

---

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

DANS

LES ALPES OCCIDENTALES

---

NOTES SUR L'HISTOIRE ET LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE  
DES CHAINES ALPINES DE LA MAURIENNE,  
DU BRIANÇONNAIS ET DES RÉGIONS ADJACENTES<sup>1</sup>.

---

Appelé à continuer l'œuvre d'un Maître auquel la géologie des Alpes occidentales doit ses progrès les plus importants, nous n'oublions jamais, quels que soient les résultats de nos recherches, que notre point de départ a été l'œuvre magistrale de Lory. C'est à lui que nous devons en effet la connaissance de la plupart des assises si

---

<sup>1</sup> *Extrait du Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, tome XIX, page 571, séance du 14 mai 1891.

La 1<sup>re</sup> partie de ces « Études géologiques sur les Alpes occidentales » a paru en 1888-89, chez Masson, sous le titre de : *Description géologique de la montagne de Lure (Basses-Alpes)* 1 vol. in 8° de 409 p. avec 3 cartes, 8 planches et 58 figures dans le texte.

Ce travail est le résultat d'explorations effectuées pour le compte du service de la Carte géologique détaillée de la France.

---

Depuis la présentation de ce mémoire, M. Haug a eu l'obligeance de nous communiquer son beau travail sur les chaînes subalpines entre Digne et Gap, qui sera incessamment publié dans le Bulletin du Service de la Carte géologique de France et comme thèse pour le doctorat. D'autre part, nous avons effectué une série de nouvelles explorations, qui nous ont révélé quelques faits intéressants. Ces observations feront, de notre part, l'objet de notes ultérieures ; nous ne pouvons en signaler ici (en note) que les résultats les plus importants.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

variées qui prennent part à la constitution des Alpes françaises et s'il se dégage parfois de nos études détaillées des interprétations différentes de celles de l'auteur de la *Description géologique du Dauphiné*, on verra que la haute valeur des travaux de Ch. Lory n'en subit aucune diminution. C'est une des lois du progrès que cette évolution de nos connaissances et l'on peut dire que les persévérantes recherches de notre prédécesseur y ont puissamment contribué; sans la base solide qu'elles nous ont fournie, il nous aurait été assurément impossible de formuler les conclusions qui font l'objet de ce travail.

Nous nous sommes décidé à livrer d'ores et déjà ces notes à la publicité, quoique nous eussions préféré compléter par de nouvelles explorations les descriptions que nous donnons ici. Il nous a néanmoins semblé utile d'attirer dès maintenant l'attention de nos confrères sur les problèmes intéressants et difficiles que soulève l'étude détaillée de la zone du Briançonnais et dont l'avenir nous réserve encore la solution. On voudra bien nous excuser si nous avons laissé de côté à plusieurs reprises de nombreux renvois bibliographiques relatifs à des localités que d'autres avaient explorées avant nous. Nous avons commencé la publication d'une bibliographie géologique des Alpes françaises qui aidera, nous l'espérons, nos confrères dans le dépouillement des travaux très nombreux concernant notre région. Une série de listes ont été déjà publiées par nous dans une revue dauphinoise<sup>1</sup>, elles sont destinées à être réunies plus tard en un répertoire, classées par ordre de matières et par noms d'auteurs, et résumées en un travail historique qui pourra former l'introduction d'un mémoire d'ensemble sur la région des Alpes françaises.

Au moment où nous écrivons ces lignes, nous recevons le beau mémoire de M. C. Diener sur la structure des Alpes occidentales<sup>2</sup>. Cette intéressante monographie, où nous trouvons pour la première fois une esquisse d'ensemble embrassant la partie de la chaîne alpine comprise entre la Méditerranée et le Tyrol, est destinée à susciter de

<sup>1</sup> *Le Dauphiné. Revue littéraire, historique, etc.* Grenoble, X. Drevet, éditeur — Notes bibliographiques pour servir à l'histoire géologique des Alpes françaises, par W. Kilian, avec la collaboration de P. Lory, N<sup>os</sup> 1500 à 1566 (26<sup>e</sup> et 27<sup>e</sup> années 1890 et 1891).

<sup>2</sup> Dr Carl Diener. *Der Gebirgsbau der Westalpen*, 8<sup>o</sup>, 2 cartes, v + 243 p. Vienne Tempsky, 1891

nombreuses recherches. L'auteur nous présente une synthèse précieuse de tous les résultats acquis et tire un parti excellent des études dont cette région a été l'objet jusqu'à ce jour; en même temps, il nous montre clairement ce qui reste à faire pour arriver à une connaissance satisfaisante des Alpes occidentales.

Nous renverrons souvent le lecteur, dans le cours de ces notes, au mémoire de M. Diener, mais nous nous réservons de revenir dans une autre circonstance sur cet important ouvrage, sur les judicieuses remarques et les nombreux aperçus nouveaux qu'il contient; nous aurons alors plus de documents pour élucider certains points où l'auteur nous semble s'être trop hâté de formuler des conclusions peut-être un peu prématurées.

Nos recherches ont eu lieu principalement dans la bande de terrains sédimentaires qui se trouve intercalée entre les zones cristallines du Mont-Blanc et du Mont-Rose, c'est-à-dire dans ce que Lory a appelé les 2° et 3° zones alpines et que M. Diener vient de réunir très heureusement sous la dénomination de « Zone du Briançonnais ». Ces notes sont destinées à compléter celles que nous avons récemment publiées dans divers recueils<sup>1</sup>.

Les faits que nous tenons à signaler à l'attention de nos confrères ont trait :

- 1° à la constitution et à l'âge de diverses assises ;
- 2° à la structure (tectonique) de la région étudiée ;
- 3° à l'histoire des mouvements du sol dans les chaînes alpines.

## 1° STRATIGRAPHIE.

### SCHISTES GRIS LUSTRÉS.

Les schistes gris lustrés et les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont partout nettement inférieurs aux assises triasiques, et à Combe

<sup>1</sup> Voir : *Comptes rendus des séances de la Soc. de Statistique de l'Isère*, 17 mars, 24 nov. et 22 déc. 1890. — Sur la structure du massif de Varbucho (Savoie), *Bull. Soc. d'hist. natur. de Savoie*, Chambéry, mars 1891. — Contribution à la connaissance géologique des chaînes alpines entre Moutiers (Savoie) et Barcelonnette (Basses-Alpes). Terrains antérieurs au Jurassique (*C. R. Ac. des Sciences*, 5 janvier 1891). — *C. R. somm. S. G. F.*, 15 déc. 1890 et 2 fév. 1891.

Notes de Géologie alpine. *Ann. Ens. supérieur de Grenoble*, t. III, n° 3

Bremond (Ubaye) aux argilolithes que nous rapportons au système permien. Entre le lac du Paroird et le Longet, à Maurin (Haute-Ubaye) et près de Château-Queyras, ils sont recouverts directement par les quartzites triasiques (fig. 1) mais, dans beaucoup de cas, la disparition mécanique de ces derniers a amené les calcaires triasiques en superposition immédiate sur les schistes (cime du Gondran) près Briançon, Bardonnèche, lac du Paroird (fig. 2), Péou-Roc, La Barge (Haute-Ubaye).

Au col de Longet (Basses-Alpes), les Schistes lustrés passent insensiblement, vers le bas, à des schistes micacés et à des roches gneissiques. Ils forment l'axe d'une série d'anticlinaux coupés par l'Ubaye entre le col de Longet et Sérenne, et l'on peut voir très nettement (fig. 3) les synclinaux occupés par les quartzites et les calcaires triasiques ployés en V. Ils constituent également le sommet (3366<sup>m</sup>), du Grand-Rubrent, d'où M. Coolidge en a détaché des échantillons déposés dans les galeries de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

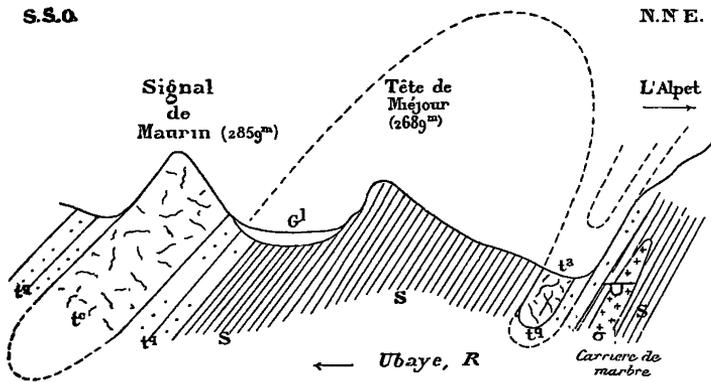
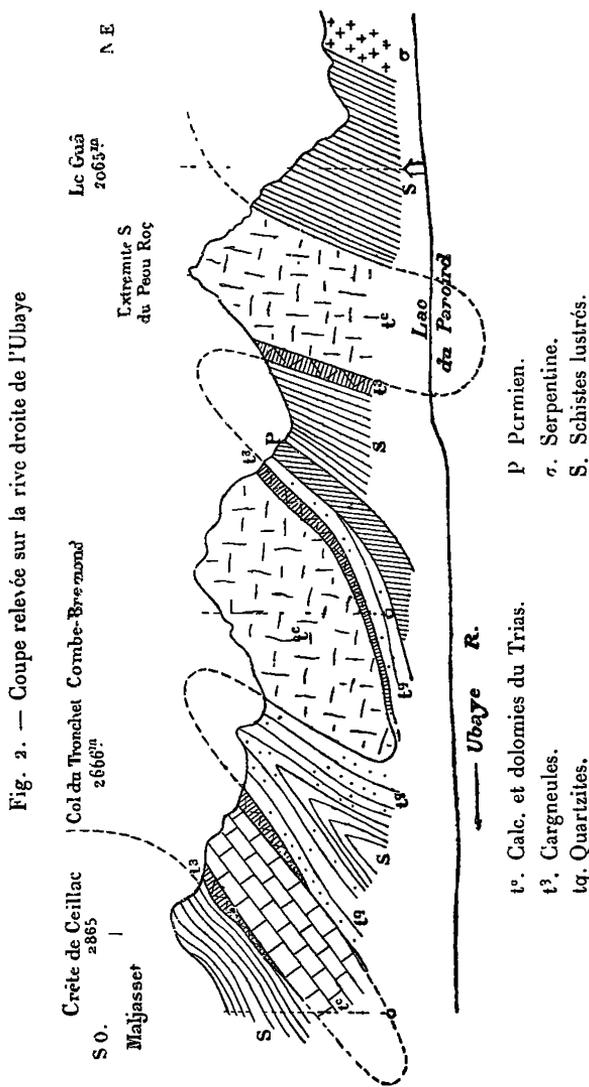


Fig. 1.

Coupe relevée dans la haute vallée de l'Ubaye, en face de Combe-Bremond (sur la rive gauche de l'Ubaye).

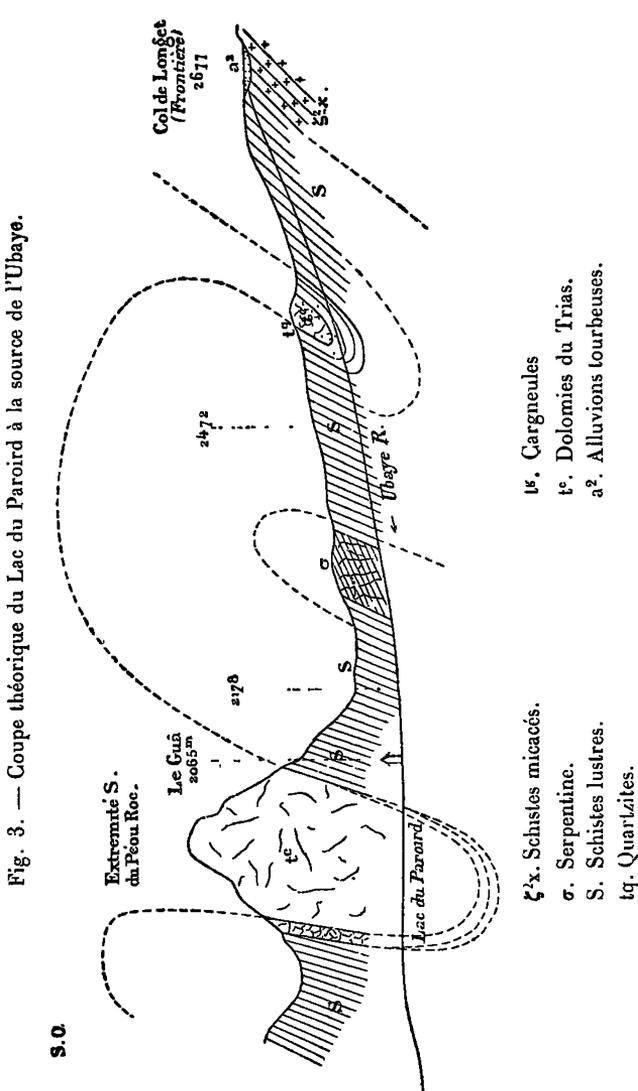
- |  |                           |
|--|---------------------------|
| Gl. Glaciaire.                               | tq. Quartzites.           |
| t <sup>2</sup> . Calc. et dolomie triasique. | S. Schistes lustrés.      |
| t <sup>3</sup> . Gypses et Cargneules.       | σ Serpentine de Maurin.   |
|  | ∩ Carrière de Serpentine. |



De vastes étendues sont encore occupées par ces schistes entre Bardonnèche, Oulx et Césanne (Italie), ainsi que dans le Queyras. On y remarque des bancs de calcaire cristallin noirâtre, devenant bleuâtre par l'exposition à l'air. Au Gondran, près Briançon, ils sont violacés, à grain plus fin que dans les autres localités du voisinage.

De nombreuses intrusions de roches serpentines<sup>1</sup> s'y présentent aux environs de Saint-Véran, de Maurin, au col de la Noire (2999<sup>m</sup>), près de Césanne [route] de Cla-

<sup>1</sup> Ces marbres ont été exploités dès 1830 environ ; actuellement, on les extrait de six carrières : Deux à Saint-Véran (une ancienne exploitation : Cascavcher près du Pic Noir, et une nouvelle au quartier de Pénilières), une au Longet, une à Maurin, une au Cristillan et une au grand Rubrent. Plusieurs de ces filons se



vières). Elles sont généralement veinées de calcite, de chrysotile et d'asbeste.

Les Schistes lustrés renferment également, près des cols de la Noire et de Longet, des bancs de quartzites (les bornes limitant la France et l'Italie en sont formées).

L'identité des schistes des environs de Modane (le Praz) avec ceux de Césanne, du Queyras et de Maurin dans la Haute-Ubaye est incontestable, comme l'est aussi la conti-

poursuivent jusqu'en Italie : celui de Maurin traverse le massif de Pelvat et se continue vers Bellino, celui de Mary se suit jusqu'au-dessus d'Acceglio. Entre Saint Véran et la Chapelle de Saint-Clauzits, deux de ces filons sont traversés par le chemin du col Blanchet et sont dirigés environ N. 60° E magn. Une grande

nuité de leurs affleurements. Cependant leur teneur en calcaire varie beaucoup : tandis que les échantillons de Château-Queyras et de l'Ubaye font effervescence à froid avec les acides, ceux de Saint-Véran et du Gondran ne produisent pas cette réaction<sup>1</sup>. En remontant l'Ubaye jusqu'à sa source, on voit très nettement, comme nous l'avons déjà indiqué, les Schistes lustrés passer insensiblement à des Schistes micacés traversés par des filons de quartz et inclinés, comme les Schistes lustrés, vers l'O. Des bancs gneissiques alternent avec ces schistes micacés<sup>2</sup>.

Sous les noms de groupe des schistes de Casana, des schistes lustrés et bigarrés (gris et bleus), dans les Alpes occidentales et en Suisse ; groupe des Phyllites (schistes argileux, schistes argilomicacés, schistes quartzeux, calcschistes), dans les Alpes occidentales et le Tyrol, on a figuré sur les cartes des schistes d'âge très variable, désignés aussi habituellement par le nom de « Schistes métamorphiques », ou par celui de « Schistes d'âge indéterminé ». Divers auteurs en ont détaché une bande importante, s'étendant du Valais à la Ligurie, pour la rattacher au Trias, à l'exemple de Lory. Les Schistes des Grisons (Bündner Schiefer de Théobald) des anciennes cartes ont été également démembrés ; une partie a été réunie aux

partie des roches vertes que charrie la Durance doivent lui être apportées par la Cerveyrette et par le Guil et ses affluents, qui traversent une région très riche en variolites et en serpentines (Saint Véran, etc.), alors que la Durance elle-même ne baigne des roches de cette catégorie qu'au voisinage immédiat de sa source.

<sup>1</sup> Voir les recherches microscopiques de M. Termier sur les Schistes lustrés du massif de la Vanoise. (*C. R. Ac. Sc. t. XCII*, p. 900) Cet auteur distingue aussi dans cette formation deux faciès, dont l'un comprend des roches à carbonates et l'autre des roches sans carbonates.

<sup>2</sup> M. Michel Lévy a bien voulu examiner une préparation de ces schistes recueillie par nous au col du Longet (altitude 2672<sup>m</sup>). Voici le résultat de son étude :

Schiste ou mieux quartzite, à mica blanc et *glaucothane*.

Composition sommaire : Quartz, mica blanc en partie sériciteux, en partie lamelleux (c'est-à-dire en grandes lamelles). Chlorite abondante. Enfin, dans certaines traînées, calcite et prismes de glaucophane peu colorée, mais bien caractérisée avec son polychroïsme : suivant  $\eta g$  — bleu azur pâle

—  $\eta m$  — violet pâle

—  $\eta p$  — jaune très pâle.

L'aspect général rappelle un schiste du  $\zeta^2$  ou du X (partie supérieure des Schistes cristallins de la légende de la carte géologique détaillée de la France).

Schistes métamorphiques, une autre aux Schistes cristallins, une dernière enfin (au nord de Coire) au Flysch (Crétacé supérieur et Éocène). La lumière est loin d'être faite sur ces formations schisteuses, et il est certain que l'avenir modifiera singulièrement les contours actuellement donnés pour ces terrains dans la zone Mont-Cenis-Cuneo.

L'assise dont nous nous occupons ici<sup>1</sup> est manifestement celle que M. Diener désigne (*loc. cit.*, p. 16 et suiv.; p. 103 et suiv.) sous le nom de « *Kalkphyllite* ». Cet auteur montre (*loc. cit.*, p. 101, 108), que l'on a souvent confondu sous le nom de Schistes lustrés, comme sous la dénomination de *Bundner-Schiefer*, des dépôts schisteux d'âges très divers; néanmoins, si l'on détache de cet ensemble les schistes lustrés triasiques du Val Ferret, les schistes jurassiques à *Bélemnites* décrits par M. C. Schmidt et par d'autres auteurs, et des assises feuilletées appartenant au Flysch, il subsiste une masse puissante de phyllites qui n'ont jamais fourni de fossiles, et qui, par leur position, se révèlent comme très anciens. Ces dépôts qu'il est, paraît-il, possible de distinguer pétrographiquement (Diener, *loc. cit.*, p. 104, 105, 107) des précédents, forment ce que l'auteur nomme le Groupe des « *kalkphyllite* », et se rattachent au système des *Pietre verdi* des géologues italiens.

On sait que MM. Vasseur et Carez, se basant sur les travaux de leurs confrères d'Italie, ont représenté par la teinte des formations paléozoïques, une large zone de schistes allant d'Oulx à Coni par Césanne et Aiguilles, laissant en Trias une autre bande plus étroite, située à l'ouest de la précédente. M. Zaccagna<sup>2</sup> a publié, en 1887, une petite carte géologique au 1/1000,000 des Alpes occidentales; il a indiqué en « Prépaléozoïque » (Schistes cristallins) une grande partie des formations schisteuses situées entre Césanne, Saint-Véran et le Viso, et n'a laissé comme Trias qu'une bande étroite allant de

<sup>1</sup> C'est sans doute par erreur que M. Diener parle de « schistes lustrés » triasiques recouvrant les calcaires à *Diploporos* du lac du Paroird. Nous pouvons affirmer que les calcaires de la Haute-Ubaye sont tous plus récents que les Schistes lustrés de cette région, quoiqu'un examen superficiel puisse faire croire le contraire. — (Voir fig. 3).

<sup>2</sup> D. Zaccagna, Sulla Geologia delle Alpi occidentali *Boll. del R. Com. Géol.*, 1887, N<sup>os</sup> 11 et 12.

Briançon à Arvieux, Ceillac et Maurin. Sur la carte au millionième du Service français, le tracé, dû aux explorations de Lory, porte, au contraire, une zone triasique très étendue, comprenant non seulement les schistes des environs de Suse et du Mont-Cenis (prépaléozoïques pour M. Zaccagna), mais ceux de Césanne, d'Aiguilles, de Saint-Véran, etc... Suivant en partie les tracés de M. Zaccagna, M. Noé<sup>1</sup> a fait figurer comme Schistes cristallins la bande Suse-Cézanne-Aiguilles et a conservé comme triasique, outre la zone portée comme telle par M. Zaccagna, un grand massif entourant Modane et la Vanoise ; il en résulte en fait, *que suivant qu'ils se trouvent en Italie ou en France, les mêmes Schistes lustrés ont été portés en Trias ou en Terrain primitif.*

Il demeure réservé aux recherches futures de modifier entièrement les tracés géologiques de cette zone frontière de nos Alpes ; pour ceux qui connaissent un peu cette région, il est incontestable que les figurés donnés jusqu'à ce jour sont tous basés sur une interprétation erronée, provenant de l'âge que tour à tour l'on a attribué aux « *Schistes lustrés* » rattachés par Lory au Trias, par M. Bonney et par les membres du Comité italien à la série ancienne. Un accord a été conclu récemment à la suite d'explorations faites en commun par des géologues<sup>2</sup> des services italien et français, pour considérer ces schistes comme antérieurs au Trias. Il y aura donc à les détacher des autres termes incontestablement triasiques avec lesquels ils sont confondus sur la carte au millionième du Service français. Quant aux contours de MM Carez, Vasseur et Noé, qui ont pour résultat de figurer à l'est les schistes lustrés comme antérieurs aux Trias (Château-Queyras, Aiguilles), de les laisser au contraire vers l'ouest (en France, Lans-le-Bourg, Mont-Cenis) en partie sous la même teinte que les gypses et les quartzites triasiques, ils ne correspondent qu'à une espèce de compromis, en quelque sorte imposé par l'état encore peu avancé des levés géologiques dans cette partie des Alpes,

<sup>1</sup> Fr. Noé : Geologische Uebersichtskarte der Alpen, 1 : 1.000.000. Wien, 1890 (Holtzel).

<sup>2</sup> V. Cotteau : La Géologie à l'Exposition universelle de 1889. Auxerre 1890, p. 24, et *Bull. Soc. Géol. de France*, 3<sup>e</sup> série, t. XVII, p. 880. (Note de M. Bertrand sur les Schistes lustrés du Mont-Cenis, publiée en 1891.)

à l'époque de la publication de ces cartes. Quoi qu'il en soit à cet égard, nous pouvons affirmer que les schistes calcaréo-talqueux (schistes gris lustrés), qui se montrent aux environs de Maurin, dans le Queyras, à Césanne, Bardonnèche et près de Modane (Le Pras), appartiennent à une même formation et possèdent les mêmes caractères pétrographiques. Nous venons d'en fixer la position stratigraphique. Lory, qui les considérait comme triasiques, avait fait rentrer dans ce système des Schistes lustrés, des brèches micacées très développées aux environs de Moutiers en Tarentaise<sup>1</sup>, et qui, ainsi que nous le verrons plus bas, appartiennent au Nummulitique. En d'autres points, il avait aussi désigné des schistes satinés, bariolés, qui font réellement partie du système triasique.

Du reste, la position même qu'occupent, dans l'ensemble des zones alpines, les affleurements des Schistes lustrés, est, à nos yeux, décisive pour les considérer, en grande partie au moins, comme paléozoïques, ou même plus anciens. On distingue, dans la chaîne des Alpes, sur la carte récente de M. Noé, une *zone centrale* constituée par les *Schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoides, et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin dans les Alpes autrichiennes) et de Trias à facies variés, suivant qu'on les étudie à l'est ou à l'ouest de la chaîne. Émergeant, près de Gratz, des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend jusqu'au Piémont, offrant seulement quelques particularités (fractures d'affaissement du Prættigau, etc.) qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Or, les affleurements paléozoïques affectent à l'est dans leur disposition *une symétrie assez nette par rapport à l'axe central*. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au nord entre

---

<sup>1</sup> B. S. G. F., 3<sup>e</sup> sér., t. I, p. 277, et *ibid*, 1<sup>re</sup> sér., t. XXIII, p. 480 et suiv. (1866). (Sur la Stratigraphie des Alpes Graies et Cottiennes.)

Neustadt et Innsbruck, au sud de Klagenfurt à Mauthen et Brixen par exemple. Nos Schistes lustrés occupent précisément par rapport aux massifs cristallins de la zone du Mont Rose une position homologue de celle qu'affectent de chaque côté des massifs cristallins, les bandes paléozoïques des Alpes orientales.

Examinons maintenant les diverses hypothèses qui pourraient être faites relativement à l'âge de cette formation, dans les Alpes françaises.

Les Schistes lustrés (*sensu stricto*) ne peuvent être nummulitiques parce que dans la vallée de la Haute-Uri ils sont nettement inférieurs aux quartzites, aux roches vertes considérées comme permienes et qu'ils reposent (col de Longet) sur des schistes micacés (fig. 3) probablement très anciens. Ils ne peuvent être interprétés, dans aucune des localités étudiées par nous, comme se rattachant au Trias ou représentant du Jurassique modifié, pour la même raison et parce qu'en admettant cette hypothèse, il serait impossible de se rendre compte de la structure de la région où ils affleurent.

Ils pourraient être considérés comme carbonifères; nous n'avons, en effet, pu constater en aucun point la superposition du terrain houiller sur ces schistes. De plus, la présence des Schistes lustrés semble exclure celle des grès houillers, qui n'existent pas là où nous avons étudié ces derniers. Cependant l'étendue et l'homogénéité de cette formation de schistes ainsi que leurs connexions stratigraphiques avec les schistes cristallins paraissent plutôt militer en faveur d'un âge plus ancien.

En résumé, s'il est permis en se basant sur la superposition des couches et sur la distribution des affleurements, d'affirmer que les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont *antérieurs au Permien*, rien, jusqu'à présent, n'autorise à les attribuer à un étage déterminé de la série paléozoïque.

#### TERRAIN HOULLER.

Le terrain houiller forme le grand anticlinal<sup>1</sup> (et non synclinal) en éventail de la troisième zone, à droite et à gauche duquel ont eu lieu

---

<sup>1</sup> Alph. Favre avait, comme on sait, reconnu, dès 1867, la possibilité de cette disposition et avait opposé cette opinion à celle de Loisy qui voyait dans la bande houillère de la 3<sup>e</sup> zone un pli synclinal. (Rech géol dans les parties de la Savoie, etc., voisines du Mont-Blanc, t III, p 253.)

des glissements et des étirements de couches, accidents qui ont reçu de Lory les noms de « failles de Saint-Michel et de Modane ». Ce terrain se montre en outre dans quelques anticlinaux de la deuxième zone (Saint-Jean-de-Belleville, Moutiers, etc.). Nous ferons observer à ce propos que le bassin houiller de la 3<sup>e</sup> zone pourrait bien avoir été en communication avec ceux de la 1<sup>e</sup> zone, car les affleurements de la vallée de Belleville et du col de la Madeleine, par exemple, sont bien près de ceux de Petit-Cœur en Tarentaise, et ceux-ci, à leur tour, très rapprochés des gisements de Cevin, etc.

Le terrain houiller disparaît à l'est d'une ligne Modane-Briançon-Saint Paul<sup>1</sup> et semble céder la place aux Schistes lustrés.

Il n'y a rien de nouveau à signaler au point de vue de sa composition, sinon qu'il faut en distraire des assises bigarrées que Lory y avait incorporées (au col de la Ponsonnière (v. fig. 5) notamment), et les rattacher au Permien. Quoique aucun débris organique n'autorise à considérer comme permiennes ces dernières assises, leur intercalation concordante entre les grès houillers dont l'âge est bien connu (Houiller supérieur) et les quartzites triasiques, est significative et légitime cette interprétation : il faut remarquer toutefois que, quoique généralement la teinte rouge et violacée caractéristique du Permien n'apparaisse que dans les bancs supérieurs aux grès et conglomérats houillers, ce facies peut s'étendre à une partie de ces grès (la Ponsonnière), et qu'alors la limite entre les deux systèmes est assez difficile à établir<sup>2</sup>.

#### PERMIEN.

Un certain nombre de couches peuvent être rapportées au système permien. Ce sont : 1<sup>o</sup> Les phyllites verts à noyaux feldspathiques (anciens gneiss chloriteux) des environs de Modane, dont l'âge postérieur au terrain houiller, reconnu depuis longtemps par M. Lachat, a été établi par M. Zaccagna et confirmé par les explorations de

<sup>1</sup> Le Carbonifère n'a été encore constaté avec certitude en aucun point de la zone du Mont-Rose. (D'après M. Diener, *loc. cit.*, p. 193.)

<sup>2</sup> Nous venons de voir que M. Termier (*loc. cit.*, p. 901) est arrivé à la même conclusion pour le massif de la Vanoise.

MM. Potier, Bertrand et Termier — (nous avons retrouvé<sup>1</sup> ces phyllites dans la Vallée-Étroite, aux alentours du Thabor et au Plan de Phazy, près de Guillestre); — 2° des grès kaolino-argileux à teintes vives et des argilolithes schisteuses vertes et lie-de-vin (Plan de l'Achat, alt. 1963<sup>m</sup>), hameau des Mottes, dans le massif des Rochilles, Grand Galibier, l'Argentière, Moutiers en Tarentaise); 3° des conglomérats à galets de quartz rose et blanc, débris kaolinisés, *fragments de porphyrite violacée*, et ciment argileux lie-de-vin ou quartzeux verdâtre (l'Argentière, Champ Didier, Saint-Roch, près l'Argentière), *rappelant le Verrucano* (Sernifit) du canton de Glaris. L'existence de cet horizon intermédiaire entre les quartzites triasiques, auxquels le rattachent souvent des « Schistes argentins », talqueux et micacés, et le terrain houiller ou les Schistes lustrés, paraît générale dans les chaînes alpines du Briançonnais, où, malgré l'absence fréquente et la sporadicité caractéristique des dépôts permien, ces derniers sont constamment *concordants* avec les assises du Houiller et du Trias.

Voici les conditions où nous l'avons observé dans la zone du Briançonnais :

Près du village de l'Argentière (Hautes-Alpes) (fig. 4), on peut voir s'intercaler entre le terrain houiller et les quartzites du Trias, auxquels elles sont reliées par une transition graduelle, à la Chapelle Saint-Roch, des assises vivement colorées, formées d'argilolithes micacées violettes et rouge lie-de-vin, à grains de quartz, alternant avec des conglomérats également rougeâtres, contenant des galets de quartz et de porphyrite. On remarque aussi des schistes quartzeux roses contenant des débris kaolinisés et des paillettes de mica. Les assises peuvent être bien étudiées à un lacet de chemin, non loin de la chapelle.

---

<sup>1</sup> M. Michel Lévy vient de nous montrer à la montagne du Prarion, près Saint-Gervais (Haute Savoie), des couches fort analogues aux Phyllites de Modane, qui paraissent inséparables des Quartzites considérés jusqu'à présent comme triasiques — Sur le flanc S. O. de ce même massif apparait, *sous les Quartzites blancs du Trias*, un ensemble de poudingues et de schistes rouges et verts identiques au Verrucano du Briançonnais et que nous rapportons au Permien — (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

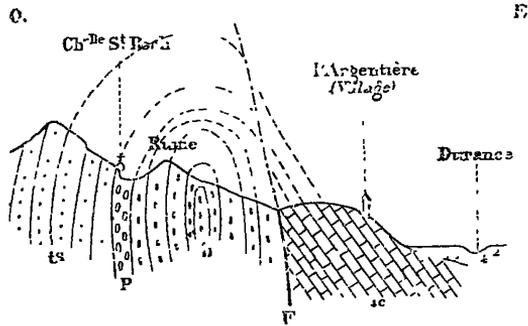


Fig. 4.

Coupe relevée à l'ouest du village de l'Argentière (Hautes Alpes).

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| h. Terrain houiller.                    | l°. Calcaires schistoux du Trias. |
| P. Verrucano et argilolithes permienes. | a°. Alluvions.                    |
| ts. Quartzites triasiques               | F. Faille (Glissement).           |

Au Plan de Phazy, près Guillestre, une coupe menée du S. O. au N. E. donne la succession suivante : 1° Nummulitique; 2° Calcaire dolomitique gris compact en dalles, très analogue aux calcaires triasiques du Briançonnais; 3° Schistes verdâtres, siliceux, talqueux, satinés, verdâtres, à noyaux feldspathiques et quartzeux, rappelant beaucoup le Permien des environs de Modane; 4° Quartzites du Trias inférieur; 5° Gypses. L'inclinaison de toutes ces assises est la même il est probable que les phyllites verts forment l'axe d'un pli isoclinal.

En amont de la Charmette, sur la route de Valloire au Galibier, on est frappé de voir apparaître sur le bord du chemin une roche vivement colorée, sorte de conglomérat lie-de-vin alternant avec des lits de schistes rouges ou verdâtres contenant des galets de quartz et des morceaux de kaolin. Cette roche forme des bancs réguliers reposant sur les grès houillers et recouverts par les quartzites du Trias.

Sur le versant occidental du Pic du Grand-Galibier, on aperçoit, sous les quartzites, une roche quartzeuse, verte, à taches violacées, qui représente probablement aussi le Permien. En outre, auprès du hameau des Mottes, les quartzites reposent sur un ensemble de couches schisteuses rouges et de conglomérats identiques à ceux de l'Argentière (Hautes-Alpes) et très analogues au Verrucano (Sernifit) des géologues suisses. Nous possédons des échantillons de cette dernière

roche qu'il est presque impossible de distinguer des fragments du conglomérat des Mottes ou de l'Argentière. La liaison avec le terrain houiller est ici très intime: le passage des grès noirs aux conglomérats

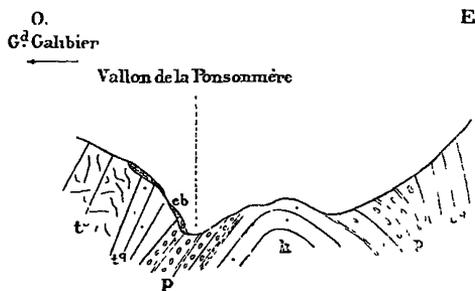


Fig. 5.

Coupe du vallon de la Ponsonnière, à peu de distance des Mottes.

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| h. Houiller.             | t° Calc et dolomies triasiques |
| P. Permien (lie de vin). | eb. Eboulis.                   |
| tq. Quartzites.          |                                |

rougeâtres est graduel et il est fort difficile de placer une limite précise entre les deux assises.

Plus au sud, à la Blachière (Haute-Ubaye), on observe à la base des quartzites un conglomérat à éléments quartzeux de la grosseur d'œufs d'oie et à ciment grisâtre et violacé; à Combe-Bremond, des schistes satinés rouges, verts, violacés et verdâtres, veinés d'épidote et signalés pour la première fois par M. Zaccagna<sup>1</sup> occupent la même position et *reposent sur les Schistes lustrés*.

Dans la Vallée Étroite, le Permien a été décrit par M. Virgilio<sup>2</sup>. En descendant du Thabor, vers Mélezet, on voit les diverses assises du Trias se redresser de chaque côté pour laisser apparaître, au fond de la vallée, le Permien et le Houiller. Nous avons reconnu dans ces affleurements, situés en amont de la « Fonderia » les mêmes assises que celles que nous considérons comme permiennes en Savoie et dans les Hautes-Alpes.

<sup>1</sup> Zaccagna, *loc cit.*, p. 46

<sup>2</sup> Virgilio. II Permio Carbonifere di Valle Stretta (*Atti d. R. Acc. d. Scienze di Torino*, t. XXI, juin 1890)

Il est vrai, comme nous l'avons dit plus haut, qu'aucun fossile ne donne le droit de rattacher au Permien toutes les roches que nous venons de citer, mais nous avons montré plus haut que leur position stratigraphique autorise cette interprétation, que corrobore encore l'identité frappante de certains de nos conglomérats avec les sernifites, considérés comme permien dans les Alpes suisses. Nos talcschistes et chloritoschistes feldspathiques à noyaux feldspathiques du Plan de Phazy *inférieurs aux Quartzites du Trias* rappellent d'autre part beaucoup les roches désignées sous le nom de *Besimaudites* par M. Zaccagna, dans une région voisine de la nôtre<sup>1</sup>.

La distribution du Permien dans les Alpes est du reste remarquable : bordant la chaîne centrale au Nord (Hopfgarten, près Kufstein) et au Sud (Botzen-Tarvis) dans les Alpes orientales, formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et, au Sud, entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone), en bordure de cette dernière et se fait remarquer partout par le caractère sporadique de ses affleurements.

Une difficulté pratique consistera à distinguer le Permien, qui semble exister presque partout, du Trias et du terrain houiller, auxquels le rattachent des transitions ménagées, et souvent, comme vient de le faire voir M. Termier, un métamorphisme identique.

La porphyrite de Guillestre, dont nous avons communiqué à M. Michel Lévy des échantillons, et qui rappelle la roche éruptive du même âge de la Windgælle (Suisse), apparaît à peu de distance en amont de Guillestre, dans l'axe d'un anticlinal formé par les quartzites qu'elle n'a pas traversés. On retrouve cette roche en galets et en fragments dans la plupart des conglomérats que je viens de citer (l'Argentière, etc.).

D'après ce qui précède, il semble peu douteux que le Permien existe dans les zones du Briançonnais et du Mont-Rose, et cela sous des faciès qui, suivant que le métamorphisme mécanique a fait sentir plus ou moins énergiquement son action sur ces dépôts<sup>2</sup>, rappellent tantôt

<sup>1</sup> Nous avons comparé la roche de Modane et celle du Plan de Phazy avec des échantillons de *Besimaudites* que nous a aimablement communiqués M. Zaccagna.

<sup>2</sup> La roche verte du Prarion semble, il est vrai, appartenir au Trias, mais ce fait n'infirmes en aucune façon nos conclusions relatives aux *Verrucanos* du Briançon-

celui des Alpes maritimes (Besimaudites), tantôt se montrent identiques au faciès qui domine dans les Alpes suisses où il est désigné par le terme classique de *Verrucano*. Son extension vers l'est serait plus grande que celle des grès houillers <sup>1</sup>.

Le Permien existe-t-il dans la première zone alpine (Pelvoux, chaîne de Belledonne)? Les observations de Lory n'en ont fait connaître aucune trace et nous n'en avons jusqu'à présent pas rencontré d'affleurement absolument certain sur le versant occidental de ces massifs; néanmoins, avant de rien affirmer, il convient d'attendre quels seront les résultats fournis par l'étude détaillée de la zone du Mont-Blanc, au nord et au sud de l'Arc <sup>2</sup>.

Les recherches de M. Haug <sup>3</sup>, dans les environs de Barles, localité située dans les Basses Alpes, sur le bord oriental des chaînes subalpines et où affleure le terrain houiller supérieur fossilifère, ont fait voir qu'entre ce dernier et le Trias il n'existait rien qui pût être assimilé aux assises que nous venons de décrire, ni rapporté au terrain permien.

Si l'absence ou au moins l'existence très sporadique de tout dépôt de cet âge dans la première zone alpine venait à être confirmée, il faudrait peut-être en conclure que cette partie des Alpes était émergée à ce moment où, du reste, contrairement à la zone du Mont-

nais, constamment inférieurs aux Trias. — Peut être l'aspect spécial des Quartzites du Prarion est-il du reste un effet du métamorphisme. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

<sup>1</sup> M. Diener (*loc. cit.*, p. 193) a déjà fait remarquer cette transgression des Besimaudites sur les Schistes lustrés, et M. Zaccagna a signalé à Combe-Bremont, près Maurin, entre ces deux systèmes, une discordance dont nous n'oserions, toutefois, vu la nature tourmentée de cette coupe et le rôle mécanique qu'ont joué les masses de dolomie du Lac du Paroird, affirmer l'existence.

<sup>2</sup> Il existe dans la gorge du « Bout du Monde » (près d'Allevard) au dessous des Quartzites blancs du Trias, des grès (Grès d'Allevard), brunâtres, très siliceux, des assises violacées, des conglomérats et des grès métamorphiques qui semblent bien représenter ce terrain et dont l'étude n'a pas encore été faite complètement. Ces assises qui rappellent beaucoup le Prarion (versant de Motivon), occupent, du côté de Theys et du Merdaret, de vastes surfaces. Ils sont reliés intimement au Trias et passent à la base, *en alternant avec eux*, à des Schistes à sérécite. Leurs rapports avec le Houiller sont encore à étudier. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

<sup>3</sup> Haug. Sur la géologie des chaînes subalpines comprises entre Gap et Digne *C. R. Ac. Sc.*, 18 mars et 1<sup>er</sup> avril 1889, et Thèse, p. 15.

Rose, elle a été le théâtre d'énergiques dislocations (transgression du Permien sur le Houiller et peut-être même discordance dans le voisinage du Mont-Blanc). La nature détritique des roches permienues de la zone du Briançonnais s'expliquerait ainsi très simplement par la présence (à l'ouest) de ces massifs émergés en voie de plissement.

#### TRIAS.

Ce terrain semble pouvoir être définitivement considéré comme formé des assises suivantes<sup>1</sup> :

- A. Quartzites.
- B. Cargneules et Gypses inférieurs.
- C. Marbres phylliteux et Calcaires dolomitiques.
- D. Cargneules et Gypses supérieurs.

A. QUARTZITES. — Grès sursiliceux d'un blanc rosâtre, avec taches verdâtres, saccharoïdes et possédant les caractères ordinaires de cette assise dans les zones alpines; horizon très constant et bien connu depuis les travaux de Lory. Ces grès sursiliceux, à grains plus ou moins nets de quartz roses ou verdâtres (*Classarts*, *Grésards* des habitants du pays), sont tantôt blancs, tantôt teintés de rose et de vert, souvent talqueux et d'aspect argentin. Ils renferment quelquefois des parcelles limoniteuses et des parties soyeuses. Ils se montrent en une foule de localités qu'il serait trop long d'énumérer ici : on les suit de la Tarentaise jusqu'aux Alpes Maritimes. C'est ainsi, par exemple, qu'on les voit au pic de Bussort et au Cheval-Blanc. Ils forment tout le soubassement du Thabor. Ces quartzites forment, près de la source du Nantbrun (Savoie), c'est-à-dire entre les cabanes du Plane et le col du Bonnet-du-Prêtre, un bombement dans le fond du cirque de Varbuche; on les voit là nettement inférieurs aux calcaires du Trias moyen, d'un côté; de l'autre, ils sont en contact avec les assises nummulitiques, sans qu'il semble y avoir de faille, et, ainsi que nous a conduit à l'admettre l'étude de toute la région environnante, par simple transgression.

---

<sup>1</sup> Il est rare de rencontrer cette série complète; nous montrerons plus bas que l'assise n° 1 est la plus constante et que les assises nos 2, 3, 4 semblent passer latéralement l'une à l'autre, et même se remplacer mutuellement.

Parfois, ces quartzites deviennent feuilletés, talqueux, nacrés et méritent alors le nom de « *Schistes argentins* », ainsi que nous l'a fait remarquer M. Marcel Bertrand, lors d'une excursion que nous avons eu le plaisir de faire avec lui aux environs de Modane. C'est à la partie inférieure, notamment, qu'ils prennent cet aspect spécial et semblent parfois constitués par un empilement d'écaillés de poissons. On les voit aussi, au pied N. de la Rocca del Seru (massif du Thabor), devenir violacés et feuilletés ; dans la même région, ils se transforment en plaquettes saccharoïdes d'un gris foncé. Dans la vallée du Guil, au Veyer, les parties talqueuses y abondent et donnent à la roche un éclat soyeux tout particulier, sans toutefois atteindre le degré de schistosité des schistes argentins de Modane.

Un lichen jaune, le *Rhizocarpum geographicum* D. C., s'attache de préférence à la surface des quartzites, et s'y présentent souvent en telle abondance, qu'il fournit un criterium empirique pour distinguer de loin les rochers de quartzites des reliefs calcaires qui les entourent. Quoique très dures, ces roches ne résistent pas aux divers agents de désagrégation, à l'action desquels sont exposées les saillies rocheuses de nos montagnes. Au pied des escarpements se forment alors des talus blancs de débris prismatiques fort durs, à angles vifs ; ces « *casses* », comme on les appelle dans ce pays, sont fort pénibles à gravir (*Casse blanche*, près du Lautaret, etc.).

A l'embranchement des routes d'Arvieux et de Château Queyras, un affleurement de quartzites mérite d'être cité, comme situé à la limite occidentale de la zone des Schistes lustrés du Queyras.

Au col des Muandes, on remarque un petit synclinal de quartzites blancs se détachant en une étroite bande sur le fond noir des grès houillers.

B. CARGNEULES ET GYPSES atteignant un grand développement dans certaines localités (Ceillac), réduits ailleurs (Mont-Thabor, Rocca del Seru, col Tronchet, etc.) à une assise de quelques mètres seulement, séparant les quartzites des calcaires C., et disparaissant totalement au nord de l'Arc (col de Varbuche, Moutiers).

Sur les Quartzites reposent, en effet, très nettement (Festiva et Polset, près Modane. Mont-Thabor (fig. 6), Vallée-Étroite, Roc de l'Ange-Gardien (Château-Queyras), col du Tronchet (fig. 2), Ceillac, lac du Paroird (fig. 2), Galibier, etc.) des gypses et des cargneules

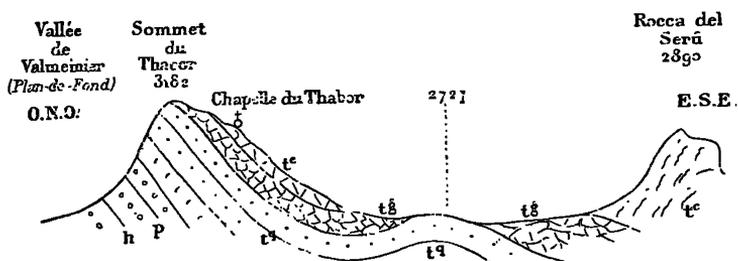


Fig. 6.  
Coupe du Mont-Thabor.

- |   |              |
|---|--------------|
| t <sup>3</sup> . Calcaire et dolomies du Trias. | P. Permien.  |
| t <sup>4</sup> . Cargneules.                    | h. Houiller. |
| t <sup>5</sup> . Quartzites.                    |              |

parfois assez épais, souvent aussi réduits à une mince bande (de cargneules) jaune, facile à découvrir dans les cols et à la partie moyenne des escarpements dont le sommet est formé par les calcaires et la base par les quartzites. Dans le sud de la région, on assiste à un amincissement très irrégulier et local (vallée du Guil et de l'Ubaye) de cette assise. Au sud et au nord-ouest (Varbucho, Moutiers, fig. 9) les quartzites supportent dans certains points directement les calcaires triasiques de l'étage suivant.

Très puissante près de Ceillac et fournissant des gypses exploités, cette curieuse formation s'amincit notablement dans la vallée du Guil et, au Veyer, dans la gorge du Queyras, c'est à peine si quelques mètres de cargneules s'observent entre les quartzites et les calcaires. Dans la même région, au col de la Gipièrre, et au lac des Neufs-Couleurs, ainsi qu'en divers autres points, M. David Martin <sup>1</sup> mentionne l'existence de couches gypseuses qui doivent appartenir à cet horizon, mais, plus au sud, c'est avec une plus grande netteté que l'on peut voir, au col du Tronchet <sup>2</sup>, les dolomies à Encrines du Trias

<sup>1</sup> David Martin. Excursions géologiques dans les vallées limitrophes de l'Ubaye et de la Durance. Gap, 1888, p 45, etc.

<sup>2</sup> Il est intéressant de remarquer qu'un grand nombre des cols de nos Alpes [Col des Encombres, col de la Vallée-Étroite, col du Bonnet-du-Prêtre, en Savoie, col du Galibier, col du Fromage, col Izoard, col Tronchet (Hautes-Alpes)] coïncident avec des affleurements de gypses et de cargneules, ce qui est dû probablement au peu de résistance que ces roches opposent à l'érosion.

séparées des quartzites (fig. 2) (qui sont repliés en anticlinal aigu à quelques cents mètres à l'E. du col), par une assise de cargneules de 1 à 2 mètres seulement (non accompagnée de gypse), qui reparait plusieurs fois par suite des plissements, à l'ouest du passage. Cette couche peut être suivie vers Ceillac, et l'on assiste, en descendant la vallée du torrent du Tronchet, à son épaissement graduel. A la Chapelue, elle a complètement disparu et les calcaires recouvrent directement les quartzites.

On peut étudier facilement ces cargneules et ces gypses inférieurs au signal même du Mont-Thabor (fig. 6), où ils constituent une assise peu épaisse, mais très nette, appuyée sur les quartzites et supportant au sud-est les dalles calcaires sur lesquelles est construite la chapelle,

C. DOLOMIES ET CALCAIRES DOLOMITIQUES (Calcaires du Briançonnais, Lory, *pro parte maxima*) grisâtres, généralement saccharoïdes, cristallins et moirés, et calcaires phylliteux accompagnés souvent de schistes rougeâtres et verdâtres. On y remarque des bancs bréchi-formes très caractéristiques.

Les calcaires forment une bande à peu près continue de la Tarentaise<sup>1</sup> à l'Ubaye en passant par Briançon (l'Essillon et Polset près Modane, le Chaberton, le Mont-Thabor, la Vallée-Étroite, la Setaz, le Roc du Grand-Galibier, le Col des Rochilles, Briançon, le Mont-Genèvre, le Col de l'Eychauda, Sainte-Marguerite, l'Ange-Gardien (Queyras), Château-Queyras, Peine-d'Hier, Saint-Antoine et les environs de Maurin (Basses-Alpes), la Maison-du-Roi, le Plan du Phazy, la vallée de Barcelonnette). Ils contiennent souvent des cristaux de quartz et d'albite (environs de Modane, vallée de l'Ubaye) et sont très pauvres en fossiles (Mont-Thabor (Savoie), Col du Tronchet, torrent du Bourget (Basses-Alpes), (Entroques, Pentacrines, Gastropodes indéterminables). Ils sont réduits à une faible épaisseur au Pas-du-Roc (ici presque en contact avec l'Infralias).

Des *calcaires et marbres phylliteux* et schisteux riches en séricite, se montrent très constants (Polset, près Modane; Valloire, Montagne

---

<sup>1</sup> Où ils ont été étudiés par MM. Bertrand et Termier qui les rangent aussi dans le Trias.

de la Cucumelle, près Vallouise; massif du Gondran, près Briançon; Maurin, etc.), et accompagnant presque partout les calcaires triasiques dont ils semblent former la partie inférieure.

Il arrive fréquemment que les calcaires reposent directement sur les Schistes lustrés (environs de Briançon, de Modane et de Villarodin, lac du Paroird (Extrémité N.), sans en être séparés par des quartzites. Cette disparition du Trias inférieur ne se fait remarquer que dans les cas où les phénomènes de plissement ont été très énergiques; il s'agit d'un étirement des assises, par conséquent d'une lacune purement mécanique dans la série des couches, et non pas due à une absence de sédimentation.

La coupe schématique ci-jointe (fig. 8) nous semble donner l'explication de ce fait qui est surtout frappant dans la haute vallée de l'Ubaye où tantôt les Quartzites sont interposés entre les Calcaires et les Schistes lustrés, tantôt ils font défaut comme sur les bords du lac du Paroird.

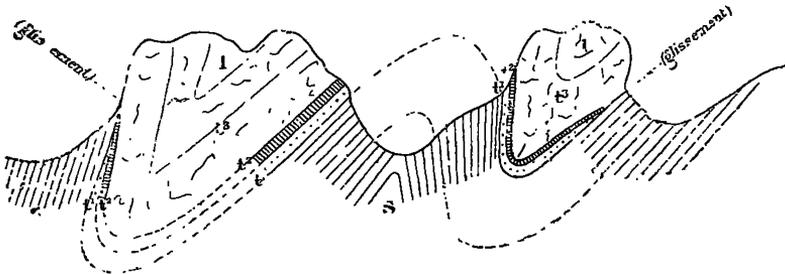


Fig. 8.

Destinée à faire comprendre la disparition mécanique des quartzites et des cargneules entre les dolomies triasiques et leur substratum.

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| S. Schistes lustrés.                     | l <sup>3</sup> . Dolomies triasiques. |
| l <sup>1</sup> . Quartzites.             | l. Brèche liasique.                   |
| l <sup>2</sup> . Cargneules (et Gypses). |                                       |

Ces dolomies grises, souvent noirâtres ou d'un gris cendré, se montrent parfois bréchoïdes et présentent généralement de petites taches blanches nombreuses et caractéristiques (Rocca del Seru, Thabor, etc.), qui doivent avoir pour origine des organismes quelconques, mais dont il est impossible de reconnaître la structure<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> M. Munier Chalmas, qui a examiné une série de ces échantillons, n'y a pu reconnaître les traces d'aucun organisme déterminable. M. Benecke n'a pu découvrir

Ils forment au N. du lac du Paroird un massif puissant, au pied duquel on peut étudier dans de vastes éboulis ces roches curieusement tachetées. Des parties pseudo-bréchoïdes se font remarquer habituellement dans ces dolomies, notamment dans les clapiers qui bordent au N. le lac du Paroird, ainsi que sur la route du Mont-Genèvre.

La dolomie triasique de la Maurienne faisant peu effervescence avec les acides, a une apparence rose-chair ou jaunâtre due à la rubéfaction; cependant on y distingue encore des noyaux restés intacts d'un gris cendré et saccharoïdes; celle du lac du Paroird ne fait aucune effervescence à froid et se dissout lentement dans l'acide chlorhydrique. Au sommet du Thabor, des calcaires dolomitiques rose-chair, à petites traces d'origine probablement organique, sont accompagnées de calcaires gris, en dalles, tachetés de blanc, comme ceux du lac du Paroird. Au col des Désertes, Lory a recueilli des dolomies identiques aux précédentes (ces échantillons sont conservés à la Faculté des Sciences de Grenoble); on les retrouve à Château-Queyras où elles contiennent également de petites particules blanchâtres.

Près de Briançon, un beau marbre à grains très fins, de couleur blanche, veiné de vert très pâle et de rose-clair est exploité dans un massif qui appartient également au Trias. Au col de l'Eychauda existe une série de calcaires gris, cristallins, renfermant une grande quantité de petits fragments provenant probablement de Crinoïdes et qui appartient au Trias supérieur.

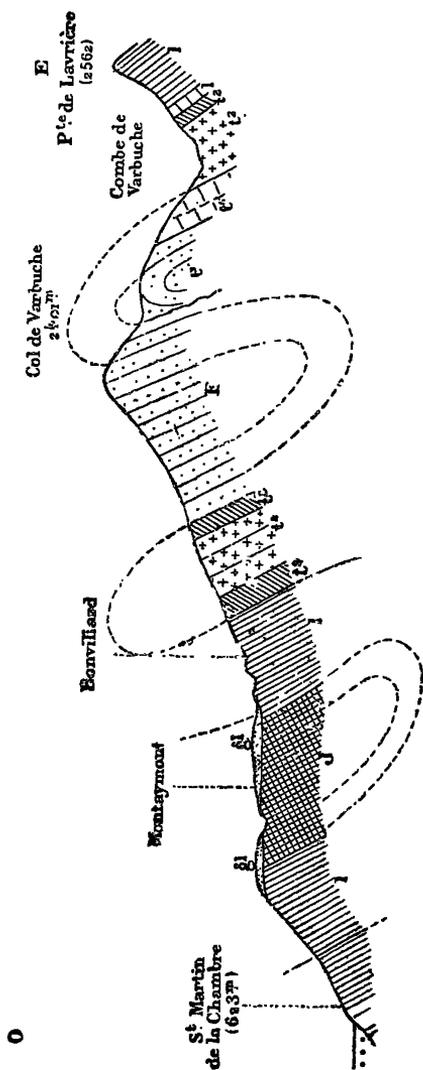
Enfin, il est intéressant d'ajouter que les dolomies de Salins-Moutiers en Savoie, et celles qui alternent avec le gypse du Trias à Champ, près Vizille (Isère), ont absolument le même aspect que celles que nous venons de décrire dans la Maurienne, le Briançonnais et l'Ubaye.

Au sommet du Mont-Thabor et sur le flanc est du vallon du Tronchet, les calcaires dolomitiques contiennent des entroques qui semblent bien appartenir au genre *Encrinus*; nous avons à citer aussi des *Polypiers* dans un calcaire affleurant au S. de Valloires,

---

dans d'autres fragments que nous lui avons envoyés que des crinoïdes. Enfin des cristaux de Quartz (faces p, e<sup>1/2</sup>, c<sup>2</sup>) très nombreux ont été rencontrés par nous dans des calcaires du Col du Chatelard cités plus haut.

Fig. 9. — Coupe transversale du massif de Varbuche (Savoie).



- gl. Dépôts glaciaires.  
 E. Nummulitique.  
 J. Lias schisteux (et Dogger).  
 l. Lias calcaréo-schisteux.  
 l'. Infralias.  
 l''. Schistes barroïds.  
 l'''. Gypses et cargneules.  
 l'''. Calc. dolomitiques.  
 l'. Quarzites.

lons bien espérer que de nouvelles recherches seront aussi heureuses que celles de nos voisins italiens.

Étudions maintenant cette formation dans la Maurienne et suivons-la vers le sud.

Dans le massif de Varbuche (Savoie), la partie moyenne du Trias est constituée par des *calcaires dolomitiques* massifs, d'un blanc

dans le massif de la Setaz Vieille, et qui semble appartenir au Trias. Des *Gastropodes* indéterminables se trouvent également presque partout dans ces calcaires et dolomies triasiques. Des couches fossilifères existent aussi au col du Chatelard, qui relie le Bonnet-du-Prêtre à la route des Encombres. Ce sont là tous les restes organisés que nous avons rencontrés, malgré une attention soutenue, dans ceux des massifs calcaires et dolomitiques de la zone du Briançonnais qui appartiennent au Trias. Nous vou-

bleuâtre à l'intérieur, jaunâtre par altération, légèrement saccharoïdes ; on peut constater leur *superposition immédiate aux quartzites* dans le lit du Nantbrun, en amont du Plane. On les voit aussi sur le versant méridional, dans les pâturages de la Platière, où leurs relations stratigraphiques sont moins claires. Ils existent également au-dessus des quartzites, aux environs de Moutiers, où M. Potier nous les a fait voir, et dans la vallée de l'Arc, à l'extrémité orientale du défilé du Pas-du-Roc, où il serait bien difficile de confondre les calcaires noirâtres à éclat mat du Lias (bande Encombres-Galibier) avec les calcaires dolomitiques plus saccharoïdes du Trias, auxquels ils sont juxtaposés. Mais il n'en est pas toujours de même et il est des cas (environs de la Bessée, Eychauda) où la distinction est presque impossible à un observateur non exercé.

Il est d'une grande importance de constater, dans le massif de Verbuche, la position précise de ces calcaires qui atteignent, vers l'est, aux environs de Modane, une grande puissance. Or, les calcaires des environs de Modane et de la Vanoise, Roche Chavière, etc., dont l'âge triasique est admis par tous, peuvent se suivre facilement et sont coupés seulement d' interruptions insignifiantes, vers le sud.

Si l'on quitte le bassin de l'Arc pour celui de la Guisanne, on retrouve les dépôts qui nous occupent près du Galibier. Les calcaires qui forment à l'O. de la Mandette, sur la route du Galibier, des rochers saillants, appartiennent à l'horizon que nous étudions ici ; ils sont très développés aussi à l'E. du col, au Roc du Grand Galibier, où nous en avons constaté l'existence en compagnie de M. P. Termier, malgré l'accès difficile de cette montagne.

Dirigeons-nous vers l'est. L'érosion n'a laissé subsister au sommet du Thabor que les bancs inférieurs du système calcaire et dolomitique (fig. 6) ; la chapelle est construite sur des dalles très cristallines d'apparence dolomitique, noirâtres, souvent teintées de rouge, qui ont tous les caractères des calcaires du Trias (teinte gris-cendré, petites taches blanches habituelles, apparence bréchoïde et présence de cristaux de quartz dans la pâte même de la roche). Ce sont également ces calcaires qui forment, de chaque côté de la Vallée-Étroite, vers le Mélezet, d'énormes parois (Rocca del Seru).

Ils sont là superposés aux Quartzites, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en s'élevant un peu sur les flancs de la vallée.

La position qu'occupent ces calcaires au Chaberton est analogue à

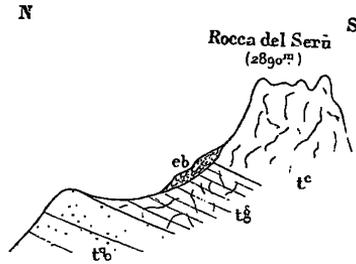


Fig. 10.

Coupe du Trias, S. O. du col de la Vallée-Étroite.

eb. Éboulis.

t<sup>c</sup>. Cargneules et Gypses.t<sup>g</sup>. Calcaires et dolomies.t<sup>b</sup>. Quartzites.

celle qu'ils ont aux environs du Mélezet et du Thabor, au-dessus des *Pietre verdi* et des Schistes lustrés. On pourrait dresser une excellente coupe de ces assises le long de la route de Cézanne à Briançon, là où cette route est taillée dans le roc et côtoie une gorge profonde, s'il n'était impossible de stationner en cet endroit à cause des barricades et des fortifications qu'y a élevées le génie militaire italien. On y voit des dolomies grises et de gros bancs de calcaire compact à reflets jaunes-bruns. (Nous verrons plus loin que M. Diener a été assez heureux pour y recueillir des *Gyroporelles*). A la descente du Mont-Genèvre, vers Briançon, les calcaires passent à des cargneules vers le ravin où coule la Durance. On remarque aussi sur cette route des calcaires et des dolomies semblables aux diverses variétés décrites plus haut, tantôt grises, saccharoïdes, d'un aspect moiré, tantôt jaunâtres. Les montagnes, dans lesquelles est creusée la vallée de la Clarée, montrent d'immenses taches rouges dues à une *rubéfaction superficielle* de ces roches sous l'influence des actions météoriques. Ce fait se reproduit en beaucoup de points de la région.

Entre les Vachettes et Briançon, on relève la succession suivante :

- 1° Calcaire noirâtre, cristallin, dolomitique, à reflets moirés, en gros bancs ;
- 2° Schistes calcaires et calcaires schisteux gris et rougeâtres ;
- 3° Calcaires marbres gris, cristallins, noirâtres par places, avec reflets bruns et blancs de cire, sur les anciennes cassures ;
- 4° Calcaire très dolomitique, finement cristallin, gris clair, d'aspect finement

bréchiforme, avec petites taches blanchâtres et grisâtres caractéristiques. On reconnaît là aisément les calcaires de Maurin et du Mont Genève ;

5° Calcaire bréchoïde noirâtre ;

6° Schistes gris-brunâtre avec blanc de calcaire rubéfié ;

7° Calcaire noir, saccharoïde, alternant avec des calcaires schisteux et des calcaires jaunes dolomitiques ;

8° Calcaire noir, saccharoïde et bréchiforme ;

10° Schistes calcaires.

Après une interruption d'environ 200 mètres, on arrive près de l'enceinte extérieure de Briançon.

A la Chapelle de S<sup>te</sup>-Marguerite, non loin de la Bessée, un affleurement de calcaires gris dolomitiques appartient également au Trias. Le roc de l'Ange-Gardien, dans la vallée du Guil, est constitué par les mêmes calcaires, identiques ici à ceux des bords du lac du Paroird et parsemés des mêmes corpuscules blancs. A Château-Queyras, les calcaires triasiques sont en contact direct avec les Schistes lustrés, tandis que tout près de là, non loin de l'embranchement de la route d'Arvieux, des quartzites séparent les deux systèmes. A la Clapière, près de Ceillac, les gypses et cargneules supportent un ensemble formé : 1° de calcaire noir cristallin, sonore, en plaquettes, montrant des traces nombreuses de fossiles et rappelant un peu les plaquettes de l'Infralias ; 2° de schistes satinés durs, grisâtres et de calcschistes cristallins ; 3° de gros bancs de calcaires noirâtres à débris d'entroques.

Dans le département des Basses-Alpes, la vallée de la Haute-Übaye, qui traverse entièrement la « Zone du Briançonnais », permet de faire une bonne étude du Trias. Les calcaires et dolomies triasiques apparaissent plusieurs fois entre Saint-Paul et la frontière, en bandes à peu près perpendiculaires à la direction de la vallée, près du Castellet, près de la Barge, à Maljasset, au lac du Paroird et en petits lambeaux synclinaux en aval du col de la Noire. Ils constituent le sommet qui domine Combe-Bremond vers le col Albert (2988<sup>m</sup>) au nord, et leurs blocs y déterminent un entassement chaotique où la dolomie domine. Un peu plus loin, sur le bord occidental du lac de Paroird, se termine un synclinal en V (Péou-Roc) au milieu des Schistes lustrés, analogue au précédent et également formé de dolomies gris-cendré.

Nous avons ainsi pu suivre des environs de Moutiers et de Modane

(Savoie), jusque dans les Basses-Alpes. une formation puissante de calcaires dolomitiques, et plusieurs coupes, notamment celle du Nantbrun (Savoie) citée plus haut (fig. 9), nous ont permis de fixer nettement au Trias leur position stratigraphique.

Les fossiles cités par MM. Zaccagna, Mattiolo (au col des Acles) et décrits par M. Portis<sup>1</sup> (*Natica*, *Myophoria*, *Lima costata*, *Diplopora pauciforata*), ainsi que ceux que ceux qu'a recueillis M. Diener (*Gyroporella æqualis* et *G. curvata*) près des forts de Chaberton, ceux que M. Zaccagna<sup>2</sup> a cités à Argentera (*Encrinus liliiformis*) et au lac du Paroird (*Gyroporella annulata*), M. Portis<sup>3</sup> dans le Vallone Rivo Bianco de Sambuco, vallée de la Stura de Cunico (*Gyroporella vesiculifera*), sans parler des espèces également triasiques rencontrées plus au sud par Bruno<sup>4</sup>, conduisent au même résultat.

D. GYPSES ET CARGNEULES SUPÉRIEURS. — Bien développés en Maurienne, immédiatement au-dessous des schistes ardoisiers lilas et verts que surmonte le Rhétien à *Avicua*, *contorta*, ces gypses et ces cargneules se montrent superposés aux calcaires C dans les environs de Moutiers (Savoie), au col de Varbuche (Savoie) (fig. 9), et dans le Briançonnais (environs du Monétier-de-Briançon, etc.).

En Savoie, ils sont blancs, saccharoïdes, accompagnés de cargneules jaunâtres. Les gypses forment au milieu des assises liasiques de longues bandes représentant les anticlinaux triasiques et passent, l'une par Saint-Jean-de-Maurienne, l'Echaillon, Champessuit, Montpascal, Bonvillard, etc., l'autre par Claret, le col du Bonnet du Prêtre, la Perrière, Dorgentil, Pierre-Forte, etc. On peut les étudier facilement sur la rive droite du Nantbrun entre le Plane et Varbuche. Les cargneules à structure vacuolaire sont bien visibles au col même du Bonnet-du-Prêtre; le bloc isolé qui, par sa forme, a probablement motivé le nom de ce passage, est formé de cargneules. On les retrouve au sommet de la montagne du Coin et au col du

<sup>1</sup> Portis. *Boll. R. Com. geol. Ital.*, 1889.

<sup>2</sup> Zaccagna, *loc. cit.*

<sup>3</sup> Portis, Nuova localita fossilifera in Val di Susa. *Boll. R. Com. geol. d'Italia*, 1889, n° 5, 6.

<sup>4</sup> Bruno. *Boll. Soc. geol. Ital.* 1887, p. 453.

Chatelad. Il est à remarquer qu'ici l'horizon des gypses et cargneules est incontestablement *supérieur aux calcaires dolomitiques*, qu'il occupe par conséquent le sommet du Trias, alors que dans d'autres parties des Alpes (Ceillac, Thabor, etc.), il est intercalé entre les Quartzites et les Calcaires. Ces derniers sont, en revanche, ici en contact immédiat. Ils forment une mince assise et ne sont séparés de l'Infralias que par les schistes du Trias supérieur.

Les gypses de Salins (Tarentaise) appartiennent à cet horizon supérieur.

Plus au midi, ces gypses ont un développement considérable dans la vallée de l'Arvan, près de Saint Jean-de-Maurienne ; ils forment là un anticlinal au milieu des schistes du Lias. On les retrouve près du Pas-du-Roc, d'où on les suit jusque bien au S. de Valloire, au col du Galibier. Ils paraissent beaucoup moins développés dans le Briançonnais, où ils font, sauf quelques exceptions, généralement défaut. Nous n'en avons point constaté l'existence dans la haute vallée de l'Ubaye.

Des SCHISTES LILAS ET VERDATRES occupent la partie supérieure des gypses (Champessuit, Villarly, col de Varbuche, etc.) en Maurienne (fig. 9) et se retrouvent dans le Briançonnais associés et mêlés aux calcaires C (environs de Saint-Martin-de-Queyrières, de Vallouise, du col Néal, etc.). Ne faisant pas effervescence avec les acides, ils sont souvent d'une teinte violette analogue à celle des ardoises des Ardennes et présentent alors des mouchetures d'un vert clair (versant occidental du col de Varbuche), qui augmentent encore l'analogie avec les schistes cambriens des bords de la Meuse.

Ces schistes qui, par leurs colorations, rappellent beaucoup les « marnes irisées » du Keuper<sup>1</sup>, ont été décrits par Lory à Villarly ; on les retrouve sur les gypses à la descente du col de Varbuche vers Montaymont (fig. 9) ; nous les avons vus dans la même position, plus au sud, non loin de Champessuit. Leur présence constante dans le voisinage des gypses, leur position stratigraphique étant bien établie pour la région, par la coupe de Nantbrun, empêche de considérer ces

---

<sup>1</sup> M. Haug (*loc. cit.*, p. 21) cite des ardoises analogues à Barles et les considère avec raison comme des argiles durcies.

derniers comme liasiques, ainsi qu'on serait tenté de le faire. Ils constituent un des niveaux les plus faciles à reconnaître parmi les assises que nous avons rencontrées dans les chaînes alpines. Près de Villarly, un peu en dessous de la route de Moutiers, ces schistes sont exploités dans une carrière et il est facile de voir, en cet endroit, qu'ils sont recouverts immédiatement par les calcaires dolomitiques de l'Infralias, dans lesquels l'abbé Vallet a rencontré l'*Avicula contorta*. Nous les avons du reste suivis jusque dans le Briançonnais, où ils sont associés et mêlés aux calcaires triasiques. Ils sont, à Villarly, associés à des schistes noirâtres ; sur le versant occidental de la montagne de Varbuche, au-dessus de Bonvillard, il en est de même (fig. 9).

Près du tunnel que traverse la route, entre Saint-Michel et Valloires, non loin du fort du Télégraphe, le contact des schistes bariolés et de l'Infralias est très net (fig. 11). Ces schistes surmontent là les gypses supérieurs qui forment une bande étroite jusque au delà de Valloire.

Les rapports des gypses et cargneules inférieurs et supérieurs méritent d'attirer un moment notre attention.

a) La construction du tunnel du Galibier, qui est situé à 2550 mètres d'altitude et ne mesure pas moins de 363 mètres de longueur, a mis à nu de grandes masses d'anhydrite en contact avec un calcaire gris dolomitique (on y a aussi trouvé du sel gemme). Un examen un peu attentif montre une transition ménagée entre l'anhydrite et le calcaire, qui sont pour ainsi dire enchevêtrés. D'autre part, l'anhydrite n'existe qu'en profondeur, et à la surface du sol, on ne voit apparaître que du gypse et de la dolomie.

Cette disposition n'avait pas échappé à Lory : nous venons, en effet, de trouver, dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble, un échantillon de dolomie du Galibier qui porte, écrite de la main de Lory, l'étiquette suivante : « *Calcaire magnésien bréchi-forme enchevêtré avec le gypse, Galibier* ». C'est ainsi qu'au col même du Galibier, on voit affleurer des gypses qui, dans l'intérieur du tunnel, se transforment insensiblement en des masses d'anhydrite, qui, à leur tour, passent à des dolomies. Ces couches sont, à l'ouest, en contact avec des quartzites, qui forment sans doute un anticlinal aigu et sont appliqués contre des calcaires dolomitiques.

A l'est, au Roc même du Grand-Galibier, les calcaires triasiques

ne sont séparés des quartzites que par une assise de 1 ou 2 mètres de cargneule jaune. Où sont ici ces gypses si développés au Col et près du Tunnel? et comment expliquer cette disposition sans admettre l'équivalence des gypses, anhydrites, cargneules et des calcaires dolomitiques?

b) Tandis qu'au Plan de Phazy des gypses puissants et exploités reposent sur les quartzites, à quelques kilomètres de là, sur la route de Guillestre à la Maison du Roy, les mêmes quartzites sont directement recouverts par des assises calcaires.

Nous avons montré dans ce qui précède quelles étaient les variations considérables des deux assises gypsifères et nous ne pouvons signaler une seule localité où les deux couches coexistent, l'une au-dessus, l'autre au-dessous des calcaires et dolomies. De plus, d'une façon générale, on peut dire que partout où les calcaires atteignent leur plus grande épaisseur, les gypses et cargneules sont limités à une bande très mince (environs immédiats de Briançon, Névache, etc.), et même sont totalement absents. Là où les gypses sont très puissants, comme c'est le cas aux environs de Saint-Jean-de-Maurienne pour l'horizon supérieur et à Ceillac pour le niveau inférieur, les dolomies et les calcaires sont fortement réduits (Pas-du-Roc, Varbuche).

Au col Izoard, dans le Briançonnais, M. David Martin a observé des cargneules jaunâtres, quelquefois cloisonnées, mais affectant souvent aussi la structure de vrais poudingues ou de brèches avec des fragments, très volumineux parfois, de calcaire bleu.

En résumé :

1° Le gypse et les calcaires semblent se remplacer mutuellement et leurs épaisseurs paraissent croître aux dépens l'une de l'autre (Maurienne et Briançonnais).

2° Dans l'ouest de la Maurienne et de la Tarentaise, les gypses, au lieu d'être intercalés entre les quartzites et les calcaires, occupent la partie supérieure du Trias.

3° Au tunnel du Grand-Galibier, on voit les gypses (qui en profondeur sont de l'anhydrite) passer latéralement à des calcaires dolomitiques. A la montée du Mont-Genèvre, les calcaires passent nettement à des cargneules.

4° Dans les gypses on remarque fréquemment des blocs non roulés de calcaire noyés dans la masse sulfatée et pouvant n'être, comme une partie des fragments analogues contenus dans les cargneules, autre

chose que des restes de la roche primitive, épargnés par la transformation qu'a subie la masse entière [on pourrait, il est vrai, y voir aussi un processus de sédimentation (voir plus loin)].

On est amené à conclure de ces faits que les gypses (cargneules) inférieurs et supérieurs et les calcaires ne sont que des modifications diverses d'un seul et même ensemble.

La représentation sur la carte détaillée des masses de gypse, dont la puissance est si variable et qui passent latéralement aux calcaires et d'autre part, se trouvent tantôt inférieurs, tantôt supérieurs à ces bancs calcaires, nécessitera des explorations très longues.

Nous avons essayé de montrer que les gypses, cargneules et calcaires dolomitiques triasiques de nos Alpes ne sont que des modifications latérales d'une même assise ; tantôt les gypses remplacent presque complètement les calcaires, tantôt ils n'en dénaturent que la base ; d'autres fois encore, ils ne représentent que leur partie supérieure. Nous nous bornons à constater ce passage latéral, sans cependant nous prononcer encore sur l'origine de ces gypses, et sans vouloir affirmer que, du fait que ces roches (gypses et calcaires) se remplacent mutuellement dans l'espace, l'une d'elles se soit substituée à l'autre dans le temps par transformation chimique. Les faits que nous avons observés peuvent être interprétés en faveur des deux hypothèses généralement admises<sup>1</sup> : on peut voir ici des sulfates de chaux sédimentaires, à côté desquels se seraient déposés en s'enchevêtrant avec eux<sup>2</sup>, des calcaires et des dolomies ; ou, avec M. Termier (*loc. cit.*, p. 903), une grande masse de calcaires dolomitiques, dont certaines parties auraient été postérieurement transformées en cargneules et en gypses<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Rencvier : Origine et âge du gypse et de la carnicule des Alpes vaudoises. Lausanne. Avril 1891. (*Ecl. geol. Helv.* II, 4.)

<sup>2</sup> Il est difficile de dire d'une façon précise si les fragments de calcaires inclus dans les gypses, ne sont que des grumeaux entraînés pendant la *sédimentation* dans la masse sulfatée ou des restes de l'ensemble calcaire, transformé postérieurement en gypse ou anhydrite. Pour les cargneules, il en est de même, et il faut en outre, comme nous l'a fait remarquer M. Rencvier, se mettre en garde contre une apparence trompeuse, due souvent à la production toute récente des brèches modernes aux dépens des éboulis de cargneules et de dolomies de nos montagnes.

<sup>3</sup> La plupart des gypses de nos zones alpines appartiennent donc au Trias.

D'après M. David Martin, certains gypses des Hautes-Alpes seraient tertiaires ;

Il résulte également de ce que nous venons de dire que le vaste ensemble désigné par Lory sous le nom de Calcaires du Briançonnais et rangé provisoirement dans le Lias par cet auteur, doit être *en grande partie attribué au Trias*, dans les plis duquel se trouvent pincés de nombreux lambeaux appartenant au Lias et au Jurassique supérieur. Ces calcaires dolomitiques du Trias jouent ici un rôle analogue à celui des dolomies du Tyrol. Ils forment, en effet, de la Vanoise à la Haute-Ubaye, une large bande<sup>1</sup>, où ils laissent percer çà et là, le long des anticlinaux, des assises plus anciennes. Nous avons là une *zone triasique* où dominent les calcaires dolomitiques et qui offre une frappante analogie avec les zones triasiques septentrionale et méridionale des Alpes orientales qui comprennent les célèbres dolomies du Tyrol et de la Lombardie. Les dolomies du Briançonnais sont très cristallines, pauvres en restes organisés, mais l'abondance des traces vagues et confuses qui les remplissent, laisse à supposer qu'ici, comme dans les Alpes orientales, nous avons devant nous des masses qui ont pour origine l'activité organique, mais dans lesquelles

nous n'en avons néanmoins pas rencontré de cet âge ; il en existerait en outre dans le Nummulitique du haut bassin du Verdon, mais ils ont été peu étudiés.

Dans les chaînes subalpines, nous trouvons les gypses triasiques aux environs de Digne et de Grenoble, mais à côté il existe des dépôts sulfatés qu'il semble difficile de ne pas rattacher au Dogger dans lequel ils sont enchâssés en lentilles, tels les gypses calloviens, décrits par Lory, de Lazer près Laragne, ceux que nous avons signalés près de Nibles (Basses-Alpes), les gypses bathoniens du Labouret étudiés par M. Haug (Thèse p. 88). — Ajoutons aussi, d'après M. Haug (*loc. cit.*, p. 47) les *gypses métamorphiques* du Lias inférieur (gypses de Bréziers, Espinasses, Remollon, etc.), qui semblent être en rapport avec des éruptions de spilites. Dans la partie S. O. de la Drôme, au Buis et à Propiac affleurent, en trainées rectilignes au milieu des schistes calloviens, des gypses et des cargneules qui se présentent dans des conditions très spéciales et nous ont paru à M. Leenhardt et à moi, jalonner des failles ; une étude ultérieure nous montrera : 1° si ces gypses sont dus à un phénomène de métamorphisme ; 2° s'ils sont interstratifiés dans le Callovien, ou, 3° si nous avons ici, comme dans les environs de Castellane, des têtes d'anticlinaux triasiques poussés mécaniquement au milieu de couches plus récentes. Nous ne parlons pas ici des gypses éocènes et tongriens qui existent dans divers points des chaînes subalpines de la Haute Provence (Manosque, Montbrun, etc.).

<sup>1</sup> Nous ne sommes donc pas de l'avis de notre confrère, M. Haug (*l. c.*, p. 21), qui dit que « dans la Savoie, l'étage moyen du Trias disparaît entièrement, tandis que le Keuper conserve son caractère lagunaire »

un mouvement moléculaire a fait disparaître toute structure organisée.

Cette zone, où les dolomies et calcaires du Trias atteignent une notable épaisseur, serait limitée à l'O. par une ligne passant par Modane, Valloire, le Galibier, le sommet de Cucumelle, l'Argentière, la Maison-du-Roy, Serenne ; à l'ouest de laquelle les formations calcaires diminuent d'importance et finissent par être limitées à une assise peu puissante (Varbuche, Barles (Basses-Alpes) séparant les quartzites du Trias inférieur des gypses, cargneules, argiles et schistes bigarrés du Keuper. Dans cette région occidentale, le facies du Trias se rapproche donc de celui de l'Europe centrale, ce n'est que dans le Dauphiné occidental que l'on peut comparer le développement du Trias avec celui de la Lorraine et de l'Allemagne méridionale, comme le fait M. Haug (*l. c.*, p. 21), tandis qu'à l'est il a un développement fort analogue à celui qu'il présente dans les Alpes orientales. Ces deux facies du Trias passent de l'un à l'autre *sans changement brusque* ; les formations marines calcaires et dolomitiques s'atténuant seulement vers l'ouest, où le facies est surtout clastique (Grès d'Allevard) et lagunaire (Keuper de Digne, Vizille, Allevard, etc.).

La zone des dolomies du Briançonnais représente simplement une dépendance occidentale de la mer triasique du Tyrol et de la Lombardie, qui est venue ici empiéter sur la région qu'occupent actuellement les 4<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> zones alpines, pour mourir graduellement le long d'une zone cotière et lagunaire (1<sup>re</sup> zone).

Les travaux de Lory ont fait connaître les calcaires triasiques des environs de Modane et de Bramans, dont les bancs que nous avons décrits au col de Varbuche (Savoie) sont le représentant réduit ; ils sont, dans cette dernière localité, nettement intercalés entre les quartzites et les gypses du Trias. *L'extension de ce facies ne semble donc pas avoir été influencée par l'existence des failles anciennes* qu'admettait Lory à Saint-Michel et à Modane, ni limitée à la 4<sup>e</sup> zone.

C'est par l'existence d'anciens reliefs hercyniens ou tout au moins d'une zone d'eau très peu profonde, au large du rivage formé par le Plateau central et à l'emplacement de nos Alpes de Belledonne et du Pelvoux (1<sup>re</sup> zone), que s'explique tout naturellement cette manière d'être des sédiments triasiques. A l'est, le régime marin a continué pendant le Trias supérieur et le relie au Rhétien et au Lias sans

changement bien notable, alors qu'à l'ouest régnait le facies lagunaire (Keuper), séparant les dépôts marins du Trias moyen des premiers calcaires jurassiques.

Ajoutons encore quelques renseignements locaux sur le Trias de la région visitée par nous.

Voici d'abord une coupe, prise dans le haut de la vallée du Nant-brun (Savoie) entre la Plane et Varbuche et qui nous a servi de point de départ pour l'attribution au Trias d'une partie des calcaires du Briançonnais.

Sur le chemin du col de Varbuche, les berges du torrent permettent, entre les huttes de la Plane et le col, de se rendre compte, mieux que dans la plupart des affleurements étudiés par nous, de la composition du Trias, qui est la suivante (de bas en haut) :

- 1° Quartzites ;
- 2° En superposition directe sur les quartzites (contact visible dans le ruisseau) ; calcaires dolomitiques, bréchiiformes, d'un blanc jaunâtre ;
- 3° Cargneules et gypses. Puissance assez réduite (3 à 4 mètres) ;
- 4° Schistes grisâtres ;
- 5° Schistes violacés et lilas ;
- 6° Calcaires infraliasiques. (On sait que ces bancs ont fourni ici, et à Villarly, l'*Avicula contorta*.)

Signalons maintenant une série de points où l'existence du Trias nous paraît encore très probable :

1° Les plaquettes dolomitiques, les schistes jaunes satinés et les schistes lilas du Trias sont bien représentés sur la rive gauche de la Gironde (Vallouise), en face Vigneaux, près du pont qui mène au Puy-Saint-Vincent ; également dans la vallée de la Gironde et sur la route de Vallouise, on voit les calcaires phylliteux, les schistes calcaires et les schistes lilas, rongeatres et verdâtres, intercalés dans l'ensemble des calcaires et dolomies triasiques saccharoïdes, grisâtres, semblables à celles de Maurin. (Le même fait s'observe du reste aussi dans l'Ubaye) ;

2° Au col de l'Eychauda (col de Vallouise), des calcschistes gaufrés (marbres phylliteux), d'une teinte gris-verdâtre, surtout développés au pic de la Cucumelle, représentent la base du Trias moyen, comme dans la Vanoise ; nous les avons montrés à M. Termier, qui a confirmé notre manière de voir ;

3° Dans le massif de l'Infernet, en suivant les lacets des routes stratégiques du Gondran et du fort de l'Infernet, on reconnaît les schistes rouges et verdâtres qui alternent avec les calcaires saccharoïdes, moirés, du Trias. Le calcaire blanc cristallin (marbre), exploité entre les deux forts de l'Infernet et du Gondran, nous semble appartenir également à ce terrain, ainsi que les calcaires phylliteux qui se montrent en plusieurs points ;

4° La profonde gorge que suit la voie ferrée entre les stations de Prelles et de la Bessée est probablement un synclinal très aigu ; en examinant la structure de la vallée de la Durance entre ces deux localités, on reconnaît en effet que les calcaires et les calcschistes du Trias s'y trouvent pincés entre les deux murailles de quartzite de Queyrières et de Bouchier ; à l'est se trouve un anticlinal houiller. Ces calcschistes offrent, par suite de la compression énergique à laquelle ils ont été soumis, une structure gaufrée fort remarquable ;

5° Les schistes argileux violacés verts et rouges, dolomies calcschistes roses gaufrés, etc., sont aussi bien développés en amont du Lauzet, dans le voisinage du col Néal ;

6° Il en est de même dans le voisinage de la Maison-du-Roy, en amont de Guillestre ;

7° Enfin, à Saint-Antoine (Peine-d'Hier), sur l'Ubaye, des schistes calcaires et des plaquettes dolomitiques d'aspect satiné et gaufré assez semblables à celles qui sont, près de Saint-Martin de Queyrières et en d'autres points du Briançonnais, intercalées dans le Trias, se montrent entre un massif de dolomies triasiques et les affleurements de marbre bréchoïde du Pont-Voûté. M. Zaccagna a mentionné des schistes verdâtres dans cette même localité.

#### JURASSIQUE.

Le Jurassique débute par l'INFRALIAS concordant avec le Trias, horizon de calcaires noirs toujours riches en fossiles (Pas-du-Roc) et faciles à retrouver, qu'ont fait connaître, en Savoie, les travaux de Lory, Vallet et les déterminations de l'abbé Stoppani. C'est au voisinage des cols de Varbuche et de la Platière, ainsi qu'à Villarly, qu'ont été recueillis une partie des fossiles cités par ces auteurs. Nous en avons aussi reconnu l'existence à La Bessée et dans le Vallon des Fonds-de-l'Alp, près de Saint-Crépin (Hautes-Alpes). Dans la

vallée supérieure de l'Ubaye, nous n'en avons pas encore reconnu la présence.

Il est aisé de reconnaître partout les bancs réguliers de calcaire noir, dolomitique et souvent satiné, devenant jaunâtre sur les surfaces exposées à l'air, qui constituent cet étage. Généralement pétries de petits fossiles, ces couches n'en fournissent que rarement de bien reconnaissables, et ce sont les sections de coquilles aisément visibles sur les faces extérieures du calcaire qui permettent de constater la présence de cette assise. Elle est renversée sous le Trias à la montagne du Coin ; se retrouve aux Aiguilles de la Grande-Moënda, à Villarly, Chalenzon (Savoie), etc. Nous en avons aussi constaté la présence, entre le Trias bariolé et le Lias calcaire, sur le flanc méridional du vallon de la Sausse (tributaire du Nantbrun). L'Infralias est représenté entre Saint-Michel de-Maurienne et Valloires, au tunnel du Télégraphe (fig. 11), par des calcaires noirâtres en plaquettes intercalées, ici aussi, entre les schistes bariolés du Trias supérieur et les marbres liasiques. Enfin, près de Saint-Jean-de-Maurienne, à l'Échaillon, on voit, au-dessus du gypse, de petits bancs calcaires qui appartiennent sans doute à cet horizon.

LE LIAS comprend une base toujours plus calcaire que la partie supérieure. Cette division inférieure (schistes-calcaires et calcaires), étudiée depuis longtemps et fossilifère dans le massif des Encombres<sup>1</sup> (*Am. margaritatus*, etc.), contraste nettement avec les schistes plus feuilletés et moins résistants de l'assise suivante dans la coupe naturelle de la vallée de l'Arc, au-dessus de Saint-Julien et de Saint-Martin-de-la-Porte.

Il en est, du reste, ici comme sur le bord extérieur de la zone de Belledonne<sup>2</sup>, à Allevard, ainsi qu'aux environs de Vizille et de la

---

<sup>1</sup> *B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XII, p. 635.

<sup>2</sup> D'après M. Haug (*in litteris*) le Sinémurien calcaire n'est pas visible à la Grave, sans qu'on puisse cependant affirmer que le Lias (moyen et supérieur) schisteux repose en transgression sur les schistes cristallins. Contrairement à l'opinion que la lecture des travaux antérieurs avait suggérée à M. Haug (*loc. cit.*, p. 51), ces deux divisions existent *tout aussi nettes* dans le massif du Pelvoux et dans ses environs (Les Fréaux, Pramelier près de la Grave), que le long des chaînes de Belledonne et des Grandes-Rousses.

Mure, par exemple, où l'on voit constamment en superposition une masse inférieure de calcaires noirâtres bien stratifiés, correspondant au Lias inférieur et à la base du Lias moyen (*Belemnites* nombreuses), et une succession de schistes également noirs qui représentent le reste du Lias et sans doute une partie du Bajocien. On sait que la succession lithologique est à peu près la même aussi dans les zones subalpines des environs de Gap et de Digne<sup>1</sup>. Sans revenir sur tout ce qui a été dit du Lias de notre région, nous nous bornerons à signaler ici quelques faits que nous croyons nouveaux et qui contribueront à compléter la connaissance encore assez imparfaite du Jurassique inférieur dans les 2° et 3° zones alpines.

Nous tenons tout d'abord à mettre en évidence la constance et l'extension très grande d'une *brèche calcaire* liasique que nous avons suivie de Moutiers (Savoie), à Serenne (Basses-Alpes) et qui fournit un excellent horizon. En étudiant de près le Lias de la Maurienne et celui du Briançonnais, nous sommes arrivé en effet au résultat que ces assises comprennent constamment une brèche à éléments calcaires, intercalée bien distinctement dans les assises moyennes de l'étage au bord du Nantbrun, près de Varbuche, et à Allevard (Isère). Elle présente un si beau développement au tunnel du Télégraphe (fig. 11), près de Saint-Michel-de-Maurienne, que nous proposons de la désigner sous le nom de « *Brèche du Télégraphe* ».

Surtout développée dans la deuxième zone alpine, cette brèche est également visible au Niélard (Tarentaise), au défilé du Pas-du-Roc, à la Chapelle de Saint-André près Mont-Denis, au col des Rochilles, au Grand-Galibier, près de Valloire, près de Guillestre<sup>2</sup>, à l'Infernet près Briançon, au Pont-Voûté dans la vallée de l'Ubaye, sur la route de la Bessée à Vallouise, au col de l'Eychauda, au Chapeau-de-

<sup>1</sup> Haug. Lias, bajocien et bathonien des chaînes subalpines entre Digne et Gap. (*C. R. Ac. des Sc.*, 1<sup>er</sup> avril 1889). Cette masse calcaire correspond, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre, en allant de Digne à la Mure par Gap, au Lias inférieur et à la partie inférieure du Lias moyen, décrits par M. Haug dans le facies provençal (Digne), aussi bien que dans le facies dauphinois du Lias (Haug., *l. c.*, pp. 45-53).

<sup>2</sup> Il faut probablement attribuer à ce niveau les brèches et poudingues d'Éscreins, considérés par Lory comme appartenant au Bajocien (*B. S. G. F.* 3<sup>e</sup> sér., t. XII, 119).

Gendarme, près de Barcelonnette (où elle contient des *Belemnites* et se trouve en contact avec le calcaire à *Gryphea arcuata*), et dans une foule d'autres points, notamment aux environs de la Meije, où M. Termier vient de la retrouver au Glacier du Tabuchet et dans un certain nombre de localités. C'est probablement la même que celle qu'on exploite à Villette (Tarentaise), où elle renferme, comme on sait, de grosses *Belemnites* du groupe du *paxillosus* (Coll. de la Faculté des Sciences de Grenoble)<sup>1</sup>. Elle se reconnaît aisément à son aspect assez analogue à celui d'une galantine truffée ; on y voit surtout des fragments de calcaire noirâtre et de dolomie triasique jaunâtre largement cimentés par une pâte calcaire. Cette brèche liasique nous a fourni, au Niélard, quelques rares fragments de quartzites et de schistes à séricite, néanmoins la très grande majorité des fragments dont elle se compose est calcaire.

Nous y avons recueilli, en compagnie de M. Révil, des fossiles<sup>2</sup> (*Belemnites* cf. *paxillosus* et *Gryphea cymbium*) à la Combe du Niélard, près de Saint-Jean-de-Belleville. Elle existe aussi sur le versant ouest de la crête de Varbucho, dans les points où le Nummulitique n'est pas, comme dans notre coupe (fig. 9), directement superposé aux schistes triasiques.

C'est un excellent horizon qui, par sa constance et par son extension, est appelé à rendre de grands services à tous ceux qui auront à faire de la stratigraphie dans les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> zones alpines. Son épaisseur est assez variable ; il semble disparaître ou, du moins devenir sporadique à l'ouest d'une ligne Montaymont-Lautaret-Vallouise. Cependant, elle est encore très nette à Allevard et dans le massif du Pelvoux, quoique beaucoup moins puissante. On en constate encore la présence dans les montagnes qui séparent le bassin de l'Arc de celui de la Durance. C'est ainsi qu'il faudra peut-être rapporter au Jurassique inférieur des brèches calcaires brunâtres qui affleurent aux environs des lacs des Rochilles, et semblent pincées dans les calcaires dolomitiques du

<sup>1</sup> Les *Belemnites* sont excessivement nombreuses à Villette. On en jugera facilement en jetant un coup d'œil sur les colonnes du nouvel établissement thermal de Salins, qui sont construites en marbre de Villette.

<sup>2</sup> Lory en avait du reste déjà cité au Niélard en 1866 (*B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXII).

Trias. Des blocs de brèche analogue à celle du Niélard sont épars aux alentours du col de l'Eychauda (col de Vallouise de la carte) et doivent provenir des sommets environnants. Des morceaux de cette brèche calcaire, recueillis par nous en grande abondance dans les clapiers des flancs du Grand-Galibier, nous montrent qu'elle affleure également dans ce massif. Aux alentours du Lac Blanc, à l'ouest du col de la Ponsonnière, elle forme un synclinal couché et entoure l'affleurement tithonique que nous avons découvert récemment.

La brèche du Télégraphe peut aussi être étudiée dans les gorges du Guil, en amont de Guillestre, au-dessous des calcaires roses du Jurassique supérieur. Enfin, sur le bord externe de la 1<sup>re</sup> zone alpine, à Allevard, on voit, vers la base des calcaires liasiques, en face de l'Usine, sur la nouvelle route de Ferrière, un lit de galets plus ou moins arrondis (quartzites, etc.), qui correspond bien à notre brèche du Niélard. La brèche du Télégraphe apparaît donc d'abord, à l'ouest, sous la forme d'un banc un peu épais (Allevard) intercalé dans les calcaires liasiques et qui augmente rapidement de puissance vers l'est.

Il nous semble légitime de chercher dans un phénomène orogénique la cause à laquelle remonte la formation d'un dépôt détritique aussi étendu, autour des massifs cristallins de nos Alpes. On sait que MM. Steinmann et Schmidt attribuent l'existence d'un facies très analogue du Lias aux environs de Lugano, à l'existence de saillies ou récifs triasiques dans la mer du Lias.

Le Lias calcaire prend souvent aussi la forme de *marbre noir* à veines spathiques (environs d'Aigueblanche); d'autres fois, ce sont des calcaires noirâtres, mats et compacts, bien distincts des calcaires du Trias. Entre Moutiers et Aigueblanche, aux alentours de la Combe de Varbuche, sur les pentes de Lavrières et près de Saint-Jean-de-Belleville, il est représenté par des calcaires marneux et des schistes noirs calcaires. De petits grumeaux d'argile, noirs et brillants, traçants et ressemblant à du graphite sont à signaler dans ces calcaires liasiques des environs de Moutiers. Ces fragments ne sont pas combustibles. Des *calcaires noirâtres à entroques* se montrent aussi dans le haut de la vallée du Nantbrun, au milieu des assises liasiques; ils contiennent des fragments de Bélemnites.

Au Pas-du-Roc, on peut, à l'entrée du défilé, en venant de Saint-

Michel et à droite de la route, voir se succéder (pendage Est) les assises suivantes :

1° Trias. Schistes bariolés (verts, lilas) alternant avec des calcaires dolomitiques bleuâtres, jaunâtres à l'extérieur ; 15<sup>m</sup> ;

2° Calcaire noirâtre en petits bancs, avec nombreux débris de coquilles, *Avicula contorta*, entroques, etc. ;

3° Calcaires gris bleu, compacts, à veines spathiques, *roggons de silex*, etc., exploités pour chaux hydraulique.

Puis vient une série de bancs de calcaire noir, de marbres, alternant avec des lits plus marneux, rognonneux, vers le haut de laquelle on remarque l'intercalation de gros bancs de calcaire construit, de teinte plus claire, *pétris de Polypiers* et de *débris de fossiles*. Cette couche affleure un peu en amont du passage à niveau, au-dessus d'un petit pré, le long de la route (Voir la carte fig. 12). A cet intéressant horizon succède une suite de calcaires schisteux noirs beaucoup plus argileux. En continuant à suivre l'Arc, on traverse un anticlinal qui fait apparaître les gypses sur la rive gauche ; puis les assises liasiques se montrent de nouveau.

Sur la rive gauche de l'Arc, près d'un petit pont (non loin du mot « Culoz » de la Carte d'État-major) le calcaire coralligène montre un beau développement (v. plus loin).

A l'entrée du Tunnel du Télégraphe (fig. 11), au dessus de Saint-Jean-de Maurienne, la nature des assises liasiques est voisine de ce que nous avons vu au Pas-du-Roc. On y remarque, en dessus de

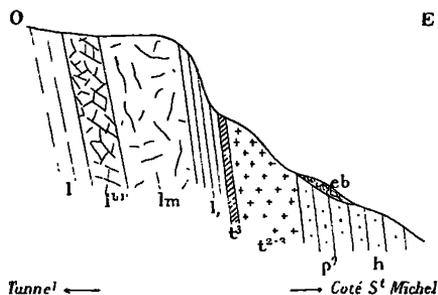


Fig. 11.

Coupe prise à l'entrée E. du tunnel du Télégraphe (Savoie).

- |  |   |
|--|---|
| <i>eb.</i> Éboulis.                    | <i>t<sup>2.3</sup>.</i> Gypses et schistes bariolés du Trias. |
| <i>l.</i> Lias calcaréo schisteux.     | <i>P.</i> Permien (peu net).                                  |
| <i>lbr.</i> Brèche du Télégraphe.      | <i>h.</i> Houiller.   |
| <i>l<sup>m</sup>.</i> Marbre liasique. |   |
| <i>l.</i> Rhétien.                     |   |

l'Infralias, des marbres rappelant beaucoup ceux de la route d'Aigue-blanche ainsi qu'une brèche calcaire identique à celle du Niélard et se présentant dans des conditions stratigraphiques très nettes (*Brèche du Télégraphe*).

Les tranchées de la route, au-dessus des « Granges du Grand Galibier », sont pratiquées dans des schistes calcaréo-marneux de couleur noire, mate, qui, certainement, appartiennent, comme leur continuation de la vallée de l'Arc, au Jurassique inférieur. Des parties plus calcaires se détachent de la masse.

C'est non loin de la gare de l'Argentière-la-Bessée, sur la route de Vallouise, au voisinage du pont, que l'on voit affleurer sur la route de Vallouise, les représentants les plus nets du Lias dans le Briançonnais, bancs réguliers de calcaire noir, sillonné de veines spathiques et alternant avec des bancs schistoïdes également foncés. On peut étudier ces assises, qu'accompagnent aussi quelques couches plus franchement schisteuses, jusqu'au delà de Saint-Joseph, puis ils font place à une brèche calcaire noirâtre, semblable à la brèche des environs de Moutiers (brèche du Télégraphe), en deux grosses assises, entre lesquelles on remarque des calcaires schisteux noirâtres et un banc de calcaire à structure coralligène.

Des *rognons de silex* se montrent près de Saint Jean-de-Belleville, dans les calcaires liasiques; on les retrouve au Pas-du-Roc et en d'autres points, notamment dans la vallée du Guil et aussi dans celle de l'Ubaye, au lieu marqué « Pont-Voùté » sur la carte d'État-Major où se montrent, en contact avec les calcaires et schistes du Trias, une série de calcaires à rognons de silex, marbres noirs veinés de calcite et enfin une brèche calcaire que nous attribuons au Lias.

*Un horizon coralligène*<sup>1</sup> fort intéressant, constitué par 3 à 4 mètres de calcaire cristallin blanc, pétri de Polypiers, oolithique par places, apparaît vers le milieu des assises liasiques à Dorgentil, près Saint-Jean-de-Belleville, au Pas-du-Roc, près de Saint-Michel-de-Maurienne, ainsi que près d'un pont sur l'Arc entre cette dernière localité et Saint-Jean. Ce banc a été découvert par nous en Savoie, et une

---

<sup>1</sup> Voir au sujet de cette découverte : *C.-R. somm. S. G. F.*, séance du 15 déc. 1890, et *Soc. de Statist. de l'Isère*, séance du 21 nov. 1890.



*Pentacrinus* sp.

*Zeilleria numismalis* Lam. sp.

*Lima* sp.

Lamellibranches divers.

*Nerinea* sp.

*Belemnites* sp.

Le calcaire de Dorgentil est très blanc, saccharoïde, cristallin, oolithique par places, d'un aspect presque identique à certains calcaires coralliens du Jurassique supérieur de Rougon (Basses-Alpes), de l'Échaillon (Isère) et de la Maure, près Barcelonnette, pétri de débris de fossiles (Radioles de *Cidaris*, Entroques, Polypiers, etc.). Il serait désirable que ce gisement fit l'objet de recherches spéciales, qui, nous n'en doutons pas, permettraient de réunir une faune assez curieuse. Le croquis ci-joint (fig. 12) permettra de retrouver aisément le gisement.

2° Au voisinage du col de Varbuche, à peu de kilomètres au sud de la localité précédente et à peu près à mi-chemin entre la source du Nantbrun et la cabane de Plane.

On le voit, ici encore, nettement supérieur aux calcaires dolomitiques du Trias ; le long du torrent de Varbuche, de magnifiques surfaces ont été mises à nu et l'on peut apercevoir la section de nombreux Polypiers. Près de là, le calcaire coralligène revêt une apparence bréchiforme.

On exploite, près d'Aigueblanche, des calcaires cristallins blancs intercalés dans les assises du Lias calcaire. Il ne serait pas impossible que ces bancs, comme ceux de l'Étroit du Ciex<sup>1</sup> qui ont fourni quelques fossiles paraissant jurassiques, soient les équivalents de notre horizon coralligène de Dorgentil.

3° Enfin, dans le défilé de l'Arc, au Pas-du-Roc, il se montre intercalé dans des calcaires marneux noirs compris entre un banc fossilifère à *Avicula contorta* et les masses schisteuses du Lias supérieur. Il est surtout visible près d'un petit pont sur l'Arc, en aval des gorges du Pas-du-Roc (v. fig. 13), où ses masses blanches et pétries de Polypiers mériteraient une étude approfondie.

---

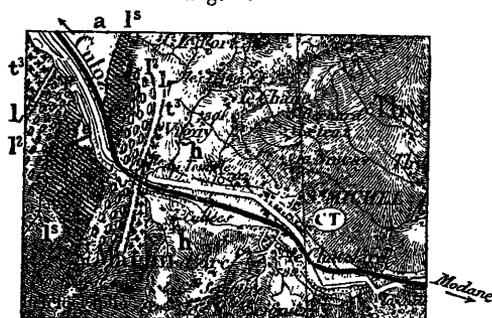
<sup>1</sup> Des calcaires blancs identiques, exploités pour la construction du chemin de fer, près de Villette, nous ont fourni des Bélemnites.

4° On retrouve le niveau à Polypiers, mais formé par une roche moins blanche, entre Valloire et le tunnel du Télégraphe, dans les tranchées de la route. Il affleure aussi sur le chemin d'Albanette.

5° Dans le Dauphiné, nous avons découvert des traces de cet horizon à peu de distance de la gare de l'Argentière-La-Bessée (Hautes-Alpes), sur la nouvelle route de Ville-Vallouise, où l'on relève une succession qui rappelle beaucoup celle du Pas-du-Roc (voir plus haut) et où le banc coralligène est intercalé dans des couches comprises entre deux bancs de brèche calcaire (Brèche du Télégraphe).

6° Enfin un bloc de calcaire coralligène fossilifère d'un blanc rosé, trouvé par nous en amont de Vallouise, sur le chemin du col de l'Eychauda, permet de supposer que le niveau du Dorgentil existe également dans le massif qui sépare ce vallon de la vallée de la Guisanne.

Fig. 13.



- |  |  |
|--|--|
| h Houiller.                            | 1 <sup>h</sup> Lias calcaire.            |
| 3 Gypses et dolomies (Trias).          | 1 <sup>s</sup> Lias schisteux (L. sup?). |
| l Rhétien à <i>Aniculus contorta</i> . | a Alluvions.                             |
| v Carrieres                            | F. Cisement du Lias coralligène.         |

Il est important d'insister sur la présence, signalée pour la première fois dans les Alpes françaises, d'un *facies coralligène* à *Brachiopodes* du Lias, analogue aux couches de même âge dans les Alpes-Orientales qui contiennent, on le sait, souvent des Polypiers<sup>1</sup> et des Entroques à côté de nombreux Brachiopodes. Nous ne connaissons

<sup>1</sup> V. Kachner.

aucune région de la France où le Lias se présente sous cette forme. On rencontre en revanche des assises récifales et de même âge à l'est, dès les environs de Lugano<sup>1</sup>. On comprendra facilement l'intérêt qu'il y a à constater dans nos Alpes l'existence de ce facies, à une époque où des couches récifales, coralligènes ou subcoralligènes du même genre se formaient dans les Alpes centrales et orientales, l'Apennin, la Sicile, la Kabylie et l'Andalousie. Ce facies n'avait pas encore été rencontré dans le Lias du bassin delphino-provençal.

Le LIAS SCHISTEUX (Lory) de la deuxième zone, formé d'une série de schistes noirs et grisâtres, satinés, très calcaires, renferme des Bélemnites; il correspond probablement, comme dans la première zone, aux environs d'Allevard et de la Rochette, à la fois au Toarcien et au Jurassique moyen (Dogger), et repose sur les bancs plus calcaires précités. Il a été peu étudié et couvre de grandes surfaces au sud de la Chambre et de Saint-Jean-de-Maurienne.

Le Lias schisteux se voit bien dans la vallée de Valloire en aval de ce village et au-dessous du Tunnel du Télégraphe, où il est, comme en beaucoup d'autres points, superposé au Lias calcaire décrit précédemment. La nature schisteuse de ces couches, l'absence des calcaires compactes est remarquable, ainsi du reste que l'extrême rareté des fossiles. Nous essayons plus bas de montrer qu'il convient d'en détacher une partie pour les assimiler au Bajocien.

S'il est malaisé de distinguer, sans le secours de fossiles, le Lias schisteux du Bajocien, sa limite inférieure est également parfois assez peu nette. La distinction est, en effet, souvent difficile à établir entre le Lias dit « calcaire » et le « Lias schisteux », comme aussi entre celui-ci et les couches calcaréo-schisteuses qui ont fourni des fossiles du Dogger. De Saint-Martin-de-la-Chambre à Bonvillard, par exemple (voyez fig. 9), on traverse toutes ces couches et on se trouve en présence d'une série continue de schistes et de calcaires schisteux qui, cependant, doivent nécessairement correspondre au Lias tout entier et à une partie du Jurassique moyen, dont on a signalé des fossiles à l'est du col de la Madeleine<sup>2</sup>. *Vers l'est*, se montre la brèche du

---

<sup>1</sup> Voyez *Eclogae Helv.*, t. II, n° 1, p. 26 (Schmidt et Steinmann : Note sur les environs de Lugano), 1890.

<sup>2</sup> Nous y avons recueilli récemment, avec M. Révil, des fossiles du Dogger ainsi que *Posidonomya alpina*. (Note ajoutée pendant l'impression).

Nièlard, ainsi que les calcaires coralligènes de Dorgentil, le Lias calcaire des Encombres, d'Aigueblanche, etc. Il en est de même dans le Dauphiné. Aux environs d'Allevard, de la Grave et de Grenoble, le Lias se divise nettement en deux groupes : l'un inférieur, calcaire, où se montrent déjà de minces bancs de brèche; l'autre supérieur, schisteux. Mais, d'un autre côté, le Lias surtout schisteux de l'Oisans et de la Grave fait place, *vers l'est*, à une série épaisse de roches bréchoïdes et plus calcaires, qui se confondraient presque en un massif avec les calcaires triasiques, si ces derniers n'étaient pas plus dolomitiques, plus cristallins et beaucoup moins argileux. C'est ce facies calcaire et bréchiforme à Lamellibranches et Gastropodes, associés aux Céphalopodes, que nous appellerons, avec M. Haug, *facies briançonnais du Lias*.

Dans les Hautes et Basses-Alpes, on observe le même phénomène *en allant de l'ouest à l'est*, des chaînes extérieures vers les chaînes intérieures : à Digne et à Gap, division nette en une masse calcaire inférieure (Sinémurien et partie du Liasien) et un ensemble supérieur schisteux; plus à l'est, dans le Briançonnais (La Bessée) et la Haute Ubaye, tout le Lias semble calcaire et bréchiforme<sup>1</sup>.

Il reste réservé à de nouvelles et minutieuses recherches de délimiter l'extension et la succession de ces divers facies<sup>2</sup>; d'essayer de découvrir la cause des remarquables différences dans les dépôts du Jurassique inférieur que nous venons de signaler et de bien les séparer, dans chaque cas particulier, des formations calcaires plus anciennes du Trias.

DOGGER. — Le Lias n'est pas le seul représentant du Jurassique dans les chaînes alpines. Le Jurassique moyen, dont les affleurements ont été étudiés à Arsine et à Villard d'Arène (Hautes-Alpes), par

<sup>1</sup> Le contraste entre ce que M. Haug a appelé très heureusement Lias à facies briançonnais et Lias à facies dauphinois (*loc. cit.*, p. 29), apparaît ici avec évidence.

<sup>2</sup> On lira avec beaucoup d'intérêt les lignes consacrées par M. Haug (*loc. cit.*, pp. 166, 189, etc.) à la distribution des facies des terrains secondaires dans le bassin du Rhône et notamment ce qui a trait aux déplacements successifs du « géosynclinal subalpin ». On verra que l'ingénieuse hypothèse de notre confrère rend parfaitement compte de toutes les particularités observées par nous et décrites dans le présent travail.

M. Haug<sup>1</sup>, et dont des fossiles ont été recueillis en outre par Lory et par nous aux cols Lombard et de la Madeleine, a été confondu jusqu'ici<sup>1</sup> avec le Lias.

Le synclinal isoclinal (isosynclinal) jurassique, dans lequel est situé le col de la Madeleine, se poursuit, en effet, sans aucune interruption au sud jusque dans l'Oisans, par la Chambre, Saint-Sorlin-d'Arves et par Saint-Jean-de-Maurienne, Montrond et le col Lombard. Comme sur plusieurs points de ce parcours des Ammonites bajociennes ont été rencontrés, on est autorisé à supposer avec beaucoup de vraisemblance qu'un synclinal occupé par le Dogger se poursuit d'un bout à l'autre de la bande liasique. Nous avons reconnu qu'une zone à peu près continue de ce terrain traverse, du sud au nord, la feuille de Saint-Jean-de-Maurienne et sommes convaincu qu'il existe localement dans le Briançonnais et que les affleurements bajociens du Valgodemar et d'Arsine ne resteront pas les seuls représentants du Dogger aux abords immédiats des massifs cristallins de la première zone alpine. Aux environs de la Rochette, les recherches de M. Pillet ont, du reste, suffisamment fait voir que la partie supérieure des couches noires, jadis considérées comme liasiques, se montrent, lorsqu'on y rencontre des fossiles, comme à la Table, appartenir au Dogger. Il en est de même aux environs d'Allevard, où un échantillon

<sup>1</sup> Le Bajocien du col d'Arsine est un calcaire bleu ; il paraît être surmonté par des calcaires schisteux à *Lyt. tripartitum* (Bathonien inférieur) ; au dessus sont encore des schistes probablement bathoniens supérieurs ; ils ont donné lieu aux grandes prairies du Lautaret (Communication inédite de M. Haug. V. en outre Haug, *l. cit.*, p. 87).

Un examen minutieux du vallon de Pramelier situé au N. de la Grave, une excursion aux Fréaux et une tournée fort instructive effectuée en la compagnie de M. P. Termier, nous ont montré que dans la haute vallée de la Romanche, le Lias présente également un banc calcaire et une partie supérieure schisteuse. La lan guette jurassique qui pénètre dans le massif du Pelvoux au sud de la Grave et du Villard-d'Arène n'est pas un « fossé », comme le dit M. Haug, mais bien un pli synclinal étiré : M. Termier nous a fait voir, en effet, que le Lias calcaire, souvent disparu par étirement, en jalonne les bords ; il permet de reconnaître nettement la structure du synclinal.

Les schistes de l'Hospice du Lautaret ne nous semblent pas oxfordiens (Haug, *l. c.*, p. 88), mais toarciens et appartenant au flanc oriental du synclinal couché du Puy Golèfre. Au N.-E. de Pramelier, on voit apparaître au-dessus d'eux le Lias intérieur et le Trias.

déterminé comme *Am. Murchisonæ* par M. Douvillé a été rencontré dans les schistes noirs qui avoisinent les mines de fer (Renseignement fourni par M. Reymond, ingénieur en chef de la C<sup>e</sup> du Creusot). Une bonne portion des schistes noirâtres attribués au Lias supérieur par Lory devra donc être étudiée de près et se révélera vraisemblablement comme d'âge un peu plus récent.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR. — Nous avons reconnu que les calcaires appartenant à cet âge avaient, dans la zone du Briançonnais, une extension beaucoup plus grande qu'on ne le pensait jusqu'à présent, et nous tenons à signaler ici l'existence du Jurassique supérieur bréchoïde (Calc. de Guillestre) à *Ammonites* et *Duvalia*, dans un certain nombre de massifs du Briançonnais, du Queyras et de la Haute-Übaye, considérés comme liasiques par Lory<sup>1</sup>.

Le Jurassique supérieur, représenté à l'est du massif de Piolit (Hautes-Alpes) par des marbres rouges bréchiformes ou plutôt « amygdalaires », que MM. Collot et Lory ont fait connaître sous le nom de *Calcaire de Guillestre*<sup>2</sup>, est partout bien reconnaissable et contient des *Ammonites* (Serenne) et des *Bélemnites* du groupe des *Duvalia* (La Roche-de-Rame, Saint-Crépin, le Castellet).

Ces calcaires de Guillestre blancs et rouges sont notamment bien visibles au-dessus de Saint-Crépin, où ils renferment *Belemnites* (*Duvalia*) cf. *latus*. Près de la Roche-de-Rame (la Roche sous-Briançon), ils ont été également reconnus par nous au dessus de la gare : une bande continue de ces calcaires roses s'étend de Guillestre à la Roche-de-Rame, par Saint-Crépin, pour se retrouver après une interruption, au-dessus de Villard-Saint-Pancrace, à très peu de distance

<sup>1</sup> Nous venons de découvrir près du Lac Blanc, entre le Roc du Grand-Galibier et le col de la Ponsonnière, à une altitude de 2,800 mètres, au milieu des névés, un affleurement de calcaire lithonique (C. de Guillestre), très riche en fossiles (*Duvalia lata*, *Aptychus punctatus*, *Apt. Beyrichi*, *Lytoceras*, Crinoïdes, etc.). (V. *Annales Enseignement supérieur de Grenoble*, t. III, p. 546, et *Bulletin Société d'histoire naturelle de Savoie*, septembre 1891.) Ce gisement fera encore l'objet d'un travail ultérieur plus étendu. Ainsi que le fait remarquer M. Haug, on ne connaissait aucun lambeau de Jurassique supérieur dans les zones alpines au nord de Guillestre ou en Savoie.

<sup>2</sup> Lory. Note sur deux faits nouveaux de la géologie du Briançonnais. *B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XII, pp. 117 et suiv. 1883. — L. Collot : Descr. géol. des environs d'Aix en Provence, 1880, p. 149.

de Briançon, où, d'après le dire de M. Clère, garde-mines à Briançon, des Ammonites ont été recueillies.

On peut les étudier aussi un peu en amont du hameau de Grande-Serenne, près du pont du Castellet (fig. 15), où on les exploite et où ils renferment des bancs épais de calcaire d'un blanc rosé, à cassure esquilleuse, d'aspect corné. Ils reposent sur des dolomies du Trias. Une des dalles du pont de la Condaminé, provenant des carrières de Serenne, contient une série d'*Ammonites* du reste spécifiquement indéterminable<sup>1</sup>. Nous avons recueilli à Serenne (Castellet), une Bélemnite plate appartenant au genre *Duvalia*. De ce point, on voit les bancs s'élever jusqu'au sommet de la montagne, sur la rive gauche de l'Ubaye, où ils forment le Roc du Sauvage.

Nous avons encore constaté l'existence de cette assise caractéristique au Pic Guillestre (2607<sup>m</sup>), près Ceillac, dans la vallée du Guil. Le marbre de Guillestre se montre dans un synclinal entre la Maison-du-Roy et le Veyer en amont de la Maison-du-Roy, et dans le massif du Font-Sainte (Ubaye), au voisinage du col Néal. D'autre part, M. David-Martin<sup>2</sup> a signalé ces calcaires le long d'une bande qui s'étend de Guillestre vers le S.-E. jusqu'au col de l'Argentière, à la Mortice, au Castellet, à la Berche et à la Tête de Saint-Ours, et M. Coolidge a rapporté de l'Aiguille du Chambeyron des échantillons qui ne laissent aucun doute sur l'existence du Malm sur ce sommet. Les torrents descendant du col Albert (Queyras) charrient aussi, ainsi que nous l'avons constaté, des fragments de brèche rose appartenant au même horizon.

Le facies pseudobréchoïde ou amygdalaire, qui caractérise cette assise dans tout le Briançonnais et même dans d'autres parties des Alpes, n'est que l'exagération d'une structure qui se montre dans le Tithonique inférieur de toute la région subalpine, de Lémenc (Savoie), à Castellane (Basses-Alpes), ainsi que dans l'Ardèche et l'Andalousie. Nous avons publié ailleurs (*Ann. des Sc. géol.*, T. XIX) des détails sur les particularités et l'origine probable de cette structure, qui n'a

<sup>1</sup> Il suffit de jeter un seau d'eau sur ce pont (trottoir gauche en venant de Jausiers) pour voir apparaître ces coupes de Céphalopodes avec une grande netteté.

<sup>2</sup> David Martin. Excursions géologiques dans les vallées limitrophes de l'Ubaye et de la Durance, etc. Gap. (Jougard) 1888.

rien de clastique et ne peut être assimilée aux brèches et conglomérats détritiques.

Nous rappelons qu'aux environs de Barcelonnette (Méolans), les calcaires de Guillestre passent latéralement à des calcaires coralligènes<sup>1</sup>.

#### CALCAIRES DU BRIANÇONNAIS.

Maintenant que nous avons donné les principaux caractères des diverses assises triasiques et jurassiques de la zone du Briançonnais et essayé de montrer qu'il existe dans cette partie des Alpes françaises des calcaires d'âges variés appartenant au Trias, au Lias et au Malm, il est utile d'examiner à quoi, parmi ces dépôts, correspondent les masses calcaires décrites et représentées comme liasiques par Lory, sous la dénomination de *Calcaires du Briançonnais*. Or, en étudiant et en suivant, la carte à la main, ces masses calcaires, nous sommes arrivé à la conclusion que le vaste ensemble désigné par Lory sous le nom de Calcaires du Briançonnais, à l'exploration duquel nous avons consacré plusieurs semaines, doit être en grande partie attribué au Trias, dans les plis duquel se trouvent pincés de nombreux lambeaux appartenant au Lias et au Jurassique supérieur. Ces enclaves sont souvent fort difficiles à distinguer des calcaires triasiques. Les brèches du Lias et du Jurassique supérieur, que l'on ne devra pas confondre avec les dolomies bréchoïdes du Trias, pourront servir de repères excellents pour le travail ardu et pénible qui consistera à subdiviser, dans chaque cas particulier, la puissante masse des *Calcaires du Briançonnais*, rattachés au Lias par Lory, mais qui en réalité sont composés :

- 1° De calcaires et dolomies triasiques (pour la plus grande partie) ;
- 2° De brèches et de calcaires liasiques et jurassiques moyens ;
- 3° De calcaire amygdalaire jurassique supérieur.

Maintenant il s'agira de reconnaître et de délimiter les synclinaux

---

<sup>1</sup> *Comptes rendus Ac. des Sc.*, 21 octobre 1889. Au Lac Blanc, l'extrême abondance des débris de crinoïdes et des fragments de calcaire construit, englobés dans la brèche tithonique que nous venons d'y découvrir, semble aussi indiquer le voisinage de récifs. — (Note ajoutée pendant l'impression.)

de calcaire jurassique pincés dans les calcaires triasiques. C'est notamment dans la gorge du Guil, en aval de Château-Queyras, que cette différenciation devra être faite avec soin.

Pour faire, ainsi qu'on l'avait proposé, du Lias de tout l'ensemble des calcaires du Briançonnais, il faudrait supposer que le Trias, bien développé et comprenant une assise moyenne calcaire aux environs de Moûtiers (Savoie), soit réduit dans le Briançonnais aux quartzites accompagnés seulement d'une mince couche de cargneules. Cette hypothèse exigerait aussi un changement trop brusque de facies pour le Lias; cet étage, sans transition encore calcaréo-marneux aux environs du Galibier et à la Grave, deviendrait subitement dolomitique vers l'est (les Rochilles, Pic du Grand-Galibier).

Nous avons entre les mains une Ammonite de la vallée de Névache, qu'on vient de nous envoyer comme provenant d'un point situé entre le Pas-de-la-Tempête et le Lac-Blanc (Hautes-Alpes, frontière italienne). Ce fossile, qui est incontestablement liasique (c'est un *Aegoceras*, dans lequel notre ami M. Haug a reconnu *Aegoceras* cf. *circumdatum* Mart.), est entouré d'une gangue de calcaire d'un aspect fort différent de celui des calcaires triasiques du Briançonnais. Si les indications de provenance qu'on nous a données sont exactes, ainsi que nous avons tout lieu de le croire (le gendarme Laurent qui a découvert ce fossile, nous ayant fourni une attestation signée), il résulterait que les enclaves liasiques se continuent au milieu des calcaires du Trias jusque dans le massif de la Clarée et dans le voisinage de la Vallée-Étroite. En revanche, nous verrons plus loin qu'il n'existe aucune raison pour détacher, comme on l'a proposé<sup>1</sup>, les calcaires du Mont-Thabor du Trias, auquel les rattachent leur nature pétrographique et leur position stratigraphique. La réapparition de la brèche du Niélard, bien caractérisée en un certain nombre de points du massif des Rochilles, nous montre en effet qu'il existe probablement une série de lambeaux jurassiques enclavés dans les dolomies du massif qui limite les bassins de l'Arc, de la Dora Riparia et de la Guisanne et que les recherches futures délimiteront exactement, mais nous croyons devoir déclarer nettement

---

<sup>1</sup> Virgilio. Il Permo-carbonifero di Valle Strette. Torino (1890), *Atti R. Acc. d. Sc. di Torino*.

que les calcaires du sommet du Thabor, dont parle M. Virgilio, nous semblent incontestablement triasiques. Il nous paraît important de faire remarquer le mauvais état des fossiles qui ont servi à MM. Portis, Piolti et Virgilio pour rattacher au Crétacé ces calcaires du Thabor. Le *Cylindrites* ne semble être qu'une vague empreinte comme il peut s'en rencontrer à tous les niveaux et à laquelle il peut être téméraire de donner un nom. Quant au *Magas*, il peut n'être qu'un jeune individu du groupe des *Waldheimiids*. L'âge crétacé des calcaires du Thabor, considérés comme infraliasiques par Lory, entraînerait l'attribution au même terrain crétacé des calcaires à Gyroporelles du Chaberton (base des escarpements), de Maurin (Ubaye) et des environs de Modane, possédant les mêmes caractères pétrographiques et la même position stratigraphique (ils sont séparés des quartzites par une assise souvent très mince de gypses et cargneules) et qu'on est du reste d'accord à présent pour considérer comme nettement triasiques.

Quant aux calcaires plus récents affleurant non loin de là, il est souvent assez facile de distinguer toutes ces couches du calcaire du Trias ; à Vallouise notamment et à la Roche-Olvern près des Granges du Galibier, il serait bien difficile de confondre les calcaires noirâtres à l'éclat mat du Lias (bande Encombres-Galibier) avec les calcaires dolomitiques plus saccharoïdes du Trias, auxquels ils sont ici juxtaposés. Mais il n'en est pas toujours de même et il est des cas (environs de la Bessée, Eychauda) où la distinction est presque impossible à un observateur non exercé.

Le Dogger, dont Lory a fait pressentir l'existence près de Guillestre, n'a pas encore été constaté avec certitude dans toute la zone du Briançonnais.

Notons cependant quelques points où l'existence d'une série d'assises superposées, bien distinctes, permet d'établir des divisions dans la masse des calcaires dits du Briançonnais.

Aux alentours du col des Rochilles, on peut se convaincre aisément de l'existence simultanée des cargneules et calcaires triasiques et de la brèche du Télégraphe (Lias).

Une bonne succession existe à la station de la Roche-de-Rame (H.-Alpes), où l'on rencontre, en gravissant les pentes qui conduisent vers le Lauzet, la succession suivante, de haut en bas (fig. 14) :

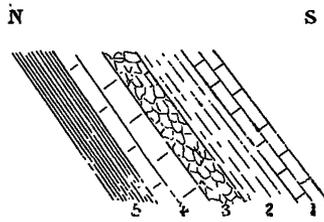


Fig. 14.

Succession près de la Roche-de-Rame (Hautes-Alpes) flanc S. de la vallée de la Durance.

1. Marbre de Guillestre (Jurassique supérieur) ;
2. Calcaire triasique noir ;
3. Brèche du Télégraphe ;
4. Calcaire gris dolomitique du Trias, d'apparence moirée ;
5. Schistes gaufrés lilas et brunâtres.

En se rendant de la Maison-du-Roy à Guillestre, la série des couches est également assez nette. Aux quartzites qui, vers l'issue de la gorge, forment un anticlinal dont le noyau est formé par les porphyrites, on voit succéder :

- 1<sup>a</sup> Des cargneules ;
- 1<sup>b</sup> Calcaires noirs en plaquettes ;
- 2° Des calcaires noirs et des calcschistes à structure cristalline ;
- 3° Des schistes rouges et des bancs de calcaires bréchoïdes ;
- 4° Des schistes satinés verdâtres et des calcschistes gris ;
- 6° Bancs calcaires noirs à cassure esquilleuse et brèche calcaire (brèche du Télégraphe) ;
- 7° Calcaires rougeâtres, pseudo-bréchiformes (Calc. de Guillestre) du Jurassique supérieur.

L'existence de dépôts créacés au Chaberton, dont la mention a été faite par M. Suess<sup>1</sup>, puis tout récemment encore par M. Diener<sup>2</sup>, d'après un passage d'un ouvrage de Neumayr<sup>3</sup>, passage dont nous donnons la traduction plus bas, constitue, si ces dépôts existent réellement, un des faits les plus intéressants de la géologie alpine,

<sup>1</sup> Suess, *Antlitz der Erde*.

<sup>2</sup> Diener, *loc. cit.* p. 18.

<sup>3</sup> *Denkschr. de l'Académie de Vienne*, t. XL, 1880, p. 404.

comme l'a du reste fait remarquer M. Diener. Ce dernier auteur a constaté à la base du Chaberton la présence de calcaires à Gyroporelles appartenant sûrement au Trias ; il ajoute que vers le sommet de la montagne se rencontrent des calcaires blancs, qui probablement sont ceux qui ont fourni les fossiles de Neumayr déclarés crétacés et que Michelotti et Gastaldi avaient déterminés comme paléozoïques. Néanmoins les indications et les figures données jusqu'à présent sur cette faune nous semblent trop insuffisantes pour permettre d'affirmer l'existence du Crétacé dans la 3<sup>e</sup> zone. Il est étonnant qu'aucun de nos confrères italiens n'ait encore songé à soumettre ces couches du Chaberton à une étude approfondie et à éclaircir ainsi une question de la plus haute importance. C'est l'intérêt même de cette controverse et l'espoir de susciter une exploration de cette curieuse localité, si peu accessible aux géologues français, qui nous détermine à reproduire ici les quelques lignes que M. Neumayr consacra, à propos d'une étude sur la Craie de Syrie, aux calcaires du Chaberton<sup>1</sup>. Voici la traduction littérale de ce document :

« Il n'y a que peu de formations analogues à citer dans les Alpes ; les communications de Gastaldi sur les Alpes Maritimes et l'Apennin de Ligurie montrent qu'il se rencontre dans le Crétacé des Alpes

---

<sup>1</sup> « Aus den Alpen sind nur wenige Analoga zu citiren ; dass mindestens sehr alt aussehende Gesteine in der Kreideformation der Sudalpen vorkommen, beweisen die Mittheilungen von Gastaldi, über die Seealpen und den ligurischen Apennin ; derselbe fand in den Kalken und Dolomiten, welche unmittelbar über der « zona delle pietre verdi » liegen, und die man stets für sehr alt gehalten hat ; in dem « calcare del Chamberton », welcher mit Lory's « calcaire du Briançonnais » parallelisirt wird, eine Anzahl von Fossilien, die nach den Untersuchungen von Michelotti (Su alcuni fossili paleozoici delle Alpe Maritime e delle Apennine Ligure, Accad. d. Lincei, 1877) altpaläozoisch sein solten. Allein Herr Prof. Meneghini, der mir bei einem Besuche in Pisa die Stücke zu zeigen die Güte hatte, hat sich überzeugt, dass dieselben entschieden cretacisch seien ; in der That sind die l. c. tab. II, fig. 7-11, als Cyclolithes u. s. w. gedeuteten Formen Actaeonellen ; die auf Tab. I abgebildeten Korallen, welche Cyathophyllen sein sollen, zeigen nach der Zeichnung deutlich Vermehrung der Zellen durch Theilung, nicht durch Kelchknospung und sind sicher junge sechs-zählige Typen. Von Gastaldi wurde dies später anerkannt, und es sollen an der genannten Localität dem Chamberton Kalke Kreidebildungen aufliegen : jedenfalls sind diese letzteren hier in einem Gesteinscharakter entwickelt, welcher gegen denjenigen der ganz alten Schichten in keiner Weise absticht. »

méridionales des roches d'apparence très ancienne ; cet auteur a trouvé dans les calcaires et dolomies qui recouvrent immédiatement la « Zona delle pietre verdi » et qu'on avait toujours considérés comme très anciens, dans le Calcaire « del Chaberton » (*sic*) que l'on met en synchronisme avec le calcaire du Briançonnais de Lory, une série de fossiles qui, d'après les recherches de Michelotti<sup>1</sup>, seraient du Paléozoïque ancien. Cependant, M. le professeur Meneghini, qui, dans une visite que je fis à Pise, eut la bonté de me montrer ces échantillons, s'est assuré que ces fossiles sont certainement crétacés. En effet, les formes interprétées (*loc. cit.*) Pl. II, fig. 7 à 11 comme *Cyclolithes*, etc., sont des Actéonelles, les Polypiers figurés sur la Pl. I comme *Cyathophyllum* montrent nettement sur le dessin une multiplication des cellules par division et non par bourgeonnement du calice ; ce sont sûrement de jeunes hexacoraliaires. Gastaldi reconnut en effet ce fait plus tard, et les « calcaires du Chaberton » doivent supporter dans cette localité des couches crétacées. En tous cas, ces dernières sont développées ici avec des caractères lithologiques qui ne contrastent nullement avec ceux des couches tout à fait anciennes<sup>2</sup>. »

Nous rappellerons aussi que c'est également en se basant sur des fossiles mal conservés que MM. Michelotti et Gastaldi avaient rattaché au Silurien les calcaires de Chaberton. Or, si les calcaires du Chaberton étaient paléozoïques, il serait nécessaire de faire subir le même sort à ceux du Thabor, de la Vallée-Étroite, du col des Acles, etc.

Il y a lieu, par contre, d'insister sur la valeur des récentes déterminations de M. Portis, surtout sur la présence de *Myophoria*, genre

<sup>1</sup> Su alcuni fossili paleozoici delle Alpi Maritime e dell' Apennine Ligure. *Acc. d. Lincei*, 1877.

<sup>2</sup> M. Diener ajoute que la présence de la Craie au Chaberton n'apporte aucun nouvel élément à la question des Calcaires du Briançonnais, ces derniers occupant une zone qui est séparée du Chaberton par une importante ligne de dislocation.

Il y a bien un axe anticlinal entre le Chaberton et les montagnes du Briançonnais, mais cet accident n'a pas plus d'importance que les nombreux plis qui accidentent la zone du Briançonnais elle-même (les Rochilles) et nous ne comprenons pas que l'on ne fasse pas rentrer le Chaberton dans la même zone que le Thabor, les montagnes de Névache, de l'Infernet, etc.

facilement reconnaissable, qui ne permet guère d'attribuer les calcaires qui ont fourni ces fossiles à un autre terrain qu'au Trias (ou au Rhétien).

Enfin, nous sommes heureux de pouvoir donner communication du passage suivant d'une lettre que nous a adressée M. Diener de Vienne, et qui vient confirmer l'attribution au Trias *d'une grande partie*<sup>1</sup> des calcaires du Briançonnais, résultat auquel nous sommes arrivé par des études purement stratigraphiques et qui concorde avec les conclusions qu'a fournies aux paléontologistes italiens la détermination des fossiles recueillis dans cette même assise sur le versant italien des Alpes.

« Je suis parfaitement d'accord avec votre opinion sur la position stratigraphique du « calcaire du Briançonnais » de M. Lory. J'ai eu l'occasion de visiter quelques endroits du Briançonnais, de la Maurienne et de l'Oisans en 1889, pendant quelques semaines, et j'ai trouvé moi-même des *Gyroporelles* dans les calcaires du Chaberton, considérés par M. Lory comme liasiques, tout près des premiers forts italiens, au dessous de Clavières. Ces calcaires ressemblent d'une manière frappante à notre « Dachsteinkalk », une des assises les plus puissantes et les plus caractéristiques des Alpes Orientales. Les *Gyroporelles* que j'y ai trouvées ressemblent, d'après les déterminations de M. Gümbel, qui les a examinées, à *Gyroporella aequalis* et *G. curvata*. »

Il résulte, de tout ce qui précède, qu'il y a lieu de maintenir les conclusions suivantes déjà énoncées plus haut, et qui résument les résultats de nos dernières recherches :

Les calcaires du Trias forment, de la Vanoise à la Haute-Ubaye, une large bande où ils laissent percer çà et là, le long des anticlinaux, des assises plus anciennes, et montrent dans les synclinaux des lambeaux plus récents (jurassiques). Nous avons là une *zone triasique*, où dominent les calcaires dolomitiques. Cette zone offre une frappante analogie avec les zones triasiques des Alpes-Orientales, qui comprennent les célèbres dolomies de la Bavière et du Tyrol.

---

<sup>1</sup> On sait qu'il y aurait à en détacher, d'après nous, une série de lambeaux triasiques et jurassiques enclavés dans les synclinaux au voisinage même du Thabor (v. plus haut).

## TERRAINS TERTIAIRES.

NUMMULITIQUE. — Le Nummulitique forme dans son ensemble un pli synclinal que l'on suit sans interruption de Moûtiers et du Cheval-Noir, en Tarentaise, au col de Lauzanier (à la limite des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes).

Le fait important sur lequel nous tenons à attirer l'attention de nos confrères est l'existence d'une *brèche* nummulitique *micacée* et quartzeuse bien distincte de la brèche décrite plus haut comme liasique aux environs de Moûtiers (Tarentaise); cette brèche était jusqu'à présent considérée en Savoie, comme triasique et a été décrite par Lory <sup>1</sup> sous le nom de « Calcaires micacés » et de brèche des Schistes lustrés.

Dans cette région (Grève-Tête, Cheval-Noir, Moûtiers, Varbuche, Villerclement), le Nummulitique débute par des arkoses et par une brèche *micacée* à éléments variés. On y remarque des grains de *quartz* en grande quantité, de nombreuses paillettes de muscovite et de séricite qui donnent à la roche son aspect spécial, du feldspath souvent kaolinisé et des parties terreuses de limonite, des nids de substance chloriteuse et des fragments plus volumineux de schistes satinés du Trias (violacés et ne faisant pas effervescence avec les acides) et du Lias (grisâtres à vive effervescence) joints à des débris gneissiques. Citons en outre : des schistes cristallins, divers schistes et roches permienues, grès houiller, calcaires, schistes bigarrés et dolomies triasiques, quartzites, calcaire noir, calcaire blanc coralligène et schistes du Lias, etc. Cette brèche micacée est surtout bien développée aux environs même de Moûtiers, près de Villarly, au Cheval-Noir (2834 m.) au Niélard, à la pointe de Grève-Tête. Dans cette dernière localité, comme au Niélard, elle est en contact avec les schistes bigarrés du Trias et les *brèches calcaires* du Lias et a été interprétée comme triasique par Lory <sup>2</sup>. La présence de nombreux fragments de calcaire du Trias, d'éléments micacés et quartzeux,

<sup>1</sup> Lory. — *Loc cit.*, p 277

<sup>2</sup> *B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XIII (1866) et 3<sup>e</sup> sér., t. I (1873).

permet avec un peu d'habitude de distinguer facilement ces deux brèches. Au col de Varbuche, les brèches et grès grossiers pourraient, à l'examen superficiel, être parfois confondus avec les schistes cristallins, tellement y abondent les paillettes de mica. Cependant, le ciment, souvent calcaire, se dissout, fait effervescence avec les acides et permet de mettre facilement en évidence la nature détritique de la roche. On suit la brèche nummulitique vers le sud par le col de Varbuche et Villerclément, où elle est intercalée nettement à la base du système nummulitique. Plus au midi encore, on la retrouve, avec des éléments plus fins et passant à l'arkose, au col de l'Eychauda (fig. 15).

Entre Moûtiers et Aigueblanche, des glissements font croire facilement à l'intercalation de cette brèche dans le Lias; un examen attentif nous a montré qu'il n'en était rien. Le Nummulitique forme là un massif synclinal distinct des couches liasiques et les recouvrant vers la partie occidentale du tunnel, où il formerait un V synclinal pincé, comme c'est le cas dans beaucoup de points de la chaîne de Varbuche, entre le Lias et le Trias (effet de la transgression suivie de plissement, voir fig. 9). Voici la coupe de cette cluse, telle que nous l'interprétons. Un profil dirigé de l'est à l'ouest, de la vallée de l'Isère avant la traversée de Moûtiers, à la dépression d'Aigueblanche, montre, ainsi que nous l'a fait voir M. Potier<sup>1</sup>, une série de couches verticales, inclinées vers l'Est, et qui forment la succession suivante :

1. Grès houiller.
2. Permien (en face de la gare, dans les vignes, schistes satinés violets et lie-de-vin).
3. Quartzites triasiques
4. Massif de calcaires dolomitiques triasiques, visible seulement assez haut, sur les pentes de la montagne.
5. Schistes satinés brunâtres, verdâtres et violacés.
6. Des gypses correspondent, de l'autre côté de la vallée, au Trias supérieur.
7. Schistes et brèche quartzifère et micacée en alternance, au-dessus de l'entrée du

---

<sup>1</sup> Nous saisissons cette occasion pour exprimer nos vifs remerciements à M. Potier qui, dans une très instructive excursion que nous eûmes le plaisir de faire avec lui, nous mit à même de réunir les éléments de cette coupe.

tunnel (côté Moutiers) ; sur le flanc opposé de la vallée on a exploité des ardoises identiques à celles que fournit le Nummulitique de la Maurienne.

8. Calcaires noirâtres du Lias avec veines de calcite et brèche calcaire identique à celle qui existe à la montagne du Niélard. Les marbres sont exploités pour la construction de la voie ferrée.

Interruption au sortir du défilé.

9. Schistes noirs du Lias supérieur (près d'Aigueblanche).

C'est l'assise 7 qui, pour nous, est pincée en V entre les assises 6 et 8.

D'autres fois encore, c'est avec les grès houillers que la ressemblance est grande, néanmoins le mélange de fragments calcaires et d'éléments silicieux est un criterium suffisant pour reconnaître notre roche. Suivant les points étudiés, ce sont tantôt les schistes cristallins, tantôt les calcaires noirs qui forment les blocs les plus volumineux enchâssés dans cette curieuse formation.

Il existe donc, aux environs de Moutiers, deux brèches bien distinctes : l'une est *calcaire* et appartient au Lias ; nous l'avons décrite plus haut sous le nom de *Brèche du Télégraphe*. L'autre est *micacée*, quartzifère et doit être considérée comme *tertiaire* ; elle renferme des fragments de calcaire liasique noir et des morceaux de schistes cristallins. Cette brèche alterne avec des schistes satinés et se trouve souvent juxtaposée à la précédente ; on la retrouve sur le chemin de Fontaine entre le Niélard et la montagne de Mottet, sur le flanc sud de la montagne, et plus loin à la rampe qui mène de Champessuit au Plan-de-Monsieur ; en aval de Villarclément, etc.

Des *Nummulites* ont été recueillis, comme on sait, par divers observateurs, dans des calcaires blancs jaunâtres, compactes, esquilleux, intercalés à la base du système à Montricher et au col de l'Eychauda ; nous avons aisément retrouvé ces gisements ; au dessus du pont qui relie la route de la vallée de l'Arc à Montricher notamment, on peut recueillir les fossiles en place. On a aussi rencontré des *Nummulites* à Varbuche (Coll. de la Faculté des Sciences de Grenoble).

Au col de l'Eychauda, où Laury a signalé un bel affleurement de ces calcaires à *Nummulites*, ils se présentent comme le fait voir la figure ci-après (fig. 15) :

Il est à désirer que cet horizon de calcaires soit suivi et étudié dans les Alpes françaises, et que l'Éocène et l'Oligocène, qui n'ont été

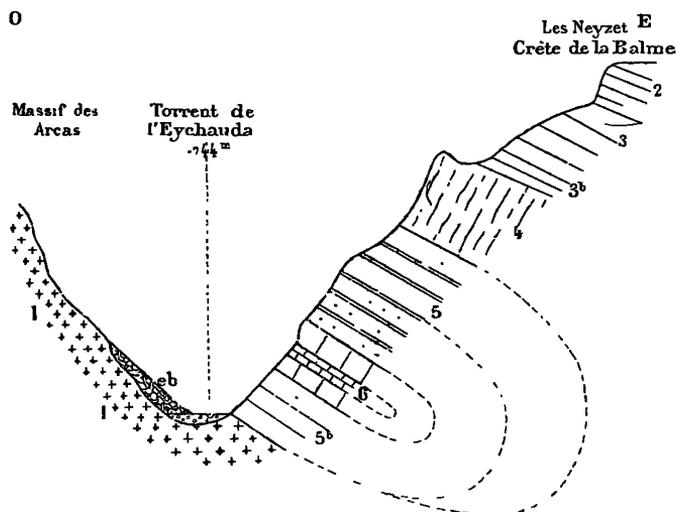


Fig. 15.

Coupe relevée entre Vallouise et le col de Vallouise (col de l'Eychauda)

1. Schistes cristallins.
2. Calcaire.
3. Schistes versicolores et argneules.
- 3b. Calcaires noirs en dalles.
4. Calcaire saccharoïde à Crinoïdes (*Pentacrinus*, etc.) et traces d'organismes de petite taille, parsemé de petites taches blanches et rappelant les calcaires du Trias (calcaire de Maurin et du lac du Paroird).
5. Schistes et grès nummulitiques.
- 6 Calcaire compact gris, légèrement marneux, en gros bancs, rempli de Nummulites. 15-20<sup>m</sup> (rappellent un peu certains calcaires du Lias).
- 5b. Grès quartzo feldspatique et arkose.

bien décrits que dans les localités exceptionnelles de Faudon et des environs de Castellane, soient spécialement explorés. Les calcaires dont nous parlons semblent constituer un niveau entre les brèches et arkoses de la base et les schistes et conglomérats du Flysch. Non loin de la ferme d'Hanamour, entre Montandré et la Platière, on voit, en effet, à la base de ces derniers, des calcaires grenus brunâtres qui doivent représenter cette assise. Dans le vallon d'Escreins (Hautes-Alpes), M. David Martin a également cité des Nummulites dans un calcaire analogue.

La partie supérieure du Nummulitique est formée par une grande

épaisseur de schistes tantôt pourris (Lautaret, Serenne), tantôt ardoisiers [Moûtiers, Maurienne, Saint-Jullien ; Montricher, Embrunais, Châteauroux et Crevoux (Hautes-Alpes)], alternant avec de petits bancs de grès quartzeux brunâtres. Cet ensemble est habituellement désigné sous le nom de *Flysch*. Il appelle de nouvelles recherches ; on peut l'étudier en descendant du village de Guillestre, vers le Plan-de-Phasy, il s'y présente sous la forme de schistes brillants micacés avec bancs gréseux bruns très caractéristiques. Saint-Paul est également situé au milieu d'un synclinal formé par les schistes entremêlés de bancs de grès à aspect « rouillé » et pourri du *Flysch*.

Le Nummulitique existe encore sur la route du Lautaret, près de la Madeleine, et se continue de là jusque près du Grand-Galibier. Entre ce col et le Pic du Grand-Galibier, on remarque, en effet, une série de schistes dont l'aspect est tout à fait celui des couches dont nous parlons en ce moment. On reconnaît là l'aspect du Nummulitique classique de la vallée de l'Ubaye, des environs du Mont-Denis (Savoie) et de l'Embrunais, ses schistes ardoisiers et ses intercalations de petits bancs de grès à grains fins de couleur brunâtre.

Cet ensemble supérieur est en grande partie remplacé, au N. de l'Arc (environs de Moûtiers), par des brèches analogues à celles de la base.

La puissance du Nummulitique (et du *Flysch*) a souvent été considérablement exagérée, car on a rarement tenu compte du fait que tout en affectant en gros une disposition synclinale, ces couches présentent, surtout dans l'Embrunais et l'Ubaye, un grand nombre de plis secondaires. Les empilements de plis du *Flysch* que l'on aperçoit par exemple à la Condamine, en face de la gare de Saint-Clément et ceux des environs de Réallon, avec leurs contournements et leurs « plissements », permettent de bien se rendre compte de ce fait.

Dans l'Embrunais, le Nummulitique occupe de vastes surfaces ; il s'y montre très puissant et, replié plusieurs fois sur lui-même, il constitue toute la crête qui sépare les bassins de l'Ubaye et de la Durance. Nous rappellerons en terminant que M. David Martin cite ce terrain dans le Vallon-Clos, non loin de Maurin, ce qui reculerait vers l'est la limite ordinairement admise par son extension.

## ROCHES ÉRUPTIVES.

Ne nous étant pas occupé de ces formations pendant nos récentes explorations, nous nous bornerons à faire remarquer que l'âge des Schistes gris lustrés, étant au moins paléozoïque, il s'en suit que les serpentines, variolites, euphotides qui les traversent sans atteindre le Trias authentique ne peuvent, jusqu'à nouvel ordre et sans autres preuves, être considérés comme triasiques. Ajoutons aussi que de nombreux débris de porphyrite <sup>1</sup> contenus dans les conglomérats permians du Briançonnais tendent à prouver que les éruptions de ce genre ont été, à la fin de la période paléozoïque, bien plus abondantes dans notre région qu'on ne l'avait présumé.

\*  
\* \*

D'après les publications récentes de MM. Schmidt et Steinmann (*Eclogae geol. helveticae*, 1889, vol. II, n° 1), la succession observée aux environs de Lugano, c'est-à-dire dans la zone externe méridionale des Alpes Centrales, serait tellement analogue à celle

<sup>1</sup> M. Michel Lévy a bien voulu examiner des échantillons de porphyrite recueillis par nous à Guillestre. Voici les résultats de ses observations :

*Porphyrites* décomposées, surchargées de séricite, de zoisite, de calcite, de chlorite, d'oligiste dus à des actions secondaires intenses. Parmi ces actions secondaires, le dynamométamorphisme ne paraît pas jouer un rôle très marqué. Du moins, les grands cristaux ne sont pas très émiettés et la schistosité générale n'est pas extraordinaire. Dans la plaque 1 il y a très peu de minéraux ferrugineux. Les grands cristaux sont surtout en feldspath triclinique assez acide (voisin de l'oligoclase). Les microlithes, méconnaissables, sont d'assez grande taille, également surtout en feldspath ; j'incline à croire à l'oligoclase ; mais il pourrait y avoir aussi de l'orthose en microlithes. Donc, *Orthophyre* ou mieux *Porphyrite*, très feldspathique, très cristalline, d'un type vraisemblablement peu basique. Je ne crois pas à une roche d'épanchement ; c'est le type de porphyrites *en filons* qui, d'un côté, passe aux porphyres ou aux microgranulites, de l'autre, aux porphyrites ophitiques.

La plaque 2, à grain plus fin, pourrait mieux convenir à un épanchement ou plutôt à une salbande. Moins grands cristaux de feldspath ; les microlithes sont entièrement détruits ; il y a, en outre, de nombreux grands cristaux épigénisés en oligiste et dont les profils ne paraissent pouvoir être rapportés qu'à du mica noir ou mieux à de l'amphibole (?). Mais cette plaque est vraiment trop chargée de produits de décomposition.

que nous avons relevée dans certains points de nos zones alpines, que nous pensons intéresser nos confrères en insérant ici le schéma suivant qui en donne la correspondance avec la série qui vient d'être décrite :

ZONES ALPINES FRANÇAISES.	ENVIRONS DE LUGANO.
Brèches du Niélard, du Télégraphe, etc.	Lias <i>bréchoïde</i> et récifal, oolithes, marbres à Brachiopodes, etc.
et calcaire coralligène de Dorgentil.	Infralias coralligène (Calc. à <i>Lithodendron</i> ).
Infralias.	
Gypses et cargneules sup <sup>rs</sup> . Calcaires et dolomies de Briançon, du Chaberton, Thabor, etc., gypses et cargneules inf <sup>rs</sup> .	} Dolomie et calcaires triasiques à gyro porelles et diplopores (Facies récifal).
Quartzites.	
Conglomérats permians (Verrucano) de l'Argentière, etc.	Grès (C. de Werfen).
Porphyrite de Guillestre, etc.	Verrucano.
Grès houiller.	Porphyrite.
	Grès houiller.

## II. TRANSGRESSIONS ET DISCORDANCES.

L'étude des diverses assises qui constituent les chaînes alpines nous a conduit à constater l'existence d'un certain nombre de TRANSGRESSIONS et de DISCORDANCES, dont la constatation n'est pas sans importance pour l'histoire géologique de nos Alpes. Nous indiquerons ici celles que nos recherches ont particulièrement mises en évidence.

M. Diener a fait remarquer très judicieusement que beaucoup de discordances apparentes peuvent, dans les régions fortement disloquées, être produites sous l'influence de phénomènes dynamiques postérieurs au dépôt des couches. D'un autre côté, comme l'indique encore fort bien M. Diener, il arrive souvent que les traces de dislocations anciennes ont été complètement effacées par l'effet de plissements subséquents plus énergiques. L'étude de ces sortes de phénomènes est donc fort délicate, d'autant plus que le simple défaut de parallélisme des couches n'est pas nécessairement dû à un phénomène orogénique au sens strict du mot (plissement), mais qu'il peut être produit par un simple bombement du sol ou par un exhaussement du niveau des mers. Il importe donc beaucoup de relever soigneusement les exemples de *discordance angulaire* qui seuls fournissent

(lorsqu'il est bien prouvé qu'elles ne sont pas une simple apparence causée par des dislocations subséquentes) les preuves des phénomènes orogéniques, et ne peuvent être dues à un simple mouvement des mers.

Voici quelques remarques que nous ont suggérées nos récentes recherches :

1° Nous avons fait observer, plus haut, que le Permien recouvre les Schistes lustrés à Combe-Bremond, tandis qu'ailleurs il repose sur le terrain houiller. Il y aurait là <sup>1</sup> la trace d'une *transgression permienne* de peu d'étendue qu'il serait utile de suivre de près.

2° Comme les Schistes lustrés sont plus anciens ou au moins du même âge que le Houiller, il faut admettre une *grande transgression du Trias* sur le Permo-carbonifère qu'il recouvre en concordance dans les deuxième et troisième zones (fig. 2, 3), tandis que dans la quatrième, il repose souvent sur les Schistes lustrés (fig. 2) et que, dans la première, il est séparé du Houiller par une discordance prononcée <sup>2</sup>.

3° La *transgression et discordance du Jurassique supérieur* sur les calcaires triasiques (aux environs de Guillestre et du Castellet), doit conduire à supposer des mouvements du sol (émersions locales) ayant eu lieu pendant l'époque jurassique, mouvements que d'autres considérations nous ont déjà conduit à considérer comme probables <sup>3</sup>.

La *transgression, au moins locale, du Jurassique supérieur* reposant sur les calcaires triasiques au Castellet (Haute-Ubaye) doit, à notre avis, être admise comme réelle et certaine, alors que les rapports des brèches liasiques avec les calcaires du Trias sont encore assez obscurs pour la région disloquée du Briançonnais. Le Jurassique supérieur s'étend en transgression sur le Lias et le Trias dans les

<sup>1</sup> Si l'on admet que les Schistes lustrés sont plus anciens que le terrain houiller.

<sup>2</sup> Cette discordance des terrains plus récents (Permien (?) et Trias) sur le Houiller est surtout nette aux environs du Mont Blanc (Prarion, etc.), ainsi que la transgression des quartzites triasiques, qui tantôt s'appuient sur le Houiller, tantôt sur les schistes cristallins (Mégève), comme nous venons encore de le constater avec M. Michel Lévy.

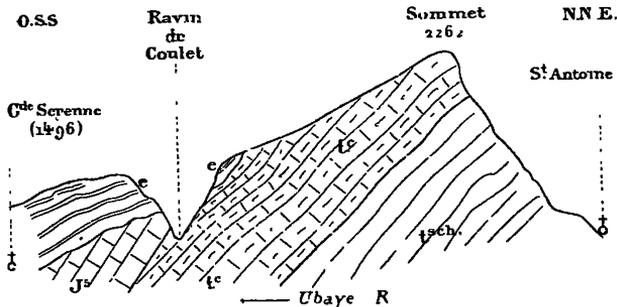
<sup>3</sup> Voir à ce sujet *C. R. Ac. des Sc.*, 18 octobre 1889, et *Descr. géol. de la Montagne de Lure (Ann. Sc. géol., t. XIX-XX)*, p. 406 (1888).

environs de Guillestre ; il s'appuie sur les dolomies triasiques <sup>1</sup> près du Coulet (fig. 16) et sur le Lias à la Roche-de-Rame.

On jugera par la coupe ci-jointe (fig. 16), relevée dans la haute vallée de l'Ubaye, en amont des hameaux de Serenne, de la valeur

Fig. 16.

Coupe relevée en amont de Serenne (Basses-Alpes), sur la rive droite de l'Ubaye, près du Castellet.



e. Nummulitique

J<sup>5</sup> Calcaire de Guillestre (Jur. sup.).

t<sup>2</sup>. Dolomie triasique.

tsch. Calcschistes du Trias.

de cette transgression, qu'il nous semblerait difficile d'expliquer par un phénomène mécanique, l'épaisseur et la résistance des dépôts jurassiques inférieurs étant trop grande pour qu'ils aient pu disparaître par simple glissement. Ce fait est du reste corroboré par les relations du Malm avec son substratum dans toute la région du Queyras.

4° La grande transgression nummulitique peut être considérée comme établie ; elle est très nette en Savoie entre Moûtiers et la Chambre, où l'on voit les assises tertiaires reposer successivement sur le Lias (brèche, près du Niélard et de Moûtiers), les gypses triasiques (Bonnet-du-Prêtre, O. de la Perrière), les schistes bigarrés (côté O. de Crève Tête, versant occidental du col de Varbuche), les calcaires du Trias (Varbuche, vers le Plane), les quartzites (Varbuche)

<sup>1</sup> Et non sur les calcaires du Lias, ainsi que l'a indiqué M Zaccagna (*loc. cit.*). Ces calcaires liasiques existent un peu en amont, au Pont-Vouté, où ils sont enclavés dans le Trias.

et le Lias schisteux (environs de Champessuit) (voyez fig. 9). Les fragments de ces diverses roches forment en grande abondance les éléments de la brèche nummulitique et montrent nettement, par leur fréquence relative en relation avec la nature du *substratum*, qu'il s'agit bien d'une transgression et non d'un contact anormal. Sur le versant occidental du col de Varbuche, notamment (figure 9), où les assises tertiaires reposent sur les schistes bariolés du Trias, la brèche nummulitique est en grande partie formée de fragments de schistes lilas et verdâtres, ce qui met bien en lumière le fait qu'il s'agit ici d'une superposition réelle et non d'un contact par faille. Nous sommes ainsi amené à admettre comme démontrée, pour la Maurienne et la Tarentaise, cette transgression : que l'on pouvait du reste s'attendre à constater, le changement qui s'est opéré dans l'extension du domaine maritime entre le Sénonien et le Nummulitique de notre région du Sud-Est étant considérable.

Ajoutons que d'autres explorations (voir plus bas) nous ont montré qu'il existait, en outre, souvent (Saint-Paul-sur-Ubaye, etc.) une discordance angulaire semblable à celle que MM. Goret et Zaccagna avaient indiquée et que nous avons mise en évidence en 1889, plus au sud, aux environs de Seyne (Basses-Alpes). La disposition seule des assises nummulitiques dans le Vallon de l'Eychauda, entre Ville-Vallouise et le Monétier-de-Briançon, telle qu'elle est représentée fig. 15, rend nécessaire l'hypothèse d'une période d'érosion considérable entre le dépôt du Trias et celui de l'Éocène. Sur le flanc oriental du Pelvoux (vallée de la Pisse, col de l'Eychauda), le Nummulitique est en effet directement appliqué sur les Schistes cristallins, et il n'est pas possible d'attribuer ce fait à une faille, car les premières assises éocènes sont formées d'arkose et contiennent des fragments de la roche cristalline sous-jacente. Or, dans cette même coupe, on voit le Nummulitique en contact avec les calcaires liasiques, sur lesquels il devait reposer ; et plus loin, au Lautaret et au Galibier, il s'appuie sur le Trias. Il a donc fallu que les Schistes cristallins qui, dans cette région, ont été recouverts d'un manteau continu de Lias (le Trias existant seulement dans les dépressions) ainsi que le prouvent les lambeaux liasiques épars dans la partie élevée de la chaîne de Séguret-Foran, aient été complètement dénudés avant de recevoir les dépôts nummulitiques. On pourrait, il est vrai, expliquer aussi cette disposition par un *étirement* ayant fait disparaître

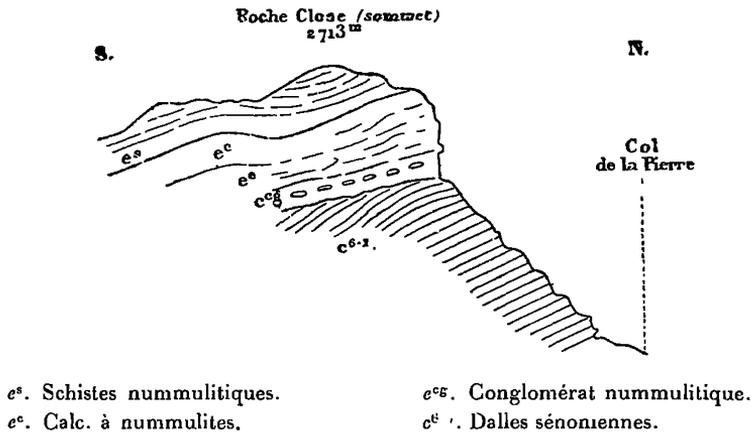
toutes les assises du Trias et du Jurassique. Mais cette hypothèse nous paraît bien hasardée.

Cette transgression est encore manifeste dans la vallée de Barcelonnette, ainsi que l'a du reste déjà fait remarquer M. Goret ; au Chapeau de Gendarme, c'est sur le Néocomien que s'appuient les calcaires nummulitiques. A la Maure, le Nummulitique recouvre l'Oxfordien et, près de Jausiers (Saint-Flavi), c'est le Trias sur lequel il s'appuie.

Enfin, près de Seyne (fig. 17, 17 bis), on le voit successivement, en se

Fig. 17.

Discordance angulaire du Nummulitique sur le Sénonien au col de la Pierre, près de Seyne (Basses-Alpes).



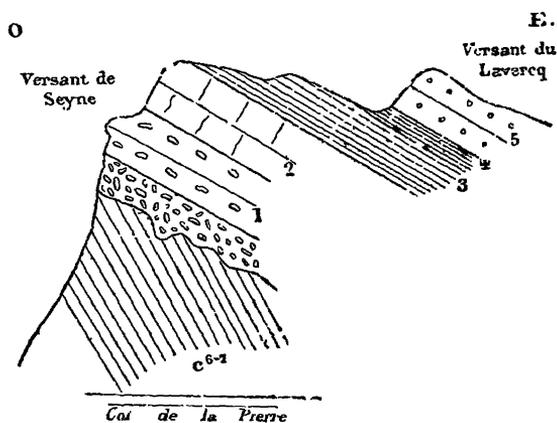
dirigeant de Roche-Clouse vers le fort Saint-Vincent, recouvrir le Sénonien<sup>1</sup>, le Cénomaniens, l'Aptien, les différentes assises du Néocomien et le Jurassique supérieur. On voit par la figure ci-contre que cette transgression est accompagnée au col de la Pierre d'une *discordance angulaire* avec le Sénonien. Un bel exemple de ce genre existe

<sup>1</sup> La discordance angulaire du col de la Pierre ne peut être attribuée à un phénomène mécanique ; nous en avons la preuve dans la nature de la première couche éocène, qui est un conglomérat de galets sénoniens pénétrant jusque dans les anfractuosités du calcaire sous-jacent.

aussi en amont de Saint Paul sur Ubaye, au Castellet, près Serenne (fig. 16); la brèche pittoresque du Castellet est pratiquée dans les bancs fortement redressés du Malm qui repose nettement (ravin du Coulet) sur les dolomies du Trias; or, il est facile de voir les schistes nummulitiques reposer en discordance angulaire sur les calcaires fossilifères du Jurassique supérieur qu'ils débordent, pour s'appuyer un peu plus loin sur le Trias (fig. 16), qui forme le flanc du ravin du Coulet.

Fig. 17 bis.

Coupe prise au N. du col de la Pierre.

c<sup>6</sup> 7. Calc. sénoniens fossilifères à *Ananchytes*, etc.

- |  |   |               |
|--|---|---------------|
| 1. Conglomérats grossiers.                 | } | Nummulitique. |
| 2. Calc. noirs à <i>Operculines</i> , etc. |   |               |
| 3. Schistes.                               |   |               |
| 4. Grès en plaques.                        |   |               |
| 5. Grès d'Annot.                           |   |               |

Il y a donc *discordance angulaire* du Nummulitique sur les couches plus anciennes (le Castellet dans la Haute-Ubaye, Roche-Close, près Seyne) et transgression de ces mêmes dépôts nummulitiques sur diverses assises (du terrain primitif au Sénonien), dont les débris se retrouvent, en chaque cas particulier, parmi les éléments des premières couches éocènes (Savoie, Hautes-Alpes).

Il nous semble par conséquent prouvé que, dans la région considérée, il y a lieu d'admettre (comme nous l'affirmions déjà en mars 1890, dans une note présentée à la Société de Statistique de l'Isère),

outre les dislocations hercyniennes (préhouillères et posthouillères) de la première zone et les grands plissements bien connus de la période miocène, des *dislocations prénummulitiques* (fin du Crétacé ou Éocène inférieur). Les traces de ces mouvements sont surtout visibles dans les Basses-Alpes (environs de Saint-Geniez et de Seyne), ainsi qu'il ressort de nos précédentes études.

Le fait que les assises sur les tranches desquelles repose le Nummulitique appartiennent au Sénonien, semble avoir échappé à M. Diener. Il n'est cependant pas sans importance, car il nous donne le droit d'affirmer que, dans notre région, de puissantes dislocations suivies d'une érosion considérable ont eu lieu à l'époque danienne ou pendant l'Éocène inférieur<sup>1</sup>. La date de ces mouvements prénummulitiques ne peut être en effet, par ce fait, fixée qu'à une époque intermédiaire entre le Sénonien et le Nummulitique, c'est-à-dire au Danien ou à l'Éocène inférieur. Il y a là une phase orogénique qui semble avoir été importante et qui se serait manifestée antérieurement au plissement principal des Pyrénées. On ne peut donc pas, du moins dans les régions que nous connaissons, parler comme le fait M. Diener, d'une *phase de plissement crétacée* (Cretacische Faltung-phase), à moins de comprendre sous ce terme des dislocations de l'époque danienne, que nous n'avons du reste pas de raison pour placer à ce moment plutôt qu'au début de l'Éocène.

Aucune discordance ne sépare dans les Alpes suisses, d'après M. Schmidt, les dépôts secondaires des assises éocènes. L'exemple de concordance entre le Gault et le Nummulitique au pied du Beatenberg (Suisse), invoqué par M. Schmidt<sup>2</sup> pour nier la production de plissements à ce moment de l'histoire des Alpes, n'infirme en rien nos conclusions. Outre qu'il est évident que, dans un bassin maritime formé par des assises partiellement plissées puis dénudées par l'érosion, il serait surprenant de ne pas rencontrer des régions plus ou moins étendues où les sédiments nouveaux se déposent en concordance apparente sur un substratum localement horizontal, les assises

---

<sup>1</sup> L'existence de mouvements immédiatement antérieurs au dépôt des sédiments nummulitiques, sur lesquels nous avons, à plusieurs reprises, insisté, a été depuis admise par M. Haug (*loc. cit.*, p. 187)

<sup>2</sup> Schmidt : *Zur Geologie der Schweizeralpen*. Bâle, Benno Schwabe, 1889, p. 37

mésozoïques sur lesquelles repose le Nummulitique ne sont pas, d'après M. Schmidt, partout les mêmes ; il y a eu érosion et probablement avant cela, de légers mouvements, lointain écho de ceux dont nous venons de montrer l'existence dans les Alpes françaises.

### III. DISLOCATIONS.

C'est à des phénomènes de refoulements tangentiels qu'il faut attribuer la majeure partie des dislocations observées dans les Alpes françaises et c'est même à nos yeux *la seule* interprétation qui puisse rendre compte de la structure de cette chaîne. Les étirements, glissements et refoulements sont souvent d'une grande netteté, d'autres fois leur présence se traduit par des *failles* que l'on ne peut raisonnablement attribuer qu'à des causes de cet ordre.

Dans les chaînes subalpines les *plis-failles*<sup>1</sup>, si fréquents notamment dans le massif de la Grande-Chartreuse, dénotent la vraie nature de l'effet orogénique. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire en chemin de fer le trajet de Voreppe à Grenoble, notamment en face du beau pli faille de Sassenage. Les nombreuses coupes publiées par Lory mettent du reste fort bien cette structure en évidence et les environs de Voreppe fournissent un bel exemple de pli-faille inverse.

Nous tenons à faire remarquer à ce propos que la vallée du Graisivaudan, en amont de Grenoble, est creusée dans des couches comprises entre l'Oxfordien et le Lias et dans lesquelles on n'a aucune raison pour admettre de failles ni de lacunes ; un bombement brisé est bien visible à Corenc et il semble qu'on en trouve le pendant en amont et sur la rive gauche de l'Isère, dans l'anticlinal que constituent les schistes toarciens-bajociens dans les collines de Bramefarine, le Moutaret, etc. Ce n'est donc pas, comme semble l'admettre M. Diener (*loc. cit.* p. 8), une « Wechselfläche » (plan de glissement) qui formerait la limite entre les chaînes alpines et subalpines, il n'y a pas de « Faille du Graisivaudan » et la succession est régu-

---

<sup>1</sup> Ces failles ont été désignées dernièrement par M. Diener sous le nom de « Wechselflächen » ou plis-failles inverses.

lière. Entre le rebord du massif de la Chartreuse et la chaîne de Belledonne existent de légers anticlinaux, que coupe très obliquement l'Isère en amont de la Tronche et dont elle a en partie fait disparaître la trace sous ses alluvions.

La figure 9 qui représente le profil transversal schématisé de l'arête de Varbuche, entre la Chambre et la vallée des Encombres, ainsi que la coupe bien connue de la vallée de l'Arc entre la Chambre et Modane, suffisent pour faire apprécier, à un observateur non prévenu, le rôle prépondérant des phénomènes de plissement dans nos *zones alpines*. Il nous paraît cependant intéressant de faire connaître les deux coupes (fig. 18 et 19) ci-jointes, relevées dans le massif de Varbuche. Outre qu'elles mettent en évidence l'énergie des phénomènes de refoulement dans la deuxième zone alpine, elles sont dues à une poussée qui semble être venue de l'est et émaner du grand anticlinal houiller en éventail de la troisième zone. Nous devons attirer l'attention de nos confrères sur la situation anormale des schistes rouges, dolomies et cargneules, à la montagne du Coin ou Rocheviolette (fig. 19), où ces assises se trouvent superposées à l'Infralias ; situation qui est due, ainsi que le prouve nettement le croquis (fig. 18), pris d'après nature et représentant la continuation,

Fig. 18.

Coupe prise d'après nature au S.-E. de la Cabane de Varbuche (Savoie).



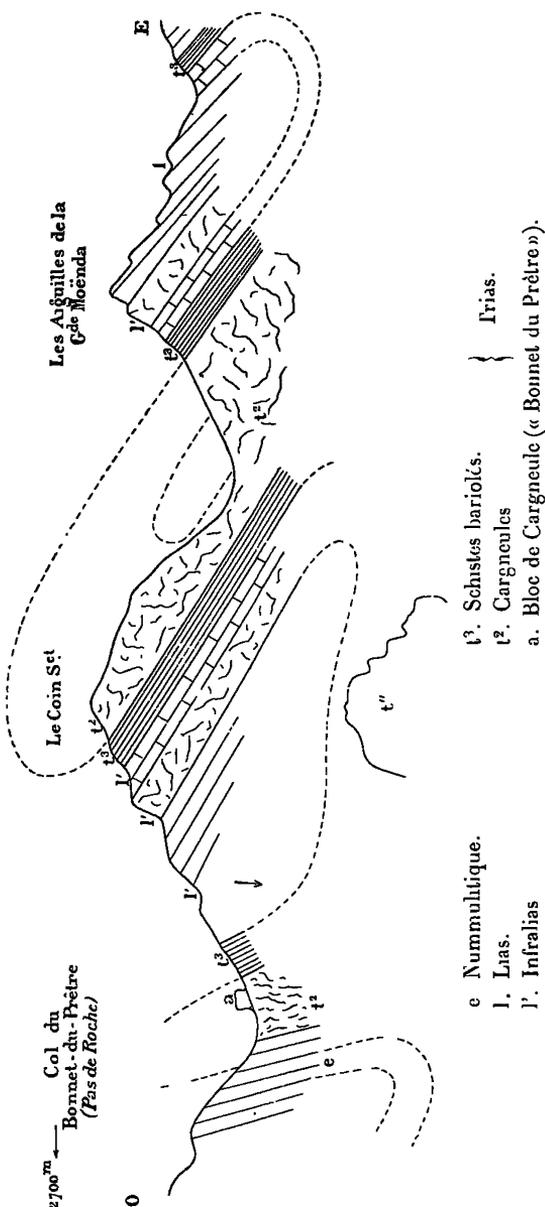
Le noyau du synclinal est formé par les cargneules et argiles rouges du Trias superposées aux bancs de l'Infralias (I) qui surmontent à leur tour le Lias (L).

vers l'est, de l'arête du Coin, à un pli couché et non à un simple jeu de failles verticales<sup>1</sup> que Lory avait cru reconnaître en ce point.

Un *pli-couché* très net à axe triasique s'observe donc à l'ouest du

<sup>1</sup> Ch. Lory. Coupes géologiques de la Maurienne et de la Tarentaise (*B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> ser., t. XXIII, p. X).

Fig 19. — Coupe relevée dans le massif de Varbuche (Savoie)



col du Bonnet-du-Prêtre, en Savoie, et le Trias se trouve là superposé aux bancs à *Avicula Contorta*.

Nous avons constaté l'existence de *chevauchements* répétés (« Schuppenstructur ») au Galibier et dans les environs de St-Jean-de-Belleville ainsi que dans les Basses-Alpes.

Les plis peuvent être facilement suivis dans le Briançonnais, et, là aussi, les failles ne semblent devoir leur existence qu'à l'intensité des efforts de pression latérale.

M. Diener semble attribuer encore trop d'importance aux cassures longitudinales qu'il paraît

supposer beaucoup plus nombreuses qu'elles ne le sont réellement ; il en cite par exemple dans la zone du Briançonnais,

dont elles seraient le caractère dominant. Nous voyons, au contraire, qu'une coupe transversale de cette zone du col du Galibier à la Vallée-Étroite ne montre que des plis ; pas de « Længsbrüche », tout au plus quelques étirements ou glissements de couches, mais outre les synclinaux et les anticlinaux plus ou moins aigus, plus ou moins déjetés et dégénéralant localement en plis-failles, aucun accident important qui ne soit manifestement produit par les phénomènes de plissements. Nous n'avons donc constaté nulle part de *failles*, telles qu'on les conçoit dans les régions où dominent les accidents radiaux dus directement à la pesanteur, du moins à l'état de dislocations importantes et récentes (il a pu en exister cependant dans la tectonique prétertiaire de la chaîne). Ce qu'on a appelé de ce nom sont, soit des plis-failles, soit des *plans de glissement* des couches, dus à des étirements (l'Échaillon, près Saint-Jean-de-Maurienne, etc.), ou à des chevauchements (voyez fig. 9). Nous saisissons cette occasion pour faire également des réserves sur l'existence des failles signalées par M. Virgilio dans la Vallée-Étroite ; il nous a paru, lors de notre exploration de cette vallée, que la disposition des couches pouvait s'expliquer par des plis anticlinaux faisant réapparaître plusieurs fois les grès houillers.

Les *phénomènes d'étirement et la disparition* de certaines couches sont en rapport intime avec ces plis ; c'est ainsi qu'à Saint-Michel, sur le flanc de l'éventail houiller, la plus grande partie du Trias a disparu par étirement (Faille de Saint-Michel de Lory) (fig. 20), mais on voit ces couches réapparaître graduellement au sud, vers le Galibier (à Valloire, Bonnenuit, etc.) et l'ordre se rétablir ; on observe le même phénomène au nord, vers le col des Encombres, où la série est complète. Les grandes failles de Saint-Jean-de-Maurienne et de Saint-Michel ne doivent être considérées, ainsi qu'il nous serait facile de le montrer, que comme de simples accidents concomitants du plissement alpin. Leur continuation (vers le sud notamment) le fait voir d'une façon évidente, car elles ne tardent pas à se perdre, et la première finit par se confondre avec un contour séparant le Nummulitique de son substratum.

C'est plutôt à la nature plus ou moins plastique des couches soumises à l'effort orogénique qu'à une suite d'affaissements linéaires



Le rôle qu'auraient joué ces failles dans la sédimentation et la répartition des facies nous semble avoir été exagéré autant que leur ancienneté. Nous venons de voir, en effet, que *pour aucun des terrains étudiés, les limites des différents facies, quoique parallèles à la direction générale de la chaîne, ne coïncident exactement avec celles des quatre zones alpines*<sup>1</sup>. Ces lignes de faille ne semblent donc pas remonter, ainsi qu'il a été souvent répété, à une haute antiquité. Ainsi, le Houiller se continue à l'ouest de la faille de Saint-Michel dans la vallée de Belleville, et même à l'ouest de celle de Saint-Jean-de-Maurienne ; le Permien de Modane se rencontre bien à l'ouest aussi de la « faille de Modane » (au Plan-de-Phazy, près de Guillestre), et le facies calcaire du Trias n'est pas non plus limité à la quatrième zone. Les calcaires triasiques moins puissants, il est vrai, se rencontrent dans la deuxième zone (Varbuche, Pas-du-Roc) ; la brèche du Télégraphe elle-même, dont le maximum de développement coïncide parfaitement avec les limites de la troisième zone de Lory, existe à l'état de mince intercalation dans le Lias de la première zone ; le changement de facies n'est donc pas brusque.

#### IV. APERÇU SUR L'HISTOIRE ET LA STRUCTURE DE LA RÉGION DES ALPES FRANÇAISES.

Il s'est produit ces dernières années, dans les études géologiques, une transformation dont l'importance ne saurait avoir échappé à quiconque suit d'un peu près le mouvement scientifique de notre pays. On ne se contente plus de constater, comme autrefois, la nature, l'ordre de succession, l'agencement des roches qui forment

---

fort simple : la tendance au plissement qui domine l'histoire de chaque partie de nos chaînes de montagnes), reconnue du reste depuis longtemps d'une façon implicite par tous ceux qui se sont plus à employer ce terme

<sup>1</sup> Un excellent schéma représentant la distribution des facies dans la région delphino-provençale est dû à M. Haug (*loc. cit.* p. 156). La limite orientale du facies dauphinois du Lias telle qu'elle a été tracée par cet auteur est exacte dans son ensemble, quoique nous voyions apparaître déjà aux environs d'Allevard des indices du facies bréchoïde (briançonnais) considéré comme côtier par notre confrère.

le sous-sol d'une étendue de terrain donnée; on ne se limite plus à en décrire les dislocations à un point de vue purement objectif; on a compris qu'il fallait aller plus loin, qu'il importait de tirer de tous ces documents des conséquences d'une portée plus générale, tant sur la nature et le mode d'action des forces orogéniques que sur l'histoire et la formation des contrées étudiées. Au lieu d'énoncer simplement des faits d'observation, on s'applique à rechercher les liens qui les rattachent les uns aux autres, à remonter plus haut, aux causes qui ont fait que telle ou telle chaîne, telle ou telle région possède aujourd'hui une structure donnée plutôt qu'une autre.

Préciser la durée et définir l'intensité des mouvements lents et progressifs; dater et circonscrire l'effet des dislocations plus énergiques et plus « épisodiques » qui ont motivé cette structure; en établir la succession, le sens, la direction; en noter les effets; se bien rendre compte des phénomènes d'érosion et d'ablation, des émerSIONS, immersions et de l'importance des sédimentations qui ont eu lieu en même temps ou ont alterné avec les manifestations orogéniques; établir les relations de cause à effet qui relie ces *processus* les uns aux autres; dresser en un mot la carte géographique de la région à chaque moment de son histoire, en faire comprendre les transformations et les rapports avec les éléments voisins, telle est la tâche qui incombe au géologue.

La chaîne des Alpes, par exemple, est le produit d'une suite de dislocations, les unes lentes et peu prononcées (exhaussements, ondulations), les autres plus accentuées (plissements, fractures), qui se sont souvent succédé dans les mêmes zones, séparées par des phases d'immersion et de sédimentation ou d'érosion et d'ablation, reprenant et remaniant les mêmes assises. Il s'agit de retrouver les traces de tous ces phénomènes, de les dater et d'en définir l'intensité et c'est à atteindre ce but que doivent contribuer les considérations suivantes.

L'étude des diverses assises qui constituent les chaînes alpines, conduit à constater l'existence d'un certain nombre de *transgressions* et de *discordances*; nous venons de faire connaître quelques observations qui contribuent à éclaircir des phases encore peu étudiées de l'orogénie alpine. On nous excusera de présenter ici un essai de synthèse des résultats qu'ont fournis sur l'histoire et la

structure des Alpes françaises l'examen des différentes assises sédimentaires qui s'y rencontrent, considérées au triple point de vue de leur extension, de leur facies et de leurs rapports mutuels. Les principaux traits de la constitution géologique des Alpes suisses ont été réunis en une intéressante brochure par M. C. Schmidt, professeur à l'Université de Bale<sup>1</sup>; d'un autre côté, M. Diener<sup>2</sup> vient de tenter un essai de ce genre pour l'ensemble des Alpes occidentales. Il nous a paru intéressant de préciser ici quelques-uns des problèmes qui restent à résoudre, de poser nettement quelques-unes des questions dont la solution est particulièrement désirable pour les progrès de la géologie alpine.

a) STRUCTURE GÉNÉRALE DES ALPES ET EN PARTICULIER DES ALPES OCCIDENTALES.

Lorsque l'on jette les yeux sur une carte géologique des Alpes, telle que celle que vient de faire paraître, M. Noé, par exemple, l'ordonnance des divers éléments qui constituent la chaîne apparaît assez nettement.

1° On distingue tout d'abord une *zone centrale* constituée par les *Schistes cristallins*, avec leur cortège de cipolins, d'amphibolites, de serpentines, etc., que percent des roches granitoides et qui portent encore des lambeaux de sédiments paléozoïques (Schistes lustrés, dans les Alpes occidentales; Phyllites, Dévonien, Silurien et Carbonifère marin dans les Alpes autrichiennes) et de Trias à facies variés, suivant qu'on les étudie à l'est ou à l'ouest de la chaîne. Émergeant près de Gratz des sédiments tertiaires du bassin danubien, cet axe central cristallin s'étend sans interruption jusqu'en Piémont, offrant seulement quelques particularités qui n'en troublent que peu la manifeste continuité. Les affleurements paléozoïques affectent à l'est, dans leur disposition, une symétrie assez nette par rapport à l'axe central. C'est ainsi qu'à part quelques parcelles insignifiantes et un massif plus étendu à l'extrémité orientale de la chaîne, là où la zone cristalline s'épanouit à la manière d'un éventail et va disparaître en deux branches sous les sédiments tertiaires (au

<sup>1</sup> *Loc. cit.*

<sup>2</sup> *Loc. cit.*

nord-est et au sud-est de Gratz), ils forment deux bandes allongées dans le sens général de la chaîne : au nord, entre Neustadt et Innsbruck ; au sud, de Klagenfurt à Mauthen et Brixen, par exemple. La distribution du Permien est aussi remarquable : bordant la chaîne centrale au nord (Hopfgarten près Kufstein) et au sud (Botzen-Tarvis), dans les Alpes orientales ; formant des massifs toujours voisins de la bande cristalline (Mals et, au sud, entre Bellagio et Storo), il se présente également dans les Alpes occidentales (Ubaye-Savone), en bordure de cette dernière et des massifs isolés comme les Alpes Maritimes.

Dans les Alpes centrales un accident transversal d'une grande importance (« Judicarienlinie » de M. Suess) constitué par des fractures N.-N.-E. (Storo-Meran) accompagnées des éruptions granitiques et porphyriques de l'Adamello, de Botzen, Meran et des environs N.-E. de Trente, s'étendant sur une longueur de plus de 100 kilomètres, vient troubler un moment la régularité de l'axe ; ce dernier semble avoir été brisé et déjeté à la manière d'une baïonnette. A cet accident se rattache, un peu plus à l'est, l'aire effondrée du Praetigau, et une bande affaissée (« Grabenversenkung »), dont M. Diener a étudié tous les détails, sépare là ce qu'on est convenu d'appeler les Alpes occidentales des Alpes orientales. Aussi, le plan général est-il moins net dans cette région, où la zone cristalline paraît comme morcelée<sup>1</sup>.

Les Alpes françaises correspondent à l'inflexion en arc de cercle de toute la chaîne signalée plus haut. La zone cristalline coïncide sur une certaine longueur avec notre frontière et, au sud du Briançonnais, reste même en dehors de notre territoire. Elle possède ici

---

<sup>1</sup> La continuité réelle de cette zone a été tout dernièrement révoquée en doute par M. Diener, qui a exposé avec beaucoup de talent la tectonique de l'intéressante contrée où se rencontrent les dislocations dont nous venons de parler. Cependant, quoique notre éminent confrère de Vienne ait fait voir que les plis des zones intérieures ne se continuaient pas de part et d'autre de cette région, il a dû admettre la continuité de la zone calcaire externe. Malgré les arguments de M. Diener, la connexité de la zone cristalline des Alpes orientales avec la zone du Mont-Rose semble évidente, même sur la carte schématique qui accompagne son ouvrage. Il y a là une déviation S.-O -N E, oblique à la chaîne, qui a modifié fortement la direction des plis ; si l'on ne peut pas parler de la continuité des lignes tectoniques, on peut en revanche, parfaitement, à notre avis, parler de la continuité de cette zone cristalline.

une structure beaucoup plus simple que dans les massifs centraux des Alpes orientales, simplicité due probablement à ce qu'ici le plissement alpin s'est exercé sur une région qui n'avait pas été, comme d'autres (notre première zone ou zone du Mont-Blanc et certaines parties des Alpes orientales par exemple), le théâtre de fortes dislocations hercyniennes. Une partie semble s'être abîmée sous les plaines du Pô, et c'est ainsi que disparaît, auprès de Coni, cette zone maîtresse du système alpin, dont un coup d'œil sur la carte permet de saisir la remarquable continuité depuis Neustadt en Autriche, jusqu'à Suse et Saluce en Piémont.

2° De chaque côté de cette zone se trouvent *deux zones subalpines symétriques* (Préalpes, Alpes calcaires, chaînes secondaires) :

a. Une *zone interne* (Sesto-Calende (Côme)-Brescia - Vérone) continue de la Save au Tessin, mais qui disparaît à l'ouest de Côme, sans doute par suite d'affaissements, sous les plaines du Pô<sup>1</sup>. Il est probable que, suivant l'inflexion de la zone centrale, elle devait du reste ici décrire un arc de cercle de façon à venir se raccorder à la bordure nord-est de l'Apennin. Au sud-est, cette zone s'éloigne de l'axe cristallin, et ses lignes de dislocations s'infléchissent en éventail du côté de l'Istrie et de la Dalmatie. La structure de cette bande méridionale est assez remarquable : les synclinaux ont une tendance à se déverser vers le sud ; peu serrés, ils possèdent pour la plupart une grande amplitude, et sont fréquemment faillés en gradins, surtout au voisinage de la dépression adriatique (Véronais, etc.). Des éruptions récentes s'y sont en maints endroits manifestées.

b. Une *zone externe*, constituée également par des sédiments mésozoïques et tertiaires, qui sont ici énergiquement plissés, mais plus constante et plus étendue que la précédente. De Vienne au Rhin, par Kufstein, cette zone présente trois bandes bien nettes ; une sous-zone intérieure, la plus rapprochée de l'axe cristallin, est formée de Trias,

---

<sup>1</sup> Cette disparition a pour résultat la structure asymétrique des Alpes occidentales qui doit donc être considérée comme purement accidentelle. Nous voudrions voir insister davantage sur la symétrie générale du système alpin, qui n'a été troublée que par la façon différente dont se sont comportées les régions extérieures ; massifs de résistance, au N. et à l'O — aires d'affaissement, au contraire, du côté de l'Italie

de Jurassique et d'un peu de Tertiaire : et, à l'extérieur, une autre sous-zone constituée principalement par le Flysch, borde la précédente et la sépare d'une bande tout à fait externe de Mollasse miocène. Plus à l'ouest, en Suisse et dans la Savoie, la bande de Flysch se confond avec la sous-zone mésozoïque, tandis que la Mollasse se maintient toujours sur le bord externe (anticlinal de la Mollasse). Cette zone mollassique, avec sa continuation, est la partie la plus récente des Alpes. A partir de Chambéry, elle comprend aussi ses chaînons mésozoïques, dont les synclinaux et les failles présentent encore des lambeaux de Mollasse pincée ; tels le Jura et les chaînes subalpines du Dauphiné ainsi qu'une grande partie des montagnes de la Provence, dernières rides du système alpin. M. Diener vient de montrer comment cette bordure externe peut être décomposée en une série de sous-zones, de faisceaux de plis, ayant chacune, dans une certaine mesure, son individualité propre (comme par exemple la zone du Chablais, le Jura. etc.), et qui se *reliaient* pour ainsi dire, pour constituer cette suite remarquablement constante de chaînes calcaires placées en avant de l'axe cristallin.

Les chaînes extérieures se raccordent parfaitement, près de Bregenz, avec celles des Alpes orientales, pour former, de la Méditerranée à Vienne, une ceinture externe de la chaîne alpine, alors que les zones intérieures semblent fortement déviées.

Dans les Alpes occidentales, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : à partir de Disentis et du Toëdi, apparaît une série de *massifs cristallins* portant les traces de dislocations hercyniennes (antéhouillères, antépermiennes et antétriasiques) traversées par des éruptions granitoïdes, montrant en divers points des lambeaux houillers, permiens, liasiques, et séparés de l'axe cristallin de la chaîne par une bande mésozoïque<sup>1</sup> (Andermatt) qui comprend, au S.-O. de Sion, de vastes affleurements de Houiller continental. Cette bande cristalline, la *première zone alpine* de Lory, qui contient les massifs les plus élevés et les plus imposants des Alpes (le Mont Blanc, la Meije, le Pelvoux), apparaît ainsi en quelque sorte et quelque paradoxal que cela puisse sembler au premier abord, comme un simple accident dans le plan général du système alpin, comme une suite de

---

<sup>1</sup> Zone du Briançonnais de M. Diener.

*fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercynienne*<sup>1</sup>, compris dans la bande secondaire externe et formant en avant de la grande zone cristalline, un premier arc de massifs cristallins.

En effet, à partir du Tœdi, cette zone secondaire septentrionale, jusque-là unique, se divise<sup>2</sup> vers l'ouest en deux bandes qui laissent percer entre elles, comme par une boutonnière, les massifs cristallins de la première zone alpine (Mont-Blanc, Belledonne Pelvoux), pour se rejoindre ensuite dans le Gapençais, puis se séparer de nouveau un moment et laisser place au massif cristallin des Alpes-Maritimes (Mercantour), de même ordre que ceux que nous venons d'énumérer. La zone Coire-Valais Briançon-Savone, que signale sur la carte une traînée d'affleurements triasiques et houillers (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> zones alpines de Lory<sup>3</sup>), n'est donc autre chose qu'une partie isolée des chaînes secondaires bavaoises et autrichiennes qui s'est trouvée ici pincée entre les deux zones cristallines et où s'est exercé le métamorphisme régional ; en même temps la zone du Flysch, qui à l'est formait une bordure externe régulière au nord des chaînes mésozoïques continue à se maintenir, quoique moins distincte, au nord de la zone subalpine et de ses enclaves cristallines (première zone), tandis qu'à partir de Moûtiers en Tarentaise et de la Maurienne, une nouvelle bande de Flysch, très nette et très développée, vient se placer entre ces dernières et l'axe cristallin central, forme la deuxième zone alpine de Lory, entoure au S. et au S.-O. le Pelvoux de ses accumulations détritiques, acquiert dans les Basses-Alpes un grand développe-

<sup>1</sup> Telle est aussi l'opinion de M. C. Schmidt, *loc cit* p. 85, qui a mis en lumière avec beaucoup de netteté l'analogie que devait présenter la partie externe de nos Alpes avec le reste de la chaîne variscique (hercynienne) à l'époque carbonifère.

<sup>2</sup> Cette division des chaînes extérieures à partir du Prättigau est bien nette sur les schémas de M. Diener. A l'Est de cette région, comme il n'y a plus de première zone, la Zone du Briançonnais se confond avec les chaînes du Rhätikon et du Lech.

<sup>3</sup> Lory, puis M. Diener ont insisté sur la continuité parfaite de cette zone depuis le Rhin antérieur, par le col de Greina, le col Ferret, Briançon, le col de l'Argentière, le bord des Alpes Maritimes, jusqu'en Ligurie. Dans la Maurienne, où cette bande s'élargit, Lory avait distingué les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> zones, qui ne sont distinctes que sur une petite longueur et doivent leur existence à l'amplitude de l'anticlinal houiller en éventail, auquel succède, à l'ouest, un synclinal de Nummulitique et de dépôts mésozoïques

ment et se continue avec la zone secondaire vers la Méditerranée, enclavant la boutonnière cristalline des Alpes maritimes et du Mercantour.

La première zone alpine de Lory peut donc n'être considérée que comme une annexe s'intercalant dans la zone subalpine externe de Disentis à Tende, en une série de massifs, sorte de chapelet, dans l'intervalle desquels les deux sous-zones secondaires se confondent à plusieurs reprises dans les environs de Louèche (Leuk)-Sion et de Chorges-Barcelonnette<sup>1</sup>. Les mouvements orogéniques les plus récents (fin du Miocène, Pliocène) semblent s'être manifestés dans la bande externe seulement, la zone interne de ces deux séries de chaînes calcaires n'ayant subi probablement que des plissements datant du milieu des temps tertiaires.

C'est au fait de s'être trouvées refoulées entre les massifs de la zone centrale et les môles anciens (Vorland), bourrelets déjà plissés extérieurs au système alpin, tels que le massif de la Bohême, la Forêt-Noire et les Vosges, la Serre, le Plateau-Central de la France, les Cévennes et les Maures, que les zones secondaires externes des

<sup>1</sup> M. Diener (*loc. cit.* p. 27) considère les montagnes situées entre Gap et Digne comme la continuation des chaînes subalpines du Dauphiné. Nous ne partageons pas sa manière de voir. Les montagnes de Digne et de Gap ne correspondant en aucune façon à celles du Vercors et de la Grande-Chartreuse, par exemple, sont, sauf les chaînons tout extérieurs de la montagne de Lure, les anticlinaux mollassiques du bassin de Champcerrier et de Tanaron, d'âge plus ancien que les chaînons post-mollassiques précités et présentent des traces très nettes de dislocations préoligocènes appartenant à une zone interne des chaînes secondaires, bien distincte par la direction de ses dislocations. Les dépôts de la Mollasse ont ompiété sur cette zone déjà plissée et faillée (Auribeau, Saint Estève, Tanaron) et ont été redressés plus tard par le mouvement subalpin qui n'a néanmoins pas pu complètement effacer la trace des plissements précédents. La continuation de cette zone pré-mollassique vers l'Isère ou vers Chorges et l'Embrunais n'a point encore été étudiée.

Si la disposition générale de cette suite de ceintures qui reflètent les contours des massifs cristallins du Pelvoux et des Alpes Maritimes est bien connue, il n'en est pas de même de l'allure particulière des plissements qui la composent. Quel est l'agencement de ces plis, de ces plis failles et des lignes de refoulement qui s'y font remarquer ? Comment se rencontrent les dislocations d'âge différent et comment s'associent et se groupent en virgations les plis marginaux du Pelvoux et du Mercantour ? C'est là le sujet de recherches d'un haut intérêt que nous comptons entreprendre dès maintenant avec notre savant confrère M. Haug.

Alpes doivent leur constitution si compliquée et les nombreux accidents (plis couchés, etc.), qui témoignent d'une poussée intense émanant de la zone centrale et dirigée vers la bordure externe (N.-N.-O. et O). C'est dans la disposition des éléments constituant les chaînes subalpines que se décèle ainsi avec le plus de netteté cette influence des massifs anciens que l'on pourrait qualifier d'*influence hercynienne*, comme aussi d'autre part les masses hercyniennes déjà plissées de la zone du Mont-Blanc ont, lorsque sont venus les mouvements alpins, qui les ont disloquées à nouveau, exercé une action décisive sur la direction des diverses zones du nouveau système. (Système alpin).

Entre Vienne et Constance, par exemple, les plissements subalpins sont à peu près parallèles au bord du massif de la Bohême. Le Jura représente un axe extérieur de plis subalpins s'écartant un moment du faisceau ; déviés par le petit massif de la Serre <sup>1</sup>, ils viennent, à Brugg (Argovie), s'écraser contre la terminaison méridionale de la Forêt-Noire (Pli couché du Boetzberg). Enfin, dans la région delphino-provençale, nous avons fait ressortir la façon frappante dont les dislocations récentes se sont pour ainsi dire adaptées aux contours anciens du Plateau-Central et des Maures (*Ann. des Sciences géologiques*, t. XX).

Pour les chaînes secondaires de la bande interne méridionale (zone subalpine interne) il en est tout autrement. Au sud, dans le Bellunais, la Lombardie, le Véronais, l'allure qu'affectent les éléments de la zone secondaire est tout autre. De vastes plis d'une grande amplitude, morcelés et décomposés en gradins par des failles, témoignent d'un refoulement moins intense, de l'absence de môles rigides, comparables aux massifs hercyniens, qui ont donné à la zone subalpine externe son caractère spécial et, comme l'a si bien fait voir M. Suess, d'un affaissement considérable du sol autour de l'emplacement actuel de l'Adriatique. Ces fractures et ces flexures du Bellunais vont en effet à l'est quitter la direction alpine et s'incurver

---

<sup>1</sup> Dont la présence a probablement causé les curieux refoulements étudiés par M. Bertrand aux environs de Besançon, dont nous venons, du reste, avec notre confrère M. Haug, de constater la continuation vers le N. E. à Mouthier (Doubs). — Note ajoutée pendant l'impression.

vers le S.-S.-E (Dalmatie), suivant le contour adriatique et méritant la dénomination de « périadriatiques » qu'on leur a quelquefois appliquée.

b) LA ZONE DU BRIANÇONNAIS

Ce qui précède permettra de se rendre compte de la situation qu'occupe dans le système alpin la zone du Briançonnais à laquelle est consacrée la première partie de ces notes.

Lory et M. Diener ont reconnu dans les Alpes occidentales un certain nombre de bandes parallèles, dont chacune se distingue des autres par un ensemble de caractères, ayant trait tant à l'allure des assises qui les forment, qu'au nombre et à la nature des efforts orogéniques qu'elles ont subis. Ce sont, en allant dans l'intérieur de la chaîne (frontière italienne) vers l'extérieur :

- |                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| CHAÎNES ALPINES<br>proprement dites | } | 1. Zone du Mont-Rose (4 <sup>e</sup> Zone alpine de Lory).  |
|                                     | } | 2. Zone du Briançonnais (3 <sup>e</sup> et 2 <sup>e</sup> Zones alpines de Lory).                               |
|                                     | } | 3. Zone du Mont-Blanc (1 <sup>re</sup> Zone alpine de Lory).  |
| CHAÎNES<br>extérieures              | } | 4. Zone des chaînes subalpines, se décomposant vers le nord en : Zone du Chablais ; Zone de la Mollasse ; Jura. |

Voici, d'abord, en gros, et sans tenir compte des accidents secondaires, la disposition schématique des couches dans les zones alpines que l'on traverse en remontant la vallée de l'Arc entre Épicrre et sa source :

a. — (1<sup>re</sup> zone). *Anticlinaux* cristallins. ( — s'atténuant et disparaissant au sud du Pelvoux, réapparaissant dans les Alpes maritimes (Mercantour). Entre ces deux massifs, la région de l'Embrunais et de Barcelonnette montre une structure très compliquée sous le manteau de Flysch qui la recouvre).

- |                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
| b. — Zone du<br>BRIANÇONNAIS | } | 2. <i>Synclinal nummulitique</i> . — De chaque côté apparaissent des assises plus anciennes avec petits plis anticlinaux secondaires. [Saint Jean, Moutiers (Savoie), Montricher, le Lautaret, Vallouise, Saint Paul, Lauzanic (Basses Alpes).] |
|                              | } | 3. <i>Anticlinal</i> en éventail (3 <sup>e</sup> zone) du Houiller, flanqué de Mésozoïque de chaque côté. Il continue vers le sud, mais isoclinal et sans laisser voir le Houiller (Haute-Ubaye).   |
|                              | } | 4. <i>Synclinal</i> des environs de Modane, Névache, Briançon, Queyras, Haute Ubaye, à calcaires triasiques dominants.  |

c. — *Anticlinal* du Mont-Cenis, Queyras, Col du Longet; Schistes lustrés et cristallins (4<sup>e</sup> zone de Lory, zone du Mont Rose).

Quelques mots sur chacune de ces zones, sur chacun de ces « fuseaux de plis » :

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la zone du Mont-Blanc, mais il est opportun d'insister ici sur l'intérêt que présente la partie du bassin de la Durance située entre les massifs du Pelvoux et des Alpes maritimes<sup>1</sup>. La première zone, quoique n'existant plus ici en tant que zone cristalline, semble accusée par la présence de dislocations et de refoulements formidables, qui font certainement des environs de Méolans et du Morgon une des régions les plus disloquées et les plus intéressantes des Alpes françaises. Les chaînes extérieures des environs de Digne et la zone du Briançonnais, que traversent la Haute-Ubaye et le Guil, sont ici séparées par une zone également formée de dépôts mésozoïques et nummulitiques, mais très tourmentée. Les refoulements paraissent avoir atteint leur maximum d'intensité dans la vallée de Barcelonnette, où les séries renversées du versant nord des Siolanes et celles du Chapeau-de-Gendarme témoignent d'actions dynamiques particulièrement énergiques. Les assises secondaires seules, puis plus tard les assises secondaires et leur recouvrement nummulitique, semblent avoir été refoulées et plissées entre les trois masses cristallines du Pelvoux, du Mercantour et de Coni et forment une suite de plis contournés dont l'étude a été ébauchée par M. Goret et que nous avons commencé à suivre de près. D'un seul côté seulement, vers l'ouest, aucun môle cristallin n'opposait de résistance à la propagation de l'effort orogénique ; c'est de ce côté que se sont déversées en vastes plis isoclinaux les assises sédimentaires, ainsi que le montre la disposition du Nummulitique aux environs du Laverçq et de Seyne<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Le petit bombement de schistes à sérécite de Remollon (Hautes-Alpes), décrit par M. Haug (*thèse p. 14*), peut être considéré, ainsi que l'a fait cet auteur, comme appartenant à la première zone alpine et reliant le Pelvoux aux Alpes Maritimes.

<sup>2</sup> Il est facile, à l'aide de la carte géologique au 200/1000<sup>e</sup>, qui est jointe au mémoire de M. Haug, de se rendre compte de ce déversement vers l'ouest des plis de la première zone alpine ; par exemple, entre Espinasse, Tanaron, Astoin, Bayons, où un vaste ensemble de couches (pli-faille inverse couché) a été refoulé *en masse*

Examinons maintenant la zone du Briançonnais.

Entre Moûtiers et Saint Jean-de-Maurienne, c'est à-dire entre les vallées de l'Isère et de l'Arc, se trouve un massif montagneux d'une altitude moyenne de 2500 mètres (le Grand Coin 2593 mètres, les Aiguilles de la Grande-Moënda, Pointe de Varbuche 2708 mètres), qui contribue à former la ligne de partage des eaux entre la Maurienne et la Tarentaise. Deux cols, celui de Varbuche (2401 mètres) et le col du Bonnet-du-Prêtre (de la Platière ou Pas-de-Roche de la carte d'État-Major) permettent de traverser ces montagnes et aussi d'en étudier plus facilement la constitution géologique. La coupe (fig. 9) que nous avons relevée en fait voir clairement la structure. Dans la vallée de l'Arc, le profil de la montagne des Têtes (Roc de Beaumont) avec ses hardis plis isoclinaux, couchés vers l'ouest, montre trois anticlinaux triasiques et complète heureusement notre coupe en montrant la nature uniquement tangentielle de l'effort orogénique.

Les couches nummulitiques sont disposées en synclinal de Moûtiers jusqu'au col de Larche (ce synclinal est isoclinal de Moûtiers à Vallouise, puis normal plus au sud (Col de Vars, Saint-Paul). On les suit facilement de Moûtiers à Vallouise par Varbuche, Vilarclément, Montricher, la Grande-Chible, les Aiguilles d'Arve, le Galibier, le Lautaret et le col de la Pisse. La zone nummulitique gagne alors l'Ubaye, par Saint-Clément et le col de Vars; Saint-Paul occupe à peu près le fond d'un synclinal de Flysch. La largeur de la bande tertiaire est donnée dans cette région, par la distance qui sépare Jausiers de Castellet. Elle se continue alors et gagne le col de Larche et le Lauzanier.

---

sur les chaînes subalpines, de façon qu'en de nombreux points, le Trias vient reposer sur le Jurassique et même sur le Tertiaire (environs de Saint Geniez) déjà disloqués une première fois. Plus au sud, ces accidents semblent se continuer par le Cousson et Chabrières, vers Castellane. Il y a donc eu dans cette région, à la fin de l'époque tertiaire, une puissante manifestation orogénique, qui est venue masquer en partie les plissements préexistants en occasionnant le recouvrement. Notre confrère a décrit avec une grande netteté le contour occidental de ce colossal lambeau de refoulement. Quoique sa manière d'envisager ces dislocations ne soit pas tout à fait d'accord avec l'explication que nous venons de donner, les coupes que contient la remarquable thèse de M. Haug mettent cependant bien en lumière le refoulement d'ensemble venant de l'est.

Revenons en Maurienne

La vallée de l'Arc <sup>1</sup>, entre La Chambre et Modane, nous montre deux séries de plis isoclinaux disposés symétriquement par rapport à l'anticlinal houiller de la troisième zone; de La Chambre à Saint-Michel, les isoclinaux couchés vers l'ouest, pendent vers l'est; nous venons de les décrire; puis vient, à l'est de la Montagne-des-Têtes, le bombement houiller et, à Modane, des isoclinaux pendent vers l'ouest (Vallée-Étroite, etc.). Le terrain houiller forme l'axe d'un vaste anticlinal <sup>2</sup> d'abord en éventail (Maurienne), puis s'atténuant vers le sud et disparaissant à la latitude de Briançon pour n'être plus indiqué, dans la haute vallée de l'Ubaye, que par une voûte de quartzites triasiques (La Barge).

On arrive vite à la conclusion que les massifs triasiques des Rochilles et du Thabor représentent une suite de synclinaux accidentant l'anticlinal houiller de la troisième zone alpine et permettant de se rendre compte de la nature essentiellement tangentielle des mouvements (plis) qui ont donné naissance aux zones alpines. La structure du massif du Mont-Thabor, — à laquelle prennent part : 1° les grès houillers (col de la Vallée-Étroite); 2° les phyllites verts, feldspathiques du Permien (Vallée-Étroite); 3° les quartzites triasiques; 4° une mince assise de gypses et de cargueules; 5° les calcaires dolomitiques fossilifères du sommet, rapportés au Crétacé par MM. Portis, Piolti et Virgilio sur la foi d'empreintes de *Cylindrites* et que malgré l'absence de tout fossile déterminable nous attribuons au Trias (v. plus haut) — en particulier, permet d'étudier l'allure de cette zone. Au fond de la vallée de Névache, en amont du torrent de Brune, l'*anticlinal formé par les grès houillers est très visible*.

Dans les Hautes-Alpes, à l'Argentière, le terrain houiller apparaît encore et l'on y reconnaît également les restes d'un bombement anticlinal séparé des calcaires triasiques par des failles, ainsi qu'il résulte de profils relevés par M. Küss, ingénieur des Mines, puis par nous-même.

Plus au sud, dans la vallée du Guil, entre Guillestre et Château-

<sup>1</sup> Voyez Lory, Course à Saint Jean de Maurienne, *B. S. G. F.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XXIII, pl. XV.

<sup>2</sup> Favre, *loc. cit.*

Queyras, le Houiller n'apparaît plus dans cette troisième zone : les porphyrites de Guillestre se montrant sous les quartzites forment la roche la plus ancienne qui affleure entre Guillestre et Château-Queyras ; en effet, à l'entrée des Gorges du Guil, entre Guillestre et la Maison-du-Roy, on observe nettement sous la masse calcaire, une voûte régulière de quartzites triasiques, dont le centre est occupé par une masse de porphyrites d'un brun-violacé. Le Cristillan traverse également la troisième zone entre Ceillac et la Maison-du-Roy ; là aussi les anticlinaux ne font apparaître que les quartzites (L'Adroit de l'Aval, cote 2643, etc.) ; les synclinaux sont jalonnés, dans le bas Queyras, par les affleurements de calcaires du Jurassique supérieur (Pic de Guillestre, carrière en aval de Veyer, etc., etc.).

Enfin, dans la partie tout à fait méridionale de notre champ d'études, dans la vallée de la Haute-Ubaye, sur la feuille Larche de la Carte de l'État-Major, les divers affleurements forment une série de bandes parallèles dirigées S.-E.-N.-O. et traversant en biais la partie française de la feuille. Ces bandes doivent leur existence à une suite de plis qui ont la même direction : à partir de Saint-Paul, vers le N.-E., la vallée de l'Ubaye traverse une longue série de *plis isoclinaux couchés vers le N. E.* (pendage par conséquent S.-O.), souvent étirés et rompus, tandis qu'au S.-O. du synclinal nummulitique de Saint-Paul, les plis sont au contraire couchés *en sens inverse* des précédents. De petits synclinaux offrent, dans les environs du col La Noire, entre les bergeries et le lac du Paroird, au milieu des Schistes lustrés, des affleurements restreints de quartzites, avec un noyau de calcaire dolomitique réduit fréquemment à une véritable brèche (fig. 1-3). Plus en aval, les Schistes lustrés apparaissent en étroits anticlinaux, au milieu des calcaires, entre Maljasset et la Barge, ainsi qu'au Vallon-Clos <sup>1</sup>.

La position des plis indiquée plus haut dans la vallée de l'Arc se retrouve donc dans la vallée de l'Ubaye, symétriquement à l'axe du synclinal nummulitique de Saint Paul.

---

<sup>1</sup> Notre confrère, M. F. Arnaud de Barcelonnette, a bien voulu nous accompagner dans cette région et nous a procuré plus d'un précieux renseignement : nous le prions de recevoir nos remerciements les plus sincères pour son aimable concours

## c) ESQUISSE D'UNE HISTOIRE OROGÉNIQUE DES ALPES FRANÇAISES.

Après avoir indiqué les nouvelles données que nous ont fournies nos récentes explorations, il peut être utile de résumer l'état de nos connaissances sur la formation successive et progressive des éléments de la zone de plissements qui constitue les Alpes occidentales. Nous attirerons tout spécialement l'attention sur les phénomènes qui se sont produits dans cette région pendant la période secondaire et au début de la période tertiaire.

En résumé, on peut dire que l'histoire de nos Alpes françaises, bien qu'encore incomplète, comprend les phases suivantes :

1° *Mouvements paléozoïques*, accentués seulement dans la première zone alpine (Belledonne); ailleurs, simple exhaussement préparant le continent qui fournit plus tard les matériaux du terrain houiller. — Les documents nous manquent pour émettre aucune hypothèse sur l'état du champ actuel de nos études pendant la période paléozoïque. L'absence de tout dépôt fossilifère de cette époque semble démontrer qu'il y avait là, pendant la dernière partie, au moins, des terrains primaires<sup>1</sup>, une terre émergée, notion que vient encore confirmer l'existence, dans la Tarentaise, l'Isère et dans le Briançonnais, de formations carbonifères d'origine continentale.

M. Diener semble (*loc. cit.*, p. 208) peu disposé à admettre des plissements antéhouillers; les discordances observées peuvent toutes, d'après lui, être expliquées par la simple transgression du terrain houiller. Nous ferons observer que la nature continentale des dépôts anthraxifères implique en quelque sorte des mouvements du sol ayant exondé la région alpine. Ce fait pourrait, il est vrai, s'expliquer par un retrait des eaux, si notre hypothèse ne venait à être confirmée par les observations de Lory, qui a lui-même maintes fois fait ressortir la discordance du terrain houiller sur les couches plus anciennes, discordance généralement peu accentuée<sup>2</sup>, mais qui n'est pas moins un

---

<sup>1</sup> Une partie de ces sédiments, transformés par le dynamométamorphisme, peut être représentée dans les massifs centraux par des schistes considérés jusqu'à présent comme faisant partie du terrain primitif.

<sup>2</sup> Comme il s'agit ici de discordances très anciennes et que la région a été depuis

fait acquis à la science <sup>1</sup>. M. Michel Lévy vient du reste encore d'en rappeler l'évidence dans les environs du Mont-Blanc. Comment du reste expliquer l'immense accumulation de produits détritiques <sup>2</sup> que présentent les dépôts houillers des Alpes, si aucun relief préexistant ne donnait prise aux effets de l'érosion torrentielle ?

S'il n'y a pas de raison probante pour proclamer l'existence d'une période intense de dislocations précambriennes, nous croyons que les éléments dont nous disposons donnent d'ores et déjà le droit de supposer que des plissements paléozoïques (peu énergiques peut-être) ont affecté, avant l'époque houillère, une bonne partie de la région alpine et notamment la première zone. La direction et le sens de ces anciens plissements méritent d'être précisés par les études de détail qui déjà ont été entreprises dans la première zone du Mont-Blanc.

Nous arrivons maintenant aux trois phases de plissements (permienne, crétacée, tertiaire), admises par M. Diener et qui ne représentent, comme nous essayons de le montrer, que des étapes dans une longue suite de phénomènes du même genre.

2° *Mouvements posthouillers et permien*, attestés, surtout dans la première zone, par la discordance du Trias [Peychagnard près la Mure, par exemple, et environs de Saint-Gervais (Haute-Savoie)] ou du Lias sur le Houiller. Il est superflu d'insister encore sur la nécessité d'admettre une phase de plissement datant du Houiller supérieur ou du Permien inférieur pour la zone du Mont-Blanc, comme l'a du reste reconnu M. Diener, qui en a donné une démonstration fort complète <sup>3</sup>. Ces dislocations si nettes dans la première zone ne semblent pas s'être fait sentir dans la zone du Mont-Rose ou dans celle du Briançonnais, où une parfaite concordance relie toutes les assises.

le théâtre de dislocations nombreuses et intenses, la netteté de ces discordances a dû être en maints endroits singulièrement altérée par les mouvements subséquents. Cela explique les difficultés qu'a éprouvées Lory à en retrouver les traces.

<sup>1</sup> La discordance entre le terrain houiller et les terrains cristallophylliens est la seule observable dans le massif de Pormenaz (Haute-Savoie). *Communication inédite de M. Michel Lévy.*

<sup>2</sup> Il est du reste bien connu qu'une grande partie des éléments de ces formations houillères sont empruntés aux massifs cristallins des Alpes

<sup>3</sup> *Loc. cit.* pp. 190 et suiv. V. aussi Haug, *Thèse*, pp. 189.

Remarquons toutefois que les mouvements houillers et permien ont laissé des traces nombreuses dans les Alpes orientales<sup>1</sup>.

### 3° *Mouvements de la période secondaire.*

De la nature lagunaire du Trias des environs de Digne, il est permis de conclure que la mer était peu profonde dans cette partie de la Haute-Provence au début des temps secondaires. C'est à ce moment que les eaux vinrent recouvrir en transgression une partie des zones alpines déjà plissées; et l'on peut attribuer à cette submersion d'une région déjà disloquée le caractère littoral, clastique et grossier des premiers sédiments triasiques<sup>2</sup>.

Pendant la période liasique, la mer devint de plus en plus profonde, les sédiments de plus en plus vaseux et la faune moins côtière; il est probable que les eaux communiquaient à cette époque et surtout pendant le dépôt de l'Oxfordien à partir duquel s'accrut, dans notre région, le facies alpin, avec le versant oriental des Alpes, quoique les brèches à débris de dolomies du Trias, si fréquentes (Brèches du Télégraphe; v. plus haut) dans le Lias des chaînes intérieures, constituent une forte présomption en faveur de reliefs peu étendus, battus par les flots et devant leur existence soit à des mouvements orogéniques, soit à un simple abaissement du niveau des mers. Cette dernière hypothèse nous paraît toutefois peu admissible, le Lias s'étant étendu ailleurs en transgressivité sur des régions que n'avait probablement pas recouvertes le Trias. Nous rappelons que nous avons été amené à admettre l'existence probable d'îlots émergés, mais restreints à la fin de la période jurassique (superposition discordante du Crétacé supérieur au Jurassique supérieur (*vide* Lory) dans la partie E. du Dévoluy<sup>3</sup>, existence au voisinage des Hautes-Alpes cottiennes et maritimes

<sup>1</sup> F. Frech, *Über Bau und Entstehung der Carnischen Alpen. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges.*, 1887, p. 760.

<sup>2</sup> M. Haug considère comme probable l'émergence du massif du Pelvoux à l'époque triasique (*loc. cit.*, p. 189); nous formulerons à ce sujet de sérieuses réserves.

<sup>3</sup> La discordance citée par Lory, dans le massif du Dévoluy, entre le Jurassique supérieur et la Craie supérieure, est un fait également isolé et qu'il conviendrait de mettre en lumière en s'assurant que nous n'avons pas là affaire à un simple contact mécanique. — Ayant appris que, dans les derniers temps de sa vie, Lory avait exprimé quelques doutes au sujet de cette discordance citée encore récemment par plusieurs auteurs (Haug, *loc. cit.* p. 150, etc.), nous nous sommes rendu dernière-

du facies amygdalaire (Guillestre) et coralligène (Barcelonnette, Argentera, du Jurassique supérieur) et que nous avons cru devoir attirer l'attention sur cette phase orogénique d'ailleurs encore peu étudiée où les mouvements semblent avoir été faibles, s'être bornés à l'émergence d'îlots, et paraissent avoir été en relation avec les transgressions liasique, jurassique supérieure et cénomanienne.

Ces massifs centraux sont-ils restés constamment émergés pendant la période secondaire? Les travaux de M. Lory et l'absence du facies véritablement côtier dans une grande portion des dépôts jurassiques et crétacés inférieurs alpins portent à croire qu'ils ont été recouverts par une partie au moins des dépôts mésozoïques. Toutefois, ils ont dû recommencer à se plisser à une époque assez reculée et la transgression du Malm aux environs de Guillestre semble prouver qu'il y a eu là des mouvements du sol après le Trias et avant le Jurassique<sup>1</sup>. M. Zaccagna a figuré sur sa carte des Alpes occidentales des lambeaux crétacés qui semblent directement appuyés sur le Trias aux environs de l'Argentière et de Vinadio. M. Portis<sup>2</sup> indique dans la même contrée des couches à Hippurites, reposant en discordance sur le Jurassique, et la série secondaire, continue dans les chaînes subalpines, est parfois incomplète dans les massifs intérieurs (« chaînes alpines, Lory ») comme près de Guillestre. Quoi qu'il en soit à cet égard, il est certain que les zones cristallines des Alpes maritimes, du Viso, du Pelvoux sont de formation antérieure à celle des chaînes subalpines qui n'étaient alors pas même ébauchées.

Le Jurassique supérieur a-t-il existé à l'emplacement actuel de la première zone, dans le massif du Pelvoux par exemple? Rien dans la nature des calcaires tithoniques des massifs de la Chartreuse et du

ment au col du Noyer, où ce savant avait indiqué la superposition anormale et discordante du Sénonien sur le Jurassique. Il nous a été possible de constater que, non seulement il n'existe pas de discordance en ce point, mais que la série entière des assises intermédiaires entre le Malm et le Crétacé supérieur y est développée. L'erreur de Lory est due à un effet de perspective. — *Les preuves de dislocations énergiques postjurassiques antésénoniennes dans la partie française des Alpes occidentales font donc jusqu'à présent totalement défaut.* — (Note ajoutée pendant l'impression).

<sup>1</sup> M. Haug (*loc. cit.* p. 111) admet aussi, pour des raisons théoriques, l'existence d'une lacune entre le Tithonique et le Lias, à l'est de Guillestre

<sup>2</sup> Portis. — *Sui terreni stratificati di Argentera (Valle della Stura de Cuneo).*

Trièves, si voisins de cette zone, n'indique un facies spécialement littoral, et nous sommes réduits à des conjectures jusqu'au jour où l'on découvrira peut-être des fragments remaniés du Malm dans quelque dépôt tertiaire ou quaternaire de l'Oisans<sup>1</sup>. Il en est à peu près de même pour le Crétacé<sup>2</sup> : l'Urgonien du massif de la Chartreuse, par exemple, ne présente, lorsqu'on se rapproche de la 1<sup>re</sup> zone, aucune modification de facies, et s'il existait là un cordon littoral, il devrait se trouver à l'est de la limite actuelle des chaînes subalpines<sup>3</sup>.

4° *Mouvements* réduisant le domaine de la mer au golfe nummulitique, plus accentués vers le sud, où de nombreuses discordances les attestent (v. plus haut). Ils ont été suivis de près par la transgression nummulitique. Nous avons insisté déjà sur la nécessité de supposer la production de mouvements orogéniques entre le Sénonien et le Nummulitique pour expliquer le changement si considérable qui se fit

<sup>1</sup> On a vu plus haut que nous venons de découvrir un affleurement lithonique dans le massif du Galibier, c'est-à-dire à peu de distance des montagnes de l'Oisans.

<sup>2</sup> Le lambeau crétacé du Chaberton, sur lequel M. Diener a de nouveau attiré l'attention, mériterait d'être étudié avec le plus grand soin et pourrait, si son existence se confirme, nous renseigner sur ce qui s'est passé dans les chaînes intérieures pendant la période crétacée.

<sup>3</sup> Dans un récent mémoire de M. de Margerie. *Note sur la structure des Corbières*. Paris, 1890 (*Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 17 (t II), p. 85), se trouve exprimée l'opinion suivante : « On pourrait peut-être conclure de là que la chaîne pyrénéo provençale existait déjà pendant l'ère secondaire, en barrant, du côté du sud, la mer qui recouvrait la Provence, la vallée du Rhône, le Languedoc et les Petites-Pyrénées. » Nous croyons devoir formuler quelques réserves. Une similitude frappante de facies a été observée, notamment entre le Lias à « facies espagnol » du Var et celui du Nord-Est de l'Espagne et aussi entre le Sénonien et le Danien des deux versants des Pyrénées, comme aussi entre le Tithonique de l'Andalousie et celui de la région delphino-provençale. Il en est de même pour le Néocomien, surtout depuis que M. R. Nicklès nous l'a fait connaître. Ces faits ne permettent pas d'accepter, sans preuves tout à fait décisives, la manière de voir de M. de Margerie, toute séduisante qu'elle nous paraisse. Il est probable que l'axe pyrénéo-provençal était indiqué comme celui des Alpes, par une suite d'îlots émergés et non par un relief continu. Ce n'est qu'à l'époque de la Craie supérieure que la nature lacustre du Danien provençal peut autoriser à admettre l'existence d'une *barrière émergée* rattachant les Maures à l'axe pyrénéen.

à ce moment dans l'extension du domaine maritime <sup>1</sup>. Ces mouvements, plus prononcés dans les Basses-Alpes, où une discordance très accentuée (Roche-Close, près Seyne) (fig. 17) entre le Sénonien et le Nummulitique en met l'existence hors de doute, ont eu pour résultat de limiter étroitement le bassin nummulitique marin, en dehors duquel (chaînes subalpines) ne se déposèrent, avant l'Helvétien, que des sédiments lacustres ou saumâtres.

Ces dislocations ont été suivies d'une *érosion* très puissante, dont il est facile de se rendre compte lorsqu'on étudie le substratum du Nummulitique et que l'on reconstitue avec ces documents le relief postsénonien de la contrée. Les traces de cette importante phase orogénique sont surtout visibles en Savoie, dans l'Embrunais, le bassin de l'Ubaye et les environs de Clumanc (Basses-Alpes). Il est probable aussi qu'à ce moment le massif du Pelvoux subit de fortes poussées (transgression du Nummulitique sur les bords du massif). Ces dislocations antéaquitaniennes, mises récemment en relief avec beaucoup de talent par M. Haug (p. 135 et 182), ont été reconnues également par nous dans la partie nord-est du massif de Lure. Remarquons qu'à la même époque se produisaient en Andalousie, dans la chaîne bétique, des phénomènes absolument comparables et très accentués <sup>2</sup>.

5° Nous avons montré qu'il était possible de distinguer parmi les *mouvements postnummulitiques* plusieurs phases orogéniques.

a) Formation de plis et de failles n'affectant pas la Mollasse et qui ont dû se produire avant le dépôt de la mollasse helvétique (N. des Basses-Alpes, environs de Saint-Geniez). Ces mouvements n'ont pas encore été mis en évidence dans d'autres parties de la chaîne <sup>3</sup>. L'époque

<sup>1</sup> (Kilian, *Mont-de-Lure*, p. 408). M. Haug vient de rendre plus évidente encore, par de nouvelles observations, la nécessité d'admettre que la formation d'un bassin nummulitique alpin, séparé de la zone lacustre subalpine, impliquait la production de mouvements et de dislocations à une époque comprise entre le Crétacé supérieur et le Nummulitique.

<sup>2</sup> Bertrand et Kilian. *Mission d'Andalousie. Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga (Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, t. XXX)*.

<sup>3</sup> La Mollasse marine et le Nummulitique, ayant des aires de distribution fort

miocène (helvétique) fut probablement précédée ensuite dans la zone Digne-Gap, par une phase de dislocations qui affectent le Nummulitique et la mollasse oligocène <sup>1</sup>, mais n'ont été recouvertes qu'après coup par le manteau mollassique (Saint-Geniez, à l'est de Sisteron), lui-même relevé plus tard. Cette phase antéhelvétique, dont les effets n'ont pas encore été signalés au nord de Veynes, est encore fort peu étudiée. Elle correspond à l'époque *langhienne* qui a été, comme on sait, marquée par l'amplitude du mouvement de retrait des eaux dans nos régions.

Au surplus, le facies littoral de la Mollasse helvétique dans les régions subalpines aux environs de Grenoble, par exemple, et les quantités de cailloux alpins et nummulitiques qu'elle renferme impliquent l'existence d'un fort relief alpin <sup>2</sup>, au début de l'époque helvétique.

La mer est rejetée sur la bordure externe des Alpes (transgression helvétique).

Après ces dislocations, qui ont été plus accentuées encore dans d'autres chaînes du système alpin, dans la chaîne bétique et les Pyrénées par exemple, survint la mer de la Mollasse, qui s'étendit dans la montagne de Lure jusqu'au pied de l'Anticlinal du Nord, où des lambeaux nous en ont été conservés (Montbrun, Montfroc, Châteauneuf-Miravail) et en couvrit l'extrémité orientale (Abros). A une première phase où se déposèrent des mollasses riches en fossiles marins, succéda une période de retrait; des conglomérats côtiers s'accumulèrent sur la bordure du massif alpin, transformé en littoral; des bancs d'huîtres (*Ostrea crassissima*) s'établirent dans les moments d'accalmie. Pendant le Miocène supérieur, la mer se retira tout à fait; les eaux se

différentes, ne se rencontrent en superposition qu'en Dévoluy. L'étude de ce massif entreprise depuis peu par M. Pierre Lory nous fournira sans doute d'intéressants détails sur les relations de ces deux systèmes.

<sup>1</sup> Ces dislocations sont décelées par l'irrégularité des contours qui délimitent la Mollasse rouge oligocène aux environs de Saint-Geniez, par son absence fréquente et par sa répartition. Elle semble avoir été ployée et érodée avant le dépôt de la Mollasse helvétique, qui en recouvre en transgression les lambeaux.

<sup>2</sup> On doit aussi à M. Schmidt (*loc. cit.* p. 41) d'avoir montré les rapports du plissement postnummulitique (préhelvétique) des Alpes avec la phase orogénique principale des Pyrénées. Des dislocations antéhelvétiques (postaquitaniennes) semblent également probables à M. Haug (*loc. cit.* p. 188).

dessalèrent ; des bans lacustres (*Planorbis Mantelli*) se formèrent au sein des dépôts caillouteux et limoneux qu'entassaient les courants débouchant des Alpes dans un grand lac qui s'étendait très loin du côté de Valensole, de Mirabeau, jusqu'à Saint-Julien (Var) et avait son pendant plus au nord, dans la région qui est actuellement le Bas-Dauphiné.

Alors seulement, après que tous ces débris se furent déposés en assises puissantes, eut lieu le dernier plissement, celui qui forma l'imposante arête de Lure et releva, avec la Mollasse, les conglomérats tortoniens de Vaumuse et de la Forest, ainsi que ceux du Mont-Lubéron. C'est à ce moment aussi que se plissa la zone subalpine du Dauphiné ; nous assistons aux :

*b) Grands mouvements alpins posthelvétiques et posttortoniens* (Vercors, Lubéron, etc.), ayant eu pour effet de plisser et de redresser la Mollasse. Cette phase est celle des dislocations les plus énergiques ; c'est celle de la formation des chaînes subalpines : la mer est réduite au fjord pliocène de la vallée du Rhône.

Les derniers mouvements miocènes se sont-ils également fait sentir dans toutes les zones alpines ? L'absence de toute espèce de dépôt plus récent que le Nummulitique dans les Chaînes alpines ne permet que de formuler des hypothèses à cet égard. Il est probable toutefois qu'ils ont été intenses dans la partie externe de la première zone ; un regard jeté sur les levés détaillés de la feuille de Digne de la Carte géologique de France (encore inédite) exécutés par M. Haug et par nous, permet de distinguer les plissements préhelvétiques des dislocations postérieures et l'on voit parfaitement comment les masses de recouvrement, venues de l'est, se sont superposées après la formation de la Mollasse aux dislocations précédentes (Saint-Geniez, Tanaron-Chabrières).

7° *Mouvements pliocènes* très faibles ; discordance dans la Drôme, entre le Pliocène inférieur redressé et les marnes d'Hauterives (Pliocène moyen). L'élément marin disparaît entièrement.

Pendant la période tertiaire, les manifestations du plissement alpin semblent donc avoir progressé de l'intérieur de la chaîne vers l'extérieur.

8° Enfin, probablement, à la fin du Pliocène et au début de l'Époque

*quaternaire*, un autre ordre de phénomènes intervient plus activement dans l'histoire des Alpes.

La chaîne avait acquis désormais son relief définitif; pendant la période quaternaire, les cluses s'ouvrirent en utilisant les cassures transversales; les combes se dessinèrent, les vallées se formèrent et les cours d'eau édifièrent terrasse sous terrasse. C'est pendant cette nouvelle phase qu'à l'époque glaciaire se creusaient, sous l'influence des torrents de fonte, des ravins sans nombre dont les matériaux furent entraînés au loin par les courants, laissant à nu le vaste relief sillonné que nous connaissons; les sommets s'arrondirent, les crêtes s'émoussèrent, les vallées commencèrent à se remplir. Après la longue période d'édification, commença l'œuvre de destruction à laquelle nous assistons encore.

Ce rapide exposé montre combien est compliquée l'étude des Alpes. Les admirables travaux de Lory y ont puissamment contribué, mais l'état encore très imparfait des connaissances que nous avons sur certains massifs comme le Dévoluy, l'Embrunais, le Briançonnais, ne permet pas encore de répondre aux nombreuses questions qui se posent à chaque pas.

Remarquons cependant que, dès à présent, il convient de distinguer, dans cet ensemble de phénomènes, deux catégories distinctes: les uns se rattachent à un système de dislocations dont les manifestations les plus énergiques ont eu lieu, surtout dans la chaîne hercynienne, à la fin de la période paléozoïque; les autres paraissent propres au système alpin et atteignent leur maximum à l'époque tertiaire.

L'effet des mouvements alpins sur les masses hercyniennes, elles-mêmes déjà plissées, a été indiqué du reste par M. Julien, puis plus complètement mis en lumière par M. Michel Lévy<sup>1</sup>. Elles ont été faillées à leur tour lors des mouvements subalpins; on y remarque des synclinaux et des anticlinaux à vaste amplitude, de date récente, bien distincts des plis anciens et c'est entre la zone centrale des Alpes avec ses puissantes et larges voûtes (Simplon, Mont-Cenis) et ces masses hercyniennes remaniées que se trouve la zone des plis aigus,

---

<sup>1</sup> Études sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont Blanc. *Bull. des serv. Carte géol. de Fr.*, etc., n° 9. Février 1890.

des isoclinaux, des contournements et dislocations énergiques qui caractérisent les Préalpes.

D'autre part, les mouvements hercyniens ont eu une influence non moins grande sur la structure et le développement de la chaîne alpine. L'analogie que présente l'histoire de la première zone alpine avec celle des massifs hercyniens et en particulier avec celle du Plateau central, ne semble pas évidente à M. Diener. Nous avons plus haut qualifié les massifs cristallins de notre première zone alpine de « fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercynienne ». Or, M. Diener semble (p. 205) peu disposé à adopter cette manière de voir; il tâche de montrer que nos anciens massifs de la zone du Mont-Blanc n'ont point de rapports avec la chaîne hercynienne (chaîne variscique et armoricaine ou variscique avec ses subdivisions arvernique ou bojenne)<sup>1</sup>. Cette question mérite d'attirer notre attention.

Remarquons dès l'abord que l'amplitude moins grande des mouvements antéhouillers dans la zone du Mont-Blanc ne détruit pas plus la corrélation qui existe entre elle et les parties du Plateau central disloquées à la même époque, que la nature moins accentuée des dislocations tertiaires dans le Plateau central, n'empêche de rattacher ces dernières aux grands mouvements alpins.

1° Il y a eu dans la zone du Mont-Blanc des mouvements antérieurs au Carbonifère; ils ont dû être, il est vrai, moins énergiques que ceux du Forez que M. Termier fait remonter au Dévonien, mais il est indiscutable qu'ici, comme à l'ouest du Rhône, on constate les restes de massifs plissés dont les dislocations *sont antérieures aux dépôts de l'époque houillère*;

2° Nous voyons M. Diener s'étendre avec complaisance sur les faits qui démontrent l'existence, dans la plus grande partie des Alpes, d'une phase de plissements permien. Or, les mouvements orogéniques de l'époque permienne dans le Plateau central ont été, nous

---

<sup>1</sup> Frech. — Das französische Centralplateau Berlin, 1879. Quel que soit le résultat de la discussion entamée par M. Frech au sujet de la dénomination à attribuer à l'ensemble de la zone de plissements qui s'est produite dans l'Europe centrale pendant la seconde moitié de la période paléozoïque, ou à ses diverses parties, nous employons, pour la désigner *provisoirement*, le terme assez impropre de chaîne *hercynienne*.

semble-t-il, suffisamment mis en évidence tout récemment par MM. Delafond, Termier et de Launay<sup>1</sup>, et il faut admettre comme un des résultats les plus intéressants de ces études récentes d'avoir reconnu la trace de phénomènes orogéniques ayant eu lieu pendant les époques houillère et permienne, ainsi que surtout à la fin de cette dernière.

Quoique les principaux mouvements orogéniques du Plateau central aient eu lieu au milieu de l'époque carbonifère, ils se sont donc continués jusqu'à la fin du Permien et l'on peut parfaitement rattacher à ces dislocations celles qui ont atteint le Dauphiné<sup>2</sup>, une zone externe dans laquelle les mouvements posthouillers (permien) seuls auraient eu quelque intensité<sup>3</sup>. C'est au même titre qu'on relie du reste les chaînes subalpines d'âge postmiocène aux zones alpines surtout anté-helvétiques.

3° L'influence hercynienne se fait encore sentir dans nos Alpes pendant la période triasique, en occasionnant l'existence d'une bande d'eaux peu profondes et lagunaires, à l'est de laquelle seulement se rencontrent les puissants calcaires marins à cette époque.

4° Quant aux phénomènes de l'époque tertiaire, nous voyons M. Diener (p. 221) montrer lui-même l'analogie frappante des efforts

<sup>1</sup> Delafond. — Bassin de Blanzay et du Creusot (*Bull. serv. Carte Géol. de Fr.*, etc., n° 12, Mai 1890, p. 24).

Le Verrier. — Note sur les orisations géol. du Forez et du Roannais (*Ibid.* n° 15, août 1890, p. 24).

P. Termier. — Étude sur le massif cristallin du Mont Pilat (*Ibid.*, n° 6, août 1889, p. 52, etc).

De Launay. — Les dislocations du terrain primitif dans le nord du Plateau Central. *B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XVI, n° 11, p. 1045, 1890.

<sup>2</sup> M. Haug (*loc. cit.* p. 165) admet également la préexistence de plis varisques à l'est du Rhône et de la Saône, sur l'emplacement actuel du Jura. — En outre, dès l'époque mésozoïque, l'emplacement actuel des chaînes subalpines devait présenter des ondulations parallèles à la direction générale des Alpes (Haug, *loc. cit.* p. 189).

<sup>3</sup> M. Delafond (*loc. cit.* p. 24) mentionne, dans les régions de Blanzay et du Creusot, une discordance entre le Permien et le Houiller; le même fait est observé dans les Vosges. Or, aux environs d'Allevard et dans le voisinage du Mont-Blanc, les rapports du Permien et du Trias nous ont semblé très intimes et il est probable que des recherches ultérieures montreront localement aussi des discordances avec le substratum houiller

orogéniques qui se sont manifestés pendant la seconde moitié de la période tertiaire dans la zone du Mont-Blanc et dans le Plateau central ; le jeu des failles et la direction de ces accidents parallèles, dans les deux régions, à la vallée du Rhône, etc. Il rappelle aussi la contemporanéité de certaines failles hercyniennes et du plissement miocène alpin. On sait du reste que les dislocations qui donnèrent lieu à la formation de la Limagne par exemple, sont postérieures à l'époque aquitanienne et contemporaines par conséquent des dislocations de nos chaînes subalpines. Enfin M. Michel Lévy nous a montré avec une grande clarté la façon dont les ridements de la fin de l'époque tertiaire se sont propagés jusque dans les montagnes du Lyonnais et du Charollais en une série d'ondulations de vaste amplitude émanant des Alpes<sup>1</sup>.

5° Chacun connaît l'ancienneté du Plateau central et du môle cristallin des Cévennes et les blocs de micaschistes englobés dans les couches jurassiques des environs de la Voulte<sup>2</sup> indiquent qu'à l'époque secondaire déjà ils formaient le littoral de la mer méditerranéo-alpine. La zone plissée qui comprend l'ensemble des chaînes extérieures de nos Alpes s'est formée graduellement autour des massifs cristallins, les plissements les plus anciens se sont produits le plus près de ces noyaux et les accidents les plus récents (postmiocènes), les plus extérieurs, ont été arrêtés au nord-ouest par les môles anciens des Cévennes et du Plateau Central, témoins consolidés d'une chaîne plus ancienne (Virgation armoïcane variscique de M. Suess, chaîne hercynienne de M. Bertrand) dont la zone la plus externe avait été déjà remaniée en partie pour former les importants massifs de notre première zone alpine alors que ses zones internes, servant de massifs de résistance et d'obstacles à la propagation des rides subalpines, n'ont subi que dans une plus faible mesure l'action du plissement alpin. Or M. Diener

---

<sup>1</sup> Tout récemment encore ces relations ont été remarquablement exposées par M. Michel Lévy dans le compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Clermont-Ferrand et au Mont-Dore ; l'auteur a notamment (*B. S. G. F.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XVIII, fig. 1) fait comprendre par un schéma la superposition, dans le Plateau Central, des deux séries d'accidents (hercyniens et alpins).

<sup>2</sup> Communication inédite de M. Munier-Chalmas.

ne voit pas que les plis subalpins aient été déviés<sup>1</sup> sous l'influence du Plateau-Central. Nous nous permettrons de renvoyer notre savant confrère au schéma que nous avons donné de la disposition des chaînes extérieures de nos Alpes françaises et qui met en lumière la façon dont, par exemple, les chaînons secondaires qui traversent le Rhône près de Montélimar, se sont incurvés vers le sud ouest, au moment où ils ont rencontré le bord cristallin des Cévennes. M. Diener admet d'ailleurs parfaitement le rôle analogue joué par la Serre vis-à-vis des plis jurassiens.

Que l'on considère ou non les massifs de la première zone alpine comme des fragments remaniés de l'ancienne chaîne hercynienne, il semble que de l'ensemble des résultats énumérés ci-dessus se dégage d'une façon frappante, outre le principe de la *continuité de l'effort orogénique dans le temps*, une autre conséquence non moins importante, la *continuité de leur progression dans l'espace*. Nous voyons les plissements, qui atteignent à l'époque carbonifère leur maximum d'intensité dans le Plateau-Central, se propager vers l'est, et, à la fin du Permien, s'étendre jusqu'à l'emplacement actuel d'une partie des Alpes. Après les quelques dislocations de la période secondaire, cette zone de plissement intense s'est transportée à l'est, c'est la chaîne alpine vis-à-vis de laquelle le bord oriental du Plateau-Central, jouant le rôle de massif de résistance (*Vorland*) — comme à l'époque carbonifère et permienne, les massifs du centre, plissés antérieurement, par rapport au Forez et au Lyonnais — n'est plus atteint que par des dislocations atténuées (plus grande amplitude et failles).

Il semble ainsi que l'Europe se laisse diviser en une série de zones dont chacune a été tour à tour zone de plissement et massif de résistance. La progression des phénomènes orogéniques a été continue et les aires de propagation de chacune des principales phases de dislocations ont, tout en se déplaçant, pour ainsi dire *empiété* les unes sur les autres.

\* \* \*

Nous venons de voir que l'histoire de nos Alpes se rattache à beaucoup d'égards à celle du Plateau-Central. Ce qui précède nous a aussi

---

<sup>1</sup> *Loc. cit.*, p. 206. « Es ist jedoch innerhalb der Westalpen kein Einfluss jener variscischen Trümmer auf den Verlauf der Gebirgsfalten bemerkbar. »

révélé plus d'un trait commun avec le reste de la chaîne alpine. Ainsi, disparaissent aussi avec les progrès de la géologie locale, les différences longtemps considérées comme classiques entre les Alpes orientales et leur continuation vers l'ouest.

Dans les Alpes françaises, comme dans celles de la Suisse, du Tyrol et de l'Autriche, les phénomènes de plissement semblent être les seuls agents qui aient pris part à la principale phase orogénique de l'histoire de la chaîne, et les *zones d'affaissement* limitées par des failles très anciennes ayant réjoué jusque pendant les derniers mouvements tertiaires, qui semblaient constituer le caractère spécial de nos Alpes françaises, se transforment peu à peu et à mesure que les observations de détail se multiplient en une suite de plis anticlinaux et synclinaux, à chacun desquels la nature des matériaux constitutifs et l'amplitude variable des mouvements, joints à l'influence d'un relief antérieur (hercynien) remanié, a donné son caractère particulier. — (Les derniers plis alpins, il faut bien se le rappeler, ont été considérablement influencés dans leur forme et dans leur direction par le relief préexistant). — Les dépôts clastiques du Permien se montrent exister chez nous, comme dans les Alpes orientales, le faciès même du Trias dans le Briançonnais rappelle celui du Tyrol comme aussi les calcaires blancs liasiques de la Maurienne peuvent être rapprochés des faciès spéciaux de l'Infralias et du Lias des environs de Lugano et des Alpes orientales. Enfin le Jurassique, loin d'être représenté seulement par le Lias dans l'intérieur de la chaîne, ainsi qu'il était admis il y a quelques années, se montre de plus en plus complet à mesure que les zones alpines sont mieux connues, et le plan orogénique de nos Alpes françaises semble rentrer de plus en plus, comme cas particulier dans le schéma général de la tectonique alpine<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> C'est également ce qui résulte de la magistrale étude de M. Diener, malgré la distinction profonde qu'il établit entre l'arc alpin oriental entourant le bassin de l'Adige, et l'arc oriental qui forme au bassin du Haut Pô une ceinture semi-circulaire.

*Explication de la Planche.*

---

Cette vue représente, d'après une photographie prise par l'auteur, la disposition qu'affectent les assises sédimentaires sur le chemin de Saint-Geniez à Authon (Basses-Alpes), non loin de la ferme des Traverses.

On y voit les calcaires marneux du Néocomien (décrits par nous, *Descr. géol. de la Mont. de Lure*, p. 388) recouverts en concordance par des assises de mollasse rouge dont l'âge aquitainien a été récemment mis en lumière par M. Haug (*Thèse*, p. 126) et, au dernier plan, toujours en stratification concordante, les calcaires liasiques du Trénom, *refoulés* sur la mollasse aquitainienne.

Cette coupe permet de se rendre compte de plusieurs faits :

1° Les dénudations et les mouvements du sol qui ont eu lieu entre le dépôt du Néocomien et celui de la mollasse rouge (v. plus haut p. 151), puisqu'au lieu de reposer sur l'Aptien, comme près d'Esparron, la mollasse rouge s'appuie ici *directement* sur les assises fossilifères de l'Hauterivien (Néocomien moyen) et qu'environ deux kilomètres au sud du point photographié, elle s'est déposée sur les assises encore plus anciennes du Jurassique;

2° Les refoulements énergiques dont a été le théâtre cette région, postérieurement à la formation de cette mollasse rouge, et qui ont amené son recouvrement par les couches beaucoup plus anciennes du Lias.

---