamais embarrassé pour les reconnaître, et il ne court jamais le risque de les confondre avec les bancs d'une autre formation géologique. Sur certains points où le laminage a été particulièrement intense, on peut, il est vrai, constater, par l'étude micrographique, le développement, dans les grès houillers, d'un peu de mica blanc et de quartz secondaires. Mais ces phénomènes restent purement locaux et n'arrivent jamais à effacer le caractère clastique des sédiments : ils ne méritent donc point le nom de métamorphisme.

On se souvient qu'il n'en est point partout de même dans la *première zone alpine* de Lory. Le terrain houiller des Grandes-Rousses semble parfois, à l'œil nu, si métamorphique, que sa distinction d'avec les micaschistes et chloritoschistes encaissants est incertaine[1]. M. P. Lory et M. Ritter ont cité de nombreux exemples de terrain houiller métamorphique dans la chaîne de Belledonne. Enfin, dans leur belle étude d'ensemble sur le Carbonifère de la région Nord-Ouest de la première zone[2], MM. Duparc et Ritter ont montré que, si les grès du Carbonifère sont, en général, réfractaires au métamorphisme, les schistes du même terrain sont susceptibles de se transformer en des phyllades fort analogues aux phyllades permiens de la Vanoise.

On sait aussi que le Houiller de la *zone du Briançonnais* se prolonge, au Nord, *sans aucun caractère métamorphique*, à travers la Maurienne et la Tarentaise, jusqu'au delà de l'Isère, mais que ce même houiller devient, au contraire, graduellement métamorphique à l'Est de la ligne qui joint Aime à Modane en passant par Bozel. Il est probable que cette loi de l'augmentation graduelle, de l'Ouest à l'Est, du métamorphisme des sédiments carbonifères et permiens des Alpes Cottiennes et Grées — loi que j'ai formulée en 1891 et qu'a étendue, en 1894, M. Marcel Bertrand, — il est probable, dis-je, que cette loi se vérifierait dans la région briançonnaise, si l'on pouvait enlever les assises triasiques et les schistes lustrés qui cachent, à l'Est de Briançon, le Permo-

[1] P. Termier. *Loc. cit.*, p. 206 du tome, p. 38 du fascicule.

[2] Duparc et Ritter. Les formations du Carbonifère et les quartzites du Trias dans la région N. W. de la première zone alpine, *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XXXII, 1re partie, n° 4.

Houiller. On verrait alors, à l'Est de la frontière italienne, les sédiments carbonifères et permiens, de grain graduellement diminué et d'épaisseur toujours croissante, devenir peu à peu cristallins, et se transformer en ces gneiss graphitiques et en ces phyllades d'une si large cristallinité qui affleurent, sous les schistes lustrés, dans les vallées piémontaises[1].

Il ne semble pas que les bancs de poudingues marquent des niveaux précis dans la formation houillère du Briançonnais. Ils apparaissent, en tout cas, à diverses hauteurs. La coupe, donnée par Lory, de la montagne de Puy-Saint-Pierre, indique des poudingues dans le haut sous les quartzites du Trias, des grès à gros grains dans la partie basse, sous le village, et des grès fins avec plusieurs couches d'anthracite (la Combarine) dans tout l'étage intermédiaire. Mais cette coupe ne peut pas être considérée comme constante; et je ne crois pas qu'il existe, en dehors de la paléontologie végétale, un moyen sûr de créer des subdivisions dans le Carbonifère de cette région des Alpes.

Les empreintes végétales sont nombreuses dans les grès fins et les schistes qui accompagnent les couches d'anthracite; mais, comme ces empreintes sont, le plus souvent, des tiges d'équisétacées, ou de lycopodiacées, ou de sigillaires, et que les feuilles de fougères sont rares, la détermination paléontologique est, le plus souvent, incertaine et sans signification géologique précise.

Les espèces citées par Lory, d'après les déterminations de Brongniart, ont dans leur ensemble un caractère stéphanien. L'abondance de *Sigillaria Brardii* Brongniart est, à cet égard, particulièrement instructive. M. le professeur Frech, de Breslau, a retrouvé, en ma présence, cette même espèce dans les déblais de la mine des Gardéolles, et, avec elle, *Sigillaria denudata*.

Par contre, M. Lachat m'a signalé[2] l'existence de *Sphenopteris Hœninghausi* Brongniart, dans ce même gisement des Gardéolles. — Il est vrai qu'il nous a été impossible, à M. Frech et à moi, de découvrir ce *Sphenopteris* à l'endroit que m'avait indiqué M. Lachat. — D'autre part, M. Zeiller a reconnu, sans

[1] P. Termier. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise, *Bull. des Serv. de la carte géol.*, t. II, n° 20, 1891.

M. Bertrand. Études dans les Alpes françaises, *Bull. de la Soc. géol.*, 3e série, t. XXII, 1894.

V. Novarese. I giacimenti di grafite delle Alpi Cozie, *Boll. del R. Comit. geolog.*, 1898, n° 1.

S. Franchi. Sull'età mesozoica della zona delle pietre verdi, *Boll del R. Comit. geolog.*, 1898, nos 3 et 4.

[2] Lettre du 14 avril 1896 de M. Lachat à l'auteur. La mine des Gardéolles est située immédiatement à l'Ouest du premier tournant de la route du fort de l'Olive, près du Villard-de-Saint-Chaffrey.

aucun doute possible, *Sphenopteris Essinghi* Andræ, et un autre, très voisin de *Renaultia Crepini* Stur, dans des échantillons qui lui ont été remis, il y a quelques années, par M. Kilian, comme provenant d'une mine des environs de Briançon.

Il ne semble pas douteux, après cela, qu'il n'y ait, dans le Houiller briançonnais, des couches d'âge stéphanien et d'autres d'âge westphalien. C'est, je crois bien, tout ce que l'on peut dire : et l'étude paléontologique précise des divers niveaux d'anthracite est encore à faire.

Je crois bon de rappeler ici que le terrain houiller de l'Oisans (Vénosc, Mollières, Le Cluy, l'Herpie, Chatagouta) paraît être tout entier d'âge stéphanien. Voici bien longtemps déjà que M. Grand'Eury a assimilé ce terrain à l'étage de Rive-de-Gier. Pendant l'excursion du Congrès géologique international de 1900, M. Frech a recueilli à Mollières, en ma présence, de nombreuses empreintes, nettement stéphaniennes.

Pour ce qui est de l'exploitation des anthracites, je renverrai au mémoire de Baudinot (liste bibliographique, n° 14). Les couches de combustible sont assez nombreuses. Leur épaisseur est ordinairement comprise entre $0^m,50$ et 1 mètre; mais elles présentent souvent des renflements locaux qui portent leur puissance à 3, 4 et même 5 mètres. L'anthracite est presque toujours très friable. Il est rare que la teneur en cendres descende au-dessous de 20 p. 100. Les principales exploitations sont celles de la Combarine, de Villard-Saint-Pancrace, de Prelles et de Saint-Martin-de-Queyrières La production ne dépasse pas 12,000 tonnes[1].

Dans le cirque de pâturages de Fréjus, au Sud de la Tête-de-Grand-Pré, on a jadis exploité une couche d'anthracite transformée en un graphite de mauvaise qualité. L'opinion, émise par Lory, que ce gîte n'appartient pas au terrain houiller et qu'il est complètement différent du gisement de graphite du Chardonnet, cette opinion, dis-je, est tout à fait inexacte. Le graphite en question est compris dans *une mince lame* de terrain houiller, ayant au-dessus d'elle le Trias, et en dessous d'elle les marbres en plaquettes de la Cucumelle. La lame est formée de grès et de schistes au milieu desquels s'est interstratifiée, par intrusion, une nappe épaisse de microdiorite, cause évidente de la transformation de l'anthracite en graphite.

[1] En 1899, d'après la statistique officielle, 27 concessions d'anthracite ont été exploitées dans le département des Hautes-Alpes; 372 ouvriers y ont travaillé, qui ont produit 11,385 tonnes.

Un deuxième gîte de graphite a été découvert sur le versant occidental de la Condamine, à l'altitude d'environ 1 900 mètres, non loin du chemin muletier qui conduit de Vallouise à Monêtier, par le col de l'Eychauda. Ce gîte est mentionné par Lory, mais sans indications précises[1]. Il consiste en un affleurement lenticulaire de grès houiller, avec un peu de schiste graphiteux, au milieu des marbres en plaquettes. On ne voit pas de roche intrusive ; mais l'affleurement est si peu étendu et les travaux de recherche ont été si peu importants que l'on ne peut se faire aucune idée précise sur la genèse du graphite. Il est probable que des fouilles plus profondes amèneraient promptement la découverte d'une nappe de microdiorite, et qu'ainsi ce gîte de graphite est de même nature que le précédent, et comme lui identique au gîte classique du Chardonnet[2].

Roches intrusives. — Les roches intrusives abondent dans le terrain houiller du Briançonnais. Elie de Beaumont[3] a, le premier, en 1828, signalé la présence, dans les assises houillères du col du Chardonnet, de nombreux *filons-couches* d'une roche feldspathique à laquelle il donna plus tard, à très juste titre, le nom de « porphyre dioritique ».

Dans sa *Description géologique du Dauphiné*, Ch. Lory décrivit à nouveau les filons-couches du Chardonnet et signala l'existence d'autres affleurements du même « porphyre dioritique » à Puy-Saint-André et à Prelles. De nouveaux gisements furent découverts, de 1880 à 1884, par MM. Lachat et Küss[4]; et ces ingénieurs montrèrent que l'un des nouveaux gisements de roches intrusives, celui des Gardéolles, laisse affleurer un porphyre blanc, évidemment plus alcalin, et moins riche en magnésie et fer que les porphyres verts du Chardonnet. Ils donnèrent à ce porphyre blanc des Gardéolles le nom de « porphyre euritique ». Enfin l'étude systématique des roches intrusives du Houiller briançonnais a été reprise depuis quelques années par M. Kilian et par moi. Les mémoires et notices portant les numéros 39, 41, 49, 54, 55 et 58 de

[1] Lory le rapporte hypothétiquement au terrain nummulitique (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 248).

[2] Élie de Beaumont. *Ann. des Sciences naturelles*, 1re série, t. XV, 1828.
Ch. Lory. *Descr. géol. du Dauphiné*, § 265.

[3] E. de Beaumont, *loc. cit.*

[4] *Bull. Soc. des sc. nat. du Sud-Est*, 1884, p. 49-51. *Bull. Soc. d'études des Hautes-Alpes*, t. IV, 1885, p. 456-459; et rapports inédits.

IMPRIMERIE NATIONALE.

la liste bibliographique insérée plus haut résultent de cette étude systématique. Je me contenterai de résumer ici le dernier de ces mémoires (58).

Les roches intrusives du Houiller briançonnais appartiennent à quatre types distincts, différant les uns des autres, soit par la structure, soit par la composition :

1° Des *Diorites micacées*, avec quartz et amphibole, à structure granitoïde ou presque granitoïde;

2° Des *Microdiorites*, assez analogues aux variétés basiques d'Estérellite (*porphyres dioritiques* d'E. de Beaumont et de Ch. Lory);

3° Des *Microsyénites;*

4° Des *Microgranites* représentant le terme acide et alcalin de la série (*porphyre euritique* de MM. Lachat et Küss).

Les diorites sont relativement rares. Je ne les connais point au sud de la Guisanne, et M. Kilian n'en a signalé des affleurements que sur le versant méridional des montagnes du Chardonnet. Ces roches passent aux microdiorites par des variétés intermédiaires, riches en amphibole, où s'avère déjà un hiatus dans la consolidation. Les diorites micacées, vraiment granitoïdes, tiennent, en moyenne, après restauration, 60 p. 100 SiO^2, 19 Al^2O^3, 5,5 FeO, 2,5 MgO, 6,5 CaO, 2 K^2O et 4,5 Na^2O. L'aspect, à l'œil nu, est celui d'un granite à grain fin. Les débris des diorites micacées, et des microdiorites intermédiaires, quasi-granitoïdes, abondent dans le Glaciaire de la rive droite de la Guisanne.

C'est parmi les microdiorites qu'il faut ranger la plupart des roches intrusives du Houiller briançonnais. Ces microdiorites, dont les grands cristaux sont de labrador et de hornblende, ont une teneur en silice très variable (de 50 à 60 p. 100). Les plus basiques affleurent près du col du Chardonnet (type vert foncé à grands cristaux de hornblende), et encore aux chalets de Loriol, dans le massif de Pierre-Eyrautz; les plus acides sont celles de l'amas supérieur de Sachas; les roches des amas inférieurs de Sachas et celles du Villaret appartiennent à des variétés intermédiaires (à 59 ou 60 p. 100 SiO^2), de même que les types riches en cristaux de première consolidation, et d'aspect diabasoïde, des environs du Chardonnet et de la vallée de Névache. La structure de la pâte est presque toujours granulitique; l'apparence fluidale ne s'observe que dans la roche des chalets de Loriol.

Les microsyénites affleurent sous le village de Puy-Saint-André. Ce sont des roches de couleur claire, dépourvues d'amphibole, ne renfermant plus,

comme minéral magnésien, qu'un peu de biotite, et tenant, avec 62 p. 100 SiO^2, 7 p. 100 d'alcalis.

Enfin, les microgranites, qui affleurent aux Gardéolles et au Serre-Barbin, sont des roches tout à fait blanches, à peu près dépourvues de fer et de magnésium, et tenant 9 p. 100 d'alcalis, avec 72 p. 100 SiO^2.

Toutes ces roches sont *hypo-abyssiques* (au sens de M. Brögger). L'épaisseur des amas intrusifs dépasse parfois 100 mètres; elle est, très habituellement, de 20 à 30 mètres. Même dans les amas les plus épais, la roche ne présente, du bord au centre, aucune trace de différenciation. Il n'y a pas de phénomènes de contact, sauf la transformation de l'anthracite en graphite.

J'ai montré, par de nombreuses analyses, que toutes ces roches forment une série continue, dérivant, par voie de différenciation intra-tellurique, d'un seul et même magma profond. La roche abyssique ayant la composition de ce magma n'affleure nulle part dans la région. Ce serait une *Monzonite* (au sens de M. Brögger), c'est-à-dire une roche où la teneur en chaux est à peu près égale à la teneur en alcalis. Mais l'exacte composition de cette monzonite demeure incertaine. Il est probable qu'elle diffère de la monzonite *moyenne* du Tyrol par la prédominance très marquée de la soude sur la potasse. Elle se rapprocherait ainsi, plus que la Monzonite du Tyrol elle-même, du « Stammmagma » tyrolien (M. Brögger), dont la Tonalite est la principale dérivation.

Si l'on range les termes de la série suivant l'ordre des teneurs croissantes en silicium, ils se trouvent, du même coup, rangés suivant l'ordre des teneurs décroissantes en fer, magnésium et calcium, et aussi suivant l'ordre des teneurs croissantes en potassium. Quant au sodium, il est en quantité constante. La teneur en soude est comprise entre 4 et 5 p. 100 dans toutes les roches intrusives, quelles qu'elles soient.

L'âge de l'intrusion, dans les assises carbonifères, de ces roches monzonitiques différenciées, est encore inconnu. J'ai dit plus haut que je n'ai, jusqu'à ce jour, trouvé aucun galet de roches semblables dans les poudingues houillers. On n'en connaît non plus aucun galet dans le Permien, dans le Trias, dans le Lias, et même dans l'Oligocène de la région.

Si, faisant abstraction du restant du Briançonnais, je considère seulement les montagnes qui font l'objet de ce mémoire, c'est-à-dire les montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, les seuls affleurements de roches intrusives que j'aie à signaler sont ceux de Puy-Saint-André (microsyénite), de Corvaria, de Fréjus et de Sachas (microdiorites).

Sous le village de Puy-Saint-André, la microsyénite forme trois amas superposés, interstratifiés dans les couches houillères. L'amas supérieur mesure environ 80 mètres d'épaisseur, normalement aux assises; l'amas intermédiaire, une dizaine de mètres; l'amas inférieur, plus de 120 mètres. Ce dernier est longuement entamé par la vieille route. La nouvelle route, qui, de Briançon, monte directement à Puy-Saint-André, tranche l'amas supérieur, sur les deux versants du grand ravin de Rif-Claret. Au Nord de ce ravin, les affleurements microsyénitiques plongent rapidement au Nord et disparaissent bientôt sous la plaine; au Sud, ils deviennent graduellement horizontaux, passent en cet état sous le village, et s'en vont se cacher sous le Glaciaire. L'homogénéité de ces trois amas est remarquable : la composition de la roche ne varie pas d'un amas à l'autre, non plus que dans l'intérieur d'un même amas.

Dans le ravin de Corvaria, vis-à-vis de Monêtier-les-Bains, à deux ou trois cents mètres à l'amont du point où le ravin est traversé, près de son débouché, par le chemin muletier de Vallouise, le Houiller affleure, surmontant immédiatement les « marbres en plaquette ». Cet affleurement houiller est, à sa base, constitué par une microdiorite d'acidité moyenne, transformée, par le laminage, en des schistes durs, grisâtres, à clivage luisant.

A la mine de Fréjus, sur le versant N.-E. de la Cucumelle, un banc de microdiorite, épais d'environ 10 mètres, apparaît au milieu des grès houillers, au mur de la couche de graphite. La roche est fortement métasomatosée.

Un peu à l'amont du hameau de Sachas, sur la rive gauche du vallon des Combes, on voit affleurer, sous les quartzites du Trias, une roche de couleur claire, fort analogue d'aspect à la microsyénite de Puy-Saint-André, mais qui est, en réalité, une microdiorite à hornblende, riche en quartz, et tenant 65 p. 100 SiO^2. A l'aval de Sachas, sur les deux rives du vallon, d'autres amas s'intercalent dans les grès et schistes houillers, et l'on peut suivre les affleurements microdioritiques jusque très près de la route nationale, en face du hameau du Villaret. Ces amas inférieurs sont constitués par une roche d'un vert sombre, que le laminage et la métasomatose transforment parfois en des schistes bariolés, et qui est une microdiorite moyenne, tenant environ 60 p. 100 de silice. La même roche affleure à quelques centaines de mètres plus au Sud, sur la rive gauche de la Durance [1].

[1] Observation de M. M. Lugeon.

CHAPITRE II.

LE TERRAIN PERMIEN.

Avec M. Kilian [1], je rapporte au terrain permien les assises rougeâtres ou bariolées que Lory a signalées, près de l'Argentière, sous le nom de « poudingues bigarrés », et qui séparent les grès à anthracite des quartzites du Trias.

Cette série détritique est continue. On passe des grès à anthracite aux poudingues rougeâtres par des grès de plus en plus clairs et de plus en plus grossiers. Et de l'autre côté, c'est par la diminution graduelle du grain, et par la raréfaction progressive des galets rouges, que se fait le passage aux quartzites triasiques. Nulle part, il n'y a de discordance de stratification. L'épaisseur, près de l'Argentière, est comprise entre 50 et 100 mètres. On observe le même terrain au sommet des escarpements de quartzites qui dominent, au Nord, le village des Combes : là encore, il est intercalé entre le Trias et le Houiller, et son épaisseur est voisine de 100 mètres. Il affleure aussi dans les grands ravins qui, au Nord de Ratière, déchirent le versant oriental de la montagne d'Aquilla. Enfin, des grès rouges, identiques à ceux de ces trois gisements, apparaissent çà et là, formant des lentilles de faibles dimensions, dans les micaschistes de l'Eychauda et de Serre-Chevalier : et je montrerai plus loin que ces amas lenticulaires sont des « lambeaux de charriage » arrachés et transportés par la nappe de recouvrement (quatrième écaille).

Sur beaucoup d'autres points de la région briançonnaise, les quartzites du Trias confinent directement au terrain houiller. Il en est ainsi à Prelles, à Saint-Martin-de-Queyrières, à Notre-Dame-des-Neiges, à Villeneuve, aux Guibertes, à la Cucumelle, à Bouchiers, aux Vigneaux. Mais les phénomènes d'étirement et de suppression d'assises, par laminage, sont si développés partout, que l'on peut attribuer ces lacunes à des causes purement mécaniques. Il est probable que, dans tout le Briançonnais, la sédimentation a été continue, du Houiller

[1] W. Kilian, mémoire portant le numéro 21 de la liste bibliographique, p. 581 et suiv.

supérieur au Trias moyen. On sait que les conditions étaient tout autres dans la zone du Pelvoux [1].

Le Permien du Briançonnais a les caractères du *Verrucano* ou des *Sernifites* du canton de Glaris. Il est formé, principalement, par des conglomérats à galets de quartz rose et blanc, et à galets de *liparite* (*rhyolite*) *altérée*, conglomérats dont le ciment est une argile sableuse, de couleur lie de vin, ou de couleur verdâtre. Des bancs schisteux, sortes d'argilolithes vertes ou lie de vin, et des grès argileux bariolés alternent avec les conglomérats. Ces assises argileuses, peu développées à l'Argentière, aux Combes et dans le massif de Pierre-Eyrautz, deviennent prépondérantes, d'après M. Kilian, dans les montagnes comprises entre la Guisanne et l'Arc (Rochilles, Grand-Galibier) et dans les environs de Moutiers en Tarentaise.

A l'Argentière, aux Combes, à Ratière, dans les massifs de Pierre-Eyrautz, de Saint-Chaffrey, du Grand-Galibier, des Rochilles, le Verrucano n'est nullement métamorphique. Même dans les lambeaux de charriage écrasés sous la nappe de l'Eychauda et de Serre-Chevalier, le caractère détritique reste évident. Ce n'est qu'en approchant de l'Arc, ou du Thabor, ou de la Vallée-Étroite, que l'on voit s'intercaler, dans les assises bariolées, des phyllades luisants, riches en quartz, séricite et chlorite secondaires. A Modane, ces phyllades, associés à des arkoses à gros galets de feldspath, remplacent complètement les couches bariolées, et c'est le point de départ du *Permien métamorphique* qui prend, plus à l'Est et plus au Nord, dans les massifs du Petit Mont-Cenis, de la Vanoise, de l'Aiguille-du-Midi, du Mont-Pourri, et dans les montagnes du Val-Grisanche, un si remarquable développement.

Il n'est pas douteux qu'une très grande partie des matériaux du Verrucano ne soit d'origine éruptive. Parmi les galets rougeâtres ou violets des conglomérats de l'Argentière ou des Combes, beaucoup, sans doute, sont entièrement argileux et méconnaissables : mais quelques-uns ont gardé les caractères de la *liparite*. On voit, au microscope, dans ceux-ci, de grands cristaux corrodés de quartz et d'orthose, et une pâte, tantôt fluidale et transformée en argile, tantôt dévitrifiée et transformée en micropegmatite. Les bancs d'argilolithes qui alternent avec les conglomérats et les grès bariolés sont, très probablement,

[1] Dans le massif du Pelvoux, le Trias est transgressif, et parfois nettement discordant sur le Stéphanien. Je ne connais qu'un seul point où le Permien affleure. C'est aux Rouchoux, près de La Salette : *cinq cents mètres* environ de grès et conglomérats rougeâtres, intercalés, sans aucune discordance sensible, entre les grès à anthracite et les dolomies triasiques.

ou des coulées liparitiques, ou des cinérites dépendantes des éruptions de liparites. Ces argilolithes sont identiques d'aspect et de composition à celles du Yellowstone Park des Montagnes-Rocheuses.

Je n'ai pas trouvé de galets de l'andésite (porphyrite) de Guillestre. Les débris violacés que M. Kilian [1] assimilait à cette andésite sont, en réalité, des débris de liparite. L'andésite de Guillestre a des caractères si nettement tranchés qu'il est aisé de la reconnaître, même lorsqu'elle a subi une métasomatose profonde. Il est à peu près certain que dans la région où le Permien est, à la fois, très épais et très métamorphique (Petit-Mont-Cenis, Vanoise, Val-Grisanche), ce terrain a été formé par des apports éruptifs de nature diverse, et, en particulier, par des apports andésitiques et dacitiques [2], et je ne contredis nullement à l'opinion d'après laquelle l'andésite de Guillestre serait d'âge permien. Mais, dans la contrée qui fait l'objet spécial de ce mémoire, c'est, je crois bien, aux liparites seules qu'il convient d'attribuer un rôle actif dans la formation du Verrucano.

[1] W. Kilian, *loc. cit.* p. 581 et 584.

[2] P. Termier. *Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise*, Bull. des Serv. de la Carte géol., t. II, n° 20, *passim*; et aussi *Sur le Permien du massif de la Vanoise*, Bull. Soc. géol. de France, 3e série, t. XXI, p. 132.

CHAPITRE III.

LE SYSTÈME TRIASIQUE.

On sait que, dans la région du Pelvoux, le Trias, très réduit, se compose, pour la plus grande partie, de calcaires dolomitiques, fréquemment transformés en cargneules, dont l'épaisseur ne dépasse pas quarante mètres. Sous ces calcaires dolomitiques, il y a, le plus souvent, un étage arénacé, de quelques mètres de puissance, constitué par des grès grossiers, plus rarement par des grès très fins d'apparence quartziteuse, quelquefois enfin par un poudingue ou un conglomérat. M. Kilian a donné de fortes raisons stratigraphiques par lesquelles il justifie l'attribution de ce complexe, grès et calcaires dolomitiques, au sommet du Keuper. Cette opinion s'accorde trop bien avec ce que nous savons aujourd'hui, grâce à M. Munier-Chalmas, de l'âge des grès triasiques du bord oriental du Massif central; elle s'accorde trop bien aussi avec la découverte, faite récemment par M. Blayac[1], d'une *Myophoria* du Keuper dans un galet de grès triasique, près du Col du Bonhomme; et enfin elle est fondée sur des arguments trop solides pour que je ne m'y rallie pas entièrement, après l'avoir autrefois combattue.

Ce *Keuper dauphinois* s'étend jusqu'au bord occidental de la grande bande de terrains éogènes qui sépare, du Pelvoux, la *zone du Briançonnais*. Au col du Lautaret, on voit s'enfoncer, sous les gneiss et les microgranites de Combeynot, une série renversée, formée de grès triasiques à galets de cryptoperthite rouge surmontant des calcaires dolomitiques, et, au-dessous de ceux-ci, les calcaires du Lias. Un peu plus loin vers l'Est, au-dessus du hameau de la Madeleine, sur la rive droite de la Guisanne, les conglomérats et les grès oligocènes reposent transgressivement, tantôt sur les grès blancs tachetés de rose, tantôt sur les calcaires dolomitiques. Dans le promontoire montagneux qui sépare les deux Tabuc, on observe, sous le Sinémurien à *Arietites*, ou sous les nappes de basaltes (*mélaphyres*), une formation triasique tout analogue : grès blancs et dolomies jaunissantes. Les grès deviennent très épais (jusqu'à 30 mètres) dans l'arête des Grangettes qui limite au Nord le glacier de l'Eychauda. Au col de Séguret-Foran, où ils sont renversés sur les calcaires dolomitiques, ces mêmes grès triasiques ont pris une teinte jaune qui les signale de loin au regard, parmi les neiges blanches et les noires aiguilles de roches cristallines. Enfin, dans le synclinal d'Ailefroide, à l'Est du Peyron-des-Claux, à moins de deux kilomètres à l'Ouest des affleurements de calcaire à Nummulites du vallon de l'Eychauda, sous le Lias à faciès dauphinois, les cargneules triasiques apparaissent encore, réduites, par le plissement, à quelques mètres de puissance, et reposant, sans aucun intermédiaire arénacé, sur le granite de Coste-Vieille.

[1] Au cours de l'excursion XIII A du Congrès géologique international de Paris (1900).

Il semble donc, aujourd'hui, que la démonstration soit faite de l'émersion de la région *pelvousienne* tout entière pendant la plus grande partie du temps triasique. Et la contrée ainsi émergée comprenait, non seulement la région pelvousienne, mais aussi les Grandes-Rousses, et la chaîne de Belledonne jusqu'au delà du Mont-Blanc. C'est seulement pendant l'époque keupérienne que cette vaste contrée a été graduellement envahie par des lagunes, avant d'être enfin, au début du Lias, recouverte par une mer relativement profonde.

Dans la région briançonnaise, les conditions étaient tout autres. Ainsi que je l'ai dit au chapitre précédent, la sédimentation paraît y avoir été continue depuis l'époque westphalienne jusque vers le milieu du Trias; et c'est au contraire pendant la deuxième moitié du Trias que le Briançonnais semble avoir été, au moins partiellement, exondé.

Aux conglomérats et grès permiens succèdent immédiatement, dans le Briançonnais, les *quartzites* du Trias inférieur. La puissance de cette formation arénacée est très variable. Dans ses assises de base, on observe habituellement des galets de quartz rose ou rouge, provenant sans doute des dernières venues liparitiques; et le passage est graduel, de ces grès fins à grains roses, aux poudingues bariolés sous-jacents. Il est impossible, en raison de l'intensité des phénomènes d'étirement et de laminage, d'évaluer d'une façon précise l'épaisseur originelle des grès triasiques, transformés plus tard en quartzites. Mais il semble bien que cette épaisseur atteignait, en de certains points, trois cents ou même quatre cents mètres.

Au-dessus des quarzites vient, le plus souvent, un *étage schisteux* formé de schistes argileux, ou argilo-calcaires, d'un vert sombre, ou d'un gris sale, accompagnés parfois de petits bancs de calcaires dolomitiques, ou de car-

IMPRIMERIE NATIONALE.

gneules, ou enfin de gypse. Nous avons autrefois, M. Kilian et moi, annexé à cet étage schisteux les « marbres en plaquettes » de la Cucumelle et de Pierre-Eyrautz; mais nous sommes l'un et l'autre convaincus aujourd'hui que ces marbres sont beaucoup plus jeunes.

L'étage schisteux, intermédiaire entre les quartzites et les calcaires à Gyroporelles, est très développé dans les massifs de Polset-Péclet et de la Vanoise, où il est formé de marbres phylliteux, de schistes, de cargneules et de gypses, M. Kilian l'a signalé, fort épais encore, au Mont-Thabor, au Galibier, dans la Vallée-Étroite, près de Château-Queyras et de Ceillac. Dans les montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, ce même étage est très aminci, et parfois même disparaît entièrement, les calcaires à Gyroporelles surmontant alors les quartzites sans aucune interposition. Sur le versant oriental de la chaîne de Montbrison, tout le long de la voûte qui fait apparaître, sous le Trias de l'écaille supérieure, le Malm de l'écaille profonde, on peut observer l'étage schisteux, dont la puissance ne dépasse pas 20 mètres. Il affleure au-dessus des quartzites, ou au-dessus du Malm, lorsque les quartzites ont disparu par étirement, et se compose d'une alternance de marbres noirs, en plaquettes minces, de cargneules et de schistes jaunes. La couleur jaune est visible de très loin, et contraste avec le gris clair des calcaires à Gyroporelles et la teinte blanche des assises du Malm. Ces affleurements sont en partie couverts de gazon.

Sur le flanc oriental de la voûte en question, dans un petit col[1] qui entaille profondément l'arête orientale du Rocher-Bouchard, l'étage schisteux renferme une roche d'aspect singulier. C'est une dolomie grisâtre ou noirâtre, englobant de petits galets ronds d'un schiste vert, à grain très fin. Certains échantillons de cette dolomie ressemblent à des morceaux de roche éruptive basique, fortement métasomatosée. Au microscope, la nature sédimentaire apparaît clairement. La dolomie est noircie par une fine poussière de pyrite. On y voit un peu de quartz. Le schiste vert est cristallin, à la façon de certains schistes du Trias de la Vanoise; il est formé de quartz et de séricite en cristaux d'une extrême finesse.

L'étage schisteux du Trias, avec des caractères analogues, apparaît à l'Ouest de la Croix de la Salcette. Je rapporte encore à cet étage les gypses (contigus

[1] Ce col correspond au sommet de la lettre B du mot Bouchard sur la carte au 1/50 000 jointe à ce mémoire.

aux quartzites ou au Houiller) de Piolier, près de la Durance, et les gypses, avec assises schisteuses intercalées, des grands ravins de la montagne d'Aquilla, au Nord de Ratière. D'après M. Kilian, les masses de gypse les plus importantes des environs de Briançon appartiennent au même niveau et sont inférieures aux calcaires à Gyroporelles.

Cet étage intermédiaire est désigné par la lettre t_{II} sur la carte géologique au 1/80.000e, où les symboles t_{I} et t_{III} désignent respectivement les quartzites et les calcaires. Sur la carte au 1/50.000e jointe à ce mémoire, de même que sur les coupes qui y sont annexées, j'ai groupé avec les quartzites, sous la même lettre **t** et sous la même couleur (violet foncé), l'étage intermédiaire et les quartzites, réservant la teinte violet pâle et la lettre T pour les calcaires à Gyroporelles et les gypses qui parfois les remplacent.

Les quartzites du Briançonnais ne diffèrent de ceux de la Vanoise (que j'ai longuement décrits ailleurs[1]), que par une moindre cristallinité et l'absence, ou du moins la rareté, dans leurs bancs, d'assises riches en alumine et transformées en schistes à séricite. Presque toujours, dans les quartzites du Briançonnais, le caractère détritique est nettement visible au microscope. Les phyllites sont rares; rares aussi les cristaux de zircon, de rutile et de tourmaline. Quelquefois les grains de quartz sont à peine agglutinés ensemble par un peu de silice secondaire, et la roche est alors friable, presque pulvérulente (massif de Saint-Chaffrey[2]). La couleur est blanche ou blanc rosé (petits grains de quartz rose). Les quartzites de couleur foncée, violette ou verte, si fréquents dans le Piémont, la Maurienne et la Tarentaise, n'apparaissent nulle part aux environs de Briançon. Pour tout dire en quelques mots, les quartzites du Briançonnais ne contiennent guère que du quartz. Ils résultent de la lapidification de sables siliceux presque purs, à peu près totalement dépourvus d'alumine et d'oxyde de fer : et cette lapidification, qui ne semble guère différente de celle des sables oligocènes de Fontainebleau, est un phénomène tout ordinaire, qui ne mérite point le nom de métamorphisme.

De même, si l'on compare, à l'étage intermédiaire du Trias de la Vanoise[3], l'étage intermédiaire du Trias briançonnais, on ne peut manquer d'être frappé

[1] P. Termier. *Étude sur la constit. géol. du massif de la Vanoise*, ouvrage déjà cité, p. 58 et suiv.

[2] Observation de M. Kilian.

[3] Désigné, dans mon *Étude sur la Vanoise* (*loc. cit.*, p. 62 et suiv.), sous le nom de *Muschelkalk inférieur*, pour fixer les idées.

de l'absence, dans les assises de celui-ci, du caractère cristallin et métamorphique, si évident dans les assises de celui-là. Aux environs de Briançon on ne trouve, à ce niveau, ni *marbres phylliteux*, ni schistes à tourmaline ou à chloritoïde, ni calcaires à zones siliceuses avec cristaux de feldspath. L'étage intermédiaire, malgré le laminage, garde partout l'aspect d'un terrain sédimentaire à peine transformé; et la diagenèse qu'il a subie ne dépasse pas en intensité celle qui a pesé sur le Trias du Pelvoux, des Grandes-Rousses ou de Belledonne.

Ces constatations sont importantes, si l'on se rappelle que les efforts orogéniques ont été, à tout le moins, aussi énergiques dans le Briançonnais que dans les autres régions des Alpes. Ce n'est donc point par simple action mécanique, ou, si l'on veut, par dynamo-métamorphisme, que s'est exagérée la cristallinité dans les sédiments houillers, permiens et triasiques de la Vanoise, de la Tarentaise, de la Haute-Maurienne, du Piémont. Le métamorphisme régional de ces dépôts est, sans aucun doute, antérieur au plissement définitif; il a pris naissance dans la phase préparatoire de ce plissement, et sa cause déterminante semble avoir été l'exagération de la surcharge sédimentaire, ce que j'ai appelé autrefois le « recuit des sédiments en profondeur[1] ».

Les *Calcaires à Gyroporelles*[2] présentent, dans les montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, les mêmes caractères que dans le reste du Briançonnais, où ils ont été plusieurs fois décrits par M. Kilian; et ils ne diffèrent des *calcaires francs* de la Vanoise que par l'absence des minéraux secondaires (autres que le quartz et la calcite). Ils ne renferment, à ma connaissance, ni tourmaline, ni chloritoïde, ni feldspaths : même les phyllites n'y apparaissent point, si ce n'est dans quelques assises de type exceptionnel. Ce sont des calcaires compacts, en gros bancs mal définis, offrant à l'œil, quand on les regarde à distance, une couleur gris clair, ou même blanche, tandis que la cassure est d'un gris foncé, d'un gris noirâtre ou même tout à fait noire. Leur épaisseur atteint 300 mètres. Il va sans dire qu'elle est fréquemment réduite par le laminage.

Les crêtes constituées par ces calcaires ont un aspect ruiniforme. La dissolution par les eaux de pluie laisse comme résidu une ocre de couleur rouge, qui souille de traînées sanglantes la blancheur des escarpements (ravins au

[1] *Étude sur la Vanoise, loc. cit.*, p. 76.

[2] Je les nomme ainsi, avec M. Kilian, parce qu'ils se rattachent, sans aucun doute possible, aux *Calcaires à Gyroporelles* de MM. Zaccagna, Mattirolo, Diener et Portis.

Nord des Vigneaux, rochers sur la rive droite de la Durance en face de la Roche-de-Rame). D'autres taches rouges, semblables, de loin, aux précédentes, sont dues à une *rubéfaction superficielle* du calcaire noir (M. Kilian).

Les bancs bréchoïdes sont très rares dans la région dont je m'occupe : rares aussi les bancs dolomitiques susceptibles de se transformer en cargneules. Par contre, on observe souvent des intercalations schisteuses, très minces, de couleur gris clair, ou gris verdâtre, ou rouge. Nulle part ces minces assises argileuses ne sont plus fréquentes qu'au sommet de la Tête-d'Amont (2 810 mètres).

Sous la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges (versant Est de Prorel), les calcaires triasiques du type ordinaire, qui surmontent les quartzites, n'ont qu'une trentaine de mètres d'épaisseur, et sont recouverts par des bancs d'un faciès un peu aberrant. En s'élevant dans cette formation, on traverse d'abord des calcaires noirâtres, en plaquettes, avec enduits argileux satinés ou lustrés. Puis viennent, près de la chapelle, des marbres blancs très translucides, en plaquettes fines, passant, vers le Sud, à des *marbres phylliteux* d'un vert clair, d'un blanc verdâtre ou d'un rose lie de vin. Ces marbres, beaucoup plus cristallins que les marbres du Malm, appartiennent encore au Trias, suivant toute vraisemblance; car ils supportent les gypses de la base de Prorel. Ce faciès de marbres phylliteux et de calcaires noirs, en plaquettes, à enduits satinés, se retrouve de l'autre côté de la Durance et semble être comme le précurseur du *faciès Schistes lustrés*.

Il arrive assez fréquemment, dans la zone du Briançonnais, que les calcaires triasiques sont localement remplacés par des gypses; mais, d'une façon générale, le gypse est rare, à ce niveau, dans les montagnes qui séparent Briançon de Vallouise. Je viens de citer la formation gypseuse de la base de Prorel, qui surmonte des calcaires triasiques d'un type spécial. Il faut citer encore le gypse des Sanières (vis-à-vis de Monêtier-les-Bains), immédiatement surmonté par le Lias; celui qui apparaît à 1 200 mètres environ au Nord du col de l'Eychauda, sous les « marbres en plaquettes »; enfin celui du col d'Anon, près Freissinières, qui semble s'intercaler entre les calcaires à *Gyroporelles* et les marbres du Malm.

Les calcaires triasiques du Briançonnais contiennent tous un peu de silice (en grande partie à l'état de quartz) et de faibles quantités de magnésie. Les assises qui méritent le nom de calcaires dolomitiques ou de dolomies sont exceptionnelles. L'alumine est peu abondante, de même que l'oxyde de fer.

Voici quelques analyses :

OXYDES DOSÉS.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Silice	5,60	3,05	3,20	2,09	2,37	1,78
Oxyde de fer et alumine	0,40	0,50	0,50	1,48	2,25	0,40
Chaux	51,05	54,22	54,37	50,60	49,51	32,13
Magnésie	0,50	0,65	0,42	2,94	6,07	19,58
TOTAL des éléments précédents (le complément à 100 est formé surtout d'acide carbonique)	57,55	58,42	58,49	57,11	60,20	53,89

I. Calcaire noirâtre (type habituel); arête de la Tête-du-Grand-Pré, sur Fréjus.

II. Calcaire gris (type habituel); au-dessus du Houiller de Fréjus (mine de graphite).

III. Calcaire noirâtre à veines spathiques blanches, avec taches de rubéfaction; ravins au-dessus des Vigneaux.

IV. Calcaire bréchoïde : débris anguleux de calcaire noir dans une pâte calcaire rubéfiée; Tête-d'Amont.

V. Calcaire blanc rosé, à veines spathiques et à taches rouges; Tête d'Amont.

VI. Dolomie gris clair, saccharoïde; ravins au-dessus des Vigneaux.

Les types I, II et III du tableau précédent sont les plus répandus. Les dolomies du type VI sont rares. C'est donc à tort que les calcaires triasiques de la zone du Briançonnais sont, par la plupart des auteurs, qualifiés dolomitiques. J'ai déjà fait cette remarque en décrivant les calcaires de la Vanoise. La magnésie ne devient un peu abondante, à ce niveau, qu'à l'Est de la Durance, au voisinage de la zone des Schistes lustrés : on voit alors, fréquemment, la partie haute des calcaires à *Gyroporelles* passer à des cargneules d'un jaune clair (M. Kilian).

Les calcaires triasiques du Briançonnais sont très pauvres en fossiles. Les organismes visibles à l'œil nu y sont exceptionnels, et souvent indéterminables. Ce sont, la plupart du temps, des débris d'*Encrines*. Au cours de l'excursion à Prorel du Congrès géologique international, en septembre 1900, M. le professeur Schmidt a découvert, dans un galet de calcaire triasique incorporé à la brèche liasique de Prorel, des tiges assez bien conservées d'*Encrines* et des traces douteuses de *Diplopores*. Nulle part, dans les calcaires triasiques des montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, je n'ai pu trouver de

Diplopores vraiment déterminables. Mais on sait que M. Kilian[1] a signalé ces Algues calcaires dans les calcaires du Pic d'Escreins, au Sud-Est de Guillestre : et il n'est pas douteux que les calcaires triasiques des environs de Briançon et de Vallouise ne soient du même âge que ceux du Pic d'Escreins.

D'après MM. Kilian et Hovelacque[2], les calcaires triasiques du Briançonnais, examinés au microscope, ne montrent que de vagues traces d'organismes et apparaissent comme *fortement recristallisés*. Ils se distinguent, par là, assez facilement, des autres calcaires de la même région alpine.

[1] W. KILIAN. *Bull. Soc. géol. de France*, 1900, 3e série, t. XXVIII, p. 87.

[2] W. KILIAN et HOVELACQUE. Examen microscopique de calcaires alpins, *Bull. Soc. géol.*, 1897, 3e série, t. XXV, p. 638.

CHAPITRE IV.

LE SYSTÈME JURASSIQUE.

Dans les montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, comme dans celles qui leur font suite au Nord et au Sud, les *calcaires à Gyroporelles* sont immédiatement surmontés par la formation liasique, dont les caractères ont été indiqués d'une façon très précise par M. Kilian[1]. La concordance semble parfaite entre le Trias et le Lias, encore qu'il y ait certainement, entre les deux, une importante lacune stratigraphique. Le Lias, dont l'épaisseur et le faciès sont très variables, supporte lui-même, toujours en parfaite concordance, les assises du Jurassique supérieur, sans que, dans la plupart des cas, l'on puisse affirmer l'existence ou l'absence, entre le Lias certain et le Malm indubitable, de dépôts appartenant au Jurassique moyen. Dans cette région occidentale de la zone briançonnaise, le Lias et le Jurassique supérieur ont des caractères de dépôts d'eau peu profonde. De plus, la présence des brèches, dans l'une comme dans l'autre de ces deux formations, témoigne de mouvements orogéniques contemporains de la sédimentation. Il est donc probable que la série jurassique n'est pas continue. Mais on ne peut indiquer avec précision quelles en sont les lacunes; et tout porte à croire, d'ailleurs, que la position de ces lacunes et leur amplitude varient d'un point à l'autre.

A l'Est de la Durance, dans la zone des Schistes lustrés, les conditions changent. Toute lacune semble disparaître, non seulement dans la série jurassique, mais encore entre le Trias moyen et le Jurassique, et aussi entre le Jurassique et l'Oligocène. Un *faciès envahissant*, le faciès *Schiste lustré*, relie par une succession ininterrompue, et formidablement épaisse, d'assises toutes semblables, la partie haute des calcaires à *Gyroporelles* aux dépôts tertiaires. Il est manifeste que la zone des Schistes lustrés a été, depuis le Trias moyen jusqu'à l'Oligocène, un géosynclinal : au lieu que la région occidentale de la

[1] Voir surtout le mémoire portant le numéro 21 de la liste bibliographique. Consulter aussi la note (n° 33 de la liste) de MM. Kilian et Hovelacque et l'*Album de microphotographies de roches sédimentaires*, de M. Hovelacque (Paris, 1900).

Héliogravure Schutzenberger

LE COL DE L'EYCHAUDA (2525^{m}) VU DU SUD

La deuxième écaille, formée de calcaires triasiques et liasiques, et, à droite du col, de marbres en plaquettes, repose, à gauche, sur le Flysch.

zone du Briançonnais n'a été, comme je le dirai bientôt, annexée au géosynclinal alpin qu'à dater de la fin du Jurassique.

Le Lias, dans les montagnes comprises entre Briançon et Vallouise, présente trois faciès, qui parfois se mélangent entre eux : un faciès *bréchiforme* (*brèche du Télégraphe,* W. Kilian); un faciès *partiellement zoogène* (calcaires noirs, à Entroques, et calcschistes noirs); enfin un faciès *oolithique et zoogène* (calcaires de Vallouise).

Le premier faciès (*brèche du Télégraphe*) est le plus fréquent. Il apparaît seul à Prorel, où les brèches et conglomérats liasiques ont plus de 100 mètres d'épaisseur; et seul encore, dans la montagne d'Aquila, au Sud-Ouest du hameau des Combes. Dans la chaîne de Montbrison, ce faciès est prépondérant; mais il se mélange avec le deuxième faciès, et des bancs noirâtres, fragiles et délitables, de calcaires à Entroques et de schistes marneux, alternent avec les brèches.

La bande liasique qui, de Monêtier-les-Bains se prolonge, au Sud, jusqu'au Clot-la-Selle, en passant par le col de l'Eychauda[1], est formée presque exclusivement de calcaires noirâtres et de calcaires marneux appartenant au deuxième faciès. M. Kilian a trouvé au col de l'Eychauda, en ma présence, *Pentacrinus tuberculatus*. Les Entroques sont fréquentes. A ce même col, on observe quelques bancs bréchoïdes, identiques aux *brèches du Télégraphe,* sauf que les galets y sont très petits. C'est encore le deuxième faciès qui domine dans les affleurements liasiques de la base occidentale de la Condamine (altitude : 2 000^{m} environ) : il y a là, avec des calcaires à Entroques, des bancs de calcaires marneux, en plaquettes, riches en débris de Gastropodes. De semblables bancs se montrent au sommet de la Crête de la Balme, à l'endroit où cette arête rencontre celle qui vient de la Cucumelle.

La *brèche du Télégraphe* reparaît à l'Est du Poët, dans une mince lame de Lias qui tranche les calcaires triasiques. C'est elle aussi qui domine dans le Lias de la Serre-des-Hières, à l'Ouest de Bouchiers, et dans les rochers qui surmontent immédiatement la route de Villard-Meyer, au-dessus de La Sagne. Mais, au-dessous de cette même route, dans le long promontoire qui sépare la Durance de la Gyronde et que traverse la route de l'Argentière à Vallouise,

[1] Le col de l'Eychauda est celui où passe, à l'altitude de 2 500 mètres, le chemin muletier qui mène de Vallouise à Monêtier. Ce col est désigné, sur la carte, sous le nom de *Col de Vallouise :* mais le nom de *Col de l'Eychauda* est seul usité dans le pays.

IMPRIMERIE NATIONALE.

les brèches deviennent de plus en plus rares, au fur et à mesure que l'on descend vers le Sud. Elles se mélangent de bancs *oolithiques* (troisième faciès), signalés dès 1891 par M. Kilian, de bancs à Entroques, et de calcaires schisteux noirs; puis finissent par disparaître, tant et si bien, qu'au droit de la Bessée, on ne voit plus, dans le Lias, qu'un mélange des deux derniers faciès.

Le troisième faciès, caractérisé par la prédominance de *calcaires gris clair*, très compacts et très épais, règne en maître à Vallouise. La bande des *calcaires de Vallouise* commence — quand on vient du Nord — près du hameau des Choulières, au pied de la Condamine. Là, le chemin muletier de l'Eychauda traverse cette bande, et, sur le chemin même, on peut à loisir étudier les assises du Lias. Puis la bande, interrompue par la vallée du Gyr, se poursuit sur la rive droite de cette rivière, et embrasse les escarpements qui dominent Vallouise et supportent le village de Puy-Aillaud. A Vallouise, l'épaisseur des calcaires du Lias ne peut être inférieure à *trois cents mètres*. On les suit encore au Sud de l'Onde. Ce sont eux qui portent le village de Puy-Saint-Vincent, et forment, au-dessus de ce village, une arête abrupte et blanche, prolongée, à son tour, par l'arête noirâtre et arrondie de la Pendine. La bande liasique, graduellement amincie, va s'écraser, près de la Tête-d'Oréac, entre les « Marbres en plaquettes » et les grès du Flysch. Au Sud de ce point, les *calcaires de Vallouise* ne reparaissent plus. Les affleurements liasiques de Champcella sont formés de *brèche du Télégraphe*.

L'attribution des *calcaires de Vallouise* au Lias, déjà pressentie par Lory, n'est plus douteuse aujourd'hui. Leur structure microscopique, zoogène et oolithique, est entièrement semblable à celle des calcaires, incontestablement liasiques, du Lautaret (chemin de la Mandette) et des Losettes (au Nord du col du Galibier). « Dans tous ces calcaires[1], on aperçoit, au microscope, de nombreuses *oolithes* noirâtres dont les couches concentriques sont nettement fibreuses (radiées) et qui contiennent fréquemment en leur centre un débris organisé; ces oolithes ne sont que rarement étirées et allongées, donnant alors lieu à une structure « amygdaloïde »; d'habitude, elles se présentent avec la plus grande netteté et sont noyées dans un ciment de calcite cristalline. Les débris d'Échinodermes sont fréquents et, dans certains cas, très abondants, donnant lieu à de grandes plages de calcite à clivages très apparents. On y distingue des Entroques et des radioles d'Échinides. Ces débris sont accompagnés de rares Foraminifères, de nombreux fragments roulés d'organismes divers, de Polypiers, d'Hydrozoaires, et de quelques *Algues calcaires* verticillées. De petits Gastropodes et des débris de Pélécypodes apparaissent dans quelques préparations. Enfin, les intervalles de ces éléments sont occupés par une mosaïque de calcite cristalline. »

[1] W. Kilian. Note portant le numéro 52 de la liste bibliographique.

J'ai trouvé la même structure oolithique dans un calcaire très compact, à cassure esquilleuse, de couleur gris violacé, qui surmonte les calcaires du Trias, entre le col de la Pisse et le petit lac coté 2112. Cette découverte est postérieure au tirage de la carte géologique au 1/50.000e. L'affleurement de ce calcaire oolithique est d'ailleurs peu étendu. Comme dans les types décrits par M. Kilian, les oolithes ne sont pas jointives. Elles semblent cependant s'être impressionnées mutuellement. C'est sans doute parce que, juxtaposées à l'origine, et pressées les unes contre les autres, elles ont été partiellement redissoutes par des eaux décalcifiantes, puis cimentées par de la calcite secondaire.

Dans la bande liasique de Vallouise, qui va des Choulières à la Tête-d'Oréac, le faciès bréchiforme ne se mélange nulle part au faciès zoogène.

J'ajouterai que le Lias du massif de Pierre-Eyrautz[1], à l'Est de la Durance, présente presque partout le mélange des deux premiers faciès. La *brèche du Télégraphe* atteint une grande épaisseur (150 ou 200 mètres) dans l'Aiguille de Mélézein, au Sud des chalets du même nom. Ailleurs, elle s'associe à des calcaires fragiles, de couleur noirâtre, et à des calcschistes noirs (pic de Jean-Rey, pic des Ayes), où l'on trouve parfois *Avicula contorta*. M. Lugeon signale aussi des calcaires à silex. La puissance *apparente* est comprise entre quelques mètres et quelques dizaines de mètres.

La brèche liasique de Prorel est un véritable conglomérat à ciment calcaire, où des blocs très nombreux de quartzite du Trias, et des blocs plus rares de micaschiste, se mêlent aux galets de calcaire triasique. On se rappelle que ce mélange de débris siliceux et de débris calcaires a été signalé par M. Kilian dans les brèches liasiques du Niélard, à *Belemnites* cf. *paxillosus* et *Gryphea cymbium*. Mais, dans les conglomérats de Prorel, la dimension des galets est exceptionnelle. Habituellement comprise entre 25 et 50 centimètres, la longueur du grand axe de ces cailloux va fréquemment jusqu'à plus de 2 mètres, et même, pour un certain bloc de quartzite de l'arête Sud-Est de la mon-

[1] M. Lugeon. Notes portant les numéros 37 et 46 de la liste bibliographique.

tagne, jusqu'à 7 mètres. Les quartzites sont blancs, roses ou verts, avec des grains de quartz rose ou rouge. Les cailloux de micaschistes ne se rencontrent guère que vers la cime. Les blocs calcaires sont blancs, gris, jaunes ou noirs. Quelques-uns contiennent des *Encrines*, et même des *Diplopores*. Les gros blocs sont *tous parfaitement roulés*. Le ciment de la brèche est un calcaire microcristallin.

Au-dessus de La Sagne, près de la route des Vigneaux à Villard-Meyer, la *brèche du Télégraphe* renferme encore des blocs de très grande dimension (plus de 1 mètre de grand axe), et parfaitement roulés. Mais ici, les galets sont tous calcaires. De même, la brèche liasique de l'Aiguille-de-Mélézein (massif de Pierre-Eyrautz), où les blocs roulés ne sont guère moins volumineux qu'à Prorel, m'a paru ne renfermer aucun galet, ou du moins aucun gros galet, de roche siliceuse. Partout ailleurs, dans la région, la *brèche du Télégraphe* est exclusivement formée de galets calcaires, et la dimension des galets y dépasse rarement 20 centimètres.

En divers points du pays que je décris (sommet coté 2423 à l'Est du col de la Tracoulette; plateau au-dessus et à l'Ouest de Bouchiers), le ciment de la *brèche du Télégraphe* prend une teinte lie de vin, d'ailleurs irrégulièrement répartie. Le plus souvent, les affleurements de la *brèche* montrent, de loin, une couleur jaune sale ou une couleur d'un brun noirâtre. Les assises bréchiformes sont moins rocheuses, moins compactes, plus friables et plus délitables, que les *calcaires à Gyroporelles* et les marbres du Malm qui en forment le mur et le toit.

M. Kilian[1] a signalé la présence d'*oolithes noires*, semblables à celles des *calcaires de Vallouise*, dans le ciment d'un échantillon de brèche liasique, inclus lui-même, à l'état de galet, dans le conglomérat à galets cristallins de l'Eychauda. Rien ne prouve mieux l'étroite parenté des divers faciès du Lias briançonnais.

Le Jurassique supérieur présente, dans toute la région, le faciès dit *de Guillestre*, décrit en 1880 par M. Collot[2] et en 1883 par Ch. Lory. L'extension de ce faciès au Nord de la vallée du Guil a été signalée en 1891 et en 1892 par M. Kilian[3].

C'est un *faciès crayeux à Globigérines*, avec rares Céphalopodes.

[1] W. Kilian. Note portant le numéro 52 de la liste bibliographique.
[2] Mémoires portant les numéros 16 et 17 de la liste bibliographique.
[3] Mémoires portant les numéros 21 et 24 de la liste bibliographique.

Les assises qui dominent, et qui donnent à l'étage ses caractères extérieurs les plus saillants, sont des calcaires amygdalaires, roses ou lie de vin (marbre de Portor), et des marbres blancs, ou d'un blanc violacé, ou d'un blanc bleuâtre. Ces marbres et calcaires ont une cassure esquilleuse (avec esquilles translucides), qui rappelle la cassure du silex ou même de l'opale. Ils alternent entre eux, et avec des marbres schisteux, très fissiles et très friables, dont la couleur est généralement claire, blanche, rose ou vert pâle. Parfois, cependant, ces calcschistes sont violets, rouges, gris ou même noirs (Condamine). Des calcaires d'un gris bleuâtre, et même des calcaires noirs, dont l'aspect à l'œil nu n'est guère différent de celui des calcaires triasiques, s'associent souvent aux marbres et aux calcschistes. La structure microscopique de ces calcaires gris ou noirs ne diffère pas sensiblement de celle des marbres, et, par conséquent, s'écarte beaucoup de celle des calcaires triasiques.

On n'éprouve, en général, aucune difficulté à reconnaître sur le terrain les assises du Jurassique supérieur, même quand elles ne présentent, ni les couleurs roses ou violacées, ni le faciès amygdalaire, qui les caractérisent habituellement. Ce sont de gros bancs très compacts, qui montrent, de loin, une couleur plus blanche que les calcaires du Trias, et qui prennent, aux affleurements, par érosion chimique, des formes arrondies, savonneuses, semblables, parfois, à celles que prendrait, en coulant, une couche épaisse d'une matière très visqueuse. Ces gros bancs ont fréquemment 10 mètres, et quelquefois même 20 mètres, de puissance. Le phénomène des *lapiez* y est fréquent. Quand il y a plusieurs de ces bancs (Montbrison, Sablier, Condamine), ils sont habituellement séparés par des calcschistes rouges, roses, verts, lilas ou gris, et ces intercalations sont assez épaisses pour que l'ensemble donne lieu à des formes d'érosion très spéciales. L'étage calcaire du Trias est à la fois plus puissant, plus homogène et plus délitable : son aspect habituel est ruiniforme, tandis que les calcaires du Malm ne sont presque jamais en ruine.

Si l'on étudie dans le détail les très nombreux affleurements de Jurassique supérieur de la région, on constate qu'il y a, de l'un à l'autre, d'importantes différences de faciès qui tiennent surtout à la prédominance de tel ou tel genre d'assises. Ici, les marbres blancs ou violacés sont prépondérants; ailleurs, ce sont les schistes; ailleurs, les marbres roses amygdalaires; ailleurs, les calcaires grisâtres. Mais le caractère de la compacité des bancs ne manque presque jamais.

M. Kilian a trouvé, en ma présence, une dent de *Squale* dans une assise ferro-siliceuse du Jurassique supérieur de la Crête de la Balme, près Fréjus. Les *Crinoïdes* (*Phyllocrinus* sp.) sont fréquents. Les *Céphalopodes*, rares d'une façon générale, se concentrent en assez grand nombre sur de certains points (cime de la Condamine, cime de Paluel, grand ravin au Nord-Est de la Tête-d'Amont) : on trouve alors *Aptychus*, *Ammonites*, *Duvalia*, parfois déterminables. Aucun gisement n'a encore été découvert, dans les montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, dont la richesse puisse se comparer à celle du gisement du Grand-Galibier[1]. Je rappelle que, dans ce dernier gisement, M. Kilian a signalé : *Aptychus Beyrichi* Zitt., *Apt. punctatus* Voltz, *Lytoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Perisphinctes* sp., *Duvalia lata* Blainv. sp., *Hibolites Conradi* Kil., *Rhynchoteuthis* sp.

La structure microscopique des calcaires et marbres du Jurassique supérieur est fort curieuse. MM. Kilian et Hovelacque ont signalé, dès 1897, l'abondance, dans ces assises, des organismes microscopiques noyés dans un ciment vaseux.

J'emprunte au mémoire de ces deux auteurs la description suivante[2] :

« *Calcaires blancs* du Jurassique supérieur. Caractérisés par l'*abondance* des *Foraminifères* (Miliolidés surtout), souvent totalement encroûtés, servant de centre à des *Oolithes* et rappelant à cet égard le Bathonien compact de Besançon (Forest-Marble). Débris fréquents de Polypiers et d'Encrines. — Calcaire bréchoïde de Guillestre. C'est une fausse brèche; tous les éléments ont la même nature : pâte très fine englobant des Radiolaires. Ciment formé d'argile rouge ferrugineuse, durcie. »

Dans la région qui fait l'objet de ce mémoire, le Jurassique supérieur est particulièrement riche en Foraminifères. M. Munier-Chalmas a bien voulu examiner des préparations prélevées sur des calcaires et des marbres du Sablier, de la Condamine, du col de la Pisse, de la base de Serre-Chevalier, etc. Partout la structure est la même, et, seul, l'état de conservation des Foraminifères varie.

Parmi ces Foraminifères, M. Munier-Chalmas a reconnu, avec certitude, l'abondance des *Globigérines*. La présence de *Orbulina* reste douteuse. Les

[1] W. Kilian. Mémoires portant les numéros 24 et 54 dans la liste bibliographique.

[2] W. Kilian et M. Hovelacque. Mémoire portant le numéro 33 dans la liste bibliographique. Voir aussi, dans le bel album de *Microphotographies de calcaires alpins*, de M. Hovelacque, publié par M. W. Kilian (Paris, 1900), les planches correspondantes.

Globigérines sont parfois très bien conservées (Sablier), et montrent alors des parois relativement épaisses. Le plus souvent, elles sont en voie de résorption, et l'on observe alors tous les phénomènes de recristallisation de la calcite décrits par M. L. Cayeux[1] dans ses belles études sur la Craie du Bassin de Paris. Il y a, avec les Globigérines, et peut-être les Orbulines, d'autres Foraminifères indéterminables. Le ciment qui englobe ces organismes est une *boue crayeuse*, presque uniquement formée de calcite très finement cristallisée. Çà et là, des plages, le plus souvent circulaires, de calcite largement cristallisée, marquent l'emplacement de Foraminifères détruits.

La dimension des Globigérines peut aller jusqu'à deux dixièmes de millimètre. D'autres Foraminifères, dont la détermination a été impossible, sont beaucoup plus grands (jusqu'à sept ou huit dixièmes de millimètre).

Les Foraminifères paraissent exister en aussi grande abondance dans toutes les assises, cependant très variées d'aspect, que j'ai décrites : et, sauf quelques cas très rares, ce sont les mêmes Globigérines (mêmes formes et mêmes dimensions) qui jouent le rôle prépondérant. Les marbres blancs, les marbres roses, les marbres rouges ou bigarrés, les calcaires grisâtres, les *calcschistes eux-mêmes*, montrent tous des Globigérines. Mais, dans les calcschistes (schistes versicolores, marbres en plaquettes), le laminage est intense, et les Foraminifères sont brisés, déformés, et souvent presque entièrement résorbés. Ce n'est qu'en étudiant tous les intermédiaires entre les marbres compacts et les calcschistes les plus fissiles que l'on arrive à reconnaître encore, au milieu de ceux-ci, quelques apparences caractéristiques des Globigérines. La série des assises du Sablier est, à cet égard, particulièrement instructive.

Les marbres blancs ou roses du Jurassique supérieur sont un peu siliceux, mais à peu près exempts de fer, de magnésium et d'aluminium. Voici la composition d'un échantillon, pris à la base de Serre-Chevalier, et présentant, à l'œil nu, les caractères habituels des marbres blancs du Malm :

Silice	5,40
Oxyde de fer et alumine	1,30
Chaux	51,42
Magnésie	0,50
Acide carbonique (par différence)	41,38
Total	100,00

[1] L. Cayeux. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Lille, 1897.

Dans les variétés à couleurs vives, la proportion d'oxyde de fer est beaucoup plus forte, et aussi, presque toujours, la teneur en argile. L'argile rougeâtre, qui se mélange ainsi à la calcite, est, le plus souvent, sans action sensible sur la lumière polarisée.

Les calcschistes versicolores, et les marbres en minces plaquettes qui les accompagnent, résultent, d'une façon évidente, du laminage de ces bancs relativement riches en argile. On constate alors, très souvent, le développement, dans ces schistes, de fines paillettes à éclat satiné. La plupart du temps, ces paillettes sont blanches ou roses et paraissent appartenir à une argile cristallisée (probablement la *pyrophyllite*); quelquefois, elles sont verdâtres ou jaunâtres, et semblent être de la chlorite. En même temps que s'est faite cette cristallisation de phyllites, il y a formation de grains de quartz. La teneur en silice, dans les calcschistes, peut aller à 25 p. 100.

Après avoir examiné les préparations prélevées sur des assises d'âge certain (Jurassique supérieur, fossilifère, du Sablier et de la Condamine), M. Munier-Chalmas a bien voulu étudier quelques préparations de « marbres en plaquettes », du type de la Cucumelle, provenant des gorges de la Durance et des grands ravins des Vigneaux. Dans ces « marbres en plaquettes », le laminage a été beaucoup plus intense que dans les calcschistes du Sablier : il a parfois effacé toute trace d'organismes. Mais, parfois aussi, entre les lames de calcite largement recristallisée, on observe encore des témoins de *boue crayeuse à Globigérines,* parfaitement reconnaissables.

Enfin, M. Munier-Chalmas a retrouvé *les mêmes Globigérines* (même forme et mêmes dimensions), avec d'autres Foraminifères, beaucoup plus grands et indéterminables, dans les débris de marbre rose, empâtés dans des micaschistes, de la « Butte des Galets », débris dont je parlerai longuement plus loin. Déjà M. Kilian, après examen microscopique de ce marbre rose, m'avait écrit qu'il ne doutait guère de son attribution au Jurassique supérieur. La découverte de M. Munier-Chalmas me permet aujourd'hui d'être beaucoup plus affirmatif.

Le Jurassique supérieur du Briançonnais s'est donc formé dans des conditions analogues à celles qui ont présidé au dépôt de la Craie du Bassin de Paris. La mer devait être tranquille et peu profonde. L'épaisseur des dépôts qui correspondent au Jurassique supérieur est généralement faible (50 à 60 mètres); exceptionnellement, sur certains points (Montbrison, Tête-d'Amont) la puissance *apparente* atteint 200 et même 300 mètres. Souvent, cet étage supra-jurassique, relativement peu épais, est surmonté directement

par le Flysch (prairies des Combes, pourtour de Serre-Chevalier, Sablier, Condamine, Aquila). Au-dessous de cette écaille (*troisième écaille* ou *écaille de Briançon*), dans une écaille plus profonde, qui est la *deuxième écaille* ou *écaille de Vallouise,* le Malm fossilifère passe latéralement à des « marbres en plaquettes » et supporte une énorme série de ces mêmes marbres, puissante, en apparence tout au moins, de 500 mètres, et parfois de plus de 1 000 mètres. La base de cette série appartient certainement au Jurassique : mais jusqu'où s'étend, vers le haut, ce faciès de « marbres en plaquettes »; c'est ce qu'on ne sait pas encore.

Je termine en rappelant que le Jurassique supérieur à Globigérines (faciès de Guillestre) s'avance, au Nord, jusqu'à la vallée de l'Arc. M. Kilian l'a signalé à Saint-Félix, entre Modane et Saint-Michel. C'est, jusqu'à ce jour, le point le plus septentrional que nous connaissions. Les « marbres en plaquettes » (EJ de la carte géologique) s'avancent moins loin, vers le Nord, que le Malm fossilifère.

Vers le Sud, M. Kilian a suivi les assises marmoréennes à faciès de Guillestre jusque dans les parties hautes du massif qui sépare le Guil de l'Ubaye. Plus loin, le Malm authentique vient se fondre dans l'énorme complexe des « marbres en plaquettes ».

Vers l'Est, le Jurassique supérieur à Globigérines cesse là où commencent les « Schistes lustrés ». Ceux-ci reposent directement sur les calcaires, ou les cargneules, du Trias.

Vers l'Ouest, le Malm à Globigérines ne semble nulle part dépasser le bord oriental de la « zone du Flysch ». Le marbre rose signalé par MM. Kilian et Haug[1] à Dourmillouse, en pleine zone du Flysch, m'a paru présenter les caractères microscopiques du Lias, et non du Malm. Il est d'ailleurs traversé et injecté par un basalte (mélaphyre), de tout point identique à ceux de la zone du Pelvoux : et les basaltes du Pelvoux sont d'âge liasique.

Je rappellerai enfin que le faciès crayeux à Globigérines se retrouve dans les *couches rouges* des Préalpes romandes[2], à *Micraster breviporus* (Turonien). Ces *couches rouges,* fort semblables d'aspect aux couches de Guillestre, et montrant, au microscope, la même abondance de Foraminifères, reposent sur le Néocomien, le Malm, le Lias ou le Trias, et supportent le Flysch.

[1] W. Kilian et Em. Haug. Note n° 51 de la liste bibliographique.

[2] M. Lugeon. La région de la Brèche du Chablais, *Bull. des Serv. de la Carte géol.,* t. VII, bull. n° 49, p. 93.

IMPRIMERIE NATIONALE.

CHAPITRE V.

LES « MARBRES EN PLAQUETTES ».

Je désigne sous cette appellation de « marbres en plaquettes » une formation très puissante et très homogène où dominent des marbres blancs extraordinairement fissiles et schisteux. Les plaquettes de marbre sont le plus souvent gaufrées, plissotées, ridées, comme si, après une extension violente, l'élasticité les avait ramassées sur elles-mêmes. Les joints qui séparent ces plaquettes sont parfois tapissés de minces membranes phylliteuses (séricite ou chlorite). Des calcschistes gris, roses, vert clair, jaune clair, violet pâle, plus rarement des calcschistes noirs, alternent avec les marbres.

De Monêtier-les-Bains à l'Argentière, par le col de l'Eychauda, la Cucumelle, le versant Ouest de la Condamine, Vallouise, les Vigneaux, on peut suivre, sans interruption, cette formation géante. La couleur blanche, ou blanc jaunâtre, de ses affleurements, attire de très loin le regard[1]. L'épaisseur apparente est d'au moins 500 mètres à la Cucumelle, de 600 ou 700 mètres sur le versant Ouest du col de Méa, de 1 000 ou 1 200 mètres à Saint-Antoine et à Vallouise. Sur près de 4 kilomètres de longueur, les gorges de la Durance, sous Villard-Meyer, sont creusées dans les marbres en plaquettes, et là, la puissance apparente est d'au moins 1 000 mètres. Enfin, la même formation joue un très grand rôle dans la constitution du massif de Pierre-Eyrautz, et, dans le pic de ce nom (2 906^{m}), les assises de marbres en plaquettes ont plus de 700 mètres d'épaisseur.

Ce faciès, si particulier et si remarquable, se poursuit au Nord dans le massif du Galibier et au Sud dans la direction de Guillestre. Mais il disparaît au Nord de Briançon (massif de Saint-Chaffrey, bassin de la Clarée). Il disparaît également, du côté de l'Est, dès qu'apparaissent les Schistes lustrés.

Jusqu'à la fin de l'été de 1899, j'ai tenu pour triasique cette formation de marbres, l'identifiant avec les *marbres phylliteux* de la Vanoise, lesquels sont

[1] *Cucumelle*, gros champignon blanc.

certainement compris entre les Quartzites du Trias et les calcaires dits à *Gyroporelles*. C'est encore au Trias que sont rattachés les « marbres en plaquettes » dans mon mémoire[1] de 1899 sur « *les nappes de recouvrement du Briançonnais* ». Je suis aujourd'hui convaincu qu'ils sont postérieurs au Lias. M. Kilian, qui était d'accord avec moi pour attribuer ces marbres au Trias, a été conduit de son côté, en même temps que moi, et pour des raisons analogues, à les rajeunir considérablement.

Entre le pic de Montbrison et la Tête-d'Amont, on voit les calcaires à Gyroporelles reposer indifféremment, le contact étant renversé, sur le Malm fossilifère ou sur les « marbres en plaquettes », et il semble bien qu'il y ait passage latéral de ceux-ci à celui-là. Et, en effet, M. Munier-Chalmas a constaté dans les bancs les plus élevés (les moins jeunes, par conséquent) des « marbres en plaquettes », la présence des mêmes Foraminifères que dans le Malm authentique. La structure microscopique est alors identique à celle des calcschistes supra-jurassiques du Sablier, où un laminage intense a fait disparaître la plupart des organismes, et a, parfois, développé quelques phyllites.

De même, dans un échantillon de « marbre en plaquettes » de Villard-Meyer (gorges de la Durance), où le laminage est d'une intensité encore beaucoup plus grande, j'ai pu montrer à M. Munier-Chalmas des apparences, encore très reconnaissables, de Globigérines.

Enfin, à la Serre-des-Hières, entre les Vigneaux et Bouchiers, on voit nettement le passage latéral des « marbres en plaquettes » au Malm indubitable. Pour faire cette observation, dont l'importance est capitale, il faut suivre, au Sud-Ouest de Bouchiers, la base de l'escarpement des quartzites.

A douze cents mètres environ du village, on arrive sur l'arête même de la montagne, où se séparent les versants de la Gyronde et de la Durance. Là, un couloir se présente, interrompant l'escarpement. On devra remonter ce couloir jusqu'à ce qu'on soit arrivé au niveau de la surface supérieure des quartzites.

On verra alors, en face de soi, sur la rive gauche du couloir, un gros banc de Malm rose, bréchiforme (faciès de Guillestre) reposer sur les quartzites. Entre les deux formations s'intercale, sur deux mètres d'épaisseur environ, une alternance de calcaires schisteux et de schistes versicolores, offrant tous

[1] N° 45 de la liste bibliographique.

les caractères de l'étage *triasique intermédiaire* de la chaîne de Montbrison. Les calcaires à Gyroporelles et le Lias sont supprimés par étirement : mais il suffit de cheminer, dans la direction du Nord, en restant au-dessus des quartzites, pour voir reparaître bientôt ces terrains entre les quartzites et le Malm.

Dans le couloir même (fig. 1), le Malm perd rapidement sa compacité, sa couleur rose et son aspect bréchiforme, et passe, sur une longueur de quelques mètres, à des « marbres en plaquettes » du type de la Cucumelle. Ces « marbres en plaquettes », surmontés par d'autres marbres identiques, forment la tête cotée 1874, et se relient *sans aucune interruption* aux « marbres en plaquettes » des gorges de la Durance, des Vigneaux, de Vallouise, de la Cucumelle et de Monètier.

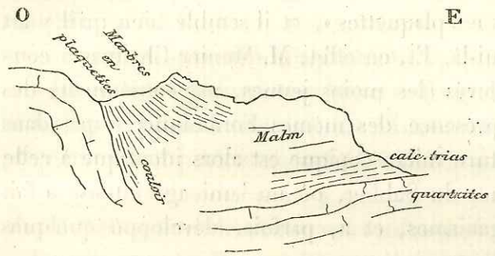


Fig. 1. — Passage latéral des « marbres en plaquettes » au Malm, dans la Serre-des-Hières.

Il est donc démontré qu'une partie, tout au moins, de la formation des « marbres en plaquettes », est une manière d'être locale du Jurassique supérieur. *La partie basse des « marbres en plaquettes » est du Malm laminé.*

Mais l'énorme épaisseur de la formation donne à penser qu'elle va bien au delà du Jurassique, et qu'elle correspond, comme les Schistes lustrés, à un *faciès envahissant,* sous lequel se confondraient des assises jurassiques, crétacées et tertiaires. Quelques faits viennent à l'appui de cette manière de voir.

En premier lieu, on observe, çà et là, dans les « marbres en plaquettes », des intercalations quartziteuses de couleur brunâtre, noirâtre ou grisâtre, *entièrement identiques,* par tous leurs caractères pétrographiques, aux assises quartziteuses du Flysch de la région et aux bancs quartziteux des « Schistes lustrés » du Gondran. C'est surtout au voisinage du col de Méa (versant occidental) et dans les escarpements de Pierre-Eyrautz que ces intercalations quartziteuses, d'ailleurs peu épaisses (quelques centimètres), sont fréquentes.

En second lieu, les « marbres en plaquettes » confinent, le plus souvent, dans leur partie haute, aux assises du Flysch, sans aucune interposition. Et quand ce sont d'autres terrains qui reposent sur les « marbres en plaquettes », par exemple des calcaires à Gyroporelles, on voit toujours, en suivant ce contact, que c'est là un contact anormal et qu'un peu plus loin des assises différentes s'y introduisent, laminées et amincies, par exemple des quartzites ou même des grès houillers. En d'autres termes, il semble que, toutes les fois que la série est régulière et complète, les « marbres en plaquettes » reposent sur le Malm ou sur le Lias, et supportent le Flysch.

En troisième lieu, M. Kilian m'a montré, dans les montagnes qui dominent au Nord la vallée du Guil, près de Furfande, que les « marbres en plaquettes », prolongement évident de ceux du massif de Pierre-Eyrautz, se transforment graduellement en des marbres gris clair, plus compacts et moins fissiles, présentant, dans la cassure, de petites taches d'un gris sombre, et offrant les plus grandes ressemblances avec certains calcaires à Nummulites.

Enfin, c'est dans la continuation vers le Sud de cet ensemble, que, près du col del Mulo, en Italie, M. Franchi a découvert des fossiles crétacés (*Actéonelles*). Le même auteur a démontré que les fossiles décrits par Meneghini, Gastaldi, Neumayr et Michelotti, puis cités par M. Suess comme provenant du *col de Chaberton,* ont été en réalité recueillis aux environs de Bersezio dans les marbres appartenant à cette même formation [1].

C'est pour cela que, sur la feuille « Briançon » de la carte géologique au 80.000e et sur la carte géologique au 50.000e annexée à ce mémoire, les « marbres en plaquettes » sont désignés sous le symbole compréhensif EJ. Par où j'ai voulu dire qu'ils forment une série sédimentaire continue, allant du Malm à l'Eocène, et dont une grande partie, plus ou moins grande suivant les localités, est, suivant toute vraisemblance, d'âge crétacé.

J'ai déjà dit que, du côté de l'Est, les « marbres en plaquettes » disparaissent là où commencent les « Schistes lustrés ». Avec les « marbres en plaquettes » disparaissent aussi les faciès, ci-dessus décrits, du Lias et du Malm, et aussi le faciès « Flysch » de l'Oligocène. Il est grandement probable que, sans les complications tectoniques de cette région, on verrait ces quatre faciès, Lias, Malm, Marbres en plaquettes, et Flysch, se transformer peu à peu et se fondre graduellement dans le faciès « Schistes lustrés ». M. Franchi [2] a démontré

[1] W. Kilian. Mémoire portant le numéro 56 de la liste bibliographique, p. 2.

[2] S. Franchi. Sull' età mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi occidentali, *Boll. del R. Comit. geolog.,* 1898.

d'une façon définitive que ce dernier faciès ne remonte pas plus haut que le Trias moyen, et qu'ainsi la plupart des terrains qu'il embrasse appartiennent à la série mésozoïque; mais nous ne connaissons pas encore la limite supérieure de l'extension des « Schistes lustrés », et je crois fort, pour ma part, qu'une partie de ces schistes est oligocène.

Les « marbres en plaquettes » me semblent correspondre à une zone bordière du géosynclinal alpin. Dans cette zone bordière, la profondeur des eaux est faible, et, à partir des temps supra-jurassiques, il se dépose des boues à Globigérines.

Ce dépôt crayeux dure plus ou moins longtemps, suivant les bandes, grossièrement parallèles, qui subdivisent la zone : ici, il s'arrête à la fin du Jurassique; ailleurs, il se poursuit pendant tout le Crétacé; ailleurs encore, il se prolonge pendant l'Eocène. Enfin vient le moment où, dans toute l'étendue de la zone bordière, les conditions changent; et c'est le Flysch, gréseux ou argileux, plus rarement calcaire, qui recouvre en transgression tous les dépôts crayeux.

Pendant ce temps, dans la zone médiane du géosynclinal, individualisée dès avant la fin du Trias, ce sont des vases calcaires qui se déposent, sorte de *flysch* spécial, continu et singulièrement uniforme, allant du Trias supérieur à l'Oligocène. C'est ce *flysch* spécial qui est devenu, par métamorphisme, les « Schistes lustrés ».

Les « marbres en plaquettes » sont formés, presque exclusivement, de calcite, plus ou moins finement cristallisée, et de quartz. Ce dernier minéral n'est pas roulé, mais développé *in situ*. Les membranes de calcite ou de quartz, parallèles à la schistosité, sont parfois tellement minces qu'elles simulent des lits de phyllites. Mais les véritables phyllites (séricite ou chlorite) sont rares. Dans leur ensemble, ces marbres ne méritent donc pas le nom de « marbres phylliteux », qui convient, au contraire, si bien aux marbres triasiques de la Vanoise.

Là où apparaissent les phyllites (Cucumelle), on voit, au microscope, des zones de séricite ou de chlorite feutrée, avec petits grains de quartz et petites aiguilles de rutile, et des zones de calcite avec *quartz et albite secondaires*. Ces échantillons feldspathiques, qui ressemblent beaucoup à certains marbres de la Vanoise, sont toutefois exceptionnels.

Je n'ai observé ni tourmaline, ni chloritoïde.

Voici quelques analyses chimiques. On remarquera la quasi-absence du magnésium.

OXYDES DOSÉS.	I.	II.	III.	IV.	V.
Silice	9,80	18,40	25,30	14,00	23,91
Oxyde de fer et alumine	1,50	1,60	2,59	3,25	9,50
Chaux	49,61	45,90	40,97	44,89	35,00
Magnésie	0,21	0,21	Traces.	0,61	1,08
TOTAL des éléments dosés (le complément à 100 étant formé surtout d'acide carbonique)	61,12	66,11	68,86	62,75	69,49

I. Marbre gris clair de la Cucumelle (type habituel), très contourné et plissoté, avec membranes calcaires ou quartzeuses simulant des lits phylliteux.

II. Marbre blanc de la Cucumelle, en plaquettes très minces, translucides.

III. Marbre schisteux gris clair des gorges de la Durance, près Villard-Meyer (il y a 0,59 Al^2O^3, et 2,00 Fe^2O^3).

IV. Marbre translucide, blanc verdâtre, avec joints un peu sériciteux, des grands ravins de la Tête-d'Amont.

V. Schiste lilas, du même gisement que IV (la couleur est due à de la limonite).

L'examen au microscope ne décèle, le plus souvent, aucune trace d'organismes, sauf dans les bancs qui passent latéralement au Malm fossilifère (Tête-d'Amont, Serre-des-Hières). Les marbres de la Cucumelle, de même que ceux de Pierre-Eyrautz, n'ont jamais, jusqu'ici, montré le moindre débris de fossile. Mais leur structure microscopique ne diffère guère de celle des marbres fissiles et des calcschistes que l'on voit, en beaucoup d'endroits, s'intercaler dans le Malm fossilifère, par exemple au Sablier et à la Condamine : ces marbres fissiles et ces calcschistes, d'âge jurassique certain, ne sont ni moins, ni plus cristallins que la plupart des marbres de la Cucumelle, et ils sont souvent, comme ceux-ci, entièrement dépourvus de traces organisées.

CHAPITRE VI.

LE NUMMULITIQUE ET LE FLYSCH.

Ces terrains sont coloriés en jaune sur la carte géologique au 50.000e annexée à ce mémoire. On a réuni, sous le symbole **F**, les *Calcaires à Nummulites* et les *grès et schistes* du Flysch. Le symbole **C** et les points noirs sur fond jaune désignent un faciès très particulier du Flysch, les *conglomérats à galets cristallins* de l'Eychauda.

Sur la feuille « Briançon » de la Carte géologique au 80.000e, les calcaires à Nummulites sont séparés du Flysch et marqués du symbole e^3. Le symbole e^3m est attribué au Flysch schisteux et gréseux. Enfin les conglomérats à galets cristallins sont notés $em^{(lt\theta)}$, l'exposant ($lt\theta$) voulant dire que les galets cristallins inclus dans ces conglomérats proviennent des roches vertes des schistes lustrés.

J'ai peu de choses à dire touchant les Calcaires a Nummulites. On ne les observe que dans la bande de terrains éogènes qui va de Monêtier à Vallouise, reliant les Aiguilles d'Arves à l'Embrunais. Dans mes mémoires antérieurs, j'ai appelé cette bande *zone du Flysch*, et c'est la *zone de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves* de M. Haug.

Dans cette bande, la base de la série éogène est habituellement formée par une brèche (ou un conglomérat), puissante de quelques mètres, et formée presque exclusivement de débris empruntés aux terrains cristallins du Pelvoux. Les galets de granite et de microgranite abondent dans la brèche nummulitique de la Madeleine, près du Lautaret; les gneiss et les micaschistes, dans celle de la Haute-Vallouise. Quelquefois, la brèche manque. C'est le cas des environs de Monêtier, du Vallon de l'Eychauda, des hauteurs qui dominent Puy-Aillaud, et aussi de la vallée de l'Onde. On voit alors les calcaires à Nummulites reposer directement sur les terrains primaires ou sur le Lias.

Ces calcaires sont peu épais (30 ou 40 mètres au maximum). Ils se débitent en dalles, ou même en plaquettes. Quelques assises sont sableuses. Vers le haut,

ils supportent des schistes gris ou noirs, souvent ardoisiers. On exploite ces schistes pour ardoises dans la vallée de l'Onde, près du Villard, et dans celle du Fournel, près de Salce.

Les calcaires eux-mêmes sont de couleur claire, parfois d'aspect marmoréen. Ils sont fréquemment fossilifères, notamment dans le vallon de l'Eychauda (sur le chemin muletier), dans le vallon de l'Alpe (au-dessus de Puy-Aillaud), et dans le fond de la vallée du Fournel, près du Pas-de-la-Cavale. La faune[1] est celle de Faudon et d'Allons : *petites Nummulites, Bivalves, Cérithes, Polypiers* (*Trochosmilia irregularis*).

Le Flysch offre deux types assez différents, suivant que l'on le considère dans la *zone du Flysch*, c'est-à-dire dans la bande qui va de Monêtier à Vallouise, ou à l'Est de cette bande.

Le Flysch de la bande Monêtier-Vallouise a les caractères du Flysch de l'Embrunais. Les grès y dominent; ils sont souvent grossiers, mais on n'y observe pas les conglomérats, qui deviennent si fréquents et si puissants dans la région des Aiguilles d'Arves. Le grès est de couleur brunâtre, ou encore gris sale. Il ressemblerait aux *grès à anthracite* si le mica y était moins rare. Les bancs de grès ont rarement plus de 2 mètres de puissance, et ils sont souvent beaucoup moins épais. Ils sont séparés les uns des autres par de petits lits de schistes gris ou noirs. L'ensemble du terrain a une couleur sombre, tout à fait caractéristique. La plupart des assises sont délitables; et, comme beaucoup d'entre elles sont peu perméables, il en résulte que les montagnes de Flysch sont boisées ou gazonnées jusqu'à de grandes altitudes. Mais, au-dessus de 2 500 mètres, ces mêmes montagnes sont découpées en aiguilles peu solides, et accidentées d'escarpements ruiniformes. Dans le massif qui s'élève au Sud de Vallouise, le Flysch atteint la cote 3325 (l'Eyglière). La longue arête de Dourmillouze, tout entière formée de Flysch, a, sur une longueur de sept kilomètres, une altitude moyenne d'environ 3 000 mètres : son point culminant est à la cote 3222 (pic Félix Neff). Au Nord du col de l'Eychauda, vers Monêtier et le Galibier, les grès deviennent plus fins, et ce sont des schistes feuilletés, un peu sableux, luisants, de teinte foncée qui prennent la prépondérance. Les bancs calcaires, assez fréquents au Nord de Monêtier d'après M. Kilian, manquent à peu près complètement dans la région qui nous occupe. On observe en divers points, dans les schistes, des *Helminthoïdes*.

[1] Je tiens ce renseignement de M. Kilian, qui a visité avec moi le gisement de la haute vallée du Fournel.

IMPRIMERIE NATIONALE.

A l'Est de la bande Monêtier-Vallouise, dans les montagnes de Montbrison, de l'Eychauda, d'Aquilla, de Prorel, le Flysch est formé de schistes argileux, noirs ou vert foncé, parfois versicolores, avec intercalations nombreuses de calcschistes et même de calcaires, et intercalations non moins nombreuses, mais minces, de quartzites bruns. Les véritables grès sont devenus très rares. Au Sablier, cependant, dans le chapeau de Flysch qui couronne la montagne, il y a un banc, très massif, d'un grès grossier, de couleur assez claire, intermédiaire d'aspect entre les grès houillers et les quartzites triasiques.

Ce faciès, surtout argileux et schisteux, et partiellement calcaire, se retrouve de l'autre côté de la Durance, *dans les Schistes lustrés* du Gondran, dans les schistes du pic et du col de Chabriller, des Aubrands (près la Roche-de-Rame), de Furfande. Sur le versant Ouest de Chabriller, on observe, à la base du Flysch, un très gros banc de grès grossier, d'un type analogue à celui du Sablier. Partout, des quartzites bruns, souvent cariés et comme scoriacés, forment des lits minces entre les schistes. Il y a aussi des calcschistes, plus fréquents au Gondran, où l'on est impuissant à marquer la limite des schistes lustrés *flyschoïdes* et des *Schistes lustrés* du type ordinaire.

Il est manifeste que le Flysch de la bande Monêtier-Vallouise (zone de l'Embrunais et des Aiguilles-d'Arves) correspond au bord occidental du géosynclinal alpin, tandis que le Flysch du Sablier, de la Condamine, de l'Eychauda, d'Aquilla, de Prorel, de Chabriller, de Furfande, correspond à une zone plus profonde de ce même géosynclinal. En continuant de marcher vers l'Orient, au delà du Gondran, de Furfande ou de Chabriller, on doit s'attendre à trouver, dans la formation oligocène, un faciès de moins en moins arénacé. Et, en effet, on ne trouve plus que des schistes lustrés du type ordinaire, c'est-à-dire des calcschistes plus ou moins métamorphiques : mais comme, dans cette région médiane du géosynclinal, ce faciès est celui de toute la série sédimentaire depuis le Trias supérieur inclusivement, on ne peut plus distinguer ce qui est attribuable à l'Oligocène.

Je ne dirai rien de plus au sujet du faciès arénacé du Flysch (bande Monêtier-Vallouise). L'étude lithologique des grès et schistes de cette zone ne présente qu'un intérêt médiocre.

Mais voici quelques renseignements lithologiques sur les schistes, calcschistes, calcaires et quartzites du Flysch de Montbrison, de l'Eychauda et de Prorel. Ce faciès de l'Oligocène alpin n'a pas encore été décrit.

La prépondérance appartient à des schistes luisants, noirs, gris ou versicolores, gaufrés, très friables. Ces schistes, examinés au microscope, se montrent formés d'une argile sombre, obscurcie par un développement intense de *rutile* (sagénite) et d'*ilménite*. Les baguettes d'ilménite sont parfois tronçonnées par le laminage. Il y a de nombreuses veines de quartz secondaire.

Puis viennent des schistes durs, luisants, gaufrés ou fortement plissés, fragmentés par des filonnets quartzeux. Au microscope, on y voit une argile sableuse, extrêmement fine, avec quartz recristallisé, matières charbonneuses, *ilménite* en baguettes ou en longues lentilles tronçonnées. Dans ce type, comme dans le précédent, il n'y a pas de phyllites secondaires.

D'autres schistes ont une couleur vert clair. Ils sont luisants, d'aspect argileux, et renferment de nombreuses lentilles de quartz blanc. Au microscope, on constate que ces schistes sont formés d'un feutrage de quartz secondaire, à contours nuageux ou chevelus, avec un peu d'argile et d'innombrables aiguilles de *rutile*.

Entre ces schistes et les véritables quartzites, la transition se fait par des *schistes psammitiques* de couleur grise, qui, même à l'œil nu, paraissent micacés. Au microscope, ils se montrent formés de quartz fin, recristallisé, avec paillettes très nombreuses et très courtes de mica blanc détritique, le tout inclus dans une trame de *chlorite* secondaire, chargée de *rutile* et d'*ilménite*.

D'autres schistes siliceux, fort analogues d'aspect aux précédents, ne montrent, au microscope, ni mica blanc détritique, ni chlorite secondaire. On n'y voit qu'argile brunâtre, plus ou moins chargée de quartz, et criblée de vides rhomboédriques laissés par la dissolution du carbonate de fer. A l'œil nu, la roche est d'un gris sale, cariée. Les parois des cavités sont tapissées d'un mélange d'oxydes de fer et de manganèse.

Les *quartzites* ont, en général, une couleur brune. Ils sont sillonnés de veines quartzeuses. Sur les dalles exposées à l'air, les veines quartzeuses affleurent comme des côtes saillantes qui se croisent en tous sens.

L'apparence extérieure est celle d'un grès très fin. Au microscope, on voit un quartzite, c'est-à-dire une roche formée de quartz plus ou moins recristallisé, ayant tout au moins perdu tout contour détritique. Il y a quelquefois un peu de mica blanc, et *toujours* de très nombreux vides rhomboédriques, aux parois rouillées, laissés par la dissolution de cristaux de sidérose.

Ces quartzites bruns ont, en somme, des caractères très spéciaux. A l'œil nu, et surtout au microscope, on les distingue aisément des grès houillers (qui ne sont jamais, dans la région, de vrais quartzites) et des quartzites du Trias. Ils

se présentent toujours en bancs peu épais (quelques centimètres), toujours sillonnés et fragmentés par les mêmes veines de quartz blanc. Ils sont extrêmement fréquents dans tous les lambeaux de Flysch de la chaîne de Montbrison, de la Cucumelle, de l'Eychauda, de la Croix-d'Aquilla, de Prorel. On les retrouve, aussi nombreux, et *identiques,* au Gondran : identiques encore, mais moins nombreux, à Chabriller, aux Aubrands et à Furfande. J'ai dit, au chapitre précédent, que les *mêmes quartzites bruns* apparaissent, en divers points (Cucumelle, col de Méa, Pierre-Eyrautz) dans les « Marbres en plaquettes », et que je voyais dans ce fait une raison de croire, pour cette région, à la continuité de la sédimentation depuis le Malm jusqu'à l'Oligocène.

Outre les schistes et les quartzites, le Flysch de la chaîne de Montbrison, de l'Eychauda, de Prorel, contient des calcschistes et des calcaires.

Au sommet du Sablier et au sommet de la Condamine, il y a, alternant avec les schistes noirs, des calcaires jaunâtres, magnésiens, *parfois transformés en cargneules,* et qui ressemblent à s'y méprendre aux calcaires de l'étage triasique, intermédiaire entre les quartzites et les calcaires à Gyroporelles.

Ailleurs apparaissent des calcaires jaunissants, en bancs très peu épais. Ces calcaires sont micacés. Au microscope, on constate un fond de calcite, avec *quartz et mica blanc secondaires,* et nombreux vides laissés par la dissolution de la sidérose.

Ailleurs encore, ce sont des calcaires gris subcristallins, avec zones schisteuses ondulées, luisantes, qui ont des teintes comprises entre le gris et le brun clair. Au microscope, les zones schisteuses, seules intéressantes, apparaissent comme une mosaïque de quartz et de calcite, avec quelques rhomboèdres de sidérose, et cristaux irréguliers et très petits de *mica noir.*

Ces deux types de *calcaires micacés* se retrouvent, très fréquents, dans les schistes lustrés de Gondran, et aussi dans les schistes lustrés à faciès ordinaire (lt de la carte géologique au 80.000e).

On observe encore, dans le Flysch du soubassement de Serre-Chevalier, un calcaire gris clair à patine brune, renfermant, comme les précédents, des zones micacées. Ce calcaire montre, au microscope, du *quartz et de l'albite secondaires.* Mais c'est un cas exceptionnel.

Enfin, il y a des calcschistes, de couleur grise ou noire. Ils offrent, au microscope, des zones alternées, de calcite plus ou moins chargée de quartz, et d'argile à rutile et ilménite. Ces calcschistes ne diffèrent en rien des roches similaires du Gondran; et ceux du Gondran ne diffèrent point de ceux qui

forment le type habituel, la roche commune, des Schistes lustrés du Piémont et du Queyras.

De même que les quartzites, les calcaires et les calcschistes n'apparaissent, dans la région qui m'occupe, qu'en assises très minces. Ils sont fréquents, mais leur masse totale ne peut se comparer à celle des schistes argileux à rutile et ilménite. Ce sont ces dernières roches qui forment l'élément essentiel du Flysch, dans toute la chaîne de Montbrison, et aussi à la Cucumelle, à l'Eychauda, à Prorel, à Chabriller et à Furfande.

Pour clore cette étude lithologique, je signalerai une roche exceptionnelle.

C'est un grès micacé, d'un blanc grisâtre, qui forme un banc peu épais dans le Flysch des pâturages de la Pisse, à quelques centaines de mètres à l'Est du col de ce nom. Le banc de grès est surmonté immédiatement par une mince assise de calcaire gris subcristallin; puis, au toit comme au mur, viennent des schistes argileux sombres, du type ordinaire.

An microscope, ce grès micacé se résout en une *arkose à ciment calcaire.* Des grains de quartz, d'orthose, d'albite, des grains plus rares de microperthite et de microcline, de nombreuses lamelles de mica noir et de mica blanc, sont cimentés par de larges plages de calcite. Les éléments ne sont pas roulés. Les feldspaths, les quartz, les micas sont placés, les uns par rapport aux autres, *comme dans une aplite,* sauf que leurs grains sont écartés et que les interstices sont remplis par le calcaire. Il est certain que l'on a affaire à une véritable arkose, c'est-à-dire à un sédiment détritique résultant de la désagrégation, et du transport *sans dispersion et presque sans usure,* d'une roche granitique : et, d'après la nature des feldspaths, je ne doute guère que ce granite n'ait appartenu au type « granite du Pelvoux ».

La présence d'une semblable arkose au milieu du Flysch vaseux est assez surprenante, surtout si l'on considère que ce Flysch vaseux — aujourd'hui ramené près du Pelvoux par les mouvements orogéniques — s'est déposé, en réalité, loin du bord oriental du massif granitique.

Je viens maintenant aux Conglomérats a galets cristallins de l'Eychauda.

Ces conglomérats sont profondément différents de ceux qui apparaissent, près du Lautaret, et dans le fond de la Vallouise, à la base du Nummulitique. Tandis que les conglomérats de la base du Nummulitique sont faits de galets arrachés aux terrains primaires du Pelvoux, les conglomérats de l'Eychauda ne renferment aucune roche du Pelvoux, et leurs galets cristallins sont des

micaschistes ou des *roches vertes* identiques à ceux et à celles de la *zone des Schistes lustrés.*

Il y a, d'ailleurs, dans ces conglomérats de l'Eychauda, des galets du Trias et du Lias briançonnais. Au col de Méa, les galets abondent, d'une brèche liasique à gros éléments, offrant le type classique de la *Brèche du Télégraphe,* et dont le ciment, d'après M. Kilian, est parfois oolithique et zoogène. Les galets de quartzite triasique et de calcaire à Gyroporelles sont beaucoup plus nombreux que ceux qui proviennent du Lias. On les trouve au col de Méa, au pied du versant Nord du sommet de l'Eychauda, et aussi au Sud-Ouest de ce sommet, à la hauteur du col de la Pisse. La plupart des quartzites qui se rencontrent ainsi en galets, dans les conglomérats de l'Eychauda, sont un peu rougeâtres : ils semblent provenir de la base du Trias, quelques-uns même de la partie haute du Permien. Il y a aussi des quartzites blancs, mais moins nombreux. Les galets de calcaire à Gyroporelles sont plus fréquents que ceux de quartzites. Nulle part, et malgré les recherches les plus minutieuses, je n'ai pu trouver ni galets du Malm, ni galets des « Marbres en plaquettes », ni galets du Houiller.

Partout, même au col de Méa, les cailloux quartzeux et les cailloux de roches cristallines sont, de beaucoup, les plus nombreux. Le plus souvent, c'est seulement de cailloux quartzeux et cristallins que le conglomérat est formé.

Les galets sont, pour la plupart, *parfaitement roulés.* Il n'y a que les débris de roches siliceuses très dures qui aient, quelquefois, gardé une forme anguleuse : mais, même dans ce cas, les angles sont arrrondis et les arêtes émoussées.

La grosseur des galets est très variable. Au col de Méa, certains galets de quartzites rougeâtres ont *un mètre de grand axe;* les galets de brèche liasique et de calcaire à Gyroporelles atteignent couramment $0^m,30$ et même $0^m,50$; ceux de micaschiste ont fréquemment $0^m,20$, quelquefois $0^m,40$; ceux de quartz blanc laiteux ne dépassant guère $0^m,10$. On retrouve les mêmes dimensions dans un affleurement de conglomérat au Sud de la « Butte des Galets ». Au col de la Pisse, le grand axe des cailloux va encore à $0^m,25$. Mais en général les dimensions sont moindres. Dans nombre de bancs de conglomérat, les cailloux les plus gros ne dépassent pas $0^m,05$.

Le ciment de ces conglomérats ne renferme le plus souvent aucune autre matière que celle qui résulte de l'écrasement, ou de la dissolution des débris.

C'est en somme, un sable hétérogène, formé de petits grains de micaschiste et de quartz, de paillettes de mica ou de chlorite, de quartz recristallisé, avec parfois un peu de calcite.

Sur certains points, par exemple au col de la Pisse et au col de Méa, le ciment est rougeâtre et renferme, en abondance, de l'oxyde de fer. Près du col de Méa, dans les conglomérats à très gros galets, on voit des veinules d'hématite rouge massive, épaisses parfois de quatre ou cinq centimètres, qui courent au travers du ciment et contournent les blocs. Les ciments rougeâtres du col de la Pisse, examinés au microscope, se montrent formés d'une hématite opaque où abondent les débris de quartz et de micas divers. Cette hématite ne se contente pas de former la majeure partie du ciment; elle rubéfie et injecte les galets de micaschiste.

Presque partout, les conglomérats de l'Eychauda sont fortement comprimés. Quand les galets sont fins, ils sont fréquemment écrasés, souvent aussi transformés et dispersés par le laminage. Il est très difficile de distinguer, sans le secours du microscope, ces conglomérats à petits galets, ainsi comprimés, des micaschistes quartzeux. Quand l'écrasement et le laminage ont été intenses, ils ont développé, outre le quartz, quelques phyllites secondaires (séricite ou chlorite). J'ai décrit autrefois[1] ces phénomènes de dynamo-métamorphisme, dont je m'exagérais alors l'importance et auxquels j'attribuais, à tort, la production des micaschistes eux-mêmes.

La plupart des galets des conglomérats de l'Eychauda sont des micaschistes très quartzeux, renfermant, outre le quartz et la séricite, de la chlorite, du rutile et de l'ilménite. A l'œil nu, ces micaschistes sont blancs, gris ou verts, souvent très fissiles, avec un clivage ondulé, montrant beaucoup de mica blanc et des taches de chlorite, La tranche ressemble à celle d'un gneiss fin. Les feldspaths sont rares, sinon tout à fait absents. Quand il y a du feldspath, c'est presque toujours de l'albite, à l'état de très petits cristaux. Généralement peu abondante, l'ilménite est parfois très développée. Dans quelques échantillons, on voit, au microscope, des noyaux arrondis ou presque carrés, repoussant tout autour d'eux les phyllites environnantes. Ces noyaux sont épigénisés par du mica blanc ou du kaolin. Aucun n'a laissé voir jusqu'ici la moindre trace du minéral originel (probablement le grenat).

Avec les galets de micaschistes, on trouve des cailloux, assez nombreux,

[1] P. Termier. Mémoire portant le numéro 29 de la liste bibliographique.

d'un schiste luisant, finement plissoté, de couleur grise, renfermant des amandes de quartz. L'apparence est celle d'un schiste peu métamorphique. Au microscope, on constate que tout est cristallisé, mais que le grain est d'une extrême finesse. Des zones quartzeuses alternent avec des zones chloriteuses, et d'autres très chargées de séricite. Il y a de nombreuses lentilles, tronçonnées, d'un rutile riche en fer. Le feldspath manque.

Un autre type, très fréquent, est une sorte de schiste quartziteux, qui ne renferme plus que de très petites quantités de séricite ou de chlorite. Il n'y a pas de feldspath. L'ilménite ne manque jamais. On observe parfois un peu de zircon et d'apatite. Certains de ces quartzites, dans les conglomérats du col de la Pisse, contiennent des grenats.

J'ai trouvé quelques galets de cornéenne vert pâle, jouant la serpentine. Au microscope, cette cornéenne se résout en un feutrage très fin de quartz, chlorite et séricite.

Les galets de roches vraiment riches en feldspath sont très rares. J'ai observé quelques gneiss, ou plutôt quelques roches quartzo-feldspathiques, avec tourmaline, rappelant certains types de la Vanoise. Les conglomérats qui affleurent au Sud de la « Butte des Galets » renferment des cailloux d'une roche verte, faite de chlorite et d'ilménite, avec *gros noyaux d'orthose* et noyaux plus rares d'albite. Les joints de cette roche verte sont remplis de mica blanc secondaire. L'orthose contient de nombreuses inclusions d'ilménite, et paraît s'être formé au sein de la chlorite, comme dans beaucoup de schistes de la Vanoise. Les cailloux en question sont fragiles. On trouve, dans le ciment du conglomérat, beaucoup de leurs débris.

Dans les conglomérats du col de Méa, j'ai observé un galet de *leptynite*, ou d'aplite un peu schisteuse. L'apparence, à l'œil nu, est celle d'un quartzite à mica blanc, avec un peu de chlorite. Au microscope, on voit une fine mosaïque, à structure granulitique, de quartz, orthose et albite. L'orthose n'est pas perthitisé. Les phyllites sont peu abondantes.

Enfin, après de très longues recherches, j'ai découvert, dans les conglomérats qui affleurent au Sud de la « Butte des Galets », un caillou de *gneiss granitoïde*. Ce caillou a $0^{m},40$ de grand axe. A l'œil nu, l'aspect est celui d'un granite à grain fin, renfermant mica blanc et chlorite. Au microscope, on a sous les yeux un gneiss très feldspathique, écrasé et un peu laminé. Il y a beaucoup d'orthose, non perthitisé, riche en inclusions de quartz et de mica blanc, et *ressemblant d'une manière frappante à l'orthose des gneiss porphyroïdes*

de Serre-Chevalier. Il y a aussi de l'albite, en gros cristaux, d'une fraîcheur remarquable, et du quartz. Le mica blanc secondaire est très développé. Les fentes sont remplies de calcite, ou de chlorite avec rutile et ilménite. Les phyllites anciennes ont disparu.

Aucune de ces roches cristallines ne rappelle les roches du Pelvoux. Le gneiss que je viens de décrire est profondément différent du granite à cryptoperthite rose (*protogine* de Lory). L'aplite (ou leptynite) que j'ai décrite avant lui ne ressemble en rien aux aplites et leptynites pelvousiennes. Les micaschistes eux-mêmes diffèrent de ceux du Pelvoux. Et d'ailleurs le seul fait que, sur dix cailloux cristallins, il y en a neuf de micaschiste sans feldspath, suffirait à écarter toute idée de provenance pelvousienne : car nous savons, par les conglomérats de la base du Nummulitique, que les affleurements cristallins du Pelvoux, à l'époque oligocène, étaient, comme aujourd'hui, composés pour la plupart de gneiss ou de granite.

En revanche, il y a identité complète entre les roches cristallines des conglomérats de l'Eychauda et les micaschistes et roches vertes qui recouvrent ces conglomérats ou alternent avec eux. Les deux formations sont intimement liées. Les conglomérats ont emprunté aux micaschistes et aux roches vertes les neuf dixièmes, au moins, de leurs éléments. Je ne connais aucun type cristallin des galets, que je ne puisse retrouver dans la série des micaschistes et des roches vertes, ou dans les gneiss qui leur sont associés. La réciproque n'est évidemment pas nécessaire; et, en effet, certains types rares de roches vertes de l'Eychauda (en particulier certains types d'amphibolites) n'ont pas encore été retrouvés dans les conglomérats.

Les conglomérats de l'Eychauda n'existent, à l'Ouest de la Durance, que dans *la quatrième écaille* [1], c'est-à-dire dans la série d'assises qui s'étend, *en recouvrement*, par-dessus le Flysch à faciès vaseux des pâturages de la Pisse, du Fangeas et de la Fontaine-Saint-Jacques. Je rappelle qu'en divers points cette écaille montre, à sa base, des lambeaux de Trias, de Permien ou de Malm arrachés au substratum, et qu'ainsi l'indépendance de l'écaille et de son substratum est rigoureusement démontrée.

La masse principale des conglomérats forme la base du Sommet-de-l'Eychauda. Tout autour de cette montagne, les assises sont sensiblement horizontales. L'épaisseur des conglomérats est variable; elle semble aller à près

[1] P. Termier. Mémoire portant le numéro 45 de la liste bibliographique, p. 58.

IMPRIMERIE NATIONALE.

de 100 mètres sur le versant occidental; elle ne dépasse pas 40 mètres sur l'arête orientale. Au Nord-Ouest du Sommet-de-l'Eychauda, près du col de Méa, les bancs de conglomérats prennent une inclinaison prononcée vers le Nord ou le Nord-Est. Puis, dans le vallon de Mal-Parti, ils se relèvent, plongent vers le Sud-Est, et s'appuient, au Nord, sur le Malm ou le Trias de la Balme.

Cette série de bancs de conglomérats est surmontée par les micaschistes. Mais, sur le versant Nord du Sommet-de-l'Eychauda, à moins de 100 mètres en dessous de la cime, il y a, dans les micaschistes, une mince intercalation de conglomérat à très petits galets. L'étude microscopique ne laisse aucun doute à cet égard.

Sous les micaschistes de Serre-Chevalier, les conglomérats apparaissent en divers points; mais ils ne sont ni épais, ni continus. De plus, les galets y sont de très petites dimensions. Je n'ai marqué sur la carte au 50.000e que le plus important de ces affleurements, au Nord-Est du sommet coté 2492. Au col de la Ricelle, et au col qui s'ouvre à l'Ouest de Serre-Chevalier, les premières assises d'aspect cristallin qui reposent sur le Flysch argileux sont, en réalité, des poudingues à très petits galets de quartz et de micaschistes. L'épaisseur de ces poudingues, équivalent certain des conglomérats de l'Eychauda, ne dépasse pas trois ou quatre mètres.

Sur le versant Est de Serre-Chevalier, à mi-chemin du sommet au col de la Ricelle, affleure, entre les micaschistes, un banc de poudingue dur, noirâtre, très serré, montrant à l'œil nu des galets de quartz et de micaschistes. Au microscope, on y voit un ciment argileux et quartzeux, très chargé d'ilménite, englobant des débris roulés de quartz, quartzite, schiste à séricite, roche verte de chlorite et de grenat. C'est l'équivalent du banc de poudingue qui s'intercale dans les micaschistes, à moins de cent mètres au-dessous de la cime de l'Eychauda.

Il y a donc, *dans la quatrième écaille,* au moins deux niveaux de conglomérats : l'un à la base de l'écaille, très épais à l'Eychauda, très réduit à Serre-Chevalier; l'autre interrompant, vers le milieu de sa hauteur, la série des micaschistes et des roches vertes, et n'ayant d'ailleurs, aussi bien à l'Eychauda qu'à Serre-Chevalier, qu'une très faible épaisseur.

Je n'ai jamais douté[1], depuis que j'étudie la région en question, que les

[1] P. Termier. Mémoires portant les numéros 27 et 29 de la liste bibliographique.

conglomérats de l'Eychauda ne fussent d'âge tertiaire et ne représentassent un faciès particulier du Flysch. La présence, dans ces conglomérats, de galets de brèche du Lias, serait déjà, en faveur de cette opinion, un argument de grande force; mais la découverte, faite en 1899 par M. Kilian[1], de brèches polygéniques, à débris cristallins, *intercalées dans le Flysch* des environs de Guillestre, a apporté la preuve décisive.

J'ai visité, vers la fin de l'été de 1899, en compagnie de M. Kilian, le lieu de cette importante découverte. C'est sur la route stratégique qui relie Montdauphin à la batterie de Cros (rive droite du Guil). La *brèche polygénique,* faite de fragments de micaschistes et de débris de dolomie brunâtre, constitue de petits bancs discontinus dans un Flysch argilo-schisteux, d'un noir brunâtre. Ce Flysch est considéré par M. Kilian comme un faciès latéral du Priabonien supérieur à petites Nummulites, et peut-être du Sannoisien inférieur. Les micaschistes renfermés, à l'état de galets, mal roulés, ou de débris anguleux, dans la brèche, paraissent être identiques à ceux qui sont, de beaucoup, les plus abondants au sein des conglomérats de l'Eychauda. M. Kilian a signalé l'existence des mêmes brèches près du col de Serenne et dans le vallon des Salettes (vallée haute du Rioubel, en amont d'Escreins), toujours dans le Flysch.

Dès 1898, le même géologue[2] avait découvert et signalé un autre affleurement de conglomérats identiques à ceux de l'Eychauda. Cet affleurement, malheureusement très limité, est situé à deux kilomètres et demi environ au Nord du village de Mont-Genèvre, dans les prairies de l'Alpet. Le conglomérat renferme des cailloux de quartz et des galets cristallins, très prédominants, et aussi quelques galets de quartzite et de calcaire du Trias. Il n'est pas, comme sur la route de Montdauphin à Cros, intercalé dans du Flysch d'âge indiscutablement tertiaire; mais, de même qu'à l'Eychauda, il se trouve au contact de micaschistes et de roches vertes, et ces micaschistes et ces roches vertes, identiques à ceux et à celles de l'Eychauda, sont précisément ceux et celles qui figurent, à l'état de galets, dans ce poudingue. Je rappellerai, au chapitre suivant, les relations qui, sur ce même point de l'Alpet, solidarisent les micaschistes et les roches vertes aux Schistes lustrés.

En résumé, si l'on tient compte de tout ce que nous savons aujourd'hui

[1] W. Kilian. Mémoires portant les numéros 50 et 56 de la liste bibliographique.
[2] W. Kilian. Mémoires portant les numéros 38 et 47 de la liste bibliographique.

FACULTÉ des SCIENCES — LABORATOIRE de GÉOLOGIE de GRENOBLE

sur l'Eychauda, sur l'Alpet, et sur le gisement de la route de Guillestre au Cros, on est conduit à la conclusion suivante :

Les conglomérats de l'Eychauda, qui ont emprunté la plupart de leurs éléments aux micaschistes et aux roches vertes intercalés dans les Schistes lustrés, sont des sédiments éogènes, et représentent un faciès du Flysch.

A l'Eychauda, la grosseur des galets est telle (fréquemment $0^{m},50$ et jusqu'à 1 mètre de grand axe) que l'on ne peut attribuer les conglomérats qu'à un dépôt côtier. Ce dépôt côtier, n'ayant aucun rapport avec le massif du Pelvoux, s'est donc formé, ou sur le bord oriental de la mer éogène, ou sur les bords d'une île (ou d'une chaîne d'îles) baignée par cette mer. Dans le Flysch de la route de Montdauphin à Cros, le cailloutis à galets de micaschistes n'apparaît que comme un apport extraordinaire, un accident momentané dans la sédimentation vaseuse; et sans doute cet apport vient d'assez loin, puisque, dans les environs, les micaschistes ne se montrent point *en place*. Au contraire, à l'Eychauda et à l'Alpet, le dépôt littoral est encore attaché aux roches cristallines qui lui ont fourni ses matériaux.

Je ferai remarquer, enfin, que la terre émergée, quelle qu'elle fût, sur le bord de laquelle la mer éogène laissait déposer les conglomérats de l'Eychauda et de l'Alpet, était formée, pour la plus grande partie, de micaschistes et de roches vertes, mais qu'il y affleurait aussi des quartzites du Permien et du Trias, des calcaires du Trias, et même de la brèche liasique.

CHAPITRE VII.

MICASCHISTES ET AMPHIBOLITES DE L'EYCHAUDA, DE SERRE-CHEVALIER ET DE PROREL.

GNEISS PORPHYROÏDES DE SERRE-CHEVALIER.

J'arrive aux terrains cristallins de la *quatrième écaille*, désignés, sur la carte géologique au 50.000e, par la lettre S et la teinte bleu foncé. Ils reposent sur les conglomérats à galets cristallins, ou bien, quand les conglomérats manquent, sur le Flysch argileux, ou le Malm, ou le Lias, ou le Trias de la *troisième écaille*. En divers points, des lambeaux de Permien, de Trias ou de Malm, arrachés à la *troisième écaille*, sont enrobés dans les assises cristallines les plus basses de la série.

J'ai déjà plusieurs fois [1] traité de ces terrains cristallins, si énigmatiques de prime abord, et dont l'apparition en nappe horizontale, tout au sommet d'une montagne, et par-dessus le Flysch, est si déconcertante. En 1895, n'ayant pas encore découvert les lambeaux de charriage qui s'intercalent entre la troisième écaille et la quatrième, et donnent de l'indépendance de ces deux écailles une démonstration péremptoire, j'inclinais à croire que les conglomérats, et les assises cristallines qui les surmontent, n'étaient que la continuation, en série sédimentaire normale, du Flysch sous-jacent; et je pensais donc que ces assises cristallines étaient d'âge tertiaire, et que c'étaient des assises du Flysch profondément métamorphisées. L'embarras était de trouver la cause de cet extraordinaire métamorphisme, capable de donner naissance non seulement à des micaschistes, mais à des amphibolites et à des gneiss. J'indiquais comme causes possibles : ou l'intrusion de roches éruptives, à un niveau supérieur à celui des assises actuellement les plus hautes de la série; ou un dynamométamorphisme intense, résultant du charriage, par-dessus cette même série, d'une nappe de recouvrement aujourd'hui disparue. Aucune de ces deux hypothèses n'était pleinement satisfaisante.

[1] P. Termier. Mémoires portant les numéros 27, 29 et 45 de la liste bibliographique.

En 1898, ayant trouvé des lambeaux de charriage enrobés dans les assises cristallines les plus basses, convaincu d'ailleurs que le paquet d'assises cristallines ne pouvait venir que de l'Est, et depuis longtemps frappé de la similitude des gneiss de Serre Chevalier et des gneiss de la Levanna et du Grand-Paradis, je songeais à rapprocher les terrains cristallins en question des *pietre verdi* italiennes, c'est-à-dire des micaschistes, gneiss et roches vertes intercalés dans la formation des Schistes lustrés.

Sur ces entrefaites, M. Kilian[1] découvrit, dans la vallon de l'Alpet, à 2 500 mètres environ au Nord du village de Mont-Genèvre, des micaschistes et roches vertes présentant avec les roches cristallines de l'Eychauda une grande ressemblance. Ce qui complétait l'identité, c'est que des conglomérats à galets cristallins, renfermant aussi quelques galets triasiques, s'accolaient aux micaschistes. Or, les micaschistes et roches vertes de l'Alpet sont en relation certaine avec la formation des Schistes lustrés[2]. La découverte de M. Kilian était donc décisive. Les micaschistes de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel se rattachent indubitablement aux *pietre verdi* du Piémont.

Dans le courant de la même année 1898, M. Kilian découvrit, au Sud de Briançon, dans le bassin du Guil, deux autres gisements de micaschistes et roches vertes analogues aux roches cristallines de l'Alpet. L'un de ces gisements est situé au Nord-Est de Villargaudin, près de Château-Queyras, au milieu de calcaires schisteux que M. Kilian rapporte, comme ceux de l'Alpet, au Trias; l'autre occupe le versant Est du col Tronchet, près d'Arvieux.

« Dans cette dernière localité, dit M. Kilian[3], des schistes cristallins verdâtres, en contact avec des marbres et schistes du Trias, passent avec évidence à une roche éruptive qui possède encore par places la *structure de la variolite*. A Villargaudin, il n'y a pas de brèche (conglomérat), mais seulement des micaschistes intercalés dans une série isoclinale de schistes triasiques très calcaires. Au col Tronchet (Sud-Ouest de Rochebrune), on constate également l'absence de brèche, mais les micaschistes très nets sont toujours en contact avec des schistes, et surtout avec des *marbres* rubanés et phylliteux que j'attribue au Trias. »

[1] W. Kilian. Notes portant les numéros 38 et 47 de la liste bibliographique.

[2] En réalité, les micaschistes et roches vertes de l'Alpet, et ceux qui les prolongent au Nord, vers le col de la Lauze, sont intercalés dans des calcaires et des calcschistes que M. Kilian rapporte au Trias. Mais les mêmes calcaires et calcschistes s'associent, non loin de là, aux Schistes lustrés.

[3] W. Kilian. Note n° 47, p. 106.

J'ai visité, en compagnie de M. Kilian, le gisement de l'Alpet. D'autre part, M. Kilian m'a communiqué des échantillons des roches cristallines du col Tronchet et de Villargaudin. Nous avons fait connaître ailleurs[1] les résultats de notre collaboration dans l'étude de ces diverses roches. J'aurai d'ailleurs l'occasion de rappeler quelques-uns de ces résultats au cours de la description pétrographique qui va suivre.

§ I. — ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES MICASCHISTES, AMPHIBOLITES ET ROCHES VERTES DE L'EYCHAUDA, DE SERRE-CHEVALIER ET DE PROREL.

Je décrirai successivement les divers types que l'on rencontre dans la série cristalline; puis j'indiquerai en quelques mots leur importance relative et leur distribution géographique.

Type A. *Micaschiste quartziteux sans feldspath.* — L'aspect extérieur est celui d'un quartzite à joints sériciteux de couleur grise. La tranche est semblable à celle de certains gneiss fins. Quelques variétés sont gris sombre, avec taches d'ocre.

Au microscope : quartzite, sans aucune apparence détritique. L'ilménite ne manque jamais. Tantôt les grains de ce minéral se groupent en paquets; tantôt ils se disposent en zones parallèles à la schistosité. Çà et là, quelques cristaux de zircon et d'apatite. Un peu de chlorite. Feuillets minces de mica blanc, séparant les plaquettes quartzeuses. Il y a des variétés très ferreuses, avec beaucoup d'ilménite, d'oligiste et de limonite.

Type B. *Micaschiste blanc sans feldspath.* — Ce type passe au précédent par toute gradation.

L'aspect extérieur est celui d'un micaschiste à mica blanc, plus ou moins fissile. Le clivage est généralement ondulé ou gaufré. Il est habituellement éclatant. On voit, sur le fond blanc de ce clivage, des cristaux verts indistincts, formant taches.

Au microscope : zones alternées de mosaïque quartzeuse, plus ou moins fine, et de feuillets de mica blanc avec un peu de chlorite. Gros cristaux de

[1] W. Kilian et P. Termier. Mémoire portant le numéro 59 de la liste bibliographique.

chlorite développés en travers, c'est-à-dire recoupant les zones. Ces cristaux résultent d'une épigénie de mica noir. L'ilménite est assez abondante. Il y a souvent des vides rhomboédriques, aux parois rouillées, provenant de la dissolution de petits cristaux de sidérose.

Type C. *Micaschistes gris, vert ou noirâtre, sans feldspath.* — Ce type passe au précédent.

L'aspect extérieur est un peu variable : schiste gris ou vert, luisant, gaufré ou plissoté, fissile et friable, ou bien compact et dur; schiste noirâtre, ondulé et contourné, avec clivage luisant, d'aspect serpentineux, et, dans la cassure, petits lits de couleur claire. Il y a généralement de nombreuses amandes de quartz blanc.

Au microscope : alternance de zones de diverse nature, les unes presque exclusivement quartzeuses, les autres formées de chlorite avec ilménite et rutile, parfois avec *grenat;* les autres, enfin, constituées par un mélange de quartz, mica blanc et chlorite. Le sphène est fréquent. L'ilménite est souvent mêlée d'oligiste. Beaucoup de ces schistes sont laminés. On voit alors les phénomènes bien connus : dispersion du mica blanc, accumulation de la chlorite sous forme d'amas en chapelet, écrasement et dispersion du grenat, etc. La chlorite résulte, d'une façon évidente, de l'épigénie du mica noir.

Type D. *Micaschiste faiblement feldspathique.* — Ce type passe aux trois précédents. L'aspect extérieur n'est pas modifié par la présence du feldspath.

Sauf des cas très rares, le feldspath est *orthose* ou *albite.* Tantôt il apparaît, sous forme de petits cristaux allotriomorphes, dans les zones quartzeuses; tantôt il forme, soit seul, soit mêlé à du quartz, des zones spéciales, plus ou moins chargées de phyllites. Il est souvent kaolinisé ou muscovitisé. Dans les schistes laminés, les zones feldspathiques s'écrasent facilement, et leur métasomatose marche d'autant plus vite que l'écrasement est plus intense.

La *tourmaline* est assez fréquente dans ces micaschistes, surtout dans les variétés claires. Elle n'est jamais visible à l'œil nu.

Certaines variétés renferment beaucoup d'*apatite.* D'autres sont grenatifères. Dans quelques-unes, on voit des sections, paraissant appartenir au système cubique, et épigénisées par un mélange de chlorite, de kaolin et de mica blanc. J'ai déjà signalé cette épigénie dans certains galets de micaschistes des conglomérats de l'Eychauda. Je suis porté à croire que le minéral originel était du grenat.

Type E. *Micaschiste fortement feldspathique (gneiss fin), sans amphibole.* — Ce type passe au précédent.

L'aspect extérieur est celui d'un gneiss très micacé, fissile, se débitant en plaquettes menues. La couleur est blanche, grise, brunâtre ou verdâtre. Sur la tranche, on voit alterner des bandes feldspathiques et des bandes phylliteuses, les unes et les autres fort minces.

Au microscope : agrégat, plus ou moins ordonné en zones parallèles, d'*orthose* (prépondérant), de *microcline* (rare), d'*albite,* d'*oligoclase* ou d'*andésine,* de chlorite (résultant de l'épigénie du *mica noir*), de *mica blanc* et enfin de *quartz.* Le zircon est fréquent. La chlorite contient du rutile et de l'ilménite. Le mica blanc l'emporte habituellement sur le mica noir; mais, quelquefois, c'est l'inverse que l'on constate. L'oligoclase et l'andésine sont rares. Il y a toujours de l'apatite.

Type F. *Amphibolite sans grenat ni feldspath.* — Roche noire, ou bleuâtre, ou vert foncé, montrant à l'œil nu des cristaux plus ou moins gros de hornblende. Veines de quartz blanc. La roche est lourde. Les plaquettes sont fréquemment ondulées.

Au microscope : prismes de hornblende vert jaunâtre ou vert bleuâtre, de couleur pâle, faiblement polychroïque. Ces prismes, grossièrement parallèles, forment au moins les trois quarts de la masse. Un peu de sphène et d'ilménite. Quartz fin.

Dans certains bancs, l'amphibole est partiellement transformée en un mélange de chlorite et d'épidote. Quelques variétés sont très riches en sphène et ilménite. Il y a parfois de la calcite secondaire, surtout dans les variétés écrasées.

J'ai observé des cas où l'épigénie de l'amphibole donne naissance à une *épidote spéciale,* de basse biréfringence et qui n'a pas la dispersion des zoïsites. Ce minéral se présente en baguettes allongées, qui parfois s'accolent aux prismes de hornblende et *parfois les prolongent.* Ces baguettes sont cassées et tronçonnées par un clivage transversal très grossier, à peu près perpendiculaire à l'allongement. Les cassures et les hiatus ainsi produits sont remplis de chlorite pâle. La réfringence, nettement supérieure à celle de l'amphibole, est celle de l'épidote.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La biréfringence est quelquefois nulle; elle est toujours faible et semble ne dépasser jamais 0,008 ou 0,009. Les cristaux biréfringents s'éteignent parallèlement à leur longueur. La couleur est un jaune très pâle. Le polychroïsme est à peine sensible.

Type G. *Amphibolite à grenat sans feldspath.* — Ce type passe au précédent, et aussi au type C.

Les grenats sont habituellement visibles à l'œil nu, et leur diamètre peut aller jusqu'à 5 millimètres. L'aspect extérieur est celui d'une amphibolite, ou celui d'un micaschiste vert, suivant que l'amphibole ou les micas ont la prépondérance.

Au microscope, on voit, en général, une roche zonée, où alternent des bandes presque exclusivement formées de hornblende vert pâle, et d'autres où s'associent l'amphibole, les micas et le quartz. Çà et là, de gros grenats. Beaucoup de sphène. Quelquefois, une grande abondance de petits rutiles. Le mica noir l'emporte sur le mica blanc; il est habituellement chloritisé.

Certaines variétés ne renferment pas de mica, et montrent, au microscope, une mosaïque d'amphibole et de quartz, avec grenats, rutiles et sphènes. Le rutile, parfois assez volumineux, est souvent inclus dans le sphène ou dans le grenat. La zoïsite (variété α) est fréquente. Les grenats sont faiblement biréfringents.

Type H. *Amphibolite à feldspath.* — Ce type passe au précédent. Le grenat peut être rare et même manquer.

L'aspect extérieur est à peu près le même. Ces diverses roches (F, G, H) montrent habituellement la hornblende à l'œil nu. Quand elles sont fortement métasomatosées, elles sont noirâtres, ou vert foncé, avec des joints rouillés. Elles ne se débitent pas aussi facilement en plaquettes que les micaschistes. Leur densité, leur couleur, leur ténacité sous le marteau, les rendent aisément reconnaissables : on peut cependant les confondre avec le type J.

Au microscope, le type H offre la même hornblende vert pâle que les types précédents (teintes de polychroïsme allant du jaune pâle au vert bleuâtre). Cette amphibole *s'associe* souvent à du mica noir et à de la muscovite. Le sphène est abondant. Dans les interstices de l'amphibole, on observe des cristaux allotriomorphes de quartz et de *labrador* (ou d'*andésine*). Les filonnets de calcite, les grains d'épidote, les plages de chlorite, se rencontrent presque

partout. Dans la plupart des cas, le quartz est plus abondant que le feldspath. Il peut y avoir du grenat.

Certaines variétés sont très micacées et très feldspathiques.

Le grenat est fréquemment cassé, et plus ou moins résorbé en un mélange de chlorite pâle et d'argile.

Type J. *Roches vertes ou noires massives ou lourdes,* ayant l'aspect extérieur d'ophites ou de diabases laminés. Ces roches sont souvent pyriteuses.

Au microscope, on voit surtout de la chlorite, toujours riche en inclusions de rutile et d'ilménite. Cette chlorite contient souvent des lamelles incomplètement résorbées de hornblende vert pâle. Dans l'intérieur des paquets de chlorite, se sont développés des feldspaths (*orthose* ou *albite*), englobant *pœcilitiquement* des lamelles informes d'amphibole ou de chlorite. Le sphène est rare. Ce type rappelle certaines roches de la Vanoise.

D'autres fois, le microscope résout la roche en un agrégat plus ou moins fin de *hornblende* et de *zoïsite* (variété α), avez un peu de quartz, et des filonnets nombreux d'épidote et de calcite. La chlorite est alors rare, ou même absente.

Enfin, beaucoup d'échantillons verts ou noirs, d'apparence massive, se résolvent, au microscope, en amphibolites des types F, G ou H.

La liaison entre le type J et les trois précédents n'est pas douteuse, puisque c'est, dans les quatre, la même amphibole qui est le minéral caractéristique. Mais je crois que F, G, H sont des schistes métamorphiques, rendus cristallins par l'influence plus ou moins prochaine d'une roche intrusive basique : au lieu que J représente, pour moi, la roche éruptive elle-même, fortement métasomatosée.

Importance relative et distribution géographique de ces divers types cristallins. — Les types A, B et C, c'est-à-dire les micaschistes quartziteux et les schistes quartzo-sériciteux sans feldspath, sont, de beaucoup, les plus répandus. Ils règnent seuls au col de Prorel, et dans la longue bande cristalline qui descend, au Nord de ce col, vers Chantemerle. De même, à l'Est et au Nord de Serre-Chevalier, *en-dessous de la cote 2400,* on ne trouve que ces micaschistes, avec quelques rares intercalations de micaschistes feldspathiques (type D). Ce sont eux encore qui forment le lambeau cristallin de la Crête-de-Mal-Parti. L'immense majorité des galets des conglomérats de l'Eychauda — abstraction faite des galets de quartz — se rattache à ces mêmes types. Et là où les

micaschistes perdent la prépondérance, comme à Serre-Chevalier, ils restent encore très fréquents.

Les amphibolites ne sont abondantes que dans le haut de Serre-Chevalier (au-dessus de 2 400 mètres d'altitude) et dans le lambeau cristallin de la « Butte des Galets », à l'Est du col de Méa. Les types F, G et H se mélangent, et aucun n'a une prépondérance marquée sur les autres. J'ai trouvé un galet d'amphibolite dans les conglomérats du col de la Pisse : la hornblende y est entièrement transformée dans cette épidote spéciale que j'ai décrite. Au sommet de l'Eychauda, où la prépondérance appartient aux micaschistes feldspathiques D et C, on rencontre aussi quelques roches, noirâtres et lourdes, qui se résolvent, au microscope, en chloritoschistes à grenat, rutile, sphène et feldspath, mais qui sont, suivant toute vraisemblance, des amphibolites à hornblende chloritisée.

Les gneiss fins (type E) se rencontrent surtout à Serre-Chevalier, dans la partie haute de la butte (au-dessus de 2 400 mètres), et principalement au sommet (cote 2 492 mètres). On en trouve aussi à l'Eychauda; mais ils y sont beaucoup mois abondants que les micaschistes faiblement feldspathiques (type D).

Enfin les roches vertes du type J, c'est-à-dire celles qui ne sont pas de simples amphibolites F, G ou H, métasomatosées, n'affleurent qu'à Serre-Chevalier (arête Nord, à un kilomètre environ de la cime 2492) et sur le versant Sud de la « Butte des Galets ». Dans ces deux gisements, elles s'associent à des amphibolites et à des gneiss fins.

§ II. — GNEISS PORPHYROÏDES DE SERRE-CHEVALIER.

Je consacre un paragraphe spécial à l'étude des gneiss porphyroïdes. On ne les trouve qu'à Serre-Chevalier, au Sud-Ouest de la cime cotée 2492, et à une quarantaine de mètres en dessous de cette cime. Cet affleurement unique est indiqué (avec une exagération voulue) sur la carte géologique au 50.000e qui est jointe à ce mémoire et sur la carte au 80.000e (feuille « Briançon »).

Quand on est au col de Serre-Chevalier (col à l'Ouest de la cime 2492) et que l'on regarde vers l'Est et vers la cime, on aperçoit sur la droite, à 60 mètres environ au-dessus du col, un affleurement rocheux de couleur noire. C'est dans la direction de cet affleurement qu'il convient de gravir la pente, si l'on veut rencontrer les gneiss.

A la base de la pente, reposant sur le Malm du col, on traverse d'abord des schistes très luisants, fissiles, un peu gaufrés (Flysch), épais de 4 ou 5 mètres. Puis on trouve un petit affleurement de poudingue très serré, à galets cristallins.

Plus haut, et jusqu'aux gneiss, on ne voit que du gazon et des éboulis de micaschistes et de gneiss. Les débris de gneiss porphyroïde deviennent de plus en plus nombreux au fur et à mesure que l'on s'élève.

L'affleurement noir, vu d'en bas et vers lequel on marche, est formé d'amphibolites grenatifères[1], très massives, plongeant faiblement au Nord. C'est *sous ces amphibolites*, et d'ailleurs séparés d'elles par des micaschistes verts, très durs, épais de 5 ou 6 mètres, que l'on voit affleurer les gneiss. L'affleurement de ces gneiss n'est visible que sur 10 ou 12 mètres de longueur et sur 2 mètres d'épaisseur. A droite, à gauche et en dessous, les roches sont cachées par les éboulis. Au sommet de l'affleurement, le banc de gneiss porphyroïde, plongeant au Nord, s'enfonce nettement sous les micaschistes verts, qui servent eux-mêmes de substratum aux amphibolites.

Ce qui domine, et ce qui attire surtout les regards, c'est un *gneiss porphyroïde*, ou *gneiss œillé*, très micacé (un peu de mica noir et beaucoup de mica blanc), à gros cristaux d'orthose, rappelant les plus beaux types de la Levanna et du Grand-Paradis. Mais il y a aussi, alternant avec ce gneiss, des leptynites blanches à peu près dépourvues de micas, et des gneiss clairs, intermédiaires entre ces deux variétés extrêmes, quant à la grosseur du grain et quant à la teneur en minéraux phylliteux.

Les plus grands cristaux d'orthose se trouvent dans les variétés les plus micacées. La dimension de ces cristaux atteint alors, exceptionnellement, 5 centimètres, et fréquemment 2 centimètres. Ils sont idiomorphes, et ont la forme de tablettes épaisses parallèles à g^1 (010) et bordées par les faces m (110), p (001) et $a^{\frac{1}{2}}$ ($\bar{2}01$). Le rapport entre l'épaisseur et la plus grande largeur des tablettes est, en moyenne, celui de 1 à 3. Toutes les arêtes sont émoussées; souvent, même, les bords de la tablette sont écrasés et le cristal prend alors la forme d'une lentille ou d'une amande. Aucune face n'est plane, pas même la face g^1 (010). Toutes sont bossuées et guillochées : et dans les cavités, des lamelles de mica blanc adhèrent fortement à la paroi feldspathique. Quand

[1] Du type G décrit au paragraphe précédent, avec transformation d'une partie de l'amphibole en *épidote à faible biréfringence*.

on casse ces gros cristaux, on s'aperçoit qu'ils sont, presque tous, assemblés suivant la loi de Carlsbad.

Examinés à l'œil nu, sur la tranche, les échantillons micacés à grands cristaux d'orthose montrent un fin zonage, parallèle à la stratification, qui fait alterner des bandes grises ou blanches avec des bandes verdâtres. L'épaisseur de ces bandes alternées est très variable; elle descend souvent à moins de 1 millimètre. La nature des bandes grises ou blanches ne peut être discernée à l'œil nu : mais on voit aisément que les bandes verdâtres sont composées surtout de mica blanc, avec un peu de mica noir chloritisé. Dans cette succession de bandes très minces, les gros cristaux d'orthose apparaissent sporadiquement, séparés les uns des autres par des intervalles variables (habituellement 1 ou 2 centimètres); et la distribution de ces cristaux, de même que leur grosseur, n'est soumise à aucune règle.

En regardant attentivement les gros cristaux d'orthose, on s'aperçoit que tous, ou peu s'en faut, sont enveloppés de mica blanc. Ce manteau de mica se referme tout autour du cristal, et se poursuit dans la roche ambiante par une des bandes verdâtres dont j'ai parlé. Bien entendu, les faces g^1 (010) des gros feldspaths sont, au moins grossièrement, parallèles à la stratification du gneiss. De sorte que les tablettes d'orthose sont incluses dans les feuillets phylliteux de la roche et posées à plat dans l'intérieur de ces feuillets.

Le clivage des gneiss est d'ailleurs ondulé, du moins en général. Plus il est ondulé, plus l'écrasement des bords des tablettes feldspathiques devient manifeste.

Les leptynites forment, au milieu des gneiss, de petites bandes blanches, épaisses de 30 centimètres au maximum. Elles confinent, habituellement, à des gneiss très micacés, zonés, où les cristaux d'orthose sont relativement petits ($0^c,5$ ou 1 centimètre de largeur), et c'est seulement à une certaine distance de la leptynite que le gneiss redevient réellement *porphyroïde*. La leptynite elle-même est à grain très fin : on y voit de petits grenats roses.

Les variétés intermédiaires sont des gneiss d'un blanc verdâtre, très faiblement micacés. Sur la tranche on voit de petits feuillets phylliteux, mais très minces et discontinus. Le fond de la roche est leptynitique; mais il y a de nombreux cristaux d'orthose, relativement gros (jusqu'à 3 centimètres), posés à plat dans le gneiss. Ces cristaux, distribués sans aucune règle, sont toujours placés dans un feuillet phylliteux. De même que dans les gneiss très micacés que j'ai décrits en premier lieu, ces gros feldspaths sont idiomorphes, au moins

vaguement. La compression et l'étirement les ont souvent transformés en des sortes d'amandes. Parfois, même, les bords de ces amandes sont amincis et étirés; et tel cristal dont la longueur originelle était, par exemple, de 15 millimètres, est transformé en une lentille, à prolongements aigus, dont la longueur totale s'élève à 25 millimètres.

Tel est, à l'œil nu, l'aspect des gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier et des leptynites qui s'y associent. Il est à peine besoin d'ajouter que ces roches, habituellement de couleur claire, grises, gris verdâtre ou même blanches, sont parfois souillées de produits ocreux.

Je passe aux résultats de l'*examen microscopique*.

Dans les gneiss zonés, qui sont la variété prépondérante, les *feuillets phylliteux* sont formés de quartz allotriomorphe, de mica blanc et de mica noir presque toujours partiellement, et, quelquefois complètement, chloritisé. Le feldspath, dans ces zones phylliteuses, n'apparaît généralement qu'en très gros cristaux. Il y a souvent de petits grenats, de très petits zircons, de l'apatite limpide. Les oxydes de fer sont rares. La chlorite contient, comme presque toujours, beaucoup de rutile.

Le mica blanc est très prédominant : il y en a au moins deux fois autant que de mica noir. Le quartz est en proportion très variable. Quelquefois les feuillets phylliteux sont presque exclusivement formés de mica blanc. Les feuillets de mica blanc et de mica noir sont parallèles au clivage du gneiss. Çà et là, il y a de gros cristaux de mica noir, ou encore des paquets de petits cristaux de ce même minéral. Ces gros cristaux, ou ces paquets, sont parfois fragmentés et tronçonnés par le laminage.

On voit quelquefois beaucoup de rutile dans les feuillets phylliteux, même sans qu'il y ait de la chlorite. Ce rutile est toujours en très petits cristaux.

Les *bandes blanches* ou gris clair, qui alternent avec les feuillets phylliteux, sont formées d'une mosaïque *granulitique* de quartz et d'orthose, ou de quartz, d'albite et d'orthose, ou de quartz, d'orthose, de microcline et d'albite, ou enfin de quartz, de cryptoperthite et d'albite. A cette mosaïque se mêlent parfois quelques phyllites, sous forme de feuillets larges, grossièrement parallèles au clivage du gneiss (et c'est presque toujours du mica blanc), ou sous forme de petits cristaux inclus dans les feldspaths, ou sous forme de feuilles délicates entourant les plus gros d'entre les grains feldspathiques. Il y a aussi de très petites aiguilles de mica blanc, développées çà et là par métasomatose, mais qui ne peuvent se confondre avec les autres.

La mosaïque granulitique est généralement très fine. Çà et là, cependant, le grain s'exagère, et l'on voit des paquets de cristaux allotriomorphes, enchevêtrés, d'albite, d'orthose ou de microcline, où les plus gros peuvent atteindre 3 millimètres.

Il y a, dans la mosaïque, fort peu de rutile et d'ilménite. Parfois on rencontre de petits grenats, souvent résorbés en un mélange de chlorite et de kaolin. Ces grenats sont fréquemment enveloppés de mica blanc. L'apatite n'est pas rare.

Les *leptynites* ne diffèrent point des bandes blanches que je viens de décrire. Les gneiss que j'ai appelés *intermédiaires* ne sont que des gneiss zonés où les feuillets phylliteux sont rares et très minces, et où les bandes granulitiques ont une large prépondérance. Il n'y a, en somme, aucune différence essentielle entre ces divers types.

Je citerai, par contre, un type exceptionnel. C'est un petit banc, épais de 15 centimètres, d'un *gneiss à mica noir et à gros grenats*. Ce gneiss ne renferme pas de mica blanc. Le mica noir, très abondant, est un peu chloritisé. Les grenats, qui mesurent fréquemment 3 ou 4 millimètres de diamètre, sont fort nombreux. Ils se sont développés, *après tous les autres minéraux*, dans les zones les plus micacées. Ils contiennent de gros cristaux de mica noir, des sphènes brunâtres, de l'ilménite en files orientées, du quartz et des feldspaths. Tout autour du grenat il y a un manteau de mica noir. Quelques grenats se résorbent en chlorite pâle et en argile. L'apatite est abondante. Entre les zones micacées règnent des zones granulitiques formées de quartz, d'albite, et surtout d'orthose. Dans les zones micacées, quelques cristaux d'orthose se sont développés, englobant des feuillets de mica et repoussant les autres feuillets autour d'eux. La dimension de ces orthoses peut aller à 3 millimètres.

Les *gros cristaux de feldspath potassique* des gneiss zonés et des gneiss intermédiaires sont toujours — comme cela se voit à l'œil nu — enveloppés d'un manteau, plus ou moins épais, de mica; et *tous* contiennent des inclusions, idiomorphes pour la plupart, du même mica qui forme le manteau. Le manteau de mica se prolonge, autour du feldspath, en une zone phylliteuse. Cette zone se rouvre parfois, à peu de distance, autour d'un autre feldspath : mais il n'y a aucune règle à cette réouverture.

Les gros feldspaths potassiques sont, le plus souvent, de l'orthose, parfois de l'anorthose, plus rarement du microcline largement perthitisé, ou encore de la cryptoperthite. Ces diverses natures de feldspath potassique se

mélangent *dans le même banc* de gneiss. Les cristaux sont fréquemment assemblés suivant la loi de Carlsbad. Le clivage g^1 (010) est toujours à peu près parallèle au clivage du gneiss.

Les bords de chaque tablette de feldspath potassique sont plus ou moins écrasés. Les débris du bord écrasé, recollés par un peu de quartz, forment, à droite et à gauche de la section feldspathique dont on regarde la tranche, des prolongements pointus, longs de quelques millimètres jusqu'à plus de 1 centimètre, et qui disparaissent dans le graduel resserrement des feuillets de mica. Quelques cristaux sont, en outre, légèrement tordus. D'autres sont cassés en deux morceaux, avec un faible hiatus entre les deux fragments. Le laminage ne va jamais jusqu'à la *dispersion* de la tablette fragmentée; et l'étirement subi par le gneiss, postérieurement au développement des grands cristaux de feldspath potassique, ne m'a paru nulle part dépasser la proportion de 60 ou 70 p. 100. L'étirement réel est généralement bien inférieur.

Les gros cristaux de feldspath potassique renferment souvent des grains arrondis de quartz. Ils ne présentent que des traces de kaolinisation.

Les cassures, assez nombreuses, qui traversent la roche, sont remplies d'ocre, ou de quartz, ou de chlorite secondaire.

Il résulte de cette étude lithologique des gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier que ces gneiss sont hétérogènes, et qu'ils sont formés d'une alternance de zones très minces, ayant au maximum 30 centimètres d'épaisseur, et de composition chimique différente. Les unes sont quartzo-phylliteuses, et riches surtout en mica blanc; les autres sont leptynitiques, c'est-à-dire constituées par une mosaïque granulitique de quartz et de feldspaths alcalins divers. Les unes et les autres peuvent être grenatifères. C'est dans les zones phylliteuses que se sont développés les gros cristaux de feldspath potassique qui donnent au gneiss sa physionomie porphyroïde. *Ces gros cristaux ont pris naissance après la cristallisation des phyllites*, en écartant tout autour d'eux, au fur et à mesure qu'ils s'accroissaient, les feuillets du mica, et en englobant des parcelles détachées de ces mêmes feuillets. Ce développement est analogue à celui (que j'ai décrit autrefois[1]) de l'orthose et de l'albite dans beaucoup de schistes cristallins du Permien de la Vanoise; analogue aussi au développement des grenats dans les micaschistes. Quand les gneiss de Serre-Chevalier renferment

[1] P. Termier. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise, *Bull. des Serv. de la Carte géol.*, t. II, n° 20, p. 39 et suiv.

IMPRIMERIE NATIONALE.

du grenat, ce minéral y est, comme les gros feldspaths, nettement postérieur aux phyllites : il contient même, çà et là, des grains de la mosaïque granulitique (quartz, orthose ou albite).

Les gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier ne diffèrent donc des *gneiss fins*, décrits sous le nom de type E au paragraphe précédent, que par le développement des gros cristaux de feldspath potassique.

Entre les gneiss porphyroïdes et les amphibolites grenatifères qui les surmontent, s'intercalent, comme je l'ai dit, des micaschistes verts, très compacts, épais de 5 ou 6 mètres. Ces micaschistes ont un clivage ondulé, très brillant, de couleur vert foncé.

Au microscope, ils se résolvent en zones alternées de mica noir, entièrement chloritisé (avec séparation de rutile, sphène et ilménite), de mica blanc (feuillets plus rares et discontinus), et d'une mosaïque de quartz et d'orthose. De très petits grenats accidentent les diverses zones. Cette roche ne diffère pas beaucoup du gneiss à mica noir et à gros grenats dont j'ai signalé l'intercalation au milieu des gneiss porphyroïdes. D'autre part, elle est fort semblable à celles qui, 30 mètres environ plus haut, surmontent les amphibolites et constituent le sommet même de la montagne (cime 2492). La roche du sommet est un gneiss à grain fin, riche en mica blanc et en chlorite, fissile, se débitant en plaquettes très menues, de couleur un peu verdâtre. L'examen microscopique y montre des zones phylliteuses (mica noir entièrement chloritisé et mica blanc), et des zones feldspathiques renfermant quartz, orthose (abondant), andésine (rare), et quelques zircons.

La série cristalline qui surmonte immédiatement les gneiss porphyroïdes présente donc, de bas en haut, les types suivants : *a*. des micaschistes verts, très compacts, qui sont, en réalité, des gneiss très fins du type E, précédemment décrit, et qui ne diffèrent par rien d'essentiel d'un gneiss à mica noir et à gros grenats, intercalé dans les gneiss porphyroïdes : épaisseur, 6 mètres environ; *b*. des amphibolites grenatifères, offrant les trois variétés précédemment décrites (F, G, H) : épaisseur, 25 mètres; *c*. des gneiss fins, très micacés, du type E, beaucoup moins compacts et beaucoup plus fissiles que les gneiss *a*, mais, en réalité, différant très peu de ces gneiss : épaisseur, 8 ou 10 mètres (ces bancs forment la cime de la montagne).

J'ai dit que l'affleurement des gneiss porphyroïdes n'est visible que sur 10 ou 12 mètres de longueur et sur 3 mètres (au maximum) de hauteur. La base de ces gneiss est cachée par un éboulis qui descend jusqu'au substratum de

Flysch. Des éboulis cachent aussi, à droite comme à gauche, le prolongement en direction des bancs porphyroïdes.

Sur l'arête Est de la montagne (arête qui descend au col de la Ricelle), les amphibolites reposent sur des micaschistes où prédomine le type B. Nulle part on ne voit, dans ces micaschistes, s'intercaler des gneiss porphyroïdes. A mi-chemin entre la cime 2492 et le col de la Ricelle, affleure un banc de poudingue à petits galets cristallins, en dessous duquel reprend la série micaschisteuse.

Sur le versant Ouest de la montagne, on observe le passage des amphibolites. En dessous de ces roches il n'affleure que des micaschistes, où prédomine encore le type B. On peut dire la même chose de l'arête Nord et du versant Nord-Est. Les gneiss porphyroïdes n'apparaissent nulle part.

Si l'on tient compte de l'inclinaison des bancs qui, dans l'ensemble, plongent faiblement vers le Nord, mais qui présentent, un peu au Nord-Est de l'affleurement des gneiss porphyroïdes, un brusque relèvement, on voit que ces gneiss devraient, tout au moins, affleurer sur l'arête Est et sur le versant Nord-Est; et l'on observe que, là où ils devraient affleurer, ils sont remplacés par des micaschites des types B, D ou E. Il faut donc admettre, ou que les gneiss porphyroïdes forment, dans la série cristalline de Serre-Chevalier, une intercalation *lenticulaire*, ou qu'ils passent latéralement à des micaschistes.

Après avoir, au début de mes explorations, admis que les gneiss porphyroïdes n'étaient qu'un accident de structure des micaschistes, j'ai longtemps cru à l'indépendance complète de ces deux types de roches. L'analogie frappante des gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier et des gneiss porphyroïdes de la Levanna et du Grand-Paradis, et, d'autre part, le contraste apparent (très grand de prime abord) entre ces gneiss et les micaschistes qui, sur l'arête Est et sur le versant Nord-Est, occupent la place où l'on s'attendrait à les rencontrer, ces deux raisons, dis-je, m'avaient conduit à cette idée que les gneiss en question forment une simple lentille, témoin d'une ancienne nappe charriée d'origine lointaine, lentille associée, par les hasards du charriage, au paquet, charrié lui aussi, des micaschistes et des amphibolites[1]. On verra plus loin

[1] C'est sous l'empire de cette idée que, sur la carte géologique au 1/80.000e (feuille « Briançon »), j'ai donné à l'affleurement des gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier la couleur et le symbole (RX) des gneiss du Piémont. J'explique ainsi ma pensée dans la légende de la carte : « L'identité est complète avec les roches, probablement permo-houillères, de la Levanna et du Grand-Paradis; et le lambeau en question semble être un témoin d'une nappe de recouvrement venue du Piémont. »

que l'origine piémontaise de la « quatrième écaille » n'est pas douteuse. L'hypothèse d'une origine spéciale pour les gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier n'était donc pas invraisemblable.

Mais l'étude pétrographique, reprise pour la dixième fois peut-être, et complétée par l'examen de nouveaux échantillons, ne me permet plus aujourd'hui de conserver cette hypothèse. Je suis maintenant convaincu — comme je l'étais au début de mes recherches, mais avec infiniment plus d'éléments de conviction — que *les gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier ne diffèrent point essentiellement des gneiss fins de la même montagne*, et que le faciès porphyroïde n'est qu'un accident local du faciès des gneiss fins (type E). En d'autres termes, je crois que les gneiss porphyroïdes passent latéralement à des gneiss fins, et même à des micaschistes, et qu'ainsi *ces gneiss porphyroïdes ne se séparent pas de la série cristalline où ils s'intercalent. Toute cette série, micaschistes, amphibolites, gneiss porphyroïde, est due au même métamorphisme et s'est formée au même lieu.*

§ III. — ORIGINE LITHOLOGIQUE DES ROCHES CRISTALLINES DE LA QUATRIÈME ÉCAILLE.

J'ai vainement cherché une explication satisfaisante de la cristallinité des assises de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel, jusqu'au jour de la découverte, par M. Kilian, à l'Alpet, près du Mont-Genèvre, d'assises analogues.

En 1895[1], dominé par l'idée inexacte de l'*identité* des micaschistes de l'Eychauda et des conglomérats à galets cristallins, tantôt j'inclinais à attribuer au dynamo-métamorphisme le pouvoir de transformer, non seulement en micaschiste, mais même en gneiss porphyroïde et en amphibolite, une brèche à petits débris de quartz, de micaschistes, de gneiss et de calcaire; tantôt, reculant devant l'invraisemblance de cette hypothèse, je faisais appel à l'intervention de roches éruptives s'insinuant au-dessus des conglomérats du Flysch et les transformant en gneiss, amphibolite ou micaschiste.

Aujourd'hui l'hésitation n'est plus possible. D'une part, la série cristalline en question n'est pas *en place;* c'est un témoin d'une nappe *venue de l'Est;* d'autre part, les assises cristallines découvertes par M. Kilian, non seulement à l'Alpet, mais encore au col Tronchet et à Villargaudin, sont, à n'en pas douter,

[1] P. Termier. Mémoire portant le numéro 29 de la liste bibliographique.

de la même nature que celles de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel[1]. Celles-ci ont donc la même origine lithologique que celles-là.

Je suis ainsi conduit à dire quelques mots des schistes cristallins de l'Alpet, du col Tronchet et de Villargaudin. Ces schistes ont été sommairement décrits par M. Kilian. Plus récemment nous avons publié, M. Kilian et moi, les diagnoses détaillées de quelques échantillons typiques[2]. Les lignes qui vont suivre contiennent un certain nombre de renseignements nouveaux, et rappellent, en les précisant, les indications déjà publiées.

L'Alpet. — Dans la vallée de l'Alpet et dans la crête, dite de Serre-Thibaud, qui domine ce vallon à l'Est, les roches cristallines qui ont la prépondérance sont des micaschistes de couleur foncée, appartenant aux types C ou D de l'Eychauda. La chlorite l'emporte généralement sur le mica blanc. Il y a souvent beaucoup d'hématite rouge, provenant sans doute de l'épigénie de la pyrite : quand elle est très abondante, le schiste paraît, à l'œil nu, souillé de taches rougeâtres ou lie de vin. Entre les zones de phyllites courent des zones granulitiques de quartz, d'orthose et d'albite, avec séricite confusément développée. La roche est souvent plissotée, écrasée et laminée.

On trouve aussi, mais seulement à l'Alpet, des *cornes* d'un gris de cendre ou de fumée, parfois jaunâtres ou verdâtres, à cassure esquilleuse, à esquilles translucides, d'une très grande compacité. On n'y discerne, à l'œil nu, que quelques paillettes de mica blanc. Ces cornes dures affleurent dans le vallon même de l'Alpet, non loin des conglomérats à gros galets cristallins et calcaires. Au microscope, elles se résolvent en un feutrage confus de séricite très courte, avec un peu de chlorite très pâle, lequel feutrage englobe du quartz grenu, en files parallèles et en paquets irréguliers, de rares cristaux informes de feldspath alcalin et des grains de pyrite. Çà et là apparaissent des feuillets plus larges de mica blanc. La structure est celle d'une *cornéenne de contact granitique* (hornfels). Quelques échantillons ne montrent pas de chlorite, mais seulement de la fine séricite, avec quartz, orthose et albite : ce sont les plus durs. Leur cassure ressemble parfois à celle du silex.

Un fait d'une haute importance, et inaperçu jusqu'ici, c'est l'existence, dans

[1] J'ai déjà dit que, pour compléter l'analogie et la rendre plus frappante, il existe à l'Alpet, collés aux assises cristallines, des conglomérats à galets cristallins et à galets triasiques, *identiques* à ceux de l'Eychauda.

[2] Notes portant les numéros 38, 47 et 59 de la liste bibliographique.

cette formation de *cornes* dures, de bancs dont l'origine sédimentaire n'est pas douteuse. Ces bancs sont constitués par une roche jaunâtre, d'aspect cornéen ou pétrosiliceux, tout aussi dure et tenace que les cornes voisines. Sur la tranche on voit, même à l'œil nu, de très petits galets blanchâtres. Au microscope, la roche se résout *dans le même feutrage* quartzo-sériciteux, ci-dessus décrit. Mais on y voit, en plus, des *galets nets* de quartz et de quartzite. C'est un grès fin, argileux, transformé en cornéenne par le même métamorphisme qui a dénaturé les bancs voisins, mais ayant gardé, après sa transformation, son caractère détritique, grâce à la présence de quelques galets relativement gros. Il devient dès lors évident que les autres cornes sont aussi d'origine sédimentaire : c'étaient des sédiments plus fins, mais de la même nature (probablement argilo-sableuse).

Enfin l'on rencontre, à l'Alpet et à Serre-Thibaud, des roches d'un vert sombre, noirâtre ou bleuâtre, relativement lourdes. Au microscope on reconnaît que ce sont des *amphibolites chloritisées*. La plus grande partie de la masse est faite de chlorite, contenant des grains de sphène, de longues baguettes de zoïsite α, des plages encore intactes de hornblende vert bleuâtre, du grenat, de l'apatite. Çà et là, dans la chlorite, apparaissent des feldspaths, de l'*orthose* ou de l'*albite*. Ces feldspaths ne sont pas kaolinisés, mais ils sont fréquemment cassés. Certains échantillons ne renferment pas de feldspath : on n'y voit, dans les interstices de la chlorite ou de l'amphibole, qu'un peu de quartz. Toutes ces amphibolites sont *identiques* à de certaines roches de Serre-Chevalier.

Au fond du vallon qui sépare Serre-Thibaud des escarpements calcaires du Chaberton, on observe un autre affleurement de roche cristalline, déjà signalée par MM. Cole et Gregory sous le nom de *greenstone schist*[1]. L'échantillon qui m'a été communiqué par M. Kilian est une roche compacte, d'un noir bleuâtre.

Au microscope on y voit du quartz très fin, de la chlorite très abondante, de l'épidote en longues baguettes et du *glaucophane*. L'épidote est de ce type à biréfringence variable que j'ai signalé à Serre-Chevalier et à la « Butte des Galets ». La chlorite est très polychroïque, avec une teinte vert bleu foncé. Il y a beaucoup de sphène. On pourrait donner à cette roche le nom de *prasinite*. Je ne doute pas qu'elle ne soit le produit de la métasomatose d'un gabbro.

Un peu au Nord de l'Alpet, dans l'arête du col de la Lauze, M. Kilian m'a

[1] G. A. J. Cole et J. W. Gregory. The variolitic rocks of Mont Genévre. *Quarterly Journal*, 46, 1890.

montré d'autres roches cristallines, intercalées dans des calcaires à plaquettes marmoréennes et dans des calcschistes. Ce sont des micaschistes vert foncé, quelquefois rougeâtres ou lie de vin, parfois aussi noirâtres; le plus souvent violemment plissotés et contournés. Au microscope on reconnaît des variétés des types D et E de l'Eychauda : zones phylliteuses formées de chlorite (épigénie du mica noir), de mica blanc et de quartz; zones granulitiques, d'orthose, d'albite et de quartz. Il y a, çà et là, dans les feuillets phylliteux, des feldspaths relativement gros, qui font songer aux gros orthoses des gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier.

D'une façon générale, le laminage et l'écrasement paraissent avoir été plus intenses au col de la Lauze qu'à l'Alpet, et plus intenses aussi à l'Alpet qu'à l'Eychauda.

Col Tronchet. — Du gisement du col Tronchet, j'ai un échantillon de *variolite* et plusieurs échantillons de micaschistes.

La *variolite* montre des taches vert clair, rondes, sur un fond vert foncé. Les globules sont formés d'un fouillis d'aiguilles d'épidote. Les interstices des globules sont remplis par de la chlorite, avec un peu de quartz et de feldspath secondaires, des sphènes bruns et des cristaux d'épidote, plus courts que ceux des globules, et disposés sans ordre. C'est une variolite métasomatosée.

Les micaschistes sont vert clair, à clivage brillant et à plissotements aigus. Au microscope, ils montrent du quartz, de la chlorite, du mica blanc, parfois du feldspath. La chlorite renferme beaucoup de sphène et d'ilménite. Le feldspath est surtout de l'albite. L'ensemble ne diffère pas de certains schistes de l'Eychauda (type D) et fait songer à diverses roches de la Vanoise.

Villargaudin. — Je n'ai, du gisement de Villargaudin, qu'un schiste quartzo-sériciteux, gris, verdâtre ou noirâtre, à clivage contourné, inégalement éclatant. Au microscope on reconnaît le type B de l'Eychauda : zones quartzeuses grenues et minces feuillets sinueux de chlorite ou de mica blanc, avec plus ou moins d'ilménite.

Si l'on considère les roches cristallines de l'Alpet, de Serre-Thibaud, du col de la Lauze, du Chaberton, du col Tronchet, de Villargaudin, comme formant une seule série, on trouve dans cette série tous les types de la série de l'Eychauda, sauf le type gneiss porphyroïde.

Les roches d'origine éruptive que l'on trouve dans les deux séries (roches J de la « Butte des Galets » et de Serre-Chevalier, prasinite du Chaberton, variolite du col Tronchet), apportent avec elles l'explication du métamorphisme. Ces roches sont, indubitablement, des gabbros métasomatosés, gabbros qui étaient sans doute, avant leur métasomatose, fort semblables, sinon identiques, aux gabbros du Mont-Genèvre.

D'autre part, on ne peut plus douter que les *cornes* de l'Alpet ne soient d'origine sédimentaire, puisque quelques-unes d'entre elles ont gardé, malgré leur métamorphisme, des témoins incontestables de leur nature détritique. Ces cornes sont — ce que d'ailleurs elles paraissent être de prime abord — des sédiments argilo-sableux transformés en *hornfels* par le voisinage d'une roche profonde.

On voit ainsi, presque au contact l'une de l'autre, la roche éruptive et le sédiment qu'elle a métamorphosé. C'est donc à l'intrusion de gabbros, plus ou moins analogues à ceux du Mont-Genèvre, dans des sédiments argilo-sableux plus ou moins analogues à ceux qui, non loin de là, sont devenus des Schistes lustrés, c'est, dis-je, à cette intrusion qu'il faut attribuer la production des roches cristallines de l'Alpet, du col de la Lauze, de Serre-Thibaud, du col Tronchet et de Villargaudin; et c'est donc aussi à des intrusions de même nature qu'il convient de rapporter le métamorphisme des micaschistes, des gneiss, et des amphibolites de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel.

Cette opinion, que j'ai déjà émise il y a quelques mois[1] et qui me paraît aujourd'hui fondée de façon inébranlable, diffère un peu de celle qu'avait, dès l'abord, proposée M. Kilian, à la suite de ses belles découvertes de 1898[2]. M. Kilian était tenté de voir, dans *la plupart* des assises cristallines de l'Alpet, de Serre-Thibaud, du col de la Lauze, du col Tronchet et de Villargaudin, des gabbros écrasés, laminés et recristallisés. Il est bien vrai que de semblables gabbros existent parmi les assises cristallines en question. Mais, bien loin d'avoir la prépondérance, ces témoins de roche éruptive sont certainement rares[3]. *La plupart* des assises cristallines sont très zonées, très quartzeuses et relativement riches en alcalis (mica noir, orthose, albite), tous caractères qui

[1] W. Kilian et P. Termier. Mémoire portant le numéro 59 de la liste bibliographique, p. 402-404.

[2] W. Kilian. Notes portant les numéros 38 et 47 de la liste bibliographique.

[3] Ceci, bien entendu, ne s'applique qu'aux gisements énumérés dans les lignes précédentes. Les gabbros dominent, au contraire, et de beaucoup, au pied du Chaberton et au Mont-Genèvre.

éloignent l'idée d'une roche basique recristallisée, et qui conviennent, au contraire, parfaitement à des sédiments métamorphiques.

En un mot, les assises cristallines de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel sont des sédiments argileux ou argilo-sableux, modifiés par l'influence prochaine de gabbros intrusifs. Elles sont prises dans l'*auréole* d'un gros amas, ou d'une série d'amas, de gabbros; et, comme il arrive souvent, cette auréole de roche magnésienne et calcique est elle-même fort riche en silice, en potasse et en soude. De même que la Lherzolite et les Ophites des Pyrénées, les gabbros des Schistes lustrés ont envoyé autour d'eux tout un cortège de fumerolles siliceuses et alcalines[1]. Mais certains bancs se sont transformés en amphibolites avec grenat et sphène, soit que ces bancs fussent originairement plus chargés de calcium et de magnésium que les autres strates, soit plutôt qu'ils aient subi l'influence de fumerolles spéciales.

Quant au laminage, il n'a joué *aucun rôle* dans la cristallisation des assises. Beaucoup de bancs — surtout dans la *quatrième écaille,* plus rarement à l'Alpet — *ne sont pas laminés.* Dans ceux qui sont laminés, le laminage ne fait qu'écraser et tronçonner certains cristaux, sans les disperser : il n'est donc accompagné que d'un faible étirement. Partout ce laminage est postérieur au métamorphisme. Les seuls minéraux auxquels il ait donné naissance sont le quartz et le mica blanc. Mais la plus grande partie du quartz et la plupart des feuillets de mica blanc sont nettement antérieurs aux phénomènes dynamiques. Enfin, les conglomérats à galets cristallins de l'Eychauda sont fréquemment écrasés et un peu laminés; leurs galets sont souvent brisés et tronçonnés; mais *ces galets eux-mêmes, sauf des cas très rares, sont formés de roches cristallophylliennes intactes, et non pas de roches laminées.*

Il ne faut donc plus parler, ici, de dynamo-métamorphisme. Les phénomènes dynamiques observés dans les assises cristallines de la *quatrième écaille* sont tous postérieurs au métamorphisme qui a donné à ces assises leur cristallinité : et ces phénomènes dynamiques ont été, somme toute, peu intenses. Il sont dus aux mouvements orogéniques qui ont transporté à sa place actuelle la *quatrième écaille;* et ils sont, très certainement, *postérieurs au dépôt* des conglomérats à galets cristallins de l'Eychauda.

[1] La belle *aplite syénitique,* découverte par M. Kilian entre le Gondran et le Chenaillet, est le témoin d'une de ces venues siliceuses et alcalines qui faisaient cortège aux gabbros. Cette roche ne renferme pas moins de 10 p. 100 de soude. Elle forme un gros filon dans les *euphotides* du Mont-Genèvre.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Les micaschistes, les gneiss et les amphibolites que je viens de décrire sont roches de formation tranquille. La plupart sont des sédiments qui ont subi, lentement sans doute, une imprégnation, une imbibition par des vapeurs abyssales. Les mouvements du sol qui, dès les temps éogènes, ont, sur quelques points, amené au jour ces sédiments ainsi métamorphosés, ne semblent avoir eu nulle part, ou presque nulle part, l'intensité suffisante pour les écraser et les laminer.

Il est probable, après cela, que toutes les *pietre verdi* des Schistes lustrés se rangeront dans deux catégories. Les unes (Mont-Genèvre, Chaberton, Pelvas, Bric-Bouchet, Villanova, *serpentines* des vallées piémontaises) sont des gabbros ou des péridotites plus ou moins métasomatosés, parfois aussi devenus schisteux par le laminage. Les autres (Alpet, Villargaudin, *micaschistes* de la haute Maurienne et de la haute Tarentaise, *schistes amphiboliques et pyroxéniques* de la Grivola, etc.) sont des sédiments métamorphiques, transformés par les vapeurs abyssales, et plus ou moins analogues aux assises cristallines de la *quatrième écaille*.

L'étude détaillée, je dirais volontiers acharnée, de ces dernières assises m'a donc enfin, à travers beaucoup de tâtonnements et d'erreurs, conduit à une explication qui satisfait l'esprit, et qui, du même coup, semble indiquer la solution d'un des grands problèmes de la géologie alpine, le problème des *Roches vertes* des Schistes lustrés[1].

[1] P. Termier. Notes portant les numéros 61 et 63 de la liste bibliographique.

DEUXIÈME PARTIE.

LES DÉTAILS DE LA STRUCTURE.

Dans les pages qui suivent, je donne une série de monographies locales, destinées à justifier, à compléter et à relier entre elles mes dix-neuf coupes géologiques au 1/50.000e. Je commence à Monêtier-les-Bains, tout au Nord de la carte, et je parcours le pays, du Nord au Sud, pour aboutir à Freissinières.

J'ai ajouté, en un dernier chapitre, une courte description du massif de Pierre-Eyrautz, d'après mes observations, et d'après les trois notes déjà publiées par M. Maurice Lugeon[1]. Ces indications suffiront pour définir, dans ses grandes lignes, la structure de ce massif, structure qui est beaucoup plus simple qu'elle n'avait semblé tout d'abord.

[1] M. Lugeon. Notes portant les numéros 37, 46 et 42 de la liste bibliographique, la note 42 en collaboration avec M. Kilian.

CHAPITRE PREMIER.

DE MONÊTIER A FRÉJUS.

Ainsi que le montrent les coupes I et II, la structure, dans les montagnes qui s'élèvent au Sud de Monêtier, est, dans son ensemble, régulièrement isoclinale.

Les grès et schistes du Flysch, plongeant, vers l'Est ou le Nord-Est, sous un angle variable (de 30 à 50°), s'appuient, à l'Ouest, sur les terrains du Pelvoux : granite, gneiss; Trias ou Lias à *faciès dauphinois*. Ils s'enfoncent, à l'Est, sous les terrains à *faciès briançonnais*.

Il y a d'abord, en contact immédiat avec le Flysch, une bande de Trias. Ce Trias est à l'état de gypse, au Nord des Sagnières; à l'état de calcaire ruiniforme, à patine gris clair ou blanche, dans le vallon situé au Nord-Est de la Croix-de-Cibouit, et dans le piton rocheux des Neyzets, coté 2752, qui domine le col de l'Eychauda. A l'Ouest du point 2752, les bancs triasiques qui reposent directement sur le Flysch sont formés de cargneules jaunes.

A l'Est de cette bande triasique vient une bande de Lias, remarquablement continue. Au point 1564 de la carte (débouché du torrent de Tabuc), ce Lias affleure, sous la forme de calcaires gris à veinules de calcite blanche, plongeant de 40 à 50 degrés vers l'Est : et ces calcaires gris peuvent se suivre, au Nord-Ouest, au pied de la forêt des Sagnières, et au Sud-Est jusqu'au col de l'Eychauda. Au col même, ils renferment *Pentacrinus tuberculatus*, et montrent un mélange du faciès à Entroques et du faciès bréchoïde.

Sur le Lias reposent des *marbres en plaquettes*, de couleur blanche ou grise, dont les larges dalles luisent au soleil. Ces marbres sont identiques à ceux de la Cucumelle; mais ils sont certainement séparés de ceux de la Cucumelle par une bande intermédiaire de Trias ou de Flysch.

La bande intermédiaire de Trias n'existe, à l'état de calcaire, que dans la partie basse et sur la rive gauche du vallon de Corvaria. Elle est bien visible de Monêtier, grâce aux rochers ruiniformes qui, le long de ses affleurements,

se dressent au-dessus de la forêt. Elle va s'écrasant graduellement, vers le Sud, entre les marbres en plaquettes et la bande intermédiaire de Flysch.

Je rattache à cette bande de Trias un petit affleurement de gypse situé sur le chemin muletier qui va de Monêtier au col de l'Eychauda, à l'entrée du vallon pierreux qui monte doucement vers le col, ou, plus exactement, sur le seuil qui sépare ce vallon du vallon de Cibouit. Cet affleurement est mis en évidence par un *entonnoir*, dû à la dissolution du gypse. Le lambeau de gypse semble être posé sur les *marbres en plaquettes*.

La bande intermédiaire de Flysch est visible en divers points du ravin de Corvaria. On la retrouve au-dessus du chemin muletier, au pied des escarpements de la Cucumelle. Le Flysch est de couleur sombre et fait tache sur la blancheur des *marbres en plaquettes*. Il est formé de schistes luisants, gondolés et contournés, et de quartzites bruns, avec quelques bancs de calcaires grisâtres ou jaunâtres. Le tout est sillonné de nombreuses veines de quartz blanc. Cette bande se prolonge, indubitablement, sous les éboulis de la Cucumelle, jusqu'au col de l'Eychauda : car les éboulis qui couvrent l'arête même du col, et qui remplissent les deux vallons au Nord et au Sud, montrent quelques débris de Flysch mêlés aux débris de marbres schisteux. Ces débris sont noirâtres ou brunâtres : ce sont des schistes quartziteux et des quartzites, avec quelques schistes argileux fissiles et des calcaires gris. Ce faciès du Flysch est celui que nous retrouverons à l'Est de la Cucumelle, dans une bande beaucoup plus développée.

La Cucumelle (sommet coté 2703) domine de 200 mètres le col de l'Eychauda. Sur la plus grande partie de cette hauteur (150 mètres au moins), elle est formée de *marbres en plaquettes*, de couleur blanche, blanc jaunâtre, gris clair ou vert pâle. Les escarpements, les éboulis, et la longue arête émoussée, dirigée Nord-Sud, qui termine la montagne, attirent de loin le regard par leur blancheur éclatante.

L'épaisseur des *marbres en plaquettes*, dans la montagne de la Cucumelle, est d'environ 500 mètres. Ces marbres plongent uniformément vers l'Est, sous un angle d'environ 30 degrés. On peut les suivre, vers le Nord, jusqu'au débouché du ravin de Corvaria[1]. Vers le Sud ils se prolongent, sans aucune interruption, jusqu'à l'Argentière.

[1] Dans la partie basse du ravin de Corvaria, sur la rive gauche du torrent, non loin des calcaires triasiques, la formation des *marbres en plaquettes* contient des calcschistes noirs, très brillants, à clivage ardoisier, très différents d'ailleurs des schistes du Flysch.

A quelques centaines de mètres au Nord-Est de la cime, dans les abrupts qui dominent le vallon de Chanteloube, on voit, posé sur la surface des dalles blanches, un lambeau de terrain noirâtre respecté par l'érosion. C'est un témoin de la bande de Flysch du col du Grand-Pré.

Le col du Grand-Pré, qui s'ouvre entre le sommet de la Cucumelle et la Tête-du-Grand-Pré, correspond, en effet, à l'affleurement, large d'environ 300 mètres, d'une bande de Flysch. Au col même, et dans le cirque supérieur du torrent de Chanteloube, ce Flysch repose directement sur les *marbres en plaquettes*. Au Sud du col, on le suit sans peine, à travers les prairies, jusqu'à moins de 1 kilomètre du hameau de Fréjus : mais il est alors séparé des *marbres en plaquettes* par une lame complexe de Houiller et de Trias.

Le Flysch en question est d'aspect un peu variable. Très gréseux et argileux dans le ravin de la mine de graphite (au Sud du col) et dans le cirque supérieur de Chanteloube, il est très calcaire dans les environs du col. On voit alors alterner, avec des schistes argileux sombres et des plaquettes quartziteuses minces, de couleur brune, des bancs de dolomies sableuses, grises en dedans, jaunes en dehors, et des calcschistes noirs, cariés, *fort semblables aux Schistes lustrés*. Au Sud du col, tout près du bouton de quartzites dont je parlerai tout à l'heure, les calcschistes noirs sont très prépondérants, et l'on croirait être dans des *Schistes lustrés* du type ordinaire. Au col même, les bancs gréseux et quartziteux prédominent de beaucoup sur les autres. Sur le versant Nord du col, le Flysch qui touche à la Cucumelle est très calcaire, tandis que celui du couloir principal est très siliceux. Je ne crois pas qu'il y ait deux terrains, l'un de Flysch siliceux et l'autre (qui serait en-dessous), formé de *schistes lustrés :* car les types se mélangent et alternent les uns avec les autres. Et je vois simplement, dans cette juxtaposition et ce mélange des deux faciès, une raison de plus d'admettre que le sommet des *Schistes lustrés*, dans la région briançonnaise, est d'âge oligocène.

Dans le vallon de Chanteloube, la bande de Flysch se cache bientôt sous une moraine locale et sous les éboulis triasiques de l'arête du Grand-Pré. Plus loin vers l'aval, on ne la retrouve pas. Elle est *relayée* ou remplacée, dans le haut de la forêt des Guibertes, par une bande de Malm qui joue le même rôle tectonique et sert de substratum aux mêmes calcaires du Trias. Mais, avant de décrire la Montagne-des-Guibertes, il faut parler des complications de structure, vraiment extraordinaires, qui s'observent à la base de la forêt de Monêtier et dans le ravin de Chanteloube.

Quand on suit le chemin muletier qui, de Monêtier, monte au col de l'Eychauda, on reste presque tout le temps dans les quartzites du Trias jusqu'à ce que l'on entre (vers le point 1895 de la carte) dans la bande des marbres de la Cucumelle. Il suffit de s'écarter, même très peu, du chemin, pour observer, sur la droite le Houiller, et sur la gauche tout un empilement de terrains divers.

En quittant le chemin au pont du torrent de Corvaria, et remontant la rive droite de ce torrent, on arrive bientôt en un point où l'on voit le Houiller reposer sur les *marbres en plaquettes*. Ceux-ci, qui appartiennent à la bande de la Cucumelle, sont ici à peu près horizontaux. Le Houiller qui les surmonte est formé, au contact même, d'une *microdiorite* laminée et schisteuse, et, un peu plus haut, de grès et de schistes noirs. Entre ce point et les chalets de Peyra-Juana, le sol de la forêt est jonché de débris de grès houiller; et il n'est pas douteux que les affleurements houillers, malheureusement presque partout cachés par la terre végétale, n'occupent ici une vaste surface. Ils reviennent au jour, sur le chemin même, à 300 ou 400 mètres au Sud des chalets de Peyra-Juana, sous la forme de schistes charbonneux, très noirs, horizontaux ou plongeant faiblement vers le Nord-Est.

Bien qu'on ne voie nulle part le contact, il semble bien que ces grès et schistes houillers s'enfoncent, au Nord et à l'Est, sous les quartzites triasiques : et cette vraisemblance devient une certitude pour peu que l'on descende dans le ravin de Chanteloube.

Si l'on prend ce ravin par le haut, en venant du point 1895, on observe, au fur et à mesure que l'on descend, toute une série de superpositions inattendues.

Tout d'abord, on chemine dans les *marbres en plaquettes*. Puis les éboulis couvrent les deux parois de la gorge. Un peu plus bas, le Houiller apparaît, sensiblement horizontal. Sur la rive gauche, il s'enfonce sous les quartzites (qui se prolongent de là, sans interruption, jusqu'à Peyra-Juana); sur la rive droite, il est surmonté par le Glaciaire.

On arrive bientôt en un point où le ravin tourne brusquement à l'Est, et l'on voit alors apparaître, *sous le Houiller,* une bosse de Malm à travers laquelle le torrent, reprenant sa course vers le Nord, s'est ouvert un défilé pittoresque. Ce Malm offre le faciès typique de Guillestre : marbres gris et marbres blancs, avec calcschistes roses (rive droite). Il est séparé du Houiller par des intercalations d'épaisseur et de nature très variables. Sur la rive gauche, à l'origine du défilé, la bosse de Malm est couverte d'un manteau

très mince de calcaires du Trias, de quartzites du Trias, de grès rouge et vert du Permien. Ces trois termes n'ont pas, au total, plus de 5 mètres d'épaisseur. Là-dessus vient le Houiller, puissant de quelques mètres, surmonté à son tour par les quartzites triasiques de Peyra-Juana. Sur la rive droite, le Malm est séparé du Houiller par 8 ou 10 mètres de quartzites du

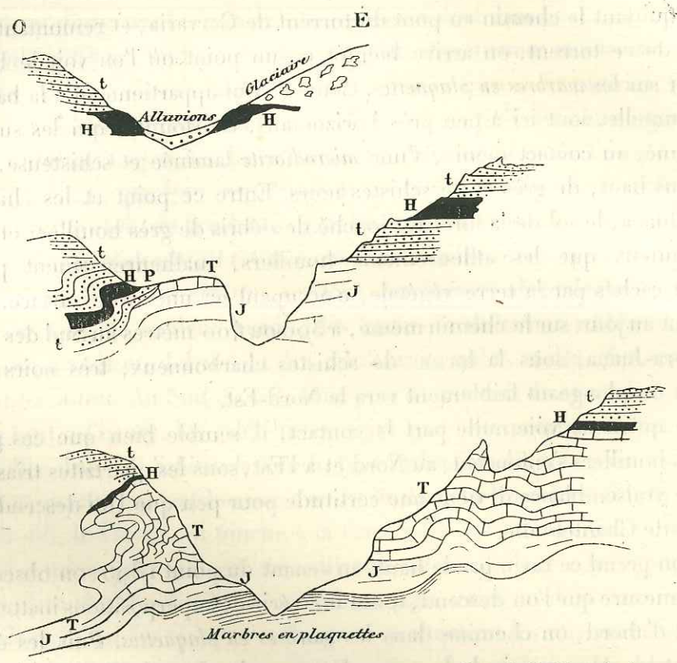


Fig. 2. — Trois coupes Ouest-Est successives à travers le ravin de Chanteloube.

H. Houiller. — P. Permien. — *t*. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — J. Malm.

Trias. D'autres quartzites, également triasiques, recouvrent le Houiller. Celui-ci n'a, nulle part, plus de 10 ou 12 mètres de puissance.

Les deux coupes les plus haut placées de la figure 2 résument la description qui précède. Un peu plus bas, la complication augmente (troisième coupe). Sous le Malm, qui va s'amincissant rapidement et qui bientôt disparaît, affleurent les *marbres en plaquettes*, que le torrent entaille de plus en plus profondément. Au-dessus du Malm, et quand ce terrain a disparu, au-dessus des *marbres en plaquettes*, les calcaires du Trias prennent un grand développement

(jusqu'à 40 mètres d'épaisseur). Sur ces calcaires le Houiller, très aminci, n'apparaît plus que d'une façon sporadique. Les quartzites du Trias s'observent, sur les deux rives, au-dessus du Houiller ou des calcaires. Sur la rive droite il y a, le plus souvent, d'autres quartzites entre les calcaires et le Houiller (fig. 3).

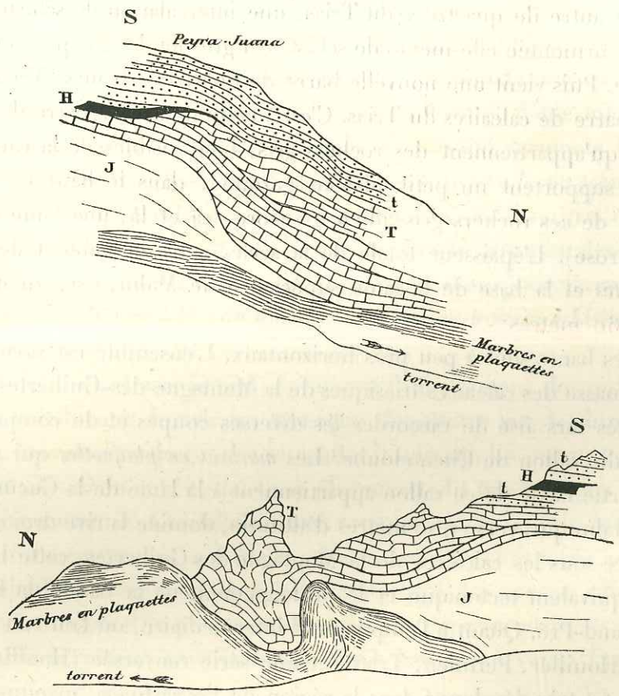


Fig. 3. — Coupes Nord-Sud le long du torrent de Chanteloube : en haut, coupe sur la rive gauche; en bas, coupe sur la rive droite.

H. Houiller. — P. Permien. — *t*. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — J. Malm.

Les coupes dessinées dans les figures 2 et 3 sont très simplifiées. Il y a, dans le détail, de violents contournements des assises, surtout dans les *marbres en plaquettes*, qui paraissent, en quelques points, discordants avec les bancs de Malm. Il va sans dire que cette discordance est purement mécanique.

Les *marbres en plaquettes*, dans le lit même du torrent, enclavent quelques bancs de schistes noirs, ardoisiers, fissiles, très luisants, identiques à ceux que j'ai signalés sur la rive gauche du torrent de Corvaria.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Si l'on s'élève, maintenant, à l'Est du ravin de Chanteloube, en évitant les escarpements et suivant un mauvais sentier qui conduit aux pâturages, on ne tarde pas à recouper les divers termes de l'empilement; et la série est ici presque complète, sauf la lame inférieure de Malm. On rencontre successivement, au-dessus des *marbres en plaquettes,* une barre de calcaires du Trias, une autre de quartzites du Trias, une intercalation de schistes et grès houillers, surmontée elle-même de schistes et grès lie de vin (permiens) épais d'un mètre. Puis vient une nouvelle barre de quartzites blancs (Trias) et une nouvelle barre de calcaires du Trias. C'est à cette deuxième barre de calcaires triasiques qu'appartiennent des rochers gris, bien visibles de la route nationale, qui supportent un petit plateau gazonné, dans le haut de la forêt. Au-dessus de ces rochers gris affleure encore, çà et là, une lame de Malm (blanc et rose). L'épaisseur totale de la série, entre le sommet des *marbres en plaquettes* et la base de la lame supérieure de Malm, est, en moyenne, d'environ 60 mètres.

Tous ces bancs sont à peu près horizontaux. L'ensemble est surmonté par l'énorme masse des calcaires triasiques de la Montagne-des-Guibertes.

Il est dès lors aisé de raccorder les diverses coupes et de comprendre la structure du vallon de Chanteloube. Les *marbres en plaquettes* qui affleurent dans la partie basse de ce vallon appartiennent à la lame de la Cucumelle. La lame de Malm qui, vers 1900 mètres d'altitude, domine la rive droite du ravin et s'enfonce sous les calcaires de la Montagne-des-Guibertes, cette lame, dis-je, est l'équivalent tectonique et le prolongement de la bande de Flysch du col du Grand-Pré. Quant à l'empilement intermédiaire, où l'on voit une série normale (Houiller, Permien, Trias) et une série renversée (Houiller, Trias, Malm), il est très développé dans la région de Peyra-Juana, manque complètement dans tout le haut du vallon, et reparaît à peu de distance au Sud du col du Grand-Pré. Dans la région de Peyra-Juana, cet empilement est fortement ondulé, et ses divers termes présentent, par suite de l'étirement, des formes lenticulaires où l'épaisseur maxima reste, d'ailleurs, très inférieure à la puissance habituelle de l'étage géologique correspondant.

L'empilement en question reparaît, ai-je dit, au Sud du col du Grand-Pré. Sur ce versant méridional de la montagne, il n'est pas aussi ondulé qu'à Peyra-Juana. Il plonge assez régulièrement vers l'Est; et ses affleurements dessinent sur la carte une bande sinueuse, longue de plus de trois kilomètres, qui va jusqu'assez près du hameau de Fréjus. Le toit de la série est toujours formé

par le Flysch, le mur par les *marbres en plaquettes.* Le terme le plus constant est la lame de calcaires triasiques supérieure à la lame houillère; le Malm n'apparaît qu'en un point. La coupe locale est partout analogue, sinon identique, à la partie de la Coupe II comprise entre la Croix-de-Cucumelle et la Tête-du-Grand-Pré. Voici quelques indications de détail.

C'est à moins de 200 mètres à l'Est de la cime 2703 que la série des terrains intermédiaires entre les *marbres en plaquettes* et le Flysch noirâtre commence à affleurer. Elle affleure sous la forme d'un bouton de quartzites du Trias, épais d'environ 10 mètres, flanqué, de part et d'autre, d'une mince couche de calcaire triasique gris clair ou blanc. Le Flysch qui surmonte le Trias a, en ce point, un faciès spécial, qui ressemble beaucoup au *faciès schistes lustrés :* schistes noirs, un peu calcaires, alternant avec des calcaires gris et des calcaires jaunes. Au Nord, vers le col, et à l'Est, vers la naissance des ruisseaux, le Flysch devient beaucoup plus siliceux et reprend ses caractères habituels. Il ne m'a pas semblé possible de séparer cette région à *faciès schistes lustrés* du reste de la bande de Flysch.

Quand on descend vers le Sud, en suivant l'affleurement des quartzites du Trias, on voit bientôt le calcaire triasique disparaître sur la droite, et, au contraire, les calcaires de gauche se renfler beaucoup. En même temps qu'ils se renflent, ils s'ondulent, et même se plissent en plis très brusques, d'ailleurs sans aucune continuité. Ces calcaires sont toujours blancs ou gris clair, rugueux au toucher. La cassure est gris clair, sub-saccharoïde, cloisonnée par de très minces veinules de calcite blanche. Ils renferment des *poupées* siliceuses, de couleur brune. Quand la puissance des calcaires dépasse quelques mètres, ils émergent de la prairie sous la forme d'une bâtisse en ruine. Quelquefois, ils sont jaunissants par places.

L'affleurement de cette bande calcaire se poursuit, sur la rive gauche du torrent et à peu près parallèlement à ce cours d'eau, c'est-à-dire vers l'Est.

Au Sud (c'est-à-dire au mur) des calcaires, les quartzites apparaissent çà et là. Il est probable qu'ils ne sont pas continus, mais qu'ils forment une série de lentilles. Quelquefois, des calcaires blancs affleurent au mur des quartzites. En deux points on voit surgir un bouton de terrain houiller, épais de 2 à 3 mètres, non pas, comme on pourrait s'y attendre, au contact des quartzites, mais dans un repli des calcaires supérieurs. Ce Houiller est formé de schistes très noirs et de grès (fig. 4).

Non loin de la première apparition du Houiller (première coupe de la figure 4), on peut voir, sur une sorte de gradin formé par des calcaires du Trias, entre ces calcaires et le Flysch à *faciès schistes lustrés* qui les surmonte, une mince intercalation de plaquettes de marbre qui semblent bien appartenir au Malm. Cet affleurement n'occupe que quelques mètres carrés. Je ne l'ai pas marqué sur la carte, de peur de rendre celle-ci tout à fait illisible.

Quand on est parvenu, suivant toujours la bande des calcaires du Trias, à 1 kilomètre environ à l'Est de la cime 2703, on voit commencer, sur la droite (c'est-à-dire au mur) de la bande calcaire, un affleurement de schistes et grès houillers qui sera désormais continu sur plus de 2 kilomètres. Cette lame de Houiller a une épaisseur comprise entre 5 et 30 mètres. Son toit est formé, çà et là, par les quartzites blancs du Trias, mais le plus souvent par des calcaires ou des dolomies (saccharoïdes et siliceuses) du Trias. L'épaisseur de ce toit de Trias est parfois réduite à 2 ou 3 mètres.

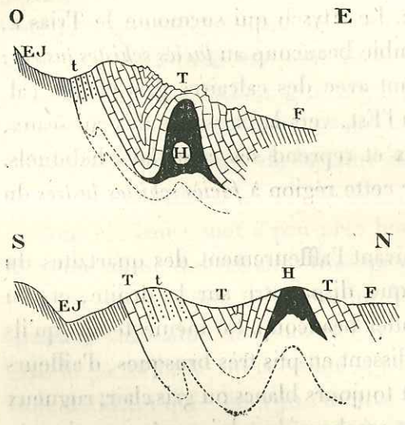


Fig. 4. — Deux coupes locales au S.-E. de la Cucumelle, montrant les reploiements de la lame triasique.

H. Houiller. — *t*. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — EJ. Marbres en plaquettes. — F. Flysch.

On arrive ainsi, descendant toujours, au point où le ravin principal, jusqu'ici dirigé vers l'Est, tourne vers le Sud-Sud-Est. Le Houiller est passé sur la rive droite. Il est formé de grès et de schistes, avec un peu d'anthracite transformé en graphite. Quelques grès sont des *grattes* grossières. Çà et là, au mur, on observe un poudingue avec galets de plusieurs centimètres. Le tout repose directement sur les *marbres en plaquettes*. Un petit banc de dolomies très siliceuses surmonte le Houiller et le sépare d'un Flysch siliceux, où abondent, avec des quartzites gris et bruns, des schistes versicolores et des schistes noirs. Il est à remarquer que le Flysch n'a plus ici le faciès calcaire qu'il avait au col du Grand-Pré.

A 50 mètres au delà, vers l'aval, on voit, sous le poudingue qui forme la base de la lame de Houiller, un banc de dolomies blanchissantes et jaunissantes, avec membranes et poupées siliceuses de couleur brune. Il n'y a plus de calcaire triasique au toit. Le Flysch, en ce point, repose directement sur les

schistes houillers. En descendant encore, on voit le Trias disparaître au mur et reparaître au toit. L'affleurement houiller a quitté le ravin, où n'affleure plus que du Flysch.

Plus bas s'ouvre la *mine de graphite* de Fréjus, abandonnée depuis longtemps. Là, le ravin est de nouveau creusé dans le Houiller, dont l'épaisseur atteint 30 mètres et qui plonge de 40° vers le Nord-Est. Le toit de la lame est formé par les quartzites du Trias (lesquels, un peu plus haut, cèdent la place aux calcaires). Il n'y a pas de Trias au mur. Le Houiller est formé de schistes très noirs et de bancs plus compacts, qui sont des argiles durcies, rouillées, et comme cuites. Il y a avec cela des grès blancs ou gris, d'aspect ordinaire. Les schistes contiennent un peu d'anthracite, transformé en graphite impur. Un lit de *microdiorite*, fortement métasomatosée, d'aspect diabasique, s'intercale dans la formation. C'est évidemment à cette roche intrusive que sont dus, et le durcissement des argiles et la dénaturation du combustible. Une petite galerie a été ouverte sur l'affleurement du niveau graphiteux : mais les recherches ont été infructueuses, et les travaux sont actuellement éboulés.

A l'aval de la mine de graphite, l'affleurement de la lame de Houiller se dirige vers l'Est et quitte le ravin, où l'on ne voit plus désormais que *marbres en plaquettes* jusqu'à la vallée principale (descendue du col de la Cucumelle). Le Houiller lui-même se cache bientôt sous les éboulis; et, quand les éboulis sont traversés, on ne voit plus que les calcaires triasiques et le Flysch, ceux-là surmontant celui-ci, et établissant ainsi une liaison indubitable entre le Trias de la Tête-du-Grand-Pré et celui de la Crête-de-la-Balme.

La bande de Flysch du Col-du-Grand-Pré, et la bande de Malm qui la relaye au Nord, s'enfoncent sous une puissante série de calcaires triasiques. Ces calcaires, souvent ruiniformes, constituent le sommet de la Tête-du-Grand-Pré. Ils plongent au Nord-Est, sous un angle que l'on voit croître graduellement, quand on va du sommet de la montagne au Bez. Au pied de la Montagne-des-Guibertes, sur la rive gauche du ravin de la Grande-Chalance, les couches sont à peu près horizontales. A l'Est de ce ravin, de même qu'à l'Est de la Croix-du-Thé, les calcaires s'enfoncent à leur tour sous les quartzites du Trias. Il y a souvent, entre les deux formations, un étage intermédiaire, puissant de quelques mètres, et formé de calcschistes grisâtres (gorge au Sud-Ouest du Bez).

Les calcaires du Grand-Pré présentent les caractères habituels des calcaires du Trias. Leur cassure est sub-cristalline et de couleur gris foncé ou noire. Leur patine est gris clair ou même blanche. Il y a aussi des bancs de calcaires

jaunissants, et des bancs de calcaire grisâtre ou jaunâtre, qui, localement et d'une façon discontinue, prennent un faciès bréchoïde.

Cet énorme massif de calcaires du Trias est accidenté par une bande synclinale où affleurent le Lias, le Malm, et même, en un point, le Flysch.

Quand on remonte le ravin de la Grande-Chalance, on arrive à un étroit couloir creusé dans une barre de calcaires triasiques. Cette barre franchie, on se trouve dans une combe de pâturages qui monte doucement, au Sud-Ouest, vers la Tête-du-Grand-Pré. La combe est dominée, à l'Est, par des escarpements où court une barre, ruiniforme, de *brèche du Télégraphe*. Cette brèche, grise ou jaune clair, renferme des galets de 10 à 15 centimètres au maximum, exclusivement calcaires. Une petite barre de marbre du Malm surmonte les couches liasiques.

Au bout de la combe, on franchit un gradin de calcaire du Trias, et l'on arrive dans une autre combe, plus petite, encombrée d'éboulis, qui aboutit à un col très voisin (à l'Est) de la Tête-du-Grand-Pré. Le col est ouvert dans les calcaires du Trias; mais la cime qui le domine à l'Est est formée par la barre de Malm, épaisse en ce point d'une vingtaine de mètres (marbres blancs très compacts, reposant sur des calcschistes satinés, roses et verts). Entre le Malm et le Trias sous-jacent, sur une étroite corniche, longue d'environ 200 mètres, on voit affleurer un peu de Flysch (schistes noirâtres avec petits bancs quartziteux).

Le Malm, qui forme ainsi le sommet situé au Nord-Est de la Tête-du-Grand-Pré, se prolonge, au Nord et au Sud, sur plusieurs centaines de mètres. Il plonge d'environ 20° vers le Bez. Non loin du sommet, on le voit s'enfoncer sous des dalles de calcaires triasiques. Le revêtement de Trias est percé en plusieurs endroits par des bosses de Malm.

En suivant la barre de Malm au Nord, on la voit bientôt se perdre entre le Trias et la barre naissante de *brèche du Télégraphe*. Celle-ci devient bientôt assez épaisse, et va jusqu'aux éboulis de la Grande-Chalance. Du côté du Sud, on suit quelque temps le Malm dans les pâturages pierreux qui descendent vers la Croix-du-Thé. Au delà d'une petite combe de prairies, c'est la brèche liasique qui vient le relayer, mais pour se perdre bientôt à son tour au milieu des calcaires du Trias.

Au Nord-Est de la Croix-du-Thé, les calcaires du Trias prennent une inclinaison très rapide, et qui augmente graduellement jusqu'à approcher de la verticale. En face de Serre-Barbin, la surface de séparation des calcaires et

des quartzites plonge de 80 degrés vers l'Est. Dans la forêt du Bez, au-dessus de la chapelle de Sainte-Élisabeth, les bancs de quartzites, qui plongent au Nord-Est, ont une inclinaison moyenne de 70 degrés. Sur la rive droite du torrent du Bez, les quartzites sont presque verticaux. Dans le ravin même, vers le confluent des ruisseaux de Fréjus et du Fanjas, l'inclinaison des calcaires triasiques est d'environ 40 degrés, toujours vers le Nord-Est.

C'est en ce point que l'on voit, sur le chemin muletier, affleurer les schistes noirs du Flysch. Ces schistes s'enfoncent sous le Trias, et l'on observe, au pied de l'escarpement de la rive droite, l'intercalation d'un peu de Malm, blanc et rose, entre le Flysch et les calcaires triasiques.

Les quartzites forment une bande continue, fort large, depuis le point 2143 au Sud, jusqu'au point 1658 (vallée de la Guisanne). La même bande se poursuit, de toute évidence, au Nord de la rivière, et forme l'escarpement qui supporte le hameau de Puy-Jaumar.

En résumé, la région comprise entre Monêtier et Fréjus est une série isoclinale, à pendage général Nord-Est, dont la régularité est troublée, surtout dans la partie basse du ravin de Chanteloube, par des ondulations secondaires.

La série complète comprend, *de bas en haut*, les termes suivants :

I. Trias (gypseux ou calcaire) des Sagnières et de la cime des Neyzets (2752^{m}) reposant sur le Flysch;

II. Lias, à Entroques ou bréchoïde, du point 1564 (Tabuc) et du col de l'Eychauda;

III. Marbres en plaquettes du col de l'Eychauda;

IV. Trias (calcaire ou gypseux) du vallon de Corvaria;

V. Flysch siliceux de Corvaria et du col de l'Eychauda;

VI. Marbres en plaquettes du point 1895 (forêt du Monêtier), de la Cucumelle (2703^{m}) et du débouché du ravin de Chanteloube;

VII. Malm lenticulaire du ravin de Chanteloube;

VIII. Trias (calcaires et quartzites), en dessous du Houiller dans le ravin de Chanteloube et dans le vallon de Fréjus;

IX. Houiller de la forêt du Monêtier, et de la mine de graphite (vallon de Fréjus); avec, çà et là, un peu de Permien;

X. Trias (quartzites et calcaires), au-dessus du Houiller, à Peyra-Juana, dans le ravin de Chanteloube et dans le vallon de Fréjus;

XI. Malm, au pied de la Montagne-des-Guibertes, et, en un point, à l'Est de la Cucumelle;

XII. Flysch, tantôt siliceux, tantôt calcaire, au col du Grand-Pré et dans les vallons de Chanteloube et de Fréjus;

XIII. Trias calcaire de la Tête-du-Grand-Pré;

XIV. Flysch, Malm et Lias, bande entre le ravin de la Grande-Chalance et la Croix-du-Thé; et probablement aussi Flysch et Malm des gorges du Bez;

XV. Trias (calcaires et quartzites), de la Croix-du-Thé, du Bez, et du sommet 2143.

Je ferai voir, au chapitre suivant, que la bande de Trias I s'accidente, au Sud du col de l'Eychauda, de deux bandes secondaires de Lias.

Si l'on regarde toute la série comme un empilement de plis couchés, on voit que I et II correspondent à un anticlinal, III à un synclinal, IV à un anticlinal de faible importance, V et VI à un synclinal remarquablement continu et très important. Puis vient un anticlinal contenant comme lame interne le Houiller IX, et englobant aussi les termes VII, VIII, X et XI. XII est un synclinal; XIII, un anticlinal remarquablement épais; XIV, un synclinal accessoire; XV, enfin, un *ensemble anticlinal* qui comprend évidemment, entre le Bez et la Croix-du-Thé, plusieurs plis secondaires.

Le Houiller IX correspond à la base de ce que j'ai appelé, en 1899, la *troisième écaille;* le Trias I correspond à la base de la *deuxième écaille.* La *première écaille* ou *écaille profonde* n'est pas représentée ici. La structure en écailles ondulées apparaît nettement dans la partie basse du ravin de Chanteloube. Mais, dans le reste de la région que je viens de décrire, les plis ne se superposent pas beaucoup, et l'on a affaire à une série régulièrement isoclinale. Cette série isoclinale se raccorde sans difficulté, par delà le cours de la Guisanne, à la série du Galibier, décrite par M. Kilian [1].

[1] W. Kilian. Notice portant le numéro 54 de la liste bibliographique.

CHAPITRE II.

LE POURTOUR DE LA QUATRIÈME ÉCAILLE

(ENVIRONS DE GOUDISSARD, PROREL, PALUEL, LA PISSE, LE FANJAS, LA BALME, LES NEYZETS.)

J'ai appelé *quatrième écaille briançonnaise* [1] — et je continuerai d'appeler de ce nom — la série des terrains posés sur le Flysch des pâturages de la Pisse, du Fanjas, de la Ricelle et de Prorel. Cette série comprend les conglomérats éogènes à galets cristallins de l'Eychauda, et les assises cristallines de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et du col de Prorel. Elle renferme aussi, accessoirement, des lambeaux de Houiller, de Permien, de Trias et de Malm.

La large croupe boisée qui, de la rive droite du torrent du Bez (tout à côté de ce village), s'élève jusqu'au point 2143 de la carte, est entièrement formée par les quartzites blancs du Trias, qui ont ici une épaisseur énorme [2]. Au point 2143, on voit ces quartzites plonger vers l'Est de 80 degrés. Sur le bord occidental du plateau qui entoure la cime, les bancs sont verticaux ou plongent très fortement vers l'Ouest. A peu de distance au Sud-Est du point 2143, sur les pentes raides qui descendent vers l'origine du vallon, les quartzites s'enfoncent sous les schistes noirs du Flysch. Les couches des deux terrains plongent vers l'Est, d'au moins 60 degrés. En quelques points, elles sont verticales. Tout près de là, en remontant un peu vers le Sud, et gagnant un petit sentier qui traverse, presque horizontalement, le cirque, et conduit aux Faures, on voit, sur le sentier même, un lambeau de *grès houiller posé sur le Flysch.* Le grès est fortement micacé et a tous les caractères du grès à anthracite. Le flysch est argileux et calcaire. La distinction est donc facile, et je ne crois pas que l'on puisse douter de l'attribution au Houiller de cet affleurement gréseux. Les affleurements du Flysch l'entourent de toute part. Ce lambeau

[1] P. Termier. Mémoire portant le numéro 45 de la liste bibliographique.

[2] Toute cette croupe est couverte de pins, tandis que les pentes environnantes sont revêtues de forêts de mélèzes.

IMPRIMERIE NATIONALE.

houiller, étant posé sur le Flysch, appartient, comme on va voir, à la base de la *quatrième écaille*.

Le Flysch, que je signale ici, se relie, en effet, sans aucune discontinuité avec celui du cirque de Fanjas. Du point où il recouvre les quartzites du sommet 2143, ou du point où il supporte le petit lambeau houiller, on peut le suivre, en remontant sur l'arête qui rattache le sommet 2143 à Serre-Chevalier. Les bancs qui percent au milieu des gazons sont formés de schistes noirâtres, ou de calcaires sableux gris clair, ou enfin (en un point de l'arête) d'un grès grisâtre, dépourvu de mica. Si l'on marche vers le Sud, en suivant l'arête, on voit le Flysch passer par-dessus la barre calcaire (calcaires du Trias) qui domine toute la forêt de Goudissard, passer de même au-dessus d'une autre barre triasique (qui descend à l'Ouest vers le ravin de Fanjas), et s'enfoncer enfin, à peu près horizontalement, sous les micaschistes de Serre-Chevalier.

En revenant au Nord-Est et descendant vers Goudissard, on retrouve le Flysch dans le ravin oriental du grand vallon de l'Envers. Il est, à cet endroit, renversé sur les micaschistes, et formé de schistes noirâtres, très contournés, avec petits bancs siliceux et petits bancs de calcaire gris, plongeant au Nord. Si, de ce point, on suit une courbe de niveau, du côté de l'Est, jusqu'au sommet coté 1912, on ne perd point l'affleurement de cette même bande de Flysch. Il est surtout visible dans les ravins qui découpent les pâturages, à quelques centaines de mètres à l'Ouest du point 1912 (schistes noirâtres, gondolés ou plissotés, à clivage luisant). Ce Flysch repose, au Sud, sur les micaschistes (*quatrième écaille*). Il s'enfonce au Nord, sous le Malm ou sous le Trias (calcaires ou quartzites), et forme un synclinal, déversé vers le Sud, et dont les couches plongent de 20 ou 30 degrés vers le Nord.

Les environs de Goudissard présentent une certaine complication, par suite de l'existence de ce pli fortement déversé.

Lorsqu'on monte de Villeneuve à ce hameau, on ne rencontre qu'éboulis pendant la plus grande partie de l'ascension. Dans ces éboulis, il y a de gros blocs de calcaire du Trias. C'est seulement en approchant du village que l'on franchit une sorte de gradin, formé de calcaires triasiques sensiblement horizontaux. La plupart des maisons de Goudissard sont bâties sur ces calcaires, qui forment là comme un petit plateau. Mais les derniers chalets, du côté de l'Ouest et du côté de l'Est, sont bâtis sur les grès houillers, et l'on voit ces grès passer sous les calcaires du Trias, sans qu'il y ait, d'ailleurs, en ce point, la

moindre intercalation de quartzites. A l'Ouest du village, le Houiller disparaît bientôt sous les éboulis et les terres; mais, à l'Est, on peut suivre ce terrain, d'abord jusqu'à un plateau inférieur (où se trouve un chalet), puis dans un ravin. Il n'est pas douteux que ce Houiller ne se rattache à celui du fond de la vallée (les Pananches, Chantemerle). A l'Est du chalet dont je viens de parler, un autre lambeau de calcaire triasique repose sur les grès et schistes houillers, et il y a là un second gradin calcaire, analogue à celui de Goudissard, mais situé un peu plus bas. Ces deux gradins calcaires sont deux lambeaux, sensiblement horizontaux, d'un même revêtement de Trias que l'érosion a troué et partagé.

Les maisons des Faures, à deux cents mètres au Sud de Goudissard, sont bâties sur l'affleurement d'une large bande de quartzites blancs. Ces quartzites plongent vers la vallée et s'enfoncent, au Nord, sous les calcaires de Goudissard.

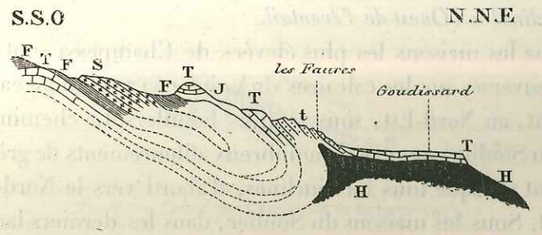


Fig. 5. — Coupe du synclinal de Goudissard, par Les Faures.

H. Houiller. — *t*. Quartzites. — T. Calcaires du Trias. — J. Malm. — F. Flysch. — S. Micaschistes de la *quatrième écaille*.

Au-dessus des Faures, on traverse toute une série renversée, plongeant vers le Nord, s'enfonçant sous les quartzites, et comprenant les calcaires du Trias, le Malm (marbres et calcschistes blancs, roses ou vert clair), le Flysch dont j'ai déjà parlé, et enfin les micaschistes (fig. 5).

Le même renversement s'observe au point 1912. Il y a là une petite butte boisée, formée de calcaires du Trias reposant sur les schistes noirs du Flysch. De même que le Flysch — lequel est très visible dans le grand ravin à l'Ouest de la butte — les calcaires plongent au Nord ou au Nord-Est. Quand on descend vers les chalets de Champessa, on voit bientôt ces calcaires s'enfoncer sous des quartzites triasiques. Ceux-ci portent les chalets les plus élevés; et leur affleurement se prolonge à l'Est de la butte 1912, sous la forme d'une longue bande, graduellement rétrécie entre les calcaires et le Houiller. Si l'on continue de descendre, on entre bientôt dans le Houiller, qui remplit tout le fond de la

vallée. Le contact entre quartzites et grès houiller est vertical, ou plonge fortement vers l'Est ou le Nord-Est.

Les quartzites des chalets supérieurs de Champessa sont donc le prolongement de la bande des Faures. L'immense éboulement qui cache tous les terrains entre Goudissard et le sommet 2143 ne permet pas d'observer le prolongement septentrional du synclinal déversé. Il passe probablement à Gratar et au Bez, puis au Freyssinet, et de là se poursuit sous Puy-Jaumar, par un synclinal de quartzites dans le Houiller, et, plus loin, par une bande de *marbres en plaquettes* dans les quartzites. Du côté du Sud, c'est au même pli, de moins en moins déversé, que correspond la bande de micaschistes du col de Prorel : et la fin de cette bande, au col même, ne marque point la fin du synclinal. En comparant les coupes I, II, III, IV, V et VI (au 50.000^e), on voit, en effet, que le synclinal de Goudissard, du point 1912 et du col de Prorel, est *le premier grand pli synclinal à l'Ouest de l'éventail.*

J'ai dit que les maisons les plus élevées de Champessa sont bâties sur les quartzites, renversés sur les calcaires du point 1912, et plongeant eux-mêmes très fortement, au Nord-Est, sous les grès houillers. Le chemin muletier, de Champessa au Soulier, montre de nombreux affleurements de grès à anthracite. Les bancs sont presque tous fort inclinés, d'abord vers le Nord-Est, puis vers le Sud-Ouest. Sous les maisons du Soulier, dans les derniers lacets de la descente, l'inclinaison est toujours Sud-Ouest et de plus en plus faible. Les bancs sont dirigés vers le Sud-Est, c'est-à-dire vers les Eduits. Or, dans tout le promontoire des Éduits, comme sur tout le versant oriental de Prorel, l'inclinaison des bancs, généralement faible, est toujours vers l'Ouest ou le Sud-Ouest. Il est donc certain qu'en allant de Champessa au Soulier on traverse la zone axiale de l'éventail (fig. 6).

J'ai mis en évidence, sur la figure 6, les reploiements des quartzites et des calcaires dans la butte 1912. Ces plis secondaires s'observent facilement quand on suit un petit sentier qui contourne la butte à l'Est.

Nous arrivons à la montagne de Prorel, qui montre de loin son sommet calcaire, sorte d'immense citadelle en ruine, et dont les flancs, à l'Est et au Nord, sont magnifiquement vêtus de forêts. J'ai longtemps varié au sujet de cette montagne, dont la structure me semblait énigmatique, et où l'observation est particulièrement difficile en raison de la grande extension des éboulis et du Glaciaire. Mais aujourd'hui la structure de Prorel me paraît simple, et je n'ai gardé aucune incertitude, au moins quant à l'ensemble.

Sur le versant oriental, qui regarde Briançon, le Houiller s'élève jusqu'à plus de 2000 mètres d'altitude, et il supporte alors un large et épais gâteau de Trias, au sommet duquel est bâtie la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges. Sur le versant Nord-Est, la limite du Houiller et du Trias s'abaisse, graduellement, jusqu'à 1800 mètres. Non loin des chalets des Éduits, dont l'altitude est seulement de 1600 mètres, affleurent, dans la forêt, des *marbres en plaquettes :* la couverture secondaire du Houiller est donc, dans son ensemble, inclinée du Sud au Nord.

En montant de Briançon à Notre-Dame-des-Neiges, par Puy-Saint-Pierre, on traverse une épaisse série de grès houillers (au moins 800 mètres, mesurés normalement aux bancs). Tous ces bancs plongent vers la montagne, c'est-à-

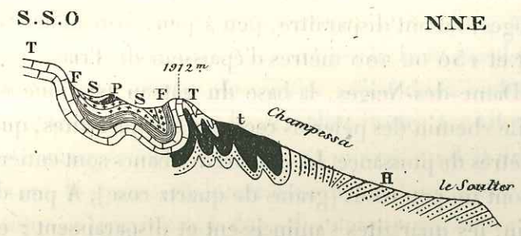


Fig. 6. — Coupe par Champessa et la butte 1912.

H. Houiller. — P. Lambeau permien enrobé dans la quatrième écaille. — *t.* Quartzites. — T. Calcaires du Trias. F. Flysch. — S. Micaschistes de la quatrième écaille.

Le figuré noir opaque désigne les quartzites, et non plus le Houiller comme dans les coupes précédentes.

dire vers l'Ouest, sous un angle faible (5 à 20 degrés). La succession des assises, où s'intercalent, çà et là, quelques couches discontinues d'anthracite, a été décrite par Ch. Lory [1]. Les assises inférieures sont des grès grossiers, en bancs très épais et très massifs; et le sommet de cet étage inférieur est marqué par un gradin où est bâti le village de Puy-Saint-Pierre. Cette zone est stérile. Vient ensuite un étage charbonneux, que l'on traverse sur une hauteur à peu près égale à celle de l'étage de base (environ 300 mètres). C'est là que s'ouvre l'exploitation de la Combarine, qui fournit le combustible le plus pur du Briançonnais. Cet étage intermédiaire est formé de grès fins et tendres, avec quelques schistes. Enfin, il y a un dernier étage, à peu près dépourvu d'anthracite, où les grès deviennent de plus en plus grossiers, et où s'intercalent

[1] Ch. Lory. Ouvrage portant le numéro 13 de la liste bibliographique, § 262.

même, tout en haut, des poudingues. Là-dessus repose le gâteau triasique de Notre-Dame-des-Neiges.

L'étage inférieur forme, au Nord de Puy-Saint-Pierre, un gradin continu, partout bien visible dans la forêt, et dont le sommet se tient à une cote à peu près constante (1550-1600 mètres). Le hameau des Éduits est bâti sur ce gradin. L'escarpement qui domine Chantemerle est formé des mêmes grès qui affleurent sous Puy-Saint-Pierre : dans cet escarpement, les bancs de grès plongent à l'Ouest ou au Sud-Ouest sous un angle de 20 à 30 degrés.

J'ai dit plus haut que, tout auprès des Éduits (à moins de 200 mètres au Sud des chalets), le Houiller est recouvert par des *marbres en plaquettes* (sensiblement horizontaux). Il y a donc, de Puy-Saint-Pierre aux Éduits, sur un parcours de 6 kilomètres, un amincissement graduel et une graduelle suppression des étages, faisant disparaître, peu à peu, 500 mètres d'épaisseur de terrain houiller et 150 ou 200 mètres d'épaisseur de Trias.

Sous Notre-Dame-des-Neiges, la base du gâteau triasique est formée par les quartzites. Le chemin des pèlerins recoupe ces quartzites, qui ont, ici, une vingtaine de mètres de puissance. La plupart des bancs sont entièrement blancs; quelques-uns sont un peu rosés (grains de quartz rose). A peu de distance au Nord du chemin, les quartzites s'amincissent et disparaissent : et c'est alors le Houiller qui supporte directement les calcaires. En cet endroit, la plongée vers l'Ouest devient très raide, et il y a même un point où le contact du Houiller et des calcaires est vertical. Mais cette exagération est purement locale. La moyenne de l'inclinaison, au Nord-Est de la chapelle de Notre-Dame-des-Neiges, est d'environ 30 degrés.

Au Sud-Est de la chapelle, l'inclinaison diminue graduellement, et l'on voit, peu à peu, les bancs triasiques tendre vers l'horizontalité. Les quartzites sont visibles, à la base du gâteau triasique, jusqu'au S.-S.-O. de la chapelle; puis ils se cachent sous les éboulis.

Sur les quartzites viennent des calcaires triasiques du type ordinaire (calcaires noirs à patine gris clair, sub-cristallins, sillonnés de nombreuses veines de calcite, souvent rubéfiés localement), épais d'environ 30 mètres. Ils supportent d'autres calcaires, que je rapporte aussi au Trias, mais qui sont d'un type spécial, offrant plus d'une analogie avec les Schistes lustrés. Ce sont d'abord des calcaires assez noirs, avec plaquettes enduites d'une pellicule satinée. Plus haut, sous la chapelle, ce sont des marbres blancs, très translucides, en plaquettes fines, qui passent, vers le Sud, à des *marbres phylliteux* vert clair, blanc verdâtre, ou rose lie de vin. Ce type de Trias — dont j'ai parlé déjà dans la partie stratigraphique de mon mémoire — est analogue à celui que M. Kilian a observé et signalé au Nord-Est de Briançon, surtout dans le massif compris entre la Durance et la Clarée. Sur les marbres phylliteux et translucides viennent enfin des calcaires noirs, gris ou blancs, en plaquettes, qui semblent intimement mêlés au gypse, ou qui forment le substratum immédiat de ce dernier terrain.

L'épaisseur de ces divers termes est très variable. La description ci-dessus s'applique à la série que l'on traverse en montant à la chapelle par le chemin des pèlerins. Au Nord, le Trias marmoréen et phylliteux s'amincit rapidement et l'on voit bientôt les calcaires compacts, massifs et ruiniformes, du type ordinaire, s'élever jusqu'au bord du plateau. Au Sud, les assises à faciès aberrant gardent longtemps une épaisseur à peu près constante : puis, on les voit peu à peu disparaître, sur le versant des Combes, entre le Trias classique et le Flysch.

On ne voit le gypse au contact du calcaire qu'en deux endroits, situés l'un à 700 ou 800 mètres à l'Ouest de la chapelle, l'autre à 1 kilomètre au Nord-Ouest et à un niveau supérieur d'environ 100 mètres, au delà des affleurements de Flysch. Ailleurs, le gypse, qui forme certainement une masse très importante du gâteau triasique, n'apparaît que dans des entonnoirs ouverts au milieu du Flysch, et plus ou moins encombrés des débris de ce terrain.

Le Flysch de Prorel repose, soit sur le gypse, soit sur les calcaires noirs et gris en plaquettes, soit sur les marbres phylliteux et translucides, soit enfin (au Nord de la chapelle) sur les calcaires du type Trias classique. Ce Flysch est extrêmement siliceux, et formé, presque exclusivement, de quartzites bruns très durs, et de schistes noirs ou de couleur foncée, verte ou violette. Les schistes sont gondolés, contournés ou plissotés. Les grès et les schistes sont sillonnés de veines de quartz blanc. Il y a aussi quelques bancs calcaires plus ou moins siliceux, se débitant en plaquettes minces, de couleur gris foncé. Ce faciès diffère de celui du Grand-Pré (chapitre précédent), et de celui de la forêt de Goudissard, par la rareté du calcaire et par la prépondérance des assises quartzeuses : mais des quartzites bruns, *identiques* à ceux de Prorel, s'observent fréquemment au Grand-Pré (surtout vers la mine de graphite) et dans le Flysch de Goudissard.

Le faciès de Prorel se retrouve, sans aucune modification, dans le lambeau de Flysch du col de Tracoulette, à l'Ouest des Combes. Je l'ai signalé aussi, de l'autre côté de la Durance, dans le Flysch du Gondran, lequel passe aux

Schistes lustrés comme le Flysch siliceux de la mine de graphite de Fréjus passe aux calcschistes noirs du Grand-Pré.

Sur le Flysch de Prorel s'étendent de vastes prairies, aux pentes douces, dominées au Nord par la butte terminale de la montagne. A l'Est de cette butte, le point culminant du Flysch est un sommet arrondi, surmonté d'une croix, et séparé de la butte par un petit col où affleure le gypse. Ce sommet arrondi est bien visible de Briançon, comme une tache noirâtre sur la blancheur des calcaires environnants.

Au Nord de ce sommet, le prolongement du Flysch est caché par l'immense éboulement de Prorel. Dans ce chaos, où abondent les blocs gigantesques et qui descend jusqu'à la Guisanne, les seuls affleurements que l'on voie surgir sont deux bosses de Trias et le lambeau de *marbres en plaquettes* des Éduits. Entre ce lambeau et les deux bosses de calcaire triasique passe, très probablement, l'affleurement du Flysch, puisque l'on retrouve les schistes noirs et les quartzites bruns oligocènes dans le grand ravin de Prorel, au Sud de la butte 1912. Dans ce ravin, le Flysch repose directement sur le Houiller.

Du côté de l'Ouest, le Flysch de Prorel étend ses affleurements jusqu'au col de Prorel, où on le voit s'enfoncer sous les micaschistes de la *quatrième écaille*. Comme, de l'autre côté du col, sur la rive droite du ravin de Prorel, on voit ces mêmes micaschistes surmonter un Flysch tout analogue, il me paraît établi qu'il y a, autour de la butte terminale de la montagne, une ceinture continue de Flysch (sauf peut-être enlèvement par érosion, sur une faible surface, au-dessus des Éduits), et que ce Flysch se relie, par la forêt de Goudissard, à celui du Fanjas et de l'Eychauda.

Reste la butte terminale de Prorel. Elle est formée d'un massif très puissant de conglomérats liasiques, entouré d'un rempart de calcaires du Trias. J'ai déjà décrit les conglomérats (p. 27), où abondent les galets de quartzites du Trias, blancs et roses, et où l'on trouve aussi, vers le haut de la montagne, quelques galets de micaschistes. C'est l'exagération du faciès *brèche du Télégraphe* (W. Kilian). Ch. Lory dit avoir trouvé, dans le ciment des conglomérats, quelques débris de coquilles (Lamellibranches). La plupart des galets sont de calcaire triasique, du type ordinaire, parfois fossilifère (Encrines, Diplopores).

Les calcaires triasiques, qui entourent la montagne à l'Est, au Sud et à l'Ouest, ont l'aspect classique des calcaires à Diplopores, et non point ce faciès aberrant que j'ai signalé dans le Trias de Notre-Dame des Neiges. A l'Est, ils plongent sous la montagne avec un pendage variable, généralement très fort.

De même, sur le versant Ouest, là du moins où la stratification est distincte, on voit les bancs triasiques s'enfoncer sous les conglomérats liasiques. Le Lias de Prorel est donc ployé en synclinal, et repose dans un berceau de calcaire triasique.

C'est cette forme synclinale du paquet de Lias qui m'a conduit, en 1899, à considérer la butte terminale de Prorel comme un lambeau de la *quatrième écaille* posé sur le Flysch. Le faciès extraordinaire qu'y revêt la brèche liasique me semblait corroborer cette manière de voir. Mais de nouvelles observations, faites dans le courant de l'été de 1899, m'ont convaincu que la butte de Prorel n'est qu'une bosse, ou, si l'on veut, qu'un dôme, ayant crevé le manteau de Flysch.

Ce dôme est accidenté, dans sa partie centrale, d'une dépression synclinale où est conservé le paquet de Lias. La butte est exactement placée dans la zone axiale de l'éventail.

Au col qui sépare, à l'Est, la butte de Prorel du sommet arrondi où affleure le Flysch, il y a des gypses formant une masse assez importante, dont la largeur, dans le sens Est-Ouest, est d'environ 200 mètres. Le contact n'est pas visible, de ces gypses et des schistes noirâtres du Flysch. Du côté de l'Ouest, on ne voit pas davantage le contact des gypses et des calcaires triasiques de Prorel. On ne sait donc pas si le Trias s'enfonce sous l'Oligocène, ou si c'est le contraire qui se produit. Divers détails topographiques portent à croire que les terrains sont, ici, sensiblement verticaux. En tout cas, le fait qu'il y a des gypses à Notre-Dame-des-Neiges et qu'il y a d'autres gypses, d'aspect fort analogue, au col que je viens de décrire, et que, dans ces deux gisements, les gypses sont au contact du *même* manteau de Flysch, ce fait, dis-je, constituerait à lui seul une présomption très grave en faveur du rattachement de la butte terminale de Prorel au gâteau triasique de Notre-Dame des Neiges, c'est-à-dire à la *troisième écaille*.

Au Nord du petit col des gypses, les éboulis de la butte cachent le pied de la falaise de Trias. Il en est de même tout le long du versant septentrional, sur la plus grande partie du versant occidental, et tout le long du versant méridional de la butte. Ce n'est, en somme, qu'au col des gypses et au col de Prorel que l'on voit les relations de la butte et des terrains environnants.

Sur le versant méridional, le rempart triasique est fait de calcaires ruiniformes, en bancs généralement verticaux, dont la direction d'ensemble est Est-Ouest, mais qui sont fréquemment tordus et présentent de brusques si-

IMPRIMERIE NATIONALE.

nuosités, jusqu'à prendre, localement, la direction Nord-Sud. Sur les autres versants, là où la stratification est visible, les bancs de calcaire triasique et de conglomérat liasique plongent vers l'intérieur de la butte.

Au col de Prorel (à l'Ouest de la butte), on observe un affleurement de quartzites entre les calcaires triasiques et les micaschistes. Sur toute la longueur de l'arête du col, la plongée des micaschistes, d'ailleurs faible, est, vers l'Est, comme s'ils s'enfonçaient sous Prorel. Les quartzites, peu épais, ne montrent pas de stratification distincte. Ce sont des quartzites à grains roses ou rouges, semblables à ceux que l'on trouve, à l'état de galets, dans les conglomérats liasiques de la butte, mais d'un grain plus grossier. En un point, sur le bord Est du col, on voit un banc calcaire plonger nettement sous ces quartzites. Il est vrai qu'à quelques pas plus à l'Est, d'autres bancs calcaires plongent en sens inverse, c'est-à-dire sous la butte.

En somme, ces observations ne suffiraient pas à trancher la question si l'étude des régions voisines, et en particulier l'étude de la région de Champessa, n'avait démontré d'une façon indubitable que la zone axiale de l'éventail passe à Prorel. L'hypothèse que j'ai émise, en 1899, du rattachement des calcaires et brèches de Prorel à la *quatrième écaille* exigerait que la butte de Prorel fût un lambeau du pli couché de Goudissard et de Champessa, et, par conséquent, que la zone axiale de l'éventail passât beaucoup plus à l'Est. Cette hypothèse tombe aujourd'hui d'elle-même, étant donnés les faits que j'ai constatés à Champessa (fig. 6).

En tout cas, les quartzites roses du col de Prorel, qui sont situés entre les calcaires triasiques et les micaschistes, appartiennent bien à la *quatrième écaille*. C'est aux micaschistes qu'ils sont vraiment liés, tandis que leur contact avec les calcaires est de pur hasard.

Ce lambeau de quartzites, localement intercalé entre la *quatrième écaille* et son substratum, n'a d'ailleurs que des dimensions fort restreintes. Il est à peine aussi gros que les deux lambeaux analogues dont j'ai déjà parlé (lambeau houiller au Sud-Est du sommet 2143, lambeau permien de la fig. 6). Sur le versant Sud du col, les micaschistes reposent partout sur le Flysch. Celui-ci repose lui-même sur les calcaires triasiques (prolongement de ceux de Notre-Dame-des-Neiges). En un point, dans les prairies, on observe une tête de marbre blanc du Malm, affleurement d'un banc de Jurassique supérieur, intercalé entre le Flysch et le Trias. Le Flysch a ici les mêmes caractères qu'à Notre-Dame-des-Neiges, sauf qu'il est plus schisteux (schistes noirs, luisants et

fissiles), et moins quartziteux. Le calcaire sous-jacent est du Trias classique et se rattache sans discontinuité aux bancs de base du gâteau triasique de Notre-Dame-des-Neiges. Ainsi que je l'ai déjà dit, le Trias aberrant du sommet du gâteau s'amincit peu à peu et disparaît au Sud de Prorel.

Sur le bord Ouest du col, le Flysch forme un instant l'arête : et on le voit plonger à l'Est, sous les micaschistes, et s'appuyer de l'autre côté sur les calcaires triasiques qui se dressent brusquement et forment la butte escarpée de Piolette, symétrique de celle de Prorel par rapport au synclinal de micaschistes. En ce point, l'épaisseur du Flysch n'atteint pas 10 mètres.

La figure 7, qui n'est, en somme, qu'un agrandissement de la coupe VI de la planche en couleurs, résume cette longue description de la butte et du col

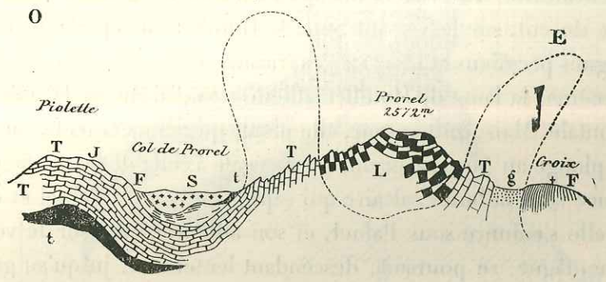


Fig. 7. — Coupe Est-Ouest à travers la butte de Prorel.

t. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — G. Gypses. — L. Conglomérats liasiques. — J. Malm. F. Flysch. — S. Micaschistes de la *quatrième écaille*.

de Prorel [1]. La cime de Piolette, qui surgit à l'Ouest du col, est formée de calcaires triasiques, avec un mince placage (tout local) de Malm, et un soubassement de quartzites blancs, visible sur le versant Nord comme sur le versant Sud.

Quand on a dépassé, en marchant vers l'Ouest, la butte calcaire de Piolette qui domine le bord occidental du col de Prorel, on arrive à un col que j'appellerai désormais col de Paluel, du nom d'une troisième butte calcaire qui se trouve à l'Ouest de ce nouveau col et qui est bien reconnaissable, de loin, à la couleur rouge de son chapeau de Malm. Le col de Paluel offre le passage le plus court pour aller des Combes à Chantemerle. Son altitude est à peu près la même que celle du col de Prorel : environ 2 450 mètres.

[1] Une erreur de détail s'est glissée dans la gravure de la coupe VI de la planche en couleurs. Sous les micaschistes S, à l'Ouest de Prorel, il faudrait une bande jaune de Flysch F au lieu du Malm J. Le Malm est très réduit et ne vient pas au contact des micaschistes.

La structure géologique du col de Paluel est tout à fait curieuse.

Si l'on y monte en partant des Combes, on suit une bande de terrain houiller, où les strates, horizontales aux Combes, prennent bien vite, et gardent ensuite constamment, un faible pendage vers l'Est. Cette bande de Houiller est comprise entre deux bandes de quartzites du Trias : à l'Est, celle que l'on voit dans l'angle de gauche de la figure 7; à l'Ouest, une autre bande, très large, qui embrasse les grands escarpements de couleur sombre, dressés au Nord-Ouest du village. Vers le milieu de la montée on voit, entre les quartzites de l'Ouest et le Houiller, s'intercaler des quartzites et des poudingues verts et rouges (sernifit, verrucano), probablement permiens : et l'on suit ce Permien jusqu'à quelques mètres du col. A l'Est du Houiller, les quartzites cessent bien avant le col, et les calcaires du Trias viennent au contact des grès à anthracite. A peu de distance du col, sur le versant Sud, le Houiller manque un instant entre les poudingues permiens et les calcaires triasiques.

Au col même, la lame de Houiller affleure sur l'arête, et là, elle est à peu près horizontale. Mais, tout autour, elle plonge périclinalement : sur le versant Nord, elle plonge au Nord, avec une pente égale à celle de la montagne; à l'Est, elle s'enfonce sous la butte calcaire qui sépare les cols de Paluel et de Prorel; à l'Ouest, elle s'enfonce sous Paluel, et son affleurement, sur le versant Sud de cette montagne, se poursuit, descendant lentement, jusqu'au grand ravin de la Pisse, non loin du point 2112.

Nous avons donc affaire à une lame de Houiller réduite à une très faible épaisseur (de quelques mètres à quelques dizaines de mètres), comprise entre deux séries de terrains, et présentant une allure ondulée. C'est la répétition des phénomènes que j'ai décrits en parlant du ravin de Chanteloube et du versant Sud du Grand-Pré (mine de graphite de Fréjus). Et, en effet, la lame houillère de Paluel est le prolongement méridional de la lame houillère du Grand-Pré et de Chanteloube, par-dessous le Flysch de la Pisse et la *quatrième écaille*. L'affleurement houiller du col de Méa, dont je parlerai plus loin, établit cette liaison d'une façon péremptoire.

Que la lame houillère en question soit un anticlinal couché et ondulé, ou que ce soit la base d'une *nappe* ou d'un *lambeau de charriage*, c'est ce que je discuterai dans la troisième partie de ce mémoire. Mais, dès à présent, pour la commodité du langage, j'appellerai *troisième écaille* la série de terrains qui comprend cette lame, et les terrains supérieurs à cette lame jusqu'à la base de la *quatrième écaille*.

En suivant l'arête à l'Ouest du col de Paluel, escaladant Paluel même et redescendant de cette cime sur le col de la Ricelle, on a une coupe complète de la *troisième écaille* : Houiller, quartzites à grains roses, calcaires du Trias, Jurassique supérieur à *Aptychus*, et Flysch formé de schistes et de quartzites de couleur sombre; et le tout n'a pas 100 mètres d'épaisseur. Sur le versant Sud de la montagne, les calcaires du Trias et le Malm s'écrasent peu à peu et disparaissent, les quartzites du Trias venant au contact du Flysch. Un peu plus

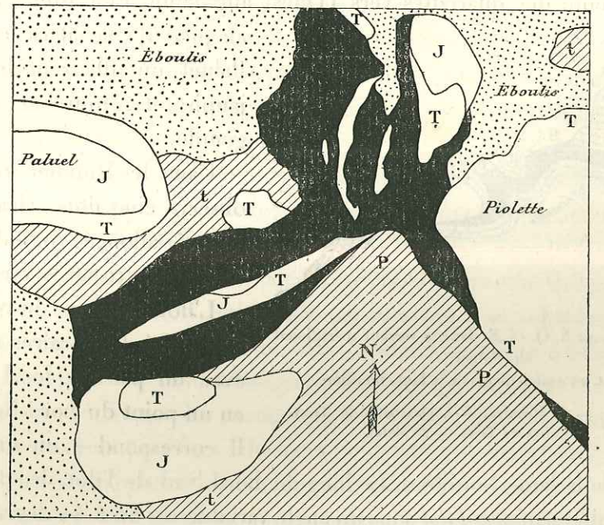


Fig. 8. — Carte géologique du col de Paluel.

(Échelle approximative : 1/5.000e.)

La teinte noire opaque indique le terrain houiller. — Les hachures marquent les affleurements des quartzites du Trias (*t*) et du Permien (P). — Les calcaires du Trias (T) et le Malm (J) sont en blanc. — Le semis de points noirs indique les éboulis.

bas, un nouvel affleurement de Malm, lenticulaire et très petit, apparaît sur le Flysch. Dans le grand ravin de la Pisse, la *troisième écaille* ne comprend plus, en dessous du Flysch, que quelques mètres de Houiller et une vingtaine de mètres de calcaires triasiques. Puis les quartzites du Trias reparaissent, près du point 2112; mais alors la lame houillère est cachée sous les moraines qui encombrent le fond du vallon.

Je reviens au col de Paluel, où les complications locales abondent. Pour faciliter la description, je donne, dans la figure 8, une carte géologique à grande échelle des environs immédiats de ce col.

L'arête du col va de Paluel à Piolette : la partie horizontale de cette arête est celle qui correspond à l'affleurement du Houiller. Ce Houiller s'enfonce, à gauche, sous les quartzites roses, à droite sous les calcaires de Piolette. Les poudingues permiens, au Sud du col, plongent partout sous le Houiller. C'est ce que j'ai déjà expliqué.

Les quartzites roses de l'arête supportent, près du col, un îlot de calcaire triasique noir, lequel, sur son bord Sud, vient au contact du Houiller. Plus haut, la pente des quartzites vers l'Ouest augmente. Elle atteint 30 degrés au pied de la falaise calcaire de Paluel, où affleurent des calcaires jaunissants, tournant à la cargneule.

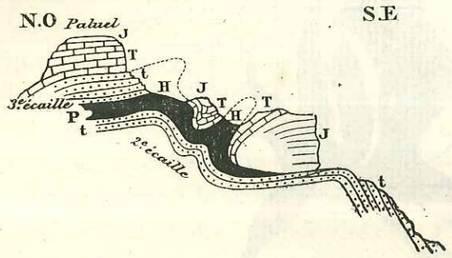


Fig. 9. — Coupe N. O.-S. E. dans le versant méridional de Paluel, montrant les reploiements de la lame houillère.

H. Houiller. — P. Permien. — *t.* Quartzites du Trias. T. Calcaires du Trias. — J. Malm.

Dans le Houiller même, on observe cinq îlots calcaires, dont un, très allongé, au Sud même du col, et quatre sur le versant Nord.

L'îlot fusiforme du versant Sud est formé de calcaires triasiques, avec un placage local de Malm en un point du bord Nord-Ouest. Il correspond à un simple repli synclinal de la lame houillère. Le long du bord Sud de l'îlot, les poudingues permiens plongent *vers l'îlot* sous un angle variable de 20 à 40 degrés. Près de la pointe Nord, les calcaires triasiques plongent au Sud.

Au Sud de cet îlot fusiforme, et séparé de lui par un couloir creusé dans le Houiller, on observe un gros noyau calcaire qui est formé, pour la plus grande partie, de marbre blanc et rose du Malm, mais qui renferme aussi un peu de calcaire triasique. Ce noyau, bien visible du fond de la vallée des Combes, repose, le long de son bord méridional, sur des quartzites (du Trias) horizontaux. C'est encore, de toute évidence, un lambeau de la troisième écaille conservée dans un brusque repli synclinal. La lame houillère a disparu par étirement dans ce même repli, et le Malm (équivalent de celui du sommet de Paluel), repose sur des quartzites appartenant à la *deuxième écaille* (fig. 9).

Les quatre îlots calcaires qui affleurent sur le versant Nord, au milieu du Houiller, sont de toute autre nature que l'îlot fusiforme, et beaucoup plus intéressants.

Le plus oriental, qui est aussi le plus étendu, est formé, dans le haut, de calcaire triasique plongeant faiblement vers le Nord-Ouest. En descendant le long du bord Est, on voit que la partie basse de l'îlot est faite de marbres du Malm, presque horizontaux et *situés sous le Trias*. Les rapports du Houiller et de l'îlot ne sont pas visibles de ce côté.

Sur le bord Ouest, tout en bas, le Malm plonge *sous le Houiller,* et, tout d'un coup, cette plongée dégénère en une chute verticale. On voit alors naître, au contact, une intercalation de calcaire triasique qui va graduellement en augmentant d'épaisseur. En un point le Houiller semble s'enfoncer sous l'îlot, mais ce changement de pente est purement local. Dans l'ensemble, il n'y a guère de doute que l'îlot ne soit sous le Houiller, c'est-à-dire n'apparaisse dans une déchirure de la lame houillère.

Le deuxième îlot (en venant de l'Est) est une sorte de lentille allongée qui, *de toute part, s'enfonce sous le Houiller,* et qui est même, en partie, recouverte d'une mince couche de Houiller. Cette lentille montre, dans le bas, des calcaires triasiques; dans le haut, des calcschistes versicolores du Malm.

Le troisième îlot est une longue bande qui commence au col même, et dont le bord Ouest est accompagné par un étroit couloir. La pointe extrême, au col même, est formée de calcaires triasiques plongeant très faiblement, à l'Ouest, sous des grès houillers qui les recouvrent à demi. A l'Est, sous ces calcaires, plongent d'autres grès houillers : de sorte qu'il y a, ici, incertitude sur la situation de l'îlot par rapport à la lame houillère. En descendant un peu, on voit les relations se préciser. Le plongement du Houiller sous les calcaires, le long du bord Est, n'est qu'un reploiement local. Le long du bord Ouest, on voit tout l'îlot plonger sous le Houiller, sous un angle variable de 30 à 90 degrés. Près du col, l'îlot montre des quartzites du Trias, des calcaires du Trias, de la brèche liasique, le tout en une série renversée, puissante *au total* de quelques mètres, recouverte par les grès à anthracite. Un peu plus bas, dans le couloir, affleure le Malm, qui vient un instant au contact du Houiller par suite de l'écrasement des autres étages (calcschistes verts et roses).

Enfin, le quatrième îlot n'est qu'une petite lentille de calcaires triasiques, sur la rive gauche du couloir. Cette lentille est entourée de tout côté par le Houiller et n'est mise à découvert que par une déchirure de ce terrain.

Au Nord-Ouest du groupe des îlots, s'étend un vaste gradin, couvert par les éboulis de Paluel. Sur le bord Nord de ce gradin, on voit le Houiller, plongeant toujours au Nord ou au Nord-Est, s'enfoncer sous un manteau continu de

calcaires triasiques. Ces calcaires de l'escarpement du gradin, qui descendent jusqu'à la naissance des ruisseaux, sont donc le prolongement de ceux de Paluel.

Mais les quatre îlots du versant Nord, *qui sont situés sous la lame houillère*, appartiennent à une série renversée qui est le sommet de la *deuxième écaille* (fig. 10).

De Paluel au col de la Pisse, la structure redevient simple. Le Flysch, qui s'avance en un mince placage sur le Malm de Paluel, forme tout le fond du cirque, admirablement gazonné, que dominent Serre-Chevalier et l'Eychauda.

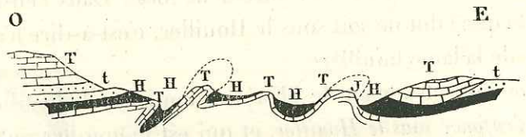


Fig. 10. — Coupe Est-Ouest dans le versant Nord du col de Paluel : apparitions de la *deuxième écaille* dans les déchirures de la lame houillère.

H. Houiller. — P. Permien. — *t*. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — J. Malm. Tous les terrains plongent au Nord du plan de coupe.

Mais la *troisième écaille*, dont ce Flysch forme le terme le plus élevé, est fortement ondulée, là comme ailleurs. Et c'est pourquoi l'on voit, en de nombreux points, des bosses calcaires (Malm ou Trias) percer la couverture de Flysch. Elles forment, ces bosses, des sortes de gradins rocheux, discontinus, dans le cirque des pâturages.

En examinant de près les gradins, on y constate, naturellement, des complications locales, dues à l'étirement extraordinaire de tous les terrains de l'écaille. C'est ainsi que, dans la plus étendue de ces bosses, celle que l'on rencontre et que l'on contourne en montant au col de Serre-Chevalier, les quartzites du Trias affleurent deux fois. Ils forment, dans le bas de la bosse, un bouton de forme ovale, très petit, au milieu des calcaires triasiques. Vers le haut, ils apparaissent à la façon d'un large dôme, surmonté à l'Est par les calcaires du Trias, au Sud par un placage de Malm, et qui, à l'Ouest et au Nord, s'enfonce sous le Flysch sans aucun étage intermédiaire.

Au col même de Serre-Chevalier (où passe le sentier qui va des Combes à Fréjus), affleure, au milieu du Flysch, une bosse formée de marbre rose du Malm (avec plaquettes blanches ou vert pâle). Sur le bord Sud de cette bosse, on voit apparaître, sous le Malm, un peu de calcaire triasique. Sur le bord

Est, l'épaisseur du Flysch, entre le Malm de la bosse et les conglomérats de Serre-Chevalier (*quatrième écaille*), ne dépasse pas quelques mètres.

Au Nord du col de Serre-Chevalier s'ouvre le cirque de Fanjas, qui ressemble beaucoup au cirque de la Pisse, par où l'on vient de monter. Ce sont les mêmes prairies, couvrant les mêmes schistes sombres du Flysch. Et, çà et là, perçant le Flysch, se dressent des *Klippes* de Malm ou de Trias, ou encore (sur la droite) de vastes gradins, formés des mêmes terrains, et déterminés par de brusques dénivellations de l'écaille.

Si l'on suit la base des micaschistes de Serre-Chevalier, on voit le Flysch s'amincir et finalement disparaître, entre le sommet d'un de ces gradins et les micaschistes. Cette interruption du Flysch n'est que de courte durée. Les schistes sombres reparaissent bientôt, et on les suit désormais, sur l'arête mousse qui mène au point 2143, jusqu'aux quartzites du Trias. Sur la gauche de l'arête (à l'Ouest), on laisse une vaste Klippe, entourée de tous côtés par le Flysch, et formée de calcaires et de quartzites du Trias, et dans le haut, d'une mince lame de Malm.

J'ai dit, tout au début de ce chapitre, que, sur le versant Est de la cime 2143, le Flysch repose directement sur les quartzites du Trias. Il n'en est pas de même sur le versant Sud-Ouest. Dans les ravins qui découpent ce dernier versant, on voit affleurer, au-dessous des schistes sombres du Flysch, des *marbres en plaquettes* de couleur très claire, entièrement semblables à ceux de la Cucumelle. Ces marbres s'appuient sur les quartzites, suivant un contact presque vertical.

Au Nord de ces affleurements de *marbres en plaquettes*, on voit bientôt, quand on suit le bord du torrent du Fanjas, une muraille verticale de calcaires triasiques s'intercaler entre le fond du vallon, où se cache le Flysch, et les quartzites, eux-mêmes verticaux, de la croupe qui fait suite à la cime 2143. On arrive ainsi aux affleurements de Flysch noir et de Malm rose que j'ai décrits au chapitre précédent (chemin de Fréjus au Bez). La continuité du Flysch, par-dessous le Glaciaire, entre les affleurements du Fanjas et ceux de l'entrée des gorges du Bez, ne peut faire aucun doute, puisqu'il y a continuité *visible* dans les terrains sous-jacents.

Il est donc désormais établi que les quartzites de la cime 2143 et du Bez, les calcaires triasiques de la Montagne-des-Guibertes, et le Flysch du Grand-Pré appartiennent à la *troisième écaille ;* et que la série régulière de plis isoclinaux, décrite au chapitre précédent, qui surmonte la lame houillère du

IMPRIMERIE NATIONALE.

Grand-Pré et de Chanteloube, est le prolongement vers le Nord des ondulations irrégulières et des soubresauts désordonnés des terrains de Paluel, de la Pisse et du Fanjas.

Il me reste, pour avoir achevé le tour de la *quatrième écaille,* à décrire la Crête-de-la-Balme, les Neyzets et le Clot-la-Selle.

La Crête-de-la-Balme, au Sud-Ouest de Fréjus, est formée par les terrains de la *troisième écaille,* Malm et Trias, plongeant, au Sud-Est, sous le Flysch du Fanjas, ou sous les conglomérats de la quatrième écaille. Le Malm s'y présente en placages très minces, mais fort étendus, ayant la pente même de la montagne, et montrant de très loin de larges dalles luisantes, blanches ou roses. Les calcaires triasiques supportent, sur le versant Sud, ce revêtement discontinu de Malm; sur le versant Nord, ils sont coupés par le vallon de Fréjus et dressent, au-dessus de ce vallon, des escarpements de 200 ou 300 mètres de hauteur. J'ai déjà dit que, à peu de distance à l'Ouest de Fréjus, les calcaires triasiques s'avancent, en dessous du synclinal de Flysch, jusqu'au fond du vallon, et qu'ils soudent ainsi le Trias de la Montagne-des-Guibertes au Trias de la Crête-de-la-Balme.

Les calcaires triasiques de la Crête-de-la-Balme reposent, tantôt directement, tantôt avec intercalation d'une mince lame de quartzites blancs du Trias, sur les *marbres en plaquettes.* Et comme ces derniers se relient, sans aucune discontinuité, aux marbres de la Cucumelle, le contact en question est la base même de la *troisième écaille;* et la lame discontinue de quartzites blancs remplace ici la lame de quartzites triasiques et de grès à anthracite de la mine de graphite de Fréjus, du vallon du Grand-Pré, et du ravin de Chanteloube.

Au point où la Crête-de-la-Balme se soude à l'arête des Neyzets, se dresse, semblable à un château ruiné, un rocher de calcaire triasique entouré de tous côtés par les *marbres en plaquettes,* et visiblement posé sur ces marbres. C'est donc un lambeau, isolé par l'érosion, de la *troisième écaille.* Sur le versant Nord de cette butte calcaire, on observe, dans un repli synclinal du Trias, des schistes noirs du Flysch, puissants de 15 à 20 mètres, et, sous ces schistes, 5 ou 6 mètres de plaquettes calcaires du Lias (calcaire noir avec Gastéropodes indéterminables). Ce repli synclinal, dirigé vers le Sud-Ouest, s'en va passer tout près et un peu à l'Ouest du sommet de la butte : mais le Lias et le Flysch n'y sont conservés que sur une faible longueur (fig. 11).

Heliogravure Schutzenberger

LES NEYZETS, LA CUCUMELLE, LE GRAND-PRÉ, LE GALIBIER
VUS DU SOMMET DE L'EYCHAUDA

Ecailles écrasées et laminées reposant tout à gauche sur les terrains cristallins du Pelvoux.

On trouve quelques débris de grès houiller, pêle-mêle avec les débris de calcaire triasique, au pied de l'escarpement Ouest des Neyzets. Il est donc indubitable que la lame houillère reparaît ici. Cette lame affleure d'ailleurs à quelques centaines de mètres au Sud du piton des Neyzets, près du col de Méa, dans des conditions identiques. Elle forme le substratum d'un autre lambeau de calcaire triasique, posé, comme le lambeau des Neyzets, sur les *marbres en plaquettes*, et s'enfonçant au Sud-Est sous les conglomérats du col de Méa (*quatrième écaille*). Près du col de Méa, la *troisième écaille* tout entière est réduite à moins de 30 mètres d'épaisseur, et ne comprend plus qu'une mince lame de Houiller et une barre de calcaires triasiques. Dans le vallon de la Balme, à quelques centaines de mètres au Nord-Est du col, la *troisième*

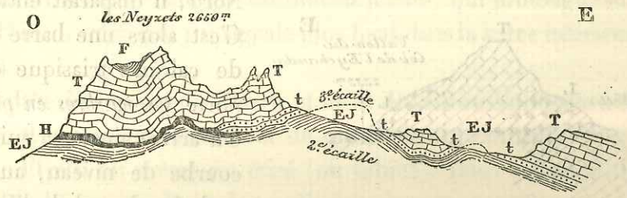


Fig. 11. — Coupe le long de la Crête-de-la-Balme (les Neyzets).

H. Houiller. — *t*. Quartzites du Trias. — T. Calcaires du Trias. — EJ. Marbres en plaquettes (Jurassique-Crétacé-Éocène). — F. Flysch.

écaille est même entièrement supprimée, sur une faible longueur, et l'on voit les conglomérats de la *quatrième écaille* reposer directement sur les *marbres en plaquettes*.

Au Sud du col de Méa, le Flysch reparaît un instant au sommet de la *troisième écaille ;* et, dans le vallon de la Selle, qui descend du col de la Pisse, il y a, sous ce Flysch, des marbres roses du Malm. La base de l'écaille est formée de calcaires triasiques, les mêmes qu'au col de Méa. Cette barre de Trias s'abaisse beaucoup jusqu'au vallon de la Selle. Dans le vallon même, son épaisseur est d'environ 200 mètres : mais le sommet seul de la barre est formé de couches horizontales ou faiblement inclinées vers l'Est; le pied montre des bancs très fortement inclinés, parfois même presque verticaux. Il y a donc ici, dans la surface de contact de la *deuxième écaille* et de la *troisième*, un synclinal très accusé. Au delà du vallon de la Selle, les calcaires triasiques s'épanouissent brusquement, en largeur comme en hauteur; et c'est ainsi que commence le massif de la Condamine, dont je parlerai longuement dans un autre chapitre.

Si, du point où je suis arrivé (vallon de la Selle, au pied de la *troisième écaille*), on revient, au Nord, jusqu'au col de l'Eychauda, on suit, à travers les pâturages du Clot-la-Selle et des Neyzets, la bande des *marbres en plaquettes* de la Cucumelle, et les bandes sous-jacentes de Lias et de Trias. Toute cette série est formée de couches presque horizontales ou faiblement inclinées vers l'Est : et c'est le prolongement de la série isoclinale du col de l'Eychauda, décrite au chapitre précédent. L'ensemble repose sur le Flysch qui surmonte lui-même une barre de calcaire à *Nummulites*, laquelle est continue entre le vallon de la Selle et le ravin du col de l'Eychauda.

Dans le vallon de la Selle, les *marbres en plaquettes* reposent sur le Lias bréchoïde. Mais cet affleurement de Lias est lenticulaire, et, un peu plus au Nord, il disparaît entièrement. C'est alors une barre continue de calcaire triasique qui supporte les *marbres en plaquettes*. On arrive ainsi, en suivant une courbe de niveau, au chemin muletier du col de l'Eychauda. De l'autre côté du couloir d'éboulis où sont établis les lacets du chemin, la barre triasique se poursuit et s'en va rejoindre le Rocher-des-Neyzets (point 2752 de la carte) : mais cette barre est accidentée, près du point 2333, par deux synclinaux du Lias. Les plaquettes noires du Lias, très désagrégées, contrastent vivement avec la blanche patine et l'aspect massif des calcaires du Trias (fig. 12).

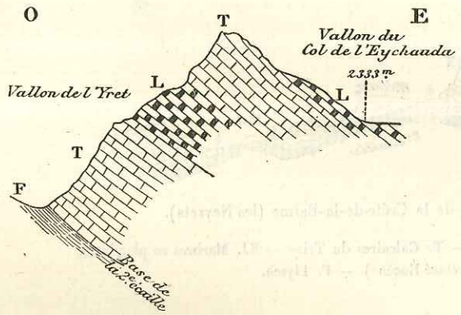


Fig. 12. — Coupe Ouest-Est par le travers du vallon de l'Eychauda.

Le Lias du synclinal supérieur affleure sur les deux rives du ruisseau, près du point 2333 (issue du plateau marécageux). Il se poursuit au Nord-Ouest, d'abord à droite, puis à gauche, puis de nouveau à droite de l'arête rocheuse qui domine le vallon de l'Yret. Au point 2333, ce synclinal est formé de brèches. Plus loin, il est constitué par des calcaires noirs, bien lités, en plaquettes minces, avec rares *Entroques* et rares *Gastéropodes*. Il y a aussi quelques bancs de calcschistes noirs. L'épaisseur du Lias est d'environ 20 mètres.

La barre triasique comprise entre les deux synclinaux (fig. 12), qui a environ 20 mètres de puissance sous le point 2333, se termine en pointe à peu

de distance au Nord ; et alors les deux synclinaux liasiques se rejoignent. Le synclinal inférieur est violemment contourné sur la rive gauche du ruisseau descendu du col de l'Eychauda (au Sud du point 2333).

La barre triasique inférieure, qui a 50 mètres d'épaisseur sous le point 2333, va s'amincissant graduellement du côté du Nord. Elle n'a plus qu'une vingtaine de mètres de puissance à la source du ruisseau de l'Yret. En ce point, elle contient un petit banc de cargneules.

Le Trias de la cime 2752 est le prolongement de la barre triasique qui surmonte le synclinal de Lias du point 2333. Ce synclinal et la barre triasique sous-jacente convergent, en s'écrasant, vers le petit col situé à l'Ouest de la cime 2752. A ce col, on ne voit plus de Lias : mais on observe, au contact même du Flysch, un banc de cargneules jaunes, qui prolonge, suivant toute vraisemblance, celui que j'ai signalé plus haut dans la barre inférieure du ravin de l'Yret.

La surface de contact du Flysch et de la deuxième écaille correspond donc à un lieu d'étirements intenses et de vastes chevauchements, sinon de charriage. Le Flysch lui-même est étiré (ou raboté). Dans le vallon de l'Yret, il est réduit à l'épaisseur de quelques dizaines de mètres, et formé exclusivement d'ardoises gris clair, c'est-à-dire de ses couches de base. Les grès, qui ont une très grande épaisseur dans la montagne de la Croix-de-Cibouit, au Nord, et dans le soubassement de la Condamine, au Sud, ont ici complètement disparu. En revanche, c'est dans cette région (entre la cime 2752 et le point 2333) que la *deuxième écaille*, du sommet du Flysch au sommet des *marbres en plaquettes*, est le plus épaisse.

Dans le haut du vallon de l'Yret, les ardoises du Flysch reposent directement sur le Cristallin (gneiss à mica noir et quartzites micacés). Le calcaire à *Nummulites* n'apparaît qu'au bas du vallon, près du chemin muletier. On suit ce calcaire, vers le Sud, jusqu'au-dessus de Riéou-la-Selle. Il repose sur des aplites blanches ou roses.

Vers Riéou-la-Selle, le calcaire à *Nummulites* disparaît de nouveau, pour ne reparaître qu'un peu à l'amont des Choulières, à l'origine de la grande descente du chemin muletier.

CHAPITRE III.

LA QUATRIÈME ÉCAILLE.

C'est le trait le plus extraordinaire, partant le plus caractéristique, de la région comprise entre le col de l'Eychauda et Briançon, que la présence, tout au sommet de la série des assises, tout en haut de la montagne, de micaschistes et de gneiss, en bancs faiblement inclinés et même fréquemment horizontaux, reposant sur des assises incontestablement éogènes. Ce paquet de strates cristallines, et de conglomérats à galets cristallins, dont les éléments sont pris aux mêmes micaschistes, renferme, en de nombreux points, près de sa base, c'est-à-dire près du Flysch sous-jacent, des lambeaux écrasés et étirés, formés de terrains permiens, triasiques ou jurassiques.

Aucune théorie générale ne sera recevable, pour l'explication de la structure du Briançonnais, si elle ne rend compte de l'origine de la *quatrième écaille*. Tous les détails relatifs à la stratigraphie et à la tectonique locale de cette écaille présentent donc le plus grand intérêt.

Je commencerai par le vallon de Fanjas, qui est d'un accès très facile (environ deux heures et demie de marche de Villeneuve aux premiers affleurements de micaschistes, en passant par le Bez et Fréjus). Puis je décrirai la montagne de l'Eychauda. Je passerai ensuite à Serre-Chevalier, dont je descendrai les pentes septentrionales jusqu'à la cote 1900. Enfin, je remonterai jusqu'au col de Prorel, où s'arrête définitivement l'écaille. Dans une journée d'été, un bon marcheur peut facilement accomplir cet itinéraire et rentrer le soir à Briançon. Mais, si l'on veut étudier les détails, il faut prendre deux jours, et passer la nuit intermédiaire dans un chalet de Fréjus ou des Combes.

Le vallon de Fréjus est encombré par le Glaciaire. Entre l'extrémité amont de la gorge du Bez (où j'ai signalé l'existence d'affleurements de Flysch et de Malm) et la cote 2000 dans la croupe gazonnée dite Crête-de-Mal-Parti, on ne voit aucune roche en place.

Le Flysch affleure au bas de Mal-Parti. Près de la croupe et sur le versant Est, il est percé par une *Klippe* de calcaire triasique. Dans le vallon de la Balme,

on voit ce même Flysch reposer sur le Malm. Un peu plus haut, sur la croupe même, il supporte les micaschistes, qui sont ici faiblement inclinés vers l'Est. Peu à peu, entre les micaschistes et le Flysch, s'intercalent des conglomérats à galets cristallins.

Ce premier lambeau de micaschistes a environ 1 kilomètre de longueur. Il ne présente aucune particularité intéressante.

Entre ce lambeau et la butte que j'ai désignée sous le nom de « Butte-des-Galets » et qui se dresse au Sud, il y a interruption de la quatrième écaille et réapparition du Flysch sous-jacent. C'est encore le Flysch qui forme tout le versant Sud de la « Butte-des-Galets ». Il est soulevé ici en une sorte de dôme et plonge, au Sud et au Sud-Ouest, sous les conglomérats.

Le long du vallon de la Balme, qui monte doucement vers le col de Méa, on ne voit que des conglomérats, à galets de plus en plus gros. Ces conglomérats reposent, à l'Ouest, sur du Malm, ou du Trias, ou même sur les *marbres en plaquettes* (par suppression complète de la *troisième écaille*). La plongée est vers le Sud-Est, sous un angle moyen d'une trentaine de degrés.

Les conglomérats du col de Méa sont remarquables par la grosseur et par la qualité de leurs galets. Il y a de nombreux galets de *brèche du Télégraphe*, surtout dans les bancs qui affleurent sur la rive droite du ruisseau de la Balme : et cette brèche liasique renferme elle-même de petits galets de quartzites roses, ce qui revient à dire que *cette brèche est d'un type analogue à la brèche liasique de Prorel*. Je rappelle que le ciment de cette même brèche liasique des conglomérats de Méa est parfois un calcaire zoogène, d'après les observations micrographiques de M. Kilian. Il y a aussi, dans les conglomérats de Méa, des galets de calcaire triasique, de quartzites blancs, de quartzites roses, de quartzites rouges (permiens), et de quartz blancs laiteux. Mais les galets de micaschistes sont, de beaucoup, les plus nombreux. Je n'ai pas trouvé un seul caillou de Malm. La dimension de 20 centimètres est très ordinaire. Certains galets atteignent 50 centimètres et même 1 mètre de grand axe. Le ciment qui relie ces blocs est tantôt verdâtre, tantôt d'un rouge lie de vin. Dans ce dernier cas, le ciment est pénétré d'hématite rouge; et même on y voit s'isoler, çà et là, des veinules d'hématite massive.

Le long de la combe de la Balme, tous ces conglomérats plongent au Sud-Est. Mais quand on suit la courbe de niveau qui, du col de Méa, mène au pied du versant Sud de la « Butte-des-Galets », on les voit bientôt changer de pente et plonger au Nord. Ils forment alors, sur le versant septentrional du

contrefort Nord-Ouest de l'Eychauda, un revêtement qui s'élève jusqu'à l'arête de ce contrefort, et qui dresse un grand nombre de pitons rocheux ou de murs en ruines au-dessus des fourrés de rhododendrons. La grosseur des galets diminue rapidement de bas en haut; et en même temps les galets de Lias, de Trias et de Permien disparaissent. Sur l'arête même, on ne voit plus que des poudingues à très petits débris de quartz et de micaschistes.

En continuant d'avancer vers la Butte-des-Galets, on rencontre bientôt, superposées aux conglomérats, et, comme eux, plongeant faiblement au Nord, des assises cristallines. Ce sont d'abord des micaschistes très quartzeux, de couleur claire, extrêmement durs, formant de gros bancs massifs à surface tourmentée et rugueuse. Puis, sur ces bancs quartzeux, viennent des amphibolites, plus ou moins métasomatosées, de couleur sombre (verte ou noire), et de densité relativement grande. Tantôt ces amphibolites se débitent en plaques remarquablement planes; tantôt elles sont dépourvues de toute fissilité et ressemblent à des roches massives. Ce sont elles qui affleurent sur le petit plateau situé au Sud-Ouest de la Butte-des-Galets : leurs assises, en cet endroit, sont presque horizontales.

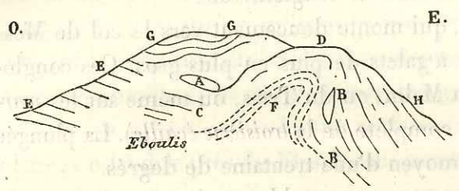


Fig. 13. — La «Butte des Galets», vue du Sud.

La Butte-des-Galets correspond à un brusque relèvement du Flysch sous-jacent. Ce Flysch (schistes argileux sombres, avec quelques lits de quartzites bruns) affleure, comme j'ai dit, dans la plus grande partie du versant Nord de la butte. Il apparaît aussi sur le versant Sud et y monte même très haut. Les terrains de la *quatrième écaille,* qui recouvrent ce dôme de Flysch, forment comme un manteau, d'ailleurs plissé, sur le sommet et sur les versants Est, Sud et Ouest de la colline (fig. 13).

Sur la gauche [1], la base de la colline est constituée par des bancs, épais et massifs, de micaschistes quartziteux très durs (lettre E de la fig. 13), plongeant à l'Est. Ces bancs sont analogues à ceux que l'on rencontre, en venant du col de Méa, immédiatement au-dessus des conglomérats, et qui sont inférieurs aux amphibolites. Les bancs E sont surmontés par des bancs C, plongeant également vers l'Est, et dans lesquels se trouvent des débris de Permien et de Malm. Sur les bancs C viennent d'autres bancs quartziteux E, qui semblent se continuer latéralement par d'autres couches à débris. L'un de ces débris, en A, est un gros bloc de calcaire triasique. Des assises G, très rocheuses, formées de roches lourdes et sombres (amphibolites et roche massives, très altérées) surmontent les bancs E et le banc A, et constituent le sommet de la colline. Au sommet même, elles sont horizontales. F est l'apparition des schistes sombres du Flysch. Des éboulis empêchent de voir comment cette voûte de Flysch fait place, à l'Ouest, à une sorte de *plateure,* et comment les schistes sombres passent sous les micaschistes E. Sur la droite, toutes les assises plongent au Sud-Est, sous un angle variable, qui va jusqu'à 80 degrés. B est un gros bloc de Malm rose (avec *Globigérines*). H est une série de bancs de conglomérats à ciment vert et rouge et à galets de quartz et de micaschistes, reposant sur des bancs vert sombre, qui sont des amphibolites écrasées. Enfin, la lettre D marque l'affleurement de bancs d'un vert foncé (amphibolites écrasées), où j'ai trouvé une lentille aplatie de marbre blanc.

[1] La photographie de la planche IV correspond exactement au croquis de la figure 13.

Dans l'ensemble, on a donc la succession suivante, de bas en haut, à partir du Flysch : des micaschistes quartziteux, des amphibolites avec quelques lentilles de roches massives, et enfin des conglomérats du type ordinaire. Dans une zone intermédiaire, qui embrasse une partie des micaschistes quartziteux et une partie des amphibolites, il y a toute une traînée de *blocs exotiques,* empâtés dans un ciment qui résulte de l'écrasement des amphibolites, des micaschistes et des blocs eux-mêmes.

Le bloc A, le plus gros de tous, mesure 8 mètres de longueur sur 3 mètres d'épaisseur. Il est formé de calcaire triasique, du type classique, et complètement entouré de micaschistes. Tout autour, ces micaschistes contiennent d'autres débris de calcaire triasique, les uns arrondis et semblables à des galets, les autres simplement émoussés. Ces bancs de micaschistes à débris calcaires passent sur la gauche, à des micaschistes ordinaires, sans débris; et ils sont, de même, surmontés par d'autres micaschistes, puis par des roches vertes et lourdes, où l'on ne trouve pas de débris. La lentille calcaire trouvée en D, à la base des amphibolites, est formée d'un marbre qui a l'aspect des marbres translucides du Trias de Notre-Dame-des-Neiges. Je n'en ai pas vu d'autres dans le voisinage.

Dans les bancs C, qui sont au-dessous du gros bloc A, et qui sont encore des micaschistes, il y a de nombreux blocs, mais tous de petite dimension.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Les uns sont des débris, parfois anguleux, de quartzites permiens rouges; les autres sont des débris de Malm rose, vert ou blanc, où la calcite blanche, secondaire, a pris un très grand développement. Tous ces débris sont intimement mélangés au micaschiste ambiant; et même beaucoup de fragments de Malm sont *pénétrés de chlorite*. Les blocs de Malm sont arrondis; les débris permiens sont fréquemment anguleux.

Du point B, où se trouve un gros bloc de Malm rose, jusqu'au bas du talus, affleurent une série de bancs d'un vert foncé, plongeant très fortement au Sud-Est, et qui sont des amphibolites métasomatosées et écrasées. Dans ces bancs sont incluses de nombreuses dalles de marbre rose, identiques au marbre de B. C'est d'une de ces dalles que j'ai une préparation montrant des Globigérines, et d'autres Foraminifères, de plus grande taille, mais indéterminables. Les dalles sont toutes couchées dans les plans de schistosité des assises vertes. La matière verte est, non seulement incrustée dans les anfractuosités des dalles, mais encore finement injectée dans l'intérieur du marbre : tant et si bien que l'on croirait, en regardant certains échantillons, à la pénétration dans le marbre d'une roche intrusive. Cette matière verte qui enrobe et pénètre ainsi les dalles roses montre, au microscope, de la chlorite, de l'ilménite (abondante), du rutile et du quartz, tout cela dispersé par un laminage intense, ou accumulé, çà et là, chaotiquement. De nombreuses veines de calcite courent à travers la masse. Certains échantillons laissent encore voir des zones quartzo-chloriteuses, un peu feldspathiques, ou des zones sériciteuses. Dans les bancs immédiatement supérieurs aux assises à blocs de Malm, la hornblende est encore visible au microscope; mais elle est en grande partie transformée dans la même chlorite ilménitifère : et il est évident, pour qui compare des préparations du ciment des blocs de Malm à des préparations de ces amphibolites chloritisées, que le ciment en question est simplement de l'amphibolite plus écrasée et plus fortement chloritisée que les autres.

Telle est cette étrange butte. Je lui ai donné, en 1899, le nom de Butte des Galets, parce que j'ai longtemps pris pour des galets les *blocs exotiques* qu'elle renferme, et les couches à blocs pour des conglomérats. Le nom peut demeurer sans inconvénient : et je ne doute pas que le lieu ne devienne classique. L'étude de cette butte montre avec évidence qu'il existe, à la base de la *quatrième écaille*, un *plan de charriage*, ou plus exactement une *zone de charriage* où s'accumulent, localement, les lambeaux arrachés au substratum.

Héliog. L. Schutzenberger. Paris.

LA BUTTE DES GALETS VUE DU SUD

Gros blocs de Trias et de Malm à la base de la quatrième écaille.

Tandis qu'au col de Méa, et dans la combe de la Balme, les conglomérats à galets cristallins forment la base de la *quatrième écaille,* nous venons de les voir, sur le bord Est de la Butte des Galets, reposer sur des amphibolites. Il faut donc, ou qu'il y ait un retour des conglomérats à un niveau supérieur, ou que les amphibolites et les micaschistes de la Butte des Galets soient eux-mêmes un lambeau de charriage. Des arguments existent en faveur de chacune de ces deux interprétations. D'une part, quand on parcourt les prairies au Sud et à l'Ouest de la Butte des Galets, on ne rencontre que des affleurements de micaschistes et d'amphibolites : et l'impression est qu'il y a liaison entre les assises cristallines de la Butte et celles que l'on voit, près du col de Méa, reposer sur les conglomérats. D'autre part, quand on fait le tour de la Butte par le Nord, on ne cesse de fouler des affleurements de conglomérats jusqu'à ce qu'enfin l'on arrive aux conglomérats du col de la Méa, lesquels passent indubitablement, un peu plus loin, sous des assises cristallines. Il est vrai que les conglomérats de la Butte ne renferment pas de galets triasiques ou liasiques, et qu'ainsi ils sont assez différents des conglomérats du col de Méa : et j'ajoute que l'existence d'un niveau supérieur de conglomérats, à l'Eychauda et à Serre-Chevalier, n'est pas douteuse.

Ce dernier fait, sur lequel j'insisterai un peu plus loin, enlève beaucoup d'intérêt à la discussion précédente. La *quatrième écaille* est de structure complexe. Indépendamment de la *zone de charriage* que l'on observe à sa base, elle présente, à mi-hauteur, un retour des conglomérats : ce qui revient à dire qu'elle est repliée sur elle-même, ou doublée. Et alors, il importe assez peu que les conglomérats de la Butte des Galets appartiennent à la série inférieure (renversée) ou à la série supérieure (normale).

A quelques centaines de mètres au Sud de la Butte des Galets, au pied des pentes raides qui descendent du Sommet-de-l'Eychauda, on voit reparaître les conglomérats à très gros galets calcaires, qui forment là plusieurs affleurements fort escarpés. Les galets y ont jusqu'à $0^{m},50$ de grand axe; beaucoup sont formés de calcaires triasique; mais je n'y ai pas vu de Lias. Les affleurements se suivent aisément vers l'Est, en perdant peu à peu leurs galets calcaires, et en montrant d'ailleurs une lente diminution de la grosseur des galets de quartz et de micaschiste. Du côté de l'Ouest, la grosseur des galets diminue aussi, tout d'abord, mais pour augmenter de nouveau quand on approche du col de Méa.

On peut faire, en marchant constamment sur les conglomérats, tout le tour du Sommet-de-l'Eychauda[1]. Sur la croupe qui relie ce sommet au col de Méa, les conglomérats supportent un petit lambeau de micaschistes. Sur les versants Sud-Ouest, Sud et Sud-Est, et sur la croupe qui rattache le sommet au col de Serre-Chevalier, ils sont horizontaux et s'enfoncent sous les assises cristallines. La grosseur des galets est très variable. J'ai déjà signalé de très gros galets dans la région du col de Méa et au pied du versant Nord du Sommet-de-l'Eychauda : on observe encore des conglomérats à gros galets à peu de distance au Nord-Ouest du col de la Pisse. Les galets triasiques et permiens ne se trouvent que dans ces assises à gros blocs. Les galets liasiques n'apparaissent que dans la région du col de Méa. En dehors de ces régions à gros galets, les conglomérats ne renferment que des débris de quartz et de micaschistes, dont la grosseur ne dépasse guère $0^{m},10$. Au col de la Pisse (où il y a quelques galets d'amphibolites), le ciment est rubéfié comme au col de Méa.

L'épaisseur est aussi très variable. Elle est d'environ 100 mètres au col de la Pisse et au pied du versant Nord du Sommet-de-l'Eychauda. Elle tombe à 20 ou 30 mètres sur la croupe orientale.

On voit les conglomérats reposer sur le Flysch depuis la Butte des Galets jusqu'au col de la Pisse (en passant par l'Est), et la longueur totale de l'affleurement, très sinueux, de ce contact, est d'au moins 8 kilomètres. Au col de la Pisse, le Flysch s'écrase, et l'on voit alors les conglomérats reposer sur les calcaires triasiques. Puis, le Flysch reparaît, lorsque, continuant le tour du Sommet-de-l'Eychauda, on approche du col de Méa. Là, de nouveau, le Flysch s'écrase, et, comme je l'ai dit, les conglomérats reposent, au col de Méa, sur le Trias, et, dans la combe de la Balme, sur le Trias, ou sur le Malm, ou même sur les *marbres en plaquettes* de la *deuxième écaille*.

Au-dessus de ce socle de conglomérats à galets cristallins, le Sommet-de-l'Eychauda est formé d'un paquet, épais de 100 à 150 mètres, de micaschistes sensiblement horizontaux. C'est à une soixantaine de mètres sous la cime, sur le versant Nord, que j'ai observé, au milieu des micaschistes, le retour d'une mince lame de poudingues à très petits galets cristallins, évidemment identiques aux conglomérats, sauf la grosseur des débris. Cette lame ne semble pas affleurer sur les autres versants.

[1] Voir la photographie (pl. I) qui représente cette montagne vue de l'Est.

Les assises cristallines du Sommet-de-l'Eychauda sont, pour la plupart, des micaschistes faiblement feldspathiques. Quelques-uns sont dépourvus de feldspaths. Il y a aussi des gneiss fins, et quelques bancs de roches noirâtres et lourdes, qui se résolvent, au microscope, en chloritoschistes à grenat, rutile, sphène et feldspath. Ces dernières roches me semblent être des amphibolites chloritisées, où il ne reste plus d'amphibole.

Les galets des conglomérats sont formés de micaschistes et de gneiss fins entièrement semblables. J'ai dit, dans la première Partie, que, dans les conglomérats à gros galets du versant Nord, il a été trouvé un caillou de gneiss à grands cristaux d'orthose, et que ce gneiss est très analogue aux gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier.

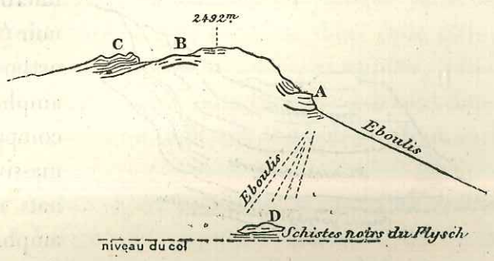


Fig. 14. — La butte de Serre-Chevalier, vue de l'Ouest.

La butte de Serre-Chevalier (point 2 492 de la carte) est séparée du Sommet-de-l'Eychauda par une croupe gazonnée, mais lépreuse, où affleurent les schistes sombres du Flysch, et par un large col, composé lui-même de deux collets entre lesquels est un monticule arrondi. Le collet de l'Ouest est ouvert dans le Flysch; le collet de l'Est montre l'affleurement, à travers une déchirure du Flysch, d'un bouton calcaire, que j'ai déjà décrit, et qui est formé de Malm et de Trias.

Immédiatement à l'Est de ce bouton calcaire, on retrouve un peu de Flysch (quelques mètres); puis vient la *quatrième écaille*.

La base de cette écaille est faite ici de poudingues à très petits galets cristallins (affleurement D de la figure 14). Au-dessus de ces poudingues, qu'il est souvent difficile de distinguer des micaschistes, viennent des micaschistes fissiles, dont les affleurements sont presque partout cachés par les éboulis ou le gazon.

On s'élève, sur le versant Ouest de la butte, en gravissant une pente d'éboulis où les débris de gneiss leptynitiques et de gneiss porphyroïdes se mêlent aux débris de micaschistes. On arrive ainsi à l'escarpement A de la figure 14, lequel est à 60 mètres environ au-dessus du niveau du col. La figure 15 donne le détail de cet escarpement.

A la base de l'escarpement A, les bancs plongent très faiblement vers le Nord. Sur quelques mètres de longueur, et sur une épaisseur de $1^{m},50$ à 2 mètres, on voit affleurer un banc de gneiss très feldspathiques, formés d'une alternance d'assises *porphyroïdes*, à grands cristaux de feldspath potassique, et d'assises blanches à grain fin, sortes de leptynite. Il y a des intercalations de micaschiste très phylliteux et grenatifère. Ces diverses roches ont été longuement décrites dans la première partie de ce mémoire.

Au-dessus des gneiss vient un banc très rocheux, épais de 4 à 6 mètres, formé de micaschistes verts, très serrés et très durs, qui se résolvent, au microscope, en micaschistes à mica noir (chloritisé) et à mica blanc, avec orthose et grenat. Ils supportent des amphibolites d'un vert foncé, très compactes et très tenaces, presque massives, où abondent de petits grenats roses, visibles à l'œil nu. Ces amphibolites ont au moins 10 mètres d'épaisseur. Toutes les couches, au sommet de l'escarpement, sont brusquement redressées jusqu'à la verticale. Mais ce n'est là qu'un reploiement local. Comme les amphibolites affleurent sur l'arête Est de la butte, à peu près au niveau de A, et comme, d'autre part, on les retrouve en B, au Nord de la cime, il n'est pas douteux qu'elles ne passent sous les gneiss fins qui forment le point culminant de la butte.

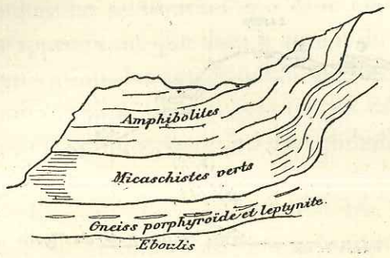


Fig. 15. — Détail de l'escarpement A de la figure précédente, vu du Sud.

Ces gneiss fins de la cime, horizontaux ou faiblement ondulés, ont l'aspect de micaschistes rougeâtres et friables, avec intercalations de bancs minces et durs, verts et blancs, très quartzeux. En réalité, ils sont riches en feldspaths (orthose, microcline, albite, parfois oligoclase ou andésine). Le mica noir (chloritisé) est presque aussi abondant que le mica blanc.

J'ai dit que l'affleurement B est formé d'amphibolites. Ces roches sont ici plus altérées qu'en A, mais elles sont, en somme, du même type. Elles plongent faiblement au Nord, sous les bancs C, qui ne diffèrent point des gneiss de la cime, mais qui sont plus rocheux, plus froissés et plus serrés, et qui ont un clivage très brillant, de couleur verte.

L'affleurement A est à 35 mètres environ, et l'affleurement B à 10 mètres, au-dessous de la cime.

Quand on suit l'arête Est, qui mène au col de la Ricelle, on marche d'abord sur des gneiss friables; puis on rencontre, à 10 mètres environ du sommet, un affleurement vert foncé, dur, épais de $0^{m},50$. C'est une mince intercalation d'amphibolite dans les gneiss. Plus bas affleurent des gneiss et des micaschistes très friables, plongeant faiblement à l'Ouest, et l'on arrive enfin à l'affleurement des amphibolites de la bande A, qui se trouve ici, comme je l'ai dit, à peu près au même niveau qu'au point A lui-même.

Sous ces amphibolites, l'arête Est ne montre pas de gneiss porphyroïdes, mais des micaschistes quartzeux et durs, surmontant une longue série de micaschistes variés, alternativement durs et tendres. C'est dans cette série, vers la cote 2 450, que s'intercale *une mince lame de poudingue noirâtre*, à très petits galets de quartz et de micaschiste. Le col de la Ricelle est ouvert dans des micaschistes tendres, très phylliteux, qui reposent, un peu plus loin, sur les schistes noirs du Flysch.

Au Nord de Serre-Chevalier et du col de la Ricelle, la *quatrième écaille* plonge vers le Nord et s'étale, à la façon d'un manteau, sur le versant de la montagne. Il y a là d'admirables prairies, abondamment pourvues de sources; et c'est une promenade délicieuse, que l'exploration de ce vaste lambeau (le plus vaste de tous) de la *quatrième écaille*.

Dès que l'on a quitté les environs immédiats de la cime 2 492, on ne rencontre plus guère que des micaschistes, le plus souvent dépourvus de feldspath, et fréquemment quartziteux. Cependant, sur la croupe Nord, à 1 kilomètre environ de la cime, affleurent des roches d'un vert foncé, relativement lourdes, qui sont des sortes de *prasinites*, c'est-à-dire des *gabbros métasomatosés*. Tout autour, il n'y a que des micaschistes.

A l'Ouest de cette même croupe, le substratum des micaschistes est partout le Flysch; mais, dès que l'on a dépassé l'affleurement sombre des prasinites, on voit le Flysch s'écraser entre la *quatrième écaille* et les marbres blancs et roses du Malm qui surgissent brusquement et viennent, sur la croupe, au contact des micaschistes. Cette bosse de Malm, très rocheuse et très blanche, se voit de fort loin. A moins de 100 mètres au delà, vers le Nord-Est, le Flysch reparaît (schistes noirs, gris et vert sombre), et forme le sommet d'un petit plateau, au Sud duquel s'étendent les micaschistes, et qui se termine, au Nord, à un brusque abîme, où l'on voit affleurer, sur plus de 50 mètres de hauteur, les calcaires du Trias.

Cette barre de Trias, qui domine la forêt de Goudissard et qui a fourni les matériaux du grand éboulement du Vallon de l'Envers, semble, quand on la regarde de loin, formée de couches horizontales et coupées à pic. Elle correspond, en réalité, à un pli monoclinal, à un simple *escalier* de la *troisième écaille*. Le Flysch et les micaschistes, qui surmontent la barre, se retrouvent en effet à sa base; et l'on peut, par l'Ouest ou par l'Est, contourner la même barre sans cesser de fouler, ou le Flysch ou les micaschistes. Le même *escalier brusque* de la *troisième écaille*, provoquant la même déchirure du manteau de micaschistes, s'observe au-dessus du point 1912. Entre ces deux *escaliers* s'étend une pente douce, où la *quatrième écaille* n'a pas été déchirée et est restée intacte : et c'est, entre les deux barres blanches de calcaires triasiques, comme une brèche, large de 600 à 800 mètres, remplie d'une coulée verdoyante de prairie et de forêt.

Le bord occidental de cette coulée est voisin d'un ravin assez profond, qui est l'origine du grand vallon de l'Envers, et qui reçoit, au pied de la barre triasique, les eaux d'un ravin latéral. Ce dernier est creusé dans la barre elle-même, tandis que le ruisseau principal coule à la limite des micaschistes (ou du Flysch) et des calcaires. Dans le ravin latéral, on voit les micaschistes reposer, horizontalement, sur les calcaires triasiques (rive gauche) ou sur le Malm (rive droite). Dans le ravin principal, le substratum des micaschistes est du Malm ou du Flysch. Vers la fourche des deux ruisseaux, la rive droite du vallon principal est formée de schistes noirâtres du Flysch, au milieu desquels se montre un assez long affleurement de quartzites du Trias. Je n'ai pu voir si ces quartzites sont situés sous le Flysch, ou s'ils sont posés sur lui, c'est-à-dire s'ils appartiennent à la *troisième écaille* ou à la *quatrième*. La dernière de ces deux hypothèses me paraît la plus plausible, eu égard aux faits que je vais exposer.

A l'origine du ravin principal, sur la rive droite, et au milieu des micaschistes (qui reposent, à 100 mètres de là, sur le Malm), on voit affleurer des cargneules du Trias. *Ces cargneules paraissent former un banc dans les micaschistes.*

Au Sud-Est de cet affleurement de cargneules, sur la large croupe qui descend de Serre-Chevalier dans la direction du Nord-Est, on observe, toujours au milieu des micaschistes, trois affleurements de quartzites triasiques ou permiens. Deux sont situés sur la croupe même : ils sont superposés l'un à l'autre et semblent séparés par un banc de micaschistes horizontaux; et ils montrent des quartzites blanc rosé et des quartzites et des schistes de couleur lie de vin. Près de l'affleurement le plus élevé, et un peu en dessous (au Nord de la croupe), on voit quelques blocs épars de cargneules. Le troisième affleurement est situé non loin de ce dernier point, et sur le versant Nord de la croupe, au pied d'un talus assez raide. C'est un banc de quartzites lie de vin. Tout auprès, le sol est jonché de débris de cargneules. Ce troisième affleurement semble être, comme les deux premiers, *intercalé dans les micaschistes*. Aux alentours, les assises cristallines sont, dans leur ensemble, horizontales; mais dans le détail, elles sont assez fortement ondulées, de sorte que l'affleurement de cargneules (près du ravin) et les trois affleurements de quartzites peuvent appartenir à une seule et même lame, incluse dans les assises de base de la *quatrième écaille*.

A 300 ou 400 mètres des affleurements de quartzites, la large croupe dont j'ai parlé aboutit à un petit plateau calcaire, formé par le Malm de la *troisième écaille*. Au Nord-Ouest de ce plateau, on voit un peu de Flysch (schistes noirâtres) s'intercaler entre le Malm et les micaschistes. Et, en un point, on peut observer, placée *entre le Flysch et les micaschistes*, c'est-à-dire incluse encore dans la base de la *quatrième écaille*, une mince lame de calcaire triasique.

C'est encore à cette lame de terrains triasiques, arrachée au substratum et enrobée dans la *quatrième écaille*, qu'il faut rapporter un petit affleurement de quartzites blancs, situé en pleine forêt, vers la cote 1900, sur un plateau qui sépare le vallon de l'Envers du vallon faisant face aux Pananches. En cet endroit même passe un large chemin de bestiaux, qui conduit aux Faures. Les quartzites, du type triasique le plus classique, sont intercalés dans les micaschistes : l'ensemble plonge au Nord, sous un angle d'une vingtaine de degrés, et va s'enfoncer un peu plus loin sous le Flysch, c'est-à-dire sous le flanc inverse du pli couché de Goudissard.

Dans la figure 16, la première coupe est prise à peu de distance au Nord de la Fontaine-Saint-Jacques, sur la large croupe qui relie Serre-Chevalier au point 1912, vers 2350 mètres d'altitude. Le raccordement entre les trois affleurements de la lame est hypothétique : et il est fort possible que cette lame soit composée d'une série de lentilles, et même que ces lentilles soient incluses dans différents plans de la formation cristallophyllienne (comme on l'observe, sur une petite échelle, à la Butte des Galets). La deuxième coupe est celle dont j'ai parlé au précédent alinéa, et que l'on observe en descendant aux Faures.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Un autre affleurement de la lame, non moins net que les cinq premiers, est visible dans les prairies en pente douce qui s'étendent au Sud-Ouest de la butte 1912. Il forme, au milieu des micaschistes, une sorte d'arête peu saillante, dirigée du Sud-Est au Nord-Ouest, et dont l'extrémité Nord est située sur la rive droite du vallon principal (vallon faisant face aux Pananches) et à quelques mètres du large chemin des bestiaux. En cet endroit, la lame présente un banc de quartzite blanc rosé, et des schistes rouges d'aspect permien. L'in-

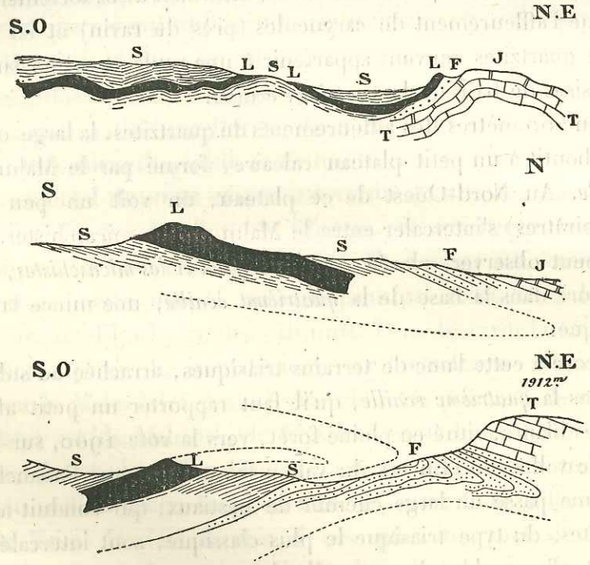


Fig. 16. — Lame de Trias et de Permien incluse dans la partie basse de la *quatrième écaille*.
T. Calcaires du Trias. — J. Malm. — F. Flysch. — S. Micaschistes. — L. Lame étirée de Trias et de Permien.

clinaison est d'environ 30 degrés vers le Sud-Ouest. Le toit et le mur sont formés de micaschistes. On retrouve la lame au Sud-Est de ce point, toujours sur le chemin des bestiaux, à l'entrée de la forêt; et elle présente encore une association de schistes rouges et verts (Permien) et de quartzites rose pâle : mais ici le pendage n'est pas visible. La troisième coupe de la figure 16 est menée par la butte calcaire 1912 et par l'extrémité Nord de l'affleurement en question.

Au Sud du point 1912, le grand ravin qui descend vers Chantemerle est creusé dans le Flysch, sommet de la *troisième écaille*. A l'aval, les schistes noirs

du Flysch paraissent contigus aux grès houillers, suivant une surface de contact presque verticale ou renversée (plongeant à l'Est). J'ai dit, au précédent chapitre, que ce brusque enfoncement du Flysch est le prolongement méridional du pli couché de Goudissard, c'est-à-dire du *premier synclinal à l'Ouest de l'éventail*. Sur la rive gauche, un lambeau de micaschistes surmonte le Flysch, et, dans sa partie haute, vient se coller au Malm et même au Trias; le Flysch d'abord, le Malm ensuite, disparaissant par étirement. Sur la rive droite, à une soixantaine de mètres au-dessus du torrent, on retrouve les micaschistes, toujours superposés au Flysch, et l'on peut désormais les suivre jusqu'au col de Prorel.

La fourche des torrents, dans ce même vallon qui fait face à Chantemerle, est dominée, au Sud, par une barre de calcaire triasique qui correspond encore à un pli monoclinal, à un brusque escalier de la *troisième écaille*. Le sommet de cette barre est un plateau, formé par des calcaires horizontaux du Trias ou du Malm, supportant eux-mêmes le Flysch (réduit ici à quelques mètres d'épaisseur) ou les micaschistes. Quand on s'approche du bord du plateau, on voit les couches calcaires devenir brusquement verticales. Au pied de la falaise, elles descendent verticalement, désormais cachées par le Flysch qui remplit tout le vallon.

Mais le bord Est de la barre montre une particularité intéressante. On y voit le Malm (qui est ici le terme le plus élevé de la *troisième écaille*) s'enfoncer sous une mince lame de grès houiller. Dans le lit du torrent qui longe le bord Est de la barre, des quartzites du Trias, épais de quelques mètres, s'intercalent entre le Malm et le Houiller. Les grès houillers affleurent, très à découvert, sur le plateau qui correspond au sommet de la barre, de part et d'autre du ruisseau; et on les voit au Sud, près d'une petite bosse qui ramène le Malm et le Trias, toucher aux micaschistes. *Il n'est pas douteux* que ces grès houillers ne forment ici la base de la *quatrième écaille* et n'appartiennent, par conséquent, à la lame de terrains étirés dont j'ai signalé déjà toute une série d'affleurements. Ici, le Houiller apparaît sur le bord Ouest du synclinal de micaschistes : mais en somme sa position est à peu près la même que celles du lambeau permien au Sud-Ouest du point 1912 et du lambeau triasique au Sud des Faures. La figure 17 est une coupe Est-Ouest à travers ce synclinal, menée par le point où le ruisseau, jusque-là paresseux, s'échappe brusquement vers le Nord, en suivant le bord oriental de la barre.

Deux autres affleurements *indubitables* de la lame étirée, incluse dans la

base de la *quatrième écaille,* sont ceux du col de Prorel et de la forêt de Goudissard, desquels j'ai déjà parlé au chapitre précédent. J'ai dit qu'au col de Prorel on observe une intercalation de quartzites roses, puissante de quelques mètres, entre les calcaires triasiques qui dominent le col à l'Est, et les micaschistes. Et j'ai dit aussi qu'au sommet de la forêt de Goudissard, à quelques centaines de mètres au Sud-Est du sommet coté 2143, on voit, sur un petit sentier, un lambeau de grès houiller posé sur les schistes noirs du Flysch.

Au Nord-Est du col de la Ricelle, non loin du plateau où l'on voit le Houiller reposer sur le Malm et former la base de la *quatrième écaille,* affleurent, au milieu des micaschistes, plusieurs pointements de calcaire triasique et un pointement de brèche du Lias. Ces affleurements calcaires n'ont chacun que quelques mètres carrés de surface. On peut se demander si ce sont des témoins de la lame étirée, incluse dans la base de la *quatrième écaille,* ou si ce sont des

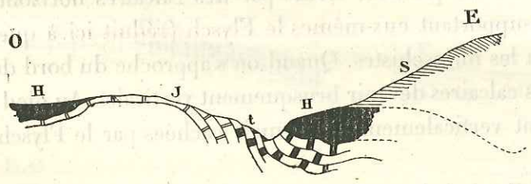


Fig. 17. — Lame de Houiller et de Trias à la base de la *quatrième écaille.*

bosses de la *troisième écaille* perçant la couverture de micaschistes. Cette deuxième hypothèse est plus vraisemblable que l'autre, parce que, dans le prolongement de cette ligne de pointements calcaires, au contact même du Houiller, on voit un dernier affleurement, plus étendu que les autres, et composé de calcaires du Trias et du Malm qui semblent plonger au Nord *sous le Houiller,* de la même manière qu'ils plongent, au Sud et à l'Ouest, sous les micaschistes.

Quelle que soit l'exacte solution de ce dernier problème, c'est un fait désormais acquis que la *quatrième écaille* renferme, dans sa base, une lame de terrains houillers, permiens, triasiques ou jurassiques. Cette lame est prodigieusement étirée, jusqu'à prendre l'allure lenticulaire, l'allure d'un *gîte en chapelet.* Son épaisseur ne dépasse pas quelques mètres, sauf au point par où est menée la coupe de la figure 17, et où cette épaisseur atteint quelques dizaines de mètres. Tantôt cette lame forme la base même de l'écaille, c'est-à-dire repose sur le Flysch ou le Malm; tantôt elle a au-dessous d'elle une faible

épaisseur de micaschistes ou de conglomérats à galets cristallins. L'extension de cette lame est constatée sur une aire totale de plus de 5 kilomètres carrés. Il y a en effet, à vol d'oiseau 3 500 mètres du col de Prorel à la Butte des Galets et 1 500 mètres de Serre-Chevalier à l'affleurement houiller (superposé au Flysch) de la forêt de Goudissard.

Les conglomérats à galets cristallins, que j'ai signalés au col de Serre-Chevalier et sur l'arête Sud-Est de la butte du même nom (2492), se montrent encore, près de la Fontaine Saint-Jacques, en trois ou quatre points, tout à la base de la *quatrième écaille,* c'est-à-dire au contact du Flysch, du Malm ou du Trias. La carte géologique au 50.000e n'indique que le plus important de ces affleurements, et elle en exagère les dimensions. Ce sont des poudingues à galets de quartz blanc et de micaschistes, sans galets triasiques ou permiens. La dimension des galets ne dépasse pas quelques centimètres.

Au Nord de l'affleurement dessiné sur la carte, je n'ai trouvé aucun témoin *en place* des conglomérats ou poudingues à galets cristallins. Dans la forêt de Goudissard et dans les prairies de Champessa, les micaschistes viennent partout au contact du Flysch.

Telle est la *quatrième écaille.* A l'Ouest, c'est-à-dire à l'Eychauda et à Mal-Parti, elle est formée, à peu près par moitié, de conglomérats oligocènes à très gros galets, cristallins et autres, et d'assises cristallines. A l'Est, c'est-à-dire à Serre-Chevalier, elle ne renferme plus que de minces bancs de conglomérats, et ces conglomérats ne sont plus que des poudingues à petits galets. Plus à l'Est encore (col de Prorel), et plus au Nord, les poudingues disparaissent à leur tour, et l'on ne voit plus, en dehors de la *lame étirée,* que micaschistes. La *lame étirée* semble exister partout, au moins virtuellement; elle affleure, en tout cas, sur des points fort éloignés (col de Prorel, Butte des Galets, forêt de Goudissard).

Considérée comme un *bloc,* ou comme un *paquet d'assises,* la *quatrième écaille* est posée sur le Flysch de Prorel et du Fanjas. Dans l'ensemble, elle plonge faiblement au Nord, avec de brusques soubresauts, et, par endroits, des chutes rapides. Sur son bord Nord et sur son bord Est, elle est ployée en un synclinal, lequel est plus ou moins déversé vers l'Ouest ou le Sud-Ouest. Ce synclinal, qui passe au col de Prorel, puis à quelque distance au Sud du point 1912, puis à 1 kilomètre environ au Sud de Goudissard, est la première ondulation du système d'écailles que l'on trouve à l'Ouest de l'*éventail.* Il se

prolonge, au delà de la Guisanne, par les quartzites et les *marbres en plaquettes* qui dominent Monêtier; mais l'on n'y observe plus aucun témoin de la *quatrième écaille.*

J'ai dit, dans la première partie de ce mémoire, que les conglomérats à galets cristallins ont emprunté leurs matériaux à des assises cristallines entièrement identiques à celles de la *quatrième écaille;* que ces conglomérats sont certainement oligocènes; enfin, que les micaschistes, les gneiss, les amphibolites et les roches vertes de la *quatrième écaille* appartiennent au complexe des Schistes lustrés. Quelle que soit la limite supérieure de l'âge de ce complexe, il est certain que les assises cristallines en question sont antérieures au dépôt des conglomérats.

Or les conglomérats forment, d'une façon générale, la base de l'écaille. De plus, ils reparaissent à un niveau supérieur, sur le versant Nord de l'Eychauda

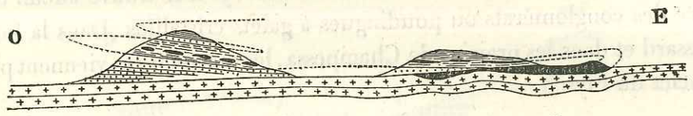


Fig. 18. — Schéma de la structure de la *quatrième écaille.*

Le figuré opaque correspond à la *lame étirée* de terrains houillers, permiens, triasiques et jurassiques. — Les petits points noirs indiquent les conglomérats oligocènes à galets cristallins. — Les petits traits parallèles, les assises cristallophylliennes; les petites croix, le Flysch et le Malm de l'écaille sous-jacente.

et sur l'arête Sud-Est de Serre-Chevalier. L'écaille comprend donc, tout au moins, trois séries d'assises : une série renversée, à la base; une série normale, dans le milieu, se terminant au niveau supérieur de conglomérats; enfin une deuxième série renversée, correspondant aux deux sommets de l'Eychauda et de Serre-Chevalier. Il est naturel de penser que la *lame étirée* de terrains houillers, permiens, triasiques et jurassiques, apparaît, soit en dessous de la première série, soit entre la première et la deuxième. Au col de Prorel, à la naissance du grand vallon qui descend à Chantemerle, et près du point 2143, la *lame étirée* est la base même de l'écaille; ailleurs elle est intercalée dans les micaschistes et sépare une série renversée d'une série normale.

La *quatrième écaille* est donc un paquet plissé, dont la complication est, *au moins,* celle que représente, schématiquement, la figure 18.

Que ces plissements soient la cause déterminante, ou qu'ils ne soient qu'un phénomène secondaire de la formation de l'écaille, ils sont nettement antérieurs aux ondulations et aux soubresauts qui affectent cette écaille, et

antérieurs aussi au plissement qui a façonné en un synclinal, déversé vers l'Ouest ou le Sud-Ouest, le bord Nord-Est du paquet. Cette conclusion, dont l'importance est extrême, me semble acquise d'une façon définitive.

Mais ce façonnement, en un synclinal déversé, du bord Nord-Est du paquet, c'est la déformation de l'*éventail alpin.* La *quatrième écaille existait donc, à la place qu'elle occupe aujourd'hui, et avec la même complexité de structure, avant la déformation dernière de l'éventail.*

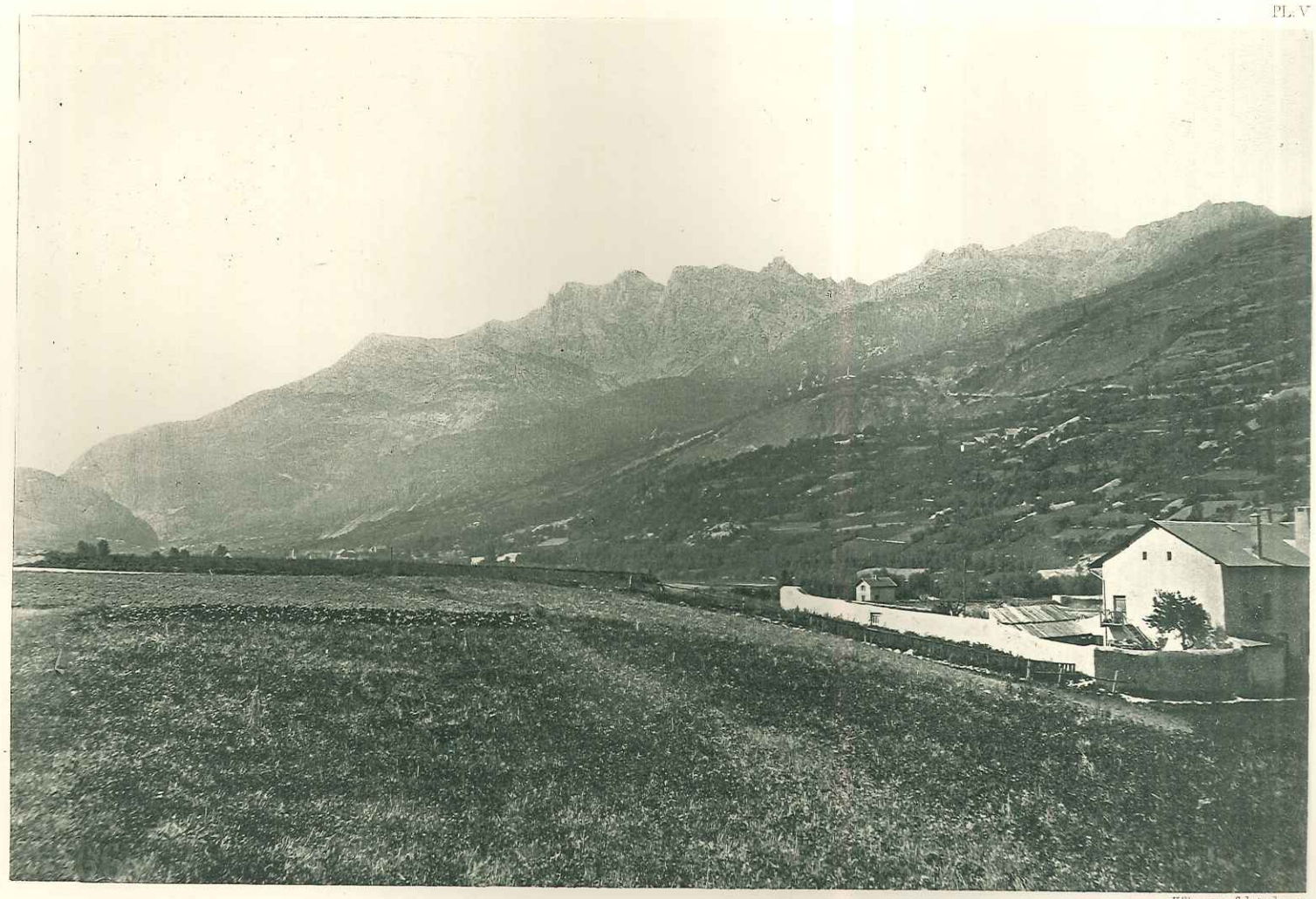
CHAPITRE IV.

LA CHAÎNE DE MONTBRISON.

Cette chaîne, qui atteint à la Condamine, son plus haut sommet, l'altitude de 2936 mètres au-dessus du niveau de la mer, est formée par les reploiements de la *troisième écaille* (celle qui, au col de la Pisse, s'enfonce sous les conglomérats à galets cristallins), et de la *deuxième écaille*, qui apparaît, çà et là, sous la troisième. Dans le détail, ces reploiements sont extraordinairement complexes. Dans l'ensemble, comme on le voit immédiatement sur les coupes, les deux écailles sont courbées en un vaste anticlinal : à l'Est de l'arête, elles plongent vers la Durance; à l'Ouest de l'arête, elles plongent vers Vallouise. La vallée du Gyr, de Vallouise aux Claux, et le vallon de l'Eychauda, des Claux à Riéou-la-Selle, correspondent à un synclinal du système des nappes, parallèle et contigu à l'anticlinal de l'arête. A l'Ouest de ce synclinal, dont l'axe se tient sur la rive gauche du Gyr et sur la rive gauche du torrent de l'Eychauda, les nappes reprennent leur inclinaison vers l'Est. Partout le Flysch de la grande bande embrunaise (*zone du Flysch*) plonge à l'Orient, sous le système des nappes.

Au col de la Pisse, le sommet de la *troisième écaille* est formé par les calcaires du Trias. Ce sont eux qui se dressent, en une butte rocheuse, au Sud du col. Mais il suffit de marcher pendant quelques instants vers le Sud-Est, pour voir des placages discontinus de Malm rouge apparaître, collés à la surface des bancs triasiques. D'autre part, dès que l'on a quitté le col, en marchant vers l'Est, on voit les schistes noirs du Flysch s'intercaler, avec une épaisseur très rapidement croissante, entre ce Trias plus ou moins plaqué de Malm et la base de la *quatrième écaille*.

Contournons par l'Est la butte de calcaires triasiques qui domine le col de la Pisse, et reprenons, à 1 kilomètre environ au Sud du col, l'arête qui conduit à la Condamine. Nous verrons alors que les calcaires triasiques reposent sur le Malm, et que celui-ci se prolonge sans interruption jusqu'au sommet de la montagne. C'est le Malm qui affleure aux deux petits cols qui terminent à



Héliogravure Schutzenberger

LA CHAÎNE DE MONTBRISON

Vue de la rive gauche de la Durance, un peu à l'aval de Briançon.

Héliogravure Schutzenberger

LA CONDAMINE (2936^{m}) VUE DU SOMMET DE L'EYCHAUDA

La cime est formée de Flysch noir, sous lequel viennent les gros bancs du Malm, simulant des coulées de lave pâteuse. A droite, on voit l'écaille plonger vers Vallouise.

l'Ouest le vallon des Combes. Au plus méridional de ces deux cols, un petit lambeau de Flysch noirâtre est posé sur les assises jurassiques. Au col septentrional, on observe une alternance de calcaires en plaquettes, de schistes noirâtres, et de marbres analogues à ceux de la Cucumelle : et ce complexe, qui est certainement, ou du Malm, ou du Crétacé, ou de l'Éocène, s'enfonce, à quelques mètres plus loin vers le Nord, sous les calcaires triasiques. Sous l'arête qui, de là, mène au col de la Pisse, il y a, du côté de l'Ouest, une barre rocheuse qui domine un vallon pierreux et désolé. Le haut de la barre est du Trias; la base est formée de schistes blancs ou violets, ou noirâtres (Malm ou Crétacé).

Au Sud des deux petits cols dont je viens de parler, le Malm, faiblement incliné vers le Nord, s'élève jusqu'au sommet de la Condamine. Au sommet même, il est surmonté d'un chapeau noirâtre de Flysch (Pl. VI).

Le Malm de la Condamine comprend, de bas en haut : des schistes ou des marbres schisteux, en fines plaquettes rouges ou grises, plus rarement gris brunâtre, parfois d'aspect ligneux; un gros banc de marbre blanc, ayant de 10 à 12 mètres d'épaisseur au maximum, et offrant localement les faciès dits *de Guillestre,* avec colorations roses ou même très rouges; un calcaire gris, massif, par place un peu rosé; de nouveau, un banc de marbres blancs; enfin des schistes et des marbres en plaquettes, semblables à ceux de la base, avec beaucoup de poupées siliceuses, noires ou brunes. Cet ensemble a, au maximum, 60 mètres de puissance. Il va d'ailleurs s'étirant rapidement vers le Sud-Ouest. Sous le sommet même, le Malm n'a guère que 20 mètres d'épaisseur.

Le gros banc de marbre et les schistes rouges et gris s'étalent largement sur le sommet Nord-Est de la montagne, à la façon d'un manteau. A l'Est, ils se reploient en un synclinal qui, localement, s'enfonce un peu sous les calcaires triasiques du Rocher-Bouchard.

Le chapeau de Flysch du sommet de la Condamine débute, à sa base, en certains points par des grès blancs et bruns, assez semblables aux quartzites triasiques, ailleurs par des grès grossiers, du type ordinaire. Puis viennent des schistes siliceux foncés, vert noir, ou bruns, habituellement gondolés ou plissotés, et traversés par de nombreuses veines de quartz blanc. Ces schistes renferment des quartzites bruns cariés, et aussi des bancs calcaires gris ou jaunâtres, sableux, passant parfois à des sortes de cargneules, et ressemblant beaucoup aux calcaires du Trias. L'ensemble n'a que quelques mètres d'épaisseur.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Le Malm de la Condamine repose partout sur les calcaires triasiques, le plus souvent directement, parfois avec interposition de quelques mètres de couches liasiques (*brèche du Télégraphe*). Le Lias est bien visible au Sud de l'arête qui relie la Condamine au Rocher-Bouchard. Quant au substratum triasique, il a, dans les escarpements du versant Sud, environ 100 mètres d'épaisseur, et il est entièrement calcaire. Dans le fond du cirque de Coste-Blaou, on voit ce substratum triasique de la Condamine reposer lui-même sur les *marbres en plaquette*, tête de la *deuxième écaille* (coupe VIII).

Il est certain que le Trias qui supporte le Malm de la Condamine se relie au Nord, par le bas du cirque des Clousagnes, au Trias que nous avons vu, à peu de distance au Sud du col de la Pisse, *reposer sur le même Malm*. Le Malm de la Condamine est donc, au Nord du sommet de la montagne, ployé en un synclinal. Ce synclinal n'est évidemment que le prolongement, vers le Nord-Ouest,

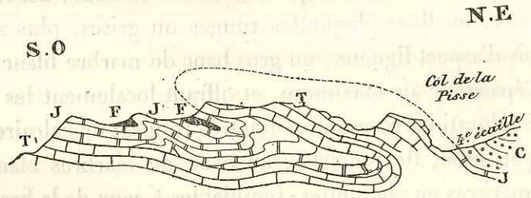


Fig. 19. — Coupe N. E.-S.O. passant à 500 mètres environ au Nord de la cime de la Condamine.
T. Calcaires triasiques. — J. Malm (et marbres crétacés). — F. Flysch. — C. Conglomérats de l'Eychauda (à galets cristallins).

de celui qui flanque, à l'Ouest, la cime du Rocher-Bouchard : à peine déversé près du Rocher-Bouchard, il va se déversant graduellement. Au Nord de la Condamine, il a la direction Est-Ouest, et il est très fortement couché au Sud, puisque les bancs plongent vers le Nord sous un angle d'environ 20 degrés. C'est là, d'ailleurs, un repli tout local de la *troisième écaille*. On n'en voit plus aucune trace au Nord des Clousagnes, vers la cabane des pâtres de La Selle.

Je donne ici (fig. 19) une coupe schématique à travers le versant Nord-Ouest de la Condamine, montrant ce repli synclinal de la tête de la *troisième écaille*.

Le cirque des Clousagnes (Pl. VII), au Nord-Ouest de la Condamine, est dominé de tout côté par des escarpements de calcaire triasique. Mais les *marbres en plaquettes*, tête de la *deuxième écaille*, apparaissent *sous* les calcaires triasiques, dans deux déchirures de la *troisième écaille*. La première de ces deux déchirures est à l'entrée du cirque, quand on vient de La Selle; la deuxième, beaucoup plus importante, passe à un petit col situé exactement à l'Ouest de la Condamine et séparant cette cime du piton rocheux qui domine les chalets de Chambran. A ce petit col, et sur le versant Nord de ce piton, on voit affleurer, sous les calcaires triasiques, des cargneules, des schistes verts et jaunes, et des calcaires en plaquettes gris et noirs. C'est, à n'en pas douter, le Trias schisteux [1], intermédiaire entre les calcaires à Gyroporelles et les quartzites. Mais ici, il n'y a pas de quartzites sous le Trias schisteux; et celui-ci repose sur les *marbres en plaquettes*, probablement crétacés.

A l'Ouest des deux déchirures, qui correspondent à une sorte de dôme local du système des nappes, les calcaires triasiques plongent vers la vallée, avec de multiples contournements dont la figure 20 donne une idée approximative. Ces contournements, parfois très aigus, font affleurer à diverses reprises, surtout vers le bas de l'escarpement, des bandes étroites et allongées de Flysch (schistes noirs, verts et lie de vin). Le même Flysch est visible au-dessus des maisons de Pré-du-Rocher, entre les *marbres en plaquettes* et les calcaires triasiques. Je crois donc que ces bandes de Flysch appartiennent à la tête de la *deuxième écaille*, et qu'elles correspondent à des replis anticlinaux du système des nappes. Cependant, pour certaines d'entre elles, je suis resté dans le doute, et il est possible qu'elles appartiennent à la tête de la *troisième écaille* (Flysch du sommet de la Condamine) et qu'elles correspondent à des replis synclinaux.

Je donne ici deux croquis à l'appui de la description qui précède (fig. 20). Le premier est une coupe à travers la partie basse du vallon des Clousagnes. Le deuxième est la traduction, sous forme de coupe, de la vue que l'on a du cirque de Clousagnes, quand on regarde vers le Sud. Les contournements des calcaires et des schistes, sous la cime de droite, sont d'une admirable netteté.

Avec d'innombrables variantes de détail, cette structure du versant occidental de la chaîne se conserve jusqu'aux hameaux des Parcher, dans la vallée de la Gyronde. Les calcaires triasiques de la *troisième écaille*, qui forment la plus grande partie de l'arête, descendent, de cette arête, vers Le Poët ou vers Vallouise, à la façon d'un manteau. Ce manteau est troué de larges et profondes déchirures, telles que le cirque de Coste-Blaou, et, plus au Sud, le ravin de

[1] Sur la carte géologique à 1/50.000e, je n'ai pas figuré ce Trias schisteux, afin de mettre mieux en évidence le fait important, qui est l'apparition des *marbres en plaquettes* sous les calcaires triasiques.

Paulin : et ces déchirures laissent voir, sous les calcaires triasiques, l'énorme masse des *marbres en plaquettes*, tête de la *deuxième écaille*. En outre, le manteau est plissé, surtout au-dessous de la cote 2000. Les plis sont fort aigus, souvent verticaux, parfois déversés vers l'Est, d'autres fois déversés vers l'Ouest. Ils déterminent l'apparition de longues bandes de Flysch (schistes de couleur foncée), parallèles d'ailleurs à la chaîne. Çà et là, avec le Flysch, affleurent de minces lames de Malm ou de brèche liasique.

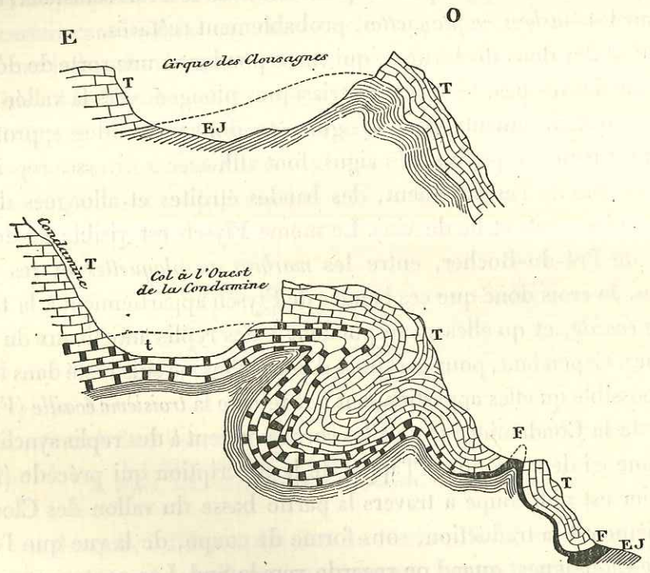


Fig. 20. — Les *marbres en plaquettes* de la deuxième écaille sous les calcaires et schistes triasiques de la troisième, au N.-O. et à l'Ouest de la Condamine.

t. Trias schisteux avec cargneules. — T. Calcaires du Trias. — EJ. Marbres en plaquettes, probablement crétacés. — F. Flysch.

Les complications de détail défient, d'ailleurs, toute description. Mais il est à noter que, nulle part, les quartzites n'apparaissent sur ce versant occidental de la chaîne, à la base de la *troisième écaille*. Cette base est formée partout, sauf en trois points, par les calcaires à Gyroporelles.

L'un des trois points a déjà été cité. C'est le fond du cirque de Clousagnes où l'on voit, entre les *marbres en plaquettes* de la *deuxième écaille* et les calcaires triasiques de la Condamine, s'intercaler le Trias schisteux.

Héliogravure Schutzenberger

LE CIRQUE DES CLOUSAGNES SOUS LA CONDAMINE

On voit à gauche la large voûte de La Condamine et la brusque retombée des écailles vers Vallouise. Au fond les montagnes de Flysch.

Un deuxième point, c'est l'arête Sud du pic de Montbrison. Le pic lui-même, dont l'altitude est 2825 mètres, est formé de calcaires triasiques fièrement découpés en une sorte de citadelle. C'est le *Château-du-Roi* des paysans de Vallouise. Sous les calcaires triasiques, et plongeant comme eux vers Vallouise sous un angle de 15 à 20 degrés, on observe, sur quelques mètres d'épaisseur, une alternance de schistes jaunes, de cargneules et de marbres noirs, caractéristique de l'étage schisteux du Trias. Ce Trias schisteux forme un instant l'arête, à 300 ou 400 mètres au Sud du pic de Montbrison, et il descend un peu sur le versant occidental. Nous verrons que, sur le versant oriental, il est constant, à la base de la *troisième écaille*, depuis le pic de Montbrison jusqu'au Rocher-Bouchard. Au petit col qui sépare le pic de Montbrison de la Tête-d'Amont, le Trias schisteux n'existe déjà plus. Au Nord de ce col, on le voit reposer sur un banc de marbre blanc qui appartient au Malm et qui se relie aux marbres fossilifères du versant oriental. Le col même est formé de plaquettes blanches ou verdâtres, qui sont du Jurassique supérieur ou du Crétacé, et qui sont la partie haute de la *deuxième écaille*. De là on peut descendre tout droit vers Vallouise, par les ravins qui aboutissent au torrent de Paulin. On marche alors sur les *marbres en plaquettes* jusqu'à la cote 1400 (environ), c'est-à-dire pendant la plus grande partie de cette descente. Çà et là, des lambeaux de Flysch noir sont collés à la surface des marbres. Dans la gorge de Paulin les *marbres en plaquettes*, plongeant vers la vallée sous un angle moyen de 20 degrés, s'enfoncent sous un massif de calcaires triasiques, qui n'est lui-même qu'un grand morceau du manteau calcaire (*troisième écaille*[1]).

Il y a un troisième point où, sur le versant occidental de la chaîne de Montbrison, la base de la *troisième écaille* est formée de couches plus anciennes que les calcaires à Gyroporelles. Ce troisième point, qui est fort curieux, se trouve au Sud-Ouest de la Condamine, à 1900 mètres environ d'altitude, près de l'endroit appelé Le Montet par la carte d'État-Major. On y voit un affleurement de *terrain houiller*, entouré de tout côté par les *marbres en plaquettes*. Les grès et schistes houillers plongent de 20 à 30 degrés vers l'Est, comme les marbres au milieu desquels ils forment une sorte d'intercalation lenticulaire, observable sur 300 mètres environ de longueur, et dont la puissance ne semble nulle part dépasser 30 mètres. Il y a un peu d'anthracite, transformé en du *graphite* impur; et ce graphite a fait autrefois l'objet de quelques fouilles, bientôt abandonnées.

[1] Consulter la carte à 1/50.000, et la coupe XI qui passe par le pic de Montbrison.

On ne voit pas affleurer la microdiorite, à laquelle, suivant toute vraisemblance, il faut attribuer la transformation de l'anthracite en graphite.

Il est clair que cette lentille de Houiller, noyée au milieu des marbres de la *deuxième écaille,* ne peut s'interpréter que comme un anticlinal aigu ramenant localement la base de la *deuxième écaille,* ou comme un synclinal aigu abritant un lambeau de la base de la *troisième écaille.* En tout cas, c'est un repli du système des nappes, en tout comparable à ceux que j'ai déjà signalés, et qui sont si nombreux, sur le versant occidental de la chaîne de Montbrison. La deuxième interprétation me paraît, de beaucoup, la plus vraisemblable, étant donnée la présence du Houiller, sous forme de mince lame, à peu de distance au Nord (Les Neyzets) et à la base de la *troisième écaille.* C'est d'après cette interprétation qu'a été dessinée la coupe n° VII de la planche en couleurs. La même coupe rencontre, un peu au-dessus du repli houiller et à la base des escarpements de la Condamine, une mince bande de Lias, formée de calcaires en plaquettes, bien lités, noirs ou bleus, et de schistes noirs. Les calcaires renferment de nombreux débris de Gastéropodes et de rares *Bélemnites.* Les bancs plongent vers la montagne, mais on voit dans les schistes de nombreux replis en zigzag. Il y a, en réalité, non pas une seule bande liasique, mais deux, séparées par une bande de calcaires du Trias. L'analogie de ce Lias et du *Lias de Vallouise,* qui affleure un peu plus bas, sous les marbres en plaquettes, cette analogie, dis-je, est telle que j'attribue les affleurements liasiques en question à la tête de la *deuxième écaille,* et que je considère comme un repli anticlinal le plissement qui les fait apparaître.

Le *Lias de Vallouise,* qui forme, sous le village de Puy-Aillaud, un escarpement de 300 mètres de hauteur, et qui est encore très épais sur la rive gauche du Gyr, entre le village des Claux et la base de Coste-Blaou, s'en va mourir à peu de distance au Nord des Choulières, presque exactement au-dessous de l'affleurement houiller dont je viens de parler. Au Sud de Puy-Saint-Vincent il meurt de même, graduellement écrasé entre les *marbres en plaquettes* qui le surmontent et les assises du Flysch sur lesquelles il repose. Sur la rive gauche du Gyr, à l'Est des Choulières, il est formé d'une alternance de calcaires bien lités, se débitant en plaquettes noires, de schistes rugueux chargés de sidérose, de bancs massifs d'un calcaire à *Entroques,* enfin de rares bancs bréchiformes. Les bancs sont presque horizontaux, ou plongent vers l'Est ou le Nord-Est, sous un angle de 20 degrés au maximum. Entre les bancs supérieurs de ce Lias et l'affleurement houiller, il y a, sur 150 mètres environ d'épaisseur, des

marbres en plaquettes, blancs ou grisâtres, parfois noirâtres, parfois un peu chloriteux, avec des intercalations de marbres compacts et durs.

L'épaisseur du *Lias de Vallouise,* à l'Est des Choulières, atteint peut-être 300 mètres, comptés normalement aux assises. A Vallouise et à Puy-Saint-Vincent, elle atteint certainement 500 mètres, sinon davantage.

Au Nord du Montet, les *marbres en plaquettes* représentent à eux seuls la *deuxième écaille* et reposent directement sur le Flysch. Il faut dépasser, vers le Nord, le hameau de Chambran et aller jusqu'au-dessus de Riéou-la-Selle pour voir, de nouveau, s'intercaler un peu de Lias et de Trias entre le sommet du Flysch et la base des *marbres en plaquettes.* L'épaisseur de ces derniers est partout supérieure à 200 mètres. A Saint-Antoine et dans la vallée de la Gyronde, leur puissance atteint 700 mètres au moins, et peut-être même 1 kilomètre.

De même que le sommet de la Condamine, la cime du Sablier (2933 mètres) est constituée par un chapeau de Malm et de Flysch posé sur les calcaires triasiques. Sous le Malm, en quelques points, on voit apparaître un peu de brèche liasique, mais toujours peu épaisse et fort discontinue. Le Malm a de 60 à 80 mètres d'épaisseur, et il n'est point, ici, replié sur lui-même. On peut aisément l'étudier en suivant l'arête mousse qui, du col de Terre-Déserte, mène au sommet de la montagne. C'est une alternance de gros bancs de marbre blanc ou rose (*marbre de Guillestre*), parfois fossilifère; de marbres rouges, roses, gris ou verts, en fines plaquettes; de schistes satinés versicolores; de calcaires gris ou jaunes, bréchoïdes; de calcaires et de schistes noirâtres. Les plaquettes, examinées au microscope, montrent des indices certains d'un laminage intense. L'épaisseur originelle de la formation jurassique était donc bien supérieure à 80 mètres.

Quant au Flysch, qui forme le point culminant, il se compose de grès blancs grossiers, de schistes argileux noirs, très froissés et plissés, et de rares bancs calcaires, sans fossiles.

A l'Ouest de la cime, le Flysch et le Malm plongent vers le Gyr, sous un angle croissant, qui atteint bientôt 20 degrés. C'est la pente habituelle de toutes les assises dans la partie haute du versant occidental de la chaîne de Montbrison.

Entre les cabanes de Soubeyran et la base des grands escarpements du Sablier, on ne compte pas moins de quatre replis, plus ou moins aigus, ramenant les schistes noirs du Flysch, sous la forme de longues bandes, au milieu des calcaires triasiques. La bande la plus basse est très mince. D'abord composée

de schistes verticaux (au-dessus de Gérard), elle se couche peu à peu vers l'Est : au Sud de Coul-d'Aval, dans la grande croupe pierreuse et infertile qui domine Le Poët, elle se termine par une lame de brèche liasique et de marbre de Guillestre, de quelques mètres d'épaisseur, faisant un angle de 45 degrés avec le plan horizontal. Cette lame ne va pas tout à fait jusqu'au ravin de Paulin; mais, au delà de ce ravin, une lame de Flysch apparaît, dans les mêmes conditions, et qui semble la prolonger. On peut suivre cette dernière jusqu'à une petite brèche, ouverte dans la longue arête calcaire qui sépare le ravin de Paulin du ravin de la Champarie.

La deuxième bande de Flysch est beaucoup plus large, mais beaucoup moins longue. Elle s'arrête, vers le Sud, sous les maisons de Coul-d'Amont. A mi-chemin, elle s'accidente d'un pli secondaire qui fait affleurer, au milieu du Flysch, une sorte d'îlot lenticulaire, où s'associent une lame de calcaire triasique et une lame de marbre jurassique.

La troisième bande de Flysch est encore plus courte que la précédente; mais la quatrième, qui prend naissance à la base du cirque de Coste-Blaou, et qui passe un peu au-dessus des cabanes de Coul-d'Amont, peut se suivre jusqu'au ravin de Paulin. Elle passe au petit col qui sépare la croupe pierreuse du Poët (dont j'ai déjà parlé) des escarpements de Montbrison. Là, je veux dire dans ce petit col, elle montre un peu de Flysch, et, *sur ce terrain,* un peu de Malm. Le tout plonge de 40 degrés vers l'Ouest, sous les calcaires triasiques de la croupe pierreuse.

Cette dernière bande de Flysch (la quatrième quand on vient d'en bas), repose, tantôt sur les *marbres en plaquettes* parfaitement caractérisés (ravin de Paulin), tantôt (au-dessus de Coul-d'Amont) sur des assises d'un type spécial. Ce sont des calcaires compacts, bien lités, ressemblant de loin aux calcaires triasiques, mais qui passent latéralement, vers le Nord comme vers le Sud, aux *marbres en plaquettes.* Ces bancs compacts plongent vers l'Ouest, et on les voit, du côté de l'Est, supporter toute la *troisième écaille,* laquelle forme les escarpements supérieurs. Entre eux et les calcaires triasiques il y a une intercalation à peu près continue, mais très mince, de schistes noirs du Flysch. A cette intercalation correspond la longue bande jaune qui, sur la carte géologique à 1/50.000e, longe le bord Ouest des calcaires triasiques du Sablier.

Les coupes en couleurs, nos IX, X et XI, résument et éclaircissent toute cette description. On voit la raison pour laquelle j'attribue à des replis anticlinaux, et par conséquent à la tête de la *deuxième écaille,* les quatre bandes de Flysch

Héliogravure Schutzenberger

VALLOUISE, VUE DES PENTES DU SABLIER

Au premier plan, brusque repli ramenant le Flysch noir au contact des calcaires triasiques. Dans un plan intermédiaire, le col boisé de la Pousterle, et, à sa droite, l'extrémité du paquet d'écailles reposant sur le Flysch. Au fond, la chaîne de Dormillouse (Flysch).

situées entre Coul-d'Amont et Saint-Antoine. Le Flysch que l'on voit, au-dessus de Coul-d'Amont, s'insinuer sous les calcaires triasiques de Montbrison et du Sablier, ce Flysch-là, sans contestation possible, est la tête de la *deuxième écaille*. Il repose, soit sur les *marbres en plaquettes*, soit sur des bancs compacts qui passent latéralement à ces marbres. Au col qui termine la croupe pierreuse du Poët, *sur ces mêmes bancs compacts*, le Flysch reparaît avec un peu de Malm : et c'est l'extrémité méridionale de la quatrième bande ; et ce Flysch et ce Malm s'enfoncent, à l'Ouest, sous les calcaires triasiques de la croupe pierreuse, lesquels, *sans aucun doute*, appartiennent à la *troisième écaille*. Dans ces conditions, il est presque certain que le Flysch de la quatrième bande n'est que le prolongement du Flysch de la base des grands escarpements, et donc qu'il appartient, lui aussi, à la tête de la *deuxième écaille*. D'autre part, il semble impossible de séparer de la quatrième bande les trois bandes inférieures : ce sont exactement, et le même faciès de Flysch, et les mêmes allures. Toutes les bandes semblent donc correspondre à des plis anticlinaux : et telle est l'interprétation adoptée dans le dessin des coupes en couleurs. J'avais, au commencement de 1900, essayé l'interprétation contraire dans le dessin des coupes de la figure 11 de ma notice sur le *Massif du Pelvoux et le Briançonnais* (livret-guide du 8e Congrès géologique international) : mais j'ai reconnu, depuis lors, que cette hypothèse *synclinale* se heurte, sur le terrain, à de véritables invraisemblances.

Mais, s'il est ainsi à peu près démontré que toutes les bandes et tous les lambeaux de Flysch compris entre Coste-Blaou et le ravin de Paulin appartiennent à la tête de la *deuxième écaille*, c'est, par contre, à la tête de la *troisième écaille* qu'il faut attribuer les lambeaux de Flysch observés, entre les cotes 2100 et 2700, sur le versant Ouest de la Tête-d'Amont. Ces derniers lambeaux sont, en effet, posés sur les calcaires triasiques de la *troisième écaille*, sans qu'il puisse rester, à cet égard, le moindre doute. Ils correspondent donc aux chapeaux de Flysch du Sablier et de la Condamine. Entre eux et le Trias, le Malm a disparu par l'effet du laminage.

Le sommet de la Tête-d'Amont (2810 mètres) est constitué par des calcaires triasiques plongeant de 25 degrés vers l'Ouest, sous lesquels, au Nord et à l'Est, apparaissent les marbres du Malm, et qui reposent, au Sud, à l'origine des formidables couloirs des Vigneaux, sur des *marbres en plaquettes* ou sur du Flysch. Ces calcaires triasiques de la Tête-d'Amont sont le prolongement méridional de ceux de Montbrison. Vers l'Ouest, ils ont la

IMPRIMERIE NATIONALE.

pente même de la montagne; et, quand on descend, du sommet, à Vallouise, on marche longtemps sur les mêmes bancs (Pl. IX). C'est seulement vers la base de la montagne, entre 1200 et 1800 mètres d'altitude, que des replis anticlinaux ramènent, sous les pas du géologue, une première fois un peu de Flysch, une deuxième fois les *marbres en plaquettes* (arête entre le ravin de Paulin et le ravin de la Champarie).

Il va sans dire que cette plongée vers Vallouise des calcaires triasiques de la Tête-d'Amont ne va pas sans quelques ondulations. C'est grâce à celles-ci que le Flysch supérieur a été conservé, çà et là, formant comme des flaques noires sur la blancheur du manteau calcaire. Les ondulations sont simples et à grands rayons de courbure au Nord du cirque où se rassemblent les eaux de la Champarie. Elles deviennent brusques et aiguës au voisinage de l'arête qui va de la Petite-Tête-d'Amont au point 2108, et qui domine les bois de Parapin. Cette arête correspond à un soudain changement dans l'inclinaison des nappes. Au Nord de l'arête, les calcaires plongent, en moyenne, de 30 degrés vers l'Ouest; au Sud de l'arête, ils tombent verticalement, ou presque verticalement, vers le Sud. Les escarpements qui surmontent la forêt de Parapin sont formés par des bancs calcaires verticaux, ou quasi verticaux, dressés comme des murs cyclopéens, et montrant, sur d'immenses étendues, les surfaces mêmes de la stratification. La figure 21 est un croquis pris sur l'arête en question, vers 2600 mètres d'altitude.

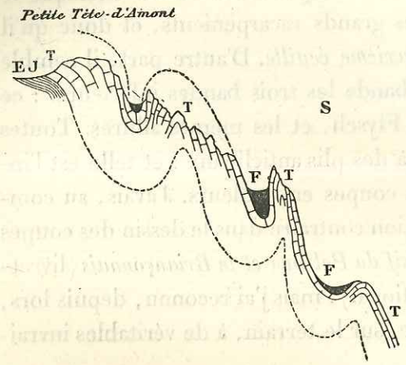


Fig. 21. — Lambeaux de Flysch à la partie haute de la *troisième écaille*, au Sud de la Petite-Tête-d'Amont.

F. Flysch. — T. Calcaires du Trias. — EJ. *Marbres en plaquettes* de la *deuxième écaille*, formant le col entre les deux sommets de la Tête-d'Amont.

Les grands couloirs, qui déchirent le versant Sud de la Tête-d'Amont et forment l'origine du torrent des Vigneaux, atteignent et entament profondément, sous la nappe des calcaires triasiques de la *troisième écaille*, le Malm et les *marbres en plaquettes*. L'arête orientale de la Tête-d'Amont est constituée par les marbres du Malm, d'abord horizontaux, puis, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du sommet, s'inclinant vers l'Est et formant ainsi la retombée orientale de la grande voûte. Ce Malm a, sous l'arête, plus de 100 mètres

Héliogravure Schutzenberger

LA TÊTE D'AMONT (2810^{m}) VUE DU COL DE LA POUSTERLE

Écailles courbées en dôme et plongeant, à gauche, vers Vallouise.

d'épaisseur. A 1 kilomètre environ à l'Est de la Tête-d'Amont, les assises jurassiques (marbres blancs ou roses, calcaires gris, schistes et plaquettes versicolores) s'enfoncent sous les brèches liasiques. Au Sud de la même arête les couches de Malm, pliées presque à angle droit, plongent brusquement vers le Sud et s'enfoncent, presque verticales, sous les *marbres en plaquettes* des grands couloirs. Il y a donc, entre la Tête-d'Amont et le village des Vigneaux, un brusque abaissement (d'au moins 1000 mètres) de la voûte énorme du système des nappes, à laquelle est due la chaîne de Montbrison.

Suivons maintenant cette même voûte vers le Nord, en traversant, de la Tête-d'Amont au Rocher-Bouchard, la partie haute du versant oriental de la chaîne : nous pouvons marcher constamment sur la tête de la *deuxième écaille*, mise à nu par l'érosion sur une longueur d'environ 5 kilomètres, et s'enfonçant à droite et à gauche sous les terrains de base de la *troisième écaille*. Cette tête de la *deuxième écaille* est constituée par le Malm, généralement flanquée sur la droite (à l'Est) d'une bande de Lias.

Le Malm est facilement accessible et observable dans le grand ravin qui descend au Nord-Est de la Tête-d'Amont. Ses caractères ne sont pas identiques à ceux du Malm du Sablier et de la Condamine. Il est formé surtout de calcaires massifs, ayant, dans la cassure fraîche, une couleur gris violacé, et, à l'extérieur et dans leur ensemble, une couleur grise un peu plus claire que celle des calcaires triasiques. Ces calcaires ont une énorme puissance (environ 200 mètres). Dans le haut du ravin ils se mêlent à des marbres blancs et roses, souvent fossilifères (*Bélemnites, Ammonites, Aptychus*), et à des bancs de schistes rouges. L'aspect de cette dernière zone rappelle le faciès ordinaire du Jurassique de Guillestre.

Dans le bas du même ravin, les bancs massifs du Malm sont verticaux. Entre eux et les calcaires du Trias, il y a une bande de brèche liasique, épaisse d'environ 100 mètres. Les bancs de brèche, noirâtres ou jaunâtres, délitables et désagrégés, contrastent vivement avec la blancheur et la solidité du Malm et du Trias. On peut les suivre au Sud du ravin. Ils forment le haut d'un petit cirque qui se déverse à l'Est vers le vallon de la Salcette ; puis on les voit, au delà d'une arête déchiquetée, passer dans les grands couloirs du cirque des Vigneaux. Au Nord, la bande liasique, graduellement amincie, se poursuit jusqu'à une petite brèche de l'arête Nord-Est du pic de Montbrison. Sur une longueur de 1200 ou 1500 mètres, cette bande liasique est flanquée, à l'Est,

d'une lame de quartzites du Trias. Quartzites, brèches liasiques et marbres du Malm, qui se juxtaposent ainsi dans l'escarpement, sont verticaux, ou plongent très fortement vers l'Est.

J'ai déjà dit que, sous le pic de Montbrison, la base de la *troisième écaille* est formée de Trias schisteux (marbres noirs en fines plaquettes ou en dalles brisées, cargneules, schistes jaunes). Ce Trias schisteux qui s'intercale ainsi entre les calcaires à Gyroporelles de l'arête et les marbres et calcaires du Malm sous-jacent est désormais constant jusqu'au Rocher-Bouchard. Son épaisseur est toujours faible (20 mètres au plus) : elle est très variable.

Dans le petit cirque qui s'ouvre au Sud-Est du pic de Montbrison, à l'altitude d'environ 2750 mètres, le Malm affleure en une large voûte, composée de bancs arrondis, s'incurvant en coupoles et en dômes. Ces bancs sont d'un calcaire gris clair, ou gris violacé, avec quelques intercalations de marbre rose. Çà et là, sur le Malm, traînent des lambeaux de Trias schisteux ou de calcaires à Gyroporelles. Les deux arêtes, fort escarpées, qui partent de ce cirque, et descendent à l'Est, commencent l'une et l'autre par une sorte de terrasse où affleurent les schistes jaunes du Trias, et sont ensuite formées de Malm, rapidement incurvé jusqu'à la verticale. Au delà du Malm, les deux arêtes montrent la bande liasique, puis la lame de quartzites du Trias, dont j'ai déjà parlé. Enfin, elles se terminent par d'épais gradins de calcaires triasiques.

Le couloir d'éboulis qui descend au Nord du pic de Montbrison est dominé, sur sa rive droite, par la voûte de Malm, formée de rochers blancs arrondis. Tout le long de la descente, en regardant vers le Nord, on voit devant soi, par delà un vaste ravin encombré de moraines, le prolongement de la même voûte dans les escarpements du Sablier. Le sommet de la voûte est marqué par une terrasse gazonnée, montrant çà et là, dans le vert des gazons, des taches jaunes, dues aux schistes du Trias. La retombée orientale de la voûte est formée par d'énormes bancs de calcaires blanchâtres, verticaux, et dressés en un mur de 100 mètres, et plus, de hauteur. Au pied de ce mur de Malm, il y a un très grand massif de quartzites du Trias, verticaux au voisinage du Malm, puis graduellement raplanis et plongeant toujours vers l'Est. Ces quartzites, qui sont le prolongement, très amplifié, de la lame que j'ai signalée dans les escarpements orientaux de Montbrison, sont partout, sous le Sablier, séparés du Malm par quelques mètres de Trias schisteux (schistes jaunes, marbres noirs, cargneules). Cette constatation est importante. Elle montre que le Trias schisteux de Montbrison et du Sablier est placé *sous* les quartzites, et qu'il appartient donc à une

série renversée, écrasée entre la *troisième écaille* et la *deuxième écaille*. La bande liasique que nous avons suivie, à l'Est de la voûte de Malm, depuis les grands couloirs du cirque des Vigneaux jusqu'à l'arête Nord-Est de Montbrison, est un autre témoin de cette même série renversée et écrasée.

Suivant toujours, vers le Nord, le sommet de la voûte de Malm, nous arrivons à un petit replat, situé exactement à l'Est de la cime du Sablier, où l'on voit, à côté de la voûte principale, une voûte secondaire, formée de brèche liasique. Un peu plus loin, les rapports du Lias et du Malm apparaissent clairement, et l'on voit que le Lias appartient, comme celui de Montbrison et celui de la Tête-d'Amont, à la série renversée. Le Malm est formé ici de bancs blancs très massifs, alternant avec des bancs d'une brèche jaunâtre (fig. 22).

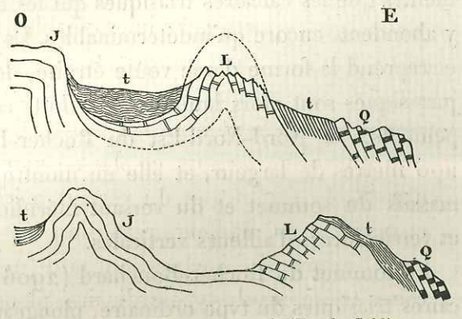


Fig. 22. — Deux coupes, à l'Est du Sablier, à travers la voûte de Malm.

Q. Quartzites du Trias. — *t*. Trias schisteux. L. Brèche liasique. — J. Malm.

Au Nord-Nord-Est du Sablier, la voûte s'interrompt un moment, cachée par une immense traînée d'éboulis. Elle reparaît, à un demi-kilomètre plus loin, dans un petit col, signalé de loin par des terres jaunâtres, qui s'ouvre dans l'arête Nord-Est du Sablier. La coupe en couleur n° IX passe par ce petit col. Le Trias schisteux (cargneules et schistes jaunes) forme le col même. A l'Ouest, il s'enfonce horizontalement sous les calcaires triasiques du Sablier, lesquels, un peu plus haut, se contournent violemment. A l'Est, le Trias schisteux s'avance jusque sur le sommet de la voûte de Malm. Celle-ci, très aiguë, et formée de bancs extraordinairement massifs, aux surfaces arrondies et comme fondues, est dirigée vers le Nord. Dans le grand vallon de Terre-Déserte, que l'on a sous les yeux, on voit cette voûte se prolonger, au milieu des gazons et des lambeaux de moraines, et, un peu plus loin, se gonfler en un dôme énorme, en une cloche géante, qui est la grosse cime ronde de l'arête de Rocher-Bouchard. A l'Est du petit col où nous sommes arrivés, le Malm plonge fortement sous le Trias schisteux; et celui-ci plonge à son tour sous les quartzites. Un peu plus loin vers l'Est, les quartzites se raplanissent beaucoup.

Dans le vallon de Terre-Déserte, le passage de la voûte est jalonné par des affleurements de calcaires gris bréchoïdes, riches en organismes. Ces calcaires, qui, de loin, ressemblent à des calcaires triasiques, sont certainement jurassiques. Ils sont flanqués, à l'Est, d'une bande de brèches liasiques, à patine blanche ou à patine jaune pâle. On arrive ainsi au pied de la grosse cime ronde qui s'élève immédiatement à l'Est du Rocher-Bouchard.

Cette cime ronde est entièrement formée par les calcaires massifs du Malm, soulevés en manière de dôme, ou de cloche. Les bancs sont arrondis et simulent, de loin, les formes d'écoulement d'une matière pâteuse. Ils sont beaucoup plus blancs, beaucoup plus épais, beaucoup moins lités et fragmentés que les calcaires triasiques qui les touchent à l'Ouest. Les organismes y abondent, encore qu'indéterminables. Le dôme s'abaisse sur le versant Nord et reprend la forme d'une voûte étroite, de plus en plus aiguë. Les calcaires jurassiques sont alors laminés et réduits en plaquettes. A la base des escarpements, au Nord-Nord-Est du Rocher-Bouchard, la voûte n'a plus que 200 mètres de largeur, et elle ne montre plus, au lieu des bancs blancs et massifs du sommet et du versant méridional, que des plaquettes blanches et versicolores, d'ailleurs verticales.

Le sommet du Rocher-Bouchard (2906 mètres) est constitué par des calcaires triasiques du type ordinaire, plongeant de 50 degrés vers l'Ouest, c'est-à-dire vers la Condamine. A l'Est du sommet, dans un petit col qui sépare le sommet 2906 de la cime ronde, on voit ces calcaires triasiques reposer sur les gros bancs du Malm. Il n'y a, ici, aucune intercalation de Trias schisteux. Les calcaires du Trias sont parfois bréchiformes.

Immédiatement à l'Ouest du sommet 2906, les calcaires triasiques s'enfoncent sous les brèches du Lias, qui renferment, ici, des galets énormes, souvent plus gros que la tête d'un homme. Tous ces galets sont calcaires. Les brèches du Lias, peu épaisses, supportent à leur tour le Malm versicolore de La Condamine.

Cette description de l'arête du Rocher-Bouchard est résumée dans la coupe en couleurs n° VII. La planche X montre l'aspect du versant Sud de la même montagne, vu des hauteurs du Sablier.

Par delà le vallon des Clouzis, au Nord du Rocher-Bouchard, la longue voûte que nous avons suivie, pas à pas, depuis la Tête-d'Amont, se relève encore et fait apparaître, pour la dernière fois, la tête de la *deuxième écaille* sous les calcaires triasiques de la *troisième écaille*. Un dôme elliptique, d'en-

Héliogravure Schutzenberger

ROCHER-BOUCHARD (2906^{m}) VU DU SABLIER

A gauche et à l'arrière-plan, le Malm de La Condamine, courbé en un V déversé.
Rocher-Bouchard, au centre, est en calcaires triasiques.
La cime à droite, montre les formes ***pâteuses*** *des calcaires jurassiques.*

Héliogravure Schutzenberger

LE VALLON DES CLOUZIS

Au centre, le dôme de Malm (deuxième écaille) surgissant brusquement au milieu des calcaires triasiques. La Condamine est au fond à gauche.

viron 600 mètres de grand axe, dont le pourtour est fait de couches verticales, surgit sur la rive gauche du vallon (Pl. XI) : et ce dôme est entièrement constitué par les bancs massifs du Malm (faciès de la *deuxième écaille*). Ces calcaires jurassiques sont d'un gris clair, dans l'ensemble ; mais, en divers points, surtout sur les flancs Nord et Est du dôme, ils renferment des intercalations de marbre rouge ou rose, visibles de loin, et qui rappellent les faciès de Guillestre. Le bord Sud du dôme est caché par les éboulis et les moraines. Mais, à l'Ouest, au Nord et au Nord-Est, les calcaires triasiques, verticaux, viennent au contact des gros bancs jurassiques. A peu de distance de ce contact, ces mêmes bancs se raplanissent et ne gardent plus qu'une faible inclinaison vers le Nord.

A l'Est de la cime ronde qui continue, vers l'Orient, le Rocher-Bouchard, et où passe la voûte de Malm, s'ouvre un petit col, où affleurent des schistes verts et jaunes, témoins indubitables du Trias schisteux. Ce Trias schisteux correspond évidemment à celui que j'ai signalé tout le long de la voûte de Malm, depuis Montbrison jusqu'au vallon de Terre-Déserte. Ici, il est réduit à moins de 2 mètres d'épaisseur. Il s'appuie, à l'Ouest, sur le Malm, et s'enfonce à l'Est, sous des rochers ruiniformes, prolongement oriental de l'arête de Bouchard, et qui montrent, à leur base, des calcaires triasiques, et, sur ceux-ci, des brèches du Lias. Les bancs sont presque horizontaux.

Le Trias schisteux reparaît à l'Est des rochers ruiniformes, au sommet des pentes, moitié herbeuses et moitié pierreuses, qui continuent, jusqu'au col de la Tracoulette, l'arête orientale du Rocher-Bouchard. Sous les schistes et cargneules jaunes, on rencontre les quartzites triasiques, qui couvrent dans cette région une grande surface. Au Nord, ces quartzites se relient à ceux du petit lac, coté 2112 sur la carte d'État-Major. Au Sud, dans le haut du vallon de Prelles, on peut les suivre sur une longueur de 1500 mètres. Il est probable que, sans les moraines descendues du cirque de Terre-Déserte, on verrait ces mêmes quartzites se relier à ceux que j'ai signalés au pied des escarpements orientaux du Sablier et de Montbrison. Dans le vallon de Terre-Déserte, ils sont uniformément inclinés vers l'Est, et l'on y voit, à peu de distance à l'Est du petit lac où les troupeaux viennent boire, un repli qui ramène localement les calcaires triasiques, et dont je ne puis dire avec certitude s'il est synclinal ou anticlinal.

Un fait de la plus haute importance, c'est l'apparition du terrain houiller à 1200 mètres au Sud du col de la Tracoulette, sur la rive droite du vallon de

Prelles et non loin du thalweg de ce vallon. Ce Houiller est formé de grès, plongeant fortement vers l'Est. Une bande de grès et poudingues rougeâtres, probablement permiens, le sépare, à l'Ouest, des quartzites triasiques.

Il n'est pas douteux que ce lambeau de terrain houiller ne corresponde à la base de la *troisième écaille*, et n'ait fait autrefois partie de la lame houillère des Combes. La coupe en couleurs n° VIII montre comment se fait, par-dessus la crête d'Aquila, le raccordement du terrain houiller des Combes et du terrain houiller du vallon de Prelles. Dans le dessin de cette coupe, j'ai supposé que toute la masse des quartzites, à l'Ouest de l'affleurement houiller, appartenait à la *troisième écaille* elle-même, et non pas à la *série renversée* qui existe, écrasée, d'ailleurs, et discontinue, entre cette *troisième écaille* et la tête de la deuxième. Il est clair que cette interprétation est hypothétique et que l'on pourrait tout aussi bien rapporter ces quartzites à la série renversée. Beaucoup de ces questions de détail sont encore et resteront probablement toujours insolubles. Ce qui est essentiel, et ce qui est certain, c'est que la base de la *troisième écaille* est marquée, dans le haut du vallon de Prelles, par l'affleurement houiller, tandis que, plus à l'Ouest, dans les hauteurs du Sablier et de Montbrison, elle est marquée par le contact des calcaires à Gyroporelles et du Trias schisteux.

La longue arête d'Aquila, qui va du sommet coté 2423, près du col de la Tracoulette, au village de Ratière, est composée, presque partout, d'assises verticales. Ce sont des bandes alternées de Malm, de Lias, de calcaires et de quartzites du Trias. Le Malm a les caractères du Malm de la *deuxième écaille* (calcaires gris massifs, avec rares intercalations de marbre rose). Le Lias est à l'état de brèche, à ciment jaunâtre ou rougeâtre. Les quartzites et les calcaires triasiques sont comme partout ailleurs. Le Flysch forme le col même de la Tracoulette, et le col par où l'on passe de la Tracoulette dans le vallon des Combes. Ce terrain marque-t-il ici le sommet de la *deuxième écaille?* Ou bien représente-t-il la *troisième écaille?* C'est là encore une de ces questions qui restent, malgré tout, douteuses. Il est probable que les calcaires triasiques du sommet 2470 (Croix d'Aquila) appartiennent à la série renversée qui sépare les deux écailles; car le lambeau de terrain houiller que l'on observe un peu à l'Est de ce même sommet est, certainement, un témoin synclinal de la lame houillère des Combes. Or, le Flysch en question repose, au Nord de la Croix d'Aquila, sur ces calcaires triasiques (grès jaunes, cariés, très laminés, formant placage sur les calcaires du Trias). Il semble donc que le Flysch soit ici en synclinal dans le

système plissé des nappes : et alors il appartient à la *troisième écaille*. C'est, je crois bien, l'hypothèse la plus vraisemblable.

Dans les assises verticales qui forment le versant Ouest de la Montagne d'Aquila, le laminage est extrême. On voit des bandes de quartzites du Trias, dressées comme des murs, et dont l'épaisseur ne dépasse pas quelques mètres. A 1 kilomètre environ au Sud du sommet 2470, toutes les bandes tournent brusquement à l'Ouest; et les calcaires qui viennent de ce sommet s'en vont traverser le thalweg du vallon de Prelles au point coté 1920 sur la carte d'État-Major.

La plus grande partie du versant oriental de la Montagne d'Aquila est formée par les quartzites du Trias et le Houiller. Je ne conserve aucun doute sur le fait que le Houiller est en synclinal dans les quartzites. Ceux-ci appartiennent donc à la série renversée qui sépare les deux écailles. La plongée générale est vers l'Est ou le Sud-Est. Non loin de la Croix d'Aquila, à la tête des grands ravins qui descendent sur Sachas, un brusque repli anticlinal ramène, sous la série renversée, la tête de la *deuxième écaille* en un îlot de Malm, compact et marmoréen.

Les affleurements houillers sont continus — sauf dissimulation locale sous les éboulis — entre les Combes et Ratière, et le chemin qui relie ces deux villages est, le plus souvent, établi sur les assises houillères. Au point où ce sentier franchit l'arête qui descend, vers l'Est, puis le Sud-Est, de la Croix d'Aquila, la disposition synclinale du Houiller dans les quartzites est presque évidente. La coupe en couleurs, n° IX, passe en ce point. Un peu plus bas, sur la même arête, on voit affleurer, dans une sorte de collet qui interrompt la continuité des quartzites, un peu de Trias schisteux (gypse, cargneules, et schistes verts et jaunes). Je ne doute pas que ce Trias schisteux n'appartienne, comme les quartzites, à la série renversée. Il apparaît, ici, sous la forme d'une mince lame, presque horizontale, due à un brusque repli en zigzag de toute cette série.

Le synclinal du système des nappes se continue à l'Ouest de Ratière, fait un détour vers le Nord jusqu'à passer près du point 1920, puis reprend, au-dessus du Sapet, la direction du Sud, jusqu'à la butte ronde, formée de quartzites, qui domine le haut vallon de la Salcette. Ce synclinal est jalonné, entre Ratière et Le Sapet, par de nombreux affleurements houillers, qui, presque tous, ont été l'objet de recherches minières. Quand le Houiller a disparu, au Sud du Sapet, les quartzites continuent, reposant, dans le vallon de

IMPRIMERIE NATIONALE.

la Salcette, sur les calcaires du Trias, et, tout en haut de ce vallon, à l'Est de la butte ronde dont je viens de parler, sur les marbres blancs du Malm. Là encore, la forme synclinale n'est pas douteuse. La large croupe boisée, désignée sur la carte d'État-Major par le mot L'Eyrette, est, au contraire, une large voûte formée par les calcaires du Trias, lesquels, à l'Est comme à l'Ouest, s'enfoncent sous les quartzites. Comme il est très visible que les marbres blancs du Malm, à l'Est de la butte ronde de quartzites, reposent sur les calcaires du Trias, il suit que ces calcaires, depuis la Croix-de-la-Salcette jusqu'aux maisons de la Blétonnée, appartiennent à la *deuxième écaille*. Il en est de même, naturellement, des calcaires triasiques qui forment, sur la rive gauche du vallon de la Salcette, les dents rocheuses appelées les Tenailles. Ces calcaires se relient, en effet, à ceux de la Croix-de-la-Salcette. Aux Tenailles, les bancs sont verticaux, dressés en murs gigantesques, et dirigés vers le Nord. Ce sont les mêmes bancs qui se prolongent, au Nord, dans les escarpements de Montbrison. Ils sont verticaux dans la partie haute, le long de la lame des quartzites; tandis qu'un peu plus bas on les voit se recourber en voûte et descendre ensuite, avec de larges ondulations, vers la barre de quartzites sous laquelle ils s'enfoncent.

J'ai dit que les calcaires triasiques de la montagne d'Aquila appartiennent à une série renversée comprise entre la *deuxième écaille* et la *troisième écaille;* et j'ai dit aussi que ces calcaires traversent, au point 1920, le vallon de Prelles. Il faut donc que, dans les calcaires qui forment la base orientale du Pic-de-Montbrison, il y ait deux parts : les uns formant la tête de la *deuxième écaille;* les autres, reposant sur les premiers, et appartenant à la série renversée. La délimitation des deux parts ne m'a pas semblé possible.

Les environs de la Croix-de-la-Salcette sont parmi les régions les plus curieuses de cette chaîne si extraordinairement compliquée.

Le plateau même, à l'extrémité Sud duquel se dresse la croix, est formé de calcaires triasiques horizontaux. C'est le sommet de la voûte qui prolonge, vers le Sud, la voûte de l'Eyrette. Les calcaires triasiques sont ici d'un type un peu spécial, qui rappelle les calcaires de Notre-Dame-des-Neiges : plaquettes marmoréennes, noires, blanches, ou rougeâtres, alternant avec des bancs du type ordinaire.

A l'Est, les bancs s'infléchissent et prennent la pente même de la montagne, au pied de laquelle on les voit s'enfoncer sous les quartzites.

A l'Ouest de la Croix, les assises plongent vers l'Ouest, sous un angle de 20 à 30 degrés, et supportent un lambeau de Trias schisteux, comprenant des cargneules, des schistes verts et jaunes, et des terres gypseuses. Ce lambeau est couvert de gazon. On peut le suivre à l'Ouest, jusqu'à un grand ravin qui déchire profondément la montagne et qui descend, au Sud, vers les Vigneaux. Du bord de ce ravin, la vue est saisissante, sur les grands couloirs et les affreux précipices de la Tête-d'Amont.

On voit le lambeau de Trias schisteux, signalé de loin par sa teinte jaune sale, traverser le ravin et se poursuivre quelque temps vers l'Ouest. Sur son bord Nord, très redressé, il confine d'abord à des calcaires triasiques (c'est la bande calcaire des Tenailles), puis à des brèches liasiques, ruiniformes; et enfin, il semble que le Trias schisteux se continue, à l'Ouest, par les *marbres en plaquettes*. Ce n'est là, bien entendu, qu'une apparence. Quand on regarde les mêmes précipices du haut de la Tête-d'Amont, on reconnaît que le lambeau triasique s'arrête, et que les *marbres en plaquettes* sont le prolongement *de son substratum*.

Le lambeau triasique en question est un témoin de la série renversée qui surmonte la *deuxième écaille*. Il repose sur la tête de cette écaille, laquelle tête est formée, tantôt par les calcaires du Trias, tantôt par le Lias ou le Malm, tantôt par les marbres crétacés.

Sur la rive droite du ravin, en face du point qui nous sert en ce moment d'observatoire et de belvédère, le Trias schisteux plonge au Sud et disparaît sous des calcaires triasiques, horriblement ravinés et découpés, qui se relient, sans interruption, à ceux de la Petite-Tête-d'Amont, et qui appartiennent donc, sans doute possible, à la *troisième écaille*. Mais, comme les assises plongent faiblement, tandis que les escarpements sont voisins de la verticale, la surface de séparation des deux écailles affleure, au milieu des escarpements, jalonnée et signalée de loin à la vue par une mince lame de Flysch (schistes siliceux noirs, tranchant vivement sur les couleurs claires, blanches ou rouges, des calcaires triasiques). Le Trias schisteux n'apparaît point au-dessus de ce Flysch. Dans le ravin, où l'on peut descendre (non sans difficulté), on voit ce Trias schisteux s'amincir rapidement. Le Flysch naît là où le Trias schisteux meurt : en sorte que, à distance, les schistes noirs ont l'air de prolonger les schistes jaunes.

La bande de Flysch, épaisse de 3 à 4 mètres en moyenne, se prolonge aussi sur la rive gauche du ravin, dans les rochers abrupts qui supportent la Croix-

de-la-Salcette. Elle est, de ce côté, beaucoup plus aisément accessible que sur la rive droite.

Cette bande de Flysch, qui court ainsi, au travers des escarpements, sur une longueur totale d'au moins 1 kilomètre, est située à 2 200 mètres d'altitude environ. Elle repose partout sur des calcaires triasiques, sauf vers son extrémité occidentale, où l'on trouve, en dessous du Flysch, des bancs compacts et très épais de Malm. Dans les ravins au Nord-Est de Parapin, il n'y a plus ni Flysch, ni Malm : les calcaires triasiques des deux écailles viennent au contact, et la surface de séparation est alors tout à fait indécise, d'autant que la marche, à travers ces ravins, est fort difficile. Mais, à l'Ouest de Parapin, dans le haut du ravin de Grand-Parcher, la lame de Flysch reparaît, avec la même épaisseur et les mêmes caractères, séparant encore le Trias d'avec le Trias.

Un fait remarquable est la présence, dans les ravins des Vigneaux, entre Parapin et l'arête Sud de la Croix-de-la-Salcette, d'une deuxième bande de Flysch, composée comme la première, de schistes siliceux noirs, plus ou moins luisants. Cette deuxième bande affleure sur près d'un kilomètre de longueur, à 300 mètres au-dessous de la première, c'est-à-dire à 1900 mètres d'altitude environ. Elle est superposée à des marbres blanchâtres, d'aspect jurassique ou crétacé. Schistes noirs et marbres blancs sont presque horizontaux ou plongent faiblement au Sud. Dans le ravin principal, au Nord-Ouest des chalets de Melquiond, le Flysch a disparu et les couches sont presque verticales. On voit alors un lambeau de quartzites confiner aux marbres ou aux calcaires triasiques. Tout au bas du ravin, vers La Sagne, les *marbres en plaquettes* reparaissent, et non loin de là, sur la rive droite du torrent, on a jadis trouvé, dans une petite fouille, un peu de terrain houiller et un peu d'anthracite. Il est clair que le Houiller et les Quartzites sont ici la base de la *troisième écaille;* les *marbres en plaquettes,* le *Flysch* et les calcaires triasiques formant tour à tour la tête de la *deuxième écaille.*

Mais alors, si le Flysch, dans les deux bandes superposées, appartient à la tête de la *deuxième écaille,* il faut que tout le système des nappes, dans les ravins des Vigneaux, ait été replié sur lui-même. Ces reploiements sont très apparents dans les abîmes situés au Sud de la Tête-d'Amont, quand on regarde du haut de la Croix-de-la-Salcette dans la direction de l'Ouest. Un troisième et un quatrième repli, dirigés Est-Ouest et déversés vers le Sud, affectent le système des nappes entre les chalets de Disdier et de Melquiond et le hameau

de Bouchier. L'un a conservé, dans les calcaires du versant Sud de la Croix-de-la Salcette, un lambeau de quartzites. L'autre fait affleurer une longue bande de terrain houiller, où l'on a exploité un peu d'anthracite, au voisinage du petit col coté 1874. Cette bande de terrain houiller est généralement flanquée de quartzites du Trias. Le Houiller et les quartzites sont ici, de toute évidence, en synclinal dans les marbres jurassiques et crétacés. Le synclinal est très couché vers le Sud, dans la région de Melquiond. A l'Est du point 1874, il se redresse peu à peu, et, en même temps, il s'ouvre et se transforme en une simple ondulation.

La figure 23 réunit quatre coupes successives. Toutes quatre sont d'ailleurs de simples croquis, indiquant l'ensemble de la structure, mais non la complexité, parfois invraisemblable, des détails. Le premier croquis (le plus haut placé) donne une idée approchée des contournements de la surface supérieure de la *deuxième écaille,* sous la Tête-d'Amont. Ces contournements sont visibles de la Croix-de-la-Salcette. Le deuxième croquis est mené par la rive droite du grand ravin qui s'ouvre à 600 mètres environ à l'Ouest de la Croix. On y voit le lambeau de Trias schisteux, appartenant à la série renversée intermédiaire entre les deux écailles, et les deux affleurements superposés du Flysch. Le troisième croquis montre le Houiller, base de la *troisième écaille,* formant un coin synclinal dans les *marbres en plaquettes.* Le quatrième croquis, enfin, représente la coupe par l'arête Sud-Sud-Est partant de la Croix-de-la-Salcette. Au petit col coté 1874 passe le synclinal houiller. Un peu plus au Sud, dominant la Serre-des-Hières, un piton de quartzites surgit *dans une déchirure* des marbres jurassiques et crétacés.

A l'Est du point 1874, la bande de terrain houiller s'élargit. Ce n'est plus un coin synclinal s'enfonçant sous la montagne; c'est une lame peu épaisse, d'allure ondulée, qui couvre les pentes. Cette lame existe au hameau de Bouchiers; on la voit reposer sur les *marbres en plaquettes.* A 1 kilomètre au Nord du village, près du chemin qui mène à La Blétonnée, *la lame de terrain houiller est trouée, et à travers la déchirure, on voit affleurer les marbres jurassiques ou crétacés, sous-jacents.* Au Nord-Ouest de ce point, la lame houillère se relève, et vient confiner à des quartzites triasiques. Dans l'ensemble, elle repose sur ces quartzites; mais la poussée au vide a déterminé, localement, quelques renversements des quartzites sur le Houiller.

Entre Bouchiers et le col 1874, un groupe de mamelons laisse affleurer, sur le versant Nord, des marbres, parfois fossilifères, du Malm, et des brèches

liasiques, et, sur le versant Sud qui regarde la Durance, des quartzites ou des calcaires du Trias. Toutes ces couches appartiennent à la *deuxième écaille.* Au Nord, elles s'enfoncent encore sous les *marbres en plaquettes,* substratum

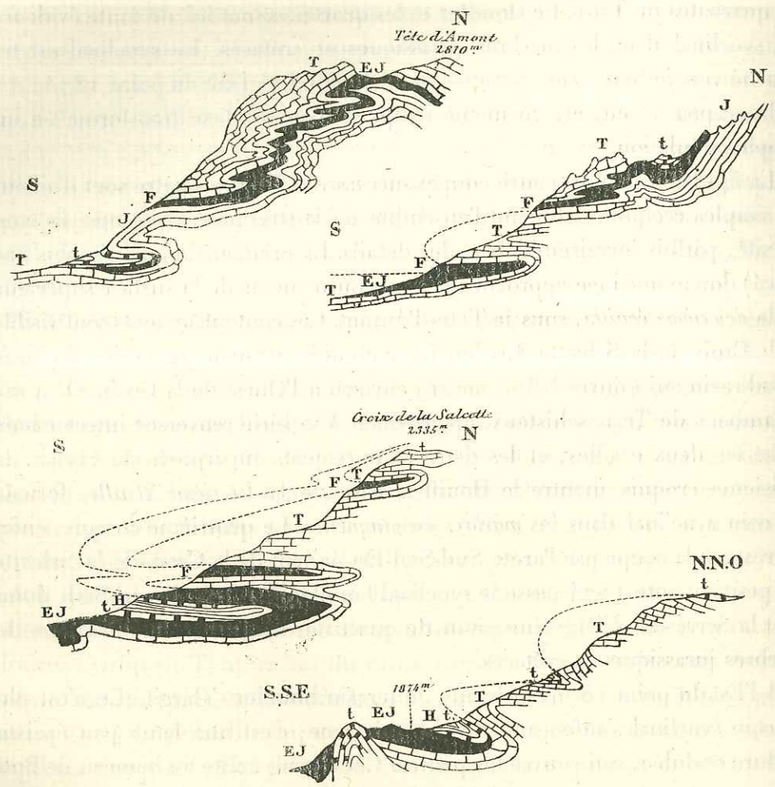


Fig. 23. — Quatre coupes Nord-Sud dans les escarpements méridionaux de la Tête-d'Amont et de la Croix-de-la-Salcette, montrant les reploiements du système des écailles.

F. Flysch. — EJ. Marbres en plaquettes. — J. Malm. — T. Calcaires du Trias. — *t.* Trias schisteux et Quartzites. — H. Houiller.

Le Flysch et les marbres en plaquettes sont figurés en noir opaque.

de la lame houillère; au Sud, elles s'enfoncent encore sous les *marbres en plaquettes,* prolongement des précédents, ou bien directement sous la lame houillère.

Nulle part, mieux qu'à Bouchiers, on ne peut observer la superposition du Houiller aux divers termes de la *deuxième écaille.*

La chapelle de Saint-Hippolyte, à l'Est de Bouchiers, se dresse sur une butte calcaire isolée, cotée 1505, qui est une brusque saillie des calcaires triasiques de la *deuxième écaille,* au travers des *marbres en plaquettes.* Sous la chapelle, à l'Est, passe une bande de quartzites triasiques, laquelle vient de Queyrières, et qui va s'écrasant peu à peu vers le Nord, entre les *marbres en plaquettes* et le Houiller. Ces quartzites représentent donc, comme ceux de Bouchiers et comme ceux qui affleurent, près du col 1874, au Nord de la lame houillère, un témoin d'une série renversée, intermédiaire entre les deux écailles.

A 1000 ou 1200 mètres au Nord de Bouchiers, on exploite un peu d'anthracite dans la lame houillère, qui repose ici sur les *marbres en plaquettes,* et qui, plongeant faiblement vers le Nord-Est, supporte tout un massif de quartzites triasiques. C'est le massif rocheux, assez escarpé, qui domine la route de Vigneaux à Prelles. Dans l'ensemble, les quartzites de ce massif plongent vers la Durance, formant comme un manteau sur les pentes inférieures de la montagne. C'est dans une déchirure de ce manteau que le terrain houiller affleure à Prelles. Le petit îlot de quartzites des Andrieux n'est qu'un lambeau du manteau; cet îlot correspond d'ailleurs à la grande masse de quartzites de Roche-Baron, sur la rive gauche de la Durance, et il est certain que, sous les alluvions torrentielles, les quartzites des Andrieux se relient à ceux du Pont-Roux.

Quand on suit le chemin, presque horizontal, qui va de Bouchiers à La Blétonnée, on voit bientôt le Houiller disparaître, et, au delà des éboulis d'un grand couloir descendu du plateau de la Salcette, les quartzites de Prelles reposer directement sur les calcaires triasiques de L'Eyrette. C'est l'un des contacts les plus *anormaux* qu'il y ait dans toute la région, et, chose curieuse, ce contact très anormal remet en présence des étages géologiques très voisins. J'ai cru longtemps qu'à La Blétonnée les calcaires succédaient normalement aux quartzites, en série renversée, mais sans lacune. Il n'en est rien. Les quartzites de Prelles appartiennent à la *troisième écaille;* les calcaires de l'Eyrette font partie de la *deuxième écaille.* La lacune, le long du contact, comprend le Malm (dont il reste un lambeau sur le plateau de la Salcette), les *marbres en plaquettes,* le Flysch, toute la série renversée intermédiaire entre les deux écailles, et tout le Houiller, soit plusieurs milliers de mètres d'assises (voir la coupe en couleurs n° XII).

Où passe, au Nord de La Blétonnée, le prolongement de ce contact anormal? C'est ce qu'il est malaisé de déterminer, à cause de l'abondance du Glaciaire et de l'absence de tout témoin du Malm ou des *marbres en plaquettes*. J'ai admis, dans le dessin de la coupe en couleurs n° XI, que la butte calcaire cotée 1769, à l'Est de Ratière, appartient à la *troisième écaille*, c'est-à-dire qu'elle est posée en synclinal sur le Houiller. Je ne suis pas absolument certain de l'exactitude de cette interprétation. Ce qui paraît sûr, c'est que le manteau de quartzites est continu entre La Blétonnée et le pourtour Sud et Est de la butte 1769. Si, comme je le crois, le Houiller, au Sapet, est en synclinal dans les quartzites, il faut que le contact anormal passe non loin et un peu à l'Est du Sapet, entre quartzites et quartzites.

Quoi qu'il en soit de ces questions de détail, dont beaucoup paraissent insolubles, un fait de la plus haute importance et parfaitement vérifiable, c'est que l'*axe de l'éventail*, qui passe, comme j'ai dit, à Prorel, passe aussi au hameau de Piolier, à peu de distance au Nord de Prelles. A la base de la forêt qui domine Piolier, sur le chemin qui monte à Ratière, le Houiller apparaît dans un pli aigu, probablement anticlinal (coupe en couleur n° XII). Ce Houiller confine à l'Ouest à des quartzites, à l'Est à des gypses, cargneules et schistes verts et jaunes, de l'étage moyen du Trias. Le complexe gypseux se prolonge au Nord jusqu'à Sachas. L'épaisseur de la bande de terrain houiller ne dépasse pas 30 mètres. La direction des bancs est Nord-Ouest. La plongée vers le Sud-Est est d'environ 70 degrés.

A Piolier même, les gypses, presque verticaux, confinent à des quartzites du Trias, lesquels sont le prolongement évident de ceux de Roche-Baron. A l'Est de Roche-Baron, le contact entre Houiller et quartzites est à peu près vertical. Il en est de même à l'Est de Piolier. Mais les assises houillères se mettent bientôt à plonger vers l'Ouest, dès qu'on les observe à quelque distance à l'Est de ce contact, et cette plongée vers l'Ouest est désormais définitive. Les quartzites et les gypses de Piolier sont donc posés sur le sommet de l'éventail.

J'insiste beaucoup sur ces faits, dont il faudra se souvenir quand je discuterai l'ensemble de la structure. Qu'on veuille bien, en particulier, remarquer la disparition des quartzites, par laminage, entre le Houiller de la forêt de Piolier et les gypses et schistes de l'étage moyen du Trias.

Au Nord du vallon des Combes, c'est au hameau de Puy-Chalvin que passe l'axe de l'éventail. Le Houiller affleure dans le village même, sous la

forme de bancs de schistes et de grès, plongeant fortement vers l'Est et dirigés vers Prorel. A l'Ouest de cet anticlinal, les terrains secondaires forment un massif assez étendu, que traverse la route des Combes. Ce sont, surtout, des calcaires du Trias, noirs, avec rubéfaction locale, très fendillés dans le détail, assez compacts et rocheux dans l'ensemble. Dans le ravin qui passe à l'Ouest de la chapelle Saint-Laurent, ces calcaires supportent des *marbres en plaquettes;* et, plus bas, vers la maison forestière, on les voit reposer sur le Houiller.

Entre Puy-Chalvin et Puy-Saint-André, le Houiller se couche peu à peu vers l'Est, et ses assises plongent donc vers l'Ouest ou le Nord-Ouest, sous un angle de plus en plus faible. A Puy-Saint-André même, les bancs sont presque horizontaux. A mi-chemin des deux villages, un synclinal fort aigu ramène localement une bande de *marbres en plaquettes*, versicolores, du type de La Cucumelle. Ces marbres plongent de 10 à 30 degrés vers le Nord-Ouest. Près de la route, ils reposent localement sur des calcaires triasiques, évidemment lenticulaires et très minces. Le synclinal se perd au Nord sous les moraines.

Pour terminer cette longue description de la chaîne de Montbrison, il ne me reste plus qu'à dire, en quelques mots, comment le prolongement méridional de la chaîne traverse la vallée de la Durance.

Entre Les Vigneaux et Villard-Meyer, on peut suivre constamment les *marbres en plaquettes*, qui sont ici formidablement épais. Horizontaux ou ondulés vers Bouchiers, ils sont verticaux, ou fortement inclinés à l'Est, tout le long de l'arête rocheuse qui domine Villard-Meyer à l'Occident. Sur un parcours de près de 3 kilomètres, la Durance coule dans un étroit cañon où l'on ne voit que plaquettes luisantes et schistes versicolores. La bande de ces marbres se prolonge au Sud, par Sainte-Marguerite, jusqu'au-dessus du Pont-Chancel.

A l'Ouest de cette bande de marbres jurassiques et crétacés, le cañon de la Durance entame un anticlinal de calcaires liasiques. Le Lias, très épais et très rocheux, forme, au-dessus de la route des Vigneaux à Prelles, une voûte, parfaitement observable, sous les *marbres en plaquettes;* et cette voûte forme tout le long promontoire de La Bâtie, qui s'avance vers le Sud entre la Durance et la Gyronde. Au Sud de La Bessée-Basse, une bande de calcaires triasiques, comprise entre deux bandes de *marbres en plaquettes*, est le prolongement évident du même anticlinal.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Le Lias a ici le faciès mixte signalé par M. Kilian. Vers La Sagne, il est formé de brèches à très gros éléments, alternant avec des assises zoogènes, oolithiques, et avec des calcaires à Entroques. Les brèches sont parfois de véritables conglomérats, où la dimension des galets (tous calcaires) atteint 1 mètre. Au Sud de La Sagne on n'observe plus que de très rares bancs bréchiformes. La plupart des assises sont des calcaires à Entroques, ou encore des calcschistes noirs.

Sur le bord Est de la voûte, les assises sont très planes et plongent uniformément de 70 degrés environ, vers l'Est. Le bord Ouest n'est observable qu'en un point, au Nord-Ouest de La Sagne, sur la route de Vallouise : il est, à cet endroit, presque vertical. Dans le promontoire de La Bâtie, qui correspond à la partie centrale de la voûte, les calcaires liasiques sont ondulés et plissés, et l'inclinaison varie beaucoup d'un point à l'autre.

CHAPITRE V.

DE VALLOUISE À FREISSINIÈRES.

La Gyronde, depuis le confluent du Gyr et de l'Onde jusqu'à son embouchure dans la Durance, coule sur les *marbres en plaquettes*, partout où son lit n'est pas encombré par les alluvions. Ces marbres se prolongent au Sud jusqu'au village de L'Argentière; et il n'est pas douteux que les marbres de L'Argentière ne se relient, par dessous la Durance, à ceux du Pont-Chancel.

Les mêmes *marbres en plaquettes*, tête de la *deuxième écaille*, forment les pentes douces, couvertes de belles cultures, de pâturages et de forêts, qui s'étendent de la Tête-d'Oréac à la Gyronde. En quelques points (les Alberts, les Prés), des lambeaux de schistes noirs du Flysch sont posés sur les marbres. Les assises sont fréquemment horizontales. Dans l'ensemble, elles plongent vers le Nord-Est, c'est-à-dire sous la chaîne de Montbrison. Il y a d'ailleurs, sur ces pentes, beaucoup de Glaciaire et d'immenses traînées d'éboulis.

Les *marbres en plaquettes* reposent d'ailleurs sur le *Lias de Vallouise*. C'est le contact, déjà décrit au chapitre précédent, que l'on pourrait suivre depuis les Choulières, au Nord, jusqu'au delà de Puy-Saint-Vincent, si les alluvions du Gyr ne le cachaient sur de très longs parcours. A Puy-Saint-Vincent, comme à Vallouise, le Lias est extrêmement puissant (au moins 500 mètres); mais on le voit diminuer rapidement d'épaisseur quand on le suit, au Sud, en montant vers la Crête-de-la-Pendine. De même que, sur la Condamine, au Nord des Choulières, nous avons vu le Lias s'écraser peu à peu entre les *marbres en plaquettes* et le Flysch, de même nous le verrions, dans la forêt de l'Alp-Martin, s'écraser entre les mêmes formations. A 700 ou 800 mètres au Nord-Ouest de la Tête-d'Oréac, les *marbres en plaquettes* reposent directement sur le Flysch de l'Eyglière, c'est-à-dire sur le Flysch de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves. Le contact plonge faiblement vers l'Est ou le Nord-Est.

La Tête d'Oréac (2106 mètres) est formée de *marbres en plaquettes*, qui sont peut-être exclusivement jurassiques. Au sommet même, les assises sont horizontales. A l'Est du sommet, elles sont affectées par de larges ondulations,

dont la direction est Nord-Sud. Sous les assises du sommet, et entre elles et les calcaires du Trias, il y a une intercalation de Malm certain, puissante, au maximum de 50 mètres. Le faciès de Guillestre y apparaît en quelques points, alternant avec des schistes versicolores, du type Sablier. Plus bas, en marchant vers l'Est, on atteint un vaste plateau boisé, formé de calcaires triasiques presque horizontaux. Sur le versant Sud, et aussi (mais moins bien) sur le versant Nord, on peut voir ces calcaires triasiques passer sous la Tête-d'Oréac. Trias et Malm appartiennent donc ici à la *deuxième écaille*. Au Sud de la Tête-d'Oréac, les escarpements qui dominent La Collette montrent les divers termes de la *deuxième écaille* coupés *en sifflet* et reposant sur le Flysch (coupe en couleurs n° XVI).

Le col de la Pousterle est un admirable vallon, où s'étale, plus opulente que partout ailleurs, la forêt de mélèzes de Puy-Saint-Vincent. Sous le tapis de gazon, il y a partout une grande épaisseur de Glaciaire, comme en témoignent les blocs de grès du Flysch qui surgissent çà et là. Mais à l'Ouest du col, comme à l'Est, les assises sont verticales ou plongent très fortement vers le col. Le vallon tout entier correspond donc à une ondulation synclinale du système des nappes; et ce que l'on verrait affleurer partout, dans ce vallon, si l'on pouvait enlever le Glaciaire, ce sont les *marbres en plaquettes* ou les marbres du Malm. Le Malm forme certainement une grande partie de la côte boisée qui domine le col à l'Est. En face de la cabane ruinée de la Pousterle, ce Malm est vertical; mais, si on monte vers l'Est, on voit les bancs se raplanir très vite, puis plonger faiblement du côté de la Durance, en passant sous les calcaires triasiques du Signal-des-Têtes (2046 mètres) et de la Tête-de-la-Rochaille. Au Nord du Signal-des-Têtes, on observe, entre le Malm marmoréen et versicolore et les calcaires triasiques, une bande de *marbres en plaquettes*, probablement crétacés.

Les calcaires triasiques du Signal-des-Têtes plongent eux-mêmes (20 à 30 degrés) sous les quartzites, lesquels plongent à leur tour sous le Permien et le Houiller de l'Argentière, mais avec une inclinaison beaucoup plus forte (60 degrés). Le Houiller lui-même est très incliné, parfois vertical, et il confine aux *marbres en plaquettes*. Les coupes en couleurs n°s XVII et XVIII résument cette description.

Comme il n'y a aucun doute sur la continuité des *marbres en plaquettes* voisins du Signal-des-Têtes, et des *marbres en plaquettes* de la vallée de la

Gyronde et de la vallée de la Durance, il est *certain* que tout le complexe intermédiaire, comprenant Trias, Permien et Houiller, est en synclinal dans ces *marbres en plaquettes*. Le Houiller de l'Argentière, de même que le Houiller de Bouchiers, de même que le Houiller des Vigneaux, est du Houiller *déraciné*. C'est une lame houillère, dont la racine est à l'Est de la Durance : et le synclinal en question n'est que le prolongement méridional de celui que j'ai signalé au Nord des Vigneaux, et qui va du petit col coté 1874 à Rif-Cros, en passant par Melquiond et Disdier[1].

En d'autres termes, la longue chaîne de calcaires triasiques qui va de la *Tête-de-la-Rochaille* jusqu'au delà du torrent de la Biaysse est un lambeau de *troisième écaille*, conservé dans un synclinal du système des nappes, synclinal plus ou moins déversé vers l'Ouest. Sur son bord oriental, ce synclinal présente une bande de quartzites, longue de 5 kilomètres, et large, au maximum, d'un kilomètre; et il montre aussi, sur le même bord, mais sur une faible longueur, du Permien et du Houiller. Dans le ravin des Têtes, qui est traversé par la route de L'Argentière à Salce, et aussi près du Sapet, sur le versant Nord de la Rochaille, un peu de Trias schisteux (schistes jaunes, noirs et verts, et cargneules) s'intercale dans la série, entre les quartzites et les calcaires triasiques.

Quand on descend sur Les Clausas et Champ-Disdier, par le chemin muletier de la Pousterle, on observe des faits extrêmement curieux. Le chemin traverse d'abord des schistes clairs et des marbres versicolores du Malm. Mais, dans le ravin qui s'ouvre à quelque distance vers l'Ouest, on voit bientôt un lambeau de quartzites blancs du Trias. Ces quartzites, à l'Ouest, s'enfoncent nettement sous les calcaires de la Tête d'Oréac, lesquels sont ici très faiblement inclinés. A l'Est, ils s'avancent *sous* les schistes et marbres du Malm, et un peu plus bas ils reposent *sur* d'autres marbres, qui sont encore, sans aucun doute possible, attribuables au Malm.

En dessous de ce deuxième gradin de Malm, qui plonge vers l'Est et que l'on peut suivre, à l'Est, jusqu'à la vallée, on traverse un épais gradin, fort

[1] En 1899 et en 1900, dans deux notes préliminaires (n°s 45 et 55 de la liste bibliographique), je dessinais la coupe Pousterle-Argentière comme si le Houiller de L'Argentière passait, en profondeur, sous le Lias de La Bessée. Mais cela me conduisait à placer dans la *troisième écaille* et le Lias de La Bessée et les *marbres en plaquettes* de L'Argentière. J'ai reconnu depuis que cette conséquence est inadmissible, car il n'y a certainement aucune séparation entre les *marbres en plaquettes* de L'Argentière et ceux de Vallouise.

escarpé, de calcaires triasiques, au-dessous duquel, à Champ-Disdier, s'étend une barre de quartzites. Celle-ci confine directement au Flysch.

La succession des terrains, de bas en haut, entre Champ-Disdier et le col de la Pousterle, est donc la suivante : Flysch, quartzites, calcaires du Trias, Malm, quartzites, calcaires du Trias, Malm.

Il y a deux interprétations possibles. Ou bien — et c'est ce que je crois — il y a sous la *deuxième écaille,* dont la base est ici marquée par le lambeau de quartzites le plus élevé, une écaille profonde, la *première écaille,* dont la tête est formée par le moins élevé des deux gradins de Malm : et cette *première écaille,* qui d'ailleurs n'apparaît qu'ici, s'écrase immédiatement, vers l'Ouest et

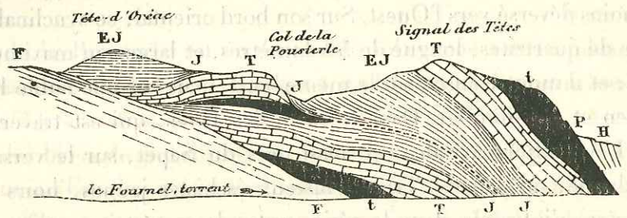


Fig. 24. — Coupe à travers le col de la Pousterle, parallèlement à la vallée du Fournel.

Même légende que dans les autres coupes. — Le figuré noir opaque représente les quartzites triasiques. — La ligne pointillée, qui prolonge vers la droite l'une des lentilles de quartzites, marque la séparation de la *deuxième écaille* et de l'écaille profonde ou *première écaille.*

vers le Sud, jusqu'à disparaître entièrement. Ou bien nous avons affaire à un reploiement de la *deuxième écaille* sur elle-même : et alors, ce que j'ai appelé la *deuxième écaille* est, en réalité, une *première écaille,* et il n'y a que trois écailles au lieu de quatre.

Je donne ici (fig. 24) une coupe schématique de ce versant méridional du col de la Pousterle. On voit qu'en toute hypothèse la surface de séparation du Flysch et des écailles est une surface de glissement et d'étirement. Aucune coupe ne montre mieux l'ampleur du chevauchement briançonnais.

En face de Champ-Disdier, sur la rive droite du Fournel, on ne retrouve la *première écaille* que sous la forme du lambeau de calcaire triasique de l'Aiguillette. Le Flysch s'avance très loin vers l'Est, et, aux cabanes des Mignons, au-dessus de la forêt, il confine aux calcaires triasiques de la *troisième écaille.* La *deuxième écaille* a donc disparu, de même que la première; mais nous allons voir reparaître la *deuxième écaille* un peu plus loin.

Le col d'Anon, par où l'on passe de Champ-Disdier à Freissinières, est ouvert dans des gypses blancs, mélangés de schistes versicolores et de plaquettes gréseuses. Cette formation semble appartenir au sommet du Trias. Elle repose sur un vaste manteau de calcaires triasiques qui s'étale sur le versant Nord-Est de la Tête-des-Lauzières, et forme chapeau sur la butte cotée 2340. De l'autre côté du col, les gypses s'enfoncent sous un puissant étage de *marbres blancs en plaquettes,* jurassiques ou crétacés, qui forme la butte 2008 et les pitons voisins, et qui plonge à son tour sous les calcaires triasiques du Pic-de-la-Séa.

Il est clair que les calcaires triasiques du sommet 2340, les gypses et schistes du col d'Anon, et les *marbres en plaquettes* du piton 2008, appartiennent à la *deuxième écaille* (coupe en couleurs n° XIX). Cette *deuxième écaille* repose ici directement sur le Flysch.

Sur le versant méridional du col d'Anon, entre les Fazis et les Haudorènes, on voit, à la base des escarpements triasiques du Pic-de-la-Séa, affleurer une bande mince de marbres roses du Malm. Ces marbres s'enfoncent sous l'escarpement. Ils reposent d'abord sur le Flysch, puis, un peu plus loin vers l'Est, sur d'autres calcaires triasiques, dont l'épaisseur augmente rapidement. La bande jurassique se serre rapidement, et se coince ainsi en plein Trias, les calcaires triasiques de la *troisième écaille* reposant désormais sur les calcaires triasiques de la *deuxième écaille.*

Le hameau principal de Freissinières est situé sur le Flysch; mais les assises oligocènes sont cachées par un manteau assez épais de Glaciaire.

Au delà du torrent de Biaysse, la surface de séparation du Flysch de l'Embrunais et du système des nappes briançonnaises s'en va passer à l'Ouest de la Serre-de-la-Garde et de la Tête-de-Gaulent.

CHAPITRE VI.

LE MASSIF DE PIERRE-EYRAUTZ.

Ainsi que le montrent les coupes en couleurs n°s XIV, XV, XVI et XVII, l'axe de l'éventail traverse la vallée de la Durance non loin de la gare de Prelles et se prolonge, au Sud-Sud-Est, dans le massif de Pierre-Eyrautz. Il ne passe pas au col des Ayes, comme l'ont cru MM. Kilian et Lugeon, mais à quelque distance à l'Ouest de ce col, sous le sommet même de Pierre-Eyrautz et sous l'Aiguille-des-Pénitents.

Dans le bas de la vallée de Saint-Pancrace, le chemin du col des Ayes est établi sur des assises houillères, qui plongent à l'Ouest, d'abord très fortement, puis de moins en moins à mesure que l'on monte. Il est manifeste que ces assises prolongent celles de Puy-Saint-Pierre et des gorges de la Guisanne. Bientôt, sur le chemin, apparaissent des quartzites du Trias. Ces mêmes roches, sur la rive droite, forment revêtement sur la pente de la montagne. Puis on rentre dans le Houiller, peu incliné (toujours vers l'Ouest), et fréquemment caché par les éboulis. Entre les chalets des Ayes et les chalets Devers-le-Col, le chemin est constamment dans les éboulis. Mais, sur la rive droite, on voit les quartzites, plongeant à l'Ouest, couvrir la pente, tandis que la butte boisée, sur la rive gauche, est formée de terrain houiller. Les quartzites de la rive droite plongent sous le Houiller de la rive gauche. Ils prolongent les quartzites de Briançon et de Saint-Chaffrey. Tout cela est connu depuis longtemps.

A l'Ouest des chalets Devers-le-Col, dans un petit collet, on voit affleurer une autre bande de quartzites, plongeant encore à l'Ouest. Ces quartzites surmontent le Houiller du sommet 2441. Au Sud, ils s'enfoncent sous des calcaires triasiques qui constituent une petite cime au Nord-Ouest du Pic des Ayes. Ces calcaires, qui plongent à l'Ouest ou au Sud sous un angle d'environ 20 degrés, s'enfoncent à leur tour sous les *marbres en plaquettes* du Pic des Ayes. Entre les *marbres en plaquettes* et les calcaires triasiques, il y a une barre rocheuse de marbre rose et de brèche, qui est du Jurassique supérieur.

Les *marbres en plaquettes* et le Malm du pic des Ayes, horizontaux dans l'ensemble, sont posés sur des schistes lie de vin, reposant eux-mêmes sur les quartzites qui forment le bord Ouest du col des Ayes. L'étirement a supprimé ici, sur le Permien, tout le Trias. Les quartzites situés sous le Permien, horizontaux au sommet du rocher qui domine le col, sont affectés un peu plus bas d'une brusque ondulation, et, *à cause de cette ondulation*, ils ont, à côté du col, une inclinaison de 50 degrés *vers le Nord-Est*. C'est là ce qui a fait croire à MM. Kilian et Lugeon que l'axe de l'éventail passait au col. En réalité, les quartzites en question appartiennent à la bande de Saint-Chaffrey, de Briançon et de la rive droite du vallon de Saint-Pancrace. Au Sud du col, on voit l'ondulation de la lame de quartzites s'atténuer, puis disparaître, et toute cette lame plonger uniformément à l'Ouest, sous le Pic de Maravoise.

Au col des Ayes, l'ondulation synclinale, toute locale, qui affecte la lame de quartzites, contient un lambeau de calcaires triasiques, appartenant probablement à l'étage moyen du Trias. Ce lambeau n'a de prolongement ni au Nord, ni au Sud.

Au Sud du col des Ayes, vers les chalets de Clapeyto, on retrouve le Houiller, formant, au milieu des quartzites, une intercalation isoclinale. Il est clair que ce Houiller est ici à la même place que le Permien dont j'ai parlé, et qui est posé sur les quartzites du col des Ayes. Ce Permien est lui-même à la même place que le Houiller du vallon de Saint-Pancrace. Le Houiller de Clapeyto est donc le prolongement, dans le même pli ou la même écaille, du Houiller de Villard-Saint-Pancrace et de Puy-Saint-Pierre. La même bande se prolonge au Sud, avec ou sans assises houillères, jusqu'au cirque de Lauzon.

A Clapeyto, les assises sont presque horizontales ou plongent faiblement vers l'Ouest. Les quartzites qui surmontent le Houiller s'enfoncent, à l'Ouest, sous les calcaires triasiques de Maravoise.

Dans la région de Maravoise, les couches sont, dans l'ensemble, horizontales, mais, dans le détail, affectées d'ondulations brusques et désordonnées. Les calcaires triasiques du Pic de Maravoise passent, au Nord, sous le Malm du Pic des Chalanges et du Pic des Ayes. A l'Est, ils se creusent en un synclinal local où repose, dans la montagne de l'Agnetil, une bande de Malm et de Lias. Au Sud, ils s'enfoncent brusquement sous le Flysch des pâturages de Néal; et on les retrouve, formant barre, dans les profonds ravins qui s'ouvrent au Nord et au Sud du Pic de Chabriller. Enfin, au col de Moulière, les calcaires triasiques de Maravoise, presque verticaux, confinent aux *marbres en plaquettes* du

IMPRIMERIE NATIONALE.

Pic du Haut-Mouriare, lesquels marbres ne sont autres que ceux du sommet de Pierre-Eyrautz. L'axe de l'éventail traverse cette région de Maravoise, où l'allure des assises est incertaine et chaotique. Le Flysch de Chabriller et de Néal est posé sur le sommet de l'éventail, comme l'est, plus au Nord, le Flysch de Prorel, et comme l'est, plus au Sud, le Flysch de Furfande. Et ici, de même qu'à Prorel, et de même qu'à Furfande, les étirements sont énormes, malgré que l'on soit au sommet de l'éventail : dans le cirque de Chabriller, au Nord du pic de ce nom, les grès grossiers du Flysch reposent directement sur les calcaires triasiques; tout le Lias manque, et tout le Malm, et tout l'étage, d'épaisseur formidable, des *marbres en plaquettes*.

Au Nord-Ouest du Pic de Maravoise, dans les environs du Pic de Pierre-Eyrautz lui-même, la structure est simple (voir les coupes en couleurs n°s XVI et XVII).

Les *marbres en plaquettes* forment la haute arête qui va de Pierre-Eyrautz jusqu'au Pic du Peyron, sur une longueur d'environ 6 kilomètres. Ils sont très ondulés, mais horizontaux dans l'ensemble. La plupart des assises sont très blanches. L'aspect et les caractères micrographiques sont ceux des marbres de la Cucumelle. L'épaisseur est énorme : 700 mètres au moins. Partout, ou presque partout, ces marbres reposent sur une barre de Malm compacte, montrant souvent le faciès de Guillestre. C'est la barre que j'ai déjà signalée sous le Pic des Ayes.

Dans la partie haute de la formation, il y a de rares et minces intercalations de quartzites bruns, semblables aux quartzites du Flysch de Prorel.

Cet épais manteau de *marbres en plaquettes* se prolonge à l'Ouest, sans solution de continuité, jusqu'au Pic de la Tome et jusqu'au Sommet de la Moutière.

L'arête du Pic de Jean-Rey est formée en partie par des calcschistes noirs, liasiques, en partie par les calcaires du Trias. Lias et Trias plongent au Sud sous les *marbres en plaquettes* de Pierre-Eyrautz. Le Trias de Jean-Rey est donc le prolongement, par-dessous le cirque de l'Alpe, du Trias de Maravoise et du Trias que j'ai déjà signalé au Nord-Ouest du Pic des Ayes.

Le long de l'arête, et aussi sur la plus grande partie du versant Nord, les calcaires triasiques de Jean-Rey sont à peu près horizontaux : mais au Nord-Ouest et au Nord-Est, dans deux petits cols qui se regardent, ils se plient brusquement, deviennent presque verticaux et s'enfoncent sous des marbres

jurassiques, au-dessus desquels reparaissent les *marbres en plaquettes* formant comme un gradin inférieur. Ce deuxième gradin de *marbres en plaquettes* se poursuit, au Sud, sous Pierre-Eyrautz et sous le Pic de la Tome, jusqu'à l'arête du Pic du Bonhomme. Au Nord, on peut suivre les mêmes marbres jusqu'à moins de 600 mètres des chalets de Mélézein.

Dans tout le cirque de Rochemotte, qui s'ouvre au Nord du Pic de Jean-Rey, l'allure des couches est chaotique, comme dans le vallon de l'Alpe, et comme dans la région de Maravoise, déjà décrite. C'est le sommet de l'éventail. Et là encore, les phénomènes d'étirement et de laminage sont intenses. L'épaisseur de la barre de Malm qui sépare les *marbres en plaquettes* des calcaires du Trias est extrêmement variable. Tantôt le Lias apparaît sous cette barre; tantôt il manque : et brusquement, dans l'Aiguille de Mélézein, ce même Lias surgit, comme au travers d'une boutonnière ouverte dans les *marbres en plaquettes*, et il montre alors une énorme épaisseur. Ce Lias de Mélézein est formé de brèches et conglomérats à galets calcaires, où les galets ont parfois de très grandes dimensions.

En résumé, le massif de Pierre-Eyrautz comprend la zone axiale de l'éventail, depuis la Durance (gare de Prelles, le Villaret) au Nord, jusqu'au Pic des Esparges, au Sud. Cette zone, où les couches sont ondulées en tous sens et présentent une allure désordonnée, a une largeur moyenne de 2 kilomètres. A gauche et à droite de la zone axiale, le massif de Pierre-Eyrautz comprend encore les premiers plis réguliers, déversés, les uns vers la France, les autres vers l'Italie.

Le massif de Pierre-Eyrautz, limité comme je viens de le dire, *ne montre qu'une seule série sédimentaire*, d'ailleurs plus ou moins reployée sur elle-même dans les plis déversés que l'on rencontre, soit à l'Est, soit à l'Ouest de la zone axiale. *Rien n'indique que, sous le Houiller, il y ait ici une écaille profonde, formée de terrains plus jeunes que le Houiller.* Les *nappes* que l'on avait cru voir dans la région centrale du massif, par le travers du col des Ayes, n'existent pas, ou ne sont que des replis locaux et peu profonds. L'allure en *nappes* n'existe vraiment que dans la région de La Roche-de-Rame, qui est à l'Ouest de l'éventail, et où les plis se couchent les uns sur les autres, déversés parfois de plus de 90 degrés.

Sur le sommet de l'éventail, on trouve les couches les plus jeunes de la série, *marbres en plaquettes* et Flysch : et, sur ces couches les plus jeunes de la

série, on ne trouve pas de couches plus anciennes. M. Lugeon indique (sur la feuille « Briançon » de la carte géologique au 80.000e) un chapeau de Malm, posé, tout au sommet de l'Aiguille des Pénitents, sur les *marbres en plaquettes*. Il est possible que les assises de ce sommet soient jurassiques : mais elles sont certainement plus anciennes que les *marbres en plaquettes* qui servent de substratum, et non pas plus jeunes. Rien, dans le massif de Pierre-Eyrautz, ne rappelle la *quatrième écaille* de Prorel, de Serre-Chevalier et de l'Eychauda; et, à n'étudier que la tectonique de Pierre-Eyrautz, on n'imaginerait jamais une autre explication que celle qu'a proposée M. Kilian pour la région de Guillestre [1], et qui se résume dans les mots d'*éventail composé*.

Toutefois, il ne faut pas oublier que cette zone axiale de l'éventail présente, dans le massif de Pierre-Eyrautz, des phénomènes d'étirement et de laminage bien singuliers, et très comparables à ceux que l'on observe, dans la même zone, entre la Durance et la Guisanne. Il ne faut pas oublier que si, à Prorel, à Serre-Chevalier et au Sommet de l'Eychauda, l'érosion avait abaissé de quelques centaines de mètres le niveau des crêtes, rien ne resterait plus de la *quatrième écaille*, et qu'alors il n'y aurait plus *aucune différence* entre Prorel et Pierre-Eyrautz.

Je compléterai cette description sommaire du massif de Pierre-Eyrautz en insérant ici (fig. 25) quatre coupes de ce massif, suivant quatre plans verticaux parallèles, sensiblement normaux à l'axe de l'éventail. Ces coupes sont à l'échelle de 1/80.000e. Elles se succèdent du Nord au Sud. Si on veut bien les comparer à la coupe donnée par MM. Kilian et Lugeon [2] en 1899, on verra que, dans le détail, la différence est grande. Cette différence tient surtout à ce fait que, en 1899, nous admettions tous que les *marbres en plaquettes* étaient du Trias; elle tient aussi à l'erreur que j'ai signalée plus haut, touchant la position de l'axe de l'éventail.

J'appelle particulièrement l'attention du lecteur sur la troisième coupe et sur la quatrième. La troisième, qui passe par le col des Ayes, montre l'ondulation synclinale du pli couché, ondulation qui a fait croire au passage, en ce point, de l'axe de l'éventail. On y voit aussi que l'anticlinal couché, entre le Pic des Ayes et le col des Ayes, n'amène au jour que des assises permiennes, et non

[1] W. Kilian. Mémoire et note portant les numéros 56 et 60 de la liste bibliographique.
[2] W. Kilian et M. Lugeon. Note portant le numéro 42 de la liste bibligraphique.

du Houiller. La quatrième coupe, qui va des chalets de Clapeyto au col de Mouriare, montre l'allure désordonnée du *sommet de l'éventail* dans la région de Maravoise, et l'intensité des étirements. Sur la même coupe, on voit, à

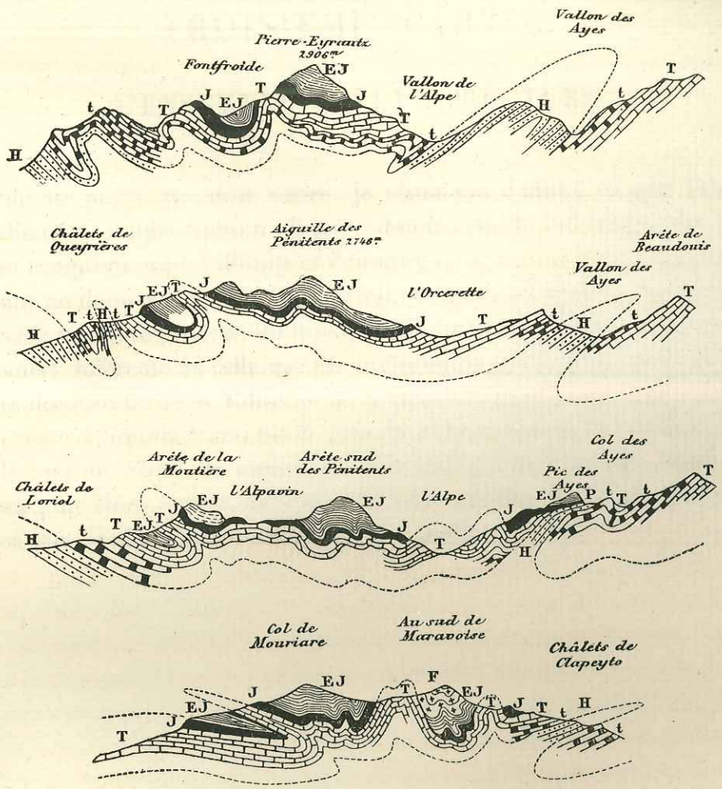


Fig. 25. — Quatre coupes parallèles successives à travers le massif de Pierre Eyrautz, normalement à l'axe de l'éventail.

Légende comme à l'ordinaire. — Le figuré opaque (J) embrasse le Malm et le Lias. Les petites croix indiquent le Flysch. — Échelle de 1/80.000e.

gauche, s'établir la structure en nappes superposées, souvent plongeantes. Si le dessin était prolongé sur la droite, à l'Est de Clapeyto, il montrerait au contraire que, de ce côté-là, le déversement diminue et que les plis se relèvent.

TROISIÈME PARTIE.

L'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE.

Dans les pages qui vont suivre, je résumerai d'abord ce que l'on sait actuellement, *indépendamment de toute théorie*, sur la tectonique des montagnes comprises entre Vallouise et Briançon.

Dans un dernier chapitre, j'indiquerai comment on peut, à mon sens, se figurer la structure générale du Briançonnais. La théorie que je proposerai est nettement différente de celle que j'ai soutenue en 1899 et en 1900. Les récentes découvertes de M. Kilian ne me permettent plus de croire au charriage de la *zone des Schistes lustrés* sur la *zone du Briançonnais* et de ces deux zones sur la *zone du Flysch*. Je crois néanmoins qu'il y a eu charriage, mais à un niveau plus élevé : et je crois que tous les terrains du Briançonnais sont *autochtones*, sauf les terrains de la *quatrième écaille*.

CHAPITRE PREMIER.

TECTONIQUE DES MONTAGNES COMPRISES ENTRE VALLOUISE ET BRIANÇON.

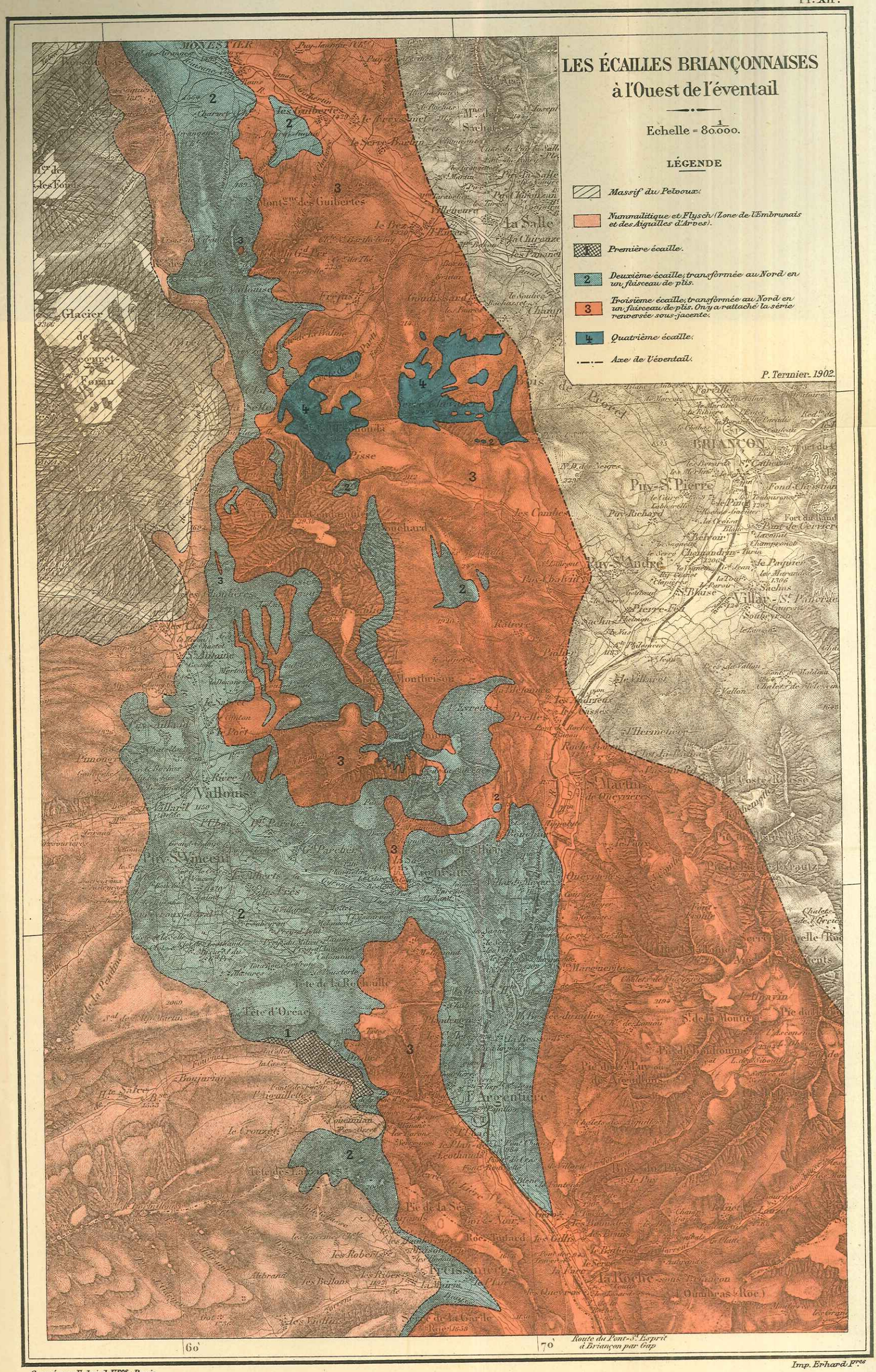
Que le pays compris entre la Durance et le Gyr, entre Briançon et Vallouise, soit constitué par un empilement de *nappes, d'écailles,* ou de *plis couchés,* c'est ce dont on ne peut plus douter.

Entre l'axe de l'éventail et la *Zone du Flysch,* j'ai compté *quatre écailles,* c'est-à-dire quatre séries sédimentaires successives allant du Houiller, ou du Trias inférieur, au Flysch, posées les unes sur les autres, et formant un *paquet ondulé et plissé.* Dans ce paquet, il y a, çà et là, des témoins de *séries renversées,* témoins discontinus, à l'intérieur desquels le laminage est toujours beaucoup plus intense que dans les *séries normales.*

La *première écaille,* qui est la plus profonde, n'apparaît qu'en un point : à Champ-Disdier, sous le col de la Pousterle. Elle s'écrase en tous sens, entre la *deuxième écaille* et le Flysch.

La *deuxième écaille* est continue, depuis Monêtier jusqu'à la vallée du Fournel. Elle s'écrase localement, au Sud du Fournel, pour reparaître un peu plus loin (col d'Anon, Freissinières). Elle est remarquable par le développement et le faciès spécial du Lias (faciès de Vallouise); remarquable aussi par la constance et la grande épaisseur des *marbres en plaquettes,* lesquels sont probablement, pour la majeure partie, crétacés; remarquable enfin par l'épaisseur et le faciès un peu spécial du Jurassique supérieur (calcaires massifs, grisâtres, du versant Est de Montbrison et du Sablier, passant çà et là à des marbres blancs, violets ou roses).

La *troisième écaille* est celle dont la base est formée, depuis L'Argentière jusqu'à Prorel, par le terrain houiller. Elle constitue les plus hauts sommets (Condamine, Sablier, Montbrison, Tête-d'Amont). Le Malm y est moins massif, plus marmoréen, et plus fréquemment versicolore que dans l'écaille précédente. A l'Ouest de la Durance (sauf en deux points, près de Puy-Chalvin, et aux Eduits), elle ne renferme pas de *marbres en plaquettes.* Mais *cette même écaille,*


LES ÉCAILLES BRIANÇONNAISES
à l'Ouest de l'éventail
Echelle = 1/80.000.
LÉGENDE
Massif du Pelvoux.
Nummulitique et Flysch (Zone de l'Embrunais et des Aiguilles d'Arves).
1 Première écaille.
2 Deuxième écaille, transformée au Nord en un faisceau de plis.
3 Troisième écaille, transformée au Nord en un faisceau de plis. On y a rattaché la série renversée sous-jacente.
4 Quatrième écaille.
Axe de l'éventail.
P. Termier. 1902.
MONÊTIER
Glacier de Gourret-Foran
Montgne des Guibertes
Vallouise
Pic St Vincent
Tête de la Roche-Faille
Tête d'Orcéas
Bonjarian
Argentière
Pic de la Sée
Roc Tordard
Les Roberts
Les Ribes
Les Vallons
Les Vallins
Pic de la Garde
Puy-St Pierre
Puy-St André
Puy-St Vincent
Pierre-Fort
Villar-St Pancrace
Martin de Queyrières
Pic de la Grande Ayle
Pic de la Monnée
Pic du Bouillonne
Pic du Pay des Aiguilles
Pic de Rabou
Pic de la Lauze
Pic de la Lance
Pic du Lauzet
Pic de la Grande Ayle
Pic de la Grande Ayle
Pic de la Grande Ayle

prolongée dans le massif de Pierre-Eyrautz, y devient, au contraire, très riche en *marbres en plaquettes*, fort semblables d'ailleurs à ceux de la *deuxième écaille*. Le Lias y est à l'état de brèches, souvent très puissantes et à très gros galets (Prorel, Mélézein) : à Prorel, les brèches liasiques renferment des galets de quartzites et de micaschistes.

Enfin, la *quatrième écaille*, qui constitue le *trait caractéristique de la région*, est formée d'un *paquet replié sur lui-même* d'assises cristallines et de conglomérats à galets cristallins. Cette *quatrième écaille* repose partout sur la tête de la *troisième écaille*, généralement sur le Flysch. Elle renferme, près de sa base, une lame étirée, laminée et discontinue, de terrains divers, Permien, Houiller, Trias ou Malm.

Cette *quatrième écaille est posée sur le sommet de l'éventail*. Son prolongement vers le Sud devrait passer sur le grand manteau de *marbres en plaquettes* de Pierre-Eyrautz et sur le Flysch de Néal et de Chabriller. Mais l'érosion a fait disparaître ce prolongement méridional. De même, l'écaille n'a plus de prolongement septentrional au Nord de la Guisanne.

Je donne, dans la planche en couleurs n° XII, le tracé de l'*axe de l'éventail*, et, à l'Ouest de cet axe, les limites des espaces actuellement couverts par les quatre écailles. L'*axe de l'éventail* est une ligne médiane de la zone axiale de l'éventail, c'est-à-dire de la zone dans laquelle l'allure des couches est incertaine, souvent même désordonnée et chaotique, et de part et d'autre de laquelle, au contraire, les plis sont nettement déversés à l'Ouest ou à l'Est.

Quant à la délimitation des surfaces actuellement couvertes par les diverses écailles, la carte de la planche XII rectifie l'esquisse que j'ai publiée en 1899 [1]. A l'époque de cette publication, je croyais encore, et MM. Kilian et Lugeon croyaient comme moi, que les *marbres en plaquettes* appartenaient au Trias. Nous savons aujourd'hui que ces marbres sont, pour la majeure partie, crétacés ou éocènes, et que le surplus est jurassique. Ce changement d'âge ne va pas, naturellement, sans un changement considérable dans la délimitation des écailles. Par exemple, le Lias de Vallouise, qui m'apparaît aujourd'hui comme la partie inférieure de la *deuxième écaille*, ne pouvait être attribué qu'à une écaille plus profonde, une *première écaille*, lorsque les marbres qui le surmontent étaient tenus pour triasiques.

[1] P. Termier. Mémoire portant le numéro 45 de la liste bibliographique.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Une autre erreur viciait mon esquisse de 1899. Je plaçais à l'Est de Prorel, et très près des gorges de la Guisanne, le passage de l'*axe de l'éventail;* et dès lors la lame de Trias et de *marbres en plaquettes* qui s'insinue dans le Houiller, près de Puy-Saint-André, m'apparaissait comme la tête de la *deuxième écaille*. J'étais ainsi conduit à couper en deux le Houiller qui forme le socle de Prorel : une partie allait à la *troisième écaille;* une autre à la *deuxième écaille*. Une étude plus attentive du massif de Prorel m'a fait voir, dans l'été de 1899, que le Houiller, sur le versant Est de Prorel, est indivisible; que l'axe de l'éventail passe sous le sommet même de cette montagne, et qu'il laisse nettement à l'Est les affleurements de terrains secondaires de Puy-Saint-André.

Une troisième erreur était la méconnaissance de l'allure synclinale de la troisième écaille entre la Croix-de-la-Salcette et la Serre-des-Hières, et du prolongement de ce synclinal, au Sud de la Gyronde, dans le massif de la Rochaille. C'est un des faits qui me paraissent aujourd'hui les plus évidents, ou le mieux démontrés, que l'exacte correspondance du synclinal du petit col 1874 (au Nord des Vigneaux) et de la bande triasique, permienne et houillère qui domine L'Argentière à l'Ouest. Et donc, cette bande est un synclinal de *troisième écaille* enfoncé dans les *marbres en plaquettes,* et non pas, comme je l'avais cru tout d'abord, un anticlinal de *deuxième écaille*.

La nouvelle délimitation que je présente aujourd'hui (planche XII) me semble devoir être à peu près définitive. Tout au moins, les corrections — si elle doit être corrigée — ne produiront-elles que des changements peu importants. J'ai dit que je garde des doutes sur la question de savoir si les replis des nappes, à l'Ouest de La Condamine et du Sablier, sont synclinaux ou anticlinaux. De même je ne suis point sûr de la délimitation exacte des écailles 2 et 3 dans le vallon de Prelles, ou encore à l'Ouest de la Serre-des-Hières. Enfin, je ne sais pas au juste où disparaît, dans la vallée de la Durance, au Sud de L'Argentière, le bombement formé par la *deuxième écaille*. Mais ce sont là des questions d'un intérêt bien secondaire.

Ainsi qu'il est expliqué dans la légende de la planche XII, j'ai réuni à la *troisième écaille* les lambeaux de la série renversée sous-jacente. On a vu que ces lambeaux prennent une très grande importance dans la région de Prelles et de Ratière. J'aurais opéré de même pour la série renversée qui s'écrase sous la *deuxième écaille;* mais cette série renversée manque à peu près partout.

Au Nord de Clot-la-Selle (vallon de l'Eychauda), la deuxième écaille se redresse peu à peu et devient complexe, c'est-à-dire qu'elle se transforme en

une série isoclinale de plis régulièrement déversés vers l'Ouest. C'est la série du col de l'Eychauda, de Monètier et du Galibier. Comme la transformation de l'écaille unique en ce faisceau complexe de plis est lente et graduelle, j'ai étendu au faisceau la couleur de l'écaille.

De même pour la *troisième écaille,* qui est certainement homogène et unique aux Combes, au col de la Pisse, dans la chaîne de Montbrison, dans la chaîne de la Rochaille, mais qui, au Nord de Fréjus, vers Le Bez et Les Guibertes, se décompose en un faisceau de plis de moins en moins déversés. J'ai prolongé la teinte rose de l'écaille dans la région occupée par le faisceau.

La transformation de la *troisième écaille,* vers le Nord, en un faisceau de plis, est un phénomène *secondaire*. J'ai montré, en effet, que les plis de la Montagne-des-Guibertes et du Bez sont les prolongements, régularisés et ordonnés, des ondulations et des soubresauts qui affectent la *troisième écaille* aux environs de Serre-Chevalier. Ces plis sont postérieurs à la mise en place de la *quatrième écaille,* puisque celle-ci les a subis. C'est un dernier plissement, contemporain de la *déformation de l'éventail*.

Il en est certainement de même de la plupart des plis qui prennent naissance dans la *deuxième écaille* au Nord de Clot-la-Selle. Par exemple, les bandes multiples de Lias des Neyzets, ou encore la bande de Flysch du col de l'Eychauda et du ravin de Corvaria, sont, manifestement, des synclinaux secondaires qui ne pénètrent pas profondément dans la masse de l'écaille.

La pénétration de la *deuxième écaille* sous la *troisième écaille* s'étend, par le travers de Prorel, jusqu'au col de Paluel, c'est-à-dire jusque très près de l'axe de l'éventail. Il est encore très évident qu'un sondage placé au Bez (coupe II) rencontrerait la *deuxième écaille* — probablement les *marbres en plaquettes* — sous les grès à anthracite. Plus au Nord il n'y a plus aucun indice qui permette d'apprécier l'importance de la pénétration, Comme les écailles, au Nord de la Guisanne, sont très redressées, elles ne se distinguent plus, sur le terrain, des plissements secondaires. C'est pour cela que, dans ses belles études sur le Galibier, M. Kilian décrit tout le système comme une seule et même série de plis, les uns isoclinaux, les autres sensiblement verticaux. Les plis sensiblement verticaux ne sont, en réalité, que des plis secondaires; et si l'on forait un trou de sonde dans le Houiller qui les supporte on trouverait, sous ce Houiller, du Crétacé, du Jurassique ou du Trias.

La seule inspection de la planche XII suffira maintenant à donner au lecteur l'idée de la structure d'ensemble de cette partie du Briançonnais. Le

pli couché 3 (*troisième écaille*) s'étend comme un manteau sur le pli couché 2; mais ce manteau est troué çà et là, et, dans diverses déchirures, on voit le pli 2 apparaître sous le pli 3. C'est, par exemple, ce que l'on observe au Nord de Bouchiers, au-dessus du chemin qui mène à La Blétonnée; ou encore au petit col qui s'ouvre à l'Est de la cime de Paluel, sur le chemin des Combes à Champessa. De plus, le système des deux plis, couchés l'un sur l'autre, est ondulé et même plissé. Il y a une grande ondulation anticlinale qui fait affleurer, de Rocher-Bouchard à L'Argentière, la *deuxième écaille;* et, à l'Ouest de cet anticlinal, une grande ondulation synclinale qui amène jusqu'auprès de Vallouise des témoins de la *troisième écaille* et qui correspond, au Sud de la Gyronde, à la bande de la Rochaille et du Pic de la Séa. Il y a aussi des plis d'importance secondaire, plus capricieux, moins prolongés et plus aigus. Tel est le synclinal de *troisième écaille* qui coupe, au Nord de la Serre-des-Hières, l'arête de la Croix-de-la-Salcette, et que l'on voit ensuite, dans le fond du cirque des Vigneaux, tourner brusquement et prendre la direction du Sud. Tels sont encore les plis multipliés que j'ai signalés entre le Sablier et la vallée du Gyr, et aussi à la base des escarpements occidentaux de la Condamine. C'est un de ces plis qui fait affleurer une lentille de terrain houiller dans les marbres crétacés, au Nord-Est des Choulières.

L'intensité des phénomènes d'étirement saute, pour ainsi dire, aux yeux. On voit le pli 2, dont les terrains sont bien représentés au col d'Anon et à la Tête-des-Lauzières, s'écraser, à l'Est de Coueimian, jusqu'à disparaître. Il reparaît dans la vallée du Fournel, par-dessus le lambeau de *première écaille;* et l'épaisseur de ce pli 2 va croissant rapidement. A Vallouise, le même pli 2, comprenant les calcaires du Lias et les *marbres en plaquettes,* a au moins 1000 mètres d'épaisseur. Plus loin vers le Nord, au-dessus de Chambran, il se réduit aux seuls *marbres en plaquettes,* et la puissance de ceux-ci descend jusqu'à n'être plus que de 250 ou 300 mètres. Puis de nouveau l'épaisseur augmente, en même temps que l'écaille se transforme en un faisceau de plis. Dans le pli 3 les étirements semblent être plus formidables encore. A l'origine, ce pli devait être formé, pour le moins, de deux séries de couches : une *série normale* et une *série renversée.* La *série normale,* là où elle est complète et où elle ne présente pas de laminage, n'a certainement pas moins de 3000 mètres d'épaisseur : 1000 mètres de Houiller; 500 mètres de Trias; 500 mètres de Jurassique et de Crétacé; 1000 mètres de Tertiaire. Ce sont là des minima. Or, le pli 3 tout entier disparaît, en un point, entre la *quatrième écaille* et le pli 2, dans le haut du vallon de Méa. La *série renversée* manque le plus souvent; et, là où elle est conservée, elle est habituellement réduite à quelques mètres, ou à quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Le Houiller, qui forme la partie médiane du pli originel, est réduit à l'état d'une *lame discontinue,* épaisse ici de 30 mètres, là de 2 ou 3 mètres seulement. A Paluel, la puissance totale du pli 3 ne dépasse pas 100 mètres; dans la chaîne de Montbrison et de la Condamine, elle est, presque partout, inférieure à 300 mètres.

La carte de la planche XII montre enfin, avec une netteté incomparablement plus grande que la carte géologique au 1/50.000e ou la feuille « Briançon » au 1/80.000e, la situation des quatre lambeaux de *quatrième écaille.* Ces quatre lambeaux reposent sur le pli 3, et ils s'avancent, à l'Est, jusqu'à l'axe de l'éventail. Ils n'appartiennent donc pas à un des plis occidentaux de l'éventail; et c'est le pli 3 qui, de tous les plis occidentaux, est le plus voisin de l'axe.

L'éventail était formé, et le pli 3 était déjà déversé sur le pli 2, lorsque la *quatrième écaille,* venant de l'Est, s'est posée sur la série normale du pli 3, série normale qui se continuait vers l'Est, horizontalement, par les couches du *sommet de l'éventail.* La *quatrième écaille* est donc posée, en réalité, tout au sommet de l'éventail. Comme le massif de Pierre-Eyrautz correspond trait pour trait, sur l'autre rive de la Durance, au massif de Prorel, je ne doute pas que la *quatrième écaille* ne se soit étendue, jadis, sur Pierre-Eyrautz, Mouriare, Maravoise et Chabriller. L'érosion l'a supprimée intégralement au Sud de la Durance. Je pense que c'est aussi l'érosion qui l'a supprimée au Nord de la Guisanne. Si la dénudation avait diminué de 200 ou 300 mètres les crêtes de l'Eychauda et de Serre-Chevalier, rien ne resterait plus de cette *quatrième écaille;* et le pays qui s'étend de Prorel à l'Eychauda apparaîtrait identique aux hautes régions de Pierre-Eyrautz.

J'ai dit que la *quatrième écaille* est venue de l'Est. Elle n'a pu venir d'ailleurs. Les terrains dont elle se compose n'affleurent qu'à l'Est de la Durance. On sait que ces terrains sont de deux sortes : des conglomérats oligocènes à galets cristallins et à galets de Permien, de Trias et de Lias briançonnais; des micaschistes, des gneiss, des amphibolites et des roches vertes appartenant à la *série cristallophyllienne mésozoïque,* c'est-à-dire à la formation des Schistes lustrés.

Mais la *quatrième écaille* ne vient pas de bien loin. La lame étirée, que

l'on observe à sa base, ou près de sa base, et qui renferme un mélange de divers terrains briançonnais, contient beaucoup de grès houillers. Or, les affleurements de grès houillers non métamorphiques ne dépassent pas Briançon du côté de l'Est. D'autre part, c'est à quelques kilomètres de Briançon, à l'Alpet, près du Mont-Genèvre, que M. Kilian a découvert, *en place* et côte à côte, les deux catégories de terrains qui constituent la *quatrième écaille* : les conglomérats à galets cristallins, et les roches cristallines elles-mêmes.

La *quatrième écaille* provient donc, suivant toute vraisemblance, des plis, tous situés à l'orient de l'éventail, dont les racines affleurent aujourd'hui entre Briançon et la frontière italienne. C'est une *nappe de recouvrement* due au *retroussement* et au brusque retour en arrière des têtes de ces mêmes plis. On comprend donc qu'elle doive avoir une structure complexe, et qu'elle doive renfermer, près de sa base, une lame étirée formée par l'écrasement des têtes des plis les plus voisins de l'axe de l'éventail, plis dans lesquels, précisément, le Houiller montait à une grande hauteur. L'amplitude du charriage de l'écaille, du Mont-Genèvre au vallon de l'Eychauda, est d'environ 20 kilomètres, en tenant compte des ondulations postérieures.

Il y a eu, en effet, après la mise en place de la *quatrième écaille*, des ondulations, des soubresauts, et des plis dans le système empilé, et, pour tout dire en un mot, une dernière déformation de l'éventail. C'est à cette dernière déformation qu'est dû le pli synclinal, nettement déversé vers l'Ouest ou le Sud-Ouest, qui affecte les micaschistes entre le col de Prorel et la forêt de Goudissard. J'ai dit que ce synclinal se prolonge au Nord de la Guisanne, bien marqué par une bande de *marbres en plaquettes*. Un autre pli est visible dans la Crête-de-Mal-Parti. Il se prolonge au Nord dans la Montagne des Guibertes : en sorte que les plis de la Montagne des Guibertes, fortement déversés, et les plis sensiblement droits qui leur font suite, au Nord de la Guisanne, sont contemporains de la dernière déformation, c'est-à-dire postérieurs à la mise en place de la *quatrième écaille*.

CHAPITRE II.

STRUCTURE GÉNÉRALE DU BRIANÇONNAIS.

Montes sicut cera fluxerunt a facie Domini...

Ps. XCVI.

Mes idées sur la structure du Briançonnais se sont modifiées depuis 1899, sous l'influence des longues controverses où j'ai eu M. Kilian pour adversaire.

En 1899, et encore en 1900[1], je proposais, pour expliquer la tectonique des montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, et pour expliquer surtout la *quatrième écaille*, d'admettre un charriage général de la *zone* des *Schistes lustrés*, antérieur à la formation de l'éventail. Ce charriage aurait entraîné, de l'Est vers l'Ouest, les terrains de la *zone du Briançonnais*, sous la forme d'une série de lames ou d'écailles posées les unes sur les autres. Tout ce paquet, poussé par la nappe supérieure, aurait glissé sur le Flysch (*zone du Flysch*). Puis, après le charriage, le même paquet eût été plissé, et plissé en éventail. Toutes les particularités et étrangetés de la structure s'expliquaient ainsi d'une façon claire et qui me paraissait simple : et comme ma théorie s'arrangeait bien avec ce que l'on savait alors de la géologie des régions voisines, je ne pouvais me défendre de la trouver infiniment séduisante. J'indiquais cependant, comme une autre solution possible, l'hypothèse d'un *anticlinal en éventail* s'enracinant sous la grande bande de terrain houiller : et je faisais remarquer que, dans cette autre théorie, il était nécessaire d'admettre, malgré tout, un charriage venu de l'Est, *antérieur à la déformation de l'éventail*, pour expliquer la *quatrième écaille*[2].

Après de longues discussions, alimentées à la fin de chaque campagne par de nouvelles découvertes, M. Kilian m'a définitivement convaincu de l'enracine-

[1] P. Termier. Mémoire et notice portant les numéros 45 et 55 de la liste bibliographique.

[2] Voir à la page 41 de la notice insérée au Livret-Guide du Congrès de 1900 (notice n° 55 de la liste bibliographique), la figure qui montre l'interprétation de la coupe Eychauda-Chenaillet dans chacune des deux hypothèses.

ment de l'éventail. Nulle part — sauf dans la *quatrième écaille* — les Schistes lustrés n'apparaissent avec la soudaineté qu'il faudrait qu'ils eussent pour qu'on pût les considérer comme charriés et *exotiques*. La *zone des Schistes lustrés* est solidaire de la *zone du Briançonnais* : celle-ci est solidaire de la *zone du Flysch*. Nombreux sont les points où ces zones n'ont pas de démarcation précise, et où les plis de l'une se prolongent réellement dans l'autre. Plusieurs faits de ce genre m'avaient vivement frappé, dès la fin de l'été de 1899, au cours d'une excursion commune, où M. Kilian me faisait visiter les environs de Guillestre. Le retour du *granite du Pelvoux*, au Plan-de-Phazy, sous la forme d'une mince lame, insérée dans un paquet de lames où l'on trouve à la fois du Flysch et des terrains briançonnais, constituait, en particulier, contre ma théorie, une objection que je cherchais vainement à combattre. A la même époque M. Haug me montrait, dans la région d'Orcières, la structure en écailles de la *zone du Flysch*, structure entièrement comparable à celle de la *zone du Briançonnais*. J'ai, néanmoins, attendu trois années encore. Aujourd'hui je me rends à ce qui est, peu à peu, devenu l'évidence. L'éventail briançonnais est certainement autochtone; et, des deux solutions que j'indiquais en 1899 et en 1900, c'est à celle qui me séduisait le moins, et qui même me paraissait invraisemblable, que je suis contraint de revenir.

Mais si M. Kilian a raison quand il prétend que l'éventail est autochtone [1], je ne crois pas qu'il ait donné, de la structure actuelle du Briançonnais, une explication vraiment adéquate et suffisante. Quand on a dit, avec le savant professeur de Grenoble, que la *zone du Briançonnais* est un *éventail composé*, ou encore un *massif central* très plissé, bordé, de part et d'autre, de longs et larges synclinaux sur lesquels les plis se sont couchés en *poussant au vide;* quand on a dit tout cela, on a dépeint d'une façon très exacte le Briançonnais *à un certain moment de son histoire, mais on est bien loin d'avoir tout dit*. Les mots d'*éventail composé* ne renferment pas tous les phénomènes : ils ne rendent compte, ni de la présence, *au sommet de l'éventail,* de la *quatrième écaille* briançonnaise; ni des étirements formidables et des brusques plissements que l'on observe *au sommet de l'éventail;* ni de la dyssymétrie extraordinaire de l'éventail et de l'invraisemblable laminage des plis occidentaux.

Ainsi que je le disais en 1900, la *quatrième écaille* ne peut se comprendre — dans l'hypothèse d'un éventail autochtone — que si l'on admet un charriage venu de l'Est, antérieur à la dernière déformation de l'éventail. Or la *quatrième écaille* est, de toute évidence, la clef de la structure du Briançonnais, et qui ne l'explique pas n'a rien expliqué.

[1] W. Kilian. Note portant le numéro 57 de la liste bibliographique.

De même, on n'a rien expliqué, si l'on n'a pas rendu compte des étirements et des plissements du sommet de l'éventail. Voilà bien des années que M. Marcel Bertrand m'a signalé les extraordinaires plissements du Lias du Mont-Jovet, entre les vallées de l'Isère et du Doron de Bozel; et c'est la remarque de M. Marcel Bertrand sur l'étrangeté de plissements pareils, observés au sommet même de l'éventail, c'est, dis-je, cette remarque qui m'a donné la première idée de faire appel aux charriages. Voilà bien des années encore que, visitant la région houillère comprise entre l'Arc et l'Isère, j'ai été surpris de l'extrême irrégularité des couches d'anthracite, objet d'exploitations nombreuses, mais toujours éphémères et le plus souvent misérables. Cette région houillère donne l'impression d'un bassin houiller *écrasé*. La même impression persiste quand on parcourt la région houillère au Sud de l'Arc. Elle devient bien autrement vive lorsque, suivant toujours la zone axiale de l'éventail, on traverse du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est le massif de Pierre-Eyrautz. Là, les allures, comme je l'ai montré, deviennent chaotiques; et, en même temps, les étirements atteignent au point de supprimer bien des centaines de mètres, et parfois plus de 1000 mètres d'épaisseur d'assises. La coupe du massif de Furfande, telle que nous l'a donnée M. Kilian [1], montre que, plus au Sud et toujours sur le sommet de l'éventail, l'importance des étirements ne diminue pas. Or, il n'y a pas d'étirement des assises là où les assises ne sont pas devenues plastiques; et les assises ne deviennent plastiques que là où elles sont surchargées et pressées. Dans toute la zone du Briançonnais, donc, depuis l'Isère jusqu'au Guil, les couches du sommet de l'éventail — et non seulement les couches du terrain houiller, mais aussi les couches les plus jeunes, les *marbres en plaquettes* et les schistes et grès du Flysch — ont été surchargées, pressées et finalement étirées par une série de mouvements peu réguliers, souvent capricieux, quelquefois discordants. C'est ce que je résume en disant : la *zone du Briançonnais* est un éventail de plis, ultérieurement écrasé et déformé.

Enfin, on n'a rien expliqué, tant que l'on n'a pas rendu compte de la dyssymétrie de l'éventail et du laminage vraiment extraordinaire des plis occi-

[1] W. Kilian. Note portant le numéro 56 de la liste bibliographique.

IMPRIMERIE NATIONALE.

dentaux. Je reproduis dans la planche XIII les quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes que j'ai publiées, il y a quelques mois, au *Bulletin de la Société géologique de France*[1]. Dans ces coupes, les lignes ponctuées placées au-dessus de la surface du sol sont hypothétiques — et c'est l'hypothèse que je développerai tout à l'heure —; mais les tracés relatifs aux terrains *existants*, près de la surface et même à une assez grande profondeur, sont à peu près définitifs et presque certains, encore que schématiques. Un simple coup d'œil jeté sur cette figure permet de voir combien l'éventail tout entier a été déversé, surtout dans la région des deux coupes les plus méridionales ou dans le Briançonnais proprement dit; combien le système tout entier des plis orientaux a été refoulé vers l'Ouest et s'est avancé sur le système des plis occidentaux; enfin, combien ces derniers plis s'allongent et s'émiettent, transformés en un paquet de lames, lui-même ondulé ou plissé.

Pour rendre vraiment compte de ces trois catégories de phénomènes, j'ai besoin de faire appel — après la formation de l'éventail — à une surcharge momentanée, pesant sur toute la zone de l'éventail, et à une surcharge qui se soit déplacée, longuement et péniblement, à la façon d'un *traîneau écraseur*, dans une lente translation de l'Est vers l'Ouest.

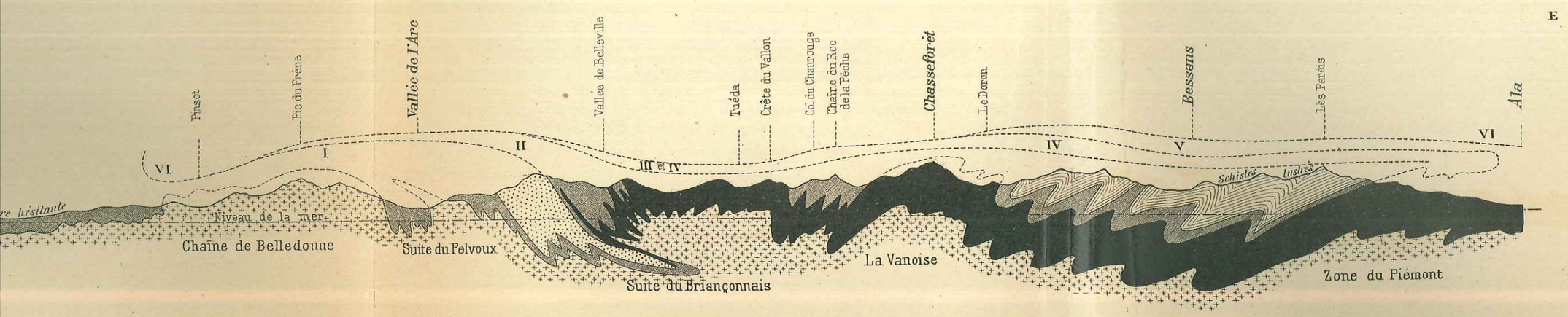
Tout au fond, la différence entre cette théorie nouvelle et ma théorie de 1899 n'est pas aussi grande qu'elle semble de prime abord. Je place après la formation de l'éventail — au lieu de la placer avant — la translation vers l'Ouest de la grande nappe charriée, et je mets au-dessus du sol actuel, et non plus au-dessous, la *surface de charriage*. Striction, desserrement, puis refoulement tangentiel avec charriage : telle est la nouvelle théorie. L'ancienne théorie était : refoulement tangentiel avec charriage, puis striction et enfin desserrement.

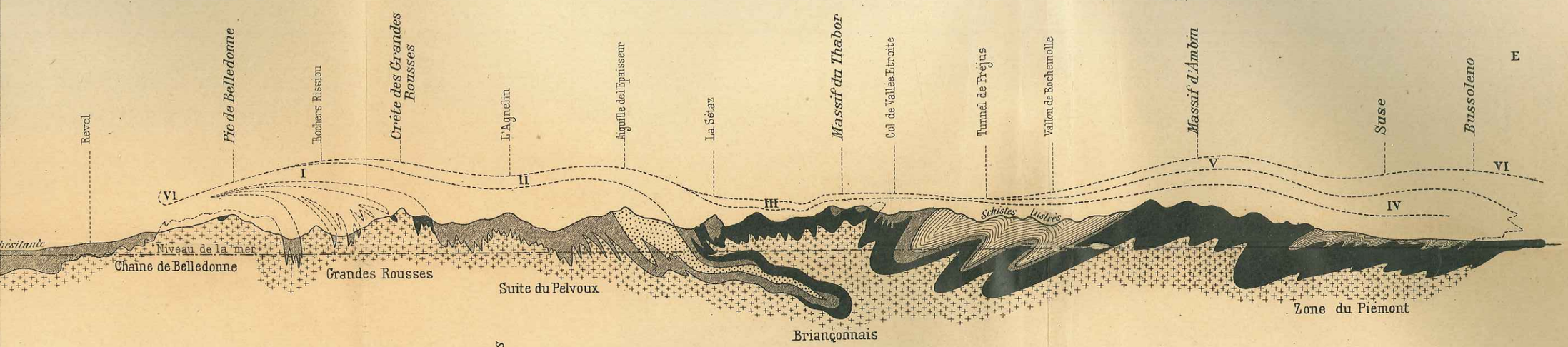
Voici quelle a été, d'après moi, la succession des phénomènes géologiques dans le Briançonnais.

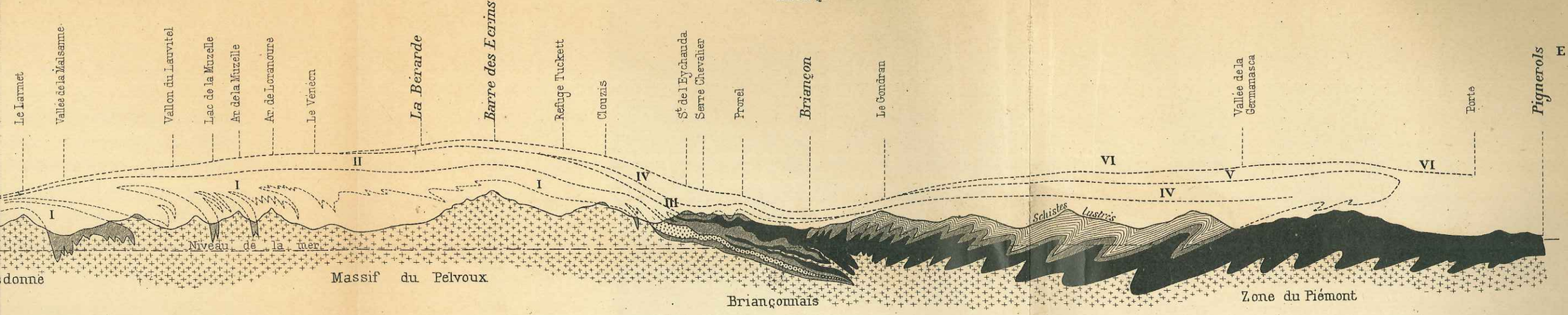
A partir de l'époque houillère, le pays briançonnais correspond au bord occidental d'un géosynclinal immense. La région vraiment synclinale se trouve plus à l'Est, dans le pays où se déposent successivement les deux *séries compréhensives*, je veux dire les assises permo-carbonifères qui deviendront plus tard des micaschistes ou des gneiss, et les assises mésozoïques qui deviendront

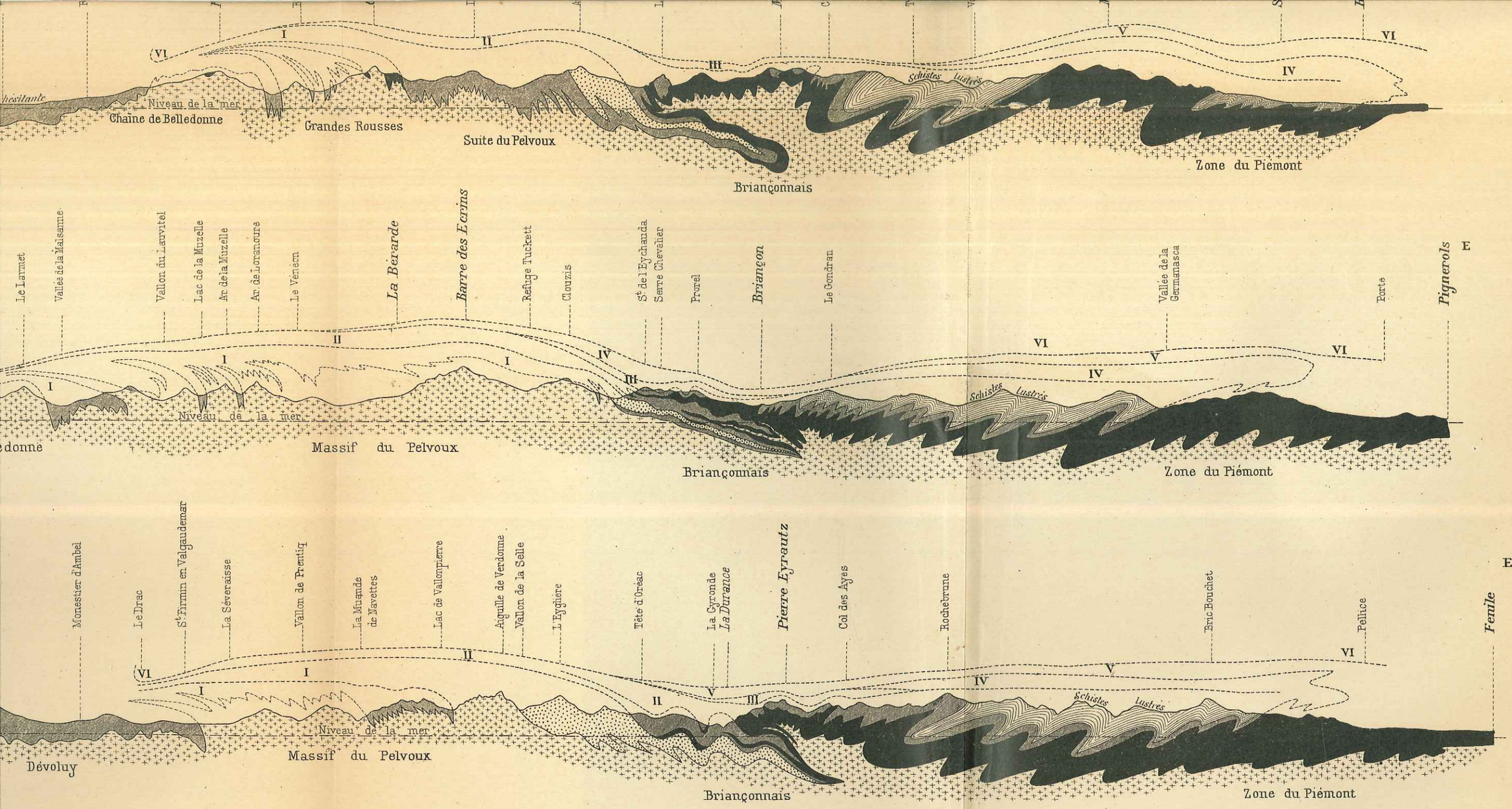
[1] P. Termier. Note portant le numéro 63 de la liste bibliographique.

COUPES A TRAVERS LES ALPES FRANCO-ITALIENNES









existants

Permo-Houiller (à l'Est, il est à l'état de série cristallophyllienne, avec roches massives subordonnées).

Massifs granitiques, et séries métamorphiques antérieures au Houiller.

Échelle des hauteurs et des longueurs : $\frac{1}{320.000}$

10.000m 500 0 10 20 30 Kil.

Légende des nappes hypothétiques

I. Nappes provenant des plis de l'Oisans et du Pelvoux.

II. Nappe provenant de la zone du Briançonnais.

III. Nappe mixte comprenant à la fois des terrains briançonnais et des schistes lustrés (4ème écaille du Briançonnais).

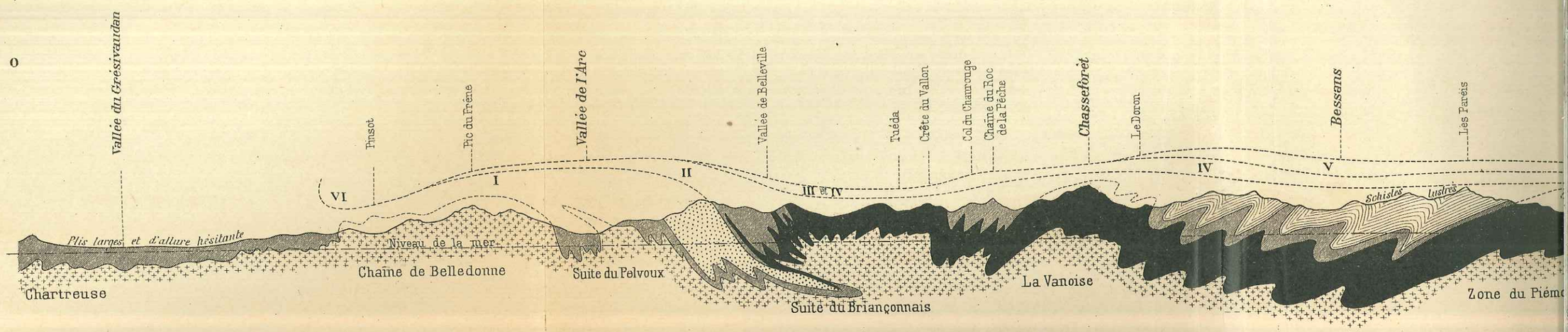
IV Nappe des Schistes lustrés.

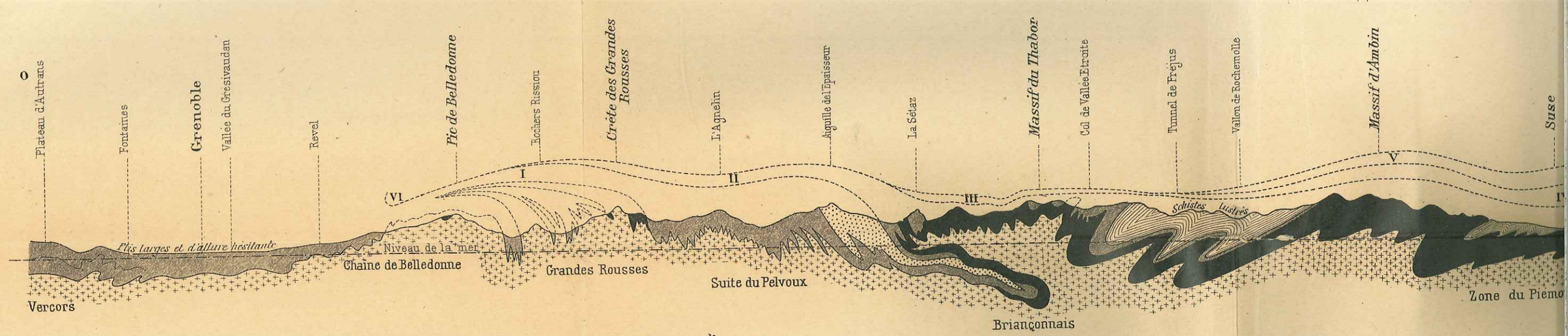
V. Nappe des Gneiss permo-carbonifères.

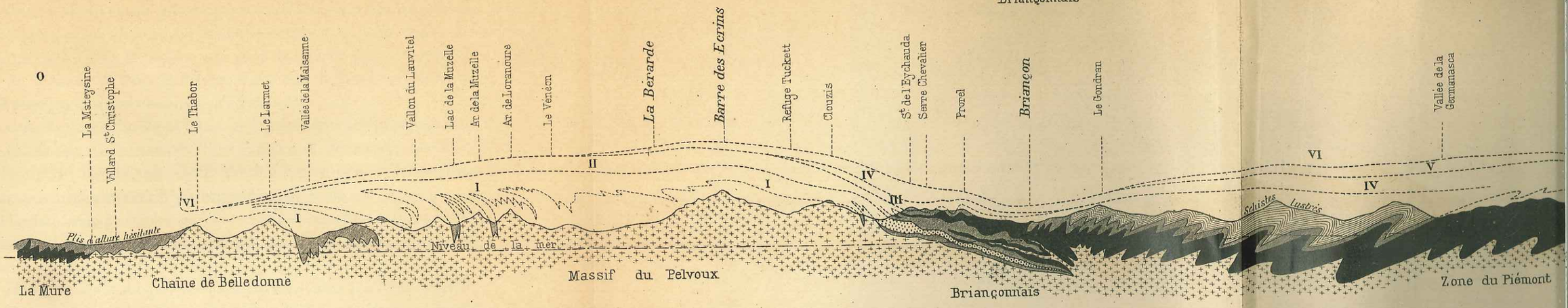
VI. Nappe supérieure, peut-être confondue avec la précédente.

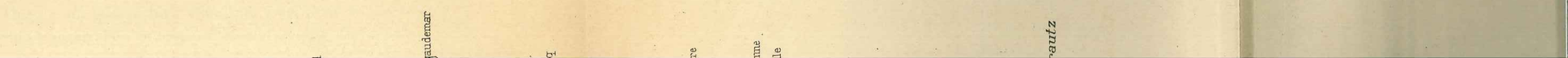
L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris

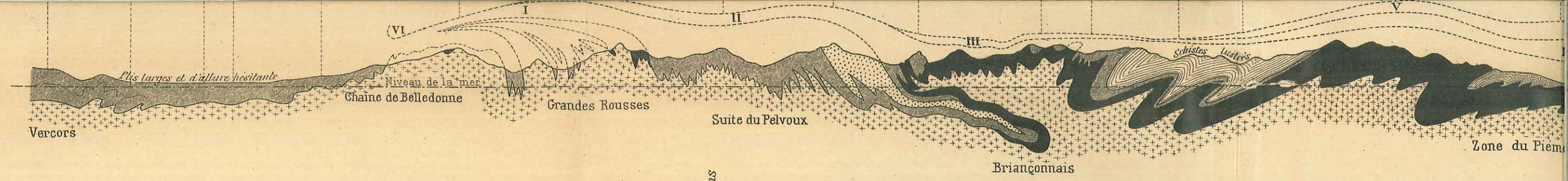
COUPES A TRAVERS LES ALPES FRANCO-ITALIENNES

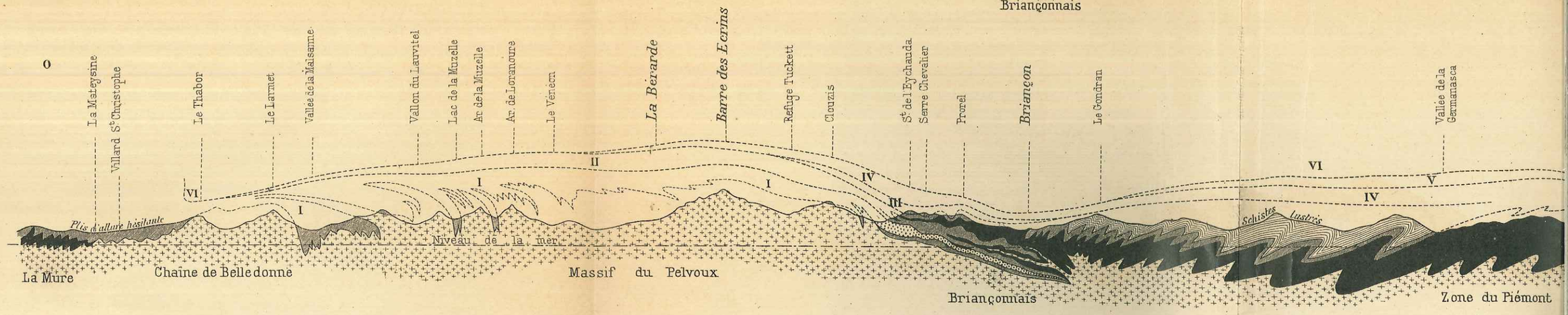


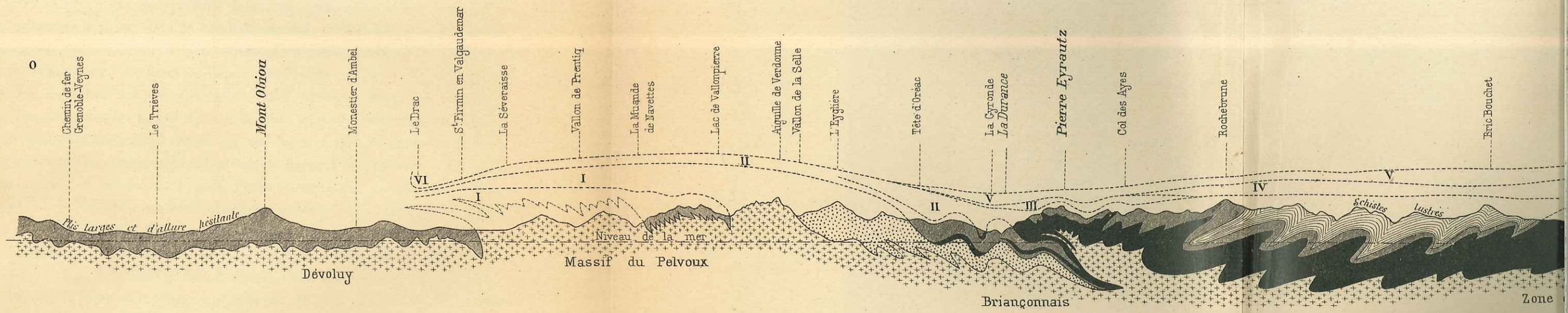





Vallée de la Germanasca
Pelvoux
Vallée de la Guisane
Vallée de la Clarée
Vallée de la Cerveyrette
Vallée de la Cerveyrette
Vallée de la Cerveyrette







Légende des terrains existants

- Nummulitique et Flysch.
- Schistes lustrés, ou série cristallophyllienne mésozoïque, avec roches vertes subordonnées.
- Terrains secondaires, Schistes lustrés exceptés.
- Permo-Houiller (à l'Est, il est à l'état de série cristallophyllienne, avec roches massives subordonnées).
- Massifs granitiques, et séries métamorphiques antérieures au Houiller.

Échelle des hauteurs et des longueurs : $\frac{1}{320.000}$

10.000m 500 0 10 20 30 Kil.

Légende des nappes

I. Nappes provenant des plis de l'Oisans et du Pelvoux.

II. Nappe provenant de la zone du Briançonnais.

III. Nappe mixte comprenant à la fois des terrains briançonnais et des schistes lustrés (4me écaille du Briançonnais).

Belledonne. Enfin, elle s'atténue très vite à l'Ouest de Belledonne, et ne produit plus, dans la zone subalpine, que des plis larges ou de simples ondulations.

La striction est suivie d'un desserrement, d'une *décompression* de toute la zone serrée : et alors, dans les bandes plissées les moins élastiques, les plis, qui étaient verticaux, se couchent. C'est le moment où se forment les déversements capricieux des plis subalpins (*plis hésitants*), décrits dans ces dernières années, par MM. Kilian et P. Lory. C'est le moment aussi où, sur les deux zones synclinales, plastiques et nullement élastiques, qui le bordent, l'anticlinal briançonnais se déverse : c'est la formation de l'éventail.

Puis la striction recommence. Mais comme elle agit, cette fois, d'une façon très inégale à des profondeurs peu différentes, et qu'elle a son maximum d'énergie près de la surface, elle détache, de la région interne des Alpes, une masse de terrains qui désormais s'avance vers l'Ouest, lentement et irrésistiblement.

Cette masse charriée, faisant l'office d'un *traîneau écraseur,* retrousse sous elle les têtes des plis orientaux de l'éventail, et transporte ainsi avec elle des nappes secondaires, qui sont des plis couchés graduellement étirés, amincis et fragmentés. La *quatrième écaille* briançonnaise est un témoin de l'une de ces nappes secondaires, provenant du *retroussement* des plis orientaux.

Arrivé sur le sommet de l'éventail, le système en marche écrase les séries autochtones, et, dans les indécisions de son mouvement, y détermine des plissements capricieux et désordonnés, et des étirements locaux d'une grande énergie.

Au delà de l'éventail, le système en marche n'a plus besoin de retrousser les plis. Il agit dans le sens de leur déversement; il les couche davantage; et comme à peu de distance de lui, les terrains cristallins du Pelvoux opposent à l'écrasement une grande résistance, il *lamine* véritablement ces plis occidentaux, et les transforme en un système de lames ou d'écailles.

Plus loin, la surélévation des plis du Pelvoux — et, plus au Nord, du Mont-Blanc — oblige le système en marche à s'arrêter un instant. Au pied de cette barrière, sans doute, s'arrêtent définitivement la plupart des nappes secondaires. Mais la barrière est cependant franchie par une partie de la masse charriée : et cette partie continue son voyage vers l'Ouest, couchant sous elle, jusqu'à l'horizontale, les têtes des plis de toute la zone Pelvoux-Mont-Blanc. Ainsi se forment de nouvelles nappes, composées surtout de

terrains mésozoïques. Et ces nappes vont se coucher sur la longue croupe de l'anticlinal de Belledonne, qui résiste à l'effort de déversement comme il a résisté, dans son ensemble, à la striction originelle.

Le bord subalpin, au delà duquel il n'y a plus d'étirements, mais où commence une région de plis larges et hésitants, coupée de grandes failles, le bord subalpin, dis-je, correspond à la ligne que la masse charriée, le *traîneau écraseur,* n'a point dépassée.

Après l'arrêt définitif des masses charriées, il ne s'est plus produit que des mouvements locaux, résultant de réactions internes entre les divers éléments charriés et autochtones de la chaîne alpine. C'est à cette période de réactions secondaires que j'attribue, dans la région Briançon-Eychauda, les plissements de la deuxième, de la troisième et de la quatrième écaille. Les plis réguliers qui accidentent le sommet de l'éventail entre la vallée de la Guisanne et le massif du Tabor doivent être de la même époque.

J'ai dit ailleurs[1] comment cette théorie s'arrange avec celle que M. Lugeon[2] a récemment imaginée pour les Alpes suisses. Les nappes de la zone du Pelvoux correspondraient à celles de la Savoie et de Morcles. Les nappes des gneiss permo-carbonifères qui ont dû recouvrir, autrefois, une partie du Briançonnais, se seraient reliées à celles qui existent encore dans les massifs du Simplon et du Tessin. Enfin la masse supérieure, ou la nappe proprement dite, correspondrait à la nappe des Brèches jurassiques et à la nappe du Rhœticon : mais il est possible que, dans la partie des Alpes dont je m'occupe, la masse supérieure ait été formée de gneiss permo-carbonifères.

Une question intéressante est celle de savoir jusqu'où va la déformation de l'éventail, c'est-à-dire l'enfoncement des plis occidentaux sous le système des plis orientaux. Cette question ne pourrait être résolue que par des sondages. A s'en tenir aux simples vraisemblances, on peut croire que la déformation réelle est au moins aussi grande que celle qui a été admise pour le dessin des coupes (Pl. XIII). Il me paraît certain qu'un sondage foré à Briançon rencontrerait, sous le Houiller, les terrains tertiaires ou secondaires de la *troisième écaille.* M. Haug m'a dit avoir une impression analogue en ce qui concerne les terrains les plus anciens des gorges du Guil : l'andésite de Guillestre pourrait être posée sur du Flysch.

(1) P. Termier. Note portant le numéro 63 de la liste bibliographique.

(2) M. Lugeon. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse, *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. I, 1902.

Tel est le Briançonnais : bord de géosynclinal; puis anticlinal façonné en éventail; enfin, éventail écrasé, déformé et, dans sa partie haute, refoulé vers l'Ouest. L'écrasement est si palpable, le refoulement vers l'Ouest de la partie haute est si évident et si énergique que, même en l'absence de tout témoin charrié, on ne pourrait se défendre de faire appel au passage d'une masse écrasante, aujourd'hui disparue. Et comme il y a, de plus, un témoin charrié, qui est la *quatrième écaille*, je considère que le fait du passage, sur le Briançonnais, d'une masse écrasante transportée de l'Est à l'Ouest, est établi d'une façon irréfutable.

Tandis que, dans les Alpes suisses, les nappes de recouvrement sont si nombreuses, et si épaisses, et si étendues encore, qu'on ne sait où prendre les terrains autochtones, les Alpes françaises, au Sud de l'Arve, nous apparaissent aujourd'hui comme entièrement autochtones, à l'exception des lambeaux de la *quatrième écaille* briançonnaise et des témoins des *nappes de Savoie*. La dénudation a fait disparaître, en France, la presque totalité du système charrié. En Suisse, c'est — suivant les points — de 1000 mètres ou de plusieurs milliers de mètres, qu'il faudrait abaisser le niveau de la surface, pour que l'on trouvât les montagnes *en place*, prolongement des montagnes autochtones de France : et c'est ainsi que, sous les gneiss du Simplon, d'Antigorio, du Tessin, on trouverait, suivant toute vraisemblance, la suite du Briançonnais.

Au demeurant, le Briançonnais est une *zone singulière* des Alpes, et par conséquent une des régions les plus curieuses de la planète. C'est le bord, souvent troublé et fréquemment déplacé, d'un géosynclinal; plus tard, c'est un anticlinal en éventail; plus tard encore, c'est une des bandes les plus violemment refoulées qu'on puisse voir, parmi les bandes alpines autochtones. La structure d'un tel pays doit devenir classique, car elle doit être connue de quiconque veut aborder la synthèse des grandes chaînes.

Et comme je crois bien que la clef de la structure du Briançonnais est l'étude des montagnes comprises entre Vallouise et Briançon, j'ose espérer que ce livre, fruit de longs efforts et de longues réflexions, trouvera bon accueil chez mes confrères en géologie, et jettera quelque lumière sur les nombreuses questions stratigraphiques et tectoniques dont se compose le problème alpin.

RÉPERTOIRE DES PLANCHES.

Planches.		Pages.
I.	La montagne de l'Eychauda, vue de l'Est, ayant à sa gauche le col de la Pisse (couverture).	
II.	Le col de l'Eychauda, vu du Sud	24
III.	Les Neyzets, la Cucumelle, le Grand-Pré, le Galibier, vus du sommet de l'Eychauda	106
IV.	La Butte des Galets, vue du Sud	114
V.	La chaîne de Montbrison	128
VI.	La Condamine, vue du Sommet de l'Eychauda	128
VII.	Le cirque des Clousagnes, sous La Condamine	132
VIII.	Vallouise, vue des pentes du Sablier	136
IX.	La Tête-d'Amont, vue du col de la Pousterle	138
X.	Rocher-Bouchard, vu du Sablier	142
XI.	Le vallon des Clouzis	142
XII.	Les Écailles briançonnaises à l'Ouest de l'éventail	168
XIII.	Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes	178

Carte et coupes géologiques à 1/50.000e des montagnes comprises entre Vallouise et Briançon.

IMPRIMERIE NATIONALE.

RÉPERTOIRE DES DESSINS SUR BOIS.

Figures. Pages.

1. Passage latéral des *marbres en plaquettes* au Malm dans la Serre-des-Hières 36
2. Trois coupes Ouest-Est successives à travers le ravin de Chanteloube 80
3. Coupes Nord-Sud le long du torrent de Chanteloube 81
4. Deux coupes locales au S.-E. de la Cucumelle, montrant les reploiements de la lame triasique 84
5. Coupe du synclinal de Goudissard, par les Faures 91
6. Coupe par Champessa et la butte 1912 93
7. Coupe Est-Ouest à travers la butte de Prorel 99
8. Carte géologique du col de Paluel 101
9. Coupe N.E.-S.O. dans le versant méridional de Paluel, montrant les reploiements de la lame houillère 102
10. Coupe Est-Ouest dans le versant Nord du col de Paluel; apparition de la *deuxième écaille* dans les déchirures de la lame houillère 104
11. Coupe le long de la Crête de La Balme 107
12. Coupe Ouest-Est par le travers du vallon de l'Eychauda 108
13. La « Butte des Galets », vue du Sud 112
14. La butte de Serre-Chevalier, vue de l'Ouest 117
15. Détail de l'escarpement A de la figure précédente, vu du Sud 118
16. Lame de Trias et de Permien incluse dans la partie basse de la *quatrième écaille* 122
17. Lame de Houiller et de Trias à la base de la *quatrième écaille* 124
18. Schéma de la structure de la *quatrième écaille* 126
19. Coupe N.E.-S.O. passant à 500 mètres environ au Nord de la cime de la Condamine 130
20. Les *marbres en plaquettes* de la deuxième écaille sous les calcaires et schistes triasiques de la troisième, au N.-O. et à l'Ouest de la Condamine 132
21. Lambeaux de Flysch à la partie haute de la troisième écaille, au Sud de la Petite-Tête-d'Amont 138
22. Deux coupes, à l'Est du Sablier, à travers la voûte de Malm 141
23. Quatre coupes Nord-Sud dans les escarpements méridionaux de la Tête-d'Amont et de la Croix-de-la-Salcette, montrant les reploiements du système des écailles 150
24. Coupe à travers le col de la Pousterle, parallèlement à la vallée du Fournel 158
25. Quatre coupes parallèles successives à travers le massif de Pierre-Eyrautz, normalement à l'axe de l'éventail 165

FACULTÉ des SCIENCES
LABORATOIRE de GÉOLOGIE
GRENOBLE

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION I

BIBLIOGRAPHIE V

PREMIÈRE PARTIE. — Documents stratigraphiques 1

Chapitre Ier. Le terrain houiller 3
Roches intrusives 9

Chapitre II. Le terrain permien 13

Chapitre III. Le système triasique 16

Chapitre IV. Le système jurassique 24

Chapitre V. Les « marbres en plaquettes » 34

Chapitre VI. Le Nummulitique et le Flysch 40

Chapitre VII. Micaschistes et Amphibolites de l'Eychauda, de Serre-Chevalier et de Prorel. Gneiss porphyroïdes de Serre-Chevalier 53

DEUXIÈME PARTIE. — Les détails de la structure 75

Chapitre Ier. De Monêtier à Fréjus 76

Chapitre II. Le pourtour de la *quatrième écaille* (environs de Goudissard, Prorel, Paluel, la Pisse, le Fanjas, la Balme, les Neyzets) 89

Chapitre III. La *quatrième écaille* 110

Chapitre IV. La chaîne de Montbrison 128

Chapitre V. De Vallouise à Freissinières 155

Chapitre VI. Le massif de Pierre-Eyrautz 160

TROISIÈME PARTIE. — L'ensemble de la structure 167

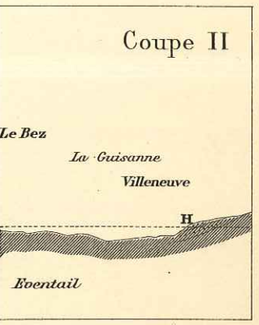
Chapitre Ier. Tectonique des montagnes comprises entre Vallouise et Briançon 168

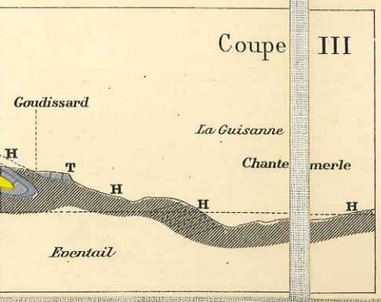
Chapitre II. Structure générale du Briançonnais 175

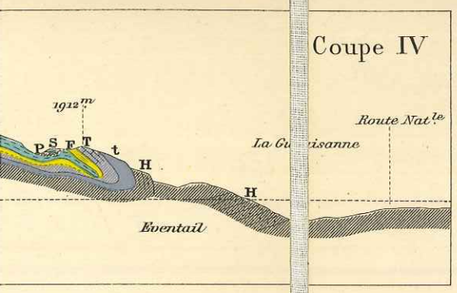
OLOGIQUES

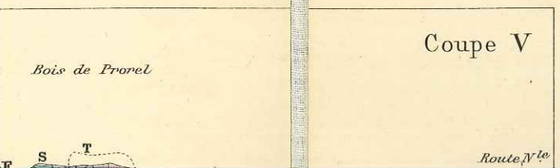
OUISE (Région des nappes briançonnaises)

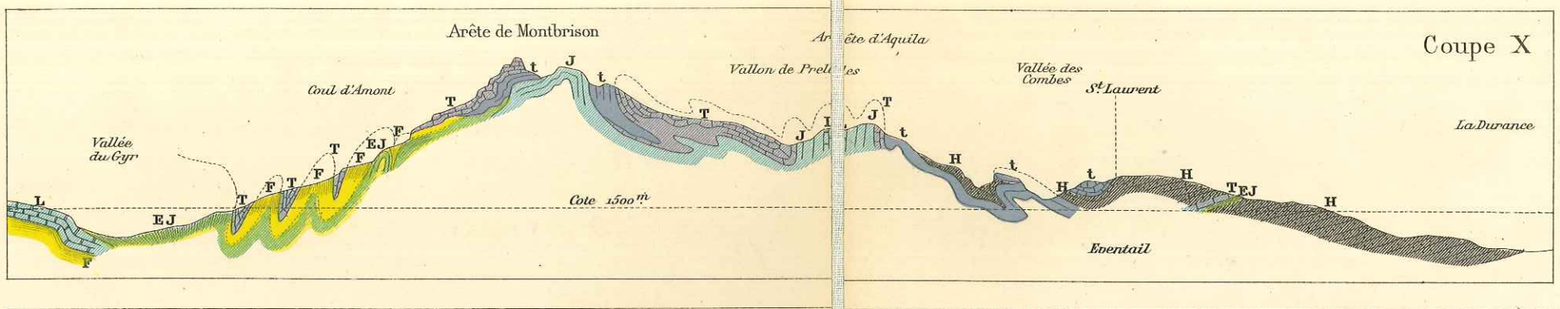
900

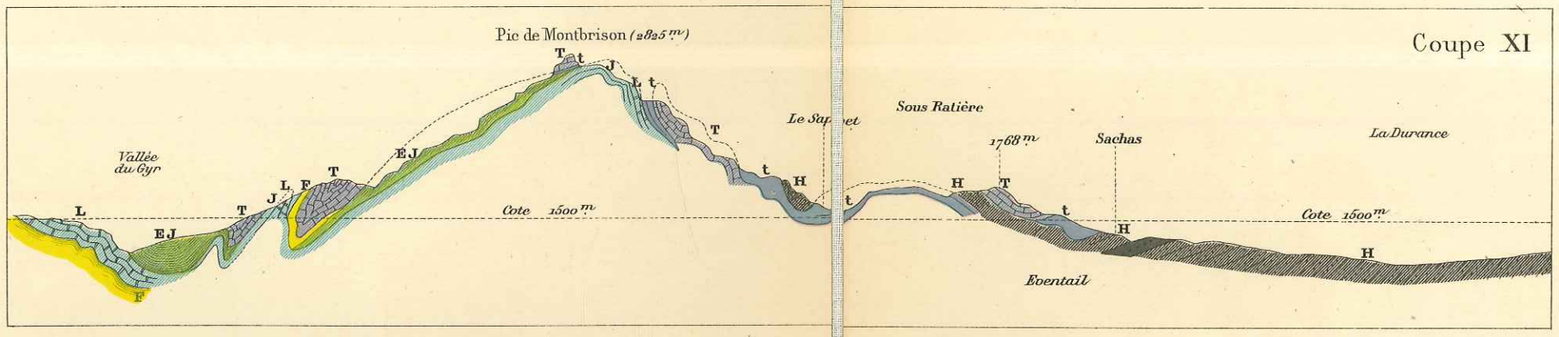


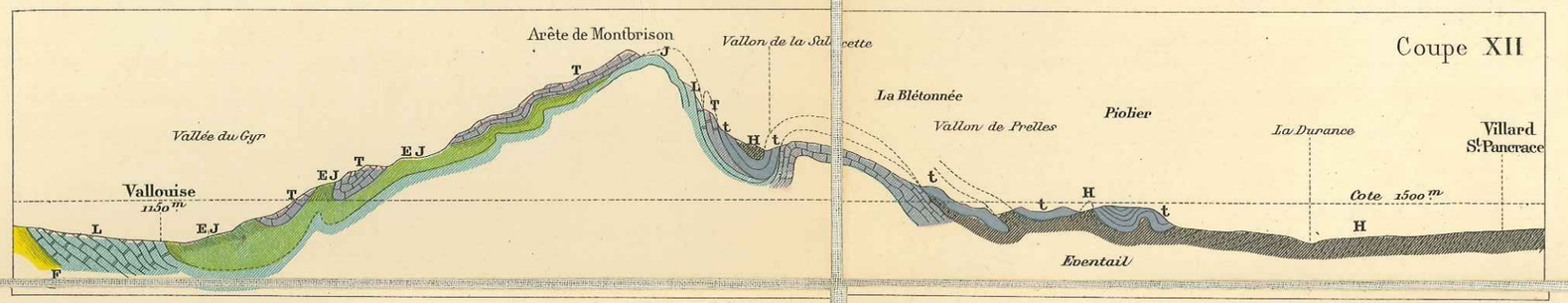


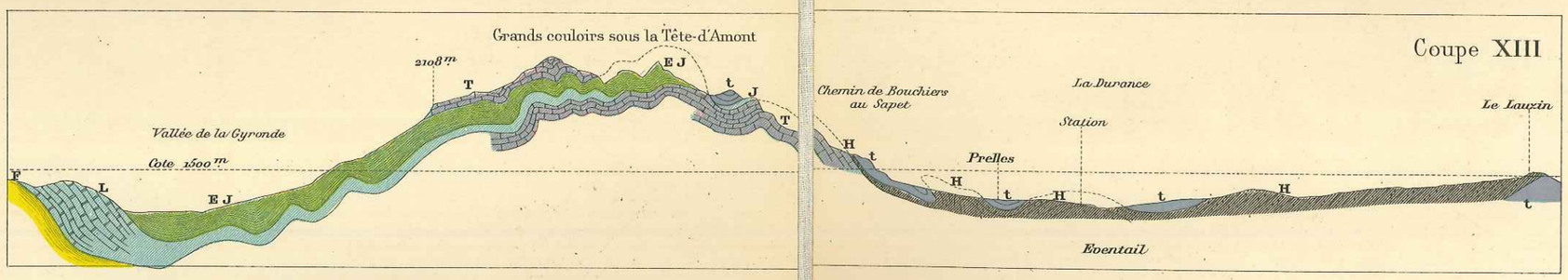








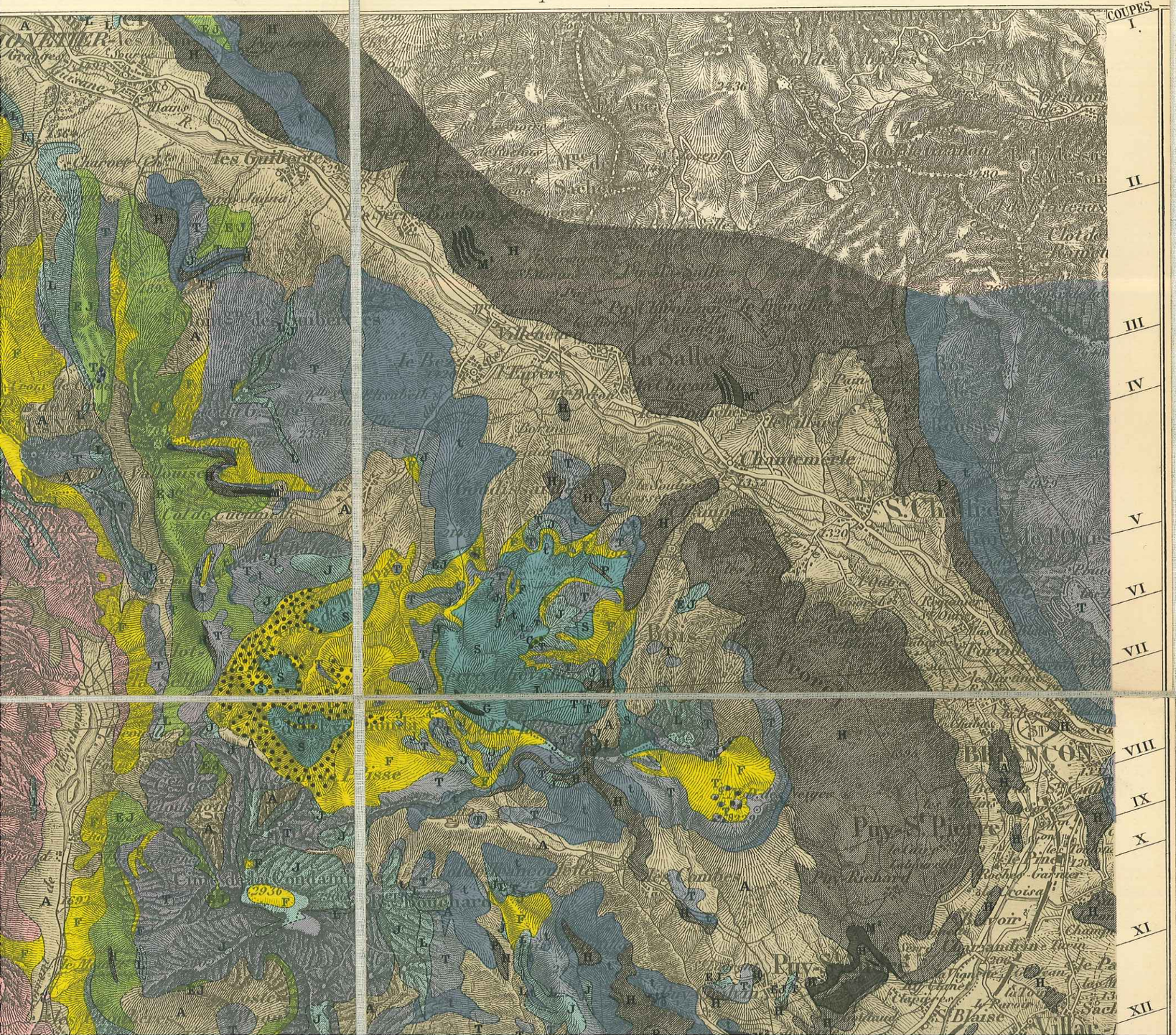


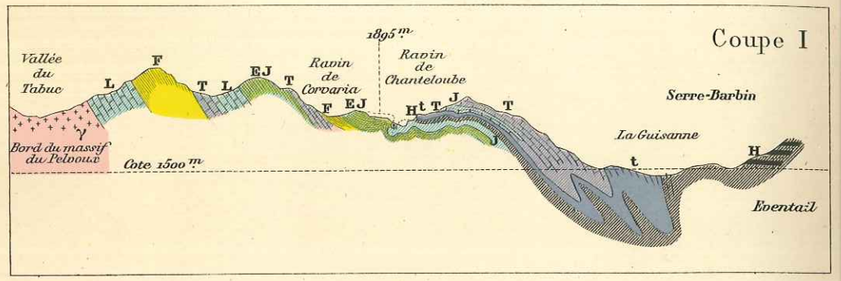


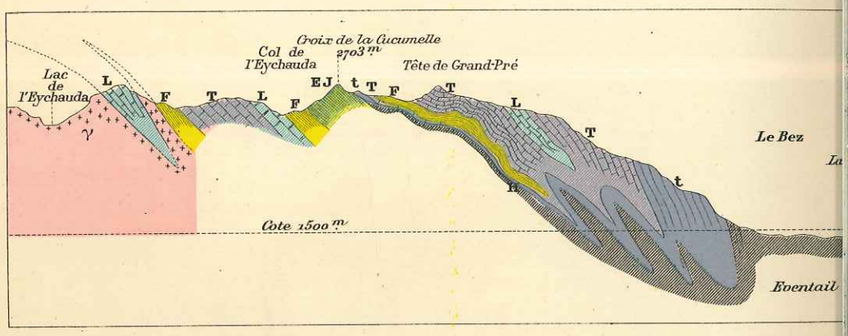
CARTE ET COUPES GÉOL

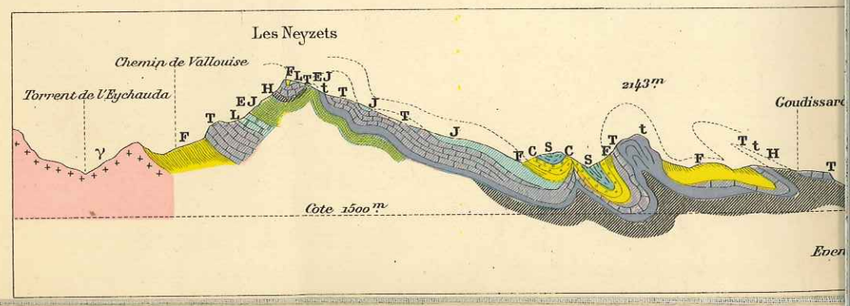
DES MONTAGNES COMPRISES ENTRE BRIANÇON ET VALLOUI

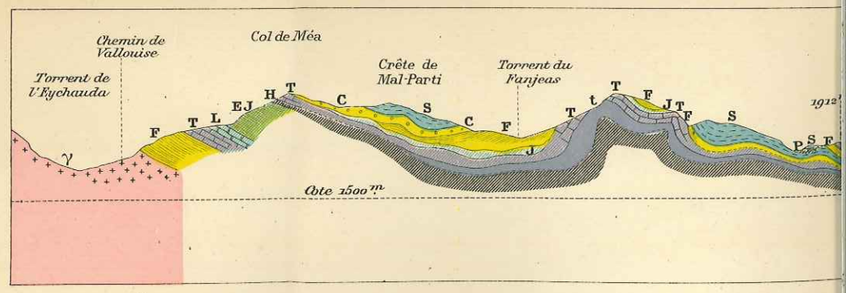
PAR PIERRE TERMIER 1900

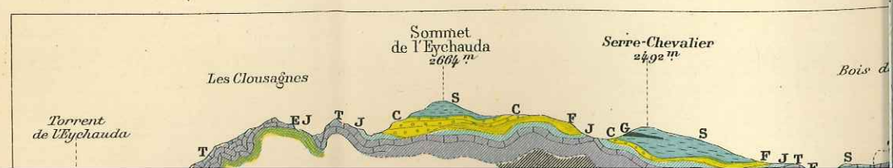






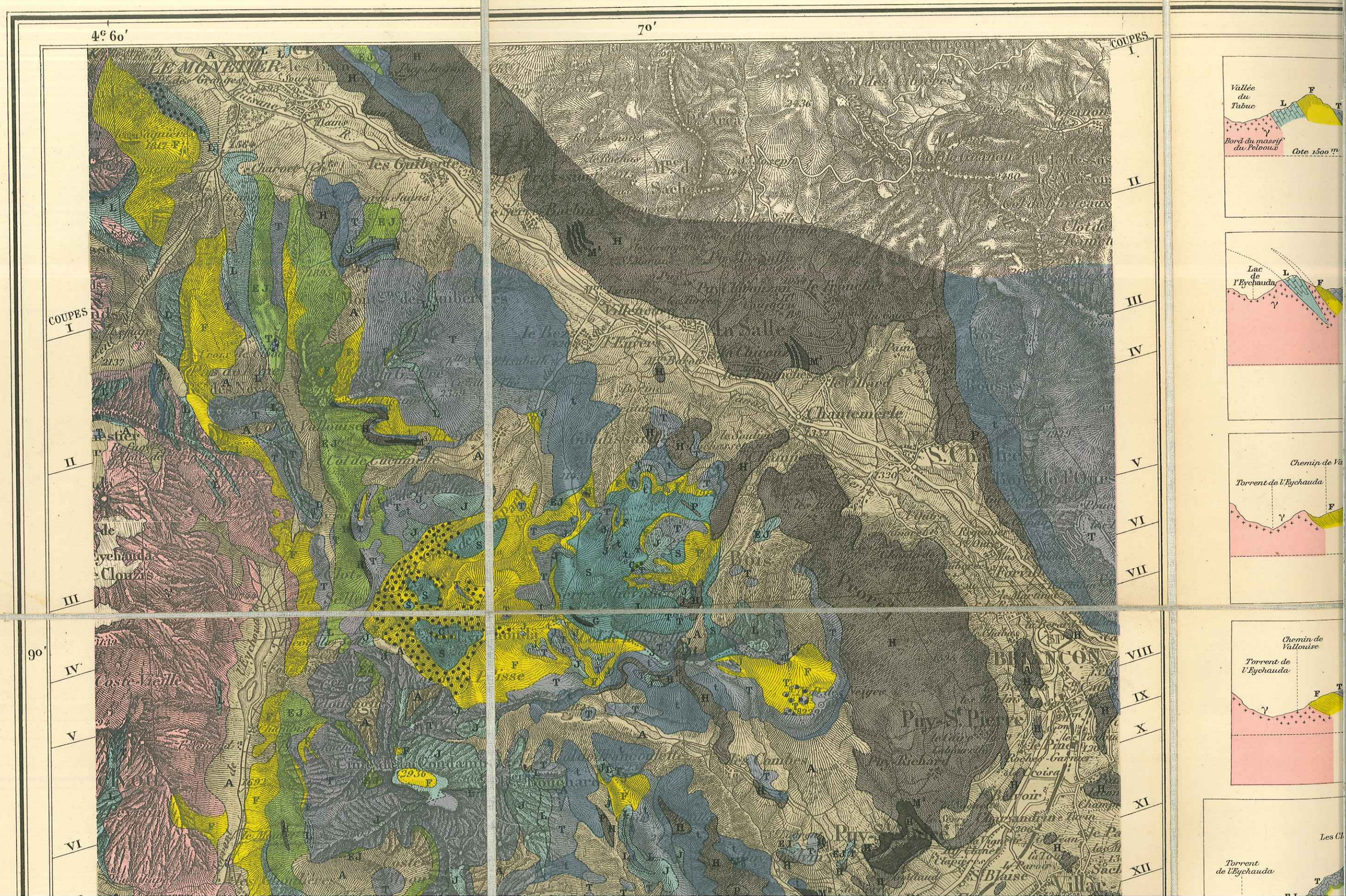


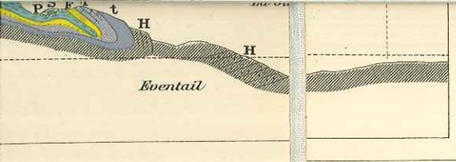


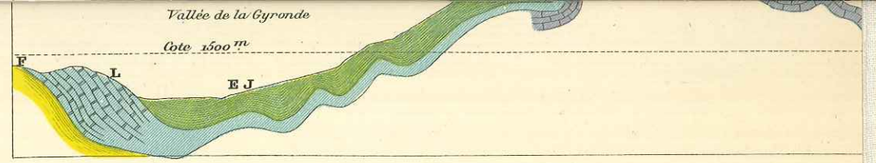


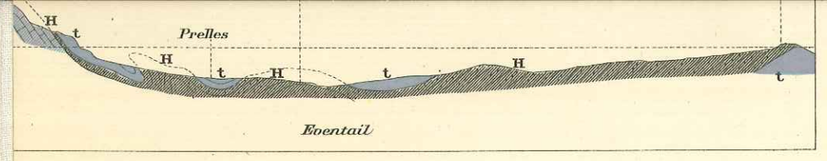
CARTE ET

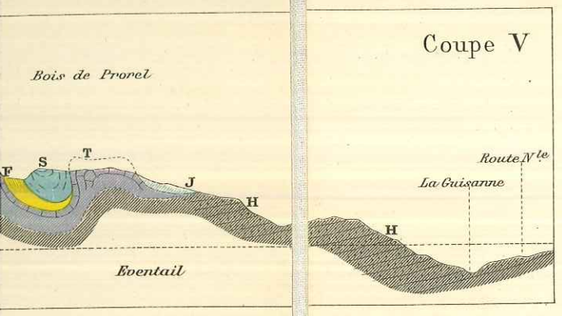
DES MONTAGNES COMPRISES ENTRE



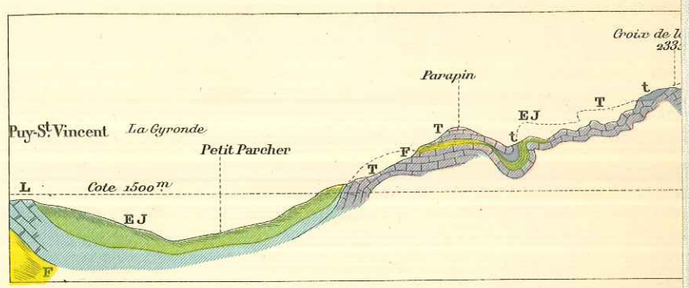

Eventail

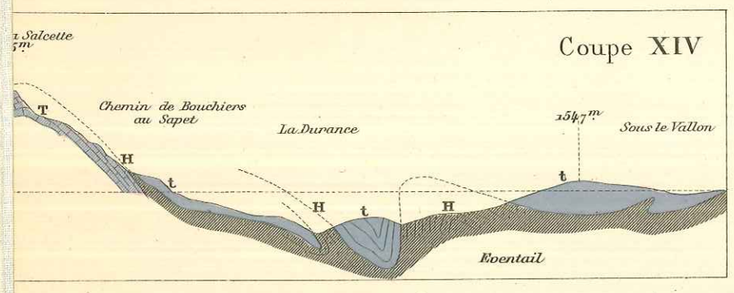

Vallée de la Gyronde
Cote 1500m

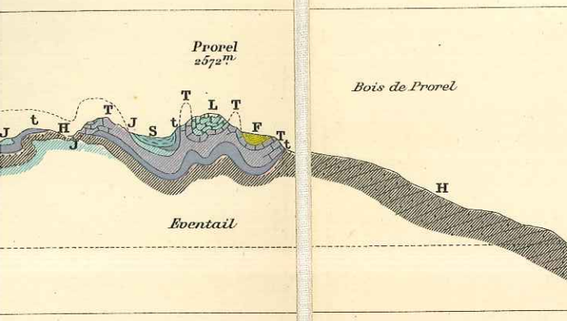

Prelles
Eventail

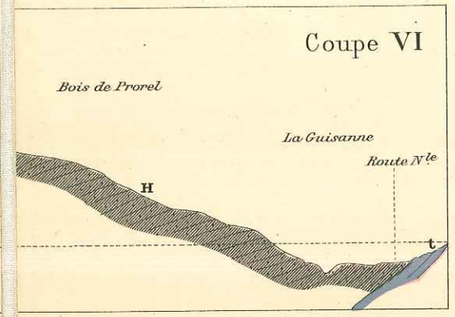

Bois de Prorel
Eventail

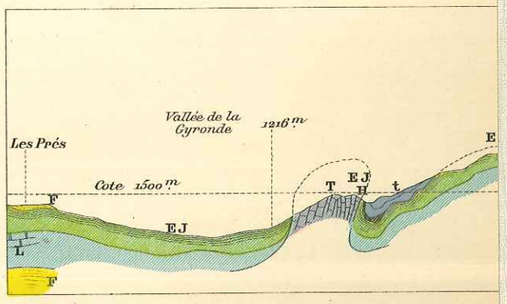
Coupe V
Route Nle
La Guisanne

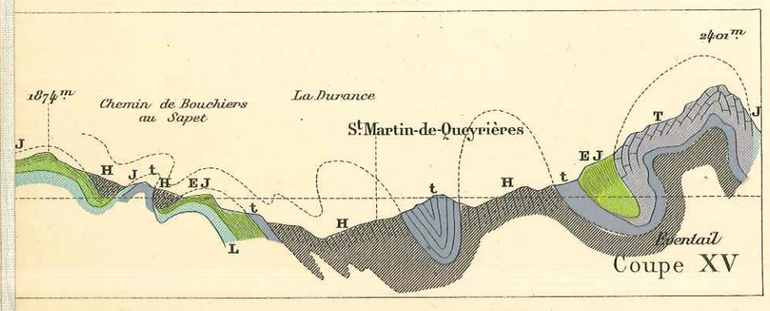

Croix de la Salcette
Parapin
Puy-St. Vincent
La Gyronde
Petit Parcher
Cote 1500m

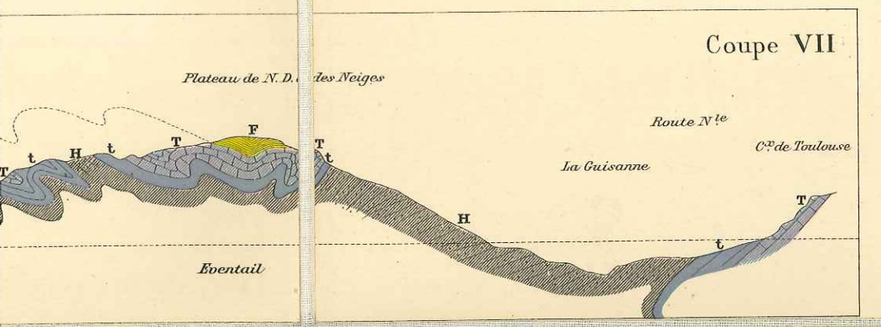

Coupe XIV
Chemin de Bouchiers au Sapet
La Durance
1547m
Sous le Vallon
Eventail

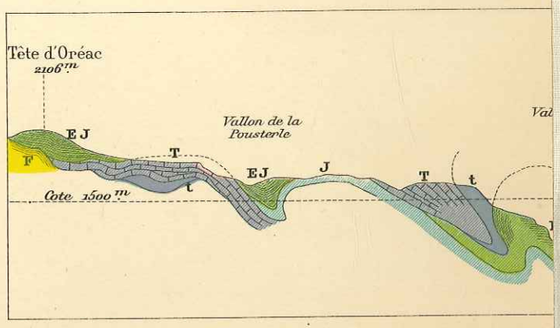

Prorel
2572m
Eventail

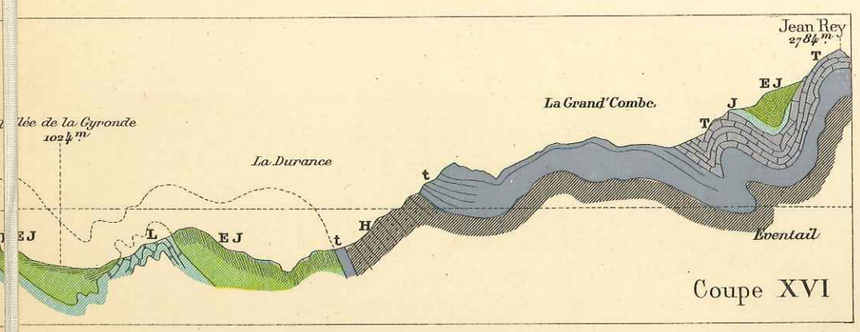

Coupe VI
Bois de Prorel
La Guisanne
Route Nle

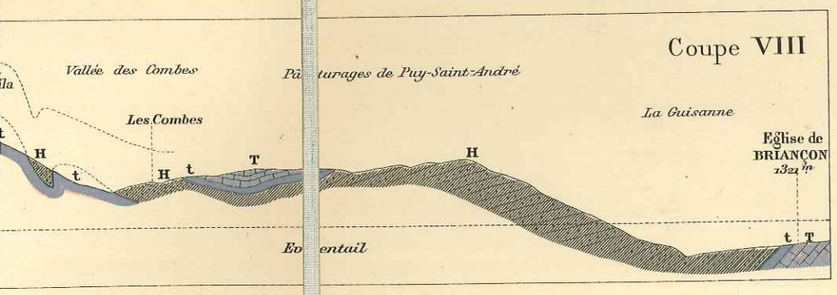

Vallée de la Gyronde
1216m
Les Prés
Cote 1500m

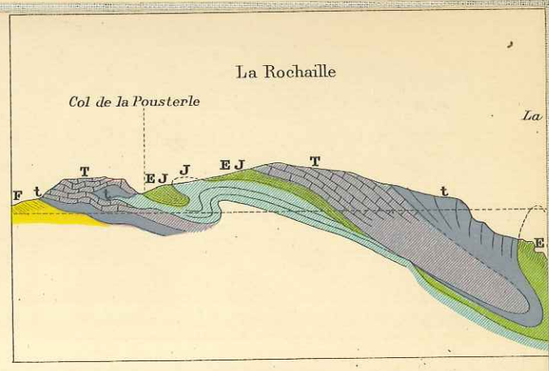

2401m
1874m
Chemin de Bouchiers au Sapet
La Durance
St. Martin-de-Queyrières
Eventail
Coupe XV

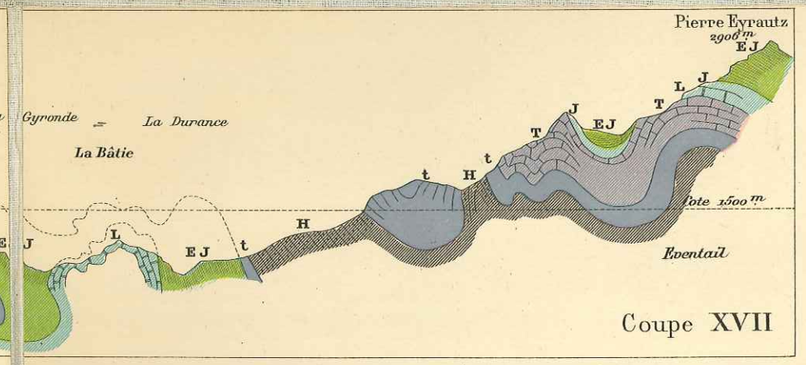

Coupe VII
Plateau de N. D. des Neiges
Route Nle
Cte de Toulouse
La Guisanne
Eventail

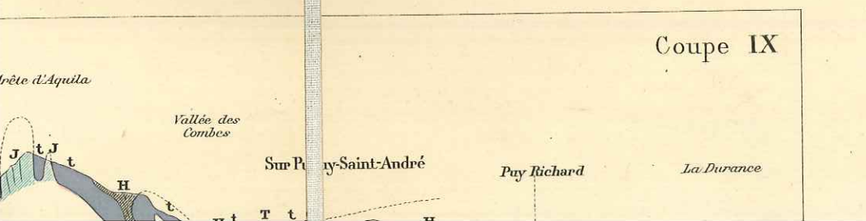

Tête d'Oréac
2106m
Vallon de la Pousterle
Vallée de la Gyronde
1024m
Cote 1500m

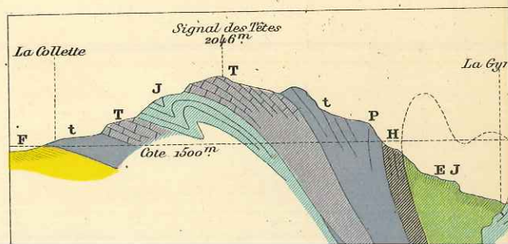

Jean Rey
2784m
La Grand'Combe
La Durance
Eventail
Coupe XVI

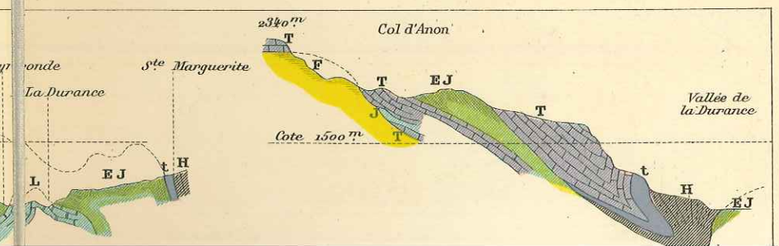

Vallée des Combes
Pâturages de Puy-Saint-André
Les Combes
La Guisanne
Eglise de BRIANÇON
1321m
Eventail
Coupe VIII

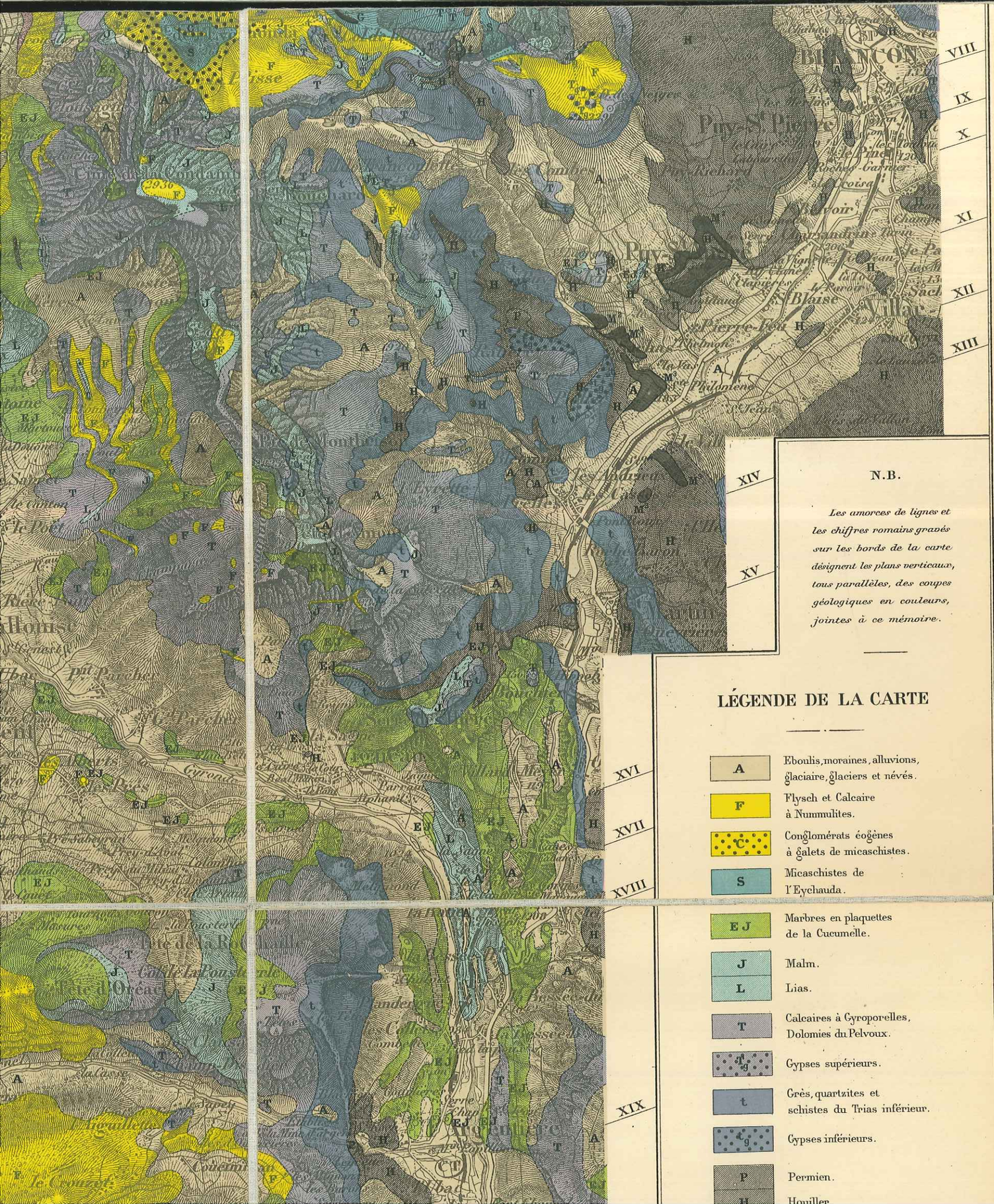

La Rochaille
Col de la Pousterle


Pierre Eyrautz
2906m
La Gyronde
La Durance
La Bâtie
Cote 1500m
Eventail
Coupe XVII


Crête d'Aquila
Vallée des Combes
Sur Puy-Saint-André
Puy Richard
La Durance
Coupe IX


Signal des Têtes
2046m
La Collette
Cote 1500m


2340m
Col d'Anon
La Gyronde
La Durance
Ste Marguerite
Vallée de la Durance
Cote 1500m

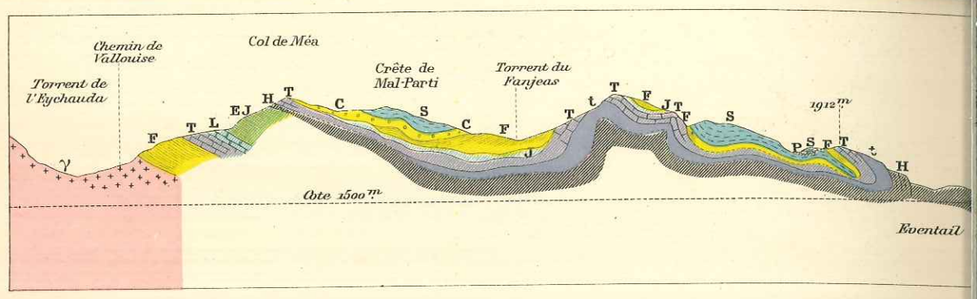


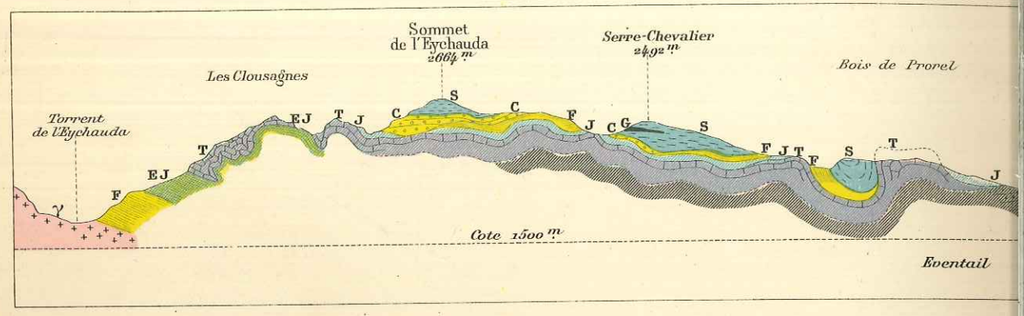
N.B.

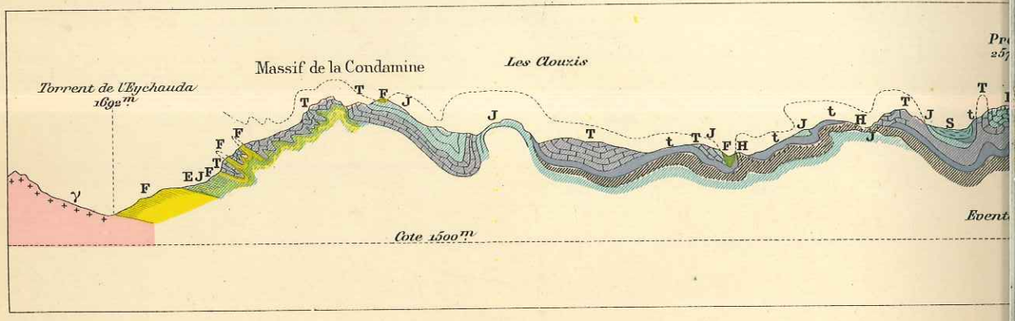
Les amorces de lignes et les chiffres romains gravés sur les bords de la carte désignent les plans verticaux, tous parallèles, des coupes géologiques en couleurs, jointes à ce mémoire.

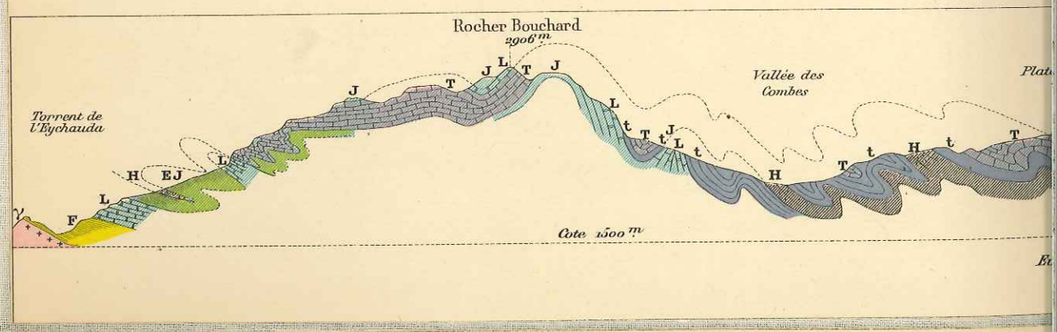
LÉGENDE DE LA CARTE

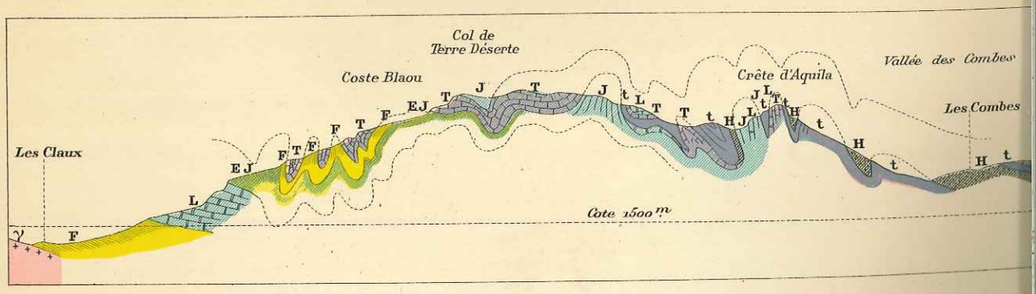
A	Eboulis, moraines, alluvions, glaciaire, glaciers et névés.
F	Flysch et Calcaire à Nummulites.
C	Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.
S	Micaschistes de l'Eychauda.
E J	Marbres en plaquettes de la Cucumelle.
J	Malm.
L	Lias.
T	Calcaires à Gyroporelles, Dolomies du Pelvoux.
T_g	Gypses supérieurs.
t	Grès, quartzites et schistes du Trias inférieur.
t_g	Gypses inférieurs.
P	Permien.
H	Houiller.

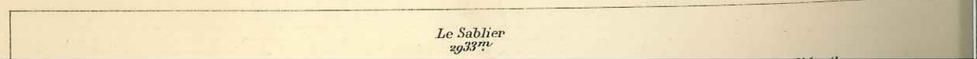


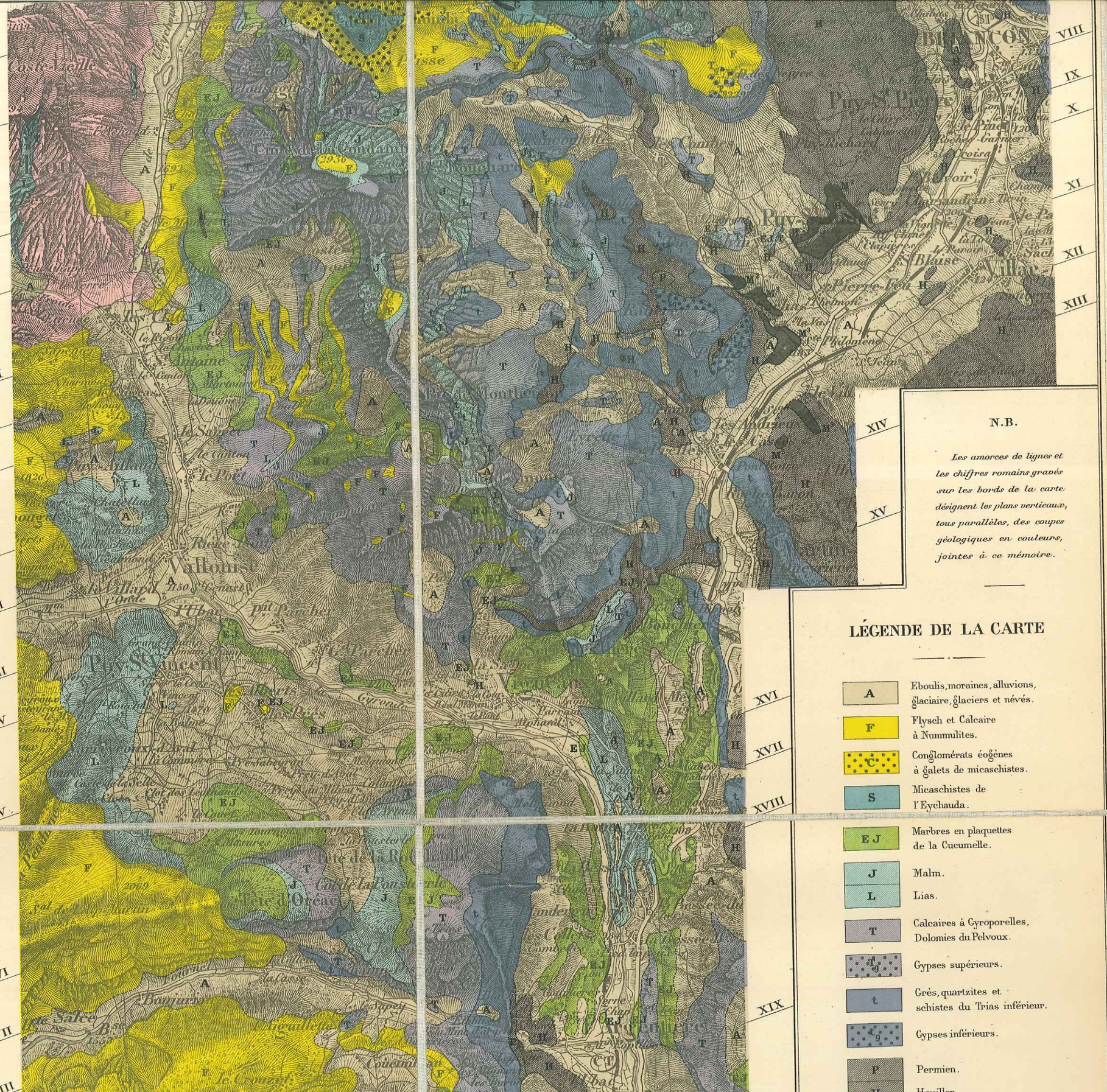










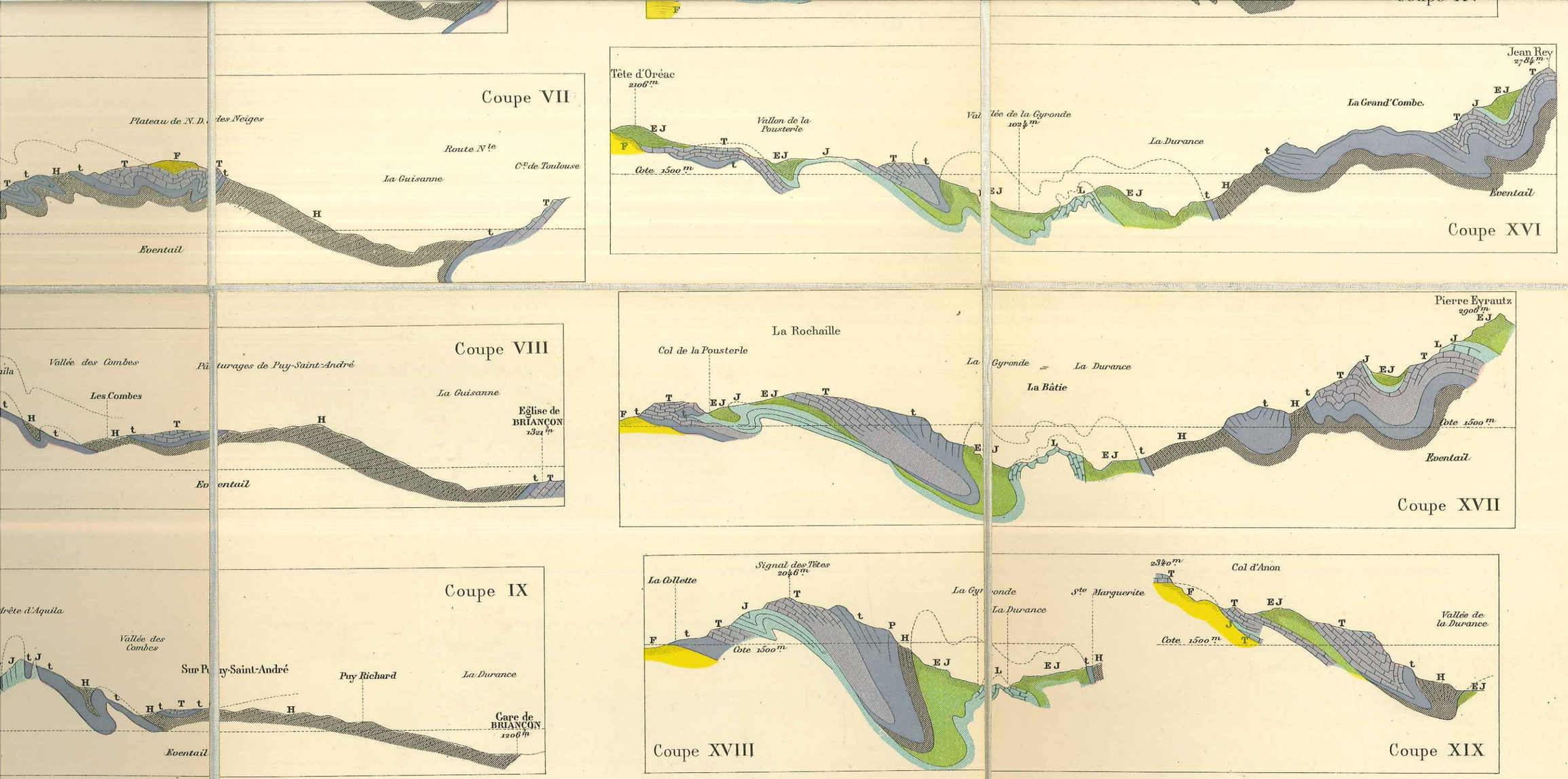


N.B.

Les amorces de lignes et les chiffres romains gravés sur les bords de la carte désignent les plans verticaux, tous parallèles, des coupes géologiques en couleurs, jointes à ce mémoire.

LÉGENDE DE LA CARTE

A	Eboulis, moraines, alluvions, glaciaire, glaciers et névés.
F	Flysch et Calcaire à Nummulites.
C	Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.
S	Micaschistes de l'Eychauda.
EJ	Marbres en plaquettes de la Cucumelle.
J	Malm.
L	Lias.
T	Calcaires à Cyroporelles, Dolomies du Pelvoux.
T g	Gypses supérieurs.
t	Grès, quartzites et schistes du Trias inférieur.
t g	Gypses inférieurs.
P	Permien.
H	Houiller.

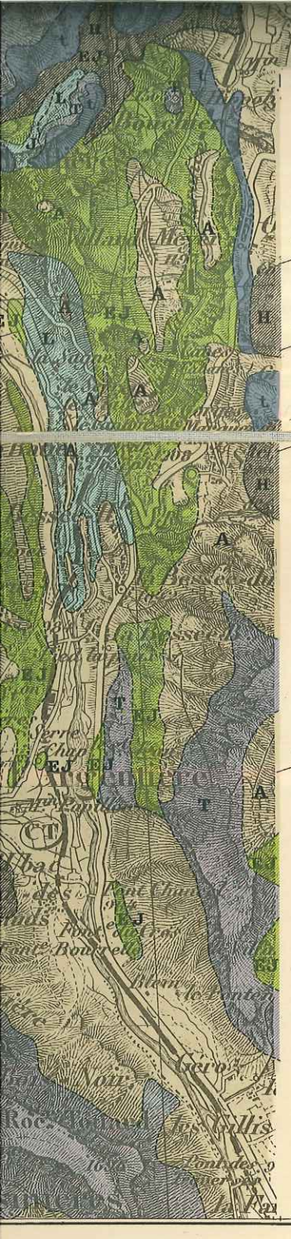


LÉGENDE DES COUPES

- **J** Malm.
- **L** Lias.
- **T** Calcaires à Gyroporelles.
- **t** Quartzites, grès et schistes du Trias inférieur.
- **P** Permien.
- **H** Houiller.
- **H** Roches intrusives du Houiller.
- **G** Gneiss porphyroïde de Serre-Chevalier.
- **γ** Granite, gneiss et micaschistes du Pelvoux.

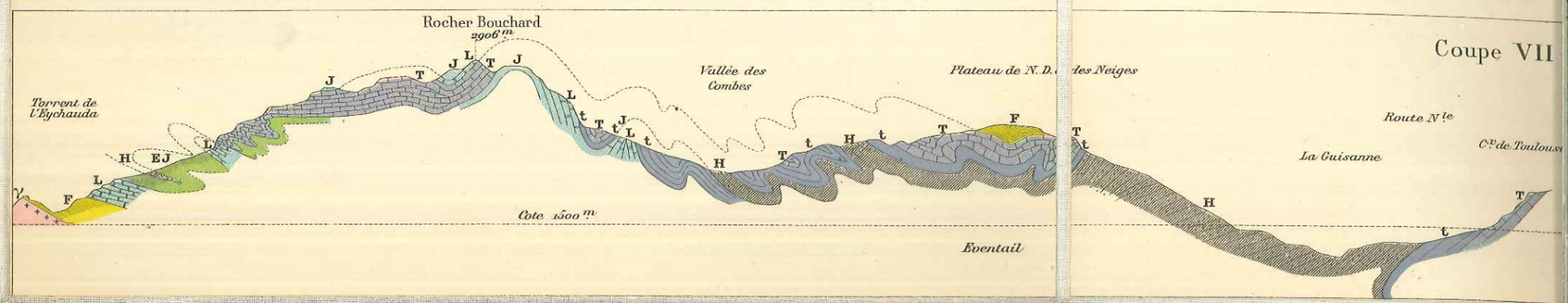
Imprimerie ERHARD Frres, 35 bis, rue Denfert-Rochereau - Paris.

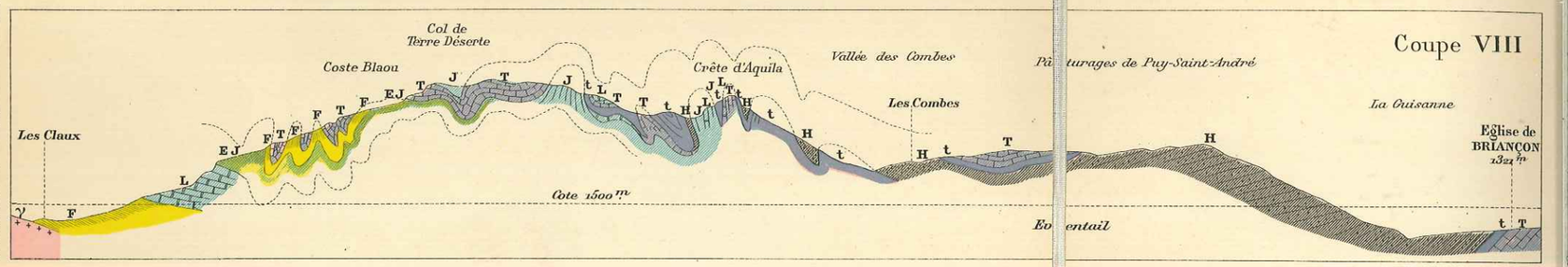
jointes à ce mémoire.

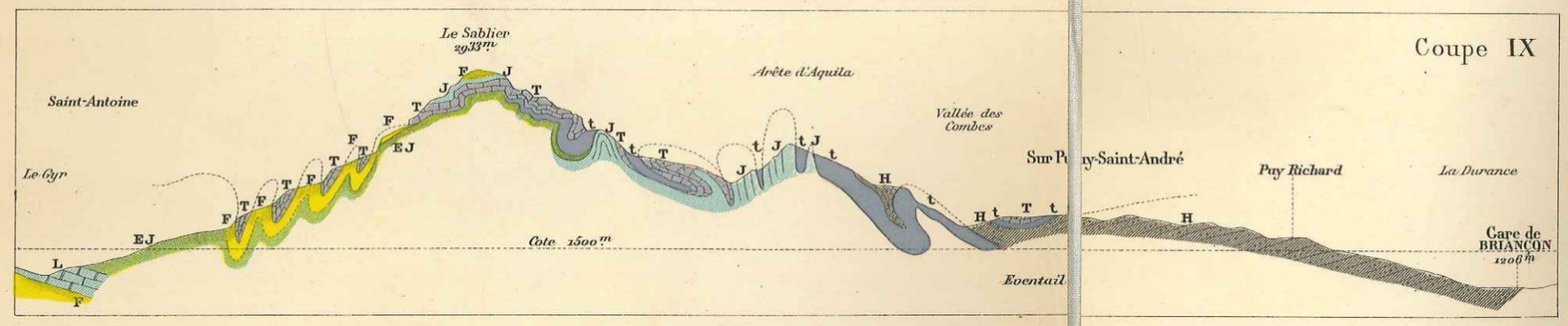


LÉGENDE DE LA CARTE

A	Eboulis, moraines, alluvions, glaciaire, glaciers et névés.
F	Flysch et Calcaire à Nummulites.
C	Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.
S	Micaschistes de l'Eychauda.
EJ	Marbres en plaquettes de la Cucumelle.
J	Malm.
L	Lias.
T	Calcaires à Cyroporelles, Dolomies du Pelvoux.
t g	Gypses supérieurs.
t	Grès, quartzites et schistes du Trias inférieur.
t g	Gypses inférieurs.
P	Permien.
H	Houiller.
G	Gneiss de Serre-Chevalier.
M^1	Microgranite.
M^2	Microsyénite.
M^3	Microdiorite.
γ	Granite, gneiss et micaschistes du Pelvoux.







LÉGENDE DES COUPES

F	Flysch et Calcaire à Nummulites.
C	Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.
S	Micaschistes de l'Eychauda.
EJ	Marbres en plaquettes de la Cucumelle.
J	Malm.
L	Lias.
T	Calcaires à Gyroporelles.

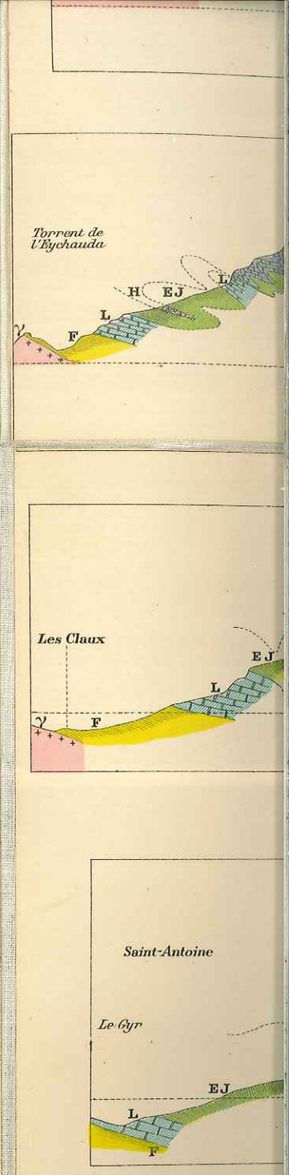
6000 7000
6 7

70′

jointes à ce mémoire.

LÉGENDE DE LA CARTE

A	Eboulis, moraines, alluvions, glaciaire, glaciers et névés.
F	Flysch et Calcaire à Nummulites.
C	Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.
S	Micaschistes de l'Eychauda.
E J	Marbres en plaquettes de la Cucumelle.
J	Malm.
L	Lias.
T	Calcaires à Gyroporelles, Dolomies du Pelvoux.
T_g	Gypses supérieurs.
t	Grès, quartzites et schistes du Trias inférieur.
t_g	Gypses inférieurs.
P	Permien.
H	Houiller.
G	Gneiss de Serre-Chevalier.
M^1	Microgranite.
M^2	Microsyénite.
M^3	Microdiorite.
γ	Granite, gneiss et micaschistes du Pelvoux.



Échelle de la Carte et des Coupes ($\frac{1}{50.000^e}$)

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000

Hect. 10 5 0 1 2 3 4 5 6 7

F Flysch et Calcaire à Nummulites.

C Conglomérats éogènes à galets de micaschistes.

4°. 60′ 70′

Gravé et Chromolithographié par ERHARD Frres, 35 bis, rue Denfert-Rochereau - Paris.