
EXPLORATIONS GÉOLOGIQUES
DANS LES ALPES FRANÇAISES
(CAMPAGNE 1908¹)

REVISION DES FEUILLES DE GRENOBLE
VIZILLE AU 80.000^e
ET FEUILLES DE LYON, VALLORCINE, AVIGNON
ET MARSEILLE AU 320.000^e

Par M. W. KILIAN,
Professeur à la Faculté des Sciences.

Des occupations multiples et inattendues m'empêchant de donner *in extenso* les résultats détaillés des diverses explorations exécutées pendant l'année 1908, je me bornerai à publier ici un résumé très bref des faits nouveaux observés par moi au cours de cette période; ils constitueront des prises de date d'observations dont le détail sera réuni au *Compte rendu de la campagne 1909*.

¹ Extrait du *Bulletin de la Carte géologique de France*, n° 122, t. XIX (1908-1909), juillet 1909. *Comptes rendus des Collaborateurs pour la Campagne de 1908*.

Feuille de Grenoble (revision) au 80.000°.

Je signalerai en particulier :

1° La démonstration de la nature fluvio-glaciaire du cône de déjections de Provenche-Saint-Laurent-du-Pont-le-Cotterg. Ce complexe qui est aujourd'hui *coupé* par la vallée du Guier et séparé en deux parties inégales n'est autre chose qu'un ancien « *cône de transition* » fluvio-glaciaire formé pendant le stationnement d'un glacier au débouché de la gorge du Guier.

Il est constitué par des boues à blocs morainiques (intra-alpins) intriquées avec des alluvions torrentielles; la prédominance exclusive de ces dernières dans ses parties profondes et la localisation des formations franchement morainiques dans les parties voisines de la surface où se remarque une série de vallums semi-circulaires *très nets*, indique un *retour offensif* du glacier à la fin du stationnement, puis un retour définitif lent et graduel.

Ce complexe est nettement postérieur au stade de Rives (Würmien) et date sans doute de la phase de retrait qui a succédé à ce stade et qui s'est terminée par les terrasses de Saint-Pierre-de-Chartreuse. Le cône de transition s'appuie à l'Est contre des formations morainiques plus anciennes, probablement würmiennes (bois au Nord-Est de Provenche).

2° La découverte, à Rocheplaine, dans le Gault, de *Hopl. tardefurcatus* d'Orb. sp., *Douvilleiceras* sp. remaniés, avec *Mortoniceras inflatum* Sow. sp. (variété de la Perte du Rhône). La présence de cette dernière espèce confirme l'opinion de M. Ch. Jacob qui voit dans ce dépôt le remaniement de plusieurs zones albiennes.

3° La découverte d'un exemplaire de *Inoceramus Cripsi* Mant. dans les calcaires à silex (Sénonien supérieur) des bois de Vouilant, près Grenoble.

4° Celle de *Hopl. (Leopoldia) Dalmasi* Pict. sp. (= *Hopl. Kaffae* Rouss. sp.) dans les marno-calcaires du Berriasien supérieur de Narbonne, près Grenoble.

5° La découverte, par M. Wegele, de *Hoplites (Neocomites) angulicostatus* d'Orb. sp. dans les marnes et calcaires à *Toxaster* du col de l'Arc, ce qui confirme l'âge hauterivien supérieur de ces assises.

6° La superposition, à Veurey, d'un *cône de déjections ancien* aux sables de la terrasse de 15 mètres (probablement post-bühlienne); ce cône étant, du reste, ainsi que la terrasse sous-jacente, entamé et coupé par les érosions postérieures.

7° La superposition, au Nord de Saint-Laurent-du-Pont, vers les Bourdoires, Colombèze, etc., d'éboulis puissants au pied des crêtes d'Arpizon, à des dépôts morainiques alpins plus anciens que le cône fluvio-glaciaire post-würmien de Provenche.

8° L'existence à la Galochère, près Grenoble, d'une terrasse alluviale à environ 25 mètres au-dessus de la plaine actuelle de l'Isère et supportant les dépôts morainiques. L'âge de cette terrasse, bien postérieure au surcreusement de la vallée ainsi qu'au « stade d'Eybens », doit correspondre à l'époque du « stade Vizille ».

Feuille Vizille (revision). — Délimitation de l'ancien *cône de déjections* de Saint-Pierre-de-Chérennes, superposé à la terrasse fluvio-glaciaire de Saint-Marcellin (post-würmienne) et coupé par l'érosion qui a précédé la formation de la terrasse plus récente de Saint-Romans-Vinay qui s'étale en contrebas; l'âge de ce cône date donc d'une période *interstadaire* (correspondant à l'« Achenschwankung » de M. Penck).

**Carte au 320.000°, Feuilles Lyon, Avignon, Vallorcine
et Marseille.**

1° Bas-Dauphiné. — En aval de Marcilloles, en face du Content et de Beaurepaire, la Haute Terrasse (*a^{1a}*) de la Valloire se décompose en deux « sous-terrasses » dont la plus élevée passe vers l'amont à des moraines. La plus inférieure de ces sous-

terrasses semble correspondre à une époque un peu antérieure au maximum de la glaciation rissienne, comme la terrasse de Sardieu; *c'est sur elle que s'est avancé le glacier rissien* tandis que la sous-terrasse supérieure s'est formée à l'époque du maximum de la glaciation rissienne en amont de ses moraines frontales (Faramans-Beaufort-Thodure) auxquelles la relie un cône de transition très net.

2° Région du Bugey. — Délimitation de l'*Amphithéâtre morainique de Brens-Belley* qui est particulièrement net et correspond à deux débouchés glaciaires (Cluse de la Balme et Cluse au Nord de la Montagne de Parves). Ce système, *plus récent* que les dépôts morainiques épars sur la croupe de Parves et que les alluvions rubéfiées de Virieu-le-Grand et de Rossillon, qui seraient rissiennes, est nécessairement plus *ancien* que les moraines et terrasses post-würmiennes des environs de Chambéry; il correspondrait donc à la *glaciation würmienne* comme les moraines de Rives et de Saint-Quentin (Isère). — La dépression de Culoz correspond également à une « cuvette terminale » post-würmienne.

3° Environs de Chambéry (en collaboration avec M. Révil). — Délimitation des vallums morainiques échelonnés entre Chignin-Myans et Chambéry, et laissés par le retrait du glacier post-würmien à une époque postérieure aux stades de Rovon; ce « stade de Chignin » correspond sans doute au stade d'Eybens ou lui est un peu postérieur.

Trois vallums successifs s'échelonnent entre la Ravoire et Myans, offrant tous une pente douce vers l'aval et plus raide vers l'amont; près de Chapareillan on voit nettement ces dépôts se raccorder avec les restes morainiques superposés aux alluvions interstadias de la Gâche et de la terrasse de Francin.

4° Région de Bonneville. — A la Roche-sur-Foron et en aval de la « cuvette terminale » de Bonneville, les moraines à blocs

du Glaciaire récent (la Roche) occupent une dépression creusée en contre-bas de terrasses (la Roche gare) étagées dont la plus haute correspond peut-être à la Basse terrasse (würmienne) et supporte le Glaciaire de Saint-Laurent-de-la-Côte. Il y a là *trois stades* très nets qui mériteraient d'être étudiés en détails.

5° Massifs et vallées du Dauphiné (Romanche et Oisans).

A. — L'étude des *dépôts de transport de la vallée de la Romanche*, entre le Bourg-d'Oisans et Séchilienne, m'a permis de distinguer les formations suivantes :

1° *Terrasse fluvio-glaciaire* en aval du Pont de la Vaudaine (Livet, Usine de Rioupéroux, etc.) produite sans doute par les eaux de fonte d'un glacier stationnant en amont ;

2° Traces de *moraines* sur le côté gauche du cône de déjection de la Grande-Vaudaine, en partie coupées par ce cône qui est plus récent qu'elles ; moraines de Rioupéroux ; ces moraines se sont avancées *sur* la terrasse précédente jusqu'un peu en amont du Pont de Séchilienne (mamelon morainique) ;

3° *Eboulis de blocs* sur les côtés de la vallée ; *cônes de déjections* de la Grande-Vaudaine et de l'Infernet, mamelons de blocs en amont du Pont de la Vaudaine ;

4° *Alluvions lacustres* de la plaine des Sables ;

5° *Alluvions actuelles*.

B. — L'exploration détaillée des *environs de l'Alpe d'Arsine* nous a montré, dans un synclinal séparant les massifs granitiques de la Meije et de Combeynot, et reposant sur le granite gneissique :

1° Le *Trias*, formé de brèches et de grès bruns, supportant une assise de dolomies capucin ;

2° Le *Rhétien* formé d'assises *identiques* à celles qui contiennent l'*Avicula contorta* au Pas du Roc-en-Maurienne ;

3° Un *Lias* calcaire siliceux à *Ariétites*, Bélemnites et Gryphées ;

4° Le *Lias* schisteux;

5° Un *Bajocien* formé de marno-calcaires noirâtres à *Aptychys*, *Phylloceras*, *Parkinsonia*, *Cæloceras Baylei*, de couches à *Cancellophycus* et enfin d'une assise grumeleuse à *Lytoceras tripartitum*, *Cæloceras*, Terebratules et nombreux Oursins. Ces derniers, rencontrés par M. Wegele, puis retrouvés par moi en abondance, appartiennent, d'après M. Lambert, à un genre particulier de la famille des Collyritidées et ont reçu le nom de *Pygomalus Kiliani* Lambert.

Il est superflu d'insister sur cette coupe qui sera publiée en détails; *c'est la première fois que le Rhétien est signalé dans le massif du Pelvoux* ainsi que la *présence d'un facies à Echinides* du Jurassique moyen.

C. — Sur le versant est de la chaîne des Sept-Laux, des *cirques glaciaires* typiques s'observent en face du vallon de la Cochette.

D. — Je signalerai encore de beaux exemples d'*Erosion* torrentielle *régressive* entamant par des gorges d'anciennes vallées glaciaires à section très évasée : 1° dans le vallon de la Cochette près de la cascade de l'extrémité nord du plan des Cavales dans le massif des Grandes-Rousses; 2° en amont de la cascade de la Sarenne près du Bourg-d'Oisans, où l'on voit l'ancien bassin glaciaire de la Garde se transformer par l'action de l'érosion torrentielle.

F. — Dans la vallée du Vénéon, comme du reste dans celles de la Romanche, de l'Eau-d'Olle, de la haute Isère (entre Moutiers et Bourg-Saint-Maurice), il est possible, à l'aide des ruptures de pente *très visibles* que présentent les montagnes qui bordent ces vallées, de distinguer (par exemple aux environs du Bourg-d'Oisans, de Saint-Christophe, du vallon de Lanchâtres, de Venosc, etc.) :

- a) Une auge de surcreusement récente, à pentes abruptes;
- b) Des traces de deux *anciennes vallées évasées* représentées

par des méplats en banquettes (Villard-Reculas, Champforant, le Clot près Saint-Christophe, etc.) et séparées par des traces d'un surcreusement ancien.

Il serait intéressant de rechercher les relations de ces « auges » et de ces surcreusements successifs avec les glaciations et les phases interglaciaires ou interstadières, et de faire la part, assurément très grande, de l'érosion torrentielle interglaciaire (voir la planche photographique publiée dans le *C. R. des Collaborateurs* (1908), in *Bull. Serv. Carte géol. de France*, t. XIX, n° 122, et son transparent).

M. de Martonne nous a fait remarquer également des dispositions analogues dans la moyenne Romanche en amont du Pont Saint-Guillerme; — cet auteur admet en outre l'existence de traces d'une topographie plus ancienne encore (plateau d'Emparis) qui serait la première des *quatre* phases reconnaissables dans le modelé de ces vallées alpines. M. de Martonne serait disposé à y voir le reste d'une *pénéplaine pliocène*; nous la croyons moins ancienne.

Marbres du Valgaudemar. — Les marbres qu'on se propose d'exploiter à Navette appartiennent au terrain triasique; ils sont le résultat du *métamorphisme exercé sur les bancs calcaires* (calcaires capucin) *du Trias supérieur* par une roche éruptive, le Mélaphyre ou Spilite qui forme dans cette région des couches puissantes interstratifiées dans les bancs triasiques et en englobant parfois des « paquets » lenticulaires. Les colorations vives de certaines de ces zones marbreuses et leur cristallinité sont dues à l'influence de la roche éruptive (v. fig. 1, p. 145).

Il n'y a, on le voit, *aucun rapport d'âge ni d'origine* entre les marbres de Navette et ceux de Valsenestre ou de Molines-en-Champsaur, qui sont des Cipolins intercalés dans les schistes cristallins antéhouillers. Ils se présentent en bancs réguliers beaucoup moins lenticulaires et moins fendillés que ces derniers et ne doivent être confondus avec eux, ni comme nature pétrographique, ni comme qualité industrielle.

C'est dans le vallon de Tempier que se présentent ces formations avec leur développement le plus remarquable. Des assises marbreuses répétées, séparées par des nappes de mélaphyre, y sont redressés presque jusqu'à la verticale par l'effet du plissement alpin (v. fig. 1 p. suiv.).

Chaînes intra-alpines de Savoie (Tarentaise et Maurienne).

I. — J'ai continué, en collaboration avec MM. J. Révil et P. Lory, l'étude des *Brèches de la Tarentaise*. Il existe aux environs de Moutiers des brèches incontestablement liasiques (Gryphées *Aricitites*, au Niélard) et d'autres nettement éogènes (Nummulites près du Cheval-Noir), mais au Nord de ces localités (Montgirod, Portetta, Pierra-Menta, les Chapieux) des *brèches micacées*, bien distinctes des brèches liasiques de Villette), s'étendent jusqu'aux environs de Courmayeur (Italie) où elles semblent passer, ainsi que je l'ai montré dans un travail fait en commun, avec MM. Franchi et Lory (cc *Bulletin*, 1908) au complexe (*mésozoïque?*) des Schistes lustrés. Le problème dont nous espérons que la campagne de 1909 nous donnera la solution, consiste à délimiter ces dernières brèches qui nous ont fourni à la Portetta, à Montgirod, etc., des galets et blocs de calcaire zoogène du Lias (type des marbres du Ciex) et qui paraissent transgressives sur le Trias, et d'en fixer l'âge exact, encore douteux actuellement. Cette formation doit-elle être distinguée des deux types liasique et éogène si différents l'un de l'autre ou être considérée comme une modification de l'un d'eux? en tous cas les galets qu'elle contient s'opposent à la considérer comme antérieure au Lias supérieur et ne permettent pas de la confondre avec la « brèche du Télégraphe » ni avec celle du Niélard.

II. Dans la vallée de l'Isère en amont de Moutiers, les ruptures de pente du relief permettent de distinguer outre l'« auge » de surcreusement actuelle, *deux stades de creusements plus anciens*, comme dans l'Oisans.

E

O

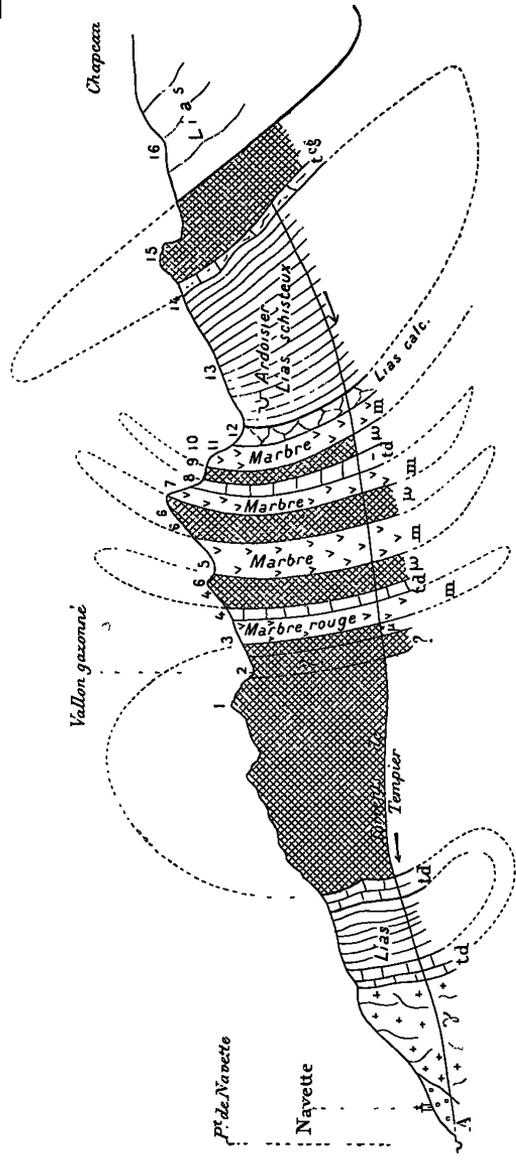


Fig. 1. — Coupe de la rive gauche du vallon de Tempier.

A Cône de déjections. — γ Gneiss. — μ Mélaophyres (Splites). — *td* Dolomites capucine et schistes bruns moirés. — *lg* Cargneules. — *m* Marbres.

III. — En Maurienne, j'ai rencontré dans le *Rhétien* renversé du Pas du Roc un banc à Brachiopodes pétri de *Terebratula gregaria* et de *Spiriferina*, qui n'avait pas encore été signalé et accentue le facies karpathique de ce gisement.

IV. — Dans la vallée de l'Arc, une série de *cônes de déjections* postglaciaires entre Aiguebelle et Saint-Jean-de-Maurienne, peuvent être *datés* par le fait que les plus récents d'entre eux ont *dévié* le cours d'eau qui a *entamé* le bord des cônes préexistants. Il est possible ainsi d'établir une sorte de *chronologie de ces cônes de déjections* postglaciaires.

V. — Au défilé de Calypso près Saint-Michel-de-Maurienne, des « *marmites de géants* » bien conservées et contenant encore les blocs qui les ont façonnées, s'observent à 20 mètres environ au-dessus du thalweg actuel de l'Arc, dans les calcaires du Lias.

Provence.

La revision d'un certain nombre de points de la feuille Castellane m'a permis d'établir dans les terrains *crétacés inférieurs* de cette région la succession suivante (la Lagne, etc.), de bas en haut :

- Jurassique supérieur.** — 1 Calcaires blancs massifs (Tithonique récifal).
2 Calcaires bien lités (Berriasien).
3 Marnes grises et marno-calcaires.
4 Marnes grumeleuses et marnes bleues à facies néritique : nombreux Pelécypodes (*Pholadomya elongata* Münst., *Trigonia caudata* d'Orb., Cucullées), *Toxaster granosus* d'Orb. et *Toxaster Kiliani* Lambert.
- Valanginien }

- Hauterivien.....
- 5 Couches glauconieuses à *Leopoldia Leopoldina* d'Orb. sp. et formes voisines, *Lytoceras*, etc.
- 6 Marno-calcaires à *Leopoldia Castellanensis* d'Orb., et grands Hoplites (**H. (Neocomites) neocomiensiformis** Hoh. sp.), *Astieria Astieriana* d'Orb. sp., *Ast. ventricosa* v. K.
- 7 Couche glauconieuse à Bélemnites (*Hibolites*) et Brachiopodes.
- 7^{bis} Calcaire bleuâtre et marnes.
- 9 Marnes à *Duvalia dilatata* Blainv. sp. et *Hibolites*. Calcaires marneux bleuâtres en gros bancs avec bancs marneux : *Crioceras Duvali* Lév., *Desmoceras* formant une série puissante.
- Barrémien.....
- 10 « Barre » de calcaires sublithographiques, fendillés et sonores, alternant avec des bancs piquetés de glauconie, à faune barrémienne (*Silesites*, *Pulchellia*, *Holcodiscus Perezianus* d'Orb., *Desmoceras Charrierianum* d'Orb. (cm. Kilian), etc., 10 mètres environ.
- 11 Calcaire compact d'un gris rosé, 1 mètre, à surface supérieure corrodée.
- Lacune (Aptien).
- Albien.....
- 12 Marnes noires et grès marneux très glauconieux (Gault) à *Bel. (Hibolites) semicanaliculatus* Bl., *Inoceramus concentricus*, etc.

Le Barrémien glauconieux se montre le long d'une zone terrigène très nette, passant par la Palud-de-Moutiers, Rougon, la Lagne, Comps, le Logis-du-Pin, Escragnolles, Trigance, Mantegièrre, c'est-à-dire parallèle au bord du massif ancien des Maures et de l'Estérel.

L'Aptien fait défaut au Sud d'une ligne Moustiers-la-Palud-la Lagne-Bargème-Escragnolles.

Il y a lieu de remarquer dans cette même zone la constance, au-dessus d'un *Valanginien supérieur* de facies néritique, à *Ostrea Couloni* Defr., *Alectryonia rectangularis* Roem. sp., Bivalves, Serpules et *Toxaster Kiliiani* Lambert, d'un Hauterivien inférieur à **Hopl. (Neocomites) neocomiensiformis** Hoh. sp. (abondant et caractéristique), d'une assise néritique (Bivalves, *O. Couloni* Defr., *Al. rectangularis* Roem. sp., etc., dans laquelle se trouve intercalé un niveau à grands *Hoplites* et *Leopoldia*, généralement **glauconieux** et phosphaté (la Lagne, Comps) ou limoniteux (Bargème) ou simplement marno-calcaire (Baous près Rougon) où abondent *Lissoceras Grasianum* d'Orb. sp., *Hopl. (Acanthodiscus) radiatus* Brug. sp., *H. Vaceki* N. et U., *H. Ottmeri* N. et U., *H. (Neocomites) Rollieri* Baumb. et formes voisines, *Hopl. (Leopoldia) Leopoldina* d'Orb. sp., *H. Inostranzewi* Kar. sp., etc., etc.; *H. Castellanensis* d'Orb. sp., *Astieria Atherstoni* Sh. sp., var. *densicostata* Kil., *Holcodiscus rotula* Sow. sp., *Nautilus neocomiensis* d'Orb. Ce niveau, qui rappelle l'Hauterivien du Jura, est inférieur à l'Hauterivien moyen à *Criocera Duvali*.

Le Barrémien renferme, près de Mantegièrre et du Pont-Soleil, une faune exceptionnellement riche; près de Trigance : *Parahoplites Soulieri* Math. sp. (du groupe de *P. Feraudianus* d'Orb.) y abonde, mais le Barrémien supérieur paraît être très réduit.

Région littorale. — Je signalerai la découverte, faite avec M. le professeur Léger, dans l'anse de Pramousquier, près du cap Nègre, non loin de Cavalaire, sur le *revers méridional* des

Maures, d'un *lambeau isolé* de conglomérats *permien*s à blocs de micaschistes, reposant en discordance sur les Schistes cristallins et identiques aux conglomérats rouges de Saint-Raphaël.

Au Cap Nègre les micaschistes présentent une curieuse forme de décomposition produite par l'érosion marine : il s'y forme des « *cupules* » très régulières analogues à celles des « Pierres à cupules » décrites par les préhistoriens. Nous nous sommes assurés par des observations de détail que l'intervention de l'homme n'était pour rien dans l'origine de ces curieuses cavités que l'on compte par centaines dans les micaschistes du Cap Nègre.

Visites hydrologiques.

Il a été procédé de novembre 1907 à novembre 1909, sous ma direction, par le personnel du Laboratoire de géologie de l'Université de Grenoble (MM. Ch. Jacob, P. Reboul, P. Lory, J. Révil), à 50 visites dans les départements de l'Isère, des Hautes-Alpes, de l'Ardèche, des Basses-Alpes et du Var.

Sur ces 50 études, j'en ai exécuté 10 moi-même, ce sont les projets d'adduction d'eau de :

Saint-Didier-de-la-Tour (Isère). Source phréatique.

Vizille (Isère). Source dans les éboulis et fentes de micaschistes.

Le Muy (Var). Source phréatique.

La Motte (Var). Source d'une nappe du Trias inférieur.

Ramatuelle (Var). Sources provenant de fentes dans les Schistes cristallins.

Gassin (Var). Sources provenant de fentes dans les Schistes cristallins.

Cuers (Var). « Serrement » d'une résurgence vauclusienne dans les calcaires infraliasiques.

Jardin (Isère). Source d'un niveau aquifère miocène.

Saint-Laurent-du-Pont. Sources d'éboulis et de dépôts morainiques.

Entre-deux-Guiers. Sources d'éboulis et de dépôts morainiques.

J'ai en outre étudié pour le Ministère de l'Agriculture les conditions d'étanchéité et de solidité des bassins de retenue, barrages et canaux prévus par le « *projet Dalloyau* » relatif à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation d'une partie de la Provence et à la création de forces hydrauliques dans cette région.
