
DOCUMENTS
POUR SERVIR A LA
DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DES ALPES
DELPHINO-SAVOISIENNES

**Compte rendu d'une Excursion géologique dans les
Alpes du Dauphiné et de la Savoie, faites du 1^{er} au
7 août 1901, par les Élèves des diverses Facultés
des Sciences de France,**

SOUS LA DIRECTION DE
M. W. KILIAN,
Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Par M. H. MATTE,
Licencié ès Sciences.

(Avec 3 Planches et nombreuses figures dans le texte.)

La série de courses dont on va lire la description ayant été combinée pour faire connaître dans le moins de temps possible et de la façon la plus instructive les traits essentiels de la structure du Dau-

¹ Dix-huit personnes, dont quinze élèves appartenant à dix Facultés des Sciences, ont pris part à ces excursions, ce sont :

| | |
|--------------------------|--------------|
| Faculté de Besançon..... | MM. Mansion. |
| — — | Meynier. |

phiné, il a semblé utile d'en conserver sous la forme de ce compte rendu un souvenir durable qui servira en même temps de *livret-guide* aux personnes désireuses d'étudier, au point de vue géologique, les environs si variés et si intéressants de Grenoble.

PREMIÈRE JOURNÉE

(JEUDI 1^{er} AOUT 1901)

*Visite des Collections de la Faculté des Sciences de Grenoble ;
orientation.*

Rendez-vous avait été fixé à Grenoble aux membres de l'Excursion, afin d'y recevoir les premiers conseils et d'y acquérir une orientation générale¹ sur le trajet que nous devons parcourir. Dès notre arrivée eut lieu, sous la conduite de M. Paquier, docteur ès sciences, Préparateur à la Faculté de Grenoble, une visite détaillée des collections si riches du Laboratoire de Géologie ; cette séance

| | |
|--------------------------|------------|
| Faculté de Bordeaux..... | Feytaud. |
| — — | Vigneau. |
| — Caen | Matte. |
| — Dijon | Servettaz. |
| — Grenoble | Dournon. |
| — — | Beysnier. |
| — Lille | Leriche. |
| — Marseille..... | Maury. |
| — Nancy..... | Joly. |
| — — | Ploussard. |
| — Poitiers..... | Sauquet. |
| — Toulouse..... | Le Blanc. |
| — — | Rüscher. |

M. Pitard, Chef de travaux pratiques à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

M. Gérardin, ancien élève de l'École Normale Supérieure (Lettres), Agrégé de géographie.

M. Loup, Étudiant de la Faculté des Sciences de Genève.

¹ On trouvera, à la fin de cet article, la liste des publications les plus importantes à consulter sur la région visitée dans ces excursions.

fut agrémentée d'intéressantes descriptions de la part de notre excellent guide qui voulut bien, en outre, nous faire profiter de quelques-uns des résultats de ses travaux personnels, en particulier de ses recherches sur les *Rudistes* dont il a récemment étudié la répartition aux différents niveaux de l'Urgonien. Ce fut avec un rare plaisir que nous pûmes admirer à loisir la série remarquable de Céphalopodes de l'Infracrétacé, installée dans les vitrines de la Faculté, ainsi que certains échantillons paléontologiques d'un grand intérêt recueillis dans la région dauphinoise ; nous citerons notamment, provenant du Jurassique récifal de l'Échaillon, une valve gauche, fixée, d'assez grande taille, d'*Heterodicerias Luci* Defr. sp., var. *communis* Bøhm, qui présente la curieuse particularité de posséder une *dent latérale postérieure* très nette, quoique atrophiée, cette dent est, comme on sait, l'homologue de la dent postérieure de la valve gauche libre des *Monopleura* ; citons encore *Matheronia (Monnieria) Romani* Paquier, valves gauches fixées, tout à fait comparables aux exemplaires du bois de Monnier (Gard), genre et espèce provenant comme le précédent des bancs crayeux de l'Échaillon où ils n'avaient jamais été signalés jusqu'à ce jour.

Nous assistâmes ensuite à une *conférence* sur la structure générale de la région, faite par M. le professeur Kilian aux membres de l'excursion et dont le résumé trouve naturellement sa place au début de ce compte rendu :

La portion septentrionale des Alpes françaises comprend quatre zones nettement caractérisées tant au point de vue géologique proprement dit ou stratigraphique qu'au point de vue tectonique :

1° *Zone des chaînes subalpines*. — Elle limite, du côté E., la région des « plaines et collines tertiaires du Bas-Dauphiné », dont nous ne ferons dans le cours de notre voyage qu'effleurer le bord oriental. Cette zone subalpine, dont on doit la définition à Ch. Lory, est assez hétérogène sous le rapport tectonique, mais elle montre néanmoins une individualité très grande aux points de vue géomorphologique, géographique et même géologique ; elle est constituée surtout par des assises jurassiques et crétacées avec des lambeaux tertiaires (molasse marine miocène) qui se sont trouvés pincés dans les replis des

assises secondaires disloquées par les mouvements orogéniques alpins ; on n'y trouve guère de terrains antérieurs au Bathonien ; le Lias et le Trias n'y apparaissent pas.

Quelques plis occidentaux de cette zone, séparés des anticlinaux plus intérieurs par le synclinal mollassique de Voreppe — Saint-Laurent-du-Pont — Saint-Jean-de-Couz — lac du Bourget, s'écartent des précédents au N. des Échelles pour former les chaînes du Jura méridional.

En ce qui concerne la morphologie des chaînes subalpines, on constate qu'en général, les crêtes sont formées par des *calcaires* (d'où le nom d'Alpes calcaires ou Préalpes des géologues suisses), et que les « combes » ou dépressions sont occupées par des marnes ou des calcaires marneux. Outre les vallées longitudinales, on observe dans les chaînes subalpines des vallées transversales, ou *cluses*, parmi lesquelles on remarque des exemples classiques de « *vallées mortes* », c'est-à-dire des dépressions aujourd'hui abandonnées par les cours d'eau qui les ont creusées, comme celle d'Ugine à Faverge et au lac d'Annecy et celle de Montmélian à Chambéry ; ces vallées transversales déterminent dans la zone subalpine une suite de tronçons qui sont : les montagnes du Genevois entre l'Arve et le lac d'Annecy, les Bauges entre ce dernier et la cluse de Montmélian, le massif de la Grande-Chartreuse, entre la cluse de l'Isère et celle de la vallée de Montmélian à Chambéry et enfin, au S.-O. de la cluse de l'Isère, les montagnes de Lans, du Royans et du Vercors que nous étudierons plus spécialement en cours de route.

Cette zone subalpine n'a pas son pendant sur le versant piémontais des Alpes ; elle est donc dissymétrique par rapport à l'axe alpin et ce n'est que dans une partie plus orientale des Alpes, à la longitude de Lugano, que l'on trouve, de chaque côté de l'axe cristallin central de la chaîne alpine, deux zones calcaires, du reste assez différentes l'une de l'autre, l'une méridionale et l'autre septentrionale.

Les divisions des chaînes subalpines, leurs rapports avec le Jura et leur individualité ont été l'objet de récentes discussions entre MM. Haug, Kilian et P. Lory (*Bull. Soc. Géol. de France*) et de travaux spéciaux de la part de MM. Hollande, Douxami et Révil. Malgré les liaisons tectoniques de ces chaînes avec les éléments voisins (Jura, couverture sédimentaire de la chaîne de Belledonne, Hautes Alpes calcaires), M. Kilian s'est efforcé de soutenir, dans le cours de ces

discussions, qu'aux points de vue tant orotectonique que géologique et malgré ses relations avec les massifs voisins, la zone subalpine possède bien une individualité propre qu'il serait regrettable de démembrer pour en rattacher les éléments, pour des raisons purement tectoniques, à des régions limitrophes dont les caractères généraux sont fort différents.

Quant aux lignes de discontinuité longitudinales qui s'observent fréquemment, notamment dans le massif de la Grande-Chartreuse, ces « failles » auxquelles M. Haug a tenté, en 1896 (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. XXIV, pp. 34 et suiv.), d'attribuer, à l'instar de Ch. Lory, un rôle indépendant de celui des plis, ne sont autre chose que de véritables *plis-failles*, dus à l'effort tangentiel ; ils ne coïncident pas toujours exactement avec le plan axial des plis, mais paraissent néanmoins toujours résulter de l'étirement du flanc inverse des anticlinaux déjetés vers l'O., c'est-à-dire vers l'extérieur de la chaîne¹. Les véritables « failles » se bornent, dans la région, à de petites cassures transversales comme celles qui accidentent la montagne de la Bastille près de Grenoble (v. la Pl. I. fig. 5).

2° *Zone cristalline dauphinoise*. — La bordure de cette zone qui est contiguë au bord interne (oriental) de la zone précédente, présente dans toute sa longueur, d'une façon continue, depuis le col d'Anterne jusqu'au col Bayard (près de Gap), une ligne de dépressions occasionnées par l'affleurement des assises schisto-calcaires, facilement délitables, du Jurassique moyen et du Lias et dominée au N. O. et à l'O. par les escarpements calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé subalpins ; c'est le « *bord subalpin* ». L'Arly, l'Isère et le Drac ont utilisé ces dépressions sur des parties de leur cours.

Vient ensuite, vers le S.-E. et l'E. de ce bord subalpin, la *zone cristalline dauphinoise* proprement dite (1^{re} zone alpine ou zone du Mont-Blanc de Ch. Lory), où l'on ne rencontre, en fait de dépôts sédimentaires non modifiés, que du Houiller, du Trias et du Lias (schistes et calcaires noirs) que percent des *massifs cristallins* formés

¹ W. Kilian, *Sur les chaînes subalpines des environs de Grenoble* (*Bull. Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, 1899-1900, t. V, 3^e fasc.).

de Schistes cristallins et de roches granitoïdes. Ces « massifs centraux » sont dus au décapement par l'érosion des axes anticlinaux surélevés ; ainsi mis à nu, ils forment, du N.-O. au S.-E., deux séries parallèles dont la plus externe comprend les Aiguilles Rouges, le petit massif de Megève, la chaîne de Belledonne (*sensu lato*) de Beaufort à la Romanche et à la Salette, avec son annexe le petit massif de La Mure (gisements d'Anthracite), alors que plus en arrière, le massif du Mont-Blanc qui, avec ses faisceaux de plis couchés vers l'O. ¹, finit en s'ennoyant dans une bande de Lias (environs de Roselend), puis le massif du Rocheray, près de Saint-Jean-de-Maurienne, enfin, plus au S., les Grandes-Rousses et le massif du Pelvoux sont autant d'*amygdaloïdes*, cristallins fortement plissés.

Cette zone cristalline n'accompagne pas l'arc alpin sur tout son parcours ; au S. du Pelvoux, dans l'Embrunais, elle disparaît au profit d'un élargissement de la zone suivante ou zone du Flysch (au-dessous duquel s'enfoncerait la zone dauphinoise ou du Mont-Blanc), puis elle reparait plus loin dans les Alpes-Maritimes ; la région de l'Embrunais est en ce moment l'objet d'études approfondies.

La caractéristique de la zone alpine est donc la présence de massifs de schistes cristallins et de roches granitiques, l'existence de deux discordances, l'une préhouillère, l'autre posthouillère (anté-triasique), la réduction du Trias, le facies vaseux ou dauphinois du Jurassique inférieur et moyen, enfin le fait que les plis anté-triasiques (hercyniens) n'y coïncident pas toujours en direction avec les plis plus récents, postjurassiques et postoligocènes (« plis alpins ») ; il est important de noter que le granite, l'aplite, etc., *ne sont pas la cause* de la formation des Alpes ; ces roches ont été, au contraire, injectées avant l'existence de ce relief ; il y a eu dans la zone cristalline dauphinoise une première phase de plissements communs avec ceux des Ardennes et du Plateau Central (plissements hercyniens) ; ces plissements préhouillers et posthouillers ont précédé, de loin, le principal plissement alpin qui est d'âge tertiaire ; cette partie de la chaîne alpine n'est donc qu'un fragment de la zone hercynienne qui a été

¹ La structure classique en éventail composé n'existe que localement dans ce massif.

repris au Tertiaire par les dislocations alpines proprement dites.

A la 1^{re} zone alpine appartiennent les montagnes les plus élevées de nos Alpes (Mont-Blanc, Belledonne, Meije, Pelvoux), dont un des caractères topographiques les plus remarquables est la fréquence de la forme « en aiguilles » des sommets.

3^e Zone du Briançonnais. — Cette zone s'étend à l'E. de la précédente; on la suit, de la frontière italienne au S.-E. du Mont-Blanc, par le Petit-Saint-Bernard, la Tarentaise, la Maurienne, le Briançonnais, une partie de la Haute-Ubaye, pour la voir rentrer ensuite en Italie au col de Larche. On y voit réapparaître des calcaires (en grande partie triasiques), ces derniers n'affectent plus que rarement la forme de longues crêtes régulières et parallèles comme c'était le cas dans le massif de la Grande-Chartreuse, mais constituent le plus souvent des masses puissantes et ruiniformes d'un aspect désolé bien caractéristique.

Le terme le plus ancien de cette zone est représenté par le Houiller, laminé, comprimé, avec ses grès à anthracite dont la disposition en chapelet rend l'exploitation du combustible incertaine; au-dessus de grès et de conglomérats Permians (Verrucano), on trouve le Trias avec ses gypses, ses cargneules et de grandes masses calcaires dolomitiques, mais surtout caractérisé par les quartzites blancs qui en forment l'assise inférieure (équivalent des Grès bigarrés); ces quartzites sont si quartzeux qu'on n'y distingue plus les grains, et si résistants qu'on les rencontre roulés dans les alluvions du Rhône, de la Durance et d'anciens cours d'eau pléistocènes jusqu'à Marseille, Montpellier, Aigues-Mortes, etc. : le Lias y est rocheux et bréchoïde; le Jurassique supérieur reparait sous la forme de marbres amygdalaires roses ou de schistes marbreux et phylliteux; enfin, le terrain éogène, sous la forme de calcaires, à Nummulites, de Flysch et de conglomérats, se rencontre surtout dans la portion occidentale de la zone du Briançonnais (2^e zone alpine de Lory, zone des Aiguilles d'Arves de M. Haug).

Au point de vue tectonique, le trait fondamental de la zone du Briançonnais est la disposition des plis *en éventail composé* : la portion axiale de cet éventail comprend une zone anticlinale de grès houillers et se trouve flanquée de plis à structure isoclinale dominante qui, d'une part, vers l'E., sont couchés vers l'Italie, et, d'autre

part, vers l'O., sont déversés vers la France où ils sont généralement accidentés de plis-failles « structure imbriquée ». La structure spéciale de cette zone, qui correspond à l'axe de l'éventail alpin, se continue au S., mais se complique sur son flanc occidental de plis couchés et de chevauchements assez étendus (Briançonnais méridional).

En somme, on peut concevoir la zone du Briançonnais comme un massif central dont l'érosion n'aurait pas suffisamment entamé la couverture sédimentaire pour mettre à nu le noyau cristallin. L'hypothèse d'une série d'écaillés superposées *avant* le plissement définitif doit, suivant M. Kilian, être absolument écartée.

4° *Zone du Piémont*, — C'est la dernière zone qui, bordant la plaine du Pô, n'affleure que très peu en France (haute Maurienne, haut Queyras, haute Ubaye) et qui ne sera, d'ailleurs, pas visitée dans le cours de notre excursion ; elle est caractérisée par le développement du facies *des Schistes lustrés* d'âge triasique et surtout liasique (analogue des schistes des Grisons, en Suisse), avec intercalations de roches éruptives basiques (*Pietre verdi*) interstratifiées (Euphotides, Serpentes, etc.). auxquels font suite, à l'E., des assises gneissiques permo-carbonifères. La tectonique de la zone du Piémont (Haug) (zone du Mont-Rose ou 4° zone alpine de Lory), est relativement simple : les plis y sont à structure isoclinale et tous déversés vers l'E.

Ces divisions naturelles des Alpes, bien que se continuant vers le S. avec diverses modifications, sont particulièrement nettes dans le Dauphiné septentrional et en Savoie ; c'est là qu'elles feront l'objet de notre étude :

Profitant de la belle cluse de l'Isère, en aval de Grenoble, et tout en visitant les gisements classiques d'Aizy et de l'Échaillon, nous effectuerons le premier jour une première traversée des *chaînes subalpines* qui ne sera qu'une amorce à celle plus complète et à l'étude détaillée de la stratigraphie et de la tectonique des mêmes chaînes prises en sens inverse ; le deuxième et le troisième jour, de Saint-Nazaire, dans le Bas-Dauphiné, jusqu'au Col de l'Arc, en passant par le Royans, le Vercors et le Villard-de-Lans, où plusieurs localités fossilifères seront explorées.

Le quatrième jour, nous entamerons la *zone dauphinoise*, avec ses massifs centraux, en remontant la cluse de la Romanche (traversée de la chaîne de Belledonne) jusqu'au Bourg-d'Oisans et en examinant plus particulièrement ensuite l'extrémité S. des Grandes-Rousses et le bord septentrional du Pelvoux.

Le cinquième jour, après une étude des Glaciers de la Meije, nous poursuivrons l'examen de la zone dauphinoise jusqu'au Col du Lautaret par le Villar-d'Arène.

Enfin, le sixième jour sera consacré à la *zone du Briançonnais*, avec les facies spéciaux de ses sédiments et sa structure imbriquée, du Lautaret jusqu'à Saint-Michel-de-Maurienne par le Col du Galibier et Valloire.

DEUXIÈME JOURNÉE

(VENDREDI 2 AOUT 1901)

Première traversée S.-E.-N.-O. des chaînes subalpines (Cluse de l'Isère); Mollasse miocène (lambeaux), Crétacé et Jurassique supérieur de Sassenage, d'Aizy et de l'Échaillon.

Partis le matin de Grenoble en voiture, après avoir traversé le Drac, nous descendons la magnifique cluse de l'Isère; nous longeons d'abord les Balmes de Fontaine jusqu'à Sassenage, suivant le flanc gauche de la vallée, formé d'assises qui appartiennent au Crétacé supérieur (v. Pl. I, fig. 1 et 2). Une partie de ce terrain est ici représentée par une puissante série de calcaires argilo-siliceux en dalles (Lauzes) à *Belemnitella mucronata* v. Schl., *Inoceramus Cripsii* Mant., *Pachydiscus* cf. *Tercensis* Gross., et empreintes de Médusoïdes; c'est l'étage Sénonien, d'un facies différent de celui du Bassin de Paris et de Meudon, mais dont l'âge est attesté par les fossiles qu'il renferme et dont la plupart sont les mêmes que dans la région anglo-parisienne.

Vers Sassenage, le Sénonien s'élève peu à peu et forme la crête supérieure de l'escarpement au pied duquel se trouve la route; au-dessous de cette corniche supérieure existe le Gault très réduit,

argilo sableux (propriété Pellat), avec rognons de phosphate, et caché, le plus souvent, par une bande de végétation intense; ce Gault ou Crétacé moyen repose sur les couches urgoniennes, (facies zoogène de l'Aptien et du Barrémien supérieur), dont la masse calcaire blanche et compacte est divisée en deux par une intercalation marneuse à Orbitolines (*O. conoidea*, A. Gras.) avec *Pygaulus Desmoulini* Ag., *Toucasia carinata* Math sp., etc., appelée « Couche inférieure à Orbitolines ». La couche à Orbitolines inférieure correspond au sommet du Barrémien à *Heteroceras* auquel elle passe latéralement au S. du Vercors (d'après M. V. Paquier).

La *voute anticlinale*, formée par les assises précédentes, contribue à former le remarquable pli-faille de Sassenage nettement visible au-dessus du bourg, dislocation qu'il ne faut pas confondre avec une *cassure transversale*, de nature différente et de direction E.-O. qui a abaissé, sur la droite, le Sénonien et la Mollasse miocène; c'est grâce à ce dernier accident que nous pouvons voir, en montant vers le château Terray, les calcaires sénoniens à silex (Campanien), surmontés de lambeaux de poudingues miocènes de l'horizon, à *Pecten præscabriusculus* Font.; cette mollasse caillouteuse nous montre des galets de microgranulite avec cristaux d'orthose très nets, des cailloux verts de porphyre pétrosiliceux dont on n'a pas retrouvé le gisement propre dans les Alpes, et aussi des galets calcaires nettement *impressionnés*. (En certains endroits du Vercors [La Balme de Rencurel], on observe le contact en discordance du Sénonien avec cette mollasse qui, plus à l'O., vers la vallée du Rhône, devient tout à fait sableuse).

Dans le voisinage du pli-faille de Sassenage, des grottes (Cuves de Sassenage) se sont creusées et se ramifient dans les calcaires à silex sénoniens et un peu plus à l'O., au-dessus du seuil provoqué par la cassure E.-O. dont nous avons parlé plus haut, débouche la pittoresque gorge du Furon, venant de Lans. Un *glacier local*, issu de cette gorge, avait, à l'époque pléistocène, son front à Sassenage; on en remarque nettement la « dépression centrale » et, en avant, la moraine frontale formant une sorte d'amphithéâtre caractéristique de blocs erratiques dans lesquels l'on peut recueillir en les débitant des fossiles typiques de l'Urgonien (oursins). Ce glacier local était d'origine « subalpine », tandis que celui qui avait rempli antérieurement à plusieurs reprises la vallée actuelle de l'Isère, en aval de

Grenoble, avait son bassin d'alimentation dans les chaînes plus intérieures des Alpes.

Sur le côté droit de la cluse, les plis des chaînes subalpines sont, à partir de la Buisserate, déversés vers l'extérieur des Alpes; sur la rive gauche ce refoulement vers l'O. se fait sentir dès le *pli-faille* remarquablement net de Sassenage, qui correspond probablement, sur la rive droite, au pli-faille du Néron « faille de la Chartreuse » (de Ch. Lory). Au delà de Sassenage, vers les Engenières, au-dessous du Sénonien et de l'Albien (Synclinal de Proveyzieux) réapparaissent les couches urgoniennes montrant toujours un niveau inférieur à Orbitolines qui sépare une masse calcaire inférieure (Barrémien supérieur) d'une autre masse calcaire supérieure à Réquiéniens représentant l'Aptien inférieur; cet Urganien se relève rapidement à l'O. pour former les crêtes élevées de la Dent du Loup (1597^m) et de la Pyramide de la Buf (1627^m). Nous remarquons que, depuis notre départ de Grenoble (v. Pl. I, fig. 1 et 2), il n'existe aucune correspondance apparente entre les accidents tectoniques des deux rives de l'Isère à l'encontre de ce qui se produit dans la partie aval de la cluse; en effet, sur les bords N.-E. et S.-O. de la trouée (montagnes de la Bastille et Sassenage), la constatation récente d'une série de failles secondaires d'affaissement (Pl. I, fig. 3) montre que la cluse a dû sa localisation en ce point à des dislocations préexistantes à la faveur desquelles les eaux ont pu s'écouler en fournissant un travail d'érosion minimum; cette cluse, très large, est sensiblement perpendiculaire aux plis des chaînes subalpines qu'elle traverse dans toute leur largeur suivant une direction S.-E.-N.-O. A partir des Engenières, il est, en revanche, facile de saisir une corrélation très nette entre les plis des deux flancs de la vallée.

Arrivés à Noyarey, nous quittons la vallée principale pour remonter à pied le flanc gauche du vallon d'Aizy; nous pouvons aisément examiner en même temps le flanc droit de ce vallon où une crête urgonienne couronne en retrait le plateau d'Aizy; au-dessous, les assises infracrétacées (barrémiennes, hauteriviennes et valanginiennes) surmontent les calcaires marneux du « *Berriasien* » (couches qui devraient plutôt être désignées par le nom d'*Infra-Valanginien*) ou zone à *Hoplites Boissieri* Pict. sp., *Hoplites occitanicus* Pict. sp.; une petite exploitation nous permet de recueillir quelques mauvais échantillons de ces fossiles. Le *Tithonique supérieur*, représenté par

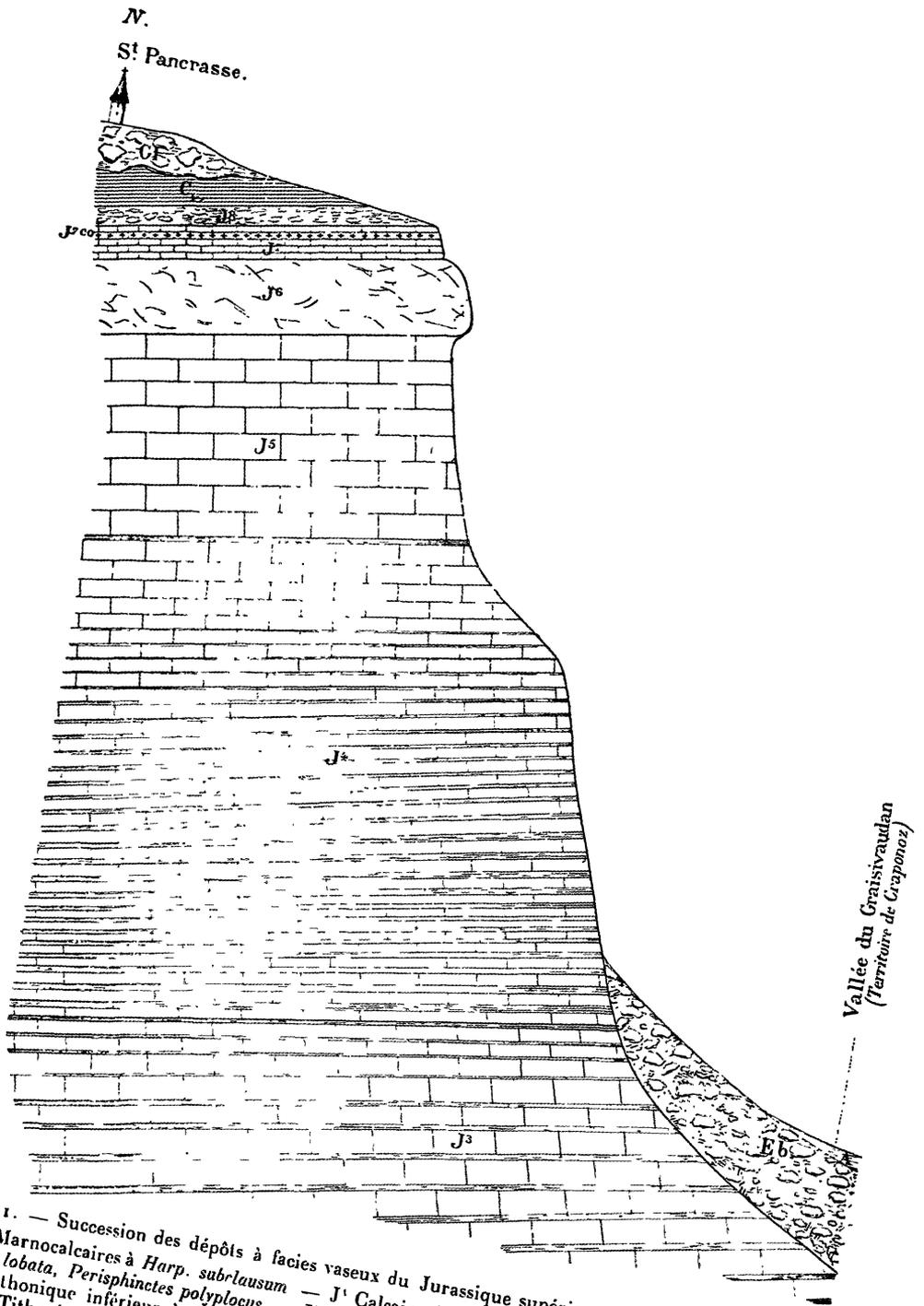


Fig. 1. — Succession des dépôts à facies vaseux du Jurassique supérieur (d'après M. V. Paquier).
 Légende : J⁶ Marnocalcaires à *Harp. subtrlausum* — J¹ Calcaire du quai de France (partie inférieure) à *Oppelia tenuilobata*, *Perisphinctes polyplocus*. — J⁵ Calcaires massifs à *Phylloceras Loryi*. — J⁶ Fausse brèche du Tithonique inférieur à *Perisphinctes contiguus* cf., *Pygope janitor*. — J⁷ Calcaires lithographiques du Tithonique supérieur à *Holcostephanus Groteanus*. — J⁸ Calcaire rognonneux du Tithonique supérieur à *Hoplites privasensis*, *H. subcallisto*. — C_{v1} Berriasien à *Hoplites Boissieri*, *Rynchonella contracta*. — G1. Glaciaire. — Eb. Eboulis. — A. Alluvions et terre végétale.

des calcaires sublithographiques contenant des Ammonites du type méditerranéen (= Calcaire de la Porte de France), ressort bientôt sous nos pieds.

Le Tithonique est un facies méditerranéen du Portlandien, facies dont la limite septentrionale passe au N. des Préalpes suisses, au S.-E. du Mont Salève, et, suivant une ligne qui laisserait au S.-E. Chambéry et Grenoble, va toucher le Plateau Central dans le voisinage de Valence; notons en passant que ce facies vaseux (v. fig. 1) offre avec le facies récifal que possèdent les mêmes assises dans la localité voisine de l'Échaillon un contraste tel qu'Edm. Hébert séparait nettement l'un de l'autre et attribuait à des systèmes différents ces deux formations pourtant synchroniques.

L'intérêt de la localité d'Aizy-sur-Noyarey (fig. 2 et 3) où nous nous arrêtons pour étudier et visiter un gisement classique du Tithonique supérieur, réside dans la présence de quelques bancs récifaux et d'une brèche coralligène (Brèche d'Aizy) à *Cidaris glandifera* et *Hoplites privasensis* qui y couronne ce même étage. Lorsque l'on considère que ce gisement occupe une position géographique intermédiaire entre la Porte de France, où le facies vaseux à Céphalopodes règne exclusivement (fig. 1) dans le Jurassique supérieur, et le Bec de l'Échaillon, où l'étage Portlandien (Tithonique) est représenté par de puissantes masses coralligènes, l'intercalation d'une brèche à débris de Polypiers et d'Échinodermes au sommet du Tithonique vaseux à Céphalopodes d'Aizy semble fort explicable. La coexistence, dans cette formation (qui évidemment s'est constituée aux dépens du récif voisin de l'Échaillon), d'Ammonites (*Hoplites privasensis*, *H. Callisto*) caractéristiques avec *Cidaris glandifera* et d'autres Échinides suffit, du reste, pour établir définitivement son âge.

La succession (fig. 2 et 3, voir page suivante) des assises qu'il est facile de relever, malgré les contours de la petite route de Noyarey à Aizy, est la suivante¹:

1° Tithonique inférieur. — Gros bancs de calcaires grisâtres (*Ti-i* de la fig. 2).

¹ Voir : « Sur les chaînes subalpines des environs de Grenoble, par M. W. Kilian » (*Bull. Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, 1899-1900, t. V, 3^e fasc.)

2° Tithonique supérieur :

- a) Calcaire sublithographique de teinte café au lait clair.
- b) Banc de calcaire sublithographique jaunâtre.
- c) Petits bancs de calcaire sublithographique jaunâtre, très fossilifère: *Hoplites Dalmasi* Pict. sp., *Hoplites Chaperi* Pict. sp. (abondant), *Hoplites Callisto* d'Orb. sp., *Hoplites privasensis* Pict. sp., *Perisphinctes senex* Opp., *Phylloceras semisulcatum* d'Orb. sp. (= *ptychoicum* Qu. sp.), etc., etc. (Ti-li).

Calcaire sublithographique pauvre en fossiles.

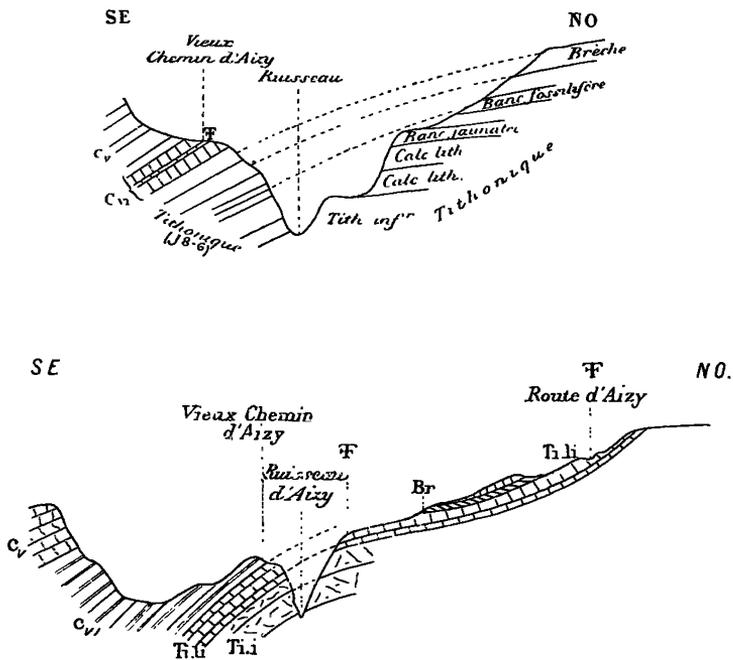


Fig. 2 et 3. — Coupes d'Aizy-sur-Noyarey, d'après M. W. Kilian.

Légende : C_v Valanginien. — C_{v1} Berriasien. — Ti-li Tithonique supérieur. — Ti i Tithonique inférieur. — Br Brèche d'Aizy.

- d) Brèche jaunâtre à débris d'Échinides, de Polypiers, etc.
Rhabdocidaris nobilis Desor, *Diplocidaris gigantea* Desor, *Cidaris propinqua* Münster., *Cidaris glandifera* Goldf., *Eugeniocrinus* sp., *Hoplites Callisto* d'Orb. sp., *Belemnites* sp. — (Br.).
- e) Calcaire blanc sublithographique, à *Hoplites Callisto* d'Orb., sp. (vieille route d'Aizy).

3° Infravalanginien (Berriasien) (c_{VI}).

- a) Calcaires marneux, bleuâtres, riches en Ammonites (*Hoplites Callistoides* Behr., *Hoplites Boissieri* Pict. sp., *Hoplites Malbosi* Pict., sp.) et visibles sur le vieux chemin d'Aizy au début de la montée,
- b) Calcaire plus marneux, bleuâtre (niveau des ciments de la Porte de France).

4° Valanginien (c_V). — Alternances de calcaires marneux grisâtres et de marnes gris-bleu : *Cardiolampas (Collyrites)* cf. *Malbosi* de Lor., *Cardiolampas (Dysaster) ovulum* Des., *Mytilus Montmollini* Pict., *Hoplites* n. sp. mutation de *H. Boissieri*, *Hoplites occitanicus* Pict., sp. *Hoplites pexiptychus* Uhl. (recueillis et étudiés par M. Bonnet-Eymard).

Ces couches qui représentent le passage de l'Infravalanginien au Valanginien sont surmontées par toute la série des assises néocomiennes jusqu'à l'Urgonien de la crête du Bec d'Orient qui domine la contrée au S.-E.

On remarque sur le plateau d'Aizy de nombreux *blocs erratiques* d'origine intraalpine : Amphibolites, Micaschistes, Protogine, etc.

Le Tithonique recouvre des assises kiméridgiennes et séquanien-nes, toujours relevées vers l'O.; en continuant notre route vers Veurey dans la vallée de l'Isère, nous pouvons constater que les premières, par suite d'une *faille locale*, se retrouvent de nouveau presque au niveau de la vallée, puis se montrent refoulées sur la mollasse miocène par le pli-faille qui limite à l'E. le synclinal de Veurey (v. Pl. I, fig. 2), continuation au S.-E. de l'Isère à celui de Voreppe.

Ce synclinal mollassique de Voreppe, très étroit à Veurey, s'élargit vers le N.-E.; il a une grande importance: « On le suit, en effet, des environs d'Aix-les-Bains au Col du Rousset sur les confins de la Drôme en passant par le Vercors; dans la première partie de ce parcours, il limite rigoureusement à l'O. les plis subalpins du Massif de la Grande-Chartreuse, des anticlinaux jurassiens dont plusieurs (chaîne du Mont du Chat, Mont Grelle) s'atténuent et disparaissent en l'atteignant; au S. il finit par n'être plus qu'une ondulation dans les plateaux urgoniens du Vercors, région bien homogène de hautes vallées synclinales dans laquelle viennent se fondre les plis jurassiens; c'est parmi ces derniers qu'il faut ranger le bombement anticlinal qui termine le profil naturel de l'Isère vers le N.-O. (Pl. I, fig. 2), et dont l'érosion n'a laissé subsister ici que le flanc oriental¹. »

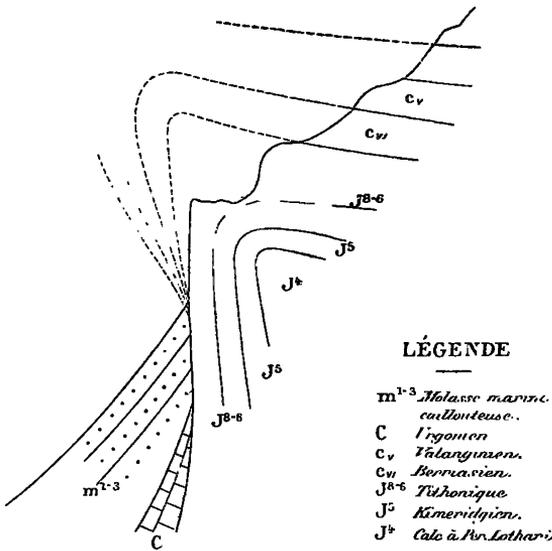


Fig. 4. — Le pli-faïlle de Voreppe, à l'E. de Pommiers (d'après M. Kilian).

Sur la rive droite del'Isère, à Voreppe, le pli-faïlle existe également. La charnière se complète plus au N. (fig. 4.) tandis que, par suite de l'étirement qui a occasionné le pli-faïlle, le flanc inverse manque à Veurey où il est resté profondeur avec un excès de surplombement du Jurassique du flanc E. (flanc normal). Enfin, sur les confins de la Savoie, vers le Frou et Saint-

Jean-de-Couz, en Savoie, le pli-faïlle disparaît et fait place à un

¹ W. Kilian, *loc. cit.*

anticlinal intact et déversé vers l'O. ; il en est à peu près de même en plusieurs points au S. de la cluse, dans le Vercors.

A l'O. de Voreppe, l'Isère traverse un dernier chaînon (chaînon jurassien) avant d'atteindre les collines tertiaires du Bas-Dauphiné.

Comme Voreppe, Veurey, où nous avons déjeuné, est établi sur un cône de déjections ; le cône de Veurey est relativement ancien, car il date du moment où l'Isère formait la terrasse abrupte, dominant la plaine d'une vingtaine de mètres, sur laquelle est bâtie une partie du village.

Bien que devant revenir plus loin sur les assises suivantes, et pour suivre l'ordre naturel de notre trajet, signalons, à Petit-Port (l'Échaillon-les-Bains), un calcaire blanc à Chamacées (Valanginien inf.) surmontant d'autres couches qui, à l'Échaillon-les-Bains, représentent Valanginien inférieur ; ce sont des calcaires gris-bleuâtres, forte-

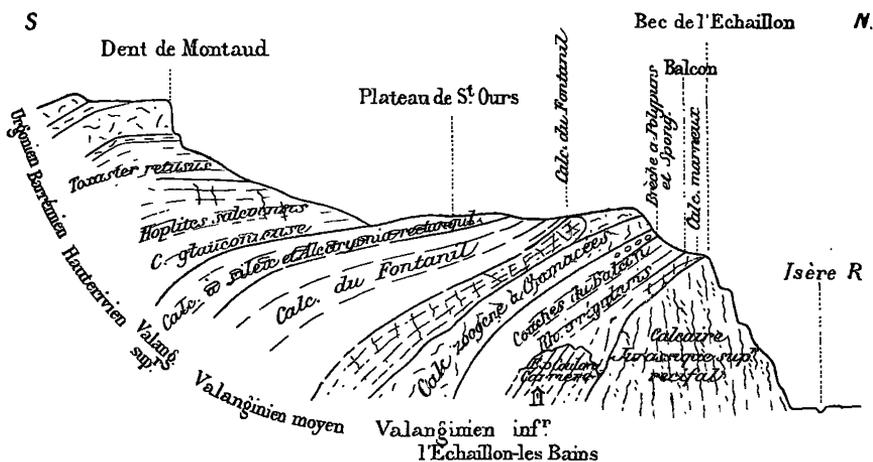


Fig. 5. — Promontoire de l'Échaillon vu des environs de la gare de Voreppe, d'après MM. Kilian et P. Lory.

ment marneux, dans lesquels est ouverte une petite carrière où nous recueillons *Exogyra (Ostrea) Couvoni* DeFr., *Rhynchonella irregularis* Pict. et de Lor., *Terebratula Moutoni* d'Orb. (fig. 5) ; ce faciès du Valanginien est différent de celui du Jura ; on y remarque des

intercalations de calcaires blancs à facies récifal, semblables aux calcaires urgoniens ; viennent ensuite les calcaires roux, à taches bleues et à débris du Valanginien supérieur qui ne sont que le prolongement des calcaires classiques du Fontanil à *Hoplites Thurmanni* Pict. sp., *H. neocomiensis* d'Orb., sp., *Pygurus Loryi* de Lor., dont les affleurements sont exploités sur la rive droite de l'Isère ; ces calcaires en gros bancs renferment une faune mixte qui peut être considérée comme réalisant le passage entre le Valanginien du Jura à Bivalves et Gastéropodes, et le facies vaseux du Dauphiné méridional. Ce facies, dit M. Kilian, vient mourir en biseau, au S. de Grenoble, dans la partie supérieure des marnes à *Belemnites latus* du Valanginien inférieur. L'Hauterivien sépare cet étage de la masse urgonienne qui forme la Dent de Moirans (993 m.) et qui, par un Albien toujours réduit et un peu de Sénonien supérieur, nous ramène à la mollasse miocène du Synclinal de Veurey.

Bientôt après, et continuant notre route, nous longeons jusqu'au Bec de l'Échaillon les assises du Jurassique supérieur qui reparais-sent, par suite d'un pli anticlinal ou bombement, sous les couches à *Ex. Couloni* ; ce sont des masses d'un calcaire blanc ¹ (tranchant sur la couleur café au lait du Tithonique vaseux), où le facies zoogène, subrécifal, est seul représenté ; ces calcaires forment une partie de l'axe anticlinal, coupé en deux par l'Isère et dont la retombée occidentale est cachées sous une plaine alluviale ; elles offrent un contraste frappant avec la série synchronique et si voisine de la Porte de France du type vaseux à Céphalopodes, contraste atténué, il est vrai, en des points intermédiaires comme à Aizy où s'intercale une brèche récifale accompagnée de bancs oolithiques et coralligènes (v. plus haut), au Chevallon où il existe au sommet du Tithonique à Céphalopodes de petits bancs zoogènes, à la Porte de France même, à Saint-Pancrasse, etc., où des indices très peu importants du facies de l'Échaillon se

¹ Nous croirions diminuer tout l'intérêt et l'importance que présente la localité depuis longtemps classique de l'Échaillon si nous ne donnions ici qu'un résumé des descriptions récentes faites à ce sujet ; aussi citerons-nous presque totalement les renseignements intéressants qui ont été publiés récemment dans la « Notice sur les assises jurassiques et crétacées du promontoire de l'Échaillon », par MM. Kilian et P. Lory. » (*Bull. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, 1899-1900, t. V, 3^e fasc., pp. 568 et suiv.).

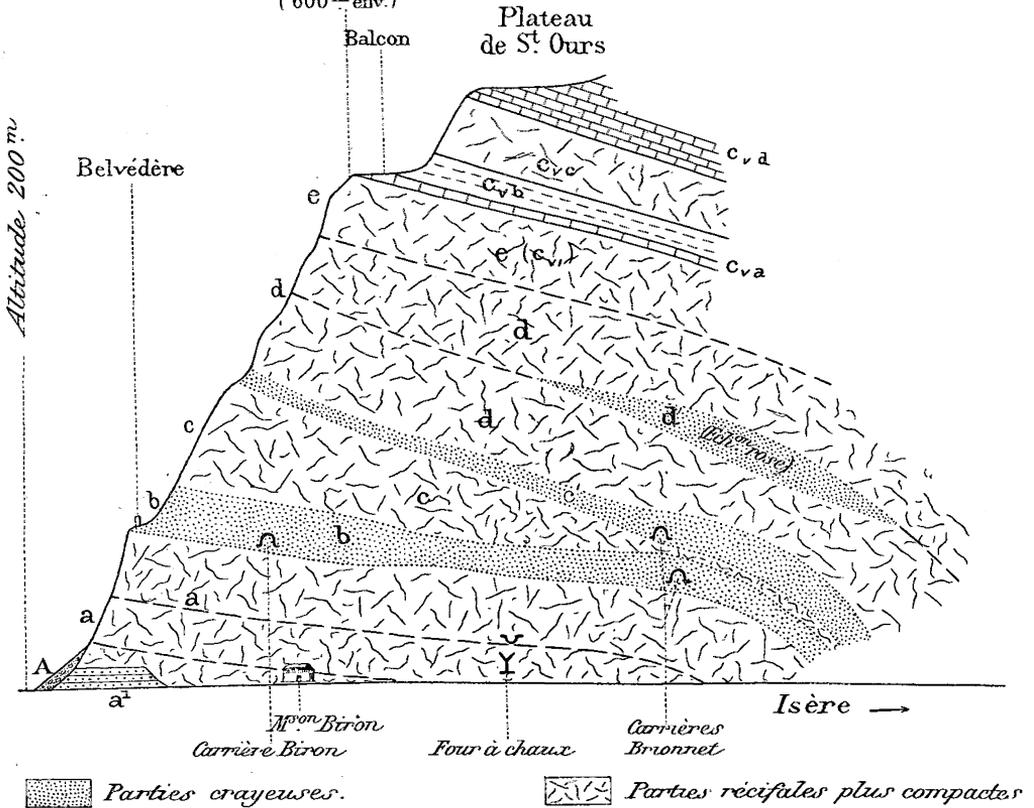


Fig. 7. — Allure approximative des parties crayeuses dans le massif calcaire de l'Echaillon, d'après MM. Kilian et P. Lory. — A Éboulis. — a¹ Alluvions anciennes de l'Isère.

fourni *Cidaris* sp., *Terebratula moravica*, *Heterodicerus Luci*, etc., à l'état de moules creux. — Au total : 90-100^m.

- b) « Banc blanc » crayeux et tendre, exploité (carrières de M. Biron) et en intercalation lenticulaire (20^m) (fig. 3); ce calcaire crayeux coralligène passe vers le haut à un calcaire compact, dur, fendillé et moins blanc (« Crassin » des carrières). — 20^m env.
- c) Calcaire blanchâtre, mais peu ou pas crayeux, assez dur, non exploitable; l'épaisseur de 60^m environ dans la carrière Biron, tombe à 6^m dans les carrières Milly-

Brionnet où il existe au-dessus (c') une seconde lentille exploitable de 15-16^m d'épaisseur.

d) Calcaire récifal blanchâtre, peu ou pas crayeux, non exploitable (100^m env.) où l'on a exploité autrefois, vers l'O., une lentille crayeuse (d') de teinte rosée (« Échail- lon rose »).

e) Calcaire blanc jaunâtre, compact, inexploitable (40-50^m).

L'épaisseur totale du massif récifal est ainsi d'environ 350^m.

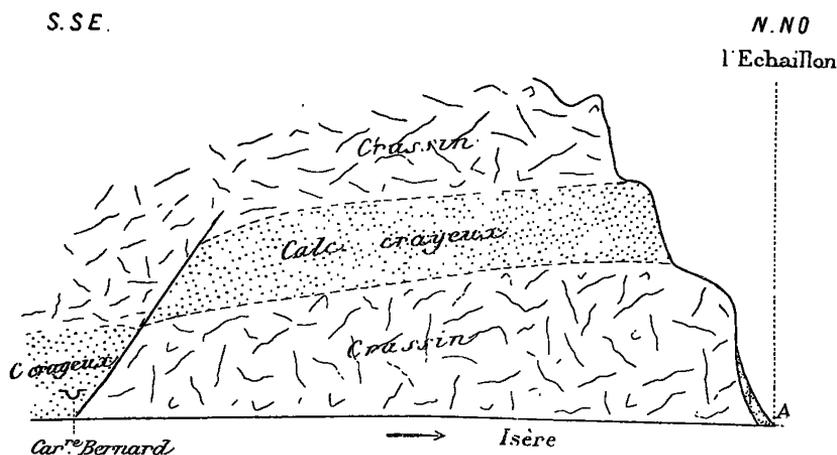


Fig. 8. — Coupe relevée près de la carrière Bernard (MM. Kilian et Lory).

FAUNE DU CALCAIRE JURASSIQUE DE L'ÉCHAILLON

La grande majorité des fossiles recueillis à l'Échailon provient de l'assise (b) exploitée dans les carrières Biron et principalement des couches voisines du toit. Quelques espèces ont été trouvées dans les carrières Bernard et Milly-Brionnet :

| | |
|-------------------------------------|--|
| Os de Reptile : | <i>Bel. (Hibolites) baculoides</i> Ooster. |
| <i>Sphærodus gigas</i> Agass. | <i>Bel. (Hibolites) semisulcatus</i> Münst |
| <i>Pycnodus</i> sp. | <i>Bel. (Duvalia) ensifer</i> Opp. |
| <i>Prosopon oxythireiforme</i> Gem- | <i>Lytoceras</i> sp. ind. |
| mellaro (Dét. Paquier). | <i>Lissoceras (Haploceras) tithonium</i> |
| <i>Serpula</i> sp. | Opp. in Zitt. sp. |

- Hoplites* sp. nov. aff. *rarefurcatus*
 Pict. sp.
Holcostephanus pronus Opp. in
 Zitt. sp.
- Cerithium viridunense* Buvign.
 (Dét. Cossm.).
 — *confrater* Zitt. (Dét.
 Cossm.).
 — *amabile* Zitt. (Dét.
 Cossm.).
- Nerinea sequana* (Thirria) Voltz.
 (Dét. Cossm.).
 — *inornata* d'Orb. (Dét.
 Cossm.).
 — (*Aptyxiella*) *sexcostata*
 d'Orb. (Dét. Cossm.).
 — (*Itieria*) *Mosæ* Desh.
- Cryptoplocus depressus* Voltz sp.
 (Dét. Cossm.).
- Phaneroptyxis Chaperi* Cossm.
 (Dét. Cossm.).
- Tylostoma* cf. *ponderosum* Zitt.
- Natica* sp.
- Autres Gastéropodes variés.
- Cardium corallinum* Leym.
Isocardia elegans Goldf.
Lima notata Goldf.
 — *Escheri* Moesch.
 — *Moeschi* de Lor.
 — *suprajurensis* Contejean.
 — sp.
- Hinnites* sp.
- Pecten strictus* Münst.
 — *articulatus* Schloth.
 — *vimineus* Sow. (P. *niveus*
 d'Orb.).
 — *subtextorius* Münst.
- Pecten Oromedon* de Lor.
 — *solidus* Rœm.
 — *Nicoleti* Etallon.
 — *vitreus* Rœm.
- Gastrochæna* sp.
- Ostrea* (*Alectryonia*) *gregarea* Sow
 — — *hastellata* (Schl-
 oth.) Quenst.
 — — *rastellaris* Münst.
 — — *solitaria* Sow.
 — *Langi* Etall.
- Cucullæa* sp.
- Thracia incerta* Desh.
- Trichites* sp.
- Pholades.
- Diceras Beyrichi* Bœhm., var.
porrecta Bœhm.
- Heterodiceras Luci* Deifr. sp.
- H. Luci* Deifr. sp., var. *commu-
 nis* Bœhm.
- Matheronia (Monnieria) Ro-
 mani** Paquier.
- Terebratula moravica* Glock.
- Terebratula* sp., passant à *T. Bau-
 hini* Et.
- *semicineta* Douvillé.
 — *Lamberti* Douvillé.
 — *cineta* Cott. (et for-
 mes voisines).
 — *insignis* Schübler.
 — *farcinata* Douvillé.
 — *Rollieri* Haas.
- Terebratula* nov. sp.
- cf. *Tychaviensis* Suess.
 — *subsella* Leym.
 — *formosa* Suess.
 — cf. *suprajurensis*
 Thurm.

| | |
|---|---|
| <i>Magellania</i> (<i>Zeilleria</i>) <i>Egena</i> Bayle | <i>Rhynchonella pinguis</i> Rœm. |
| sp. | <i>Cidaris glandifera</i> Münster. |
| — — <i>humeralis</i> | <i>Typocidaris marginata</i> Goldf. |
| Rœm. sp. | <i>Plegiocidaris coronata</i> Schlotheim |
| — — <i>cataphracta</i> | sp. (<i>Echinus</i>) |
| Suess. sp. | <i>Acropeltis æquituberculata</i> Ag. |
| — — <i>macra</i> Dou- | <i>Pedina sublævis</i> Ag. |
| villé. sp. | <i>Diplocidaris gigantea</i> Ag. sp. (<i>Ci-</i> |
| <i>Dictyothyris</i> <i>Chaperi</i> Douvillé. | <i>daris</i>) (<i>Radioles</i>). |
| <i>Megerlea Petersi</i> Hohen. | <i>Rhabdocidaris caprimontana</i> |
| <i>Terebratulina substriata</i> Schloth. | Desor. |
| sp. | <i>Collyrites Loryi</i> A. Gras. sp. (<i>Dy-</i> |
| <i>Terebratella Fleuriausa</i> d'Orb. | <i>saster</i>). |
| <i>Terebratella (Ismenia) Hoening-</i> | <i>Grasia elongata</i> Al. Gras. sp. |
| <i>hausi</i> Deffr. | (<i>Hyboclypus</i>). |
| <i>Lyra (Terebrirostra) Escheri</i> Oos- | <i>Millericrinus</i> sp. |
| ter. | <i>Eugeniocrinus Heberti</i> Desor. |
| <i>Rhynchonella Astieri</i> d'Orb. | <i>Eugeniocrinus</i> sp. |
| — <i>corallina</i> Leym. | <i>Lobophyllia flabellum</i> Mich. (<i>Sty-</i> |
| — <i>inconstans</i> d'Orb. | <i>logira flabellum</i> d'Orb.). |
| — <i>multiplicata</i> Ziet. | <i>Montliraultia valfinensis</i> Et. |
| (= <i>Rh. lacu-</i> | <i>Siphonocœlia microphtalma</i> |
| <i>nosa multiplicata</i> | From. |
| Quenst.). | |

Et nombreux Polypiers des genres *Pteurosmilia*, *Astylosmilia*, *Trochosmilia*, etc.

Parmi les éléments de cette faune, nous remarquons quelques Céphalopodes qui tous indiquent pour la lentille inférieure de l'Échailon un niveau très élevé dans le Jurassique; aucun d'eux ne témoigne d'affinités kiméridgiennes (c'est donc un niveau supérieur à celui de Valfin), et par contre *Holcostephanus pronus* ainsi que *Hoplites* sp. nov. aff. *rarefurcatus* sont des formes cantonnées ailleurs dans le *Tithonique supérieur* (Portlandien supérieur).

Parmi les Chamacées, l'association de vrais *Diceras* avec *Heterodicerias* est un point de ressemblance important avec la faune de Stramberg, dont les espèces se retrouvent ici. L'attribution au Portlandien supérieur est corroborée par la découverte de *Matheronia*

(sous-genre *Monnieria*) *Romani*, espèce appartenant à un genre crétacé, que MM. Paquier et Roman ont décrite du calcaire récifal du Bois de Monnier (Gard), dont l'âge tithonique supérieur est également bien établi.

Il est vrai qu'en ce qui concerne les Brachiopodes, les affinités de cette faune avec celle du Kiméridgien crayeux du Jura et du centre de la France prédominent sur les caractères méditerranéens qui sont peu prononcés ; mais il s'agit là de caractères de province et non de niveau.

Les calcaires fossilifères de l'Échaillon représentent donc un facies récifal du *Portlandien supérieur*. On peut admettre que la partie inférieure du massif correspond au Portlandien inférieur, mais rien n'autorise à penser qu'elle comprend le Kiméridgien. Il est légitime de supposer, par contre, que la moitié du massif récifal, supérieure aux lentilles exploitées, peut englober l'Infravalanginien (Berriasien *sensu stricto*) si l'on se rappelle la ressemblance signalée de l'assise terminale, jaunâtre, de l'Échaillon avec le « marbre bâtard » du Jura que la récente découverte de *Hoplites Euthymi* Pict. sp. (par M. Baumberger) a permis de paralléliser avec le Berriasien. Ajoutons que lorsque dans la région subalpine l'on se dirige vers l'intérieur des Alpes à partir des points où existent soit le marbre bâtard (la cluse de Chaille), soit le calcaire de l'Échaillon, et avant d'atteindre la zone où le Berriasien se montre entièrement vaseux, on traverse une bande (Fourvoirie, Chevallon) où dans les marno-calcaires de cet étage s'intercalent encore des *lentilles* d'un calcaire zoogène, parfois magnésien. Une partie de ces lentilles a encore même structure que nos calcaires jaunâtres. Ainsi donc le Berriasien subit de l'E. à l'O. la même transformation latérale que le Tithonique supérieur, et le sommet du massif de l'Échaillon, tout comme le « marbre bâtard », représente le terme extrême de cette modification.

II. — Crétacé inférieur (c_{v,ii} de la fig. 9)

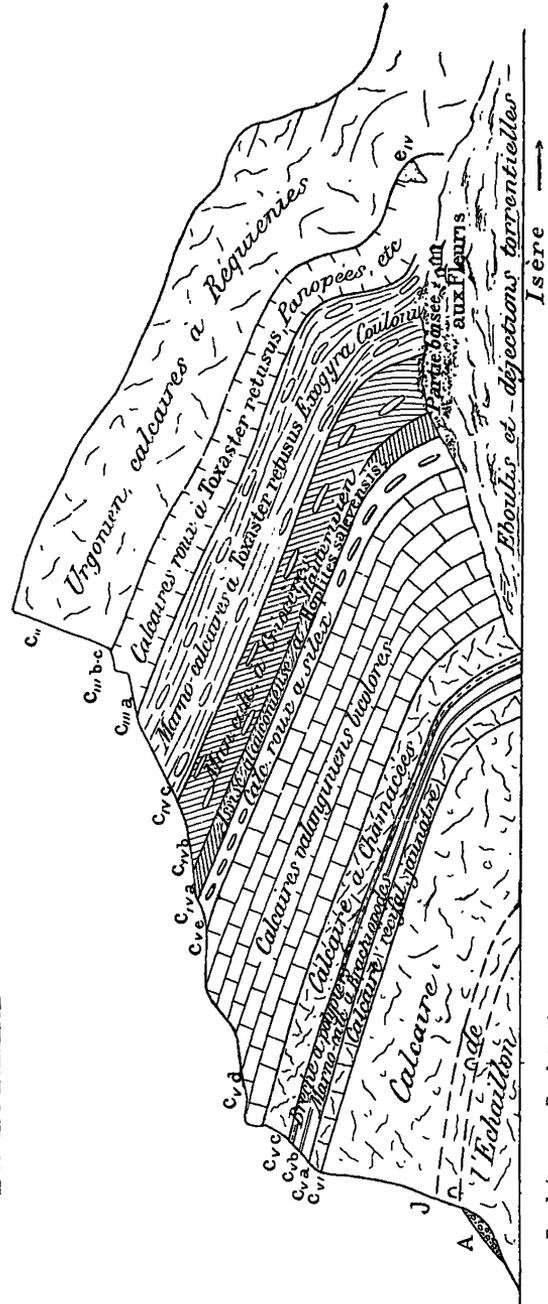
Les premières couches qui recouvrent le « Calcaire de l'Échaillon », forment une importante corniche boisée (appelée « Balcon ») (v. fig. 6 et 9) ; les suivantes constituent un petit abrupt culminant, celui du « Bec supérieur de l'Échaillon ». La faune de ces assises est nettement crétacée ; en voici la succession :

E.N.E

Bec de l'Échaillon

Dent de Montaud
ou de Moirans
993^m

0 50



Exploitation. Exploitation

Fig. 9. — Vue du Bec de l'Échaillon, côté N.-O.; succession des assises. — A = Éboulis. — J = Calc. jurassique. — e_{IV}-e_{II} Assises crétacées diverses. — e_{IV} Poche de sables Éocènes. — (D'après MM. Kilian et P. Lory.)

c_v^{a-b} : COUCHES DU BALCON DE L'ÉCHAILLON ET DE L'ÉCHAILLON-LES-BAINS

c_v^a . — Calcaires encore durs, mais bien lités, un peu brunâtres, à grain fin, subspathiques ou parfois dolomitiques, et calcaires un peu marneux, gris brunâtres, piquetés de brun rouge, assez compacts, bien lités : *Janira*, *Pecten*, etc.

c_v^b . — 1° Calcaires marneux gris, contenant soit ici, soit à l'Échail-
lon-les-Bains : *Pecten* sp., *Vola* (*Neithea*, *Janira*) sp.,
Exogyra Couloni Defr., *Panopea* sp., *Ceromya* sp., *Cy-
prina* sp., *Trigonia nodosa* Sow. (in Wolle-
mann), *Rhyn-
chonella irregularis* Pict., *Terebratula Moutoni* d'Orb.
(30^m env.). Ils passent vers le sommet à :

2° Couche du « Balcon » marno-grumeleuse à oolithes limo-
niteuses (2-3^m), très riche en Brachiopodes, en Bryozoaires
roulés, en grumeaux calcaires remaniés : Limes, Phola-
des, Rhynchonelles, *Terebratula Carteroni* d'Orb., *Ci-
daris* (radioles), *Apiocrinus* sp. Elle passe, même laté-
ralement par places, à un :

3° Calcaire jaune, d'apparence zoogène, en partie compact,
à pâte fine et cassure esquilleuse, en partie à Entroques,
semé par places de petites oolithes brunes,

L'ensemble de ces trois assises, intimement liées les unes aux
autres, a fourni : *Belemnites* sp., Gastropodes indéterminables, *Tri-
gonia nodosa* Sow. (in Wolle-
mann), *Lithodomus aubersonensis* Pict.
et Camp., *Gastrochæna* sp., *Cardium* sp., *Trichites* sp., *Ostrea*
(*Alectryonia*) *macroptera* Sow. sp. (= *O. rectangularis* Rømer), *O.*
(*Alectryonia*) *Germani* Coq. sp., *Ostrea* sp., *Rhynchonella irregularis*
Pict. et de Lor., *Lyra* (*Terebrirostra*) sp. (probablement *Lyra neo-
comiensis* d'Orb. sp.), *Terebratula Carteroni* d'Orb., *Terebratula*
Moutoni d'Orb., *Magellania* (*Zeilleria*) aff., *faba* Sow. sp., *Milleri-
crinus* sp. (articles), *Pyrina pygæa* Ag., *Cidaris* (Radioles), *Gonio-
pygus inbricatus* Ag., Bryozoaires, Polypiers (*Latimæandra*) et Spon-
giaires très abondants, rappelant beaucoup les formes bien connues
du Valanginien d'Arzier (Suisse) et du Salève.

En suivant cet ensemble du Balcon vers les Bains de l'Échail-
lon où il s'abaisse au niveau de la vallée, on le voit augmenter d'épaisseur
et devenir sensiblement plus marneux. A l'Échail-
lon-les-Bains, sur

les calcaires dont la partie supérieure (c_{vi}) est un peu différenciée, on trouve en effet plus de 30^m de calcaires gris-bleuâtres, fortement marneux, dans lesquels est ouverte une petite carrière (v. fig. 4); ils représentent l'ensemble des couches 1 et 2 et peut-être aussi 3. On y recueille les fossiles suivants : *O. (Exogyra) Couloni* Deir., *O. (Alectryonia)* sp. indé., *Magellania (Zeilleria, Waldheimia) delphino-jurensis* Kil. et P. Lory (= *W. pseudojurensis*, Pict. et de Lor.), *Rhynchonella irregularis* Pict. et de Lor., *Terebratula gratianopolitensis* Pict., *Terebratula Moutoni* d'Orb.

c_v^f : CALCAIRE BLANC A CHAMACÉES

Calcaire blanc massif, en majeure partie compact, semi-cristallin, à nombreuses sections de Chamacées et rappelant les calcaires urgoniens. D'autres parties, vers la base, sont crayeuses et renferment en abondance des fragments roulés de Chamacées et de Polypiers, parfois englobés dans de grosses oolithes; ces fragments peuvent atteindre plusieurs centimètres de diamètre. Ces parties, dont le facies est assez voisin de celui que nous avons déjà vu dans c_v^p , rappellent vivement certaines couches grossières du Rauracien inférieur récifal des environs de Besançon (l'Hôpital Saint Lieffroy) et du Kiméridgien coralligène de Valfin (Jura).

L'ensemble qui peut avoir 30^m, nous a fourni : *Nerinea* sp., Petits Lamellibranches, *Heterodicerias?* sp. (Dét. Paquier), *Matheronia* cf. *eurystoma* Pict. sp. (Dét. Paq.), *Rhynchonella* sp. Cette curieuse assise *subrécifale*, qui rappelle les couches à *Valletia* du Jura méridional et des environs de Chambéry, s'observe en divers autres points de la même ride anticlinale (Saint-Gervais) (M. P. Lory), mais elle n'existe pas dans le Valanginien des chaînons plus orientaux de la zone subalpine et semble donc localisée dans les chaînons « jurassiens ». Elle forme au-dessus du « Balcon » la plus grande partie de l'abrupt supérieur du Bec de l'Échaillon. Cette barre descend à la vallée où elle est coupée obliquement par le chemin de l'Échaillon-les-Bains au Petit-Port. Le calcaire à Chamacées passe graduellement à l'assise suivante, par l'intermédiaire d'un calcaire jaunâtre subspathique et en partie oolithique, à débris de Crinoïdes, d'Huitres, etc. Ce sont les couches du sommet du Bec, celles dont l'affleurement borde à l'O. le plateau de Saint-Ours.

e_v^d : CALCAIRE DU FONTANIL

Puissants calcaires bicolores, bleuâtres à l'intérieur des bancs et jaune-roux à l'extérieur, grenus, à débris ; quelquefois à silex ; ils ont fourni des exemplaires d'*Exogyra Couloni*. Chapelle de Saint-Ours et la plus grande partie du plateau de ce nom.

c_v^e : CALCAIRE ROUX A BANDES DE SILEX

Bien lité, à *Alectryonia macroptera* Sow. (= *rectangularis* Rœm.), *Trigones*, *Pholadomyes*, etc. (30^m environ). Il est notamment bien visible et fossilifère dans la berge droite du principal ravin descendant vers le Petit-Port.

c_{IV}^{a-b} : HAUTERIVIEN

En partie masqué par la végétation, il occupe les premières pentes au-dessus du plateau de Saint-Ours. A sa base (c_{IV}^a), il est glauconieux (*Hibolites* sp., *Hoplites salevensis* Kil.). Le reste de l'étage (c_{IV}^b) est marno-calcaire et gris-bleu.

$c_{IV}^e-c_{III}^{a?}$: MARNO-CALCAIRES A *Toxaster retusus*
LAME (= *Echinospatagus cordiformis* BREYN.)

Ils sont bien visibles au pied des escarpements de la Dent de Montaud (ou Dent de Moirans), et y contiennent, outre les Spatangues : *Exogyra Couloni*, *Hoplites* sp., etc.

c_{III}^a : CALCAIRES GRIS-ROUX A *Tox. retusus*

La partie supérieure des « couches à Spatangues » est formée de calcaires durs, à menus débris marneux, qui ont fourni non loin d'ici : *Hoplites cruasensis* Torc. sp., *Exogyra Couloni* Defr., *Trigonia carinata* Ag., *Panopæa* sp., *Pholadomya scaphoides* Ag. Ces bancs participent souvent à la constitution des abrupts supérieurs.

$c_{III}^b-c_{II}$: CALCAIRES URGOMIENS

Blancs et massifs, ils constituent la muraille de la Dent de Montaud, point culminant des montagnes de l'Échaillon.

CONCLUSIONS

De même que le sommet du Jurassique, la base du Crétacé possède ici un facies surtout récifal, très éloigné par conséquent du facies vaseux à Céphalopodes qui règne plus à l'E. dans les chaînes subalpines, Aussi y a-t-il, en l'absence de tout passage latéral observé, une réelle difficulté à établir un parallélisme entre les assises qui se présentent de part et d'autre.

Notre assise à Brachiopodes (c_v^b) se place-t-elle au niveau de *Hoplites Boissieri* (Infravalanginien ou Berriasien), ou à celui de *Hoplites neocomiensis* (Valanginien inférieur)? La faune, malgré son assez grande richesse, ne fournit pas de réponse certaine; on ne peut non plus tirer argument de l'analogie frappante qui existe entre cette assise et le Valanginien jurassien d'Arzier (Suisse), car les rapports de celui-ci avec le Berriasien sont encore peu connus. Mais, grâce aux calcaires récifaux à Chamacées c_v^c , la question s'éclaire à demi, semble-t-il, car un peu plus au S., près de Saint-Gervais, on trouve intercalés dans la barre des calcaires du Fontanil, tandis qu'au-dessous le Valanginien inférieur et le Berriasien existent avec leur facies vaseux subalpin; ces calcaires blancs sont donc l'équivalent, non pas des marnes du Valanginien inférieur, mais d'une partie du Valanginien moyen (notre c_v^d). Il y a des chances pour qu'il en soit à peu près de même à l'Échaillon, et que par suite le représentant de ces marnes y soit l'assise à Brachiopodes.

Quant au Berriasien, nous avons vu déjà que le haut de la masse récifale inférieure doit lui appartenir. Il nous semble donc que l'on puisse, avec de très grandes chances d'être dans le vrai, établir comme l'indique le tableau ci-après le parallélisme entre les deux facies :

| | | |
|--------------------|--|--|
| VALANGINIEN | CALCAIRE ROUX A SILEX ET <i>ALECTRYONIA MACROPTERA</i> (= <i>RECTANGULARIS</i>) | |
| | CALCAIRE DU FONTANIL | |
| | Marnes et marno-calcaires à <i>Belemnites (Duvalia) latus</i> et <i>Hoplites neocomiensis</i> . | CALCAIRE BLANC RÉCIFAL A CHAMACÉES Couches marno-calcaires à Brachiopodes (<i>Rhynchonella irregularis</i> , <i>Terebratula Moutoni</i> , etc) et <i>Exogyra Couloni</i> de l'Échaillon-les-Bains, et Brèche à Polypiers, Spongiaires, etc., du Balcon de l'Échaillon. |
| | Calcaires marneux à <i>Hoplites occitanicus</i> , <i>Boissieri</i> , etc. Infra-valanginien (Berriasien s. s.) | CALCAIRES UN PEU MARNEUX Calcaires récifaux de l'Échaillon, partie supérieure. |

On voit qu'à l'Échaillon, le facies récifal et zoogène (calcaires blancs) du Jurassique supérieur s'étend en hauteur jusqu'à l'Infra-valanginien (Berriasien), puis qu'après une courte interruption, durant laquelle rien n'indique d'ailleurs que la profondeur ait été plus grande (calcaires marneux de l'Échaillon-les-Bains à Huîtres et Brachiopodes valanginiens), il reparaît dans le Valanginien (couches c_v^{b3} et c_v^c), avec un cortège de Chamacées qui accentue nettement la ressemblance avec la masse inférieure.

Ce développement de la base du Crétacé, si différent de celui des mêmes assises dans les autres parties de la région subalpine, rappelle, au contraire, ce qui se passe dans le Jura méridional, auquel le pli de l'Échaillon est, du reste, relié par une continuité tectonique manifeste (Balmes de Voreppe — Montagne de Ratz — Miribel — Cluse de Chaille — Mont Tournier — Montagne de Parves).

Il convient de rappeler que la localité de Malleval, également remarquable par les affinités jurassiennes de sa faune valanginienne, se trouve dans le prolongement méridional du même faisceau de plis, les plus extérieurs de la région subalpine, et qu'au N. c'est l'anticlinal même de l'Échaillon qui fournit les intéressants affleurements de la Cluse de Chaille avec leurs intercalations purbeckiennes dans le Tithonique supérieur, et leur « Valanginien » du type jurassien franc [Marbre bâtard (= Berriasien), et calcaires limoniteux].

Une visite dans les carrières nous permet de juger de la juste et universelle renommée des calcaires de l'Échaillon ; des blocs énormes, amenés vers l'entrée à un appareil de sciage à fil hélicoïdal, sont extraits de vastes excavations souterraines, atteignant parfois 20^m de hauteur, dont le toit est supporté par de larges piliers ménagés dans la roche. La partie moyenne du massif où se trouvent les exploitations est, nous l'avons vu, constituée par deux variétés de calcaire : la pierre tendre exploitée et le « crassin » ; ce dernier a une structure plus grossière, plus compacte et aussi plus dure ; fendillé en tous sens, il est impropre à la taille et reste inexploité ; la pierre blanche, au contraire, plus homogène, se travaille facilement. Malgré ces différences, le crassin est, comme la pierre blanche, un calcaire *zoogène*. « La pierre de l'Échaillon, dit Ch. Lory, est formée presque entièrement de débris de Polypiers et d'autres corps marins, convertis par la fossilisation en calcaire cristallin. La partie crayeuse qui en remplit les interstices n'est probablement que le résultat de la trituration des mêmes fossiles. C'est donc un calcaire éminemment *corallien*. » Il est manifeste, en effet, même à l'œil nu, qu'on est en présence d'un agrégat de débris organiques très ténus pour la plupart, mais dont certains cependant sont reconnaissables pour appartenir à des Polypiers, des Échinodermes, des Brachiopodes et des Lamellibranches, etc. Des fossiles, entiers ou brisés, des mêmes groupes, à test spathisé, se rencontrent très abondants par place. Les Dicératinés, notamment, se sont plusieurs fois présentés en groupe ; mais on remarque surtout de beaux Polypiers formant même des massifs de grande taille ; ils constituent au sein de la roche crayeuse des parties dures et spathiques, sortes de noyaux fort peu appréciés des carriers, auxquels ils procurent de fréquents mécomptes. Ces massifs

de Polypiers semblent encore en place et n'ont pu, en tout cas, être roulés sur un long parcours ¹.

Au microscope, la structure zoogène de la roche de l'Échaillon est fort nette; au milieu d'un ciment quelquefois amorphe, mais en général recristallisé et constitué par des plaques de calcite, se trouvent d'innombrables débris, pour la plupart roulés, d'organismes de dimensions et de nature très variées (fragments de Polypiers, de Bryozoaires, d'Échinodermes, etc.), formant une véritable brèche. A côté de ces débris, on remarque assez fréquemment des Foraminifères, mais on n'y trouve pas les nombreux Miliolidés si caractéristiques des calcaires urgoniens; les radioles d'Échinides sont fréquents; on aperçoit aussi quelques Algues calcaires (v. Pl. XII à XVIII de « l'Album de Microphotographies » de MM. Hovelaque et Kilian). On y voit notamment des sections d'un organisme spécial (Bryozoaire?) très abondant dans la roche de l'Échaillon dont il est caractéristique. La texture du Calcaire de l'Échaillon diffère nettement de celle des calcaires urgoniens par la grosseur plus variable et les dimensions plus importantes des débris roulés qui le composent, par la fréquence plus grande des fragments d'Échinodermes et de Polypiers, enfin par la moindre abondance des Foraminifères et la rareté des Miliolidés.

M. G. Biron, propriétaire de l'une des carrières de l'Échaillon, après avoir mis à notre disposition une ample provision de fossiles, veut bien nous guider lui-même dans la marbrerie et les ateliers de tournage et de polissage; nous avons en outre l'occasion de voir et d'emporter des échantillons d'une plaque de mollasse miocène dauphinoise coupée transversalement et qui montre de beaux exemples de galets urgoniens *perforés par des Pholades*; de plus un bloc d'Ophicalce d'Italie, sacrifié à notre intention, nous fait penser à la zone Piémontaise que nous ne toucherons pas dans notre voyage.

Avant de clore une journée aussi bien remplie, nous jetons un coup d'œil sur le paysage qui, du Bec de l'Échaillon, se présente vers l'O.: le pays qui est devant nous n'appartient plus aux Alpes, il est

¹ Des détails plus nombreux encore sont donnés, à propos de la pierre de l'Échaillon, dans la note de MM. Kilian et P. Lory que nous avons déjà citée.

formé de couches tertiaires faiblement relevées, mais non plissées, façonnées par l'érosion en une série de coteaux à profil trapézoïde caractéristique ; dans une trouée, entre deux lignes de ces collines mollassiques se dessine un plateau absolument horizontal accidenté de petits *vallums* morainiques et qui nous représente la section transversale d'une « *vallée morte* », aujourd'hui asséchée. Devant nous venait, en effet, à l'époque pléistocène, se bifurquer au sortir de la cluse de Voreppe, le glacier de l'Isère ; une partie de ses eaux de fonte s'écoulait vers Valence, l'autre allait directement rejoindre le Rhône, à Saint-Rambert-d'Alboñ ; l'un de ces courants, qui est devenu l'Isère, a continué à s'écouler par Saint-Marcellin et Romans ; approfondissant peu à peu son lit, en contrebas de l'autre vallée, il a laissé subsister à un niveau supérieur le tronçon qui se réunissait au Rhône et qui a donné la plaine de Bièvre, où se trouve le village de la Côte-Saint André. Entre ce tronçon de vallée morte et l'Isère actuelle, on observe trois terrasses étagées d'alluvions anciennes d'un intérêt secondaire.

Nous reprenons notre voiture pour aller dîner à Voreppe, et de là le chemin de fer nous conduit ensuite à Saint-Marcellin.

TROISIÈME JOURNÉE

(SAMEDI 3 AOÛT 1901)

Traversée O.-E. des chaînes subalpines ; chaînes calcaires du Royans, du Vercors et de Lans

La journée du 3 août sera encore consacrée à l'étude des terrains qui constituent la zone subalpine ; celle de demain nous permettra de compléter, jusqu'au Col de l'Arc, en sens inverse de celle d'hier, la traversée des chaînes du Royans, du Vercors et de Lans.

A Saint-Nazaire, où nous arrivons dès le matin, nous nous trouvons sur le bord O. de la zone subalpine et nous pouvons, mieux qu'à l'Échaillon, avant de traverser l'Isère, prendre une idée suffisante de ce qu'est la région tertiaire du Bas-Dauphiné : cette partie du Bas-Dauphiné comprend, outre les *alluvions anciennes* formant des terrasses étagées datant des époques pliocène supérieure et pléistocène.

3

de puissants dépôts miocènes. Au N. de l'Isère, se trouve un plateau à soubassement de mollasse miocène caillouteuse d'origine continentale, dans lequel on a recueilli près de Roybon des ossements d'*Hipparion gracile* Kaup. et de *Dinotherium giganteum* Kaup.; ce plateau supporte, à 400^m d'altitude, des cailloutis Pliocènes horizontaux, formant une haute nappe de cailloutis parmi lesquels dominent des galets de quartzites des Alpes et qui recouvre uniformément les dépôts miocènes. C'est dans cet ensemble que s'est creusée la vallée de l'Isère dans laquelle on remarque nettement une série de terrasses pléistocènes; chacune d'elles correspond en amont à des moraines laissées par d'anciens glaciers. Le retrait de ces glaciers a eu lieu par oscillations se traduisant par des stationnements suivis de périodes de recul au début desquelles le cours d'eau issu du glacier creusait sa vallée avant de la remblayer par ses alluvions; ce sont ces oscillations successives (*glaciations*) qui ont abouti à la formation de systèmes de terrasses emboîtées en contre-bas les unes des autres qui sont particulièrement nettes dans la basse vallée de l'Isère.

Il est un fait intéressant à noter: la terrasse sur laquelle se trouve la gare (211^m) débute par des blocs volumineux provenant des Alpes (Protogine, etc.); la Bourne, au contraire, qui se jette dans l'Isère non loin du pont, nous montrera, en remontant son cours, des terrasses qui lui sont propres et qui sont formées uniquement de cailloux calcaires d'origine locale: on peut ainsi constater qu'à chaque

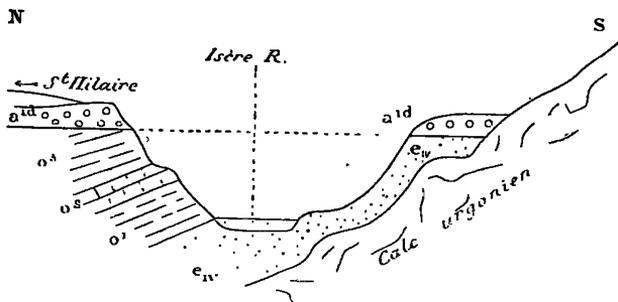


Fig. 10. — Coupe relevée prise du Pont de Saint-Hilaire (d'après M. Kilian) a^{1d} Alluvions pléistocènes fluvioglaciaires; — o³ Argiles oligocènes; — o² Banc calc. à Pot. Lamarcki; — o¹ Argiles bigarrées et sables oligocènes; — e_{iv} Sables et arg. bigarrés (Éocène inférieur).

terrasse de l'Isère en correspond une autre de la Bourne ; cette disposition est compréhensible si on rappelle que le niveau du confluent devait changer avec celui de l'Isère dont la Bourne était tributaire ; la Bourne subissait donc, pour l'établissement de ses terrasses, le contre-coup des changements de niveau de l'Isère, c'est-à-dire que pour cette dernière la cause agissante se trouvait en aval tandis que pour la première l'origine des creusements et des remblaiements successifs, c'est-à-dire les déplacements du front du glacier, était en amont.

Dans le lit même de l'Isère, au pont de Saint-Hilaire, on voit pointer, au milieu de sables bigarrés qui les ravinent, des rochers calcaires urgoniens (fig. 10) ; les sables, datant de la période continentale prolongée qui a précédé le retour de la mer miocène, correspondent probablement à l'Éocène inférieur et proviennent de la destruction des assises sénoniennes ; ils ont subi dans la suite une oxydation intense au contact prolongé de l'air ; le seul fossile trouvé dans ces sables (aux Échelles près Saint-Laurent du-Pont) est une mâchoire de *Lophiodon Larteti* Filh., espèce sparnacienne. Viennent ensuite, en discordance, des argiles sableuses roses et rouges, avec de petits bancs calcaires ; ces dépôts qu'il ne faut pas confondre avec les sables précédents représentent l'Oligocène incomplet, équivalent du sommet des Sables de Fontainebleau, et qui renferme ici *Sphaerium gibbosum* Sow. et *Potamides Lamarcki* Brngt. Plus loin, les conglomérats aquitaniens à *Helix Ramondi* Brngt., dans lesquels nous faisons une ample moisson de cette coquille, supportent les calcaires et argiles tégulines de Saint-Just-de-Claix à faune aquitanienne saumâtre.

L'Urgonien forme, au delà du pont, entre la route de Saint-Nazaire et la Baume-d'Hostun, une première saillie anticlinale (Pl. I, fig. 4) à noyau barrémien (Calc. à Spatangues avec *Toxaster retusus* Lamk. = *Tox. complanatus* Ag.) que longe la route et dont le flanc E., laminé, n'est représenté que par une mince muraille de calcaires urgoniens ; ce pli est intéressant en ce que, bien extérieur aux plis jurassiens de l'Échaillon-Voreppe et des Échelles, ici confondus en un faisceau avec les chaînes subalpines, il va se perdre sous les dépôts tertiaires et ne dépasse pas l'Isère au N.

Avant d'entrer à Saint-Nazaire nous retrouvons les sables éocènes ravinant toujours l'Urgonien sur lequel est bâti le village ; aussitôt après, nous commençons la traversée d'un grand pli *synclinal molas-*

sique qui, très large ici, se réduit en pointe vers le S. (Bouvante) et forme le pays fertile du Royans ; ce sont d'abord les assises bigarrées stampiennes qui, bien que présentant quelques ondulations, sont inclinées vers l'E. Le plateau oligocène formé par ces assises est couronné de nappes *d'alluvions fluvio-glaciaires* dont on peut voir s'étager les différentes terrasses : la plus basse d'entre elles (215^m), épaisse de 20^m et dominant l'Isère de 35^m environ, montre à sa base, vers le pont Saint-Hilaire (v. plus haut), de gros blocs alpins arrondis ; en suivant ce même niveau dans la vallée de la Bourne jusqu'à Pont-en-Royans, on ne rencontre bientôt plus que des éléments calcaires locaux ; les autres terrasses, plus anciennes, occupent des altitudes plus grandes (255^m et 310^m). On sait que pour ce genre de formations — et contrairement à ce qui a lieu pour les terrains sédimentaires ordinaires, — ce sont les dépôts les plus élevés qui sont les plus anciens.

La route de Pont-en-Royans, après avoir traversé sans les mettre à jour les couches, toujours relevées vers l'O., de l'Oligocène supérieur, pénètre dans le Miocène dont nous étudions, au Pont de Manne, la mollasse burdigalienne à Turritelles et à bancs d'*Ostrea crassissima* et d'*O. gingensis* ; c'est le gisement où, avec un crâne entier de *Rhinoceros (Acerotherium platyodon* Merm.), M. Mermier a recueilli de nombreux fossiles parmi lesquels : *Schizodelphis* sp., *Turritella turris* Bast., *Ostrea Boblayei* Desh., *O. crassissima* Lamk., *Pecten præscabriusculus* Font., *P. lychnulus* Font., *Echinolampas hemisphæricus* Ag., *Spatangus Deydieri* Cott.

A cette mollasse font suite, le long de la vallée de la Bourne dont nous remontons le cours, des grès à *Cardita Michaudi* Tourn., puis des marnes et sables à *Pecten Gentoni* Mayer, et nous retrouvons, après avoir dépassé à Auberives, la partie axiale du synclinal, et par suite du relèvement des couches vers l'E., les bancs à *O. crassissima* dans le bourg même de Pont-en-Royans, près de l'hôtel Bonnard.

Pont-en-Royans se trouve à l'entrée d'une gorge resserrée, véritable *cluse*, traversant le flanc O. fortement redressé d'un large anticlinal complexe, ouvert jusqu'au Berriasien, et qui représente la continuation S. des plis de Poliéas et de l'Échaillon. Au bourg même, on rencontre de l'E. à l'O. : 1^o Sables réfractaires blancs, siliceux, ayant fourni des fossiles infracrétacés remaniés et dont l'âge éocène a été précisé par la

récente découverte d'un maxillaire de *Lophiodon Larteti* Filh. aux Échelles (Savoie) ; cet intéressant débris a été décrit par M. Paquier¹ ; 2° Bancs de grès quartzeux très grossiers du Sénonien supérieur ; 3° Calcaires cristallins sénoniens ; ce Sénonien est en contact direct avec l'Urgonien et forme la muraille escarpée de la rive droite de la Bourne ; mais, près de la route, une petite assise de dalles jaunes piquetées de glauconie représente le Gault ou Crétacé moyen et complète une succession (toujours avec lacune correspondant au Turonien et au Cénomaniens) semblable à celle que nous avons vue hier.

La cluse se continue en un étroit défilé ouvert (Pl. II, fig. 1) dans une épaisseur considérable de calcaires massifs urgoniens ; ces roches, remarquables par la façon dont certaines parties se dissolvent plus facilement que d'autres, donnent lieu à la formation d'une série de grottes, qui ont été étudiées dans cette région par MM. Martel et Decombaz. Les bancs plus marneux du Barrémien inférieur à *Toxaster retusus* nous mènent, dans une vallée plus élargie, à travers des dépôts infra-crétacés disposés en bombement anticlinal ouvert jusqu'au Berriasien ; dans le cours de ce trajet nous pouvons remarquer que la voûte anticlinale se dessine en une courbe simple quand les roches sont massives (A de la fig. 11), et peu plastiques comme c'est le cas pour les calcaires urgoniens, mais s'accidente de petits plissements accessoires nombreux dès qu'on a à faire à des assises plus plastiques (B) comme les marno-calcaires à *Toxaster retusus* qui se sont mieux prêtés aux pressions latérales.

A Choranche où nous nous arrêtons, nous étudions de près la série infra-crétacée qui offre ici un exemple net du « type mixte » du Crétacé inférieur, intermédiaire, comme l'a montré Ch. Lory, entre le type littoral ou jurassien et le type vaseux à Céphalopodes (type alpin ou provençal).

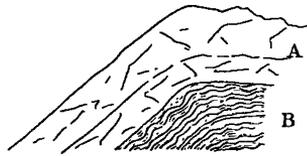


Fig. 11. — Montrant les formes différentes du plissement dans les assises de plasticité différente.

¹ *Annales de l'Université de Grenoble*, t. X, n° 2, 1898.

La succession des assises du Crétacé inférieur dans cette région est de bas en haut¹ (fig. 12) :

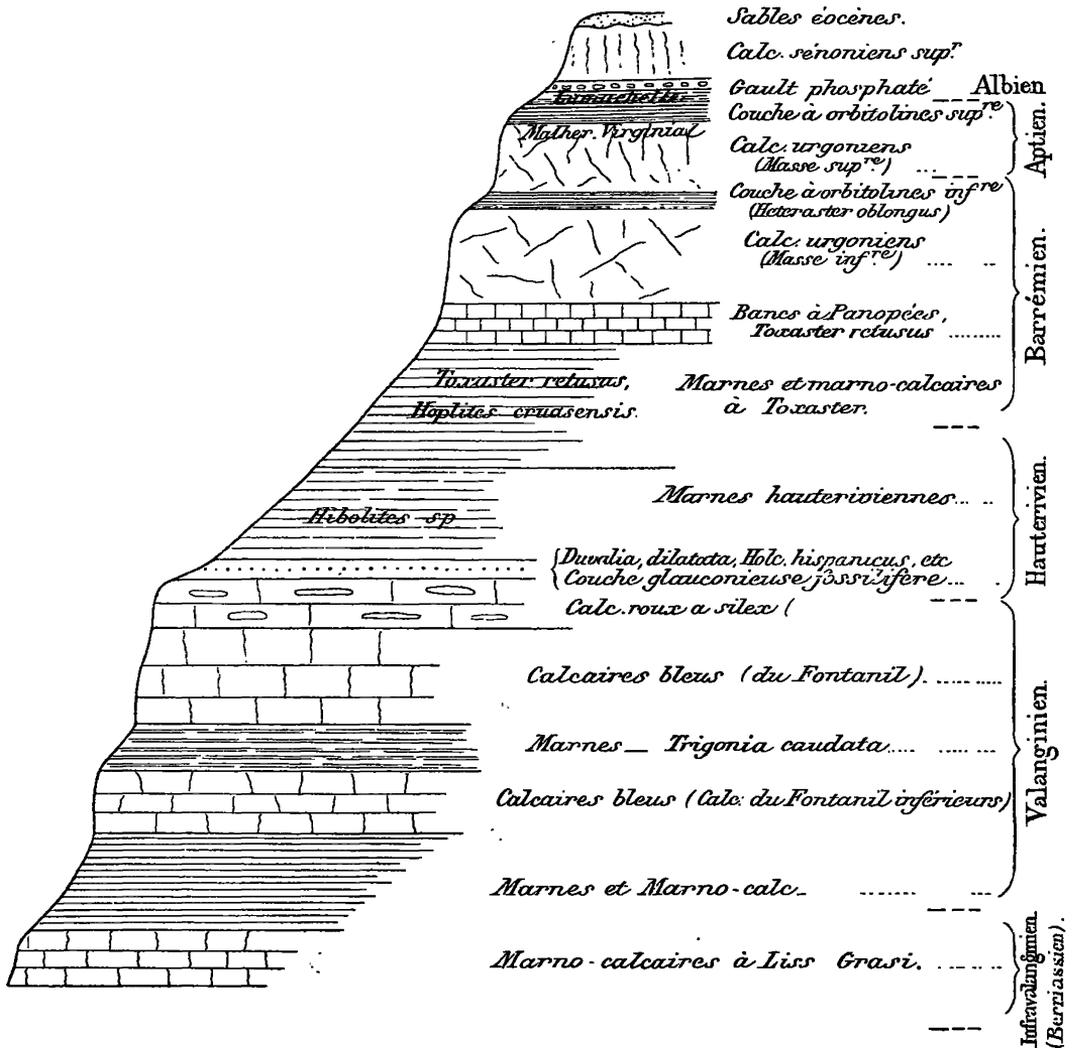


Fig. 12. — Diagramme des assises du Crétacé inférieur 'type mixte' dans les environs de Choranche (Isère), d'après M. Kilian.

¹ W. ALIEN, Notes sur quelques points du Royans, du Vercors et des montagnes de Lans (Bull. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble, 1899-1900, t. V, 3^e fasc., pp. 596 et suiv.).

1° Marnes et marno-calcaires gris-bleu assez foncé, de facies purement vaseux en bancs réguliers, pauvres en fossiles, n'ayant fourni que *Lissoceras* (*Haploceras*) *Grasi* d'Orb. sp. Épaisseur visible : 25^m. Ces assises affleurent autour de l'établissement thermal de Choranche (Chartreux-les-Bains), notamment un peu en amont, dans les tranchées de la route ; elles forment une voûte anticlinale surbaissée, bien visible dans la berge gauche de la Bourne. Malgré la rareté des fossiles, on y reconnaît sans peine l'**Infravalanginien** ou Berriasien (zone à *Hoplites Boissieri*) des environs de Grenoble (couches à ciment de la Porte de France¹), qui est ici moins uniformément argileux et de texture un peu plus grossière.

2° Marnes grises coupées de quelques bancs marno calcaires. Pas de fossiles. Épaisseur : 50^m. Cette assise représente les marnes à *Belemnites* (*Duvalia*) *Emerici* et fossiles pyriteux (*Hoplites neocomiensis*, *peziptychus*, etc.) du Diois, et les marnes de Saint-Martin-le-Vinoux, près Grenoble² (**Valanginien inférieur**). Elle passe graduellement et par l'intermédiaire de couches bleuâtres avec grandes miches calcaires, à :

3° Des calcaires à taches bleues et des calcaires bleus, formant une première « barre » rocheuse ; la structure de ces calcaires est subspathique et laisse apercevoir des traces de nombreux débris organisés (« calcaire à débris »). Malgré une grande analogie avec l'assise suivante, ils s'en distinguent par leur teinte nettement bleuâtre, l'épaisseur de leurs bancs, la rareté des délits schisteux et l'absence de *silex*. On reconnaît ici sans difficulté l'aspect typique des « calcaires du Fontanil » des environs de Grenoble. Épaisseur : 60^m.

Une intercalation (25 à 30^m) de marnes sableuses (*Trigonia caudata* Ag.) d'un brun jaunâtre, coupée de petits bancs marno-cal-

¹ Le Calc. à *Hoplites Boissieri*, exploité à Grenoble pour ciment naturel, ne peut l'être que si les quantités de carbonate de chaux et de silicate d'alumine qu'il contient sont dans un rapport déterminé.

² Ces marnes, peu fossilifères aux environs de Grenoble (*Duvalia lata*, *Hopl. neocomiensis*), correspondent vers le S. aux marnes à fossiles pyriteux du Dauphiné méridional. Au N. du Grésivaudan, en Savoie, MM. Révil et Savin viennent d'y découvrir une faune assez riche (*Hopl. Thurmanni*, *neocomiensis*, *peziptychus*, etc., etc.) qui montre bien que cet horizon se continue au N.-E., avec les mêmes fossiles, vers la Haute-Savoie et la Suisse.

caires, en alternance régulière, sépare cette assise de la suivante ; elle correspond probablement à la couche marneuse à *Hoplites Desori* de Malleval dont la position est la même d'après les récentes observations de M. P. Lory.

4° Gros bancs de calcaires subspathiques à taches bleues, 50^m. Cette assise représente la partie supérieure des calcaires du Fontanil, près Grenoble,

4° bis Vers le haut apparaissent, dans des calcaires de même nature, de nombreux *silex*, en bancs et en rognons aplatis ; ces assises présentent, au sommet, des calcaires grumeleux bleuâtres, devenant roux à l'air et contenant toujours des bancs de silex rubanés. On recueille de grands exemplaires de *Pecten (Janira) atavus* Rœm. Cet ensemble correspond aux calcaires jaunes à silex à *Ostrea (Alectryonia) macroptera* (= *rectangularis*) et *Janira atava* des environs de Grenoble (**Valanginien sup.**).

Ici se place un niveau aquifère jalonné par des sources.

5° Vient ensuite une petite couche très intéressante qui marque le début de l'**Hauterivien**. Sur la surface rubéfiée et patinée des calcaires précédents repose un banc peu épais (0^m30, 0^m40) de grès glauconieux calcaire, contenant un grand nombre de débris limoniteux et de fossiles phosphatés, parmi lesquels : *Belemnites (Hibolites) pistilliformis* d'Orb., *Duvalia dilatata* Blainv. sp. *Crioceras Duvali* Lév., *Hoplites regalis* Bean. sp. (typique), *Hoplites* sp. (nombreux), *Holcostephanus hispanicus* Mall. sp., Gastéropodes, *Terebratula Moutoni* d'Orb. sp., *Rhynchonella Moutoni* d'Orb., var. *minor*. C'est l'horizon bien connu de Saint-Pierre-de-Chérennes, d'Échevis, de Malleval (2° niveau de Malleval), qui a fourni dans ces localités toute une faunule hauterivienne très intéressante, notamment : *Polyptychites (Simbirskites)*, voisin de *Simb. Payeri* Toula sp., *Hoplites regalis* Bean. sp., *Hoplites paucinodus* N. et Uhl., *Holcostephanus hispanicus* Mall. sp., *Oppelia* cf. *folgariaca* Zitt., *Eugeniocrinus (Hemicrinus) Astieri* d'Orb. sp., *Cidaris punctatissima* Ag., *Rhynchonella Dollfusi* Kil. (= *Rh. lineolata* Dav., var. d'après P. de Loriol), *Terebratula alpina* Rollier (de grande taille).

Au premier banc de grès glauconieux succède un gros banc marno-calcaire (0^m35), encore chargé de glauconie et renfermant beaucoup de fossiles et notamment de beaux *Spongiaires* qu'il est malheureusement impossible de dégager convenablement.

6° Marnes noirâtres, un peu sableuses, bancs à petites concrétions et marno-calcaires alternant régulièrement; très pauvres en fossiles (**Hauterivien moyen**). Épaisseur : 10^m.

7° Marno-calcaires gris-bleuâtres en gros bancs, alternant avec des marnes grises et des rognons calcaires ou « miches »; vers le bas, gros bancs de marnes noirâtres intercalés : *Nautilus pseudoelegans* d'Orb., *Lytoceras Liebigi* Opp. sp. (de très grande taille), *Toxaster retusus* Lamk. (assez rare). Épaisseur : 60^m.

Cette assise appartient très probablement à l'**Hauterivien sup.**

8° Marno-calcaires bleuâtres, marnes et « miches » calcaires plus foncés que les précédents, offrant parfois des orbicules siliceux sur les fossiles. Ces couches sont connues sous le nom de « Calcaires à Spatangues » : *Toxaster retusus* Lamk. (= *T. complanatus* Ag. = *Echinospatagus cordiformis* Breyn.) (très abondant), *Exogyra Couloni* Defr. (commun). Épaisseur : 150^m. M. Kilian a montré ailleurs (Sisteron, p. 746) que cette assise, qui contient, à Saint-Pierre-de-Chérennes, *Hoplites cruasensis* Torc., appartient au **Barrémien inférieur**.

9° Gros bancs à cassure esquilleuse et facies « urgonien », alternant avec des schistes marneux et renfermant les fossiles suivants : *Exogyra Couloni* Defr. sp., *Pholadomya scaphoides* Ag., *Panopæa* sp. (abondant), *Toxaster retusus* Lamk. (abondant).

Ces bancs épais, passant vers le haut à l'Urgonien, forment à ce dernier un substratum très constant dans toute la région. Leur âge est barrémien. Épaisseur : 15 à 20^m.

10° *Urgonien* franc, très épais, avec ses deux niveaux à Orbitolines et dont les masses inférieures forment les escarpements qui dominent de toutes parts la vallée de la Bourne; cet Urgonien supporte, vers la Balme et Rencurel, les assises du Gault et de Sénonien.

L'Urgonien représente ici le facies zoogène du **Barrémien supérieur** et de l'**Aptien**¹.

Cette coupe du Crétacé inférieur présente un type assez différent

¹ L'équivalence de l'Urgonien avec une partie du Barrémien et de l'Aptien a été nettement indiquée en 1888, par MM. Leenhardt et Kilian. Depuis lors elle a été reconnue pour le Vercors méridional et minutieusement précisée par M. V. Paquier (Recherches sur le Diois, etc.)

de celui des environs de Grenoble; ses caractères particuliers sont notamment :

a) La nature moins finement argileuse des assises infravalangiennes (berriasiennes) qui ne se prêtent pas ici à la fabrication du ciment ;

b) La présence, dans la masse des calcaires du Fontanil, d'une assise marneuse inconnue près de Grenoble et que l'on peut rapprocher de l'intercalation analogue qui a fourni à peu de distance au N. de la vallée de la Bourne, près de Malleval, une curieuse faunule à *Rhabdocidaris Gevreyi* Cott., *Hoplites Desori* Pict. sp., *Hoplites neocomiensis* d'Orb. sp., *Trigonia caudata* Ag., etc.¹.

¹ W. Kilian, Sisteron, p. 721 (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXIII). Les matériaux recueillis depuis lors par M. Gevrey permettent de compléter encore la liste publiée en 1896, et de donner l'énumération suivante de la faune valangienne de Malleval. M. P. Lory a récemment étudié le gisement et établi que les marnes fossilifères forment une intercalation dans l'assise des Calcaires du Fontanil.

| | |
|--|---|
| <i>Eryma ventrosa</i> Münt. | <i>Natica bulimoides</i> d'Orb. |
| <i>Serpula</i> sp. | <i>Lamellibranches</i> (<i>Arca</i> , <i>Corbula</i> , <i>Isocardia</i> , <i>Venus</i> , <i>Cyprina</i> , <i>Gervilia</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Anatina</i>). |
| <i>Nautilus Malbosi</i> Pict. | <i>Trigonia caudata</i> Ag. |
| <i>Duvalia conica</i> Blainv. sp. | <i>Pholadomya elongata</i> Münt. |
| — <i>Orbigny</i> Duv. sp. | <i>Goniomya Agassizi</i> d'Orb. sp. |
| — <i>lata</i> Blainv. sp. | <i>Mytilus Gillieron</i> Pict. |
| <i>Pseudobelus bipartitus</i> Blainv. sp. | — <i>Couloni</i> Marcou. |
| <i>Lytoceras Honnorati</i> d'Orb. sp. | <i>Lima Tombecki</i> d'Orb. |
| (= <i>municipale</i> Zitt.). | <i>Pecten</i> sp. |
| <i>Phylloceras Calypso</i> d'Orb. sp. | <i>Pecten</i> (<i>Vola</i> , <i>Neilthea</i> , <i>Janira</i>) <i>atavus</i> Rœm. |
| — <i>semisulcatum</i> d'Orb. sp. | <i>Hinnites Leymeriei</i> d'Orb. |
| (= <i>ptychoicum</i> Qu. sp.) | <i>Ostrea</i> (<i>Alectryonia</i>) <i>macroptera</i> Sow. |
| <i>Hoplites neocomiensis</i> d'Orb. sp. (adultes). | (= <i>rectangularis</i> Rœm.). |
| — <i>Thurmanni</i> Pict. sp. | <i>Terebratula Carteroni</i> d'Orb. |
| — <i>Desori</i> Pict. sp. | — <i>valdensis</i> de Lor. |
| — <i>Desori</i> Pict. sp. var. <i>gallica</i> Kil. | <i>Magellania</i> (<i>Zeulleria</i>) <i>pseudojurensis</i> |
| — <i>Arnoldi</i> Pict. et Camp. sp. | — — — <i>Leym.</i> sp. |
| — <i>regalis</i> Bean. sp. | — — — <i>tamarindus</i> Sow. |
| — cf. <i>regalis</i> Bean. sp. | — — — sp. (forme |
| — <i>pexiptychus</i> Uhl. sp. | — — — type). |
| (= <i>Roubaudi</i> d'Orb. sp.) (adulte). | <i>Pygope</i> (<i>Glossolthyris</i>) <i>hippopus</i> Rœm. sp. |
| — <i>incompositus</i> Retowsky. | <i>Rhynchoneila multiformis</i> Rœm. sp. |
| Gastropodes divers : (<i>Solarium</i> , <i>Delphinula</i> , <i>Natica</i> , etc.) | |

c) La moindre différenciation des calcaires roux à silex du Valanginien supérieur qui forment, près de Grenoble, une assise bien distincte et se confondent ici, par leur base, avec les calcaires du Fontanil.

d) La richesse en fossiles de la couche glauconieuse de la base de l'Hauterivien¹ qui continue, dans le Royans, l'horizon de Saint-

| | |
|--|---|
| <i>Cidaris meridanensis</i> Cott. | <i>Cardiopelta ovulum</i> Des. sp. (sub <i>Dysaster</i>). |
| — <i>muricata</i> Rœm. | <i>Dysaster subelongatus</i> d'Orb. (sub <i>Collyrites</i>). |
| <i>Cidaris problematica</i> Cotteau. | |
| <i>Diplocidaris Gevreyi</i> Lambert. | <i>Holaster cordatus</i> Dubois (<i>H. Grasi</i> d'Orb.). |
| <i>Rhabdocidaris Gevreyi</i> Savin. | — <i>intermedius</i> Münt. (sub <i>Spatangus</i>) (= <i>Hol. L'Hardyi</i>). |
| — <i>Salvæ</i> Nicklès. | |
| — <i>Petitclerci</i> Savin. | |
| — <i>pavimentatus</i> P. de Loriol. | <i>Pyrina pygœa</i> Ag. sp. (sub <i>Galerites</i>). |
| — <i>tuberosa</i> A. Gras (sub <i>Cidaris</i>). | <i>Pygurus</i> sp. |
| | <i>Pentacrinus</i> sp. |
| <i>Holectypus neocomiensis</i> A. Gras. | <i>Spongiaires</i> . |

¹ Cet hauterivien glauconieux, dont M. Kilian a donné une première liste en 1895 (*Sisteron*, pp. 732-733), contient à Saint Pierre-de-Chérennes, à Malleval, Choranche, Échevis, etc., d'après les belles séries de M. Gevrey, la collection de l'Université de Grenoble et les propres récoltes de M. Kilian :

Pycnodus sp.

Serpules.

Scapellum sp.

Nautilus neocomiensis d'Orb.

— *pseudoclegans* d'Orb.

Duvalia dilatata Blainv. sp. (assez commun).

— *Gervaisi* E. Dumas sp. (Coll. Gevrey : 1 ex.).

Hibolites jaculum Phill. sp. (abondant).

— *pistilliformis* Blainv. sp.

— *obtusirostris* Paulow.

Pseudobelus bipartitus Blainv. sp.

Phylloceras serum Opp. sp.

— *infundibulum* d'Orb. sp.

Lissoceras (Haploceras) Grasi d'Orb. sp.

Polyptychites (Sibirskites) sp., groupe de *Payeri* Toula sp. in Pavlow. — Échevis.

Holeostephanus psilostomus N. et Uhl. (typique).

— (*Astieria hispanicus* Mall. sp. (= *H. Bigueti* Sayn.).

— *Sayni* Kilian (= *Holc. Astieri* d'Orb. sp. partim.).

— *Atherstoni* Sharpe (= *multiplicatus* N. et Uhl., non Rœm.).

Holcodiscus intermedius d'Orb. sp.

— *incertus* d'orb. sp. Variété pourvue d'une interruption ventrale rappe-

Pierre-de-Chérennes, remarquable par le cachet spécial de sa faune, et par le mélange de formes septentrionales (*Polyptychites* (*Simbirs-*

lant vivement la forme figurée par M. de Loriol (Salève, Pl. I, fig. 4 6) sous le nom de *Am. Vandecki* et qui constitue peut-être une espèce distincte.

Hoplites castellanensis d'Orb. sp.

— *Frantzi* Kil. (= *H. Ottmeri* N. et Uhl. (*partim*).

— cf. *amblygonius* N. et Uhl.

— *Leopoldi* d'Orb. sp.

— sp. (nouvelle espèce).

— *regalis* Bean. sp. Forme typique.

— *curvinodus* N. et Uhl.

— *paucinodus* N. et Uhl.

— *radiatus* Brug. sp.

— *longinodus* N. et Uhl.

Oppelia sp. (voisin de *O. folgariaca* Opp.).

Aptychus Didayi Coq. sp.

Pleurotomaria neocomiensis d'Orb.

Gastropodes variés (*Scalaria*, *Cerithium*, *Turbo*, *Natica*, *Pleurotomaria*, etc.).

Astarte sp.

Terebratula sp.

— *Moutoni* d'Orb.

— *gratianopolitensis*

— sp. grande et remarquable espèce déjà figurée sous le nom de *Ter. bicipitata* Sow. par Ooster *Pétr. rem.* Alpes Suisses Brach. Pl. VIII, fig. 1 à 5 à laquelle M. Rollier a donné le nom de *Ter. alpina* et qui sera prochainement décrite.

Pygope (*Glossothyris*) *hippopus* Rœm. sp.

Terebratulina auriculata d'Orb.

Magellania (*Waldheimia*) *tamarindus* Sow. sp.

— — *villersensis* de Lor. sp.

Thecidea tetragona Rœm. (assez commun).

Megerlea (*Mühlfeldtia*) sp.

Rhynchonella Dollfusi Kil. (*Rh. lineolata* Dav., var. d'ap. de Loriol).

— *Guérini* d'Orb.

— *Moutoni* d'Orb. var. *minor* (= *Rh. Moutoniana* de Lor. 1896).

— sp.

Cidaris Lardyi Desor.

— *spinigera* Cott.

— *rhyzacantha* A. Gras.

— *punctatissima* Rœm.

— *muricata* Rœm.

— *pustulosa* A. Gras.

— *cydonifera* Ag.

kites) cf. *Payeri*, *Hoplites regalis* Bean.) et jurassiennes avec des espèces méridionales (*Duvalia dilatata*, *Crioceras Duvali*, etc.).

Reprenons maintenant le cours de notre excursion. Après avoir dépassé Choranche, nous traversons la retombée E. de l'anticlinal dont nous avons parlé et qui nous donne l'occasion d'en revoir encore une fois toutes les assises ; c'est d'abord le Barrémien à *Tox. retusus*, puis après un nouveau défilé (v. la vue Pl. III, fig. 1) dans les calcaires urgoniens et s'appuyant sur eux, près de la Balme-de-Rencurel, le **Gault**, peu épais, qui se compose de deux couches :

1° A la base, calcaires jaunâtres en dalles, à Entroques et petites Huitres, dites « lumachelle » (*Ostrea arduennensis* d'Orb., *Lyra arduennensis* d'Orb. sp., Rhynchonelles, Spongiaires, Bryozoaires).

2° Petite assise (0^m50) remplie de rognons et de fossiles phosphatés : *Lytoceras* (*Gaudryceras*) *Agassizi* Pict. sp., *Hamites elegans* d'Orb., *Turrilites Puzosi* d'Orb., *Puzosia Majori* d'Orb. sp. et variétés (commun), *Puzosia latidorsata* d'Orb. sp. (très commun), *Desmoceras* (*Gleoniceras*) *Beudanti* Brongn. sp. (commun), *Hoplites tardifurcatus* Leym. sp. (très commun), *Acanthoceras Lyelli* d'Orb. sp., *Acanthoceras mamillatum* Schloth. sp., *Schlœnbachia inflata* Sow. (très rare), *Scaphites œqualis* Sow., *Natica gaultina* d'Orb., *Inoceramus concentricus* Park. (très commun), *Terebratula Dutemplei* d'Orb. (très

Tiaromma rotulare Ag. sp. (sub *Diadema*).

Rachiosoma paucituberculatum A. Gras (sub *Cyphosoma*).

Pyrina pygaea Ag. (sub *Galerites*).

Cardiopelta ovulum Desor. (sub *Dysaster*).

Disaster subelongatus d'Orb. (sub *Collyrites*) (= *Dys. anasteroides* Auct.).

Eugeniocrinus (*Hemierinus*) *Astieri* d'Orb. sp. Commun.

— — *Gevreyi* P. de Loriol. Assez rare.

Pentacrinus neocomiensis Desor.

Cyclocrinus sp.

Asterias sp.

Polypiers et Spongiaires assez abondants.

commun), *Discoidea* (*Discoides*) *conica* Desor. (très commun), *Echinoconus castanea* d'Orb., etc.. etc.

La quantité de fossiles, admirablement conservés et nullement charriés, n'est pas seule remarquable dans cette assise, la faune en elle-même présente des caractères les plus intéressants: on y trouve, en effet, quelques espèces aptiennes (*Desmoc. impressum*, *Glossothyris hippopus*, *Acanth.* cf. *Martini* et *Cornuelli*, *Acanth.* du groupe *Milleti*, *Plicatula radiola*, etc.), des formes habituellement cantonnées à des niveaux distincts du Gault telles que: *Hopl. interruptus*, *Acanth. mamillare*, *Acanth. Lyelli*, *Acanth. Milleti* du Gault inférieur; *Puzosia Mayori*, *Schlœnb. inflata* du Gault supérieur, et enfin plusieurs fossiles d'horizons plus élevés, tels que: *Turrilites Puzosi*, *Scaphites æqualis*, *Holaster* cf. *subglobosus*. Il est donc probable que cette assise correspond à une durée plus longue que ne semble l'indiquer sa très faible puissance et que l'extrême abondance des fossiles est due, notamment pour les Ammonites, à l'accumulation de coquilles flottées (M. Kilian).

M. Kilian signale en outre les Ammonites des groupes *Tetragonites* et *Gaudryceras*: plusieurs de ces formes ont été mentionnées pour la première fois dans le Gault des environs de Genève par Pictet et Roux (*Tetragonites Timothei*, *Jurini*; *Gaudryceras Agassizi*). Ces *Tetragonites* et ces *Gaudryceras* sont des types spéciaux de la famille des *Lytoceratidæ* qui caractérisent en effet, plus au S., un facies argileux du Gault très répandu dans la Drôme et les Basses-Alpes et qui sont associés, près de Sisteron, à *Puzosia luteodorsata*, *P. Mayori*, etc.; cette association se voit encore en Algérie, aux Iles Baléares et dans l'Inde; or, cette distribution et le fait que ces formes représentent à peu près seules la faune albienne dans la partie médiane du géosynclinal subalpin, unique partie de l'E. de la France où le Gault soit en continuité de sédimentation avec l'Aptien et présente un facies argileux, semblent montrer que les *Tetragonites*, les *Gaudryceras* et les *Puzosia* joints aux *Phylloceras* sont les éléments véritablement méditerranéens de la faune albienne, éléments qui se trouvent associés à Rencurel avec de nombreuses formes d'Ammonidités benthoniques de types septentrionaux et avec un grand nombre de coquilles sublittorales (Pélicypodes, Gastéropodes, Échinides¹).

¹ W. Kilian, *loc. cit.*

Le hameau de la Balme-de-Rencurel, où nous déjeunons, est établi sur le Sénonien (Campanien) à *Ostrea vesicularis*, au-dessus duquel, et le ravinant, s'appuient, un peu plus loin, et en discordance, les dépôts miocènes (Burdigalien) qui font partie du prolongement S. du synclinal de Voreppe que nous avons traversé la veille à Veurey. Ces dépôts miocènes de la Balme se composent de : 1° Conglomérat de base rempli de *Pecten præscabriusculus* Font. ; 2° Mollasse sableuse sans fossiles.

Ce synclinal est chevauché, à l'E., ici encore, par un anticlinal dont nous traversons une portion du flanc occidental localement conservée (Pl. I, fig. 4), jusqu'à la Basse-Valette; en amont apparaît le flanc normal (Marno-calcaire à *Toxaster retusus*), puis près du Pont de Goule-Noire, la vallée se resserre en un défilé grandiose à parois de calcaires urgoniens à *Agria* dont l'épaisseur paraît énorme par suite de la répétition isoclinale des bancs à pendage E., qui enserrent sur la rive gauche (Valchevrière) un étroit synclinal de Crétacé moyen et supérieur; là se retrouvent, au fond de la gorge et près du torrent, de nombreuses excavations d'origine semblable à celles (Grotte mystérieuse, Grottes du Fà, etc.) dont nous avons parlé; les Grottes de Goule Noire ont été récemment explorées par M. Decombaz.

Avant de sortir de la gorge de plus en plus étroite (Pl. II, fig. 1) creusée dans des bancs calcaires dont l'inclinaison est de moins en moins grande, nous notons la puissance d'érosion de la Bourne en aval du Villard-de-Lans; au-dessus du niveau de ce torrent, le long de la route en corniche, on voit, en effet, des marmites de géants dans lesquelles on recueille encore des galets alpins (quartzites, grès houillers, etc.).

Les formations dites « Urgoniennes » qui représentent¹, nous l'avons dit, le facies zoogène du Barrémien supérieur et de l'Aptien, et dont M. Paquier a récemment précisé le parallélisme de détail², comprennent une grande épaisseur de calcaires massifs, blancs, zoo-

¹ W. Kilian, *loc. cit.*, pp. 604 et suiv., pour ce qui a trait à l'Urgonien.

² Nous renvoyons au mémoire de M. Paquier pour ce qui concerne la répartition des *Rudistes* (Chamacées) aux différents niveaux de l'Urgonien. Cet auteur a représenté, par un intéressant tableau, la composition et les variations de l'ensemble calcaire appelé « *urgonien* » par les auteurs.

gènes avec parties dolomitiques, contenant, outre de nombreux *Miliolidae*, des débris organiques variés et des Algues calcaires (*Diplopora Mühlbergi* Lorenz). Ils montrent d'ordinaire, dans le Dauphiné et en Savoie, vers le milieu de leur masse, une intercalation marneuse à Orbitolines (*O. conoidea* A. Gras.). Cette « couche inférieure à Orbitolines » que nous examinons à la scierie de la vallée de la Bourne contient dans ces parages (Le Fà, etc.), d'après la collection Gevrey :

Gastropodes divers : *Harpagodes (Pterocera) Beaumonti* Pict., etc.

Pecten (Janira) atavus Roem.

Pecten (Chlamys) sp.

Toucasia carinata Math. sp. (commun).

Terebratula (nombreuses formes biplissées).

Rhynchonella lata d'Orb.

Typocidaris matum A. Gras. (sub. *Cidaris*).

Cidaris rhyzacantha A. Gras.

— *cornifera* Ag.

Pseudocidaris clunifera Ag. (sub. *Cidaris*).

Goniopygus delphinensis A. Gras.

Nucleopygus Roberti A. Gras. (sub. *Nucleolites*).

Pygorhynchus cylindricus Desor. (*Pygaulus*).

Pygaulus Desmoulinsi, Agassiz.

Enallaster oblongus Brongn. (sub. *Spatangus*).

— *Couloni* Ag. (sub. *Holaster*).

Orbitolina conoidea A. Gras.

Au sommet des calcaires urgoniens supérieurs et immédiatement au-dessous de la « zone supérieure à Orbitolines » (zone du Rimet) existe un niveau à *Toucasia carinata* Math. sp. et *Matheronia Virginæ* A. Gras. sp. Ce dernier Rudiste a été recueilli en nombreux et gros exemplaires à Valchevrière et au Fà par MM. Gevrey et Paquier.

Enfin, la « Couche supérieure à Orbitolines » termine la série urgonienne et se trouve directement surmontée par le Gault ; les quelques Céphalopodes qu'elle a fournis indiquent un niveau assez élevé de l'Aptien.

Près de la ferme des Ravix, sous le Gault fossilifère, un petit

bombement anticlinal remet à jour cette couche qui a fourni, outre *Rh. Bertheloti* et de nombreux Échinides (*Salenia prestensis* *Toxaster Collegnoi*, etc.), quelques Céphalopodes aptiens (*Belemnites semicanaliculatus*, *Acanth. Martini*, etc.) (fig. 13).

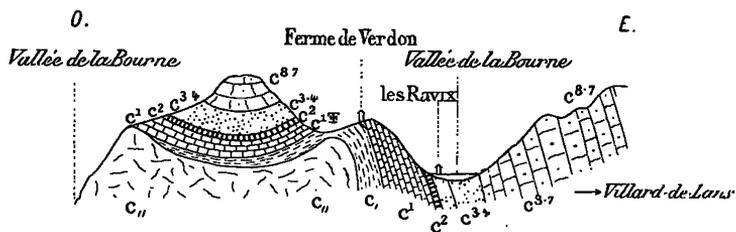


Fig. 13. — Coupe passant par le gisement fossilifère des Ravix, d'après M. Kilian.

Légende : c_{11} Calcaire urgonien. — c_1 Couche supérieure à Orbitolines. — c^1 Lumachelle du Gault. — c^2 Gault phosphaté. — c^{3-4} Sables verts (Cénomaniens).

- | | | |
|------------------------------|---|--|
| c^{7-8} Sénonien supérieur | } | a) Grès caillouteux. |
| | | b) Calc. à chaux hydraulique. |
| | | c) Calcaire à silex. |
| | | d) Poudingue quartzeux. |
| | | e) Calc. à <i>Ostrea vesicularis</i> , var. <i>major</i> . |
| | | f) Calcaires jaunes à silex. |

Faune des Couches à Orbitolines supérieures :

1° LE RIMET (PRÈS RENCUREL)

- Serpula* (plusieurs espèces).
- Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb. sp. (plusieurs ex. coll. Gevrey).
- Puzosia Matheroni* d'Orb. sp.
- Acanthoceras* sp.
- Acanthoceras Stobiesckii* d'Orb. sp.
- *Martini* d'Orb. sp.
- *Cornuelli* d'Orb. sp. (non = *A. Martini* d'Orb.).
- Gastropodes divers.
- Monopleura Gevreyi* Paquier.
- Gyropleura* sp.

Toucasia carinata Math. sp.
Pholadomya sp.
Pecten (*Vola, Janira*) *atavus* Roem.
Pecten sp.
Ostrea (*Ceratostreon*) *Boussingaulti* d'Orb.
Ostrea (*Alectryonia*) *macroptera* Sow.
Terebratulula sella Sow.
Terebratulula sp. (nombreuses espèces).
— *fabia* Sow.
Rhynchonella Gibbsi Sow.
— *lata* d'Orb.
— *Bertheloti* A. Gras. (commune).
Salenia prestensis Desor. (= *Sal. Triboleti* Des.).
Stomechinus denudatus A. Gras. (sub. *Echinus*).
Pseudodiadema carthusianum Desor. (sub. *Diadema*).
Diplopodia dubia A. Gras. (sub. *Diadema*).
Cidaris cornifera Ag.
— *heteracantha* A. Gras.
Typocidaris malum A. Gras. (sub. *Cidaris*).
Phymosoma Loryi A. Gras. (sub. *Cyphosoma*).
Goniopygus delphinensis A. Gras.
— *Loryi* Cotteau.
Codiopsis Lorini Cott. var. *alpina* Gras.
Psammechinus Theveneti A. Gras.
Magnosia globulus A. Gras. (sub. *Arbacia*).
— *pulchella* Desor. (sub. *Arbacia*).
Pedinopsis meridanensis Cott.
Orthopsis Repellini Ag. (sub. *Diadema*).
Codechinus rotundus A. Gras. (sub. *Echinus*).
Pygaulus Desmoulinsi Ag.
Holaster cf. *Perezi* Sism.
Toxaster Collegnoi Sism.
Enallaster Couloni Ag. (sub. *Holaster*).
— *oblongus* Brongn. (sub. *Spatangus*).
Nucleopygus Roberti A. Gras. (sub. *Nucleolites*).
Clypeopygus Michelini A. Gras. (sub. *Nucleolites*).
Pyrina cylindrica A. Gras.
Pentacrinus sp.

Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.
Polypiers nombreux, Bryozoaires, etc.

2° LES RAVIX

Nautilus plicatus d'Orb.
Belemnites semicanaliculatus Blainv.
Desmoceras Parandieri d'Orb. sp.
Inoceramus sp.
Plicatula radiola d'Orb.
Terebratula Moutoni d'Orb.
Terebratula sp. (plusieurs espèces).
Rhynchonella Bertheloti A. Gras.
— *Renauxi* d'Orb.
— *lata* d'Orb.
Bryozoaires.
Cidaris heteracantha A. Gras.
Salenia prestensis Desor.
Discoides subuculus Klein.
Conulus nucula A. Gras. (sub. *Galerites*).
Holaster Perezi Sism.
Pyrina cylindrica A. Gras.
Pygorhynchus cylindricus Desor. (*Pygaulus*).
Toxaster Collegnoi Sism.
Polypiers assez nombreux.
Orbitolina discoidea A. Gras.
— *conoidea* A. Gras.

La collection du Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble renferme également quelques Céphalopodes des Marnes à Orbitolines supérieures du Fà. provenant des recherches de Désiré Robert, qui montrent bien l'âge aptien de cette faune ; on y remarque notamment une spire d'*Ancylloceras* voisin d'*Anc. Matheroni* de l'Aptien inférieur.

Comme on le voit, les Céphalopodes de cette zone sont non seulement des espèces de l'Aptien inférieur (*Ac. Cornuelli*, *Puz. Matheroni*, etc.), mais aussi des formes de l'Aptien supérieur (*Macrosc. striatisulcatus*, *Acanth. Martini* (*sensu stricto*) *Bel. semicanaliculatus*) ; en outre *Plicatula radiola*, de Ravix, indique encore l'Aptien supé-

rieur et il y a même deux espèces *Desm. Parandieri* d'Orb. sp. et *Holaster* cf. *Perezi* Sism. qui accusent des affinités albiennes. En conséquence, l'on doit¹ considérer la zone supérieure à Orbitolines du Vercors comme un *facies* à *Échinides* de l'Aptien supérieur ou Gargasien.

Au Méaudret, où nous pénétrons dans une région plus découverte, nous quittons l'Urgonien qui s'enfonce vers l'E. sous le Gault. L'on voit, aux Jarrands, la liaison intime des dalles spathiques (« Lumachelle » de Lory) de cet étage avec des bancs glauconieux et phosphatés à *Ter. Dutemplei*, *Acanth. mamillare*, et autres fossiles albiens, qui alternent à leur base avec les dalles, puis supportent des sables et grès glauconieux du Cénomancien à *Turrilites Bergeri*, etc. ; ces derniers dépôts comblent en partie la lacune que nous avons déjà observée. Après avoir étudié cette lumachelle albiennne riche en Bryozoaires, en Échinides, en Brachiopodes (*Terebrirostra alpina* Pict., *Rhynch. Grasi* d'Orb.) et en Ostracées (*Exogyra arduennensis* d'Orb.), nous entrons dans le synclinal du Villard-de-Lans. La vallée, élargie vers les Jarrands, devient, momentanément, longitudinale pour présenter ensuite une dernière et petite *cluse* entaillée dans le Sénonien qui forme le bord O. du synclinal ; ses couches, très caillouteuses à la base et marno-calcaires (« Lauzes ») ensuite, puis de nouveau caillouteuses, se terminent par des calcaires à silex à *Ostrea vesicularis* var. *gigantea*. (A un kilomètre de là, à Méaudre, existe un niveau plus élevé du Sénonien à *Orbitoides media* et *Ostotoma ponticum*, le Maëstrichtien).

Ces assises s'enfoncent à leur tour sous les sables réfractaires éocènes et la mollasse miocène du Villard-de-Lans, mais ces derniers dépôts sont cachés en partie par d'importants dépôts glaciaires. —
— Coucher au Villard-de-Lans,

¹ Avec M. Kilian.

QUATRIÈME JOURNÉE

(DIMANCHE 4 AOUT 1901)

*Montagnes de Lans ; Gisement cénomanien de La Fauge ;
Col de l'Arc et bord subalpin.*

Notre matinée est consacrée à la visite du gisement fossilifère de La Fauge où nous voyons de près des dépôts cénomaniens que nous n'avons pu rencontrer jusqu'alors et qui, d'ailleurs, font défaut dans une grande partie de la région, et notamment aux environs immédiats de Grenoble.

Le village de Villard-de-Lans est situé sur le bord du grand synclinal dans lequel nous avons pénétré hier soir en remontant la Bourne, et la crête qui s'élève à l'E. nous sépare de la dépression du bord subalpin ; nous verrons aujourd'hui que les plis déversés vers l'E. de cette arête plongent vers l'O., alors que ceux de La Vallette et de Rencurel sont déversés vers l'O. ; cette disposition donne à l'ensemble du Vercors une *structure générale en éventail* (v. Pl. 1, fig. 4). A La Fauge, à l'E. du Villard-de-Lans, où nous nous rendons dès le matin, il se présente un fait particulier : l'épaisseur énorme de l'Urgonien trouve son explication dans la présence d'un anticlinal déversé vers l'E. nettement visible, mais qui avait passé inaperçu jusqu'à ce jour (fig. 14).

Ce pli, dont la charnière se dessine très bien, a pour effet de tripler la puissance apparente de l'Urgonien. Sa présence confirme de la façon la plus absolue l'interprétation nouvelle (fig. 14), donnée en 1900 de la coupe de La Fauge ainsi que la non-existence, dans cette localité, de la *faille* qu'avaient admise Ch. Lory, Ed. Hébert et M. Fallot.

Les assises cénomaniennes forment un étroit synclinal couché, ou plutôt une série double, en fond de bateau, repliée sur elle-même, dont le lit du ruisseau occupe l'axe ; encaissé de part et d'autre dans les assises du Gault (Lumachelle) et de l'Urgonien, ce pli synclinal montre (fig. 14) ses flancs isoclinaux déversés vers l'E. (c'est-à-dire *vers l'intérieur de la chaîne alpine*) et il se poursuit vers le S. (vers

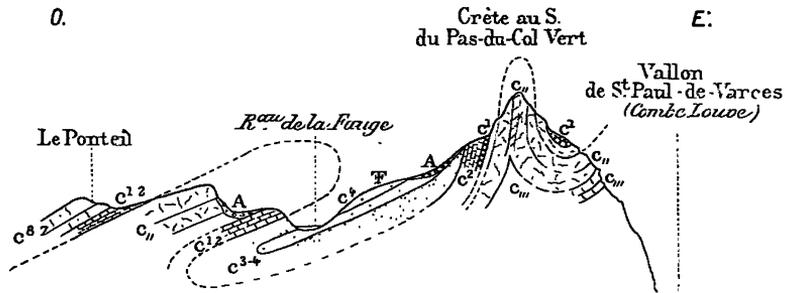


Fig. 14. — Coupe passant par le gisement de La Fauge (M. Kilian).

Légende : A Éboulis.

c^{8-7} Sénonien supérieur.

c^4 Cénomanién supérieur.

c^5 Cénomanién inférieur (*Discoirdea cylindrica*, etc.).

c^2 Gault phosphaté.

c^1 « Lumachelle » du Gault.

c_{11} Couches urgoniennes et Marnes à Orbitolines.

c_{111} Marno calc. barrémien à *Toxaster retusus*.

le Gerbier) où l'érosion a fait disparaître son noyau albien et céno-
manien ; il ne se traduit plus alors que par le *redoublement* de l'Ur-
gonien qui explique la grande épaisseur qu'atteignent ces calcaires
à la Grande-Moucherolle et dans la région avoisinante.

Ici, le Cénomanién, dont le niveau inférieur (Vraconnien) surtout
est fossilifère¹, offre la succession suivante :

1° Grès du Gault.

2° Grès glauconieux, marneux, renfermant dans leur partie
supérieure de nombreux fossiles : *Discoidea cylindrica*
Ag. sp., *Holaster nodulosus* Goldf., *Anisoceras Saussurei*
Pict. sp., *Turrilites Puzosi* d'Orb. sp., *Schlœnbachia*
inflata Sow. sp., *Schl. varians* Sow. sp. (dans les couches
supérieures), *Puzosia subplanulata* Schlut. sp., *Sto-*
liczkaia dispar d'Orb. sp. On y a trouvé un exemplaire
isolé de *Radiolites Mortoni* Forb. Cette faune indique
l'horizon inférieur du Cénomanién.

3° Sables verts à *Ac. Rhotomageuse*, *Schl. varians*, *Tur-*
rilites tuberculatus.

¹ La coupe fig. 4 de la Pl. I passe plus au Nord.

Du haut du ravin de La Fauge, nous jouissons d'une vue très instructive sur le Villard-de-Lans et sur ses *moraines locales* et, plus loin, tout le Vercors que nous avons traversé hier en suivant la coupure transversale formée par la vallée de la Bourne. Nous allons maintenant longer, en nous dirigeant vers le N., une crête de calcaires sénoniens pour gagner le col de l'Arc que nous gravirons aussitôt après un déjeuner pris en plein air.

A la montée finale de ce col, qui entame le flanc E. du synclinal du Villard-de-Lans, nous retrouvons la suite des assises observées hier, mais en ordre inverse, jusques et y compris l'Urgonien; le profil de la vallée de la Bourne se trouve ainsi, pour nous, complété jusqu'au bord subalpin; nous constatons ici avec intérêt l'existence des *plis déversés vers l'intérieur de la chaîne* (Pl. I, fig. 4). Au col même (1743^m), un affleurement du Barrémien à *Toxaster retusus* Lamk. riche en fossiles (*Exogyra Couloni* Defr., *Pholadomya elongata* Munst., *Hoplites* cf. *crioceroides* Torc. sp., *Holcodiscus van den Hecke* d'Orb. sp., etc.) constitue une charnière anticlinale très nette, tournée vers l'E.

Le panorama est splendide de ce passage: nous avons à nos pieds, du côté E., la dépression du bord subalpin et, au delà, les chaînes alpines avec leurs massifs centraux; à gauche, vers le N., le Mont-Blanc; en face, le massif de Belledonne (avec le Taillefer (2867^m) au S. de la cluse de la Romanche), puis les Grandes-Rousses qui, au second plan, forment un troisième massif central; dans le fond, à l'arrière-plan, une portion du Pelvoux avec le pic de la Meije; à droite, vers le S. E., les montagnes du Valsenestre et du Valgaudemar ferment le demi cercle de la zone cristalline dauphinoise — (le Dévoluy, plus au S. (Obiou, 2793^m), avec ses parois de calcaires sénoniens dénudés et rocheux, entourant une dépression synclinale occupée par des dépôts éocènes et oligocènes, est une dépendance des chaînes subalpines). — La ligne dentelée de ces hauts sommets neigeux qui bornent l'horizon offre un contraste frappant avec le bord subalpin, ses clairs et uniformes bastions rocheux et les plateaux calcaires que nous avons en arrière de nous; d'autre part, le flanc des collines boisées qui s'étend au pied de ces hautes chaînes centrales se montre fortement entamé par des torrents qui mettent à nu des terrains noirs et schisteux. Ces derniers forment la « *ceinture sédimentaire* » du massif central et sont constitués surtout par les calcaires schisteux et les schistes noirs du Lias et du Dogger (bord E. du

Graisivaudan). L'aspect si différent des chaînes subalpines et de la zone cristalline dauphinoise s'explique ainsi facilement par leur constitution géologique respective.

La Romanche qui descend des massifs centraux et les glaciers qui l'ont remplacée pendant une glaciation récente, ont édifié, au sortir de sa gorge, un immense plateau d'alluvions recouvert de moraines frontales que le Drac, coulant à nos pieds, a entamé ; plus près de nous encore, dans la plaine du Drac (Comboire) s'élève un petit massif dont la constitution est la même que celle du Promontoire de la Porte de France (Tithonique avec un peu de Berriasien).

Au N., la vallée longitudinale de l'Isère (Graisivaudan) est dominée du côté O. par les blanches falaises de calcaires urgoniens et tithoniques qui représentent une partie du rempart semi-circulaire des chaînes subalpines interrompu un moment par la vaste trouée de l'Isère en aval de Grenoble ; c'est dans la partie de cette falaise, située en amont de Grenoble, que s'élève la Dent de Crolles ou Petit-Som (2066^m) dont les puissantes assises de calcaires urgoniens couvrent un socle néocomien et jurassique ; le Saint-Eynard, à l'extrémité S. de la crête tithonique, est séparé des monts Rachais, Jalla, Bastille, par le col de Vence (750^m) creusé dans les couches vaseuses de l'Argovien.

Enfin, la ville de Grenoble, dominée par les forts Rabot et de la Bastille, s'étend, à une altitude moyenne de 210^m, dans les plaines du Drac et de l'Isère creusées dans les marno-calcaires et les schistes du Jurassique moyen que nous cachent, du reste, de puissants dépôts alluviaux.

La descente du col de l'Arc dans une pente boisée jusqu'à Saint-Paul-de-Varces permet d'observer un synclinal urgonien, replié sous l'anticlinal Barrémien du col de l'Arc, et qui contient, au-dessus de Saint-Paul-de-Varces, un noyau peu important de Gault ; au flanc E. de ce synclinal succèdent en bas, vers la vallée, les couches barrémiennes inférieures et hauteriviennes (à *Holcodiscus incertus* d'Orb.). Avant d'arriver à Claix nous remarquons en divers points, et notamment sur le plateau Saint-Ange, d'importants dépôts glaciaires dont les blocs anguleux parfois striés et de différentes tailles ne peuvent se confondre avec les galets des alluvions fluviales qui présentent tous à peu près la même grosseur ; ce sont là, avant de gagner Grenoble en tramway, les dernières observations d'une journée assez pénible mais toujours fructueuse.

TABLEAU DE LA SÉRIE SÉDIMENTAIRE

DANS LES CHAINES SUBALPINES DES ENVIRONS DE GRENOBLE

(d'après les travaux récents)

Par M. W. KILIAN

| | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|--|------|---|---|------|---|---|
| SYSTÈME PLÉISTOCÈNE | Sables fluviatiles de Veurecy, l'Échaillon, la Buisse. Moraine locale de Sassénage. — Tufs de la Beaume d'Hostun, etc. Dépôts glaciaires et fluvioglaciaires des différentes glaciations. Alluvions interglaciaires et <i>interstadiques</i> ; blocs et moraines de divers âges sur les hauteurs, terrasses multiples dans les vallées (Isère, Bourne, etc.). | | | | | | | | | |
| SYSTÈME PLIOCÈNE supérieur | Nappes de galets de quartzites patinés; galets granitoïdes décomposés (épars à des altitudes de 900 à 500 ^m). — Bellecombe, Sainte-Marie-du-Mont, Ratz, Vatilieu, etc. | | | | | | | | | |
| SYSTÈME MIOCÈNE | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center; vertical-align: middle;">sup.</td> <td style="width: 5%; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle;">}</td> <td style="padding: 5px;">Conglomérats à cailloux impressionnés.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">moy.</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle;">}</td> <td style="padding: 5px;">Conglomérats, mollasse argileuse à lignites et marnes à <i>Cerithium papaveraceum</i>, <i>Cer. bidentatum</i> (Pommiers, près Voreppe). Mollasse sableuse. — (2^e étage méditerranéen.) Mollasse argilo-calcaire à <i>Ostrea gingensis</i>, <i>O. crassissima</i>, <i>Pecten</i>, <i>Turritelles</i> (Voreppe, Pont-de-Manne, etc.).</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">inf.</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle;">}</td> <td style="padding: 5px;">Conglomérats et mollasse à <i>Pecten præscabriusculus</i>. (Balme de Rencurel, vallées de la Vence, de la Roize, etc.) — (1^{er} étage méditerranéen. — <i>Burdigalien</i>.)</td> </tr> </table> | sup. | } | Conglomérats à cailloux impressionnés. | moy. | } | Conglomérats, mollasse argileuse à lignites et marnes à <i>Cerithium papaveraceum</i> , <i>Cer. bidentatum</i> (Pommiers, près Voreppe). Mollasse sableuse. — (2 ^e étage méditerranéen.) Mollasse argilo-calcaire à <i>Ostrea gingensis</i> , <i>O. crassissima</i> , <i>Pecten</i> , <i>Turritelles</i> (Voreppe, Pont-de-Manne, etc.). | inf. | } | Conglomérats et mollasse à <i>Pecten præscabriusculus</i> . (Balme de Rencurel, vallées de la Vence, de la Roize, etc.) — (1 ^{er} étage méditerranéen. — <i>Burdigalien</i> .) |
| sup. | } | Conglomérats à cailloux impressionnés. | | | | | | | | |
| moy. | } | Conglomérats, mollasse argileuse à lignites et marnes à <i>Cerithium papaveraceum</i> , <i>Cer. bidentatum</i> (Pommiers, près Voreppe). Mollasse sableuse. — (2 ^e étage méditerranéen.) Mollasse argilo-calcaire à <i>Ostrea gingensis</i> , <i>O. crassissima</i> , <i>Pecten</i> , <i>Turritelles</i> (Voreppe, Pont-de-Manne, etc.). | | | | | | | | |
| inf. | } | Conglomérats et mollasse à <i>Pecten præscabriusculus</i> . (Balme de Rencurel, vallées de la Vence, de la Roize, etc.) — (1 ^{er} étage méditerranéen. — <i>Burdigalien</i> .) | | | | | | | | |
| SYSTÈME OLIGOCÈNE | <p>Argiles saumâtres de Saint Just-de-Claix à <i>Potamides longispira</i>; Conglomérats et calcaires marneux à <i>Helie Ramondi</i> de Saint-Hilaire. Calcaire lacustre de Maupertuis, près Saint Égrève (<i>Aquitanien</i>).</p> <hr style="width: 80%; margin: 10px auto;"/> <p>Sables et argiles bigarrés et calcaire à grains de quartz; <i>Potamides Lamarckii</i> (Saint Hilaire). (<i>Stampien</i>.)</p> | | | | | | | | | |

| | |
|--|--|
| <p>SYSTÈME ÉOCÈNE inférieur</p> | <p>Graviers, argile à silex, sables et argiles réfractaires à <i>Lophiodon Larteti</i> (Sparnacien). — Voreppe, Saint Nazaire, Pont-en Royans.</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SYSTÈME CRÉTACÉ</p> <p>Sénonien supérieur</p> | <p>Calcaires jaunâtres et couches de Méandre à <i>Ostoma ponticum</i> et <i>Orbitoides media</i>. — Calcaire jaune à <i>Ostrea vesicularis</i> var. <i>major</i>. — Villard-de-Lans.</p> <p>Poudingues quartzeux. — Calcaires à silex et calcaires cristallins à <i>Belemnitella mucronata</i>. — Fontaine, Sassenage, etc.</p> |
| | <p>Calcaire en dalles (lauzes) à grains siliceux et glauconieux.</p> <p>Calcaire gris (lauzes grises) marneux à <i>Belemnitella mucronata</i>, <i>Pachydiscus tercensis</i>, <i>Inoceramus Cripsi</i>. — Sassenage, Engins.</p> <p>Dalles caillouteuses, très siliceuses. — Environs des Jarrands.</p> |
| <p>Sénonien inférieur et Turonien</p> | <p>Manquent.</p> |
| <p>Cénomaniien</p> | <p>Manque aux environs de Grenoble, sauf à La Fauge et dans les environs du Villard-de Lans.</p> <p>Sables verts. Couches glauconieuses à <i>Schlœnbachia varians</i>. Couches glauconieuses à <i>Discoïdes cylindricus</i>, <i>Schlœnb. inflata</i>, <i>Turritiles Puzosi</i>, etc.</p> |
| <p>Albien</p> | <p>Gault à rognons phosphatés : <i>Puzosia latidorsata</i>, <i>Acanth. (Dovilleiceras) mamillatum</i>, <i>Hoplites tardefurcatus</i>, <i>Inoceramus concentricus</i>, <i>Ter. Dutemplei</i>, <i>Discoïdes conicus</i>, etc. — Le Rimet, Les Ravix, Balme-de-Rencurel.</p> <p>Calcaires en dalles à Entroques et Ostracées (<i>O. arduennensis</i>), Brachiopodes. « Lumachelle » de Lory.)</p> |

SYSTÈME CRÉTACÉ

| | | |
|--------------------|------|--|
| Aptien | sup. | Calcaires marneux et grumeleux à <i>Orbitolines</i> , <i>Salenia prestensis</i> , <i>Rhynch. Bertheloti</i> , <i>Acanthoceras Martini</i> (paraît manquer près de Grenoble). — Les Ravix, Le Rimet. (Couche à <i>Orbitolines</i> supérieure.) Niveau à <i>Matheronia Virginiae</i> et <i>Caprinidae</i> . |
| | inf. | Calcaire urgonien (masse supérieure), à <i>Requienia</i> , <i>Ethra</i> et <i>Toucasia</i> . |
| Barrémien | | Calcaire grumelleux à <i>Orbitolines</i> , <i>Pygaulus Desmoulini</i> , <i>Heteraster oblongus</i> , <i>Pterocera Pelagi</i> , etc. (Couche à <i>Orbitolines</i> inférieure); nombreux Algues calcaires. (<i>Diptopora Mühlbergi</i> Lor.) |
| | | Calcaire urgonien (masse inférieure), à <i>Requienia ammonia</i> . |
| | | Gros bancs à <i>Panopæa</i> , <i>Pholadomyes</i> et <i>Toxaster retusus</i> , parfois jaunâtres et tachetés de bleu, généralement gris. Marno-calcaires à <i>Toxaster retusus</i> , <i>Crioceras Sablieri</i> , <i>Hoplites cruasensis</i> , <i>Exogyra Couloni</i> , <i>Pholadomya elongata</i> , etc. |
| Hauterivien | | Calcaires marneux à <i>Toxaster retusus</i> , partie inférieure. |
| | | Calcaires marneux (<i>Hiplites</i> , <i>Hoplites</i> cf. <i>Leopoldi</i>), pauvres en fossiles (environs de Choranche, Échevis, etc.; avec concrétions ferrugineuses. |
| | | Couches glauconieuses et phosphatées; <i>Holcostephanus hispanicus</i> , <i>Holc. Sayni</i> (= <i>Astieri</i> d'Orb. var.), <i>Holcodiscus intermedius</i> , <i>Oppelia folgariaca</i> , <i>Hoplites salevensis</i> , <i>H. paucinodus</i> , <i>Duvalia dilatata</i> , <i>Cidaris punctatissima</i> , Brachiopodes nombreux, <i>Eugeniocrinus Gevreyi</i> , etc. — Saint-Pierre de Chérennes, Choranche, Échevis, etc. |

| | | | |
|----------------------------------|--|--|--|
| SYSTÈME CRÉTACÉ | Valanginien | Calcaire roux à silex : <i>Ostrea rectangularis</i> (= <i>O. macroptera</i>), <i>Janira atava</i> . — Mont-Saint-Martin, Petit Port, Choranche, etc. | |
| | | Calcaire à débris du Fontanil : <i>Hoplites Thurmanni</i> , <i>Hoplites Albin</i> , <i>Holcostephanus Gratianopolitensis</i> , <i>Hoplites neocomiensis</i> , etc., Bivalves, Brachiopodes, <i>Pygurus Montmollini</i> , var. <i>Loryi</i> . Le Fontanil. Marnes de Malleval à <i>Hoplites Desori</i> var. <i>gallica</i> , <i>H. neocomiensis</i> , <i>Rhabdocidar</i> <i>Salvae</i> . | |
| | | L'ÉCHAILLON (Facies jurassien) | |
| | Marnes et marno-calcaires : <i>Duvalia lata</i> , <i>Hoplites neocomiensis</i> , <i>Cardiolampas ovulum</i> , <i>Mytilus</i> , etc. | Calcaires blancs, zoogènes à Chamaécées, oolithiques à la base. Échailon, Malleval. | |
| Infravalanginien (Berriasien) | Calcaire à ciments de la Porte de-France. <i>Hoplites Boissieri</i> , <i>H. occitanicus</i> , <i>Lytocerns Liebigi</i> , <i>Rhynchonella contracta</i> . | Calcaire rognonneux et bréchoïde à Brachiopodes, Bryozoaires, etc., du balcon de l'Échailon. | |
| | | Calcaire marneux de l'Échailon - les - Bains à <i>Exogyra Couloni</i> et <i>Rhynchonella irregularis</i> . | |
| | Calcaire à <i>Hoplites callistoides</i> Behr. et <i>H. Malbosi</i> de Noyarey. | Calcaire gris subspathique. | |
| | | Calcaire zoogène. | |

| | | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|--|---|--------------------|---|
| SYSTÈME JURASSIQUE | Portlandien (Tithonique) | Calcaire rognonneux : <i>Hoplites privasensis</i> <i>Hop.</i> <i>Callisto, Hop.</i> <i>Chaperi,</i> <i>etc.</i> | Brèche à <i>Cidaris glandifera</i> d'Aizy. | L'ÉCHAILLON | Calcaire récifal de l'Échaillon à Foraminifères, Polypiers, Bryozoaires, etc. <i>Belemnites semisulcatus, Holcostephanus pronus, Hoplites cf. rarefurcatus, Dicerias Beyrichi</i> Bøhm., <i>Matheronia (Monnieria) Romani</i> Paq., <i>Terebratula moravica</i> Glock., <i>Rhynchonella Astieriana</i> d'Orb., <i>Cidaris glandifera</i> Goldf., <i>Rhabdocidaris caprimontana</i> d'Orb., etc. |
| | | Calcaires lithographiques clairs d'Aizy. | <i>Hoplites Dalmasi,</i> <i>Hoplites Chaperi,</i> <i>Hoplites Callisto,</i> <i>Hoplites delphinensis, etc.</i> | | |
| | | Calcaire en gros bancs et « fausses brèches » <i>Pygope janitor</i> Pict., <i>Aptychus Beyrichi</i> opp., <i>Perisphinctes contiguus</i> Cat. Porte de France. Calcaire à <i>Oppelia prolithographica. Stephanoceras cf. gravesiforme</i> Pavl. St-Pancrasse | | | |
| | Kimeridgien | Calcaires en gros bancs : <i>Phylloceras Loryi.</i> — Quai de France. | | | |
| | Séquanien | Calcaires bien lités et calcaires marneux à <i>Oppelia tenuilobata. Perisphinctes polylocus, Per. Lothari,</i> etc. — La Bastille, etc. | | | |

| | | |
|--------------------|------------------|--|
| SYSTÈME JURASSIQUE | Rauracien | Calcaires marneux et marnes schisteuses, <i>Perisphinctes Tiziani</i> Opp. et <i>virgulatus</i> Qu. — La Tronche. |
| | Oxfordien | Calcaires marneux à <i>Ochetoceras canaliculatum</i> . — La Tronche. Marnes à géodes de Meylan à <i>Cardioceras cordatum</i> , etc. |
| | Callovien | Schistes à <i>Posidonomya alpina</i> avec bancs de calcaires marneux à <i>Reineckeia anceps</i> . — Montfleury. |
| | Bathonien | Calcaire noir à Entroques de Corenc. |

CINQUIÈME JOURNÉE

(LUNDI 5 AOUT 1901)

De Grenoble au Bourg-d'Oisans et à La Grave ; Chaînes alpines ; Massifs centraux de la zone dauphinoise.

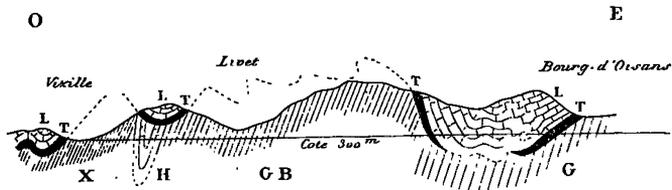
L'étude des massifs cristallins de la première zone alpine (zone cristalline dauphinoise ou du Mont-Blanc) est facilitée par la cluse de la Romanche (vallée transversale) dont nous remonterons le cours en tramway jusqu'au Bourg-d'Oisans et ensuite en voiture jusqu'à La Grave.

Le trajet en chemin de fer de Grenoble à Jarrie se fait dans la plaine du Drac ; nous y retrouvons une partie de ce que nous découvrons hier du col de l'Arc dont l'arête (bord subalpin) nous domine à droite, tandis que des terrasses fluvioglaciaires s'élèvent immédiatement à notre gauche au delà de Pont-de-Claix.

La route que suit le tramway du Bourg-d'Oisans coupe, aussitôt après Jarrie, en un étroit défilé, les assises ondulées *en plusieurs anticlinaux* des calcaires liasiques qui forment la bordure sédimentaire de la chaîne de Belledonne ; la vallée, sous laquelle existent, en profondeur, le Trias et peut-être le Houiller, s'élargit un peu vers Vizille

et à Cornage, où s'exploitent les gypses du Trias ¹ qui occupent l'axe d'un pli anticlinal; au Château de Vizille, aboutit, venant de l'E.-N.-E., une large « vallée morte », ancien thalweg de la Romanche et du glacier de l'Oisans, qui a été ultérieurement captée par le Drac par suite de l'ouverture (sous l'effet de l'érosion régressive) de la petite gorge que nous venons de traverser.

Aussitôt après Vizille et jusqu'au delà de Séchilienne (fig. 15),



L. Lias; — T. Trias; — H. Houiller; — X, G. Terrains cristallins.

Fig. 15. — Coupe schématique de Vizille à Bourg-d'Oisans, à travers la chaîne de Belledonne (d'après Ch. Lory).

¹ Le Trias présente, dans la zone cristalline dauphinoise (massifs de Belledonne, des Grandes-Rousses, du Pelvoux) une épaisseur assez minime (25 à 50^m); il débute par des arkoses et des grès bruns peu puissants qui font souvent défaut (environs du Bourg-d'Oisans) et n'existent guère qu'à l'Est des Grandes-Rousses (Plateau de Paris, Montandré en Maurienne). La partie principale du système est formée par des dolomies et calcaires siliceux bleuâtres à patine rouge et cassure esquilleuse qui se montrent bréchoïdes dans le voisinage des Rousses; plus claires de teinte et parfois « cargneulisantes » plus à l'Est. Ces dolomies se retrouvant en Maurienne au sommet seulement du Trias, il est fort possible que cet ensemble ne corresponde qu'à l'étage supérieur de ce terrain et que les grès qui en constituent la base appartiennent au Trias moyen ou supérieur; ces derniers ne seraient donc pas dans ce cas l'équivalent des quartzites du Briançonnais. Sauf tout à fait au Nord, dans le massif de Beaufort, les véritables quartzites du Trias inférieur n'apparaissent que dans le voisinage de la zone suivante à Pramelier et au col des Grangettes. Les dépôts triasiques seraient donc transgressifs et n'auraient atteint la zone cristalline dauphinoise que vers la fin de la période.

Le Rhétien n'est nulle part différencié dans cette zone et les dépôts jurassiques sont, jusqu'à l'Oxfordien inclusivement (Col Lombard), représentés par des calcaires et schistes noirs à Céphalopodes, très uniformes et constituant ce que M. Haug a appelé le « facies dauphinois » (environs de La Grave, plateau d'Emparis, bord Est des Grandes-Rousses, pays des Arves, etc.)

Le Jurassique supérieur fait défaut.

(W. Kilian, Note relative aux chaînes alpines, *Bull. lab. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, 1899-1900, t. V, 3^e fasc.)

nous entamons les *Schistes cristallins*, pour continuer ensuite, très obliquement jusqu'aux Sables, en une étroite et grandiose coupure, le massif cristallin de Belledonne. (Amphibolites, gneiss amphiboliques, micaschistes, chloritoschistes, schistes à séricite, cipolins, éclogite, gabbros ouralitisés). La plupart de ces roches doivent leur nature spéciale à l'influence de roches basiques anciennes (Termier). On remarque, en outre, des filons d'aplite, de nombreux gîtes métallifères, surtout de sidérose, etc.

Ces terrains cristallins de la chaîne de Belledonne¹ ont été, de même

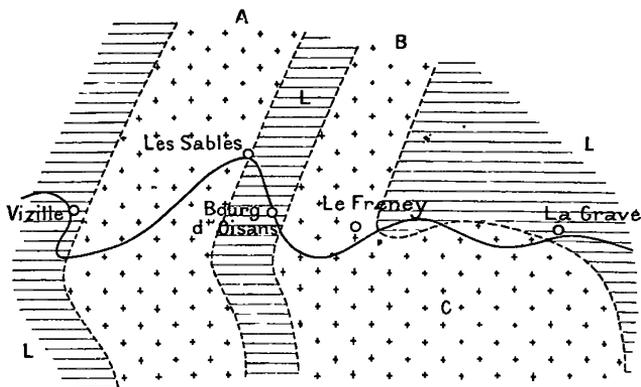


Fig. 12. Schéma des massifs cristallins de la zone Dauphinoise.

▨ Lias ⋯⋯⋯ Terrains cristallins et houiller. ~ Route.
 A: Massif de Belledonne — B: Massif des Grandes Rousses.
 C: Massif du Pelvoux ennoyé dans le Lias.

Fig. 16 (12).

que ceux du Pelvoux, recouverts par des dépôts secondaires, quelques témoins du Trias et du Lias et aussi quelques lambeaux de terrain houiller sont conservés dans des synclinaux anciens (hercyniens) et affleurent dans les parties hautes de la chaîne. Mais, entre Vizille et Rochetaillée, l'on ne voit, de la route, que des affleurements cristallins. Les récents travaux de M. Termier ont montré que

¹ M. Termier a montré récemment que la structure de la chaîne cristalline de Belledonne est beaucoup plus simple que celle des autres massifs centraux et se réduit, à la hauteur de Livet, à un bombement unique.

la chaîne de Belledonne, à la hauteur de Livet, est essentiellement constituée par une *large voûte* anticlinale de roches amphiboliques et de Schistes cristallins dérivant, par métaphormisme, d'anciennes éruptions de Gabbros. Sur la partie élevée de cette voûte, fortement démantelée par l'érosion et traversée obliquement par la vallée d'érosion de la Romanche, subsistent de rares lambeaux de grès houillers. La fig. 15 empruntée à Ch. Lory ne représenterait donc pas, en ce qui concerne les Schistes cristallins, la structure réelle de la chaîne. Le massif cristallin de Belledonne, comme ceux que nous aurons à étudier dans la suite, émerge d'une enveloppe de Trias et de dépôts noirs appartenant au Lias et son caractère spécial est la netteté des *discordances* observée à la base du Houiller et du Trias.

Vers Les Sables, nous pénétrons dans une large bande de Lias (v. fig. 16) dont les assises facilement délitables ont permis au torrent d'élargir sa vallée ; cette bande de Lias forme un vaste synclinal dont la topographie différente et l'aspect raviné tranchent sur la nature plus rocheuse du massif de Belledonne et du massif des Grandes-Rousses qui la limitent, l'un vers l'O., l'autre vers l'E. ; elle est constituée par des bancs calcaires alternant avec des assises noires schisteuses à *Bélemnites* et *Am. margaritatus* ; ces dépôts sont caractérisés par leur facies vaseux dit « *dauphinois* », ils se sont formés dans une dépression synclinale (géosynclinal) en voie d'agrandissement graduel, au sein d'eaux relativement profondes, qui a succédé à l'époque secondaire au régime continental du Houiller ; le Lias schisteux, correspondant à la seconde moitié du Charmouthien et au Toarcien (comme dans la Tarentaise et dans la région du Mont-Blanc), recouvre le Lias calcaire qui est d'âge Hettangien-Sinémurien et Charmouthien inférieur et qui a fourni, au Mont de Lans et en plusieurs autres points de l'Oisans, de nombreuses Ammonites caractéristiques.

La ville du Bourg-d'Oisans est bâtie sur le flanc oriental de ce synclinal et les escarpements calcaires (Lias) la dominent à l'O. d'une hauteur de 1000^m environ ; au N., le profil de la chaîne de Belledonne semble barrer la plaine, tandis qu'au S.-E. se montrent les premières cimes des massifs cristallins de l'Oisans (Le Rochail, 3070^m ; La Muraillette, 3020^m ; Loranoure, 3341^m).

Notons qu'au-dessus même du Bourg-d'Oisans, sur le flanc E. moins abrupt du synclinal, on peut admirer un remarquable exemple de *replis secondaires multiples* rendus classiques par la description

qu'en a donnée Élie de Beaumont ; le Lias s'y est, en effet, plissé et a formé une suite de contournements curieux, en glissant sur son substratum incliné de roches cristallines.

La vallée elle-même représente le fond, asséché depuis 1219, d'un lac temporaire dont la formation eut pour origine l'amoncellement, vers le XII^e siècle (1181), en travers du Thalweg d'importants cônes de déjections dont nous avons pu remarquer les vestiges en amont de Livet.

Au niveau du Bourg-d'Oisans, les roches cristallines (granites et micaschistes granitisés) reparaissent sous le Lias et sont recouvertes *en discordance* par une mince assise de dolomies bleuâtres à patine rousse (calcaires capucins), souvent bréchoides, appartenant au Trias et surmontées d'une nappe de mélaphyre (spilite) ; le chemin qui monte vers Villard-Notre-Dame traverse cette nappe au hameau de La Gardette et suit pendant quelque temps, au delà d'un grand ravin, la limite qui la sépare des dolomies.

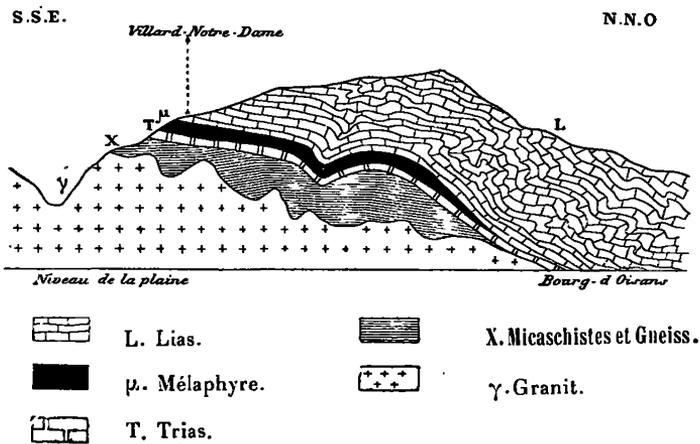


Fig. 17. — Coupe de Villard-Notre-Dame au Bourg-d'Oisans (d'après M. Termier).

Le massif des Grandes-Rousses, dont nous ne traversons que la partie méridionale, ne devrait pas, au point de vue géologique, en ce qui concerne la portion de cette chaîne située au S. de la Romanche, être confondu, comme il l'est pour les géographes, avec le massif du Pelvoux.

Partout, les âpres et rocheux escarpements des massifs centraux contrastent vivement avec les lignes plus douces des montagnes liasi-ques qui les séparent ; la discordance du groupe Trias-Lias sur les Schistes cristallins se voit nettement au Villard-Notre-Dame qui est bâti moitié sur le mélaphyre, moitié sur les calcaires du Lias¹ (fig. 17).

Au pont Saint-Guillaume, on peut examiner de près le granite (Protogine du Pelvoux) et un gneiss granitique dérivant du granite et formant un escarpement dont nous avons suivi la base depuis le Bourg-d'Oisans ; ce granite (granite alcalin du Pelvoux), ou roche qui en est très voisine, formé de quartz, cryptoperthite, albite et d'une petite quantité de mica noir, est laminé et présente de nombreuses surfaces vertes devenues chloriteuses par des effets mécaniques ultérieurs ; il est franchement éruptif et traversé par de nombreux filons d'aplite blanche, à grain fin, parfois saccharoïde, qui représentent pour certains auteurs une seconde venue éruptive ; ces deux venues éruptives sont bien antérieures au plissement hercynien et les roches qui en résultent ont été disloquées ultérieurement encore par les plissements alpins.

Ces roches appartiennent à un nouveau massif cristallin, celui des Grandes-Rousses, excellemment étudié après Dausse par M. Termier, et dont la portion principale, la seule que les géographes appellent de ce nom, s'élève au N. de la Romanche, tandis que sa portion méridionale se confond avec le massif de l'Oisans.

La rampe des Commères que nous gravissons ensuite côtoie le côté droit d'une gorge profonde creusée dans les assises redressées des Schistes cristallins que couronnent, en discordance sous les hauts pâturages d'Auris, les couches moins énergiquement plissées du Trias et du Lias ; nous y rencontrons successivement des amphibolites, des schistes archéens granitisés avec filons d'aplite, des veines de marcassite, puis, sur un petit palier, les calcaires dolomitiques discordants du Trias (« calcaires capucins » de M. Termier) à cassure conchoïdale, brunâtres souvent bréchoïdes, n'ayant subi que le plissement alpin, et en partie recouverts par des *alluvions* anciennes pléistocènes témoins d'un ancien niveau de la Romanche, datant

¹ Des filons de quartz avec pyrite et or natif y ont été exploités sur le flanc gauche de la vallée, à La Gardette.

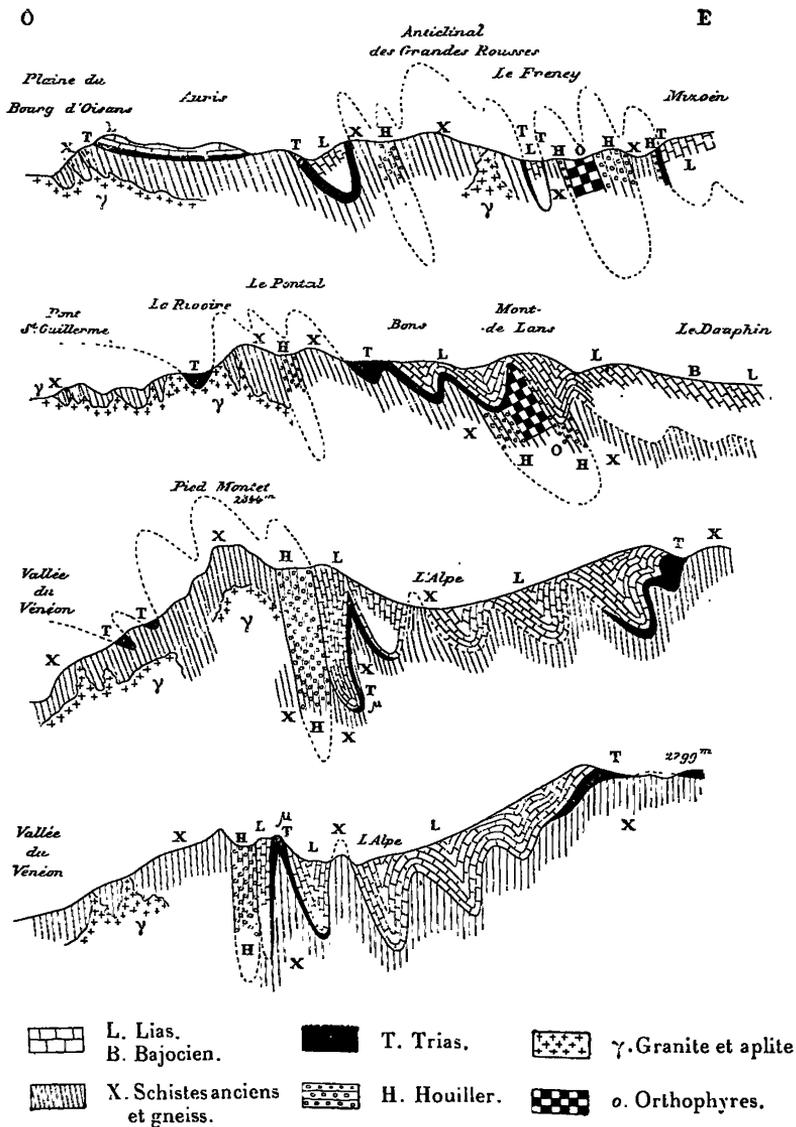


Fig. 18. — Coupes parallèles, se succédant du N. au S., à travers le faisceau des plis de l'Alpe (d'après M. Termier¹).

¹ V. Livret-Guide du Congrès géol. international (1900); Exc. XIII^d, Massif du Pelvoux et Briançonnais, par M. Termier.

d'une époque interglaciaire où le creusement de la vallée était moins avancé.

En descendant vers Le Freney, la route coupe les assises d'un synclinal de grès houillers (anthracite exploité, empreintes végétales), continuation vers le S. d'un des accidents les plus importants de la chaîne des Rousses et que nous pouvons suivre des yeux de l'autre côté au N. de la Romanche; ce pli, antérieur à la transgression triasique, hercynien par conséquent, a été repris par les mouvements orogéniques au moment du plissement alpin.

Après le Freney (fig. 18) qui se trouve sur les schistes cristallins verticaux (sch. granitisés), nous retrouvons un second synclinal ancien (conglomérats et grès houillers, schistes gris et verts) dépendant également du massif des Grandes-Rousses (Syncl. de la Croix de Cassini), mais dans lequel se présentent des tufs éruptifs et des orthophyres¹ (trachytes anciens ou roches à microlithes d'orthose) en nappes qui se sont plissés avec les bancs houillers; ces orthophyres, que Lory a longtemps considérés comme des schistes cristallins ou houillers, sont fortement laminés; on les exploite le long de la route; ils rappellent, par leur aspect et leur sonorité, certaines phonolithes de l'Auvergne et, par leur développement considérable un peu plus au N. (Chateau-Noir), ils témoignent de l'existence, à l'époque houillère, de véritables volcans dans cette région.

Après un tunnel traversant une nouvelle bande gneissique, nous trouvons un peu de Houiller qui se termine en pointe entre les schistes cristallins et le Lias (Pont Ségut) sur le flanc O. d'un nouveau synclinal d'assises jurassiques, perpendiculaire à la vallée de la Romanche dont il a provoqué un élargissement en face de Mizoën (fig. 19); nous retrouvons ici les mêmes assises que celles du Bourg-d'Oisans avec, en plus, des schistes noirs Bajociens; on a: 1° bande mince de schistes houillers; 2° Trias (cargneules) visibles sur le flanc E. du pli seulement; 3° Lias calcaire (Hettangien, Sinémurien, — Charmouthien inférieur); 4° Lias schisteux (Charm. sup., — Toarcien) avec ardoises exploitées; 5° Dogger, schistes noirs à nodules avec *Posidonomya* cf. *alpina* A. Gras. Notons que le Trias (grès bruns supportant une mince assise de dolomies claires

¹ Découverts par M. Termier.

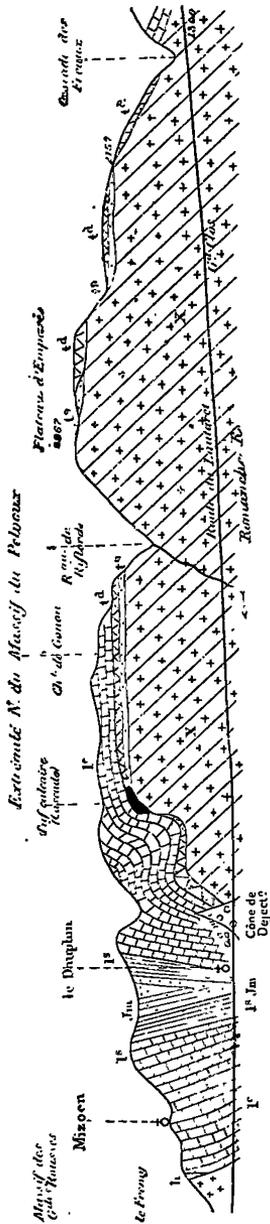


Fig. 19. — Coupe de la région N. du massif du Pelvoux, parallèle à la Romanche (d'après M. Kilian).

N. Schistes cristallins. — h Grès houillers. — f Grès triasiques. — f¹ Dol, et Cargneules (Trias). — f Lias calcaire. — f Lias schisteux. — J^m Dogger. — Les Tufs calcaires sont en noir.

passant à des cargneules), probablement étiré du côté O., n'existe que sur le flanc E. du synclinal, au-dessus du Dauphin, et que ce synclinal en éventail se compose en majeure partie d'assises à facies noir, dauphinois, peu différent de celles du synclinal du Bourg-d'Oisans, mais ne rappelant aucunement le Lias et le Dogger extra alpin (Lyonnais, Bourgogne, etc.).

A partir du Dauphin (v. fig. 19), la gorge, resserrée à nouveau, est creusée dans les Schistes cristallins (Gneiss dirigés N.-S. et sensiblement verticaux) qui constituent la portion N.-O. du massif du Pelvoux, massif que nous ne faisons qu'effleurer (v. le schéma fig. 16) et dans lequel nous voyons dominer le sommet grandiose de la Meije.

La combe de Mallaval, monotone et désolée, que nous remontons, encaissée dans les assises redressées de l'Archéen, est dominée au S. par un plateau glacé haut de 3200 à 3500^m (glacier du Mont-de-Lans), et au N. par une haute région de pâturages ondulés (plateau de Paris ou d'Emparis) qui s'élève à une altitude de 2400^m environ.

Les nombreux cônes d'éboulis formés au pied des escarpements, les filons de galène du Grand-

Clos, une exploitation de barytine située sur la rive gauche, quelques

petits glaciers suspendus entrevus sur la droite (côté gauche de la vallée), dans la partie supérieure des parois rocheuses, attirent seuls notre attention pendant le long trajet qui nous reste à faire. Ajoutons, c'est au N. de la gorge que nous suivons que les Schistes cristallins du massif du Pelvoux « s'annoient » rapidement sous les dépôts mésozoïques ; nous retrouvons ces derniers aux Fréaux quelque temps avant d'arriver à La Grave où nous devons passer la nuit.

SIXIÈME JOURNÉE

(MARDI 6 AOUT 1901)

*Glacier de La Meije¹ ; Bord N.-E. des massifs cristallins ;
de La Grave au Lautaret*

Avant de partir pour le glacier de La Meije (Pl. III, fig. 1 et 3), il est utile de faire remarquer qu'à partir du hameau des Fréaux, la vallée de la Romanche, sensiblement élargie, prend un aspect tout différent de celui qu'offrirait la combe de Mallaval ; cette modification est due au graduel enfoncement des Schistes cristallins qui amène, en amont des Fréaux, les assises plus délitables du Trias et du Lias, puis du Bajocien, au niveau de la rivière ; la Romanche rencontre et traverse ici un faisceau de plis de terrains secondaires, tous déversés vers l'O., et dont nous poursuivrons l'étude cet après-midi.

Le chemin qui va de La Grave au glacier de La Meije permet d'étudier successivement le Bajocien et le Toarcien ; ce sentier, qui suit la rive droite du torrent, montre aussi un affleurement de dolomies triasiques, en bancs massifs recouverts d'une patine jaune ou brune.

La Meije représente un vaste anticlinal (amygdaloïde) granitique (v. schéma fig. 20), sans continuation vers le N. (où ce bombement est représenté par un simple anticlinal de Lias), incliné vers l'O. et limité au N.-O. par un synclinal jurassique, lui-même couché vers l'O., que nous voyons à la base des glaciers et qui va passer au col de

¹ Aussi appelée Meige, Meidge ou Meidje.

la Lauze en suivant la base des escarpements granitiques du Râteau et de La Meije ; il s'enfonce sous le granite presque horizontalement et se trouve ainsi surplombé par l'anticlinal granitique ; c'est ce déversement, d'ailleurs local, qui a produit, sur le flanc de ce synclinal, des étirements assez importants pour amener la curieuse *superposition du Granite au Lias* constatée depuis longtemps par Élie de Beaumont et inexplicée avant la connaissance des plis (fig. 20). De direction

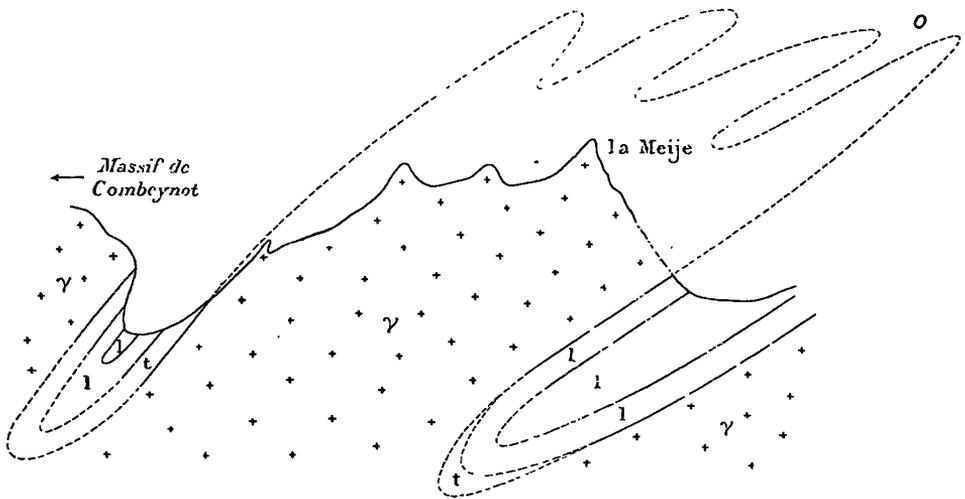


Fig. 20. — Schéma de la structure du Massif de la Meije.
 γ Granite ; — l Lias et Bajocien ; — t Trias.

S.-O. au glacier de La Meije, le synclinal, se redresse peu à peu vers l'E. et subit au niveau de la Romanche, en face le hameau des Cours, un rebroussement brusque vers le N.-O. qui change sa direction de 90°.

Le granite de La Meije est du type Pelvoux, à cryptoperthite rose, mais fréquemment laminé et dynamométamorphisé, avec des plans de friction (« Quetschzonen »), et aussi de nombreuses enclaves gneissiques ; il renferme souvent des mouches de molybdénite¹.

Le glacier que nous traversons (Pl. II, fig. 2 et 3) n'est pas un

¹ V. Termier, Livret-Guide, *loc. cit.*

de ces glaciers à forme classique, avec un long prolongement terminal encaissé dans une vallée et comparable à un fleuve de glace, comme ceux dont nous verrions de bons types dans le massif du Mont-Blanc ; nous avons ici un glacier très incliné, important il est vrai, mais qui n'atteint la vallée que pour y disparaître au milieu d'amoncellements morainiques ; il était autrefois plus considérable, ainsi qu'en témoignent deux arêtes rocheuses, les « Enfetchores », qui étaient autrefois de simples îlots au milieu de la glace et qui se découvrent de plus en plus depuis 1860 et, comme le montrent nettement deux anciens digues morainiques occupées déjà par la végétation et qui enserrant le torrent descendant vers La Grave. Après avoir examiné la surface du glacier, ses crevasses et de jolis exemples de « tables » de glaciers, nous reprenons le chemin de La Grave. La des-

cente s'effectue sur la rive gauche du ravin, au milieu de maigres pâturages où fleurit en abondance l'Edelweiss (*Leontopodium alpinum*), dont chacun de nous se pare à son aise, souvenir charmant d'un des coins les plus délicieux des Alpes.

Nous reprenons, après déjeuner, en nous dirigeant vers le Lautaret, la coupe abandonnée hier soir en arrivant à La Grave ; il a été dit plus haut que la région de La Grave est constituée par un faisceau de plis (post-jurassiques) du massif du Pelvoux ; ces plis, fortement déversés vers l'O., viennent des glaciers du Mont-de-Lans par le col de Ruillans et la combe du Râteau, et ils se poursuivent, après un changement brusque de direction (rèbroussement), au N. de la Romanche jusqu'en Maurienne, sous la forme d'anticlinaux liasiques et de synclinaux bajociens dont la nature uniformément schisteuse et la teinte sombre et monotone avaient, jusqu'à pré-

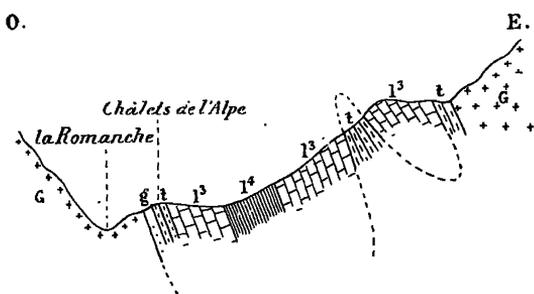


Fig. 21. — Coupe du faisceau synclinal de l'Alpe du Villard-d'Arène (d'après M. Termier).

G Granite ; — g Grès du Trias ; — t Dolomies ; — l³ Lias du calcaire ; — l⁴ Lias schisteux.

sent, empêché de reconnaître la présence. Dans cette même zone tectonique surgissent d'une façon analogue, plus au Nord, les massifs centraux du Rocheray et du Mont-Blanc¹.

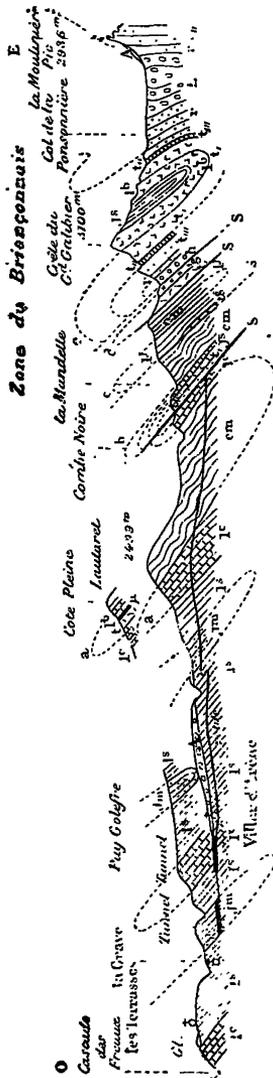


Fig. 22. - Coupe des Fréaux à la Moulinière (suite de la coupe fig. 19), montrant le bord O. de la zone du Briançonnais (d'après M. Kilian).

μ Mélaophyres; — h Houiller; — r Permien (Verrucano); — t_{III} Quartzites (Trias infér.); — t_{II} Car-gneules; — g Gypses; — t Calc. triasiques; — l^b Lias bréchiforme; — l^c Lias calc.; — l^s Lias schis-teux; — J^m Dogger; — J^s Jur. sup.; — J Schistes marbreux (Lias Matm.); — em Flysch; — A Éboulis; — Gt Glaciaire; — a, b, c, d, e Anticlinaux de la zone du Briançonnais; — S Plis-faîlles (surfaces de chevauchement).

Ce sont précisément ces bandes bajociennes et liasiques que coupe, en laissant sur la rive gauche de la vallée l'amygdaloïde de La Meije, la route du Lautaret (fig. 21).

Au sortir de La Grave, c'est d'abord le Toarcien, puis le Bajocien (1^{er} tunnel), du synclinal de La Meije, à facies spécial, noir et schisteux, mais à fossiles caractéristiques (*Belemnopsis semicanaliculatus*, *Am. (Coeloceras) Humphriesianus*, etc.); de nouveau le Toarcien précède le Lias calcaire (2^e tunnel) représentant la bande anticlinale qui correspond à l'amygdaloïde cristallin; puis on coupe en biais, à partir du Villars-d'Arène, un synclinal important dont on atteint, au kilomètre 17, le noyau

¹ Nous empruntons la description suivante à ce qui a été dit par M. Kilian dans la notice du Congrès (Excur. XIII^e, 5^e journée).

bajocien¹ (Calc. bleuâtres à *Belemnopsis* sp.); ce dernier se poursuit au S. (fig. 21), dans la vallée de l'Alpe d'Arsine où il sépare le massif cristallin de La Meije du petit amygdaloïde, également granitique, de Combeynot, au contact duquel existe une mince bande triasique (S. du Lautaret). Le Bajocien du kil. 17 est surmonté par du Lias à nombreuses *Belemnites* qui forme au-dessus de la route un anticlinal (*a*) également déversé vers le S.-O., dans lequel se montre une première intercalation de la *brèche* qui dominera dans le Lias briançonnais et au milieu duquel on distingue, près du col de la Côte-Pleine, un nouveau noyau anticlinal constitué par des dolomies triasiques accompagnées d'une bande de mélaphyre (spilite). Ce pli (*a*) est la suite probable, vers le N.-E., de l'amygdaloïde couché vers l'O. de Combeynot; l'escarpement est couronné au N. de la route, et en discordance, par les assises détritiques du *Flysch* (Eocène-Oligocène).

En approchant du Lautaret, la route pénètre dans le Lias calcaire et c'est sur une *moraine* qui recouvre les calcaires liasiques (*Belemnites* sp.), qu'est établi l'hospice, à 2057^m d'altitude; les échantillons de micro-granite qu'on a ramassés dans cette moraine ancienne prouvent qu'elle a été formée par des glaciers provenant de la montagne de Combeynot où cette roche a été reconnue *in situ* par M. Termier; à peu de distance, des affleurements de tufs calcaires renferment, avec *Helix alpina* Faure B., des débris végétaux constituant toute une flore qui est en ce moment à l'étude; ces tufs, d'âge pléistocène, se sont formés par des eaux qui ont déposé sur les végétaux vivants le carbonate de chaux provenant du Lias calcaire qu'elles avaient traversé; il est intéressant de rencontrer, au Lautaret où il n'y a plus que des *Rhododendrons* et des *Salix*, des cônes aiguilles et tiges de Pins (*Pinus uncinata* D. C.) à l'état de moules externes. Il importe cependant de remarquer qu'en d'autres points de la région le *Pinus uncinata* se rencontre actuellement à des altitudes aussi élevées.

La vue dont on jouit du col du Lautaret est belle et instructive :

¹ Découvert par M. Haug; ces mêmes couches contiennent un peu plus au S., à l'Alpe d'Arsine, des fossiles également signalés par M. Haug et qui ne laissent aucun doute sur leur âge (*Coeloceras Humphriesianum* Sow. (non d'Orb.), *Cæl. Baylei* Opp. sp., etc.). M. Termier y a recueilli des échantillons dans lesquels M. Kilian a reconnu *Lyt. tripartitum* Rasp. sp., *Park. neuffensis* Opp. sp., *Cæloc. cf. Freycineti* Bayle sp.

à l'O. (v. Pl. III, fig. 4), le glacier de l'Homme, appartenant au flanc N.-E. du massif de la Meije, se fait remarquer au milieu de la série de glaciers qui, au S.-O. et au S., descendent des hauts sommets cristallins du massif central du Pelvoux et de ses dépendances; au delà de la vallée de la Guisane, vers le N.-E., l'E. et le S.-E., on voit, contrastant avec les précédentes, une suite de crêtes calcaires, ruiniformes, sortes de moignons blanchâtres dominant une partie schisteuse à moitié masquée par de vastes éboulis; c'est la chaîne du Galibier qui appartient à la portion occidentale de la *zone du Briançonnais* et représente la partie frontale d'une série de plis empilés, étirés et déversés vers l'O. (*b. c. d. e* de la fig. 22). Des taches rutilantes rendent visibles, au loin, les synclinaux répétés de Malm qui accidentent l'arête calcaire. Enfin, au second plan, on distingue par une échancrure une croupe noire de grès anthracifères (montagne du Chardonnet) qui appartient à la région axiale (en éventail) de la zone du Briançonnais.

Coucher au Lautaret.

SEPTIÈME JOURNÉE

(MERCREDI 7 AOUT 1901)

Du Lautaret à Saint-Michel-de-Maurienne (Savoie); Bord occidental de la zone du Briançonnais, structure imbriquée, brèche du Télégraphe, etc.

La route que nous suivrons depuis le Lautaret et qui passe par le col du Galibier (2658^m) nous permettra d'étudier la partie occidentale de la *zone du Briançonnais*, son contact avec la zone dauphinoise, de nous familiariser avec la nature et le facies de ses sédiments¹, enfin, de suivre ses modifications vers le N., jusque sur les bords de la rivière d'Arc, en Savoie.

¹ Un contraste frappant, quoique atténué dans une certaine mesure par des transitions incontestables, se fait remarquer entre la série sédimentaire de la zone cristalline dauphinoise et celle de la zone du Briançonnais.

En effet, dans la zone du Briançonnais, — c'est-à-dire dans une bande qui comprend les environs de Moutiers (Savoie), la chaîne des Trois-Évêchés, le col du Galibier, l'Aiguillette, qui traverse la Durance au Monétier-les-Bains, gagne le S. par la Grande-Cucumelle, les Tenailles de Monthbrison, le défilé de Queyrières et com-

En suivant la route qui mène au col du Galibier, et en nous retournant vers l'Hospice du Lautaret, nous remarquons nettement, au S. de

prend une bonne partie des massifs de Pierre-Eyraud, de Furfande et de la Haute Ubaye, — le développement des diverses assises est tout autre : le Trias débute par des quartzites habituellement blancs reliés intimement au Verrucano sousjacent, auxquels succèdent des calcaires dolomitiques massifs dits « calcaires à Gyroporelles » se terminant parfois par des dolomies bien litées et accompagnées souvent de gypses et de cargneules.

Le Rhétien est différencié et fossilifère (calcaires noirs à *Avicula contorta*). Le Jurassique comprend : *a*) un Lias calcaréos-schisteux (Encombres, N. de Valloire) dans lequel se montrent, dans la partie O., des intercalations de brèches (Albane, le Télégraphe, Vigneaux, N.-E. du Villard-d'Arène), des lentilles de calcaires plus massifs, à structure zoogène et oolithique (au microscope) (N. du Lauzet et de la Madeleine) et de gros bancs coralligènes et à débris (Le Niélard, la Losette, Aiguilles de la Saussaz, E. du Lautaret, Vallouise), alors que dans la région E., le facies brèche envahit tout le Jurassique inférieur ; *b*) un Dogger à Entroques (Grand-Galibier) très localisé et ; *c*) un Jurassique supérieur transgressif. Une brèche à ciment rouge forme la base de cette dernière assise et renferme des fragments de calcaire du Trias et du Lias. Puis viennent des calcaires roses amygdalaires et cristallins à *Aptichus punctatus* Voltz, *Duvalia lata* Bl. sp., et Ammonites du Malin (Grand-Galibier). Notons que les calcaires fossilifères se présentent ici sous le même facies que les « Calcaires de Guillestre », à la partie supérieure desquels ont été également trouvés des fossiles tithoniques. Ils se continuent, du reste, en Dauphiné, dans le Queyras et jusque dans la Haute-Ubaye par les lambeaux du lac du Lauzet, du Grand-Aréa, de la Condamine, des montagnes de Montbrison, du Clot-de-la-Cime, de l'Aiguille de Rattier, de la Mortice, de Panestrel, etc.

Cette dernière assise est parfois accompagnée d'une grande épaisseur de *schistes calcaires, marbreux* (La Mandette, Grande-Cucumelle, Gorges de Queyrières, Col Néal, Patégou, etc.) plus ou moins phylliteux, souvent siliceux, qui arrivent souvent à la remplacer et la surmontent très fréquemment. Cette formation très caractéristique semble comprendre des assises plus élevées encore et supporte directement le Flysch.

La brèche dont nous venons de parler à propos de l'assise *c*) est la même que celle dont nous avons signalé la présence au col des Rochilles et à la Roche du Queyrellin. La teinte rouge de son ciment, la présence de *Duvalia* et la nature des fragments qu'elle englobe (calcaires noirs du Lias, calcaires à Entroques, calcaires blancs esquilleux et subcristallins du Jurassique supérieur, nombreux rognons de limonite) ne permettent pas de la confondre avec la brèche liasique dite du Télégraphe, à laquelle elle est souvent superposée. Elle repose parfois directement sur les calcaires triasiques (la Condamine, etc.). Son existence a une importance théorique considérable, car elle est l'indice d'une *transgression du Jurassique supérieur* sur son substratum.

Les dépôts tertiaires (Flysch) sont très puissants (Aiguilles d'Arves, Trois-Évê-

ce dernier, dans les flancs du massif de Combeynot, un *cirque* à fond plat. sorte de niche, ressemblant au siège d'un fauteuil ; l'eau seule,

chés) et présentent des conglomérats et des brèches polygéniques associés à une succession de bancs gréseux et argilo-gréseux. Ils montrent localement à leur base, à Montricher en Maurienne, un calcaire cristallin blanc à *Nummulites Kabylana* Fich. et *Guettardi* d'Arch., *N. complanata* Lam. et *N. Tchihatcheffi* d'Arch., *N. aturica* Joly et L. et *Lucasana* Defr., *Assilina granulosa* d'Arch., *Orthophragmina* et *Conoclypus*, formes lutéliennes qui autorisent à penser qu'ils sont en partie éocènes.

La zone sédimentaire ainsi définie se poursuit au N. avec les mêmes caractères jusqu'au delà de Moutiers en Tarentaise, vers Pierre-Menta et les Chapioux (Savoie). Le Lias à facies mixte des Encombres, celui de Dorgentil et du Niéard lui appartiennent, ainsi que le Rhétien du Pas du-Roc rendu classique par les travaux de Stoppani.

Au point de vue tectonique, la zone du Briançonnais présente, dans la partie N., la structure suivante :

| | | |
|-----------------------|----------------------------------|--|
| Zone du Briançonnais. | Sous-zone des Aiguilles d'Arves. | 1) Une zone anticlinale étirée et refoulée vers l'O. sur les schistes jurassiques de la zone dauphinoise (Aigueblanche, ravin du Sécheron (Savoie), pied O. des Aiguilles d'Arves, pied O. des Aiguilles de la Saussaz, Pramelier, col de Côte Pleine); cette zone s'atténue et disparaît au Lautaret. |
| | Sous-zone axiale. | 2) Une bande synclinale de <i>Flysch</i> (« zone du Flysch » de M. Termier), également déversée vers l'O. (Cheval-Noir, Aiguilles d'Arves, Trois-Évêchés, Monétier-les-Bains, O. du col de l'Eychaуда). A partir du Lautaret et jusqu'au S.-O. de Vallouise, cette bande, parfois très étroite, s'appuie directement sur le flanc E. du massif du Pelvoux; elle peut se suivre, vers le S., jusqu'au delà de Saint-Clément, puis se confond avec le Flisch de l'Embrunais et de l'Ubaye. |
| | Sous-zone de Briançon. | 3) Une zone formée de sédiments houillers. triasiques et jurassiques, avec un peu de Flysch, en plis serrés, accidentés de nombreux chevauchements (structure imbriquée) et d'étirements énergiques. J'en ai décrit une partie en 1894-1895 (C. R. des Collab. Serv. Carte géol. pour 1894), au Grand-Galibier; elle se continue par l'Aiguillette et Rochecourbe jusqu'au Monétier, passe sur la rive droite de la Guisane et se dirige vers le col de l'Eychaуда, où l'a étudiée M. Termier. |

4) Plus à l'E. encore règne l'éventail composé de la zone houillère, accidenté de quelques synclinaux mésozoïques (Grand-Aréa, etc.).

5) Enfin, sur le côté oriental de l'éventail houiller s'étend, du Thabor à Briançon, une bande de terrains triasiques avec synclinaux de Malm et de Flysch; tous les plis sont déversés vers l'Est et chevauchent à l'Est sur les Schistes lustrés, comme la zone 1 chevauche à l'Ouest la zone dauphinoise.

soit par ruissellement, soit par écoulement, serait incapable de produire une forme topographique semblable ; c'est bien là un exemple de « topographie glaciaire » marquant l'emplacement occupé jadis par un glacier. Les travaux récents du professeur Richter, de MM. de Martonne et P. Lory, ont fait connaître l'importance qu'ont ces « cirques » pour faire reconnaître l'existence des glaciers disparus.

En nous élevant au-dessus des calcaires liasiques (type dauphinois) (*Belemnites*) du Lautaret, nous rencontrons une formation nouvelle, le *Flysch*, constituée par une alternance de schistes argileux et de grès « pourris » avec quelques bancs calcaréo-marneux, qui constituent au N. les pentes gazonnées du Signal du Villard-d'Arène et les surfaces peu accidentées qui s'étalent devant nous en admirables prairies ; ce *Flysch* n'est qu'un faciès qui, dans les Carpathes, affecte le Crétacé, mais qui, dans les Alpes, ne se montre qu'avec le Tertiaire (Éocène et partie de l'Oligocène) ; le *Flysch* est ici tantôt argilo-calcaire et rappelle alors celui de Ligurie (« *Albarese* »), tantôt il devient caillouteux comme aux Aiguilles d'Arves (Conglomérat à cailloux de toute provenance) ; plus au N., vers la Tarentaise, il est représenté par une brèche polygénique qui s'étend jusqu'au S.-E. du Mont Blanc et qui passe probablement en Italie dans les environs du col de la Seigne.

On a dit que le *Flysch* du Galibier n'était pas en place, mais qu'il avait été amené là par de vastes charriages venant de l'E. ; or, dans les points où cette formation s'appuie, comme sur le flanc N.-E. du massif de Combeynot, contre les Schistes cristallins, on observe à sa base une brèche à éléments empruntés à ces schistes ; en outre, la présence dans cette région du Lias zoogène inconnu plus à l'E., permet de penser que l'hypothèse d'un charriage venant d'Italie ne s'accorde pas suffisamment avec les faits et que la « frontière géologique » que certains auteurs ont voulu tracer entre la zone dauphinoise et la zone du Briançonnais n'est pas aussi rigoureuse qu'ils l'ont cru, du moins au point de vue stratigraphique.

Les lacets que décrit la route en montant au col du Galibier ser-

Cette dernière bande confine vers l'Italie à la zone du Piémont, avec ses Schistes lustrés et ses « Pietre-verdi » dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

(W. Kilian, *Note relative aux chaînes alpines*. Bull. Labor. de Géol. Fac. des Sc. de Grenoble, t. V, 3^e fasc.).

pentent sur les assises, inclinées vers l'E.-N.-E., du Flysch grésoschisteux dans lequel, par suite d'une série de plis failles (*b, c, d, e*, des fig. 19 et 22), apparaissent des bandes anticlinales de sédiments plus anciens ; on a ici un type fort remarquable de « *structure imbriquée* » (Schuppenstruktur) ; cette structure, dans laquelle les anticlinaux, réduits à leur flanc normal, les flancs inverses ayant disparu par étirement, sont séparés par des synclinaux, donne l'impression (Fig. 23) d'une série unique de couches parallèles, alors qu'un examen attentif y révèle la répétition réitérée des mêmes couches.

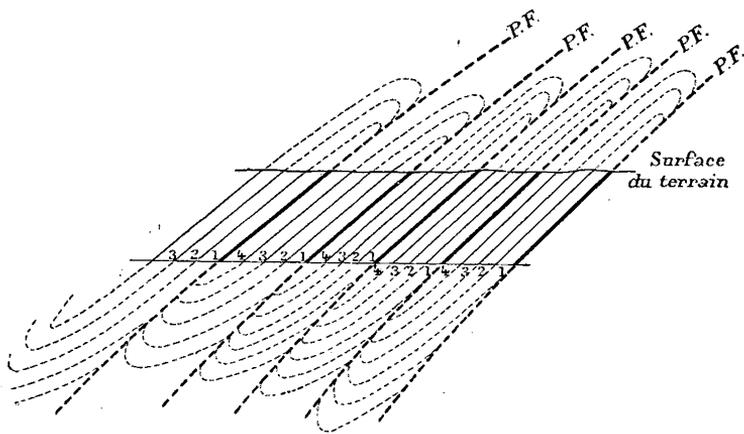


Fig. 23. — Schéma de la structure imbriquée.

C'est une de ces bandes (*b*) qui nous offre, en descendant vers les tunnels de la route de Briançon, un beau type de calcaires zoogènes indiquant un *faciès récifal du Lias* qui est peut-être unique en France et renfermant des débris d'Échinodermes, de Polypiers, etc. (au microscope, la structure est oolithique par places) ; des quartzites, formant le noyau de l'anticlinal, et flanqués du côté E. de calcaires triasiques et d'un peu de Jurassique supérieur, complètent cette bande plus haut à l'O. de La Mandette ; les grès houillers exploités à l'O. du Blockhaus font aussi partie de ce même pli-faille que l'on suit ainsi nettement jusqu'à cette altitude.

En montant encore et plus à l'E., la présence d'un deuxième anticlinal étiré (*c*) est attestée par de petits pointements de quartzites accompagnés de grès houillers ; l'étirement est rendu lui-même évident

par le contact anormal de ces couches avec les précédentes ; enfin, les assises schisteuses liasiques et les *marbres en plaquettes du Jurassique supérieur* qui apparaissent au-dessus de la route terminent la série de cette nouvelle bande. C'est en faisant un petit détour vers le N. du Blockhaus que nous pouvons étudier, au milieu des neiges récentes, un autre pointement anticlinal, formé de Jurassique supérieur à état de marbres et de brèches roses. C'est encore ce même Jurassique supérieur qu'on nous montre de loin, toujours discernable grâce à sa couleur lie de vin, au sommet du Galibier, occupant, dans une bande anticlinale située à l'E. des précédentes, un synclinal important (Synclinal du Galibier).

Il y a une dizaine d'années, on considérait la zone du Briançonnais comme dépourvue de Jurassique supérieur ; ce terrain y est représenté, en réalité, ainsi que l'ont démontré les observations de M. Kilian, en une foule de points ; on y trouve *Bel. latus* avec des Ammonites (*Peris-*

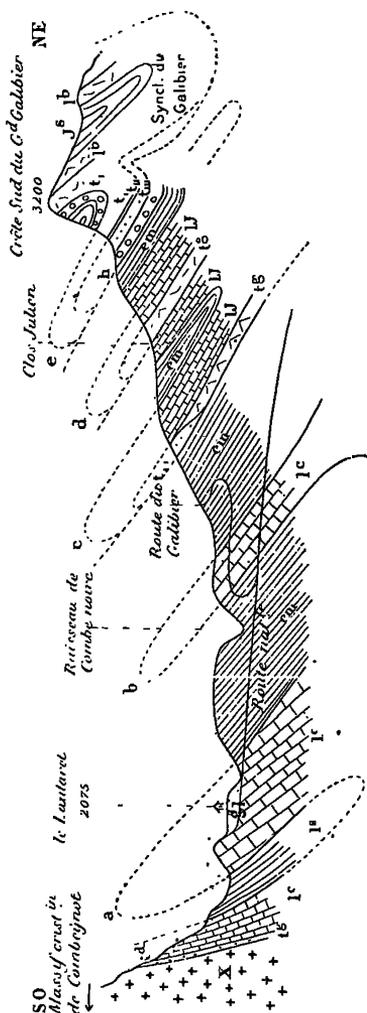


Fig. 24. — Coupe de la région du Lantaret et du Galibier.

X Schistes cristallins ; — h Houiller ; — 4_{III} Quartzites et Trias infér. ; — 18 Grès du Trias (à g. de la fig.) ; — 4_{II} Cargneules — 1_I Calc. triasiques ; — 15 Gypses ; — 14 Dolomie triasique ; — 1^e Lias, calc. ; — 1^e Brèche du Télégraphe ; — 1^e Lias schisteux ; — 1^e Schistes et marbres jurassiques ; — 1^e Malm rouge à Aptychus ; — em Flysch ; — 1^e Glaciaire ; — a, b, c, d, e Anticlinaux.

phinctes, Phylloceras) et des *Aptychus* en quantités considérables; ce Jurassique se trouve souvent à l'état de schistes luisants ou de plaquettes marbreuses dont on avait fait d'abord du Trias, mais que l'on a reconnu récemment comme des formations posttriasiques sans limite supérieure nette, dont l'âge varie depuis le Jurassique supérieur jusqu'à l'Éocène.

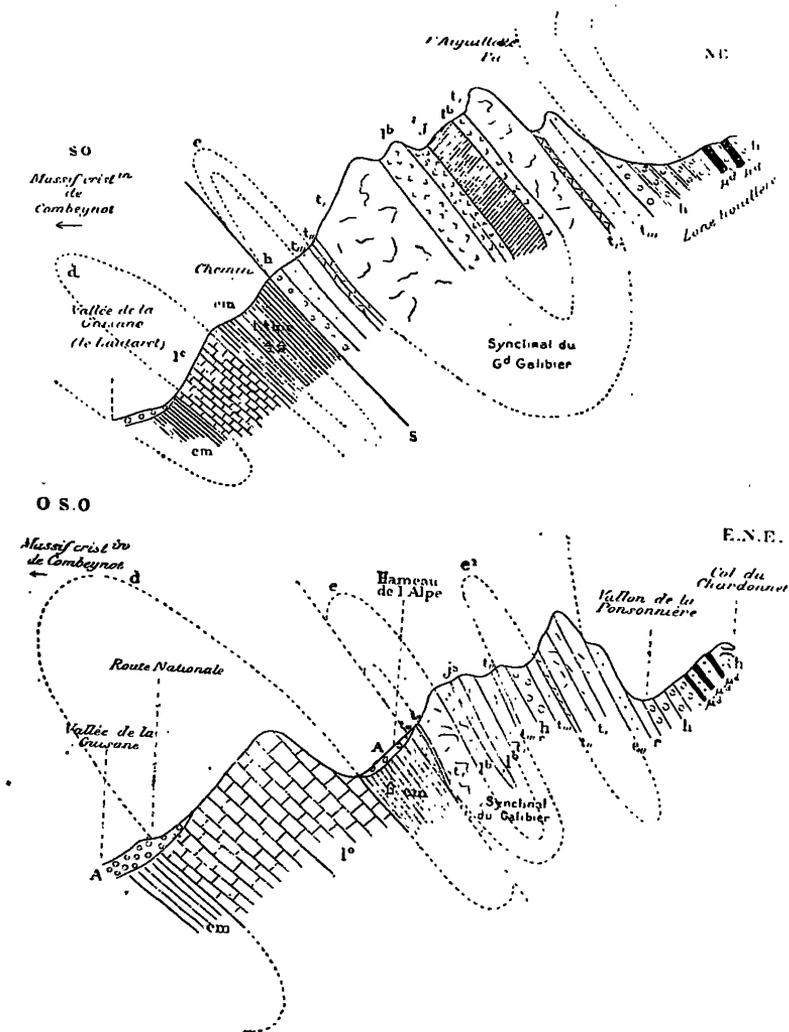


Fig. 25 et 26. — Coupes relevées dans la chaîne du Galibier près de l'Alpe du Lauzet (d'après M. Kilian).

Au col même, la masse de gypse et d'anhydrite que traverse le tunnel n'est autre chose qu'une bande anticlinale comprise entre deux bandes de Flysch ; le sulfate de chaux en partie « régénéré » a gagné les dalles calcaires du Tertiaire et rendu ainsi moins nettes les limites du Trias.

Du haut du col (2658^m), nous restons confondus devant un panorama grandiose qui nous montre les Alpes dauphinoises au S., les Alpes de Savoie avec le Mont-Blanc au N., la zone du Briançonnais à l'E.; au S.-E. se dresse au dernier plan le Mont-Viso (tout entier en Gabbros) qui appartient à la zone du Piémont.

Si l'on s'élève vers l'Est, au-dessus des gypses du tunnel, le versant O. du massif du Grand-Galibier présente : une première bande de Flysch, puis un ensemble anticlinal (*d*) (Anticlinal de Clot-Julien) de schistes liasiques et de plaquettes marbreuses (Malm = Jur. sup^r). Ces dépôts sont difficiles à séparer d'une seconde bande synclinale de Flysch qui les accompagne. On atteint ensuite une arête de quartzites verticaux accompagnés d'une roche verte siliceuse, très probablement permienne, puis des grès houillers qui marquent une nouvelle ligne anticlinale (*e* des fig. 21 et 24), plus orientale encore. Viennent ensuite des cargneules qui forment la base d'un vaste escarpement de calcaires dolomitiques ; ces derniers sont surmontés à leur tour par une assise de schistes phylliteux rouges et verts. Au sommet, affleurent les gros bancs de la brèche liasique ; on y remarque des schistes lie de vin qui paraissent intercalés dans cette brèche. C'est à partir de là que l'on voit pointer, au milieu de névés du versant oriental, quelques roches qui appartiennent au Jurassique supérieur (v. plus haut). Elles constituent l'axe d'un synclinal important (Synclinal du Galibier, fig. 27¹).

Tous ces plis prennent, à partir du versant savoisien, la disposition indiquée sur la fig. 27 ; l'anticlinal de quartzites dévie vers l'E. avec le Flysch qui le limite à l'O., et c'est la bande liasique située à l'O. de l'anticlinal *d* (7 de la fig. 27) qui va former en s'élargissant la montagne de Roche Olvera sur le flanc de laquelle se dessinent les lacets de la route.

¹ Le sommet du Grand-Galibier n'étant pas compris dans la course, la description qui en est donnée ici résulte des observations directes de M. Kilian.

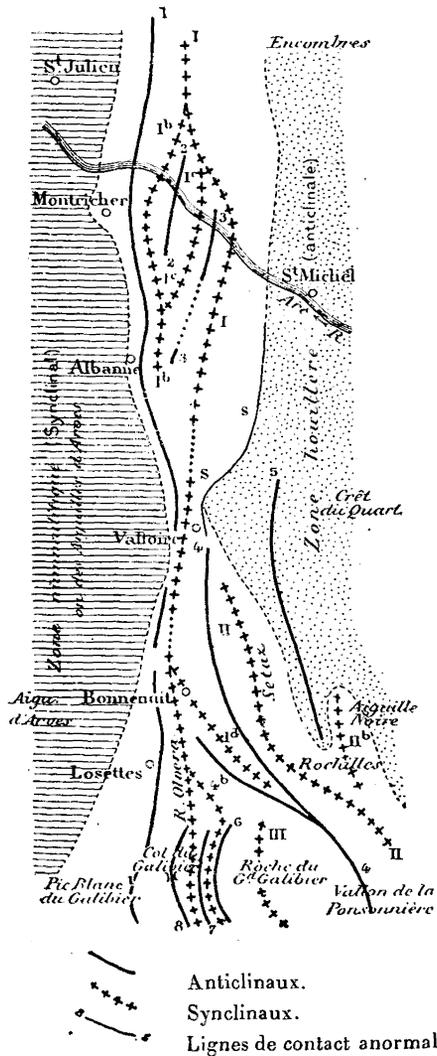


Fig. 27. — Schéma des plis de la région de Valloire et du Galibier (d'après MM. Kilian et Révil).

- I Anticinal de la Grande-Moëndaz, Pic Blanc du Galibier. — 2 Anticinal des Magnins. — 3 Ant. de Calypso. — 4 Ant. de Bonnenuit-Ponnassière-Char-donnet. — 5 Ant. de la Plagnette. — 6 Ant. du Grand-Galibier-W.-Alpe du Lauzet. — 7 Ant. de Clot-Julien. — 8 Ant. du Tunnel. — I Synclinal de la Cime-Noire-Roche-Olvera-Col du Galibier (Syncl. des Encombres). — I^b Syncl. de Sainte-Anne. — I^c Syncl. des Magnins. — I^d Syncl. de Thymelet. — II Syncl. de la Setaz-les Rochettes-Corne des Blanchets. — II^b Syncl. de l'Aiguille Noire. — III Syncl. du Grand-Galibier-Aiguillette-Monétier.

Laisant à droite le Grand-Galibier, la descente s'effectue sans observation nouvelle jusqu'aux Granges du Galibier où de belles moraines nous arrêtent un instant pour examiner les roches de provenances diverses qui les composent (quartzites, calcaires triasiques, brèche liasique, etc.).

Un ancien *cône de déjections*, que le gazon a envahi et sur lequel se trouvent bâtis les chalets du Plan-de-Lacha, se trouve à notre droite et en face de nous, pendant que nous traversons le Lias calcaire jusqu'au niveau de la Valloirette, où de fraîches prairies offrent un tapis naturel à un déjeuner rendu opportun après la course essentiellement apéritive que nous venons d'effectuer à ces hautes altitudes.

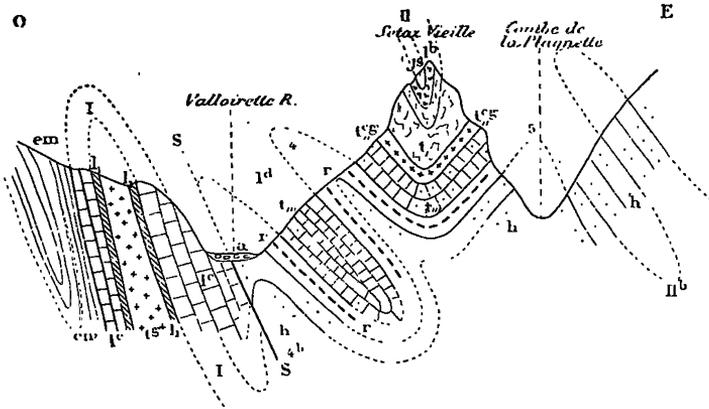


Fig. 28. — Coupe de la vallée de la Valloirette en amont de Bonnenuit (MM. Kilian et Révil).

h Houiller; — *r* Permien; — *t_{II}* Quartzites du Trias; — *t_{II}^{cs}* Gypses et Cargneules inférieurs; — *t_I* Calcaires triasiques; — *t^s* Gypses et Cargneules supérieurs; — *t_I* Rhétien; — *t^c* Lias calcaire; — *t^b* Lias bréchiforme; — *J^s* Jurass. sup.; — *em* Flysch; — *a* Alluvions; — *SS* Surface d'étirement; — *I, I^a, II, II^b* Synclinaux; — *4^b, 4, 5* Anticlinaux (v. fig. 27).

A droite, le vallon des Mottes, où se poursuit la construction d'un chemin qui, au Plan-de-Lacha, se détache de la route de Saint-Michel, est dominé au S.-O. par la Roche du Grand-Galibier (3242^m), au-dessous de laquelle s'étale un beau glacier avec des moraines très fraîches; à l'E. de la vallée s'élève le chaînon de la Setaz dont la coupe est intéressante (fig. 28): en partant du niveau de la

Valloirette, près de Bonnenuit, le soubassement y est constitué par du Houiller formant un anticlinal à flanc O. étiré et en partie disparu ; au-dessus le Permien en grès, conglomérats et argilolithes rouges et vertes et le Trias inférieur forment sur les parties basses de la montagne un isoclinal, couché vers l'O., que surmonte un anticlinal permien très étroit, à noyau houiller non découvert, dont le flanc supérieur plongeant d'abord vers l'E. se relève ensuite pour former la cuvette d'un dernier synclinal élevé dont la constitution est la suivante : 1° Quartzites du Trias inférieur ; 2° Cargneules et calcaires du Trias moyen ; 3° Calcaires noirs schistoïdes, cargneules avec schists bariolés du Trias supérieur ; 4° Brèches calcaires du Lias (Brèche du Télégraphe) ; 5° Jurassique supérieur occupant le centre du synclinal légèrement incliné dans son ensemble, vers l'O., à partir du Lias bréchiforme dont l'affleurement supérieur forme la crête déchiquetée de la montagne. Le versant oriental de la Setaz présente les mêmes assises jusqu'au Houiller dont la puissance est expliquée par la présence de plis répétés et déversés vers l'O. (Combe de la Plagnette). La disposition des cargneules du Trias supérieur indique nettement que toute la série de la Setaz forme un pli en V, les brèches du Lias, avec le Jurassique supérieur, représentant le noyau d'un synclinal (II des fig. 27 et 28) parallèle à la vallée de la Valloirette.

En nous dirigeant vers Bonnenuit, le synclinal liasique que nous avons vu dans la dernière partie de la descente du col du Galibier se continue à gauche de la vallée¹, tandis qu'à droite, la route longe les assises permienues intercalées, plus en aval, entre les grès houillers et les quartzites du Trias inférieur ; elles constituent l'anticlinal de Bonnenuit (4^b de la fig. 27) et consistent, en amont des chalets de la Charmette et en dessous des Granges Thymelet, en un conglomérat lie de vin (Verrucano) qui alterne avec des schistes rouges et verts à galets de quartz et fragments kaolineux.

A Bonnenuit, nous apercevons, à l'E., les trois pics des Aiguilles d'Arves constitués par des conglomérats éogènes fortement redressés vers l'O. ; la partie comprise entre la vallée et la chaîne régulière formée par ces dépôts tertiaires (schistes et grès du Flysch) comprend un

¹ Synclinal de Roche-Olvera.

peu en amont de Bonnenuit, une bande étroite de Lias qui servait probablement de substratum à ces assises sur lesquelles elle est renversée; en outre, des gypses, dont la continuation se trouve, au N., vers les Losettes, en contact direct avec le Flysch par suite d'une surface d'étirement, sont enserrés, en un anticlinal érodé, entre deux bandes de Rhétien; ces gypses se retrouvent plus au N., à Poingt-Ravier, et, au-dessus de Prattier notamment, ils sont là directement appliqués sur les dépôts tertiaires dont nous pouvons observer en aval les grès et schistes argileux (*em.* des fig. 29 et 30).

Ce faisceau de plis, qui n'est autre que le prolongement, vers le N., de celui du col du Galibier dont nous apercevons encore la silhouette dans le fond du paysage, se continue, en se simplifiant, au N. de l'Arc dans les massifs de Varbuche et des Encombres. La Valloirette s'est ainsi creusé sa vallée à la faveur d'une des surfaces d'étirement qui ont

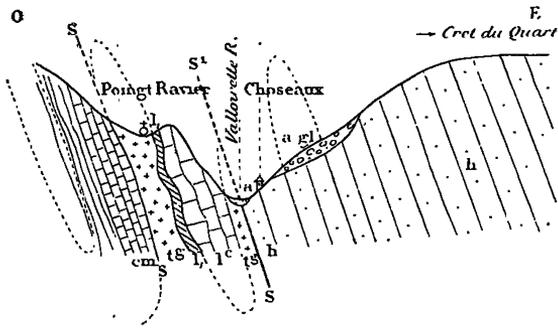


Fig. 29. — Coupe de la vallée de la Valloire par MM. Kilian et Révil. — (Même légende que fig. 30).

amené cette structure et elle se trouve entre l'anticlinal houiller Briançon — Modane — Bozel (zone houillère) et le synclinal nummulitique (Flysch) des Aiguilles d'Arves (zone des Aiguilles d'Arves).

La partie inférieure de la vallée, dans son ensemble, est creusée et encaissée, en aval de Valloire, dans des assises qui correspondent exactement à un grand synclinal du Lias (I de la fig. 30) dont l'axe est occupé par les schistes du Toarcien. Ce synclinal, près du confluent avec l'Arc, se trouve accidenté de plusieurs petits anticlinaux accessoires (1, 2, 3 de la fig. 30) à noyaux de gypses triasiques, atténués vers le S. mais continués, sur la rive gauche de l'Arc, dans les plis du massif des Encombres.

Les *contacts anormaux* qui s'observent ici correspondent aux étirements assez nombreux qui se sont produits, toujours parallèlement à la stratification, sur les deux flancs du pli principal; ainsi à Val-

loire même, les calcaires du Lias et les Gypses supérieurs sont, par suite de l'étiement du Trias, en contact direct, vers l'E. (fig. 29) avec les grès houillers.

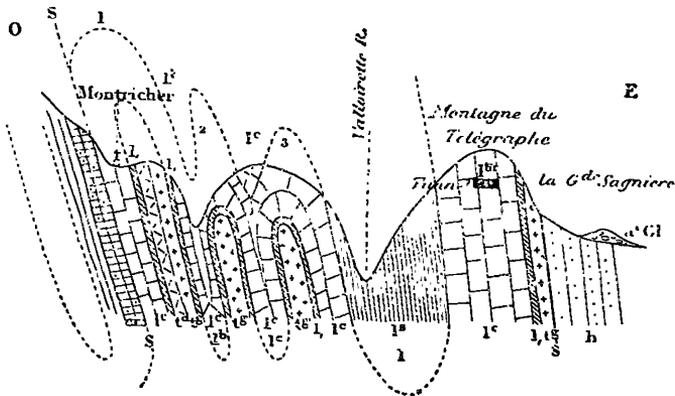


Fig. 30. — Coupe de la basse vallée de Valloire (MM. Kilian et Révil).

h Houiller ; — t^s Gypses du Trias ; — l^d Dolomie du Trias ; — l_1 Rhétien ; — l^b Brèche du Télégraphe ; — l^c Lias calcaire ; — l^s Lias schisteux ; — em Flysch ; — a^1 Gl Glaciaire ; — S S₁ Surfaces d'étiement ; — 1, 1^b, 1^c Synclinaux ; — 1, 2, 3 Anticlinaux.

La coupe relevée de l'O. à l'E., en suivant la route qui par le tunnel du Télégraphe conduit à Saint-Michel, montre les couches suivantes qui se succèdent sur le flanc E. de la vallée en série renversée :

1° Lias calcaréo-schisteux ;

2° Lias compact bréchoïde (Brèche du Télégraphe) avec bancs zoogènes intercalés. Cette brèche mérite une attention toute particulière en raison de son importance ; signalée pour la première fois en 1891 par M. Kilian, qui lui a donné le nom de *Brèche du Télégraphe*, elle a une extension remarquable dans les Alpes françaises ; elle y constitue un des plus précieux horizons stratigraphiques d'âge liasique, et, si parfois, comme nous l'avons constaté, on la voit en bancs réduits intercalés à divers niveaux de l'Infra-Lias et du Lias sur le bord Ouest de la zone des Aiguilles d'Arves [Signal du Villar-d'Arène, Aiguilles de La Saussaz, les Vigneaux (Hautes-Alpes)], elle atteint, par contre, son maximum de développement dans la partie

axiale de la zone du Briançonnais où, à elle seule, elle représente fréquemment l'ensemble des assises comprises entre le Trias et le Malm. A la montagne du Télégraphe, elle se trouve au milieu des bancs de calcaires noirs ou coralligènes du Lias. On peut rapprocher ce facies bréchoïde de la Brèche du Chablais également jurassique et d'aspect très analogue ; enfin, M. Steinmann a récemment signalé dans les Grisons une brèche liasique qui rappelle beaucoup celle-ci, et M. Franchi en a trouvé des bancs dans les « Schistes lustrés » du Piémont. La montagne du Télégraphe n'est pas intéressante à ce seul point de vue ; elle devrait même devenir doublement classique par la présence (au-dessus du tunnel de la route) de *belles surfaces polies* et striées par les anciens glaciers ; les éléments de la brèche y dessinent une véritable mosaïque dont le poli est, par places, remarquable ; c'est un exemple véritablement typique des actions produites par les moraines de fond¹. A l'E. du tunnel, et continuant la coupe que nous avons commencée plus haut, nous notons les assises suivantes toujours fortement redressées (fig. 25) :

3° Schistes noirs du niveau à *Avicula contorta* ;

4° Gypses avec schistes bariolés se poursuivant vers La Chapelle-des-Trois-Croix ;

5° Grès houillers.

Nous remarquerons ici, entre les assises 4) et 5), et probablement par suite d'étirement, la disparition des calcaires triasiques, des quartzites du Trias inférieur et du Permien.

A partir du tunnel, la nouvelle route déroule ses lacets nombreux sur les assises, souvent masquées par le glaciaire, du Houiller dont on exploite les couches d'anthracite près de Saint-Michel.

Une vue magnifique se développe alors devant nos yeux : vers le N.-E., la vallée de l'Arc, encaissée dans les àpres et noirs escarpements de la zone houillère, est dominée par les massifs neigeux de Pécelet et quelques sommets de la Haute-Maurienne ; en face (au N.), le col des Encombres (Houiller), et à gauche (vers l'O.), le sombre massif calcaire (Lias) du Grand-Perron-des-Encombres flanqué de Trias jaune et fortement plissé dont nous pourrons, des fenêtres du wagon qui nous emmènera vers Saint-Jean-de-Maurienne, suivre et admirer les multiples contournements.

¹ W. Kilian. *Loc. cit.*

| Succession des assises sédimentaires et leurs variations de l'Ouest à l'Est dans les environs des Cols du Lautaret et du Galibier et dans la Vallée de la Valloirette (Zone du Briançonnais), par M. W. KILIAN. | | | Zone du Piémont. |
|---|---|--|---|
| PLÉISTOCÈNE | Brèche des Pentès (Versant S.-O. du Grand-Galibier). Tufs du Lautaret à <i>Helix alpina</i> Faure Biguet, <i>Pinus uncinata</i> D. C. — Dépôts glaciaires (Tunnel du Télégraphe). | | Schistes lustrés supérieurs ?? |
| OLIGOCÈNE et ÉOCÈNE | Schistes et Grès du Flysch (La Mandette). Conglomérat des Aiguilles d'Arves. Calcaire cristallin à <i>Nummulites complanata</i> et <i>Asilines</i> de Montricher. | Calcaire schisteux et plaquettes siliceuses à <i>Helminthoides</i> (N.-E. de la Mandette). | |
| JURASSIQUE SUPÉRIEUR | Calcaire blanc, gris, rose et rouge du Grand Galibier à <i>Duvalia lata</i> , <i>Aptychus Beyrichi</i> , <i>Perisphinctes</i> sp., <i>Phylloceras</i> sp. et <i>Phyllocrinus</i> . — Schistes rouges et verts. Marbre phylliteux en plaquettes (N.-E. de la Mandette). | — Brèche à ciment rouge. | |
| DOGGER | Calcaire bleuâtre, vaseux à <i>Belemnopsis</i> (entre le Lautaret et Villard-d'Arène). | Calcaire noir à Entroques du Grand-Galibier (versant E.). | |
| | | | Schistes lustrés (Haute-Maurienne, Queyras, etc.), avec « Pietro verdi ». |

| | | | | |
|---------|-----------|---|--|---|
| LIAS | SUPÉRIEUR | Lias schisteux (O. du Lautaret). | Brèche | Schistes lustrés (Haute Maurienne, Queyras, etc.), avec « Pierre verdi ». |
| | MOYEN | Lias calcaire (Lautaret) (Col de Côte Pleine) <i>Belemnites</i> sp. et | du Télégraphe. | |
| | INFÉRIEUR | Brèche du Télégraphe à fragment de dolomie jaunâtre, etc. <i>Calcaire construit</i> à Crinoïdes, Échinides, Polypiers, etc. (route du Galibier), Lozettes; struct. oolithique au microscope. | (Tunnel du Télégraphe, Grand-Galibier, Aiguillette). | |
| RHÉTIEN | | Calcaire noir à <i>Avicula contorta</i> du Pas du-Roc (Maurienne). | | |
| TRIAS | | Schistes rouges et verts (Maurienne). | Calcaires | |
| | | Dolomies bien litées à grain fin (Pas-du Roc). | dits | |
| | | Gypses et Anhydrites (Point-Ravier, col du Galibier, etc.). | dolomitiques massifs et puissants. | |
| | | (Grand-Galibier, Aiguillette, etc.) | | |
| | | Cargneules et schistes verts et rouges (épaisseur variable). Setaz, Galibier. | | |
| | | Quartzites blancs, Grès quartzeux à cailloux de quartz rose. | Arête du Galibier, O. de la Mandette, etc. | |
| PERMIEN | | Conglomérats bigarrés (Verrucano) à galets de porphyre pétersiliceux, grès et schistes verts et rouges (Pied du pic de la Ponsonnière, route de Bonnenuit). | | Quartzites micacés « faux gneiss ». |

| | | |
|---------|--|------------------------------------|
| HUILLER | Grès et Schistes houillers à Anthracite et empreintes végétales (Westphalien supérieur et Stéphaniens). Filons-couches de <i>Microdiorite</i> et de <i>Diorite</i> micacée (Chardonnet). — Pied du Roc du Grand-Galibier (Choseaux, Saint-Michel). | Micaschistes et gneiss graphiteux. |
|---------|--|------------------------------------|

**Liste bibliographique des principales publications relatives
à la région parcourue.**

1. O. DÉCOMBAZ. — Les Grottes de la vallée de la Bourne et du Vercors. — (*Mém. Soc. de Spéleol.*, n° 13, mai 1898).
2. O. DÉCOMBAZ. — Explorations souterraines dans le Royans et le Vercors. — (*id.*, décembre 1899).
3. K. DIENER. — Der Gebirgsbau der Westalpen. — Wien. Tempsky, 1 vol., 1891.
4. E. FALLOT. — Étude géologique sur les étages moyens et supérieurs du Terrain crétaé dans le S.-E. de la France. — Paris, Masson, 1885 (*Ann. Sc. géologiques*).
5. A. GEVREY. — Note préliminaire sur le gisement tithonique d'Aizy-sur-Noyarey (Isère). — (*Bull. Soc. Statist. de l'Isère*, 1892).
6. Em. HAUG. — Les Régions naturelles des Alpes. — (*Annales de Géographie*, 15 janvier 1894).
7. Em. HAUG. — Contributions à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes. — (*id.*, 15 janvier 1896).
8. W. KILIAN. — Notes sur l'histoire et la structure des chaînes alpines, de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. — (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, t. XIX, 1891).
9. W. KILIAN. — Note stratigraphique sur les environs de Sisteron; contributions à la connaissance des terrains secondaires du S.-E. de la France. — (*id.*, 3^e série, t. XXIII, 1895 (passim)).

10. W. KILIAN. — Les Tufs du Lautaret. — (*C. R. Acad. des Sc.*, 1^{er} octobre 1894).
11. W. KILIAN. — Sur l'existence du Jurassique supérieur dans le massif du Grand-Galibier. — (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. XX, 1894).
12. W. KILIAN, P. LORY et V. PAQUIER. — Comptes rendus des Collaborateurs du service de la Carte géologique de France, de 1894 à 1899, et Travaux du Laboratoire de la Faculté des Sciences de Grenoble, t. I à V. —
13. W. KILIAN et J. RÉVIL. — Une excursion géologique en Tarentaise. — (*Bull. Soc. d'Hist. nat. de Savoie*, 1893).
14. W. KILIAN et J. RÉVIL. — Description géologique de la vallée de Valloire (Savoie). — (*id.*, 1899), 2 pl.
15. W. KILIAN et P. TERMIER. — Sur un gisement d'Ammonites dans le Lias calcaire de l'Oisans. — (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. XXI, 1893).
16. W. KILIAN et P. TERMIER, — Les Microdiorites du Briançonnais. — (*id.*, 3^e série, t. I, 1898).
17. W. KILIAN et P. LORY. — Notices géologiques sur divers points des Alpes françaises (Complément au *Livret-Guide* des excursions du 8^e Congrès Géologique International 1900). — (Grenoble in Trav. Lab. Géol., Grenoble, t. VI, 1900).
18. W. KILIAN. — Grenoble et les Alpes du Dauphiné et de la Savoie. — (Extrait du *Livret-Guide* du 8^e Congrès Géologique International, 1900).
19. Ch. LORY. — Description géologique du Dauphiné. — Paris-Grenoble, 1860-1864.
20. Ch. LORY. — Réunion extraordinaire, à Grenoble, de la Société Géologique de France (1881). — (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. IX, 1881).
21. Ch. LORY. — Aperçu sommaire sur la structure des Alpes occidentales. — Grenoble, 1884.
Et les autres travaux du même auteur ainsi que ceux de P. LORY.
P. LORY. — (Voir n^o 17).
22. E. MERMIER. — Aperçu géologique sur les environs de La Baume-d'Hostun (Drôme). — Lyon, Pitrat aîné, 1890.
23. E. MERMIER. — Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'*Acerotherium* dans la Mollasse burdigalienne du Royans. — (*Ann. Soc. linéenne de Lyon*, XLII, 1895).

24. E. MERMIER. — Sur les terrains aquitaniens de la partie moyenne du bassin du Rhône. — (*id.*, XLIV, 1897).
25. V. PAQUIER. — Le Jurassique supérieur des environs de Grenoble. — (*Ann. Enseig. sup. de Grenoble*, 1892).
26. V. PAQUIER. — Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. — (Thèse pour le Doctorat). Grenoble, Allier, 1900, et *Trav. Lab. de Géol. Grenoble*, t. VI (1900).
27. P. TERMIER. — Le massif des Grandes-Rousses. — (*Bull. serv. Carte géol. de Fr.*, n° 40, 1894).
28. P. TERMIER. — La tectonique du massif du Pelvoux. — (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, t. XXIV, p. 734, 1896).

Cartes géologiques.

Feuilles Grenoble, Vizille, Briançon et Saint-Jean-de-Maurienne de la Carte géologique détaillée de la France au 80 millième (Ministère des Travaux publics), par Ch. LORY, M. BERTRAND, W. KILIAN, P. TERMIER, P. LORY, A. OFFRET, M. LUGEON, J. RÉVIL.

Carte géologique du Dauphiné au 250 millième, par Ch. LORY.