

SUR LA GÉOLOGIE

DES

Environs de Saint-Laurent-du-Pont (Isère)

PAR H. WEGELF. (1)

de Darmstadt.

Durant un récent séjour à l'Université de Grenoble, j'ai fait de nombreuses excursions géologiques ; mes études, dirigées par M. le professeur Kilian, ont même fait assez de progrès pour que j'aie pu entreprendre un petit travail personnel. J'en présente ici les résultats, heureux d'avoir pu contribuer, si peu que ce soit, à élucider un détail de la structure des Alpes. Avant de commencer cette étude, je tiens à exprimer tous mes remerciements à M. Kilian pour le soin qu'il a mis à m'initier aux passionnants problèmes de la géologie alpine.

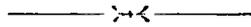
La région dont j'ai étudié la structure géologique détaillée est située dans les environs immédiats de Saint-Laurent-du-Pont, des deux côtés du Désert de la Grande-Chartreuse.

Elle a pour limites : le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière, à l'O. ; la plaine de Saint-Laurent, formée d'alluvions récentes, au N.-O. ; le ravin des Bourdoires, au N. ; enfin, à l'E., une ligne de discontinuité de direction N.-S. qui met en contact le Valanginien avec l'Urgonien ou le Sénonien. Cette faille

(1) Travail exécuté au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble.

est visible à l'E. du pont Saint-Bruno. (Voir la Carte géologique au 1/80.000^e, feuille Grenoble ; pl. III, fig. 3.)

Les environs de Saint-Laurent-du-Pont ont attiré l'attention de tous les géologues qui les ont visités. Aussi de nombreuses notes ont été publiées à leur sujet (1). MM. Kilian, V. Paquier et P. Lory les ont encore parcourus récemment et ont consigné les résultats de leurs explorations dans l'édition de 1909 de la feuille de Grenoble de la Carte géologique détaillée au 1/80.000^e de la France. Les détails de la structure et les contours géologiques précis n'ont, néanmoins, jamais été donnés exactement. C'est ce que je me suis proposé de faire dans le présent travail.



BIBLIOGRAPHIE ⁽²⁾



- 1) ELIE DE BEAUMONT. Ann. des Sc. nat. 1^{re} série, t. XVIII, p. 337 ; t. XIX, p. 8.
(Cité dans Ch. Lory, Desc. géol. du Dauph., chap. IV, p. 188.)
- 2) 1852. CH. LORY..... Essai géologique sur le groupe des Montagnes de la Grande-Chartreuse, p. 14, 19, 24, 49.
- 3) 1864. — Description géologique du Dauphiné, chap. IV, p. 187, § 220, p. 197-205.
- 4) 1897. W. KILIAN..... Revision des feuilles Vizille et Grenoble. (Trav. du Lab. Géol. Univ. Grenoble, t. IV, 2^e fasc., p. III.) (Bull. Serv. Carte géol. de Fr.)

(1) Voir la liste bibliographique ci-jointe.

(2) Les numéros de cette liste bibliographique figurent entre parenthèses dans le texte du travail.

- 5) 1898-99. W. KILIAN..... Feuille de Grenoble et de Vizille (revision). (C.-R. des Coll. in Bull. Cart. Géol. de France, t. X, p. 207.)
- 6) 1901. — Explorations géologiques exécutées dans le S.-E. de la France pendant l'année 1900. Feuille Grenoble (revision). Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble t. VI, p. 65.
- 7) 1902. — Feuille Grenoble (revision), C.-R. Coll.; Bull. Carte Géol. France. Campagne de 1901, t. XII,
- 8) 1903. — Revision des feuilles de Grenoble et de Vizille. C. R. Coll. Bull. Serv. Carte Géol. France. Campagne de 1902, t. XIV, p. 652.
- 9) 1903. — Feuille de Grenoble et de Vizille (revision). Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble, t. VII, 2^e fasc., 1902-05, p. 385.
- 10) 1903. — Explorations géologiques sur les feuilles de Gap, Vizille, Grenoble (revision), Privas, 80.000^e, Lyon et Avignon au 320.000^e, année 1903. Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble, t. VII, 1902-05, 2^e fasc., p. 368.
- 11) 1904. — Feuilles Vizille et Grenoble (revision). C.-R. Coll. Bull. Serv. Carte géol. France, t. XV, 1903-04, p. 264.
- 12) 1905. — Feuille Grenoble (revision). C.-R. Coll. Carte géol. de France, t. XVI, 1904-05, p. 150.

- 13) 1905. KILIAN et P. LORY. Feuille de Grenoble (Massif de la Chartreuse). C.-R. Bull. Serv. Coll. Carte géol. de France, t. XVI, 1904-05, p. 156.
- 14) 1905. W. KILIAN..... Feuille de Grenoble (revision). C.-R. Coll. Carte géol. de France, t. XVI, 1904-05, p. 120 et 443.
- 15) 1906. — Feuille Grenoble au 80.000^e (revision). C.-R. Coll. Bull. Serv. Carte géol. France, t. XVII, p. 234.
- 16) 1908. — Revision des feuilles Grenoble, Vizille au 80.000^e, et feuilles de Lyon, Vallorcine, Avignon et Marseille au 320.000^e. C.-R. Coll. Bull. Serv. Carte géol. de France, t. XIX, 1908-1909.
- 17) 1909. W. KILIAN, P. LORY, V. PAQUIER, P. TERMIER, HITZEL et Ch. JACOB..... Carte géologique détaillée de la France au 80 millième, *Feuille Grenoble*, 2^e édition (et notice explicative). (Ministère des Travaux Publics.)

Étant donnée la complexité assez grande de la région, j'en ai dressé la carte géologique (v. la Pl. III ci-jointe) à l'échelle de 1/20.000^e, afin que tous les accidents puissent y être portés. La complication de structure réside surtout dans de brusques changements de faciès et le laminage de certaines couches. De plus, les fossiles sont très rares. J'ai pris comme point de départ de mon travail la succession des couches entre le Chevalon et le Fontanil, et, la suivant à travers mon territoire, j'en ai étudié les modifications. La disposition tectonique, reconnue dans ses parties essentielles par M. Kilian (8. 10-14) (1) offrait également des détails à vérifier.

(1) Ces numéros placés entre parenthèses sont ceux de la liste bibliographique.

STRATIGRAPHIE

Le Guiers-Mort a creusé, à travers le premier chaînon du massif de la Grande-Chartreuse, une gorge profonde, — le Désert de la Grande-Chartreuse, — que suit la route de Saint-Laurent-du-Pont à Saint-Pierre-de-Chartreuse. Cette gorge, ainsi que la route de Curière, située au S.-O., et celle d'Arpizon, au N.-E., offrent de bons affleurements. Les sédiments représentés appartiennent aux terrains jurassiques, crétacés, tertiaires et pléistocènes (quaternaires).

Séquanien. — L'étage le plus ancien est le Séquanien, caractérisé par *Perisphinctes Lothari* OPP. sp., *P. cf. stephanoides* OPP. sp., trouvés près de l'usine des ciments Vicat. J'y ai recueilli moi-même : *Hibolites* sp. et *Perisphinctes* sp.

Ce Séquanien est formé de petits bancs calcaires, réguliers, noirâtres (comme au Chevalon) alternant, au sommet de l'étage surtout, avec des lits marneux. Il affleure des deux côtés du Guiers-Mort, près de l'usine à ciment, et s'étend jusqu'au-dessus de la route de Curière où il disparaît sous une voûte de calcaires Kimméridgiens. Il apparaît de nouveau dans le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière, où il forme le noyau d'un anticlinal de direction S.-O.-N.-E.

Kimméridgien. — En remontant la route du Désert vers le Pont Saint-Bruno, on voit le Séquanien plonger sous les gros bancs d'un calcaire sublithographique presque sans fossiles. Je n'y ai rencontré qu'un *Perisphinctes* indéterminable. Mais ces couches peuvent être néanmoins identifiées, par analogie de faciès et par leur position entre le Tithonique et le Séquanien, avec les couches Kimméridgiennes du Chevalon. Elles en ont exactement l'allure. Elles forment une bande, terminée par un escarpement, qui s'étend vers l'O. jusqu'au delà de la route de Curière, où elles disparaissent sous le Tithonique. Plus à l'O. encore le Kimméridgien constitue la première falaise calcaire qui domine la plaine de Saint-Laurent; il est très net dans le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière. Au N.-E. du Désert, l'allure des couches change; le faciès *zoogène* envahit l'étage

qui ne forme, avec le Tithonique, qu'une masse récifale unique.

Tithonique. — Le Tithonique est représenté au Chevalon par un faciès bathyal à intercalations zoogènes dans lesquelles on a trouvé *Cidaris glandifera* GOLD. Ici, il est représenté en grande partie par le faciès récifal. Près de la route du Désert, près de celle d'Arpizon, tout l'étage en est envahi (2. 9-11. 14). Vers le S.-O., il diminue d'importance. On a trouvé, sur la route du Désert, *Pygope Janitor* PICT. sp. et *Perisphinctes* sp., le faciès récifal a fourni à M. Kilian *Cid. glandifera* GOLD., au chemin de l'Orsière (8).

Des coupes minces taillées dans ces roches zoogènes montrent des débris d'échinodermes et d'autres organismes, des *Textularia* et des Bryozoaires rares, mais bien conservés. Le tout est traversé de filonnets de calcite (éch. 342) (1). On observe une augmentation de ces organismes vers la partie supérieure (éch. 32) de l'assise.

Valanginien. — En remontant toujours la route du Désert, on traverse le Valanginien. C'est d'abord le Berriasien (*Valanginien inférieur*), formé de marnes et de marno-calcaires d'un gris sombre à intercalations zoogènes (Curières) (8). On exploite ce Berriasien par des galeries étagées (2) comme pierre à ciment. Des affleurements de ces couches se retrouvent au-dessus de la crête tithonique et kimméridgienne, où elles forment un replat continu. Du côté de la route d'Arpizon le faciès zoogène devient de plus en plus envahissant (2). Il ne reste à sa base qu'une mince bande de marnes et marno-calcaires, visible le long de la route d'Arpizon. Je considère cette dernière comme la limite approximative entre le Tithonique récifal et le Berriasien zoogène (9-14).

(1) Voir les préparations déposées dans les Collections du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble.

(2) L'existence de lentilles zoogènes à Fourvoirie a été signalée pour la première fois, en 1891, par M. Kilian, puis étudiée par M. Paquier (V. les tracés géologiques figurés sur la Feuille de Grenoble (2^e Edition)), qui a signalé l'existence d'une faille NNE en amont de Fourvoirie. Je n'ai pas pu reconnaître cet accident.

Au microscope, ces roches montrent des grumeaux calcaires roulés et pralinés, de jolies *Millioles*, des Foraminifères divers, des *Textularia*, le tout soudé par un ciment calcaire recristallisé (éch. 37).

La présence des *Millioles* permet de distinguer, ici, d'une manière générale, les roches du faciès récifal du Valanginien de celles du faciès récifal jurassique, car ces dernières n'en renferment point.

Le Valanginien inférieur (Berriasien) est suffisamment caractérisé dans cette région par *Lytoceras Liebigi* OPP. sp. (quelques grands individus dans l'exploitation des ciments Vicat) et surtout par *Hoplites (Neocomites) Occitanicus* PICT. sp., dont j'ai trouvé une empreinte à l'oratoire de Curière.

Sur le Berriasien reposent les *marnes valanginiennes*, cachées, le plus souvent, par des éboulis, mais nettement visibles dans le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière et sur la route du Désert (2). Du côté de la route d'Arpizon, ce Valanginien marneux et progressivement remplacé par le faciès récifal qui constitue une falaise de quelques centaines de mètres (10.15). Une toute petite bande de marnes permet de limiter, à peu près le récif berriasien du Valanginien moyen zoogène. Elle se voit sur le bord de la route d'Arpizon, au point d'émergence d'une source qu'elle détermine. On n'y a pas trouvé de fossiles.

Ensuite on rencontre dans le Désert, tout près du Pont St-Bruno, le *Calcaire du Fontanil*, calcaire bleu à patine rousse qui n'a fourni que *Cardiopelta ovulum* DES. sp. (2). Ce Valanginien moyen, très épais, forme avec le Valanginien supérieur une nouvelle falaise dominant l'escarpement jurassique. Des deux côtés du Pont St-Bruno on observe à ce niveau une couche d'un *calcaire zoogène blanc* et un peu oolithique. C'est ce faciès qui se développe vers le S. et le N. du Désert et forme au S.-O. le récif de la Grande-Sure et au N.-E. la masse principale de la grande paroi zoogène que traverse la route d'Arpizon (9-15).

Enfin on rencontre en amont du Pont Saint-Bruno, comme

près du Fontanil, le *Valanginien supérieur*, calcaire jaunâtre, avec des sîlex rubanés. Il m'a fourni *Alectryonia rectangularis* ROEM. sp. près de la cabane de la Grande-Vache (derrière la Grande-Sure) et sur la route de Curière, où j'ai également trouvé *Pecten* cf. *Carteronianus* D'ORB. Le Valanginien supérieur conserve le faciès néritique vers le S.-O., tandis que du côté de la route d'Arpizon il est peu à peu remplacé par un *calcaire zoogène* semblable à celui du Valanginien moyen. Un peu au N. de cette route on peut voir l'Hauterivien marneux reposer directement sur la masse récifale.

Le Valanginien zoogène (8-15) a fourni sur la route d'Arpizon et à la Grande-Sure des sections de *Rudistes* (Chamacées), une grosse tige d'*Apiocrinus* et des Polypiers. Au microscope, ce calcaire montre une structure nettement zoogène, quelquefois suboolithique à éléments plus ou moins grossiers et à ciment calcaire recristallisé. On y rencontre surtout des *Millioles*, des débris d'Echinodermes, des *Textularia* et Algues calcaires (?), des débris roulés d'organismes divers et des Foraminifères variés. Vers la partie supérieure on voit apparaître des Orbitolines très nettes (échantillons 26, 31, 34, 35, 38).

Hauterivien. — Au Valanginien fait suite l'Hauterivien qui comprend, dans sa partie principale des bancs marneux, plus ou moins calcaires, à Spatangues (2, 14). M. Kilian y a trouvé, près du Pont Saint-Bruno : *Parahoplites Cruasensis* TORC. sp., *Toxaster retusus* LAMK. et *Disaster subelongatus* D'ORB. L'Hauterivien présente partout le faciès à Spatangues. Il forme le replat entre la paroi valanginienne et la crête urgonienne, qu'il supporte directement.

Urgonien. — L'Urgonien est un calcaire zoogène typique comme partout dans le massif de la Grande-Chartreuse. Une couche à Orbitolines qui a fourni *Rhynchonella lata* D'ORB. sp., *Enallaster oblongus* BRONGN. sp., divise cette grande masse récifale en deux parties.

L'Urgonien inférieur débute par un calcaire gréseux jaunâtre et néritique à *Toxaster granosus* D'ORB., *Enallaster oblon-*

gus BRONGN. sp. et *Pecten* sp. Cette couche relativement mince représente le Barrémien inférieur. La masse nettement zoogène qui la surmonte est l'équivalent du Barrémien supérieur dont la couche à Orbitolines fait encore partie. La masse récifale supérieure représente l'Aptien inférieur [voir M. V. Paquier, Diois et Baronnies (thèse). Grenoble 1900].

Près du sentier des Sangles, l'Urgonien a fourni *Rhynchonella lata* D'ORB. sp., *Terelratula* sp. et *Pygaulus Desmoulini* AGASS. Près de Fourvoirie, à l'entrée du Désert, une masse urgongienne traverse la gorge (2); dans la couche à Orbitolines qui est très nette, j'ai trouvé : *Enallaster oblongus* BRONGN. sp., *Pterocera* sp., *Nerina* sp. et *Orbitolina discoidea* A. GRAS (2, 14).

L'Aptien supérieur, représenté ailleurs par la couche supérieure à Orbitolines, fait défaut dans cette région.

Gault. — Sur l'Urgonien repose en concordance l'Albien (=Gault) représenté par la « Lumachelle » (3) seulement. Le faciès à nodules et à fossiles phosphatés et roulés si bien visible à Rocheplaine (près du Fontanil), manque ici complètement.

La « Lumachelle » est un calcaire jaune spathique. Au microscope, il montre de nombreux débris d'Echinodermes, des fragments organiques grossiers et des Bryozoaires dont les loges sont parfois remplies de *glauconie*. Le tout est cimenté par du calcaire cristallisé (échantillon 28). Le Gault forme une mince bande qui sépare l'Urgonien des dépôts du Crétacé supérieur. Il n'a pas fourni de fossiles, sauf des articles de Crinoïdes et des Térébratules, sur le sentier des Sangles.

Pendant le reste de l'époque du Crétacé moyen (Cénomannien) et le commencement des temps Crétacés supérieurs (Turonien et Sénonien inférieur), il n'y s'est pas effectué de dépôts dans notre région; le Cénomannien et le Turonien font défaut dans tout le massif de la Grande-Chartreuse.

Sénonien. — Ce n'est qu'au Sénonien supérieur (Aturien)

que les eaux marines ont envahi de nouveau la région et déposé des formations puissantes (Côteaux de Fontaine et de Sassenage).

Dans la contrée étudiée, le Sénonien n'est très puissant que près du sentier des Sangles. Là, il montre des « lauzes » (plaques calcaires bien litées) grises, un peu marneuses, à nodules siliceux. Elles ont un type intermédiaire entre les lauzes phosphatées de Sassenage et le faciès plus crayeux et plus profond du Charmant-Som (Saint-Pierre-d'Entremont). Vers le haut, ces marno-calcaires passent à des calcaires blanchâtres à silex blonds dans lesquels on a trouvé, près de Sassenage : *Belemnitella mucronata* v. SCHLOTH. sp., et *Inoceramus Cripsi* MANT. Les calcaires à silex passent, plus au Nord, à un faciès à Oursins (Saint-Jean-de-Couz).

A l'entrée du Désert affleure également une mince bande de calcaires blancs, à silex. A sa base, et superposé à l'Urgonien, se trouve un calcaire jaunâtre, subcompact, montrant au microscope des grains de glauconie, des spicules de Spongiaires, des *Textularia* et des Globigérines (grosses, mais très rares) (éch. 39).

A partir de la fin des temps Crétacés, la région resta émergée, en proie à une érosion intense, jusqu'au début du Miocène.

On trouve les traces de cette phase continentale sous forme de poches creusées dans les calcaires antérieurs et remplies d'un sable rouge siliceux, qui est le résidu de décalcification des calcaires sénoniens surtout. On l'exploite activement comme sable réfractaire (sur le chemin de Pomaray, à la Charmette par exemple). On y a trouvé près des Échelles (Savoie) une mâchoire de *Lophiodon Larteti* FILH., caractéristique du Sparnacien lacustre (1).

On rencontre de ces poches, maintenant vidées, — mais reconnaissables à leurs parois colorées en rouge — des deux

(1) Voir, à ce sujet, V. Paquier et W. Kilian (Trav. lab. Géol. Univ. de Grenoble, tome IV, 2, 1898).

côtés du Guiers-Mort à l'entrée du Désert et en amont du Pont Saint-Bruno, là où la barre des calcaires urgoniens s'abaisse et traverse la gorge.

Miocène. — La mer est revenue ensuite et a déposé les puissantes assises de mollasse et de poudingues conservées dans les vallées synclinales du massif de la Grande-Chartreuse. Cette mollasse forme les côteaux boisés et partiellement recouverts d'éboulis en avant et en contre-bas de l'escarpement tithonique. Elle est entamée profondément par le ravin de St-Joseph-de-Rivière et le Guiers-Mort. La Mollasse inférieure (= Burdigalien) débute par un grès à ciment calcaire et à Bryozoaires qui montre, au microscope, des débris grossiers de Bivalves, des grains de quartz roulés et des grains de glauconie, remplissant quelquefois les loges des Bryozoaires (échantillon 29). Ensuite viennent des alternances de sables fins et de poudingues renfermant des débris d'*Ostrea crassissima* LAMK. et correspondant à l'Helvétien (3). Vers le haut, la Mollasse devient de plus en plus argileuse; déjà sur la route de Saint-Laurent à Fourvoirie, et surtout au N. des Bourdoires, on voit des couches d'argile un peu gréseuse plonger légèrement vers l'O. (2). Ces couches correspondent peut-être au Miocène supérieur. Le manque de fossiles ne permet pas de fixer définitivement la question. M. Kilian a signalé entre Pommiers et Saint-Laurent *quatre bancs de lignites* qui étaient jadis exploitées près de la première de ces localités (6, 7). J'ai trouvé dans le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière deux couches noires, argileuses, qui pourraient bien en être la continuation. Malheureusement, elles se perdent dans les bois, sous des éboulis, de sorte qu'il m'a été impossible de les suivre plus loin.

Pliocène. — Durant le Pliocène, l'érosion a attaqué les Alpes, et les cours d'eau ont étalé sur l'avant-pays de vastes cônes de déjections dont on trouve les restes, sur les plateaux du Bas-Dauphiné, sous forme de cailloutis de quartzite rubéfiés.

Pléistocène. — Ensuite, les glaciers ont à plusieurs reprises recouvert les Alpes et la plus grande partie du massif de la Grande-Chartreuse. De nombreux *blocs erratiques* (gneiss, grès houiller) témoignent de ces anciennes glaciations. (Route d'Arpizon, Oratoire de Curière, chemin de la Petite-Vache.)

Les torrents ont creusé pendant les phases interglaciaire et postglaciaire de profondes gorges et déposé de puissantes alluvions.

Pour homologuer exactement les dépôts fluvio-glaciaires de la région étudiée avec ceux de la vallée de l'Isère, il faudrait étudier les relations des terrasses de Voiron avec les phases de surcreusement de cette dernière vallée, l'âge des cônes de transition accumulés au débouché des cluses de Saint-Etienne-de-Crossey (4, 5) et de Saint-Laurent-du-Pont, enfin dater le phénomène de capture du Guiers-Mort par le Guiers-Vif. Ces questions dépassent les limites de mon travail.

Je me bornerai donc à distinguer un *Glaciaire récent* et un *Glaciaire ancien*.

Je nommerai « *Glaciaire ancien* » l'ensemble des dépôts glaciaires antérieurs au cône de transition de Provenche. Ces dépôts sont très décomposés, et la surface de leurs éléments est rubéfiée. On peut subdiviser ce Glaciaire ancien en deux parties : la plus ancienne est représentée par les dépôts de la prairie de Curiérette et de l'Orsière, des deux côtés du Guiers-Mort, en des points qui marquent probablement les bords d'une « auge » glaciaire ; la partie la plus récente est représenté : 1° derrière la chapelle qui domine Saint-Laurent-du-Pont ; 2° au Nord et au-dessus de Fourvoirie, où se trouve une maison en ruines ; 3° des deux côtés du torrent de Saint-Joseph-de-Rivière à une altitude assez constante. Ces derniers dépôts correspondent sans doute à une phase de creusement pendant laquelle le fond des gorges s'était considérablement abaissée. Ils sont peut-être d'âge würmien.

Glaciaire récent. — Le glaciaire a du ensuite se retirer dans la gorge ; car le torrent a édifié à son débouché un important cône de transition qui est constitué par la base des dépôts

fluvio-glaciaires de Provence qu'entame le Guiers-Mort et qu'Elie de Beaumont avait pris pour du poudingue miocène (ceci probablement parce qu'ils sont cimentés) (1).

Les éléments de ces dépôts sont assez bien arrondis, calibrés et stratifiés et montrent très peu de roches intraalpines. Ce même cône s'étend probablement jusqu'aux Bourdoires ; malheureusement il est partout recouvert de cultures et de prairies qui empêchent de vérifier cette hypothèse. Il semble s'appuyer çà et là contre du Glaciaire ancien, qui est recouvert en grande partie par de puissants éboulis. (Maison forestière du Désert au N. de Provence) (16).

Puis le glacier a dû revenir sur son propre cône de transition : il y édifie sur ce dernier un *vallum* morainique qui traverse Provence (16) et se montre en relation avec un cône de transition emboîté dans le précédent et bien visible à la gare de Saint-Laurent-Revol (4, 5, 9, 12). Ce complexe glaciaire se continue de l'autre côté du Guiers-Mort. Il est couronné au-dessus de Saint-Laurent par une chapelle derrière laquelle le *vallum* morainique se montre très net. Le cône de transition, encore bien visible près du Cotterg, s'étend de ce côté jusqu'aux Raviens.

J'attribue les lambeaux de Glaciaire récent qu'on voit entre les Raviens et Saint-Joseph-de-Rivière à un autre cône de transition contemporain de celui que je viens de décrire, mais correspondant à un glacier qui sortait du vallon de Saint-Joseph de Rivière (1).

Après ce stationnement, le glacier du Guiers-Mort a commencé à se retirer. Il s'est arrêté de nouveau plus près de la sortie de la gorge où il a édifié, au-dessus de Fourvoirie, un autre *vallum* dont le point culminant porte aujourd'hui une croix (16).

Le complexe de Provence — le Cotterg est sans doute

(1) Derrière la Distillerie de la Grande Chartreuse se trouve une grande prairie dont la topographie marque nettement la nature glaciaire. Il est difficile de l'attribuer à une des formations glaciaires décrites plus haut. Peut être la base appartient-elle au cône de déjections ancien inter-stadiaire et le sommet au cône de transition de Provence. J'ai marqué sur la carte ce lambeau en « Glaciaire indéterminé ».

post-Würmien, c'est-à-dire postérieur au stade de Rives; mais il m'est pour le moment impossible de dire plus exactement à quel stade il peut se rapporter.

Puis la retraite s'est effectuée, définitive quoique relativement lente; car les eaux ont dû approfondir encore pendant ce temps la gorge profonde du Désert. Le glacier principal s'est retiré dans la région de Saint-Pierre-de-Chartreuse, laissant çà et là des lambeaux qui ne se sont maintenus que lorsqu'ils étaient placés dans un cirque glaciaire, comme celui du Couvent de Curière. Là, en effet, se trouvent encore des dépôts morainiques: les marnes valanginiennes et berriasiennes sont profondément creusées et masquées par ces sédiments récents, de sorte que le Valanginien marneux n'est visible, près de la voûte du Désert, que dans les lits des ruisseaux.

A la Cabane de la Grande-Vache, on remarque un cirque plus récent encore. Du reste, toute la région trahit, par sa topographie, le passage des glaciers.

Eboulis et Cônes de déjections postglaciaires. — Pendant le retrait, des glaciers ont dû se constituer de nouveaux cônes de déjections: celui très net de Saint-Joseph-de-Rivière, et un autre moins important sur lequel est bâti Saint-Laurent-du-Pont.

Je mentionnerai enfin, en passant, les Eboulis qui recouvrent de grandes surfaces, au pied des rochers (route d'Arpizon, coteaux au S.-O. de Saint-Laurent). Ils s'augmentent encore chaque année.

Alluvions récentes. — Les alluvions récentes qui remplissent la vallée de Saint-Laurent sont sans intérêt. Il me paraît inutile de les décrire en détail. Elles ont été déposées par le Guiers-Mort.

*

* *

Résultats généraux. — Le fait stratigraphique le plus frappant aux environs de Saint-Laurent, est le développement considérable des **faciès zoogènes** (voir Pl. II). Tous les

étages, depuis le Kimméridgien jusqu'au Valanginien, montrent ce faciès récifal zoogène : il apparaît sous forme d'intercalations et de lentilles dans la vallée de l'Isère (Chevalon), et se développe de plus en plus vers le Nord, jusqu'à former le récif de la Grande-Sure ou celui de la route d'Arpizon qui n'a cessé d'exister qu'à la fin du Valanginien. Ce fait s'explique par la proximité du faciès jurassien. On sait, en effet, que le Jura se réunit avec les Alpes à l'Echaillon, où le faciès récifal a déjà envahi le Jurassique supérieur et le Valanginien inférieur. En face de l'Echaillon, la Montagne de Ratz continue le Jura qui se détache peu à peu des Alpes, multiplie ses chaînes par relaiement et va former au delà du Rhône le Jura français et suisse. Un synclinal miocène sépare les chaînons jurassiens des chaînes subalpines qui s'infléchissent vers le N.-E. (v. Pl. IV). Ce synclinal va s'élargir de plus en plus et former la plaine mollassique suisse.

C'est donc dans la région étudiée que le faciès jurassien (zoogène) passe latéralement au faciès alpin (bathyal ou néritique).

TECTONIQUE

Charles Lory (2, 3) avait déjà reconnu que les phénomènes de plissement jouaient un grand rôle dans la formation des Alpes en général et des chaînes de la Grande-Chartreuse en particulier ; mais il attribuait encore une importance prépondérante aux mouvements verticaux produisant des failles. Il croyait notamment que la structure du massif de la Grande-Chartreuse était déterminée par deux failles principales traversant ce massif du Sud au Nord. La première était la faille du Néron (c'était, selon lui, la même faille que celle qui est visible sur la route du Désert et que j'ai adoptée comme limite E. de la région étudiée dans le présent travail); la seconde, était celle de Voreppe, déterminant le premier escarpement subalpin qui domine le Bas-Dauphiné par-dessus les chaînons jurassiens. Des recherches ultérieures ont montré que ces failles étaient dues, tout comme les plis, à des mouvements tangentiels, et qu'elles s'étaient produites par la rupture du flanc inverse des

plis, conséquence de l'exagération de la striction. Aussi voit-on que ces accidents tectoniques sont tantôt de véritables *plis-failles*, tantôt des anticlinaux plus ou moins complets, suivant que la pression latérale a été plus ou moins forte et que les couches plissées se sont montrés plus ou moins plastiques.

C'est ce que montre très bien la « faille de Voreppe » qui traverse la région considérée ici.

Par l'effet de ce pli-faille, visible à l'Est de Voreppe, la série du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur chevauche la molasse miocène ; cette série constitue l'escarpement qui domine toute la dépression synclinale depuis Voreppe par le Col de la Placette jusqu'à Saint-Laurent. La direction de ce pli-faille est S.-S.-O.-N.-N.-E. et son axe s'abaisse graduellement vers le N. (6, 10) (Pl. III, fig. 1).

Si l'on remonte un peu au N. de Voreppe, on voit le Séquanien former une charnière anticlinale (14), tandis que les couches supérieures sont étirées et n'affleurent pas. Plus au N., dans le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière, le Kimméridgien et le Tithonique s'ajoutent au noyau séquanien, formant une voûte très nette (Pl. III, fig. 2).

Depuis ce point, l'anticlinal se continue jusque sur la rive droite du Guiers-Mort. La charnière a disparu par endroit, enlevée par l'érosion. Le flanc inverse, laminé, affleure très nettement sur la route de Curière et forme les deux buttes rocheuses qui émergent des pentes boisées, un peu au Sud de Saint-Laurent. A l'entrée du Désert, quelques termes du Crétacé complètent l'anticlinal, sur un petit parcours (8, 10-14) (Pl. III, fig. 3). Ensuite, toute la voûte disparaît de nouveau, et un pli-faille la remplace, affectant tous les termes du Crétacé et du Jurassique supérieur (10).

De puissants éboulis cachent, d'ailleurs, les étages inférieurs au Kimméridgien. Enfin, près de Saint-Christophe (Isère), au Nord de Saint-Laurent-du-Pont, dans la gorge du Guiers-Vif, l'axe de l'anticlinal s'étant considérablement abaissé, on peut voir la voûte complète et très nette, formée par l'Urgonien (Pl. III, fig. 4). Cette voûte est relayée, quelques kilomètres plus loin, par un nouveau pli-faille.

Il est intéressant d'étudier d'un peu plus près la région consi-

considérée et, en particulier, la constitution de l'anticlinal du Désert. J'ai décrit, dans la partie stratigraphique, le flanc normal de ce pli. Il est formé par une série complète qui s'étend du Séquanien à l'Urgonien et à laquelle s'ajoutent le Gault et le Sénonien supérieur. Toutes les couches sont très régulièrement inclinées de 40°, se redressant jusqu'à 70° à mesure qu'on descend la route à partir de la faille-limite. Par endroit, les couches plus plastiques que les autres sont froissées, ainsi le Séquanien sur la route de Curière. C'est là, à l'endroit dit Curiérette, que l'on voit très bien le Séquanien former une voûte accidentée de petites failles. En descendant, à partir de là, on entre dans le flanc inverse du pli, constitué d'abord par le Tithonique un peu laminé (les grosses assises du Kimméridgien sont complètement étirées). Ensuite vient l'Hauterivien très broyé et laminé, l'Urgonien et le calcaire à silex du Sénonien (8, 10, 11). Toutes ces lames sont verticales ou un peu renversées et se continuent jusqu'au-delà du Guiers-Mort. Sur la route du Désert (14), le Séquanien s'est froissé en buttant contre le Tithonique, l'Hauterivien est très net quoique peu épais (14), et entre le Sénonien et l'Urgonien s'ajoute encore une petite lame de « Lumachelle » du Gault. C'est tantôt contre l'Urgonien — [que Ch. Lory considérait comme un anticlinal accessoire qui se serait affaissé devant la faille de Voreppe (3)], — tantôt contre le Sénonien qu'on voit butter en discordance la mollasse à ciment calcaire et à Bryozoaires du Burdigalien.

Toutes les roches du flanc inverse sont donc laminées et tellement broyées qu'elles sont devenues en partie méconnaissables. Ainsi sur la route du Désert il est impossible de reconnaître le Tithonique dans le calcaire jaunâtre, un peu cristallin, traversé dans tous les sens par de petits filons de calcite qui fait suite à la lame hauterivienne à *Toxaster retusus* LAMK. (trouvé par M. W. Kilian); pourtant, c'est bien lui, car on arrive à l'identifier au Tithonique de la route de Curière, épais et assez net dans le même flanc inverse.

Les couches du Crétacé finissent en biseau un peu au-dessus de la route de Curière, et c'est la série jurassique seule qui constitue l'anticlinal vers le S. Au N. du Guiers-Mort

il est difficile de dire exactement jusqu'où s'étendent les couches, les éboulis recouvrant presque tout. L'Urgonien finit ici dans les bois, derrière un mamelon de Glaciaire ancien.

On doit à M. V. Paquier des recherches sur la répartition du faciès récifal et sur les failles du Valanginien inférieur au S. du Guiers; les résultats en ont été consignés sur la feuille Grenoble (2^e édition) de la Carte géologique au 80 millième.

On est donc ici en présence de plis complets et de plis-faille se relayant et se remplaçant sur de très courtes distances. La cause du phénomène paraît résider dans l'intensité de la striction et dans la plasticité variable des couches sur lesquelles elle s'est exercée. D'une manière générale, cette intensité semble avoir diminué du Sud au Nord, entre Voreppe et Saint-Christophe (Isère), car le chevauchement se transforme peu à peu, sur ce parcours, en un anticlinal complet.

D'autre part, il semble que la plasticité plus ou moins grande des assises explique la constitution du flanc inverse de l'entrée du Désert et la rupture nouvelle vers la route d'Arpizon. Suivant l'intensité de la striction, les couches du flanc inverse se sont plus ou moins renversées vers l'Ouest et étirées. Ainsi, entre l'entrée du Désert et la route de Curière, où le déversement augmente, le Sénonien est momentanément écrasé. Plus au S., vers le ravin de Saint-Joseph-de-Rivière, le pendage devient sensiblement vertical, les couches plongent même vers l'Ouest (80°). La striction était donc égale ou même moins forte qu'à l'entrée du Désert; néanmoins les lames crétacées ne réapparaissent pas. Mais on peut facilement remarquer qu'aux endroits, où les voûtes sont incomplètes, le faciès zoogène a envahi la série mésozoïque. Ce fait a produit non seulement une augmentation assez considérable d'épaisseur, mais encore la masse récifale doit opposer en ces points par son manque de stratification et par sa compacité une résistance particulièrement grande à la striction. C'est pourquoi les lames crétacées font défaut au Sud de la route de Curière et la rupture s'est produite de nouveau du côté de la route d'Arpizon. Il est alors intéressant de remarquer que c'est justement en face des lames inverses de l'anti-

clinal du Désert que le faciès récifal a son moindre développement. Et si les couches particulièrement plastiques du Valanginien marneux et du Berriasien manquent, c'est que, pincées entre le Valanginien calcaire et le Tithonique, elles ont été écrasées. L'Hauterivien marneux très épais dans le flanc normal a été également laminé et n'est représenté que par une mince bande très broyée sur la route de Curière. Le Kimméridgien n'a pu suivre le plissement probablement à cause de son épaisseur et de sa rigidité.

Au Nord de la route d'Arpizon le faciès récifal disparaît peu à peu et on voit aussitôt l'anticlinal se reconstituer (Gorges du Frou) Pl. IIV, fig. 4).

A l'accident anticlinal de Voreppe — Saint-Laurent (Désert) — Saint-Christophe (Gorge du Frou) fait suite vers l'Ouest un synclinal mollassique, dont l'axe marqué par les dépôts argileux du Miocène supérieur est placé à l'Est de la ligne Saint-Joseph-de-Rivière — Saint-Laurent — les Bourdoires.

Puis la large voûte un peu asymétrique du chaînon jurassien perce la couverture tertiaire et disparaît ensuite définitivement sous les dépôts tertiaires et quaternaires du Bas-Dauphiné. Au Nord de Saint-Laurent, le synclinal mollassique est divisé en deux par la naissance d'un autre anticlinal jurassien qui s'élève du côté droit du Guiers-Vif et se dirige comme le premier vers le Nord (voir la Pl. IV).

Il faut mentionner qu'au Sentier des Sangles qui aboutit à la route de Curière, un autre anticlinal s'ajoute à celui du Désert et se dirige vers le S. Là l'Urgonien vertical perce le Gault et le Sénonien. Le Gault est étiré par endroit ; les lauzes du Sénonien sont froissées et le tout est déversé vers l'Ouest.

HYDROGRAPHIE

Il est utile de dire quelques mots des ressources hydrologiques de la région étudiée. Elle est traversée du S.-E. au N.-O. par le Guiers-Mort, qui est utilisé comme force motrice par l'usine des ciments Vicat et par une forge à l'entrée du Désert. A part celui-ci, il n'y a que des lits torrentiels qui descendent de tous les côtés sur les pentes rocheuses et dont le fonctionne-

ment a été arrêté par un reboisement très actif. Seul, d'ailleurs, le torrent de Saint-Joseph-de-Rivière a quelque importance.

L'eau potable est fournie le plus souvent par les dépôts glaciaires et par les éboulis. Le contact de ceux-ci et de la Molasse argileuse constitue un excellent niveau aquifère. Le Glacier fournit également de l'eau aux Chalets d'Arpizon, au Couvent de Curière et à la prairie de l'Orsière. Une source a été captée dans la couche à Orbitolines de l'entrée du Désert Mais en général les parties hautes des pentes qui regardent St-Laurent sont relativement dépourvues d'eau. On n'y rencontre que quelques suintements au contact de l'Urgonien et de l'Hauterivien (Grande-Vache, Route d'Arpizon), entre le Valanginien calcaire et le Valanginien marneux (Route d'Arpizon) ou le Berriasien (Chemin de Curière). La plus grande quantité de l'eau infiltrée s'écoule, par suite du pendage des couches du côté E., où elle est probablement absorbée par la faille-limite.

M. le professeur Kilian a bien voulu revoir cette note et vérifier avec moi sur le terrain mes levés géologiques ; l'intérêt qu'il a porté à mon travail et les conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer ont grandement facilité ma tâche.

