CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TERRAINS TERTIAIRES DU ROYANS

(ISÈRE ET DROME)

par P.-R. GIOT

Le présent mémoire a pour objet de résumer l'étude détaillée que j'ai faite de la stratigraphie des terrains éocènes, oligocènes et miocènes du Royans, et les conclusions paléogéographiques et tectoniques qu'on peut en déduire. Ce travail a été effectué au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, sous la direction de MM. GIGNOUX et MORET, que je suis heureux de pouvoir remercier de leur soutien constant, de leurs nombreux conseils et de leur inlassable obligeance.

Pour plus de brièveté, il m'a fallu délibérément sacrifier la masse considérable des observations et discussions de détail, et me contenter d'en dégager les idées générales, au risque de faire peut-être un exposé trop synthétique.

I. — Introduction.

1° Morphologie du Royans.

Le Royans, Royanez ou Royannais, constitue une petite région naturelle extérieure au Vercors, de forme triangulaire, entre les villages de Beauvoir au N, de Bouvante au S et de Saint-Nazaire à l'W. Il est limité au NW par le cours de l'Isère, qui le sépare des plaines du Bas-Dauphiné; son bord oriental est constitué par les falaises urgoniennes ou sénoniennes du Vercors, hautes murailles rectilignes, fortement attaquées par l'érosion, découpées en blocs par une série de cluses et reculées pittoresques. Au SW il est séparé de la plaine du Valentinois par une chaîne de terrains crétacés sans nom bien défini (montagnes de Rochechinard, de la Sieurle, de Musan) correspondant à une prolongation septentrionale des Monts du Matin (ou chaîne de Raye). L'élément central de cette petite chaîne est constitué par l'anticlinal de Saint-Nazaire-en-Royans, localité où il s'ennoie périclinalement sous la couverture tertiaire. C'est en

réalité un anticlinal complexe, un petit anticlinorium, avec plusieurs synclinaux secondaires marginaux, se traduisant par une série de sinuosités dans le tracé de ses bords, qui présentent une pente structurale nettement plus faible que celle des falaises du Vercors. Seules, des combes sont profondément érodées, jusqu'à l'Hauterivien, le long des crêtes anticlinales.

Dans l'ensemble, le dessin du Royans est celui d'un de ces nombreux synclinaux molassiques pincés dans les chaînes subalpines, mais il présente la particularité d'être largement ouvert sur l'avant-pays au N. C'est en somme un bas-pays, à faible relief, souvent appelé par les géographes « plaine » ou « golfe du Royans ». Il est drainé par le cours de la Bourne, sensiblement E-W, et de son affluent la Lyonne, qui lui est perpendiculaire, coulant du S au N. Une très grande partie de la surface du Royans, surtout dans la moitié orientale et septentrionale, est occupée par une série de grandes terrasses étagées, à hauts et bas niveaux. Comme relief intéressant, il y a lieu de signaler une ligne de petites collines parallèles à l'Isère, au N de la Bourne, et surtout, dans le quartier SW, aux pieds de la bordure secondaire, épousant les sinuosités des synclinaux éventrés, une large dépression monoclinale, allongée de Saint-Martin-le-Colonel à Saint-Nazaire dans les terrains éocènes et oligocènes peu résistants. Cette dépression est dominée à l'E par une première cuesta, petite côte peu élevée, mais nettement marquée dans le paysage, correspondant à la base des terrains miocènes; une deuxième côte lui succède presque immédiatement, culminant vers les 600 m. (pas de point coté sur les cartes), aux confins des communes de Saint-Thomas, la Motte-Fanjas, Rochechinard et Saint-Jean; puis elle s'abaisse à l'E, vers le cours de la Lyonne, par de grandes surfaces structurales. Nous pouvons appeler ce petit système de collines les « hauteurs médianes » du Royans.

2° Historique [1].

Les terrains tertiaires du Royans ont été relativement peu étudiés. Les anciens auteurs, dont le premier fut Elie DE BEAUMONT (1), suivi par GUEYMARD (2, 4), Scipion et Albin GRAS (3, 5, 6, 11), FOURNET (7, 8), Charles LORY (9, 10, 12), ne les ont traversés que lors de courses rapides. Cependant ils établirent certaines des données essentielles de la stratigraphie : reconnaissance d'un Eocène continental et d'un Miocène marin. Albin GRAS (6) soupçonna la présence de « Tongrien » (Oligocène). FONTANNES, qui a décrit de façon si complète et si claire les terrains tertiaires de la vallée du Rhône,

[1] Les chiffres entre () à la suite des noms d'auteurs renvoient à la liste bibliographique donnée à la fin de cet article.

semble totalement ignorer le Royans, auquel il ne fait pas même allusion.

A la fin du siècle dernier, Elie MERMIER (13, 14, 15, 16) étudie assez à fond cette région, notamment aux environs du confluent de la Bourne et de l'Isère, où il reconnaît avec certitude et décrit l'Oligocène. Malheureusement ses travaux sont à la fois confus et remplis de renseignements intéressants. Wilfrid KILIAN (17, 18) ne fit que s'en servir et leva les contours de la 2e édition de la feuille Vizille (19), qui représentaient ainsi l'état actuel de nos connaissances sur le Royans, avant mes propres explorations.

II. — L'Eocène et le Sidérolithique.

1° Généralités.

Les sables réfractaires violemment colorés du Royans étaient propres à attirer l'attention des anciens auteurs, qui n'ont pas tardé à les reconnaître comme fluviatiles. Les minerais de fer, exploités au XVIIIe siècle par les Chartreux de Bouvante, et primitivement confondus avec l'Urgonien dans les fentes duquel ils sont inclus, ont été classés comme « sidérolithiques » par Charles LORY et mis en relation avec les sables et argiles réfractaires. La découverte d'une mâchoire de *Lophiodon Larteti* FILHOL, aux Echelles (Savoie), confirma l'âge éocène inférieur de ces formations. En fait, je distinguerai dans cet ensemble deux groupes : le Sidérolithique et l'Eocène.

2° Le « Sidérolithique ».

Il s'agit là de formations résultant de l'altération superficielle et locale des calcaires crétacés, et en remplissant les fissures et les poches de dissolution karstique. Il y a tous les passages entre le revêtement de terres rouges actuelles ou subactuelles, que l'on trouve partout sur la montagne, et des sables fins, de couleurs diverses, rose, verte, blanche ou panachée en tous sens, remplissant des poches éventrées, éparses çà et là. Généralement décalcifiés, ces sables peuvent être argileux, et dans ce cas enrober des concrétions calcaires blanches. Parfois ils sont consolidés sous forme de grès lustrés à patine brune.

On y trouve aussi des minerais de fer, tantôt sous forme de limonite compacte, tantôt se résolvant au binoculaire en petites concrétions pisolithiques. Très souvent silicifiés, avec des géodes nourries de petits cristaux de quartz, des lits de jaspéroïdes, ils montrent souvent une évolution, par déshydratation, vers l'hématite rouge.

Les anciens auteurs citent du manganèse. Parfois cette silicification se traduit par une structure zonée, due à des couches concentriques de limonite et de quartz, ce dernier minéral formant en outre des réticulations radiales.

Une partie de ces dépôts est éocène; car le minerai se retrouve en galets dans les sables de cet âge. Mais, s'échelonnant jusqu'à la « terra rossa » actuelle, il en est de toutes les époques plus récentes, pendant lesquelles les calcaires crétacés ont pu être mis à nu. L'anticlinal de Saint-Nazaire a été, comme je le montrerai, plus souvent émergé que les autres régions du Vercors, et a constitué ainsi une zone très favorable à ces actions superficielles sous climat chaud, d'abord de l'Eocène au Miocène inférieur, puis de nouveau après le Pliocène, et peut-être même, en ses parties culminantes, sans interruption de l'Eocène à l'époque actuelle.

3° Les sables éocènes.

Ils sont indiscutablement éocènes ou infra-oligocènes, car ils se montrent intercalés entre Sénonien et Stampien supérieur; il n'est pas possible de serrer leur âge de plus près; et il est préférable de se méfier d'une assimilation rapide avec les sables et argiles bigarrés des Echelles; leur mode de gisement est en accumulations souvent épaisses, dépôts de remplissage d'anciennes dépressions fluviatiles, par les résidus complètement décalcifiés d'une intense érosion d'échelle régionale.

Des observations soigneuses m'ont montré deux aspects bien différents au point de vue colorations : des sables incolores, et des sables rouge sanguine vif. Il importe de bien les distinguer : *a*) de l'Oligocène décoloré, bariolé, contenant toujours du calcaire; *b*) des remaniements et altérations quaternaires ou actuelles, qui ont tendance à rougir les dépôts incolores; *c*) des migrations de colorant, sous l'effet du ruissellement et de l'infiltration, maquillant les affleurements en déposant des voiles de particules colorées à leur surface : il faut toujours nettoyer les affleurements, et observer des coupes de première fraîcheur.

Le faciès incolore. — Au point de vue répartition, c'est une forme de base et de bordure, seule en contact direct, tant latéral que vertical, avec le Crétacé. En prenant les précautions sus-mentionnées, je n'ai jamais observé dans le Royans de contact entre sables colorés et calcaires secondaires. Les sables incolores (ou « blancs ») recouvrent une topographie karstique fossilisée, remplissent les fissures (dont les produits d'altération rougis ont disparu), puis s'étendent en couches régulières, parfois sur une grande épaisseur. Vers

le S et l'E du Royans, ils forment la quasi-totalité de la masse de l'Eocène, atteignant une centaine de m. de puissance et montrant une stratification entrecroisée, indice d'une sédimentation turbulente. Au pied de la montagne de la Sieurle, on peut voir de loin de magnifiques ravinements déchiquetés et profonds dans ces sables.

Aux environs de Saint-Nazaire, dans les exploitations ou les berges des rivières, on voit les sables incolores recouvrir des chicots urgoniens et former la base ou la paroi latérale de l'Eocène discordant, souvent infiltré dans des cavités karstiques. Près du cimetière, ces sables reposent, subhorizontaux, contre l'Hauterivien vertical : ce qui met bien en évidence l'énorme érosion qui a préludé à ces formations; non seulement, comme il est fréquent, le Sénonien a été mangé, mais aussi les puissantes assises urgoniennes. Il y a lieu de constater que l'Eocène est particulièrement épais là où cette érosion a été la plus poussée, et aussi là où le Sénonien est lui-même affecté par un faciès sableux.

Les sables rouges. — Exploités comme sables réfractaires, ils sont très épais aux environs de Saint-Nazaire (célèbre « ravin rouge »), mais on les retrouve un peu partout, réduits à un mince liseré de quelques décimètres, sous l'Oligocène ou le Miocène susjacent (SW du Royans); parfois ils ne sont pas représentés. Ils sont toujours à une certaine distance, horizontale ou verticale, du Crétacé; d'autre part ils sont ravinés par l'Oligocène, ou recouverts transgressivement par le Miocène.

Les relations entre les deux colorations sont des plus curieuses. Il peut y avoir superposition, des couches colorées succédant à des incolores, le plus souvent avec une zone de passage intermédiaire, peu épaisse, de quelques décimètres, brune ou ocrée. Il peut y avoir juxtaposition latérale : on peut suivre les strates incolores, et les voir devenir colorées, toutes ensemble en traversant une surface, généralement verticale, ce qui prouve bien qu'il s'agit d'un même sédiment originel. Aux contacts des colorations il y a de minces liserés, de l'ordre du centimètre, bruns, et parfois violacés ou mauves.

Uniquement formés de quartz détritique, ces sables ont, dans l'ensemble, un grain assez homogène et fin. On y trouve, parfois abondants dans certaines zones, des galets du minerai de fer sidérolithique, bien roulés. Sur la rive droite de l'Isère, à un demi-kilomètre en amont du pont, j'ai découvert un accident siliceux lenticulaire tout à fait particulier, de grande taille, avec des bancs de silex jaspéroïdes vivement colorés, type d'accident siliceux en milieu siliceux continental d'origine purement chimique.

Origine de la coloration. — La couleur rouge est due à un enduit pelliculaire souillant les grains de quartz. En consultant toutes les analyses publiées (4, 20) ou inédites, on trouve une composition similaire pour les sables tant incolores que rouges, et en particulier, contrairement à ce que l'on pourrait penser, des teneurs en fer du même ordre. Des valeurs moyennes sont SiO_2 — 94 %, Al_2O_3 — 4 %, Fe_2O_3 — 1 %, le reste étant formé de H_2O, CaO, etc. Ce sont donc seulement des états différemment hydratés des sels de fer qui donnent lieu à ces diverses couleurs.

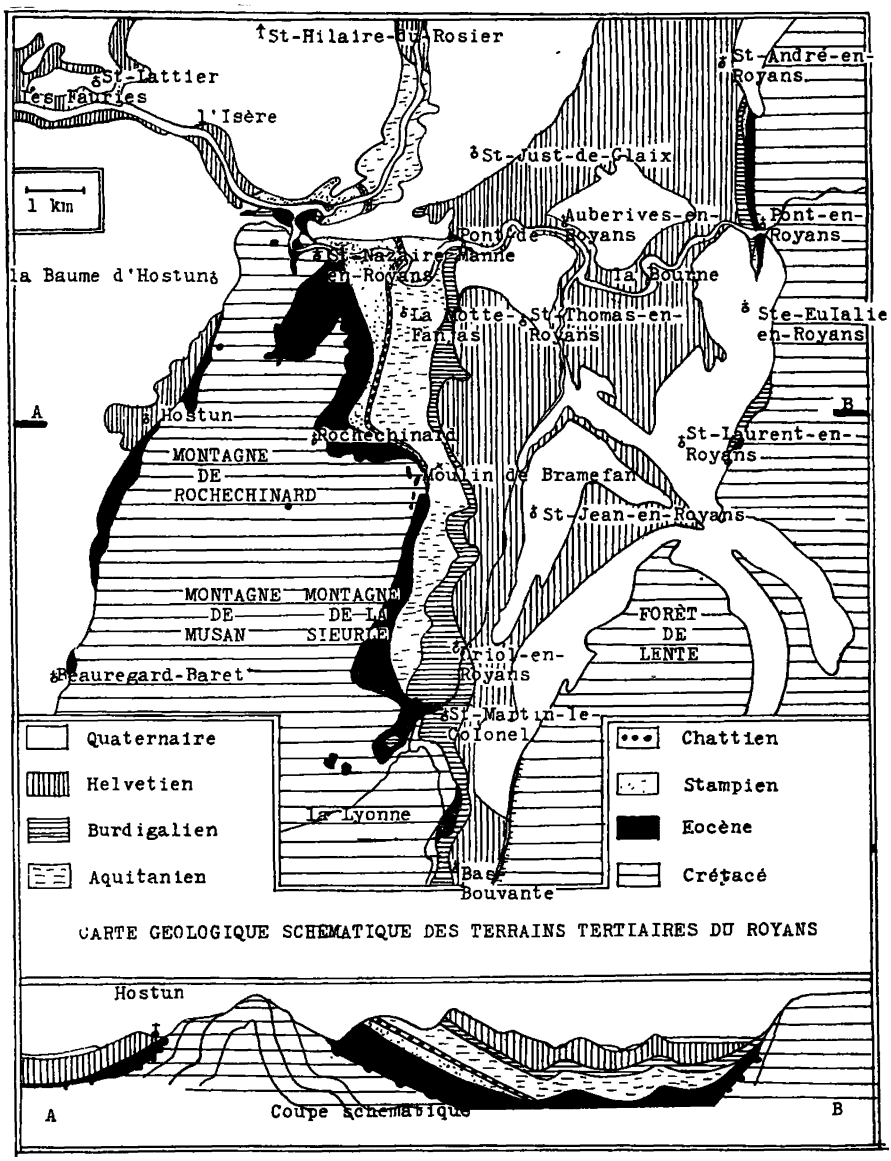
Il me semble résulter, de ces considérations, les conclusions suivantes sur l'origine de cette coloration rouge : elle est postérieure à la sédimentation, puisqu'elle n'est pas l'effet d'une répartition différentielle de substances. Le dépôt originel fut le sable blanc, en milieu fluviatile saturé d'eau. La coloration est due à une altération continentale postérieure, les sables rougis s'étant trouvés quelque temps dans la zone d'oxydation superficielle, qui pénétra plus ou moins, suivant la durée d'exposition et les conditions locales; ainsi s'explique la variabilité de la profondeur atteinte par la déshydratation. D'autre part, sur les bords des affleurements et des dépressions remplies par ces sables, il devait y avoir, soit des éboulis, soit des falaises ou des pentes raides qui ont eu un rôle d'écran ou de masque protecteur et ont inhibé l'altération à leur voisinage, ce qui permet de comprendre pourquoi, sur leurs bords, ces accumulations de sables sont toujours incolores.

Néanmoins cette altération a pu suivre de très près le dépôt, car dans les carrières d'Hostun, on observe des couches rouges successives, dont la partie supérieure est immédiatement recouverte par des sables incolores, alors que leur base montre des teintes dégradées pénétrant plus ou moins dans les sables sous-jacents. Ici il y a donc eu plusieurs arrêts dans la sédimentation des sables, accompagnés de la formation de ces « sols d'altération », brusquement recouverts par de nouveaux arrivages de sédiments.

4° L'anticlinal de Saint-Hilaire, axe de dissymétrie.

Les sables du versant rhodanien, dans la région d'Hostun, se singularisent par leur teneur assez considérable en fines particules de kaolin. Ils sont d'ailleurs activement exploités par décantation des produits de lavage. Ce kaolin ne peut avoir qu'une seule origine : la décomposition des feldspaths des terrains cristallins du Massif Central, après un transport minimum de 35 km., sans doute sous la forme de kaolin, car il ne reste aucun cristal de feldspath. Ces gisements se rattachent à ceux de Larnage et de Douévas, sur la bordure du Massif.

Or à l'E de l'anticlinal, dans le Royans, les sables éocènes ne présentent aucune trace de kaolin, tout en n'étant séparés des précédents que par 2 ou 3 kilomètres. Le kaolin ayant subsisté après



un transport de 35 km. devrait s'y retrouver si ces deux séries de dépôts avaient la même origine, ce qui n'est donc pas le cas. Par conséquent il devait y avoir une barrière naturelle entre ces deux

régions, sans doute un relief correspondant à l'anticlinal de Saint-Nazaire.

III. — L'Oligocène.

1° Généralités.

MERMIER ayant reconnu l'âge oligocène de certaines couches des environs de Saint-Nazaire, en avait cherché des prolongements ailleurs dans le Royans : il en reconnut des lambeaux, nous dit-il, à Saint-André et à Oriol, sans bien préciser où. KILIAN n'a cartographié, outre les affleurements assez étendus avoisinant le confluent de la Bourne et de l'Isère, que le lambeau de Saint-André.

Ayant repris l'étude cartographique et stratigraphique détaillée de ces terrains, j'en ai reconnu une extension beaucoup plus considérable, tout le long de la bordure occidentale du Royans, continue sur une douzaine de kilomètres jusqu'au delà d'Oriol. L'Oligocène y forme, avec l'Eocène, une zone déprimée, entre la bordure secondaire et la cuesta des molasses miocènes. En gros il faut reculer de 2 km. vers le N et 0,5 km. vers le S la limite occidentale du Miocène, telle qu'elle est figurée sur la 2e édition de la feuille Vizille, ceci pour les régions situées au S de la Bourne.

On peut distinguer, avec de légères variations de faciès et de puissance, une série de niveaux stratigraphiques, se débordant les uns les autres vers le S, au fur et à mesure que l'on monte dans la série. Certains sont fort minces, mais j'ai toujours pu les retrouver sur le terrain, à condition de prendre beaucoup de peine pour les rechercher, dans les fossés, les talus et les champs. La série est complète dans les berges de l'Isère et de la Bourne, à Saint-Hilaire-du-Rosier, Saint-Just-de-Claix, Saint-Nazaire-en-Royans et La Motte-Fanjas, où l'on peut observer d'assez belles coupes naturelles. Elle repose partout par ravinement sur les sables éocènes, altérés sous un contact qu'il est souvent difficile de délimiter avec précision, lorsqu'il se présente sable contre sable. Nous allons décrire les niveaux successifs, leurs répartitions et variations.

2° Le Stampien supérieur.

Constitué par une série de sables fins, bariolés, formés par le remaniement et le lessivage des sables éocènes. Ces sables oligocènes sont cependant très distincts des sables éocènes, car ils présentent toujours une teneur appréciable en calcaire et font effervescence aux acides : procédé de diagnostic simple, valable sur le terrain. Leurs teintes décolorées et délavées s'opposent en outre à l'homogénéité de l'Eocène.

A la base ces sables comprennent souvent une série de couches diversement colorées, roses, vertes, blanches. Au total une dizaine de m. sur les bords de l'Isère.

Sur ceux-ci vient ensuite un banc de 2 à 3 m. de calcaire lacustre siliceux, compact et de teinte claire, à grains de quartz détritique. Il contient des lits et rognons de meulière, avec des empreintes : *Potamides Lamarcki* BRONGNIART, *Hydrobia Sandbergeri* DESHAYES, *Sphaerium gibbosum* SOWERBY, *Chara sp.* Cette faunule est rigoureusement d'eau douce, même *Potamides Lamarcki*, qui se rencontre souvent très loin de toute eau marine. Vers l'W et vers le S, dès la Bourne, ce banc est bien moins individualisé, sous un aspect rognonneux; on peut cependant le reconnaître jusque vers le moulin de Bramefan (W de Saint-Jean).

Au banc calcaire succède une forte épaisseur (50 m.) de sables remaniés, d'abord roses, puis de plus en plus décolorés, jaunes, enfin blancs. Jusqu'ici, nous n'avons, à part la teneur en calcaire, aucun élément nouveau dans la sédimentation.

3° Le Chattien (ou Aquitanien inférieur des auteurs).

Le régime de la sédimentation change par suite d'apports détritiques. Le Chattien débute par des sables de plus en plus grossiers, qui ne correspondent plus du tout à un simple remaniement de l'Eocène, lequel était à grains fins. Il se charge parfois (sur les bords de l'Isère, à Saint-Just-de-Claix en particulier) de couches lenticulaires de galets variés, assez gros, de quartz, de silex divers (crétacés et tertiaires), de calcaires urgoniens, sénoniens et stampiens, et enfin de « galets mous » constitués par des sables rouges éocènes. Souvent consolidée, cette formation peut atteindre une dizaine de m., et se prolonge, par une série d'affleurements, vers le S, jusqu'aux environs de Rochechinard.

Le ciment de la partie supérieure de ce complexe se charge de calcaire, les galets diminuent de taille et se raréfient; on passe à une mince couche de 0,50 m. à nodules calcaires, contenant souvent en abondance une faunule d'*Helix*, fossiles continentaux entraînés dans ces formations fluviolacustres : *Helix cf. Ramondi* BRONGNIART, *H. eurabdota* FONTANNES, *H. cf. girondica* NOULET (excellent gisement sur la rive droite de l'Isère).

4° L'Aquitanien (s. str., ou Aquitanien supérieur des auteurs).

Des indices, déjà manifestés, de sédimentation marneuse, l'emportent. On passe à un calcaire marneux fin, gris-bleuâtre, en plaquettes, peu épais; il se produit concurremment un changement

radical de la faune, sous forme d'empreintes de Mollusques saumâtres, indiquant le rapprochement d'eaux marines : *Potamides longispira* MERMIER, *Hydrobia Dubuissoni* BOUILLET, *Cyrena convexa* BRONGNIART (= *semistriata* DESHAYES), *C. Mermieri* DEPÉRET. Vers le S, à partir du moulin de Bramefan près Saint-Jean, et jusqu'au SW d'Oriol, ce niveau repose directement sur l'Eocène, avec un faciès plus détritique de calcaire sableux, toujours en plaquettes jonchant les champs, bien plus épais (20 m.), avec des intercalations marneuses ou marno-gréseuses, parfois des silicifications ou des lits de meulière. On y trouve : *Potamides longispira, Bittium cf. plicatum* BRUGUIÈRE, *Tympanotomus cf. margaritaceus* BROCCHI, *Striatella crestensis* FONTANNES, *Cyrena convexa, C. sp.* de grande taille, faune au total plus proche de la mer que celle représentée plus au N.

Suit l'assise la plus importante de l'Aquitanien : 50 à 100 m. de marnes argileuses, bleuâtres lorsque fraîches, comme dans les exploitations de Saint-Just-de-Claix (pour tuiles), mais le plus souvent altérées et jaunâtres. Représentées partout, elles ne fournissent des fossiles utilisables que dans ces carrières : *Hydrobia Dubuissoni, Nystia Duchasteli* NYST, *Neritina aquensis* MATHERON, *Striatella royannensis* MERMIER, *Cyrena convexa,* traces végétales ligniteuses indéterminables. MERMIER y trouva en outre *Potamides longispira, Striatella valentinensis* MERMIER, *Cyrena Mermieri.*

Ces marnes contiennent diverses intercalations. Ce sont d'abord, au tiers inférieur, dans les régions N, une quinzaine de mètres de sables avec miches de grès, à stratification entrecroisée, s'effilant vers La Motte-Fanjas.

Vers le tiers supérieur, on observe un banc de calcaire mauve de 0 m. 50 d'épaisseur (parfois dédoublé), fournissant une faune nettement saumâtre : *Potamides longispira, Tympanotomus cf. margaritaceus, Cyrena convexa, C. sp., Striatella sp.* De La Motte-Fanjas jusque vers Saint-Jean, ce banc calcaire continue, mais devient franchement lacustre, par la faune et l'aspect, avec *Limnea sp., Nystia Duchasteli* et empreintes végétales, probablement d'Algues. MERMIER y citait *Limnea pachygaster* THOMAE, et *Helix Ramondi* écrasé, spécifications qui paraissent douteuses à ce niveau.

Enfin l'Oligocène se termine, dans les environs de la vallée de la Bourne, par un banc de 20 m. de sables à stratification entrecroisée, avec miches gréseuses, lits et galets mous de marnes à traces végétales, concrétions ferrugineuses. Il n'y a pas là, comme le décrit MERMIER, passage graduel au Miocène. Partout celui-ci est glauconieux et transgressif, et il ne saurait être question, comme MERMIER tente de le faire, de paralléliser ce banc sableux localisé avec la molasse grise de Lausanne (Burdigalien inférieur).

5° L'Oligocène du bord oriental du Royans.

L'étude des terrains tertiaires y est très difficile : les couches sont très redressées, presque entièrement recouvertes par des éboulis provenant des hautes falaises crétacées, ou encore par les terrasses pléistocènes. MERMIER a signalé un affleurement de marnes à Cyrènes au S de Saint-André; j'en ai rencontré un autre au S de Pont-en-Royans. Ces témoins n'offrent que l'intérêt de montrer qu'au moins à l'Aquitanien supérieur les lagunes occupaient tout le Royans.

6° Tableau paléogéographique.

On peut constater la persistance de la dissymétrie introduite par l'anticlinal de Saint-Nazaire : l'Oligocène, très développé dans le Royans, est absent sur son flanc rhodanien. Près de la terminaison périclinale, les assises oligocènes les plus anciennes, c'est-à-dire les sables fluviatiles du Stampien supérieur, dépassent très légèrement l'axe anticlinal vers l'W, mais en diminuant rapidement d'épaisseur; l'intercalation de calcaire lacustre, bien représentée immédiatement à l'E de l'axe, ne se poursuit pas du tout à l'W. Le Chattien et l'Aquitanien du Royans n'atteignent même pas le méridien de l'anticlinal; cependant ils doivent le traverser plus au N, pour se raccorder avec les épais dépôts oligocènes connus par sondages sous le Bas-Dauphiné. Ces données s'interprètent très bien en admettant l'existence d'un relief correspondant à l'anticlinal.

Au Stampien et au Chattien, dans une dépression adossée à ce relief, venaient s'accumuler des sables fluviatiles, provenant principalement de la remise en circulation des sables éocènes, puis de nouvelles érosions. A deux reprises, un régime lacustre s'installe dans tout ou partie de cette dépression. Puis, à l'Aquitanien, tout le Royans fut envahi par une vaste lagune côtière, la mer s'étant, semble-t-il, rapprochée à une faible distance au SE, introduisant une nouvelle faune. A divers moments, des estuaires devaient y déposer leurs sables que nous retrouvons. Un régime plus lacustre s'est momentanément différencié pendant une très courte période, dans une partie centrale de la lagune.

Selon les conceptions classiques, déduites de l'étude stratigraphique des bassins de la région rhodanienne, la mer, chassée des zones internes par la première phase orogénique alpine, forme au début de l'Oligocène un chenal périalpin, alimentant des lagunes, puis se résorbant : au Chattien on a partout des dépôts continentaux. La mer ne serait revenue, par la vallée du Rhône, qu'avec la transgression du Burdigalien supérieur.

L'Oligocène du Royans présente au contraire des caractères particuliers l'opposant à ces bassins classiques : dès l'Aquitanien il y aurait (et ici pour la première fois) des influences marines, et et par conséquent persistance d'un bras de mer périalpin. Ces faits viennent se raccorder avec des observations récentes identiques de BERSIER (21) trouvant des fossiles marins indiscutables dans l'Aquitanien du Jura vaudois, de TERCIER (22) découvrant aussi des fossiles marins dans la molasse burdigalienne inférieure de Fribourg (Suisse), de DONCIEUX (23, 24) décrivant dans la vallée des Usses, en Savoie, un Aquitanien franchement saumâtre, dans une série oligocène assez comparable à celle du Royans.

IV. — Le Miocène.

1° Généralités.

Pour les premiers auteurs, le Royans était un synclinal « molassique », rempli de terrains miocènes. Les progrès ont consisté à en séparer l'Eocène, puis l'Oligocène, par fragments successifs. MERMIER a indiqué brièvement les éléments d'une stratigraphie du Miocène, qui dans l'ensemble garde sa valeur. J'ai cherché à la préciser, à définir les variations de faciès et la répartition dans l'espace des niveaux successifs.

2° Burdigalien supérieur.

Il est transgressif, et repose sans distinction sur les terrains les plus variés, de plus en plus récents au fur et à mesure que l'on va du S vers le N : Urgonien, Sénonien, Eocène, divers étages de l'Oligocène. Mais il ne dépasse pas le Pont-de-Manne et Saint-Just-de Claix dans la direction du NW (contrairement aux indications de la feuille Vizille, 2e édition).

Il débute partout par quelques strates sableuses ou argileuses, avec glauconie, et contenant des débris altérés du remaniement des couches sous-jacentes (jamais de galets cependant). En plus des moules de Lamellibranches identiques à ceux des couches suivantes, ces strates sont caractérisées par l'abondance de *Turritella turris* BASTEROT.

La masse principale présente des variations de faciès suivant les localités. A l'approche de l'Urgonien ou du Sénonien, qui devaient former des hauts-fonds, on retrouve « l'appel des faciès calcaires » signalé par M. GIGNOUX pour le même niveau dans le Tricastin (25); il s'est même développé de véritables récifs, souvent très épais et en partie dolomitisés, en particulier vers Bas-Bouvante, Saint-Martin-le-Colonel, Oriol, et vers le NE à Saint-André; on avait

là une frange de récifs jalonnant l'ancienne côte. Les fossiles comprennent des Bryozoaires, des Algues calcaires, sans doute des Spongiaires et des Polypiers mal conservés, des Echinides (*Echinolampas hemisphaericus* AGASSIZ), de nombreux Pectinidés, qui précisent bien le niveau (*Chlamys latissimus var. nodosiformis* PUSCH, *C. praescabriusculus* FONTANNES, *C. scabrellus* LAMARCK, *Pecten subbenedictus* FONTANNES), des Ostracés (*Ostrea gingensis* SCHLOTHEIM, *O. digitalina* DUBOIS, *Anomia costata* BROCCHI), des Gastéropodes (*Pyrula cf. condita* BRONGNIART, *Trochus sp.*, *Turritella turris*), des moules indéterminables de Bivalves.

Lorsqu'on s'éloigne des anciens rivages les calcaires s'amincissent et passent à des formations marno-sableuses. Celles-ci contiennent une faune différente, surtout formée de Lamellibranches fouisseurs, à l'état de moules peu déterminables, *Panopaea, Cytherea, Tapes, Cardium, Pholadomya, Arca* et *Ostrea gingensis*. Au Pont-de-Manne, ce sont ces couches qui ont fourni à MERMIER, outre une faunule de Mollusques variée, un crâne entier d'un Rhinocéros, déterminé par lui comme *Acerotherium platyodon* MERMIER.

3° Helvétien.

Il est concordant avec le Burdigalien et a la même extension. On peut y distinguer plusieurs niveaux lithologiques. Sa faune, quand elle est conservée, est bien moins variée que la précédente et caractérisée par l'apparition d'*Ostrea crassissima* LAMARCK et d'*Echinolampas scutiformis* LESKE.

Helvétien inférieur. — *a*) 10 à 15 m. de marnes gris-bleuâtres, plus ou moins sableuses, renfermant quelques bancs pétris d'*Ostrea crassissima, O. gingensis* et *O. Boblayi* DESHAYES, et parfois des moules de Bivalves semblables à ceux du Burdigalien; *b*) 10 à 20 m. de sables fins, le plus souvent consolidés en grès se délitant en plaquettes, sans fossiles.

Helvétien moyen. — Dans le N du Royans (bon gisement dans le petit chemin surplombant la grande tranchée du Pont-de-Manne), il correspond à un niveau détritique et grossier, composé de galets glauconieux divers, de débris d'organismes : coquilles de Mollusques, *Pecten,* fragments d'*Ostrea crassissima* et *O. gingensis,* Polypiers, Bryozoaires, dents de Squales (*Lamna cf. elegans, Oxyrhina sp.*). Beaucoup de galets calcaires et de débris d'Huîtres présentent des perforations dues à des Mollusques litho- et conchyliophages. Ce niveau forme la crête des « hauteurs médianes »; plus au S, il passe à des sables fins.

Helvétien supérieur. — C'est une formation excessivement puissante de sables fins, jaunâtres par oxydation de la glauconie, formés de débris de roches diverses et de fragments de coquilles, donc à forte teneur en calcaire, mais sans fossiles reconnaissables, souvent consolidée en miches gréseuses : c'est la molasse typique, épaisse de plus de 100 m. Cette assise particulièrement monotone forme les petites collines situées au N de la Bourne. C'est elle qui recouvre directement l'Aquitanien, à l'amont de la coupe de l'Isère, et le Stampien, à l'aval, alors qu'en ces endroits la feuille Vizille figure du Burdigalien. C'est la première formation qui pénètre à l'W de l'anticlinal de Saint-Nazaire, et se répand largement dans le Bas-Dauphiné, où elle constitue le niveau des sables à *Terebratulina calathiscus,* surmontés par le Pontien lacustre et continental. Dans le Royans, il ne semble pas y avoir de traces de ce dernier étage. A l'E du Pont-de-Manne, on observe une grande lentille marneuse. Un peu en dehors des limites du Royans, une autre lentille argilo-marneuse de grande importance se développe aux environs des Fauries de Saint-Lattier. Près du bac d'Eymeux, sur la rive gauche de l'Isère, on retrouve un affleurement signalé par MERMIER, où la base de la lentille est formée par un cordon de galets glauconieux, souvent consolidés en poudingue, avec une faunule variée : *Ostrea crassissima, O. Boblayi, Chlamys Gentoni* MAYER, *Natica sp.*, des radioles de *Cidaris sp.*, de nombreux débris de Bryozoaires, des dents de Squales. *Pecten Gentoni,* bon fossile caractéristique de ce niveau, malgré sa fragilité, se retrouve au-dessus dans les marnes.

4° Conclusions paléogéographiques.

Au Burdigalien, la mer ouverte s'étendait vers l'E, comme le montrent les lambeaux de l'étage conservés dans le fond des synclinaux du Vercors. Les hauteurs correspondant à l'anticlinal de Saint-Nazaire subsistent jusqu'à l'Helvétien supérieur, et la zone ainsi émergée s'étendait même plus loin vers l'E qu'elle ne le faisait à l'Oligocène : en effet la limite des mers du Miocène inférieur est en retrait de quelques kilomètres par rapport à celle des lagunes oligocènes, et il n'y a aucune trace de transgressions momentanées, comme nous en avions eu une au Stampien supérieur. Ce n'est que l'Helvétien supérieur qui se montre largement transgressif, contourne l'extrémité N de l'anticlinal et se répand dans le Valentinois et le Bas-Dauphiné.

Or un phénomène semblable se retrouve dans les parages de l'île Crémieu : cette dernière région n'est atteinte par la transgression des mers miocènes qu'à l'Helvétien supérieur, alors que les chaînons voisins du Jura l'ont été dès le Burdigalien supérieur.

Ainsi la mer burdigalienne a remonté la vallée du Rhône jusqu'au bassin de Crest, où son affleurement le plus septentrional se trouve aux environs de Combovin. De là elle a quitté le domaine rhodanien pour celui des actuelles chaînes subalpines septentrionales. Et tardivement, à l'Helvétien supérieur seulement, le domaine occidental du Bas-Dauphiné et du Lyonnais a été envahi, par suite de l'abaissement du seuil entre le Royans et l'île Crémieu, transformant la chaîne de l'anticlinal de Saint-Nazaire en une île : en effet ses hauteurs n'ont pas dû être intégralement ennoyées; la présence de galets mous de sables rouges éocènes dans les sédiments de l'Helvétien supérieur déposés alentour, est une indication d'affleurements émergés de ces sables. C'est pourquoi nous avons dit plus haut que le Sidérolithique avait pu se former sans interruption de l'Eocène à l'époque actuelle sur les sommets de cette chaîne.

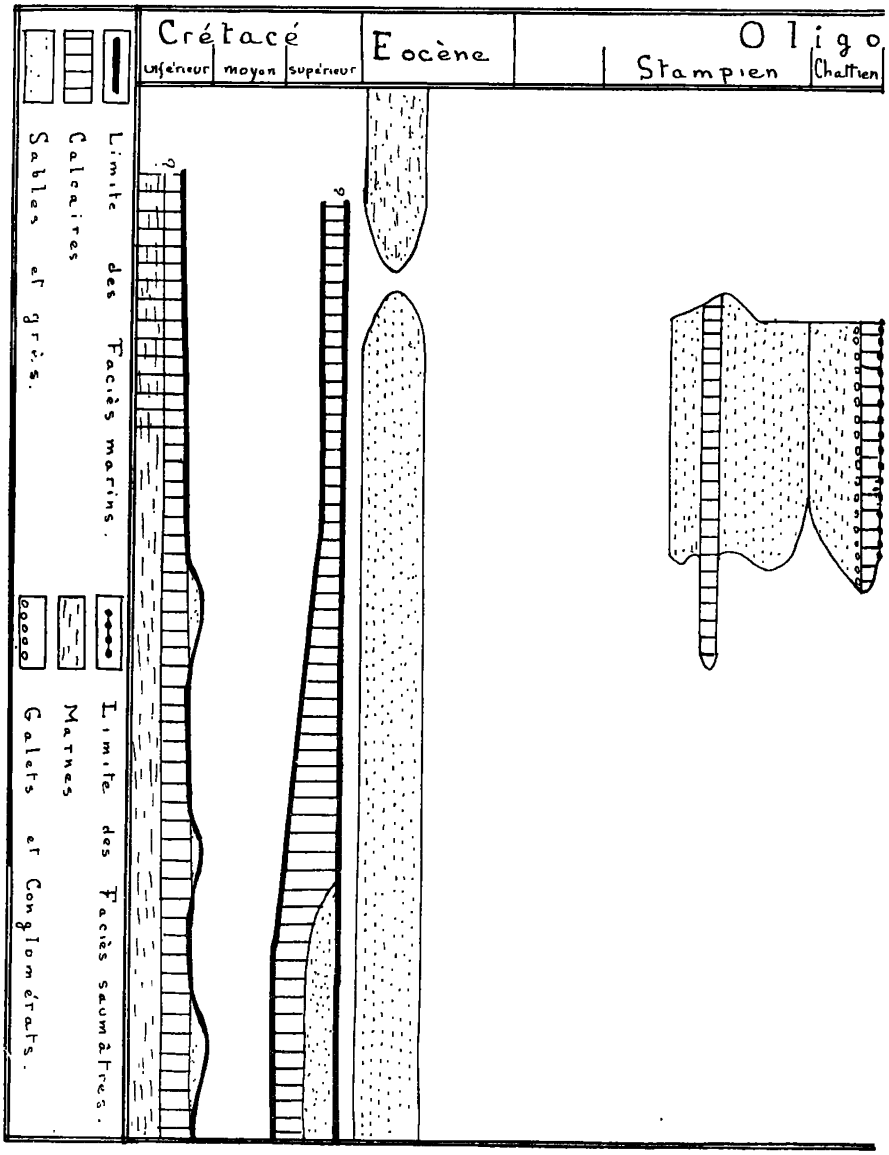
V. — Paléogéographie et tectonique générales du Tertiaire du Royans.

Le Royans est donc une zone synclinale des chaînes subalpines, très élargie dans sa partie septentrionale, et au contraire pincée et resserrée vers son extrémité méridionale. Le bord oriental est très redressé; et même, vers le S, un contact anormal entre l'Urgonien et le Miocène, qui sont tous deux sensiblement verticaux, est l'indice d'un léger chevauchement.

L'intérieur du synclinal n'admet pas un dessin simple et régulier. Il s'agit d'un synclinal complexe, d'un petit synclinorium, avec une série de petites rides de détail à grand rayon de courbure. En particulier les formations stampiennes de Saint-Hilaire-du-Rosier sont affectées par un anticlinal qui ne correspond pas à celui de Saint-Nazaire. Une autre aire anticlinale importante passe près de Saint-Thomas et d'Auberives; de plus il y a de multiples ondulations secondaires, qui viennent s'intégrer entre ces systèmes plus généraux.

Quelles sont les relations de ces plissements avec la tectonique des chaînes crétacées périphériques? Il est généralement admis que les mouvements anténummulitiques alpins ont eu pour effet l'émersion des zones subalpines, avec comme corollaire l'érosion éocène. Les sables, qui résultent de celle-ci, ravinent les terrains crétacés, mais sont cependant sensiblement concordants avec eux. La première phase alpine a seulement affecté les zones alpines internes et en a chassé la mer vers nos régions : il y a transgression progressive vers l'W, mais non discordance. Cette migration de la mer s'indique déjà dès l'Aquitanien, comme je l'ai montré, pour se réaliser pleinement au Burdigalien supérieur, puis à l'Helvétien

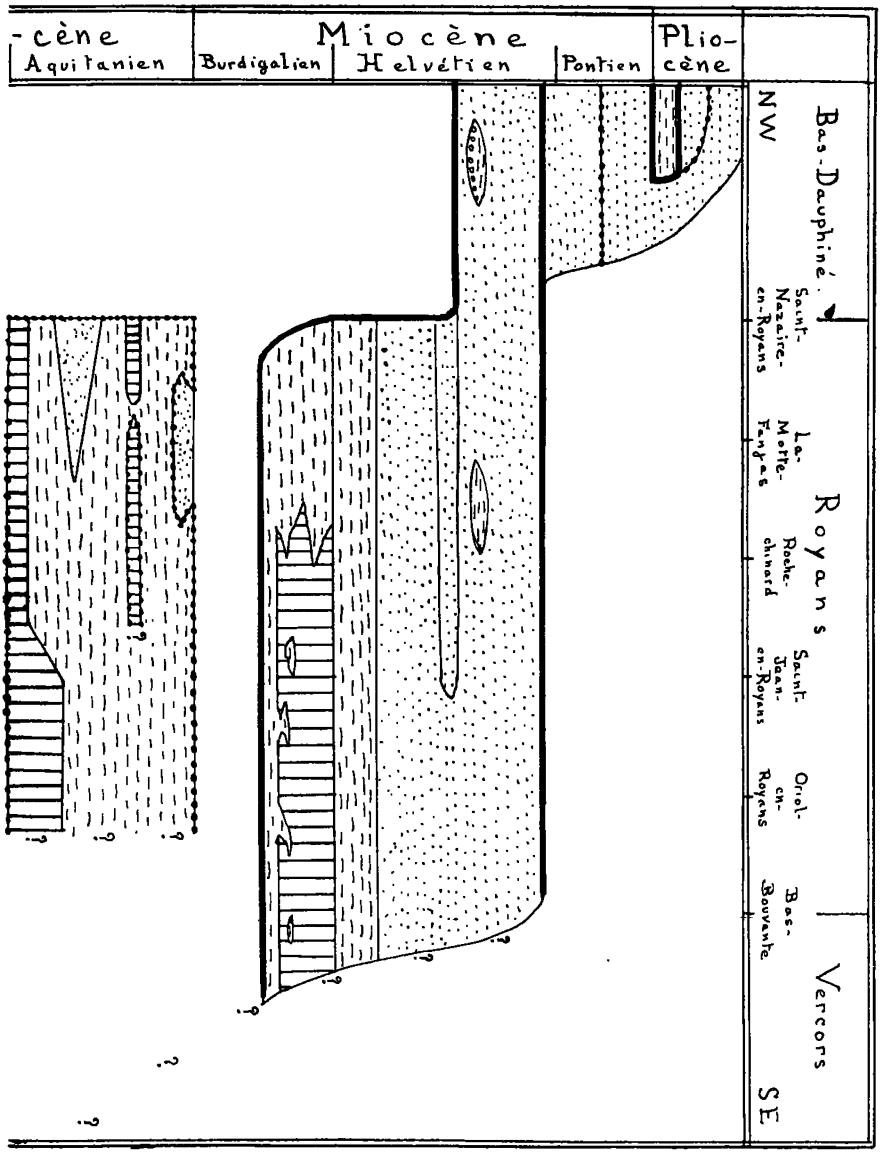
supérieur. Les chaines subalpines auraient été plissées et auraient acquis leur configuration structurale actuelle lors de la deuxième phase orogénique alpine, post-miocène : les molasses sont incorporées dans l'édifice plissé (dans notre région leur chevauchement



par le Secondaire vers Bas-Bouvante en est un exemple, de même que le redressement de toute la bordure orientale du synclinal).

Il est par contre frappant de constater la discordance entre

Eocène et Crétacé sur le bord W du Royans, de Saint-Nazaire à Oriol. Les terrains secondaires, affectés et redressés par des plis aigus dans les différents éléments anticlinaux et synclinaux qui composent l'anticlinal complexe de Saint-Nazaire, sont recouverts



par le Tertiaire faiblement incliné; ce dernier, dans le centre du synclinal, est affecté de petites ondulations ne correspondant pas rigoureusement aux plis du Secondaire.

Il semble donc que la phase anténummulitique ait affecté plus sévèrement l'anticlinal de Saint-Nazaire que le reste du Vercors, en le transformant, dès l'Eocène, en une zone de relief accentué, attaquée par une érosion particulièrement profonde (jusqu'à l'Hauterivien). Il semble en même temps que la phase post-miocène n'ait produit que des ondulations de caractère posthume dans les terrains tertiaires du Royans. Ceux-ci, par contre, furent à cette époque très redressés, et même chevauchés, sur leur bord oriental, au contact du Vercors, du domaine subalpin proprement dit.

Ces données nous indiqueraient ainsi que l'anticlinal de Saint-Nazaire et ses abords constituent une petite unité tectonique distincte, par son histoire et sa structure, du reste du Vercors; on aurait là une sorte de noyau intermédiaire entre le domaine alpin et l'avant-pays, une sorte de point singulier, où la résultante des diverses forces orogéniques s'est exprimée de façon particulière, sensiblement au milieu de l'arc des Alpes occidentales.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

(1) BEAUMONT (Elie de). — Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe... (*Annales des Sciences naturelles*, 1re sér., t. 18-19, 1829-1830).

(2) GUEYMARD (Emile). — Sur la minéralogie, la géologie et la métallurgie du département de l'Isère, 1831.

(3) GRAS (Scipion). — Statistique minéralogique du département de la Drôme..., 1835.

(4) GUEYMARD (Emile). — Statistique minéralogique, géologique, métallurgique du département de l'Isère..., 1844.

(5) GRAS (Albin). — Description des Oursins fossiles de l'Isère (*Bull. Soc. Statistique Isère*, 1re sér., t. 4, 1848).

(6) GRAS (Albin). — Catalogue des corps organisés fossiles de l'Isère (*ibid.*, 2e sér., t. 2, 1852).

(7) FOURNET (J.). — Observations (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., t. 2, 1854).

(8) FOURNET (J.). — Détails pour servir à l'histoire des mollasses tertiaires (*ibid.*).

(9) LORY (Charles). — Carte géologique du Dauphiné, 1858.

(10) LORY (Charles). — Description géologique du Dauphiné... (*Bull. Soc. Statistique Isère*, 2e sér., t. 5-6-7, 1861, 1864, 1867).

(11) GRAS (Scipion). — Carte géologique et agronomique de l'Isère, 1863.

(12) LORY (Charles). — Feuille de Vizille, n° 188, Carte géologique détaillée au 1/80.000e, 1884.

(13) MERMIER (Elie). — Aperçu géologique sur les environs de la Baume-d'Hostun (*Ann. Soc. Linn. Lyon*, t. 38, 1890).

(14) MERMIER (Elie). — Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'*Acerotherium* dans la molasse burdigalienne du Royans (*ibid.*, t. 42, 1895).

(15) MERMIER (Elie). — Etude complémentaire sur l'*Acerotherium platyodon* de la molasse burdigalienne supérieure des environs de Saint-Nazaire-en-Royans (*ibid.*, t. 43, 1896).

(16) MERMIER (Elie). — Note sur les terrains aquitaniens de la partie moyenne de la vallée du Rhône (*ibid.*, t. 44, 1897). Résumé : *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 1897.

(17) KILIAN (W.). — Alpes du Dauphiné et de la Savoie. (*Livret-Guide du Congrès géologique international*, 1900, n° XIII *a*).

(18) MATTE (H.). — Documents pour servir à la description géologique des Alpes delphino-savoisiennes... (*Bull. Soc. Statistique Isère*, 4e sér., t. 6, 1902).

(19) KILIAN (W.). — Feuille de Vizille, 2e édition, 1913.

(20) MORET (L.). — Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie... (*Bull. Soc. Statistique Isère*, 5e sér., 1925).

(21) BERSIER (A.). — La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise. (*C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 1936).

(22) TERCIER (J.). — La molasse de la région de Fribourg (*Eclogae geologicae Helvetiae*, t. 34, 1941).

(23) Doncieux (L.). — L'Oligocène de la vallée du Rhône et de la région des Usses (Haute-Savoie) (*C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 1932).

(24) Gignoux (M.) et Moret (L.). — L'Oligocène du bassin du Rhône entre Genève et Seyssel (*Les Etudes rhodaniennes*, t. 15, 1939).

(25) Gignoux (M.). — Géologie stratigraphique, 3e éd., 1943.

(26) Giot (P.). — Observations sur l'extension et la composition des terrains oligocènes dans le Royans (*C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, 1943).

(27) Giot (P.). — Sur l'existence au Tertiaire inférieur d'un relief géographique séparant le domaine subalpin et la région rhodanienne (*ibid.*).

(28) Giot (P.). — Observations sur l'Eocène et le Sidérolithique du Royans (*ibid.*).