



HAL
open science

Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale

Henri Douxami

► **To cite this version:**

Henri Douxami. Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Stratigraphie. Université de Lyon, 1896. Français. NNT: . tel-00904861v1

HAL Id: tel-00904861

<https://theses.hal.science/tel-00904861v1>

Submitted on 15 Nov 2013 (v1), last revised 12 Apr 2018 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° D'ORDRE

47

293-9



THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRI DOUXAMI

Ancien Élève de l'École Normale supérieure,
Agrégré des Sciences naturelles

1^{re} Thèse. — ÉTUDES SUR LES TERRAINS TERTIAIRES DU DAUPHINÉ,
DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE.

2^{me} Thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7 Juillet 1896, devant la Commission d'examen

MM. DEPÉRET . . . Président.
GERARD . . . }
KOEHLER . . . } Examineurs.

PARIS

MASSON ET C^{ie}, EDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain

1896





THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRI DOUXAMI

Ancien Élève de l'École Normale supérieure,
Agrégé des Sciences naturelles

1^{re} Thèse. — ÉTUDES SUR LES TERRAINS TERTIAIRES DU DAUPHINÉ,
DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE.

2^{me} Thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 17 Juillet 1896, devant la Commission d'examen

MM. DEPÉRET . . . Président.
GÉRARD . . . }
KOEHLER . . . } Examineurs.

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain

1896

**INSTITUT de GÉOLOGIE
de RENNES**

Numéro
d'inventaire
Bibliothèque

495

312 b 318 1068

INTRODUCTION

Ce n'est point que je conseille de négliger les observations de détail, je les regarde, au contraire, comme l'unique base d'une connaissance solide, mais je voudrais qu'en observant ces détails on ne perdît jamais de vue les grandes masses et les ensembles, et que la connaissance des grands objets et leurs rapports fût toujours le but que l'on se proposât en étudiant leurs petites parties.

DE SAUSSURE (*Voyages dans les Alpes*, introduction).

Depuis le commencement du siècle, les sciences géologiques ont progressé avec la plus grande rapidité, et, de même que pour les autres branches des sciences naturelles, on sent de nos jours, de plus en plus le besoin de s'attacher surtout à des études monographiques.

Les nombreuses monographies paléontologiques, qui ont été publiées dans ces dernières années, ont montré tout l'intérêt qu'il pouvait y avoir à étudier, dans une région déterminée, l'ensemble d'une faune. Les résultats obtenus, soit uniquement paléontologiques, soit quant à la comparaison avec la faune des mêmes terrains dans d'autres régions, à la répartition des espèces, à leurs conditions d'existence, à la température et à la profondeur des mers aux différentes époques sont de la plus haute importance.

L'étude paléontologique, que j'ai entreprise, des terrains ter-

tiaires de la Savoie et du Dauphiné nous permettra de préciser, non seulement l'âge, mais encore l'origine de certaines assises, âge et origine jusqu'ici fort discutés par les différents auteurs. Aussi la partie paléontologique, où j'étudie les mollusques et les vertébrés recueillis pendant les courses presque ininterrompues que j'ai effectuées pendant plus de deux années, constitue-t-elle un des chapitres les plus importants de ce travail.

Mais, comme cela a été signalé depuis longtemps, les terrains tertiaires de la Savoie sont en général peu fossilifères et les fossiles toujours en mauvais état de conservation.

Ceci explique pourquoi l'étude des terrains tertiaires de la région qui fait l'objet de ce travail est encore si peu avancée et a donné lieu à tant de controverses. Il y a de nombreuses difficultés que la paléontologie seule ne peut toujours pas résoudre et il faut, qu'à chaque instant, une étude stratigraphique très serrée et toujours fort délicate lui vienne en aide.

Les terrains tertiaires de la Savoie et du Dauphiné sont aussi fort importants à étudier à un tout autre point de vue : leur histoire se rattache en effet à celle de ces grands phénomènes orogéniques qui ont marqué les derniers soulèvements alpins. Nous pourrions, en effet, par l'étude des différents terrains tertiaires des hautes chaînes calcaires de la Savoie et du Jura, reconnaître l'existence de mouvements orogéniques importants, depuis le Sénonien jusqu'au Pliocène et préciser l'âge des différentes régions naturelles comprises dans le territoire que j'ai étudié.

Ces recherches m'ont permis enfin de compléter les notions déjà acquises sur les communications des mers ou des lacs qui existaient, d'une part dans la région rhodanienne, de l'autre dans la région helvétique, avant l'existence des chaînes du Jura.

Les explorations des terrains tertiaires des feuilles de Chambéry et d'Albertville ont été effectuées pour le Service de la Carte géologique de la France, auquel M. MICHEL LÉVY a eu la bienveillance de m'attacher comme collaborateur adjoint. Les nombreuses courses que j'ai dû faire aux environs de Lyon, dans le Dauphiné et la Suisse, m'ont été facilitées par les subventions de la *Société des*

Amis de l'Université de Lyon. Qu'elle me permette de lui adresser ici mes bien sincères remerciements.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, sous la bienveillante et savante direction de M. DEPÉRET, auquel je tiens tout particulièrement à adresser mes respectueux remerciements. Les nombreux conseils et renseignements qu'il m'a donnés pendant mon séjour dans son laboratoire m'étaient précieux par l'autorité de sa haute compétence sur les terrains tertiaires.

L'étude du vaste territoire qui a fait l'objet de ce travail m'a mis en relations avec un grand nombre de personnes m'ayant fourni des renseignements divers et que je suis heureux de remercier ici.

L'étude des synclinaux tertiaires de la Chartreuse et des environs de Grenoble m'a été facilitée grâce aux renseignements et aux conseils précieux que M. KILIAN, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, a bien voulu me donner à maintes reprises. Il m'a également communiqué, de la façon la plus aimable, tous les échantillons de la riche collection de la Faculté, qui pouvaient m'être utiles.

A Chambéry, M. RÉVIL, président de la Société d'histoire naturelle de Savoie, qui m'a accompagné dans un grand nombre de mes courses, a mis à ma disposition la collection du Musée de Chambéry et m'a signalé nombre de faits nouveaux ou peu connus au sujet des terrains tertiaires de la Savoie.

Pendant mon séjour à Lausanne, M. RENEVIER, professeur de Géologie à l'Université, m'a fait profiter de sa profonde connaissance de la géologie de la Suisse occidentale et m'a facilité l'étude de la collection du Musée. M. GOLLIEZ, professeur de minéralogie à l'Université, et M. LUGEON, docteur ès sciences, assistant de géologie, avec lequel j'ai collaboré au tracé géologique des terrains tertiaires de la feuille d'Albertville, m'ont fait voir les points intéressants des couches tertiaires des environs de Lausanne. M. LUGEON m'a fourni en outre des renseignements encore inédits sur la tectonique du massif des Bauges.

MM. de FELLEMBERG et STUDER à Berne, M. DUPARC, professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Genève, M. BEDOT, Conservateur du Musée, ainsi que MM. E. RITTER et CH. SARRASIN, à Genève, m'ont fourni avec la plus grande amabilité les renseignements, les ouvrages et les échantillons se rapportant à mon étude.

MM. MERMIER et REYMOND ont mis également à ma disposition, avec le plus grand désintéressement, leurs collections de fossiles Tortoniens des environs de Chimilin et m'ont ainsi permis de donner un aperçu aussi complet que possible de cette faune intéressante.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à MM. RICHE, chef de travaux de Géologie à la Faculté des Sciences de Lyon, ROMAN, préparateur, qui m'ont témoigné le plus grand intérêt pendant le cours de cette étude, et à MM. VIVIEN, A. GIRARDOT et RITTENER, qui m'ont fourni de nombreux renseignements sur les terrains tertiaires de la Savoie et du Jura.

Après un aperçu des diverses régions naturelles que j'ai parcourues, je passe à l'étude des différents terrains tertiaires, depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la fin du Pliocène, en adoptant une division (période nummulitique, comprenant une partie de l'Eocène et le Tongrien, et période néogène depuis l'Aquitaniens jusqu'à la fin) justifiée par les variations correspondantes de la mer pendant ces périodes. Un résumé permet de se rendre compte, à la fin de chacune de ces grandes périodes, de l'histoire géologique de la région et des relations avec les dépôts de la Suisse orientale, ou de la partie méridionale de la vallée du Rhône.

Un dernier chapitre, enfin, est uniquement consacré à la description des formes animales nouvelles ou peu connues des terrains tertiaires supérieurs.

ÉTUDES

SUR LES

TERRAINS TERTIAIRES

DU DAUPHINÉ

DE LA SAVOIE ET DE LA SUISSE OCCIDENTALE

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION PHYSIQUE ET LIMITES DE LA RÉGION

Les terrains tertiaires, dont j'ai entrepris l'étude dans le Nord de la vallée du Rhône, le Jura méridional et la plaine Suisse, ont subi de profondes dislocations et ont été soumis à des érosions considérables. Aussi se trouvent-ils actuellement répartis en lambeaux plus ou moins isolés, difficiles à réunir les uns aux autres; par suite, ils ne forment pas une région naturelle unique, facile à délimiter, tant au point de vue géologique qu'au point de vue géographique. Les plissements tertiaires qui ont affecté la région faisant l'objet de cette étude, l'ont divisée en plusieurs autres fort distinctes dont nous aurons à tenir compte dans le cours de ce travail.

Au Sud, j'ai pris comme limite le cours actuel de l'Isère, depuis son confluent avec le Rhône jusqu'à celui de l'Arly. C'est une limite que nous pourrions appeler géographique: il n'y a, en effet, aucune différence entre les sédiments tertiaires au Nord et au Sud de l'Isère.

La vallée actuelle de cette rivière, dans toute la plaine du Rhône, n'est qu'une vallée d'érosion relativement très récente. Vers Saint-Nazaire-en-Royans, l'Isère coule au pied des montagnes du Vercors, parallèlement à la direction des plis et même dans un synclinal, compris entre le petit anticlinal néocomien de Poliéna sur la rive droite et le premier anticlinal du Vercors sur la rive gauche. A partir du Bec de l'Echaillon, l'Isère qui a la direction N.-W. S.-E., coupe en cluse les plis de la Chartreuse et du Vercors jusqu'à Grenoble. En amont de cette ville, l'Isère vient du Nord-Est, parallèlement à la direction des plis alpins anciens du massif de Belledonne et coupe obliquement les prolongements des différents plis qui constituent le massif des Bauges.

Au Nord d'Albertville, la limite de la région que j'ai étudiée est nettement indiquée par le cours de l'Arly, le grand synclinal Nummulitique qui constitue la vallée de Serraval et du Reposoir, et par la chaîne crétacée des Aravis; au delà de la vallée de l'Arve, par le massif des Fiz et de Platé, et la chaîne de la Dent du Midi.

Au Nord de la vallée du Rhône, mes études ont surtout porté sur la Plaine Suisse, en y rattachant les premières chaînes (Pléiades) des Préalpes Fribourgeoises et, au Nord-Est de cette zone des Préalpes, la région correspondant à la zone de la Molasse plissée de la Suisse orientale.

La limite Ouest est à la fois une limite géologique et une limite géographique; c'est en effet le bord oriental du Plateau Central, depuis Valence, jusqu'au Nord de Lyon.

Quant à la limite N.-W. et N., je ne peux la définir à présent, car elle correspond à la limite maxima d'extension septentrionale de la mer Miocène, venant du Bassin Méditerranéen à l'époque du Miocène moyen (deuxième étage méditerranéen); d'après les travaux des géologues suisses, et plus récemment de M. DEPÉRET, cette mer s'étendait à partir de Lyon par Saint-Claude, jusque vers Pontarlier, pour rejoindre de là la mer du Bassin de Vienne, en suivant sensiblement le pied méridional du Jura.

Ce vaste territoire, au moment où se déposait le Miocène

inférieur et moyen, formait un bassin d'affaissement entre les parties déjà émergées des Alpes et les restes de l'ancienne chaîne Hercynienne (Plateau Central français, Vosges et Forêt-Noire). Il s'étendait au Sud jusque dans la région méditerranéenne et, à l'Est, vers le Bassin de Vienne. Par suite des plissements alpins, il a été subdivisé en un certain nombre de régions naturelles. C'est ainsi que l'on peut distinguer de l'Ouest à l'Est :

1° **La région de la Plaine Française**, ou, plus exactement, une région de plaines et de plateaux, comprenant ce que LORY appelait les plateaux tertiaires du Bas-Dauphiné septentrional, formés essentiellement de terrains tertiaires (Miocène et Pliocène) et de terrains plus récents (Alluvions ante-glaciaires, glaciaires et post-glaciaires). Ces plateaux se continuent au Nord par la Bresse, dont une partie seulement a été recouverte, comme je le montrerai plus loin, par la mer Miocène. Cette région s'étend depuis le bord oriental du Plateau Central, jusqu'aux premières chaînes du Jura méridional, c'est-à-dire jusqu'à une ligne sensiblement Nord-Sud, passant par Cuiseaux, Saint-Amour, Coligny, s'infléchissant vers le S.-S.-E. une première fois à Courmangoux et une seconde fois à Pont-d'Ain vers Ambérieu, suivant ensuite, au delà du Rhône, le pied de la falaise de la Balme par Crémieu jusqu'à Saint-Quentin-Fallavier, laissant à l'Est les flots calcaires de Saint-Quentin et Vaux-Milieu, la Grive-Saint-Alban, le plateau de Crémieu-Morestel, remontant vers le Nord le cours du Rhône, de Lagnieu au confluent du Guiers et redevenant ensuite sensiblement N.-S. le long de la chaîne jurassienne du mont Tournier et de la montagne de Raz jusqu'à Voreppe et au cours actuel de l'Isère.

Toute cette région a un aspect très uniforme; c'est une série de plateaux dont l'altitude maxima est de 964 mètres (signal de Baracuchet), séparés les uns des autres par de grandes plaines (Grand-Lemps, vallée de la Bourbre), ou par des vallées étroites transversales, dont l'altitude augmente régulièrement, à mesure qu'on se dirige vers l'Est. Les couches qui les constituent sont sensiblement horizontales, se relevant cependant vers l'Est, avec une pente très faible (1/300 environ). La régularité n'est troublée

que par les pointements granitiques de Vienne et de Saint-Vallier, prolongements du Plateau Central sur la rive gauche du Rhône et, un peu plus au Nord, par les affleurements de gneiss et de terrains houillers de Ternay-Communay, près de Givors; ceux-ci ne sont que le prolongement du synclinal houiller de Saint-Etienne. Vers le Nord-Est, il reste encore à signaler le petit îlot de gneiss fortement granité et de schistes houillers de Chamagnieu. Jusque dans ces derniers temps, on le rattachait au synclinal de Saint-Etienne; les sondages effectués pour la recherche de la houille, outre les renseignements importants qu'ils ont fournis sur la constitution géologique du Bassin du Rhône, ont permis à M. TERMIER¹ de constater que l'affleurement houiller de Chamagnieu appartient à un autre synclinal que celui de Saint-Etienne, dont le prolongement à partir de Communay est suivant une ligne Nord-45°-Est.

2° **Plaine Suisse.** — Une seconde grande plaine, également constituée par un grand bassin d'affaissement, existe entre le Jura et les premières chaînes alpines. Je la désignerai sous le nom général de Plaine Suisse, en y comprenant l'ensemble des collines molassiques des environs de Zurich, de Lucerne et de Berne, le plateau du Jorat, et, au Sud du lac Léman, le plateau des Bornes, la plaine d'Annecy et la grande vallée de Rumilly à l'Ouest du chaînon jurassien de la Chambotte. Les couches tertiaires y sont disposées régulièrement en fond de bateau; elles se relèvent à l'Est contre les chaînes alpines et à l'Ouest contre les chaînes jurassiennes. La disposition actuelle de ces dépôts est cependant beaucoup moins continue que dans la vallée du Rhône. Entre le plateau du Jorat et celui des Bornes, s'étend en effet la vaste nappe d'eau qui constitue le lac Léman et dont l'origine a été si longtemps discutée. Il semble bien prouvé aujourd'hui que la fosse du Léman est une vallée d'érosion, creusée par un Rhône miocène et dont l'histoire géologique, intimement liée, comme

¹ TERMIER, Résultats d'un sondage pratiqué dans la commune de Saint-Bonnet-de-Mure (Isère). (C. R. séances, Soc. Géol. de France, 3^e série, t. XXIII, p. 8, 1895.)

celle de tous les grands lacs subalpins, aux plissements alpins, peut se résumer de la façon suivante :

a) La vallée alpine du Rhône a débuté avec les premiers soulèvements alpins, se creusant à mesure que les Alpes se soulevaient à une altitude de quelques centaines de mètres supérieure à l'altitude actuelle;

b) Au moment de l'affaissement général des Alpes qui a amené la région à l'altitude actuelle, l'affaissement étant limité aux Alpes, il s'est produit une contre-pente sur le cours des fleuves; les eaux sont devenues stagnantes et ont reflué dans les vallées alpines, formant le lac Léman, après la fonte générale des glaciers qui ont recouvert la Plaine Suisse;

c) A partir de ce moment a commencé une période de comblement progressif qui dure encore.

Outre le lac Léman, il existe encore un autre accident géologique; je veux parler de cet anticlinal particulier du Salève qui naît au milieu de la plaine, près de Lovagny et, sensiblement dirigé S.-W. N.-E., se prolonge au delà du Salève proprement dit, sur une longueur de plus de 200 kilomètres, par l'axe anticlinal principal de la molasse des géologues suisses. C'est, aussi bien par le faciès des dépôts qui la constituent, que par sa position géographique, une chaîne intermédiaire entre les chaînes alpines des Préalpes et les chaînes du Jura méridional. Entre cet axe et le Jura, les dépôts tertiaires sont sensiblement horizontaux; au contraire, à l'Est de cette ligne anticlinale, les couches, comme je le montrerai dans le courant de cette étude, sont fortement disloquées.

3° **Jura.** — Entre cette grande dépression de la plaine Suisse et celle de la vallée du Rhône, s'élève aujourd'hui un massif montagneux qui correspond à ce que j'appellerai le Jura méridional. Les plis qui constituent la terminaison du Jura, comprenant ce que M. HAUG appelle le *faisceau jurassien*, parmi les régions naturelles des Alpes, appartiennent tous à la région des hautes-chaînes du Jura. Lorsqu'on les suit vers le Nord, ils se compliquent par dédoublement et surtout par l'adjonction des autres zones du Jura : la zone des plateaux, à partir du Rhône et la zone du vignoble, à

partir de Verzon, au nord de Bourg. Ce sont, en général, des plis anticlinaux dirigés sensiblement N.-S., et légèrement déversés à l'Ouest, entre lesquels, au moins dans la partie méridionale, pénétrant de longues bandes synclinales de terrains tertiaires (Oligocène et Miocène). Dans le Jura central, les synclinaux sont beaucoup plus nombreux et ont subi une érosion considérable; aussi, les dépôts tertiaires, qui recouvraient primitivement toute la chaîne, n'existent-ils plus qu'en lambeaux isolés dont j'aurai à parler incidemment.

L'étendue vers le Sud et la limite exacte à l'Ouest, est encore actuellement fort discutée; aussi, comme j'aurai, à chaque instant, dans le courant de cette étude, à m'occuper des synclinaux tertiaires, je tiens à préciser davantage les différents plis que je rattache à cette zone, d'après les nombreuses courses que j'ai faites dans toute cette région. En partant de la vallée du Rhône et se dirigeant vers l'Est, les premiers dépôts jurassiens que l'on rencontre constituent les flots de Saint-Quentin, l'île d'Abeau, la Grive Saint-Alban et l'île Crémieu, qui, d'après M. RICHE¹, rejoindraient les chaînes interrompues du Jura, au niveau de Pont-d'Ain et de Courmangoux, puis, de là, les plateaux de Lons-le-Saulnier, à travers la Bresse et la Dombes. Derrière ces plateaux, on rencontre une série d'anticlinaux et de synclinaux jurassiens que je désignerai de la façon suivante, de l'Ouest à l'Est :

I. **Chaîne du mont Tournier.** — C'est le prolongement nord de la chaîne de l'Echaillon qui se continue au delà de l'Isère par la Malossane, la montagne de Ratz formée par les terrains infracrétacés; les terrains du Jurassique supérieur n'existent qu'en profondeur, comme le montre la coupe classique de la cluse de Chaille. Interrompu à la hauteur de La Bridoire, où il est recouvert par la molasse marine, cet anticlinal se continue par la chaîne du M^t Chaffarou, au nord de laquelle il se dédouble pour former, comme l'a fort bien indiqué M. HOLLANDE², un anticlinal secon-

¹ A. RICHE, Étude stratigraphique sur le Jurassique inf. du Jura méridional (*Ann. de l'Université de Lyon*, t. VI, 3^e fasc., p. 16, 1893).

² D. HOLLANDE, Contact du Jura méridional et de la zone subalpine, aux environs de Chambéry (*Bull. Serv. Cart. Géol.*, n^o 29, 1892).

naire jurassique, vers Saint-Maurice de Rotherens. Au Nord de la cluse de Yenne, son prolongement constitue la montagne des Parves, la montagne boisée de Cormaranche, à l'Est de Belley. Sur la plus grande partie de son parcours, cette chaîne est un anticlinal formé par des dépôts appartenant au Jurassique supérieur, que surmontent les assises Néocomiennes; celles-ci peuvent manquer en certains points (col de la Crusille); le crêt du pli est à regard français et légèrement déversé à l'Ouest. Au delà du Rhône il y a même chevauchement.

1. **Synclinal de Novalaise.** — Il offre le curieux lac d'Aiguebelette¹, qui paraît être une cavité dans la roche molassique en place, due sans doute à un effort orogénique ou à un effondrement postérieur au plissement. Ce lac se trouve en effet situé à un coude du synclinal, en face de l'interruption que j'ai signalée dans la chaîne du Mont-Tournier. Ce synclinal qui, au Sud du lac d'Aiguebelette, rejoint à Voreppe celui de Saint-Jean de Couz, se prolonge au Nord par Yenne et les marais de Lavaux, et, sur la feuille de Nantua, par le grand synclinal du Val Romey. Celui-ci, très large au niveau de Champagne, va en se rétrécissant beaucoup vers le Nord; j'en vois la continuation dans le petit synclinal de la combe d'Evuaz², la combe de sur l'Étau, la combe du Lac, le synclinal urgonien du Bois d'Amont et du lac de Joux.

II. **Anticlinal du mont Grelle, l'Épine, mont du Chat.** — C'est un anticlinal à noyau jurassique (M. RÉVIL y a signalé le Bajocien), à couverture Néocomienne et Urganienne. Au Sud, au niveau de Saint-Jean-de-Couz, il se divise en deux anticlinaux, dont le plus occidental va finir sous la Molasse et les alluvions aux Echelles; le second se prolonge un peu plus au Sud, formant la montagne de Saint-Christophe-la-Grotte jusque près de Saint-Laurent, où se produit la réunion des deux synclinaux

¹ Pour les différents lacs de la région, consulter A. DELEBECQUE, *les Lacs du Dauphiné*, 1894, et les diverses publications de cet auteur.

² H. SCHARDT (Études géologiques sur la première chaîne du Jura. — *Bull. Soc. Vaud. sc. Nat.*, vol. XXVII, p. 69, 1891) considère plutôt la combe d'Evuaz comme le prolongement du synclinal de Montanges (partie occidentale du synclinal de Bellegarde).

de Novalaise et de Couz. Entre les deux, se trouve le petit synclinal secondaire de Saint-Christophe, entièrement rempli par la molasse marine à *Pecten præscabriusculus*, se redressant fortement à l'Est et à l'Ouest. Au Nord, au delà du canal de Savière, le petit monticule du *Mollard de Vions* permet de rejoindre l'anticlinal du mont du Chat avec le Colombier. La direction qui était jusque-là sensiblement N.-S., subit, à la hauteur de Culoz, une inflexion assez brusque et devient alors S.-W. N. E.¹, direction que l'on peut suivre, à travers le Jura, par Montanges, Champfromier, le crêt de Chalam, Lajoux, la Forêt de la Frasse, etc. Nous avons affaire, en effet, à une de ces hautes chaînes du Jura dont le parcours très régulier se poursuit sur des longueurs considérables. La voûte anticlinale est plus ou moins régulière, toujours déversée vers l'Ouest; la partie supérieure a été érodée dans la région de Chambéry. Cette chaîne était pour CH. LORY, la dernière chaîne jurassienne issue du Bas Bugéy.

2. **Synclinal de Chambéry.** — Le long anticlinal du mont du Chat forme la bordure occidentale d'un synclinal très important, auquel je donnerai le nom de Synclinal de Chambéry. Au Sud, au delà de Saint-Jean-de-Couz, confondu avec celui de Novalaise, il se continue entre la montagne de Ratz et l'anticlinal de la Dent de Sure, dans la Chartreuse, formant le synclinal de Saint-Laurent-du-Pont et de Voreppe. Vers Saint-Jean-de-Couz, ce synclinal fortement rétréci ne renferme plus que du Crétacé supérieur (Lauzes à *Ananchytes ovata* et *Belemnitella mucronata* du Sénonien); il reste encore très étroit dans toute la vallée de Couz et ne s'élargit que dans la grande plaine alluviale de Chambéry; il forme, un peu plus au Nord, la cuvette du lac du Bourget entre le mont du Chat à l'Ouest, la colline de Tresserve et la Chambotte à l'Est. D'après M. DELEBECQUE², ce lac, compris nettement entre deux anticlinaux jurassiens, se serait formé, comme les lacs subalpins

¹ Ce mouvement s'observait déjà dans les anticlinaux du Jura plus occidentaux et, d'après M. MARCEL BERTRAND, serait général pour toutes les chaînes à l'Ouest du Colombier.

² A. DELEBECQUE, *loc. cit.*, p. 24.

de Suisse et d'Italie, par suite de l'affaissement général des Alpes. Je crois qu'il vaut mieux y voir le résultat du creusement de la vallée par les eaux d'un bras de la Durance, venant dans la plaine de Chambéry par la cluse de Montmélian.

Plus au Nord, ce synclinal se continue, par la vallée du Rhône, entre Chanaz et Bellegarde et s'incline alors légèrement vers l'Est, pour prendre sensiblement la direction S.-W. N.-E. La partie septentrionale du bassin Miocène de Bellegarde se divise en deux golfes : 1° le vallon de la Mantière forme celui de l'Est et se continue par le synclinal de la Valserine, jusqu'au delà des Rousses; 2° le petit synclinal de Montanges à l'Ouest, brusquement interrompu par la grande faille de Champfromier; il est difficile d'en voir, comme je l'ai déjà fait remarquer plus haut, le prolongement au Nord, dans le synclinal de la combe d'Evuaz, dont la différence d'altitude (500 mètres) est par trop considérable.

III. **Anticlinal Reculet-Chambotte.** — Dans la région située au nord de Bellegarde, le synclinal de la Valserine est nettement limité à l'Est par le pli faille du Reculet, pli faille dû à un déjettement bien visible vers l'Ouest. Au niveau de Bellegarde, le crêt de la Mantière (prolongement ou mieux dédoublement du crêt de Chalam), finit à la Mantière. Du Reculet provient encore, quoique en divergence complète avec les alignements des autres chaînes du Jura, l'anticlinal rompu du Vuache. La faille qui a provoqué la rupture de l'anticlinal du Vuache a laissé le jambage Est de l'anticlinal pour le chaînon du Vuache et le jambage Ouest pour le mont de Musiège au Sud de la chaîne précédente. Selon MAILLARD¹, cette faille, qui se trouve nettement dans le prolongement de la faille du versant S.-W. de la Balme de Sillingy, est celle-là même qui provoque le décrochement que W. G. COLINGWOOD² admettait pour les chaînes crétacées de part et d'autre du lac d'Annecy. Cette grande dislocation affectant à la fois des chaînes franchement jurassiennes et des chaînes alpines, d'ailleurs

¹ G. MAILLARD, *Bull. Serv. Carte Géol. de France*, n° 22, 1891.

² W. G. COLINGWOOD, *The Limestone Alps of Savoy, a study in physical geology*, 1 vol. in-8, Orpington, 1884.

peu explicable, ne paraît pas, comme des études récentes de M. LUGEON¹ tendraient à le prouver, devoir être maintenue dans la région du lac d'Annecy.

Au Sud de Bellegarde, je considère le synclinal du Bourget comme nettement limité à l'Est par l'anticlinal du Gros Faoug et du mont Corsuet. Cet anticlinal, qui apparaît au milieu de la plaine tertiaire de Chambéry et d'Aix-les-Bains, comme un noyau anticlinal isolé, se rattache cependant très nettement au Nord au petit chaînon de la Mantière ; au Sud, il se prolonge par les rochers Urgoniens du Roi, de Voglans, d'Aix-les-Bains, dans l'anticlinal du Corbelet, mont Olheran. Vers Saint-Jean-de-Couz, cet anticlinal se dédouble, par suite d'une petite flexure dans l'Urgonien. Il forme, à l'Ouest l'anticlinal de la Dent de Sure, à l'Est un second anticlinal qui se prolonge à travers toute la partie méridionale de la Chartreuse et s'accidente de nombreux plis secondaires. Ch. LORY l'a limité par la faille de la Chartreuse. Entre ces deux anticlinaux, se trouve le petit synclinal molassique qui constitue le plateau des Égaux entre Corbel et Saint-Jean-de-Couz et qui se continue au Sud par le synclinal du vallon des Courriers, de Proveysieux, de Saint-Estèphe et, au delà de l'Isère, par le synclinal molassique de Saint-Nizier. L'allure générale de cette chaîne est celle d'une voûte plus ou moins rompue sur le flanc Ouest, formant parfois combe et avec crêtes regardant l'Ouest. La masse principale appartient au crétacé inférieur : les trois étages Hauterivien, Valangien et Urgonien y sont très bien représentés.

Comme l'a fort bien indiqué M. D. HOLLANDE², cet anticlinal constitue la dernière chaîne du Jura méridional ; il marque la limite d'extension de la Molasse marine dans le massif de la Chartreuse. C'est bien encore un anticlinal jurassien, non seulement parce qu'il est le prolongement méridional du chaînon de la Mantière, mais, en outre, parce que les terrains infracrétacés ont nettement le faciès jurassien. Il ne forme pas, comme l'admettait Ch. LORY, un pli

¹ Renseignement inédit qui m'a été communiqué par M. M. LUGEON.

² D. HOLLANDE, *loc. cit.* Bull. n° 29, p. 11. D'après cet auteur, le Jurassique supérieur aurait cependant déjà le faciès alpin.

faïlle continu ; on voit, en effet, très nettement la voûte anticlinale comme je l'ai fait remarquer¹ (au-dessus de Saint-Thilaud-de-Couz, route du Frou, etc.).

Entre cette dernière chaîne jurassienne et les chaînes alpines, se trouve le prolongement de la Plaine Suisse, c'est-à-dire le synclinal de Rumilly et, au Sud de Chambéry, le petit synclinal Tertiaire et Sénonien de la Croix-du-Mollard, de la Frassette, du Couvent.

Région alpine. — A l'Est de la Plaine Suisse et de son prolongement méridional, tel que je viens de le définir, on rencontre les premières chaînes alpines. Ce qui reste du massif de la Chartreuse se rattache d'une façon très nette au massif des Bauges et du Génevois au Nord du lac d'Annecy. Ce dernier massif se termine à la vallée de l'Arve, vers laquelle tous les plis semblent converger. Toute cette région qui, au premier abord, semble être complètement séparée des trois régions naturelles, dont il vient d'être question, s'y rattache cependant d'une façon étroite. En effet, la mer Miocène (mer Molassique, *sensu stricto*) n'a point pénétré dans les synclinaux intérieurs des Bauges ou des Préalpes, mais l'existence simultanée, dans les régions précédentes et dans les synclinaux alpins, de couches Oligocènes, soit marines (Ton-grien), soit d'eau douce (Aquitainien), déposées dans des dépressions primitivement réunies, m'a amené à m'occuper également des dépôts tertiaires de ces dernières régions et par suite à aborder la question encore fort discutée des terrains Nummulitiques de la Savoie.

Comme dans le Jura méridional, les dépôts tertiaires du faisceau du Genevois se trouvent aujourd'hui localisés dans des synclinaux, formant des bandes allongées plus ou moins étroites et dont l'altitude croît d'une façon très régulière de l'Ouest à l'Est. Aussi vais-je commencer par donner rapidement l'énumération des différents plis qui constituent le massif des Bauges², tels que des obser-

¹ H. DOUXAMI, Compte rendu d'une excursion géologique à Saint-Pierre d'Entremont (Bull. Soc. des sc. natur. de Savoie, 1895).

² Je ne me trouve en aucune façon d'accord avec la plupart des auteurs qui se sont occupés de la tectonique de cette région, en particulier MM. W. G. COLLINGWOOD,

vations inédites de M. LUGEON et de nombreuses observations personnelles m'ont amené à les comprendre.

IV. *Semnoz*. — Le pli le plus occidental que nous rencontrons, constitue la *chaîne du Semnoz*, qui naît aux portes d'Annecy, avec la montagne de la Jeanne et se continue, après la cluse du Chéran, par la montagne de la Cluse, le Revard et le Nivolet. Ce premier pli doit être considéré plutôt, comme intermédiaire entre le Jura et les Alpes, tout comme le Salève, dont il est sans doute le prolongement méridional légèrement déjeté à l'Est. Cette chaîne a, en effet, l'allure des chaînes jurassiennes : c'est un anticlinal sensiblement N.-S. déjeté à l'Ouest, formant une voûte d'abord complète aux environs d'Annecy ou à la cluse du Chéran, puis rompue vers Aix-les-Bains et Chambéry, où l'on voit affleurer le noyau jurassique par suite de l'érosion et où il présente plusieurs plissements secondaires. Le Valangien, l'Hauterivien et l'Urgonien ont nettement un faciès jurassien ; par contre, le Jurassique et le Sénonien ont un faciès alpin. Le Sénonien, que j'ai, le premier, signalé sur le versant oriental de la montagne de la Cluse, se présente non pas comme à Saint-Jean-de-Couz, à l'état de dalles (lauzes) à *Ananchytes*, *Bel. mucronata*, mais à l'état de calcaire blanc, en lits minces, comme dans les Bauges proprement dites, et ne contient guère comme restes organisés que de mauvais moules d'*Inocérames*.

Vers Annecy, peu après sa naissance au milieu des couches tertiaires et quaternaires de la plaine, ce pli présente un petit synclinal secondaire, formant le vallon molassique de Sainte-Catherine. Au niveau de la cluse du Chéran, l'axe subit un abaissement considérable. Le pli est brusquement interrompu à la cluse de Montmélian et reparait au Sud, dans le massif de la Chartreuse, pour former le mont de Joigny et le Granier, jusqu'au roc de l'Aiguille.

D. HOLLANDE, et plus récemment M. HAUG (Etudes sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de la Savoie. — *Bull. Serv. Carte Géol. de la France*, n° 47, 1895). Ils admettent tous les trois un décrochement des plis, au niveau du lac d'Annecy et suivant la vallée du Chéran. Ce dernier décrochement, en particulier n'existe pas, bien que la carte de la Savoie, de LORY, PILLET et VALLET, semble l'indiquer.

4. Synclinal de Leschaux, Lescheraines, le Désert. —

Le synclinal qui traverse les Bauges, depuis Sévrier sur le lac d'Annecy, par Leschaux, Lescheraines, Saint-François-de-Sales, le Désert, est l'un des plus importants pour l'étude des terrains tertiaires en Savoie. Au delà de la cluse de Montmélian, il se continue par la vallée haute synclinale du mont Granier et de Bellefont où le Sénonien est le terrain le plus récent.

Au moment où ce synclinal rencontre la vallée du Chéran, il se dédouble en deux ; la partie occidentale constitue le synclinal du Désert dont je viens de parler ; la branche orientale forme la vallée étroite *synclinale des Aillons*¹ et le synclinal de la Roche-du-Guet où elle est coupée par l'Isère ; elle passe alors, sans doute, sur la rive gauche de cette vallée. Entre ces deux synclinaux, se trouve le grand *pli faille du Margeriaz* qui naît sur les bords mêmes du Chéran et se continue jusqu'à la cluse de Montmélian par la Boisserette. Les plis alpins véritables ne commencent qu'à l'Est de ceux-là ; on en trouve le prolongement, au Nord du lac d'Annecy, dans la région du Gênois. Ils sont, en général, orientés sensiblement N. N.-E., S. S.-W., d'allure très régulière, et presque toujours légèrement déjetés à l'Ouest ; au Sud, ils sont tous coupés par la vallée de l'Isère, entre Montmélian et Albertville. Au delà de cette vallée, leurs prolongements sont complètement inconnus ou fortement hypothétiques.

Je me contenterai, pour le moment, d'énumérer rapidement les principaux plis, me proposant d'y revenir, un peu plus loin, dans l'étude détaillée des synclinaux. Ce sont, de l'Ouest à l'Est :

L'anticlinal de la Buffa, qui, au delà du Chéran, constitue l'anticlinal occidental du Colombier-du-Châtelard (Dent de Rossane).

Le synclinal d'Entrevernes, qui se prolonge au delà du Chéran, par le synclinal du Colombier-du-Châtelard.

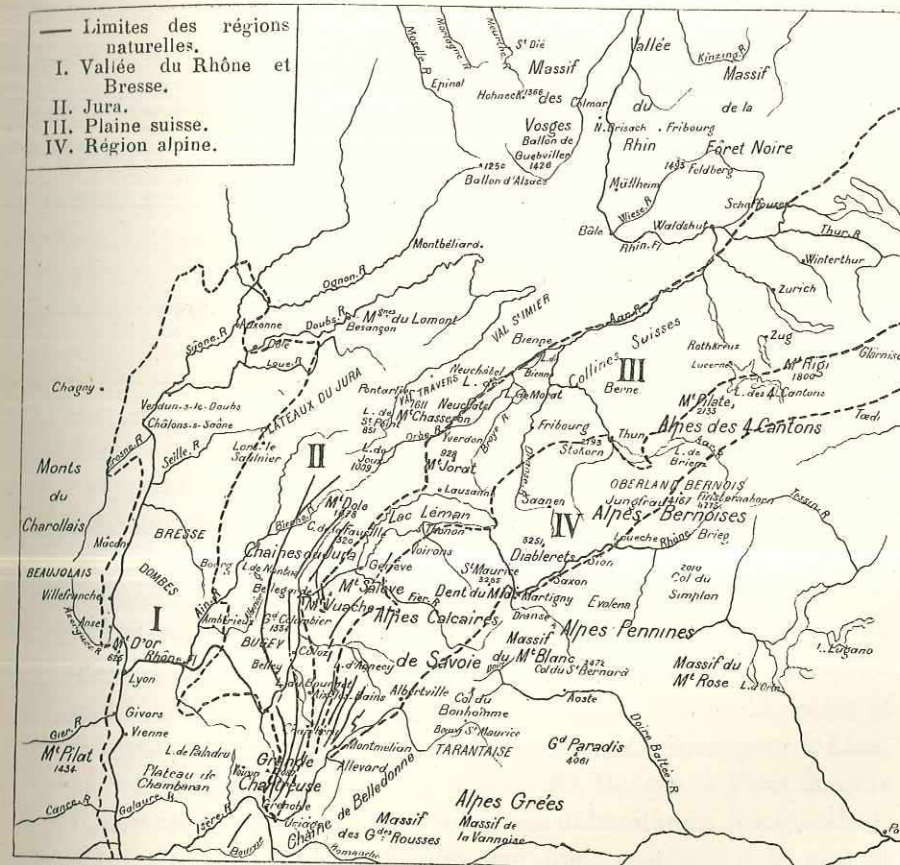
L'anticlinal de la Thuile, col de Chérel, Ecole, Sainte-Reine.

Le synclinal du Charbon, qui se dédouble près de Jarsy, dans la vallée du Chéran.

¹ Ce fait a été bien mis en évidence par M. HOLLANDE ; pour M. HAUG, le synclinal des Aillons serait la continuation déjetée de celui d'Entrevernes.

L'anticlinal du Trélod.

Puis vient la série des plis de la partie tout à fait orientale des Bauges ; elle est fort compliquée, mal connue et comprend les anticlinaux de la Roche-Torse, de la Sellive et les synclinaux de Bellevaux et de Tamié. Le synclinal de Bellevaux est le pli le plus oriental des Bauges qui contient encore des dépôts nummulitiques ; il faut aller dans le prolongement septentrional du synclinal de Tamié, au delà de Faverges, pour retrouver les dépôts nummulitiques de la vallée de Serraval, au Reposoir. Tous ces plis sont coupés en cluse par le Chéran qui ne constitue pas, comme je l'ai fait déjà remarquer plus haut, un accident tectonique (*décrochement*) ; les plis se correspondent de la façon la plus nette de part et d'autre de la vallée ; seuls les axes de ces plis, aussi bien pour le Semnoz que pour les plis franchement alpins, du Pont-de-l'Abime au delà de Jarsy, subissent un abaissement considérable au niveau de la vallée du Chéran.



CHAPITRE II

PÉRIODE PRÉNUMMULITIQUE ET NUMMULITIQUE

PÉRIODE PRÉNUMMULITIQUE

Quel aspect présentaient les Bauges, la plaine Suisse, le Jura méridional et la vallée du Rhône à la fin de l'ère secondaire. En un mot cherchons à reconstituer la géographie physique de ces régions au début de l'ère tertiaire.

Les terrains les plus anciens qui affleurent appartiennent au Trias et au Lias. On ne les connaît que dans quelques points seulement de la bordure du Jura; ils sont à l'état de marnes bariolées et de gypse pour le Trias, de marnes avec bancs calcaires pour le Lias, et, sur la bordure orientale du massif des Bauges, à l'état de grès (Quartzites), de calcaires magnésiens dolomitiques (cargneules), d'anhydrite et de gypse; ils prennent une complication de plus en plus grande, à mesure qu'on s'avance vers la Tarentaise. D'après ce faciès, on avait là, à l'époque Triasique, comme sans doute sous le Jura, une masse d'eau peu profonde, analogue à celle qui existait dans la première zone alpine. Ces dépôts appartiennent au géosynclinal extérieur des Alpes ou tout au moins à une dépression qui communiquait avec lui.

Pendant tout le Jurassique, on ne constate aucun mouvement,

sinon des mouvements généraux d'affaissement ou d'exhaussement. Dans les Bauges, en effet, la sédimentation paraît avoir été continue du Trias au Gault. Le Jurassique inférieur a nettement un faciès pélagique. Pendant toute la durée du Jurassique moyen et supérieur, le faciès calcaréo-vaseux occupait un espace très considérable : le faciès dit provençal existe dans tout le massif des Bauges y compris le Semnoz, le Salève et les Voircns au Nord. Le faciès jurassien, qui ne présente jamais un caractère franchement littoral, mais qui paraît correspondre à des dépôts de mers moins profondes que les dépôts calcaréo-vaseux, existait dans tout le reste de la région que j'ai étudiée.

Les limites des faciès jurassiens et alpins ont subi pendant la durée de la période Jurassique, de nombreuses oscillations, en relation avec les mouvements généraux auxquels je faisais allusion, un peu plus haut. Aussi voit-on s'intercaler, aux environs de Chambéry, des couches à faciès jurassien, au milieu des couches à faciès alpin et vice versa. M. RÉVIL a montré ainsi que le Jurassique et le Crétacé inférieur du Lémenc et de Montagnole, présentent une série de dépôts identiques à ceux de la série correspondante de la région Delphino-Provençale.

A la fin du Jurassique, l'océan Corallien a été refoulé à l'Ouest et a déposé un puissant ensemble de calcaires blancs pétris de coraux, sur l'emplacement actuel du Jura : les calcaires de Portlandien et du Kimméridgien présentent partout, dans la partie occidentale de la région, un faciès nettement Jurassien avec bivalves, et des dépôts coralligènes (l'Echaillon, Lémenc, Cirin, Salève).

Au Portlandien, des mouvements ont eu lieu, assurant déjà au massif des Bauges une sorte d'individualité. Les formations lacustres du Purbeck qui existent à la Chambotte au-dessus du village de Grésine, se retrouvent au-dessus du château de Bordeaux, le long de la route du Mont du Chat, au sommet de la montagne de l'Épine, dans la chaîne du Mont Tournier, au col du Banchet, à la cluse de Chaille, au défilé de Yenne, au Val de Fier, en un mot dans tout le Jura méridional ; elles indiquent qu'il existait, sur toute cette région, un vaste lac, s'étendant assez loin vers

le Nord, tandis que, plus à l'Est, à partir de la chaîne du Semnoz, tous ces dépôts ont un faciès pélagique à céphalopodes. Les couches Berriasiennes des Bauges sont identiques à celles qui existent plus au Sud.

Toute la région se retrouve cependant sous les eaux marines avec le Valanginien. Certaines parties, formant haut-fond, permettent la formation de petits récifs coralliens (près de l'Eau qui sonne, chaîne du Corbelet). Le faciès jurassien existe aussi bien dans les Bauges¹ que dans le Jura méridional, pour tous les dépôts infra-crétacés. Cependant, à mesure qu'on s'avance vers l'Est, le Valanginien et l'Hauterivien prennent un faciès de plus en plus schisteux (environs de Faverges), indiquant une augmentation de profondeur de la mer, dans cette direction.

Le faciès Urgonien, avec ses calcaires blancs à *Requienies*, envahit le Barrémien et l'Aptien. Ces dépôts jouent un rôle extrêmement important dans toutes ces chaînes, au point de vue orographique : ce sont eux qui constituent les hauts sommets des Bauges.

Il y a continuité parfaite entre ces dépôts et ceux du Gault. L'Albien, dans les chaînes de la Chartreuse (route du Frou, vallon des Courriers, etc.), comprend une assise inférieure de calcaires roux, sableux, grenus, contenant de nombreux débris de fossiles indéterminables. Je l'ai signalée à Saint-André, à l'entrée de la cluse du Fier et elle se retrouve également dans les chaînes jurassiennes. C'est sous ce faciès que le Gault se présente dans les Bauges (Trélod, Bellevaux) et même au delà du lac d'Annecy (Grand-Bornand, mine de Momtmin). Au-dessus, on a une couche supérieure, formée de grès assez grossiers, très glauconieux, avec grains de sables ; puis des lits marno-calcaires, avec fossiles de phosphate de chaux, qui existent aussi dans les Bauges (synclinal du Désert, Chalet du Lac, au Colombier, au Châtelard, aux Garins près du Châtelard) et qui rappellent tout à fait le faciès du Gault de la Perte du Rhône à Bellegarde. Ces dépôts du Gault ne constituent plus aujourd'hui que de petits lambeaux épars et peu impor-

¹ Le faciès à *Ostrea rectangularis* se retrouve dans le Dauphiné, au Semnoz, au Salève.

tants ; ils ne sont que les restes de la nappe qui recouvrait primitivement toute la région ; elle a été démantelée par l'érosion. D'après un grand nombre d'auteurs, ces couches sableuses ont fourni une grande partie des matériaux de la Molasse : certaines Molasses sont identiques aux grès du Gault, comme si l'origine des matériaux de ces deux terrains, d'âges différents était la même.

Des mouvements orogéniques importants se sont produits à la fin de l'Albien, éloignant considérablement la mer des régions qui nous occupent. On ne connaît, par exemple que quelques rares dépôts Cénomaniens à l'Ouest du Jura ; la mer Cénomaniennne était cantonnée au Nord et au Sud. Il en est de même du Turonien qui n'existe dans la région Rhodanienne que beaucoup plus au Sud. Ces mouvements anté-Sénoniens, déjà connus dans les Alpes orientales en Algérie, ont été signalés plus récemment par M. P. LORY¹ dans le Dévoluy. La mer Sénonienne envahit de nouveau la région ; la transgression marine est bien marquée dans les Bauges, par l'existence, à la base des dépôts Sénoniens, d'un *conglomérat calcaire avec nombreux grains de glauconie et nombreux éléments empruntés au Gault* ; il repose en général sur le Gault, parfois sur l'Urgonien. M. LUGEON et moi avons, les premiers, signalé son existence dans les Bauges et les chaînes du Génevois. Il est surmonté par des couches de calcaire blanc à cassure esquilleuse, se délitant facilement et qui se terminent par des bancs de calcaires noirs fétides. Dans les chaînes du Jura (Chartreuse, le Sénonien est généralement à l'état de calcaires siliceux, connus sous le nom de *Lauzes* et qui contiennent les fossiles de la craie du Bassin de Paris.

Après le Sénonien, pendant toute la fin de la période Crétacée et de l'Eocène inférieur, la région était complètement émergée et soumise par conséquent à l'action des agents atmosphériques, action très active comme je le montrerai un peu plus loin, par l'étude des dépôts Tertiaires inférieurs.

Ce rapide exposé de l'histoire géologique des Bauges et du Jura

¹ P. LORY, C. R. séances Soc. Géol., 1895, 5^e série, t. XXIII, p. CXL.

méridional pendant l'ère Secondaire permet de mettre en évidence deux faits fort importants :

1° La différenciation des Bauges (et plus généralement du faisceau du Génevois de M. HAUG) d'avec le Jura méridional s'est manifestée dès la période Secondaire (au Pürbeck, au Sénonien).

2° Les Bauges ont été affectées par des mouvements anté-Sénoniens qui avaient déjà préparé l'émersion définitive de ce massif et que nous allons voir se continuer pendant l'ère Tertiaire.

ÉTUDE DES DIFFÉRENTS TERRAINS TERTIAIRES

J'ai préféré, pour exposer les résultats de mes recherches, examiner les terrains les uns après les autres, plutôt que de faire la description systématique et un peu monotone des différents synclinaux. Les lambeaux tertiaires qui existent dans ces synclinaux étaient, en effet, autrefois réunis les uns avec les autres. Cette méthode aura, en outre, l'avantage de permettre, pour ainsi dire à chaque instant, de reconstituer la géographie physique de la région et de suivre les différentes modifications qu'elle a subies avant de posséder son relief actuel.

Les terrains, dont j'ai eu à m'occuper, se rattachent aux dépôts de toute l'ère Tertiaire, depuis l'Eocène inférieur jusqu'au Pleistocène. Je les ai groupés de la façon suivante :

1° *Terrains Eocène inférieur et moyen* (lacustre et continental) ;

2° *Terrains Nummulitiques des Alpes de Savoie* embrassant des couches d'âge Eocène moyen (partie supérieure), Eocène supérieur et tout l'Oligocène (dépôts marins intimement liés les uns aux autres) ;

3° *Terrains Miocènes*¹ ;

¹ Je prends ici provisoirement Miocène dans son sens le plus large, tel que le comprennent les géologues suisses, c'est-à-dire embrassant l'Aquitainien et le Miocène proprement dit.

4° *Terrains Pliocènes.*

La suite de ce travail montrera que ces divisions correspondent à des ensembles de couches bien homogènes et reliées intimement les unes aux autres, alors que ces différents ensembles se distinguent facilement les uns des autres, soit par la nature des dépôts, soit par la localisation de ces dépôts. Ces localisations sont d'ailleurs en relation intime avec des mouvements du sol, par lesquels se sont peu à peu individualisées les différentes régions naturelles que j'ai distinguées au chapitre précédent.

TERRAINS ÉOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN.

§ 1. **Éocène inférieur.** — Jusque dans ces derniers temps, l'étude du groupe Éocène, dans la vallée du Rhône, avait été beaucoup moins approfondie que celle des autres terrains, malgré le grand nombre de travaux régionaux où il en est question. Dans une note récente, M. DEPÉRET¹ a donné un résumé synthétique de l'histoire des dépôts Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône.

Le mouvement d'émersion qui s'y fait sentir dès le Sénonien, a fait émerger, en particulier, toute la région occupée par la vallée actuelle du Rhône et de la Saône, le Jura et la plus grande partie de la plaine Suisse. M. DEPÉRET a montré que, dans toute la vallée du Rhône, on avait à l'Éocène inférieur et moyen un puissant ensemble *fluvio-lacustre*, entièrement *d'eau douce*, représenté par des marno-calcaires dans la Basse-Provence. On peut y reconnaître, grâce aux fossiles, le Thanétien et le Sparnacien. Quand on s'avance vers le Nord, ce faciès d'eaux tranquilles disparaît; le faciès fluvio-lacustre devient dominant et l'on peut distinguer, dans les localités où cet ensemble est le plus complet, la succession suivante :

¹ Ch. DEPÉRET, Note sur les groupes Éocène inf. et moyen de la vallée du Rhône (*Bull. Soc. Géol. de France*, 1894, 3^e série, t. XXII, p. 683).

1° A la base, des sables bigarrés (alternant souvent à la partie inférieure avec les calcaires Daniens de Rognac);

2° Quartzites lustrés, souvent mouchetés de rose;

3° Argiles réfractaires bigarrées.

C'est uniquement avec ce faciès que se présenteront les dépôts dans la région septentrionale du Bassin du Rhône. Toujours très friables, ils ont été naturellement attaqués fortement par l'érosion et n'existent plus qu'en lambeaux, conservés, soit parce qu'ils ont été recouverts par des terrains plus récents (vallée du Désert près de Chambéry), soit dans des poches de terrains plus anciens (Proveysieux, Saint-Jean-de-Couz). Dans la vallée de Proveysieux, ou près de Voreppe, ils présentent la composition suivante :

1° Alabasse, des sables quartzeux plus ou moins purs, rougeâtres;

2° Des argiles rouges, réfractaires, activement exploitées encore aujourd'hui, le long du chemin de Proveysieux au col de la Charmette¹.

Ces dépôts forment une bordure presque continue sur les deux flancs du petit synclinal tertiaire de Proveysieux. Ils se retrouvent encore au delà du col de la Charmette, formant des poches plus ou moins étendues dans le calcaire Urgonien. Celui-ci est toujours fortement coloré en rouge, par les sels de fer, dans le voisinage de ces poches. On peut les suivre, tout le long du chemin descendant à Saint-Laurent, jusqu'au delà du sentier du Pas de la Cochette et dans l'intérieur du massif, à la grange d'Arpizon, au milieu de la forêt de la Grande-Chartreuse.

A la Malossane, près de Voreppe, comme LORY² l'a depuis longtemps signalé, on exploite également ces sables et argiles bigarrés, colorés en rouge par de l'oxyde de fer, dans des poches creusées par érosion dans le calcaire Urgonien. Là, comme aux environs de Saint-Jean-de-Couz (carrière Milloz et carrière aban-

¹ Ces dépôts sont utilisés pour la fabrication des briques réfractaires employées dans la construction des hauts fourneaux. Les exploitations marquées sur la feuille de Grenoble par Ch. LORY sont maintenant complètement abandonnées. Les exploitations actuelles sont un peu plus au Nord, des deux côtés de la vallée; l'exploitation de la rive droite du ravin est à plus de 1100 mètres d'altitude.

² Ch. LORY, *Descrip. géol. du Dauphiné*, p. 386, 1860.

donnée de Gerbaix), on remarque, au milieu de ces dépôts, des silex qui se présentent sous deux aspects bien différents. Tantôt ce sont des silex non roulés, à arêtes vives, identiques à ceux qui existent dans les dépôts de la Craie (Lauzes de Saint-Jean-de-Couz), et des fossiles siliceux de la Craie (*Cidaris*, *Echinoconus*, *Ananchytes*); tantôt des silex plus blancs que les précédents, ou colorés en rouge, qui sont manifestement roulés et qui paraissent, par suite, provenir d'assez loin. Ces deux espèces de silex se retrouvent encore sur le plateau du Désert (près de Chambéry) à En Glaise (ancien poudingue polygénique de M. HOLLANDE) et au Pré des Maréchaux, à la base des terrains tertiaires. La présence des premiers silex ainsi que des fossiles de la craie a amené M. KILIAN à admettre que, dans la plupart des cas, ces sables résultent du lavage et du démantèlement des dépôts Sénoniens; ceux-ci auraient eu une extension beaucoup plus grande que celle indiquée par les affleurements actuels. Ces dépôts ont pu être partiellement enlevés, comme à Saint-Jean-de-Couz, ou ont complètement disparu, comme cela arrive pour les environs de Voreppe¹ ou le Plateau des Déserts.

Dans le prolongement Nord du synclinal de Voreppe, on retrouve encore, à Saint-Jean-de-Couz, des dépôts identiques à ceux de Voreppe. La carrière Millioz, la seule actuellement exploitée, nous offre une coupe fort intéressante; elle comprend de bas en haut, d'après MM. KILIAN et RÉVIL²:

1° Lauzes Sénoniennes;

2° Sables et argiles à silex remaniés sur place et contenant des fossiles Sénoniens (*Bélemnites*, *Oursins*) bien conservés (Éocène inférieur);

3° Marnes rouges avec galets de quartz à la base (Tongrien);

4° Marnes rouges avec banc de calcaire lacustre très siliceux (Aquitanien);

¹ M. KILIAN m'a signalé cependant un lambeau de Sénonien qui a résisté à l'érosion, près de l'église de Voreppe.

² KILIAN et RÉVIL, Révision des feuilles de Grenoble et Vizille (*C. R. des Collaborateurs des Services de la Carte Géologique de France*, 1894, p. 128).

5° Molasse marine en transgression marquée, renfermant des dents de *Lamna* et de *Carcharodon megalodon*.

Ces auteurs voient dans les couches de calcaire lacustre, d'ailleurs sans fossiles, l'équivalent de l'Aquitanien, en rapport avec les marnes bigarrées de la vallée, où l'on trouve *Helix Ramondi*. M. HOLLANDE¹ rapporte à l'Aquitanien les dépôts rouges inférieurs au banc de calcaire siliceux; ces couches sont, en effet, en discordance sur les couches sous-jacentes. Je ne connais pas, dans toute la région, ce faciès de calcaire siliceux dans l'Aquitanien, même dans les couches de la vallée de Proveysieux, placées également au-dessus des couches de l'Éocène inférieur; je serais plutôt tenté d'y voir un équivalent du calcaire très siliceux, passant à une brèche de silex à ciment siliceux signalée à la forêt de Saou ou à Dieulefit². Dans ces localités, ces couches ont fourni *Planorbis pseudo-ammonius*, *Linnæa Michelini*, ce qui détermine parfaitement leur âge Lutétien.

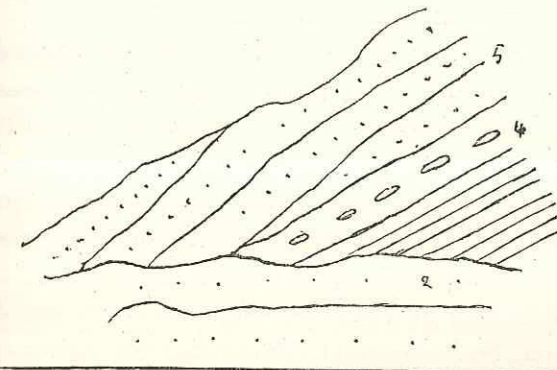


FIG. 1. — Carrière Millioz à St-Jean-de-Couz.

1 Argile blanche avec silex de la Craie; 2 Argile rouge réfractaire; 3 Argiles et marnes rouges; 4 Conglomérat siliceux et calcaire; 5 Molasse marine.

Je rapporte également à l'Éocène inférieur les dépôts du plateau des Déserts; en particulier ceux que M. HOLLANDE³ a désignés sous le nom de poudingue à cailloux exotiques des chalets

¹ D. HOLLANDE, Etude stratig. des terrains Tertiaires Oligocènes de la vallée des Déserts (près Chambéry) (*Bull. Carte géol. de la France*, n° 41, p. 2, 1895).

² Ch. LORY, *loc. cit.*, p. 382.

³ D. HOLLANDE, Etude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie, 1889.

d'En Glaise; ils se présentent sous forme de gravier, avec argile grossière (glaise), où, malgré de patientes recherches, je n'ai pu retrouver les cailloux de roches granitiques et porphyriques qu'y signale cet auteur; j'y ai reconnu seulement des silex roulés ou anguleux, comme à Saint-Jean-de-Couz et d'assez nombreux fragments de calcaire de la Craie. L'origine de ces dépôts est donc bien la même qu'à Voreppe. Aux Déserts, ils reposent directement sur l'Urgonien légèrement corrodé; la craie, qui existait autrefois dans la vallée des Déserts, a complètement disparu par érosion. La partie supérieure de ces dépôts a d'ailleurs été légèrement remaniée par la mer Nummulitique et ne forme pas, comme l'admet M. HOLLANDE dans une publication récente¹, la base des sédiments marins Nummulitiques des Déserts. Ces dépôts se retrouvent sur ce plateau, près du village des Charmettes², reposant encore sur l'Urgonien, avec les mêmes caractères; l'argile grossière paraît manquer ici et les galets de silex sont plus parfaitement roulés.

Lorsqu'on se dirige vers le Nord, on rencontre d'autres dépôts, ayant encore la même origine et le même âge, mais se présentant sous un faciès un peu différent; ce sont les sables blancs d'Arith, sables quartzueux purs, reposant dans une poche de l'Urgonien (au delà et à l'Ouest du hameau de Montagny) et présentant quelques parties ferrugineuses. Il est probable que ces sables proviennent, en grande partie, du lavage non plus du Sénonien mais bien plutôt de l'Albien. Je sépare au contraire complètement de ces dépôts, avec lesquels on les a souvent confondus, les *sables blancs des Déserts* qui sont tout différents. On peut constater, en effet, facilement, près des chalets de Lézine (col de Planpalais), qu'ils résultent de la désagrégation de grès friables, reposant sur des grès assez durs et assez fins pour fournir d'excellentes pierres à aiguiser, et intimement unis aux grès et calcaires jaunâtres à *Nummulites striata*. Jusque dans les sables supérieurs, on trouve des débris des mêmes Pectens que dans les grès à petits Nummulites

¹ D. HOLLANDE, *Bull.* n° 41, p. 15.

² A l'endroit désigné par M. HOLLANDE, dans ses différentes publications sous le nom de Pré des Maréchaux.

(*P. pictus* Goldfuss). En certains points, on les voit surmontés par les calcaires schistoïdes à écailles de poissons.

C'est sans doute aussi à cette époque qu'il faut rattacher, en grande partie, les nombreuses formations sidérolithiques qui ont existé sur le Plateau des Déserts et dont on ne trouve plus que les traces, sous forme de scories, de laitiers, quelquefois assez abondants pour former une couche entière de débris (lit du ruisseau descendant du hameau des Favres). Ce sont les restes des exploitations du minerai de fer, faites par les premiers habitants de la région, alors sans doute fortement boisée.

Dans les Bauges proprement dites, on retrouve encore des traces des dépôts de cette époque, dans la vallée de Leschaux, près du Pont-du-Diable, dans la vallée haute du Colombier du Châtelard. Ils forment une poche dans le Gault.

Plus au Nord, ces formations atteignent un développement considérable sur les deux flancs du Salève¹. Ce sont des sables plus ou moins agglutinés, roux à la surface, par suite de l'oxydation du fer. Ils reposent surtout sur le terrain Urgonien, ou dans des poches creusées dans ce calcaire (Grande-Gorge, Pont de la Caille, Vovray). J'ai pu constater, grâce à l'existence de galeries (creusées pour la recherche de l'or), qu'en certains points ils reposaient sur du Gault ayant le faciès de celui de la Perte du Rhône. On peut suivre ces formations sur tout le versant Est du Grand Salève; on y trouve fréquemment des traces de minerai de fer². Au Pont de la Caille, ils remplissent les fractures des calcaires Urgoniens et communiquent à l'eau du puits qui se trouve près de ce pont une couleur de rouille; encore plus au Sud, ils sont très développés sur le versant Est de la Balme de Sillingy. A. FAVRE³ les rapportait au Tongrien, en les reliant d'une façon intime au poulingue de

¹ Ces formations si étendues ont encore un développement plus considérable que ne l'indique la Carte Géologique; ils affleurent, en effet, tout le long de la route de Cruseilles sur une longueur de plusieurs kilomètres, après au delà du village du Verney.

² Les scories analogues à celles que j'ai signalées sur le Plateau des Déserts sont connues depuis longtemps au Salève.

³ A. FAVRE, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc*, t. I, p. 281, 1867.

Mornex ; c'est cette opinion qui a été admise par le Service de la Carte Géologique de la France (*m'''*, Feuille d'Annecy) ; de MORTILLET¹ les rapproche des sables blancs d'Arith, mais les confond avec les sables blancs des Déserts ou des environs d'Annecy, dont l'origine et l'âge sont tout différents ; il les rapporte alors à l'époque Éocène supérieur. C'est aussi la conclusion admise à la réunion de la Société Géologique de France à Genève². Je crois qu'il faut, au contraire, synchroniser tous ces dépôts avec ceux qui vraiment leur correspondent plus au Sud (sables blancs d'Arith ou sables et argiles bigarrés de Saint-Jean-de-Couz), c'est-à-dire les rapporter à l'Éocène inférieur. Au Salève, ils proviendraient nettement du lavage des dépôts du Gault, qui ont dû autrefois certainement exister, comme le prouvent les lambeaux que j'y ai découverts (route de Cruseille) et dont la glauconie oxydée a donné naissance aux minerais de fer.

Je tiens à faire remarquer, en passant, qu'il existe dans les Hautes-Alpes calcaires du canton de Vaud, un peu en dehors de la région que j'ai particulièrement étudiée, dans le massif des Diablerets, des dépôts de ce niveau de l'Éocène inférieur. M. RENEVIER³ a en effet constaté les faits suivants :

Les terrains Tertiaires de cette région débutent, non par la brèche à grandes Nummulites (*N. perforata*) que l'on ne connaît pas en place, et qui est certainement de l'Éocène moyen, mais par un terrain ferrugineux interstratifié entre le Gault et le Nummulitique. A la Mine de Houille, on voit reposer sur l'Urgonien crevassé, sur une épaisseur de 25 à 30 mètres, des grès ferrugineux jaunâtres, partiellement brunâtres ou rougeâtres, avec de petites masses de sesquioxyde de fer. Ils passent, par une transition insensible, aux marnes à *Chara* qui commencent les dépôts d'eau douce. Ces marnes sont surmontées par des calcaires à Limnées qui ont fourni les formes suivantes :

¹ De MORTILLET, *Géologie et Minéralogie de la Savoie*, p. 277, 1858, A. FAURE.

² Réunion extraord. à Genève, *B. S. G. de France*, 3^e série, t. III, 1874-75. Excursions au Salève, p. 753.

³ E. RENEVIER, Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises (*Matériaux pour la Carte Géol. de la Suisse*, xvii^e livraison, p. 364, 1890.)

Clausilia crenata Sandb.
Limnæa acuminata Brongt.
L. longiscata Brongt.
L. fusiformis Sow.
L. dilatata? Noulet.
Planorbis pseudo-ammonius Schlotheim.

Cyclotus exaratus Sandb.
Strophostoma striatum Desh.
Vivipara Soricinisensis Noulet.
V. Orbignyi Desh.
Sphærium Castrense? Noulet.
Arca Rosthorni Penecke.
Chara helicteres Brongt.

C'est une faune de l'Éocène moyen ; ce qui implique bien l'âge Éocène inférieur des dépôts sidérolithiques sous-jacents.

A l'Ouest du Salève, dans la cluse du Rhône, près de Bellegarde, reposant sur l'Urgonien, des grès quartzeux blancs, identiques à ceux du Salève, présentant, comme aux environs de Pyrimont, des parties brunies par des injections d'asphalte liquide venues de bas en haut. Ces sables sont surmontés en certains points (Pyrimont) par un poudingue à éléments calcaires énormes (quelques-uns ont un volume d'un mètre cube), intimement lié à des marnes aquitaniennes bleues ou bigarrées, sans fossiles. Les dépôts analogues de Bellegarde (ils reposent alors sur le Gault et contiennent des silex qui disparaissent plus au Sud), ont été comparés (à tort, je crois) par M. G. DE MORTILLET¹, aux grès des Déserts ou à ceux des Barattes, près d'Annecy. Dans cette dernière localité, lorsque l'on monte au-dessus du hameau des Barattes, on voit, en effet, reposant sur l'Urgonien, des calcaires gréseux qui, en certains points, comme nous l'avons vu aux Déserts, se décomposent au contact de l'air, deviennent très blancs et rappellent ainsi par leur aspect les sables sidérolithiques. Ils sont nettement surmontés par des couches de grès micacés, d'aspect molassique, avec débris de plantes. Il n'y a rien de semblable dans la cluse du Rhône et les sables de Bellegarde doivent être rapportés également à l'Éocène inférieur, leurs éléments proviennent dans cette région des sables verts du Gault.

Il en est de même des sables blancs signalés par différents

¹ G. DE MORTILLET, Note sur l'âge des sables à silex et des marnes bigarrées de la Perte du Rhône (*B. S. G. de France*, 2^e série, t. XVII, p. 119).

auteurs dans le Jura méridional ; ils se présentent toujours dans la même position, le long de la faille du Vuache. Ce sont des sables ferrugineux, siliceux, à ciment argileux, contenant de nombreux rognons de fer mamelonnés. Il est probable cependant que ces dépôts, qui ont commencé à se former au début de l'Ère Tertiaire, au moment de l'émersion totale de la région, ont dû se continuer pendant la plus grande partie des périodes Tertiaires inférieures.

Je les ai signalés également à Saint-André, à l'entrée orientale du val du Fier, reposant sur les grès du Gault et supportant des dépôts Aquitaniens. Ils sont rougis, au moins à la surface, par la décomposition de pyrites qui atteignent souvent la grosseur d'une noisette.

Bassin de la Saône. — Au Nord de la vallée du Rhône, dans la région de la Bresse et sur la bordure du Jura, ces dépôts de l'Éocène inférieur sont représentés par les *argiles à silex* bien développées dans le Mâconnais et le Châlonnais, où elles occupent des surfaces considérables, sur une épaisseur pouvant atteindre 30 mètres. On y trouve des lits épais d'argiles bariolées (exploitées pour la fabrication des briques réfractaires) et des lits de sables quartzueux, surtout à la base¹.

M. DEPÉRET² a également cité, tout à fait sur le bord oriental de la région qui nous occupe, aux environs de Saint-Vallier, dans la vallée du Rhône (Douévas, Larnage), des couches d'argiles feldspathiques blanches ou bigarrées, reposant directement sur la granulite et surmontées par la Molasse marine. L'existence de ces dépôts dans nos localités tendrait à prouver leur extension, non seulement dans la région Alpine et Jurassienne, mais encore dans toute la dépression de la vallée du Rhône et de la Saône. Leur nature, nettement continentale, est, comme le montre l'examen que je viens de faire, plus ou

¹ Ch. DEPÉRET, *loc. cit.*, 1894, p. 703.

² Les dépôts qui se composent à la base de sables quartzueux, plus ou moins cimentés et de marnes blanches ou bariolées, réfractaires, proviennent comme dans la région orientale, du lavage des dépôts crétacés ; surtout du Sénonien, comme le prouvent les Oursins de la craie qui s'y rencontrent. Dans l'intérieur du Jura on les retrouve en particulier à Ramasse et Hautecour.

moins influencée par les terrains voisins (Sénonien, Gault ou terrains anciens près du Plateau Central).

§ 2. **Eocène moyen (Lutétien).** — L'Éocène moyen lacustre, dont le faciès est très constant dans toute la partie méridionale de la vallée du Rhône, est intimement lié à l'Éocène inférieur (Bassin d'Aix, Dieulefit, dans le Dauphiné) ou en est indépendant, mais présente cependant dans toute cette région la même distribution géographique. Il s'étend au Nord dans la Haute-Saône jusqu'à Talmay, un peu au Sud de Gray.

Il restait encore de nombreuses parties soulevées où des phénomènes d'érosion continentale, commencés dès le début du Tertiaire, ont continué à se faire sentir. Sur ces territoires émergés vivaient de nombreux Vertébrés dont les restes ont pu être conservés, grâce à la présence de poches sidérolithiques. C'est ainsi que, dans une dépendance du Mont-d'Or Lyonnais, M. DEPÉRET¹ a signalé récemment, dans les argiles sidérolithiques remplissant une poche du calcaire Bathonien, à Lissieu, près de Lyon, de nombreux restes de Vertébrés, parmi lesquels il a pu reconnaître les espèces suivantes :

<i>Lophiodon Isselense</i> Cuv.	<i>Acerotherulum saturninum</i> Gerv.
<i>Lophiodon rhinoceros</i> Rütim.	<i>Dichobune</i> sp.
<i>Hyrachius intermedius</i> Fill.	<i>Dichodon Cartieri</i> Rütim.
<i>Paloplotherium magnum</i> Rütim.	<i>Phanacodus europæus</i> Rütim.
<i>P. cf. codiciense</i> Gaudry.	<i>Sciuroides siderolithicus</i> Rütim.
<i>Propalæotherium Isselanum</i> Cuv.	<i>Viverra</i> sp.
<i>P. minutum</i> Rütim.	Débris d'Oiseaux, de Tortues et
<i>Anchilophus Desmaresti</i> Gerv.	d'autres Reptiles.
<i>Lophiotherium</i> sp.	

et en outre, des débris de calcaire lacustre avec *Planorbis pseudo-ammonius* Schloth, montrant que le lac Lutétien ne devait pas être très éloigné de cette région émergée. Cette faune est identique à celle d'Issel (Aude), à celle du calcaire grossier du Bassin de Paris ou à celle d'Egerkingen en Suisse qui se présente dans des conditions identiques.

¹ Ch. DEPÉRET, Sur un gisement sidérolithique de l'Éocène moyen à Lissieu (*C. R. Acad. des sciences*, 9 avril 1894.)

PÉRIODE NUMMULITIQUE

Pendant que les dépôts d'eau douce ou fluviolacustres dont je viens de parler se formaient dans la vallée de la Saône et du Rhône et sur quelques points, soit du Jura méridional, soit des Bauges, la mer n'occupait que le Nord de la France, la Belgique et la région méditerranéenne au Sud des Alpes. Ces deux dépressions étaient isolées et ne communiquaient qu'au large de l'Océan Atlantique.

A l'Éocène moyen, dont les dépôts sont en transgression sur ceux de l'Éocène inférieur, les mers du Nord atteignent leur maximum de température, grâce à une communication plus facile avec les régions méditerranéennes, le long des Pyrénées. On admet généralement que l'Éocène moyen débute partout par l'apparition de la *Nummulites lævigata*.

Pendant le Lutétien, la mer Éocène subit un mouvement de transgression très net : elle s'étend sur toute l'Italie septentrionale, pénètre dans la région des Alpes et des Monts Euganéens et atteint les Alpes Françaises à Nice. En même temps, le golfe Nummulitique qui existait en Hongrie s'avance dans un géosynclinal alpin tout le long de la plaine Suisse. Il y a envahissement graduel des Alpes par la mer Nummulitique (dont les dépôts sont en transgression sur les terrains Secondaires), à la fois par le Sud dans les Alpes occidentales et par l'Est dans les Alpes orientales. Le géosynclinal alpin Nummulitique constitue un bras de mer relativement fort étroit, situé très nettement, dans la vallée du Rhône, sur l'emplacement de la partie la plus profonde du géosynclinal Secondaire, beaucoup plus près de la chaîne cristalline ancienne des Alpes, que du Plateau Central Français.

Avant d'essayer de rattacher les dépôts Nummulitiques des Bauges à ceux des régions voisines, il est indispensable de les étudier en détail dans les différents synclinaux où ils ont été conservés. D'une manière générale, ces synclinaux forment, dans le faisceau du Génois, les régions élevées dont l'altitude augmente à mesure qu'on se dirige vers l'Est ; cette disposition s'explique

parfaitement par le soulèvement Est-Ouest qui s'est produit dans toute cette région, dès la formation de ces dépôts. Tous ces synclinaux, comme les autres plis, sont dirigés sensiblement N.-N.-E., S.-S.-O.

Les travaux auxquels ces dépôts ont donné lieu sont déjà fort nombreux. Je ne citerai dans le résumé historique ci-dessous que les plus importants :

En 1844, au moment de la réunion de la Société géologique de France, à Chambéry¹, tous les terrains Nummulitiques de la Savoie étaient encore considérés comme appartenant aux terrains secondaires, et la Société avait relevé la coupe suivante au Désert près de Chambéry de haut en bas.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1° Grès micacé des Déserts à petits bivalves indéterminés | } Flysch
des
géologues suiss. |
| 2° Marnes avec très petites paillettes de mica, dents et écailles de poissons. | |
| 3° Calcaire jaune clair avec Pectens très nombreux, des Cerithiums et Nummulites; le calcaire se change parfois en grès jaune ou blanc s'altérant au contact de l'air. | |
| 4° Conglomérat à grains et noyaux siliceux avec Polypiers et renfermant de très grandes Nummulites. | |

Elle avait constaté la grande extension de ces terrains vers le Nord par Bellecombe, Entrevernes, et au delà du lac d'Annecy, au Grand-Bornand et à Thônes.

L'année suivante, PILLET, par la découverte des Nummulites de Montricher, montrait d'une façon nette que ces terrains étaient bien Tertiaires.

M. DE MORTILLET² ne voit dans les terrains Nummulitiques de la Savoie que deux assises : 1° une assise inférieure qu'il appelle le calcaire à Nummulites et qui comprenait des conglomérats, des marnes à lignites, des grès et surtout des calcaires ; et 2° le flysch à l'état de marnes bleuâtres feuilletées et fortement micacées, se décomposant facilement au contact de l'air.

¹ Comptes rendus de la réunion extraordinaire à Chambéry, *B. S. G. de France*, 2^e série, t. I, 1844.

² G. DE MORTILLET, *loc. cit.*, 1853.

A. FAVRE¹ admettait aussi deux étages seulement : 1° à la base, l'étage Nummulitique proprement dit (calcaires, grès et schistes); 2° macigno alpin (flysch comprenant des grès à Fucoïdes et des grès de Taveyannaz).

CH. LORY, dans ses travaux, s'est souvent occupé du Nummulitique des Bauges, mais sans chercher à séparer les différentes assises, les rangeant toutes au même niveau. Un certain nombre de Nummulites avaient cependant été déterminés par PH. DE LA HARPE² qui avait reconnu les formes suivantes :

du Châtelard-les-Bauges.	{	<i>Nummulites perforata</i> var. <i>Allobrogensis</i> d. l. H.
		<i>Nummulites Lucasana</i> DeFrance.
de Faverges.	{	<i>Nummulites striata</i> d'Orb.
		<i>Nummulites variolaria</i> Sow.
de Thônes	{	<i>Num. striata</i> d'Orb.
		<i>Num. variolaria</i> Sow.

et enfin, plus au Sud, à Montricher en Maurienne :

<i>Num. complanata</i> ? Lam.	<i>Num. variolaria</i> Sow.
<i>Num. Lucasana</i> DeFr.	<i>Num. aff. elegans</i> Sow.

Il avait donné une première distribution des différentes zones de Nummulites dans les Alpes Françaises qu'il relie aux Alpes Bernoises.

La même année, la Carte géologique du département de la Savoie³ donnait la distribution de l'ensemble des terrains Nummulitiques de la région.

PILLET, ayant de nouveau étudié le plateau des Déserts, avait recueilli, malheureusement sans distinguer les différentes assises, un certain nombre d'échantillons qui, déterminés par TOURNOUER⁴,

¹ A. FAVRE, *loc. cit.*, t. II.

² PH. DE LA HARPE, Nummulites des Alpes Françaises (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Natur.*, t. XVI, p. 409, 1879).

³ Carte Géologique de la Savoie par CH. LORY, L. PILLET et l'abbé VALLET, 1879.

⁴ TOURNOUER, Sur la faune Tongrienne des Déserts, près Chambéry (*B. S. G. de France*, 3^e série, t. V, p. 333, 1877).

lui permirent cependant de conclure à l'indépendance complète de ces dépôts et de ceux du reste des Bauges¹ (couches à grandes Nummulites et niveaux saumâtres); il put les rapprocher des couches Tongriennes de Barrême (Basses-Alpes), mais avec persistance de quelques espèces existant en général à un niveau inférieur.

M. HOLLANDE², dans son étude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie, donne la succession suivante, assez compliquée, du Tertiaire des Bauges, de haut en bas :

Aquitainien.	{	16. Fausse molasse à <i>Sabal Lamanonis</i> ? Brgt.
		15. Marnes rouges à <i>Helix Ramondi</i> Brgt.
		14. Flysch Oligocène à Fucoïdes et à écailles de poissons.
		13. Couches à <i>Operculines</i> et <i>Cardita Laurae</i> .
		12. Grès et sables à <i>Bythinia Dubuissoni</i> .
		11. Couches à polypiers et à <i>Natica crassatina</i> .
		10. Poudingue à cailloux Néocomiens et <i>Natica crassatina</i> .
		9. Grès grossier à Nummulites (4 ^e niveau à Nummulites).
		8. Poudingue et glaise à cailloux exotiques.
		7. Grès de Taveyannaz (Almes et Sulens).
		6. Flysch éocène à fucoïdes et écailles de poissons.
		5. Mauvaise molasse à Nummulites ou alternant avec des calcaires à Nummulites (3 ^e niveau à Nummulites). (Settenez, Serraval).
		4. Poudingue à gros cailloux Jurassiques, Néocomiens, ou des schistes cristallins (massif des Almes et Sulens).
		3. Calcaire à <i>Num. striata</i> . (2 ^e niveau à Nummulites).
		2. Marnes à <i>Cytherea Villanova</i> et <i>Cerithium Diaboli</i> .
		1. Calcaire grossier et conglomérat à <i>Num. perforata</i> (1 ^{er} niveau à Nummulites).

M. HOLLANDE avait dû exagérer le nombre des niveaux à Nummulites qu'il avait reconnus dans les Bauges, parce que, suivant les vallées que l'on considère, les dépôts changent beaucoup de faciès

¹ Dans leur travail sur les dépôts Nummulitiques, MM. HÉBERT ET RENEVIER (Fossiles du terrain Nummulitique supérieur, *Bull. Soc. Statistique de l'Isère*, 2^e série, t. III, p. 148, 1856) avaient signalé l'existence du niveau saumâtre des Liablerets à Pernant et Entrevernes dans la Savoie.

² A. HOLLANDE, *loc. cit.*, p. 149, 1889.

et même d'origine (marine ou saumâtre). Dans une note que M. LUGEON¹ et moi avons publiée, nous avons mis en évidence ce fait de la grande variabilité des faciès des dépôts Nummulitiques des Bauges ou de leur prolongement au delà du lac d'Annecy.

Dans une note parue aux *Comptes rendus des Collaborateurs de la Carte Géologique de France pour 1894*², j'ai donné déjà une succession beaucoup plus simple des terrains Tertiaires des Bauges, réduisant en particulier les quatre niveaux à Nummulites, à deux que j'appelais les couches à grandes Nummulites à la base, et les couches à petites Nummulites. Je signalais, en particulier, avec M. RÉVIL la présence des couches à grandes nummulites dans la vallée des Aillons.

La même année, M. HOLLANDE³ publiait une nouvelle note sur la vallée des Déserts et donnait la nouvelle succession suivante de bas en haut :

Tongrien.	{	Graviers et gros sables remaniés.
		Poudingue à <i>Natica crassatina</i> (vallée des Déserts).
		Grès à <i>Nummulites</i> et <i>Natica crassatina</i> (Désert, Aillon).
		Sables fins (vallée des Déserts).
		Flysch à Fucoïdes et écailles de poissons (vallée des Déserts, Aillon, etc.).
Aquitanien.	{	Fausse molasse ⁴ avec débris de plantes (Mermets, Cusy, Chindrieux).
		Molasse sablonneuse sans galets (Déserts).
		Molasse alternant avec des couches rouges à <i>Helix rugulosa</i> <i>H. Ramondi</i> (Aillon, Leschaux, les Déserts, Grésy-sur-Aix, Couz, Gerbaix).
		Molasse gris cendré ou gris jaunâtre (vallée de Leschaux).

Les différentes opinions émises par les précédents auteurs ont nécessité une étude stratigraphique très serrée des synclinaux

¹ H. DOUXAMI ET M. LUGEON, Sur le Nummulitique des Bauges (*C. R. collaborateurs service de la carte géol.*), 1895.

² H. DOUXAMI, *Sur le tertiaire de la Savoie et du Dauphiné*, p. 91, 1894.

³ D. HOLLANDE, *loc. cit.*, Bull. n° 41, 1894.

⁴ M. HOLLANDE avait déjà employé ce mot pour désigner la molasse gris cendré ou gris jaunâtre bien supérieure.

Tertiaires des Bauges. Par suite même de la grande variabilité desséliments, aucune vallée n'a pu fournir une succession complète des dépôts Nummulitiques, et il me faudra donner des coupes de ces différentes vallées et même de différents points de ces vallées.

En général, ces synclinaux sont très réguliers et peuvent se suivre d'un bout à l'autre du massif des Bauges, et même au delà du lac d'Annecy, dans le massif du Génevois. Le flanc Est est toujours plus ou moins renversé (Trélod); ce renversement peut aller jusqu'à un véritable étirement des couches, comme cela se produit au Nord de l'ancienne mine d'Entrevernes.

Les couches Nummulitiques des Bauges reposent en général sur le Sénonien : soit sur le Sénonien tout à fait supérieur (calcaire blanc à *Inoceramus Cuvieri*), soit sur les couches de calcaire à silex de la partie inférieure du Sénonien, ou sur le conglomérat de base (vallée des Aillons), soit sur le Gault (vallée d'Entrevernes) soit enfin sur l'Urgonien (col des Prés, plateau des Déserts), par conséquent en transgression bien nette sur les terrains secondaires.

Synclinal du Charbon. — Le synclinal le plus favorable à l'étude de la série à peu près complète du Nummulitique est celui de la montagne du Charbon. Il s'étend sensiblement N. S. depuis les environs de Doussard sur le lac d'Annecy, jusque vers Jarsy, où il se dédouble pour former les synclinaux uniquement Crétacés de la vallée de Sainte Reine. Au Nord de Doussard le prolongement paraît être vers Blully.

L'allure générale des couches, dans cette vallée haute (altitude moyenne de 1500 mètres), est celle d'un synclinal dont le bord Est est renversé plus ou moins complètement. Une cluse profonde, en bas des chalets de Planay, permet de se rendre compte de la disposition des couches Tertiaires. Vers le Nord, toutes les couches Nummulitiques ont, pour ainsi dire, joué dans le synclinal Sénonien et, un peu au Nord des chalets de Planay, vers les chalets du Rosay, on peut relever la coupe suivante, E. W. à partir du Gault qui affleure près des chalets, on a le Sénonien bien développé, formant un talus incliné, et les couches Tertiaires débutent par des

conglomérats et des calcaires, formant un abrupt d'une vingtaine de mètres de hauteur¹, correspondant aux dépôts les plus inférieurs

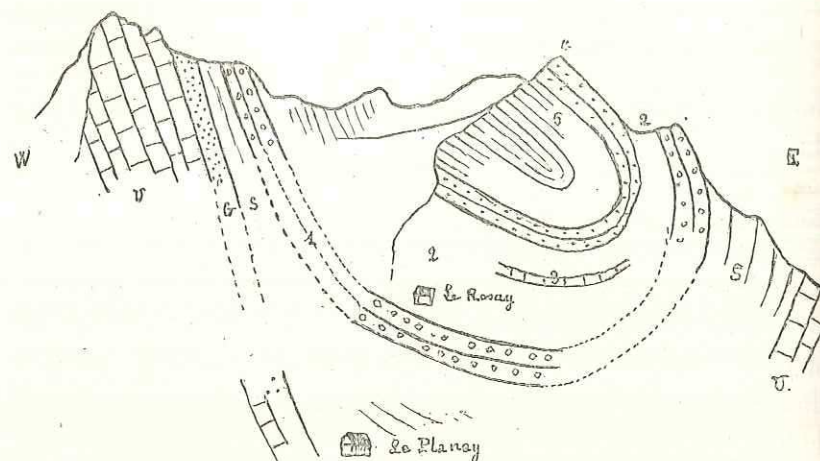


FIG. 2. — Coupe du Charbon au N. des chalets du Planay.

U Urgonien, G Gault, S Sénonien, 1 Couches à grandes Nummulites; 2 Calc. schistoïde à écailles de poissons; 3 Niveau saumâtre; 4 Couches à petites Nummulites; 5 Calcaire schistoïde passant à des grès micacés.

du Nummulitique que je désigne sous le nom de *couches à grandes Nummulites* :

N. aturica Joly et Leym.
N. Lucasana Defrance.
Orthophragma sp. de grande taille.

On trouve au dessus, une série de couches marneuses et calcaires avec quelques rares écailles de poissons et dont certains lits marneux sont absolument pétris de fossiles saumâtres.

Cytherea Villanovae Lmk.
Cyrena convexa Brongt. sp.
Melanopsis fusiformis Sow.

¹ C'est la limite naturelle entre les pâturages du Rosay et du Planay.

Ces marnes sont identiques à celles que nous trouverons à la mine d'Entrevernes et correspondent au niveau saumâtre des Diablerets. Au-dessus de ces couches marno-calcaires se trouve une nouvelle barre calcaire formant un synclinal couché très net. C'est un calcaire gréseux, jaune à la surface par altération et bleu en profondeur, avec de nombreux débris de coquilles, parmi lesquels j'ai pu reconnaître.

Pecten subtripartitus Gold.
P. tripartitus Desh.
P. pictus Desh.
Ostrea gigantea Brand.

Ce sont les couches que je désignerai dans la suite sous le nom de *couches à petites Nummulites*. Elles forment ici le sommet du Plan de Lire et sont surmontées par des *calcaires schistoïdes à écailles de poissons*, se chargeant peu à peu de mica à la partie supérieure et devenant grésiformes.

La succession précédente se retrouve encore lorsqu'on se dirige vers le Nord, mais on voit apparaître, sous le niveau saumâtre très réduit, de nouveaux calcaires schistoïdes blancs à écailles, surmontant la barre calcaire du niveau inférieur (couches à grandes Nummulites) qui domine le cirque où se trouvent les chalets de la Combe.

Vers le Sud, sur la rive droite de la cluse, on aperçoit dans les couches Tertiaires, trois petits plissements secondaires qui s'atténuent peu à peu, à mesure qu'on s'avance vers le Trélod (2179^m). Sous le Trélod, on peut relever la coupe suivante, sensiblement différente de celle que j'ai donnée un peu plus haut. De l'Ouest à l'Est, on rencontre successivement :

Sur l'Urgonien fortement redressé, presque jusqu'à la verticale, on a le Gault à l'état de sables ou de grès verts, pouvant atteindre en certains points (chalets de Planay) une très grande épaisseur et présentant parfois tout à fait un aspect molassique; le Sénonien épais d'une quarantaine de mètres est à l'état de calcaires blancs à Inocérames. La série Tertiaire, qui vient ensuite, débute par les

couches à grandes Nummulites, constituées par un conglomérat calcaire épais d'une quarantaine de mètres. Près de la Dent des Portes, ces couches inférieures sont particulièrement riches en *Nummulites*, *Orthophragmina* que l'on trouve en grande abondance toutes dégagées. J'y ai recueilli, outre les espèces citées plus haut des moules de Lamellibranches (*Pecten*) et un débris de *Spatangus*

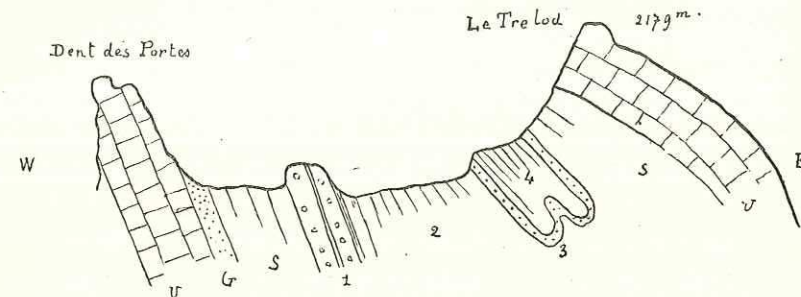


FIG. 3. — Coupe de la Dent des Portes, au Trélod.

V Urgonien, G Gault; S Sénonien; 1 Couches à grandes Nummulites; 2 Flysch calcaire; 3 Grès à petites Nummulites; 4 Grès schisteux micacés.

de grande taille. Ces couches, qui sont presque verticales, ravinent le Sénonien; dans le banc de poudingue de base, on reconnaît facilement de nombreux galets d'Urgonien, de Néocomien et de Craie; il est d'ailleurs facile à distinguer par l'absence de grains de glauconie de celui de la base du Sénonien. Vers le milieu de ces poudingues, se trouve une intercalation schisteuse avec nombreux débris d'*Ostracés*. Ils se terminent par des bancs épais de calcaires gris qui sont eux-mêmes surmontés par des calcaires blancs grisâtres feuilletés, constituant le flysch des auteurs et que je désignerai sous le nom de *flysch calcaire* ou de *calcaire schistoïde à écailles de poissons*. Ces dernières couches peuvent d'ailleurs manquer à ce niveau, comme dans la première coupe des chalets du Planay. Au-dessus, on rencontre des calcaires grisâtres ou légèrement jaunâtres qui représentent le second niveau à Nummulites (*couches à petites Nummulites*) et qui sont affectés dans l'abrupt situé sous le Trélod, de plissements secondaires (fig. 3)

Les couches supérieures du Tertiaire, situées au-dessus des cal-

caires précédents, sont représentées dans l'abrupt du Trélod par des grès bleuâtres qui se décomposent facilement à l'air, en devenant jaunâtres et terreux. C'est un grès très micacé, mais renfermant encore des écailles de poissons (*Meletta*).

Le seul examen du synclinal du Charbon nous montre déjà de la façon la plus nette, la grande variabilité que présentent les couches Nummulitiques des Bauges. Nous allons voir ce caractère s'accroître davantage par l'étude des autres synclinaux de la région.

Synclinal d'Arclozan-Bellevaux. — Le synclinal, qui forme la vallée haute où se trouvent les chalets d'Arclozan a été désigné par les auteurs sous le nom de synclinal de la mine de Montmin. Ce synclinal, très simple à la mine même, ne tarde pas à se compliquer en se bifurquant au Nord dans le massif de la Tournette et au Sud au niveau de Faverges; il se relie cependant, de la façon la plus nette, au synclinal de Bellevaux à l'Est d'École, dans les Bauges proprement dites. Il est connu depuis longtemps, grâce à l'exploitation minière (lignites de Montmin), qui y a existé pendant quelques années, au-dessus des chalets d'Arclozan (Marclozan de A. FAVRE), à l'altitude de plus de 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

En y montant de Faverges, par les chalets, on coupe la série des couches de Berrias, du Néocomien schisteux et de l'Urgonien. Sur ce dernier terrain repose, soit le Gault (grès vert), soit le Sénonien (calcaire gris blanc, avec, à la base, un banc de calcaire rosé), formant tout le fond de la vallée, avant les chalets d'Arclozan. Au delà, on voit peu à peu les calcaires prendre une teinte de plus en plus foncée, devenir complètement noirs et répandre une odeur fétide quand les cassures sont fraîches. Ce sont ces couches qui forment les petits monticules, entre lesquels

¹ Le sommet du Trélod est formé, comme je l'ai figuré sur ma coupe, par les calcaires Urgoniens surmontant le Sénonien par renversement, les couches Tertiaires ont subi par ce fait un étirement qui fait que les couches à grandes Nummulites n'affleurent pas.

² La vallée de Montmin est située à l'Ouest du synclinal de la mine, et forme une vallée anticlinale: aussi j'adopte avec M. LUGNON, auquel je dois les détails tectoniques qui suivent, le nom plus précis de synclinal d'Arclozan.

se trouve l'ancienne exploitation de lignites. Ces calcaires fétides, que M. LUGEON et moi¹ avons signalés les premiers dans la région, se rapportent encore au Sénonien, plutôt qu'au Nummulitique comme nous l'avons montré. Plus au Nord, j'en ai trouvés dans la vallée de Thônes.

Les premières couches Nummulitiques, qui viennent au-dessus de ces calcaires, paraissent être représentées par des alternances de calcaires noirs en bancs plus ou moins épais et de bancs plus

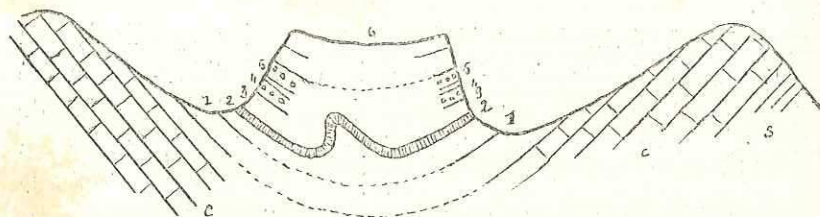


FIG. 4. — Coupe de la mine de Montmin (Arclosan).

S Sénonien, C calcaire noir fétide; 1 Calcaires noirs nummulitiques; 2 Couche de lignite; 3 Calcaire noir bitumineux; 4, 5 Bancs à Polypiers; 6 Grès et calcaires à petites Nummulites.

marnoux contenant de grands *Cardium* surtout dans les bancs marnoux (*Cardium granulosum*, Lmk.) au-dessus, l'on voit des couches marneuses noires très charbonneuses et, intercalée au milieu, la couche de lignites exploitée autrefois. Cette couche a été fortement disloquée, comme le montre la coupe de cette localité (fig. 4).

Ces mouvements qui n'existent qu'à ce niveau sont difficiles à expliquer, mais rendent compte des surfaces polies fréquentes que présente le charbon. Le toit est formé par une nouvelle série de calcaires et de marnes bleues ou noires très délitables. Les calcaires, au contact de l'air, sous l'action des eaux de ruissellement, laissent voir de nombreux fossiles (petits Gastropodes); j'ai pu recueillir ainsi :

¹ H. DOUXAMI ET LUGEON, *Bull. Serv. de la Carte Géol.*, 1895.

Cerithium Diaboli Brongt.
Cerithium plicatum Brug.
Cytherea Villanova Desh.

Cyrena convexa Brongt. sp.
Petits gastropodes voisins des Natices

C'est le niveau à Cérithes des Diablerets; on rencontre en outre dans ces couches de nombreux troncs d'arbres (Conifères) silicifiés, atteignant parfois un diamètre de 20 centimètres, où l'on distingue facilement les différentes couches de bois.

A la partie supérieure de ces couches se trouve un banc de calcaire noir bitumineux de 1 mètre d'épaisseur, surmonté d'un premier banc de calcaire à polypiers branchus de 50 centimètres d'épaisseur, où j'ai recueilli :

Cerithium Diaboli, Brongt.
Natica sp., trois moules voisins de *N. vapincana*, d'Orb.
Cardium granulosum, Lmk.

Les Cérithes se trouvent surtout à la partie inférieure de la couche, quand les polypiers sont encore peu nombreux.

Une couche d'argile noire de 50 centimètres d'épaisseur, contenant encore quelques mauvais moules de fossiles, se trouve intercalée entre cette première assise à polypiers et une seconde beaucoup plus épaisse (2 mètres environ), contenant les mêmes formes que l'assise inférieure. Le tout se termine par des calcaires très épais, presque sans fossiles, où je n'ai pu trouver de traces de *Pecten*; vers la partie supérieure, on rencontre un banc pétri de petites Nummulites (*N. aff. striata*, *N. aff. Ramondi*)¹. L'ensemble des couches Tertiaires n'a pas plus d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur; les couches supérieures du Nummulitique (grès micacé), ainsi que les couches tout à fait inférieures manquent.

Au Sud de ce synclinal, à Faverges, on retrouve, à la colline qui supporte le château, une coupe du Tertiaire différente encore de la coupe précédente. Elle comprend de haut en bas :

¹ A. FAVRE, *loc. cit.*, t. II, p. 191, y cite *Nummulites planulata* qui ne me paraît pas y exister.

Calcaire schistoïde et grès schisteux (Flysch gréseux).
 Grès à petites Nummulites¹ avec *N. striata*, *N. variolaria*, *N. Boucheri*.
 Urgonien.
 Gault.
 Calcaire fétide noir.
 Urgonien (sur la rive gauche du torrent de Seltenaz).

Les couches supérieures du Nummulitique existent seules en ce point; de plus, cette coupe fait voir nettement que les couches de calcaire fétide noir sont complètement indépendantes des couches Tertiaires, malgré la grande ressemblance pétrographique de certains bancs et se rattachent à la période du Crétacé supérieur.

On retrouve encore des dépôts Tertiaires dans l'une des branches qui constituent le prolongement méridional du synclinal d'Arclozan: c'est le petit synclinal qui forme le plan de Bellevaux à l'Est d'École. Dans ce synclinal, on observe le calcaire noir fétide dont je viens de parler, pincé dans le Sénonien franc et recouvert, non plus comme à Arclozan par les couches saumâtres à lignites, mais par une brèche calcaire à *Nummulites striata*² d'Orb. On trouve également quelques rares Nummulites de taille un peu plus grande, que je rapporte à la *N. complanata* Lam. et des *Pecten* en mauvais état de conservation. Au-dessus, les couches supérieures du Nummulitique sont constituées par des calcaires marneux, bleuâtres à cassure conchoïdale renfermant des écailles de poissons (*Meletta*). Tous les autres synclinaux plus orientaux des Bauges ne renferment plus de dépôts Tertiaires.

Synclinal d'Entrevernes. — A l'Ouest du synclinal du Charbon, l'on rencontre un premier synclinal Tertiaire, où les dépôts présentent des caractères rappelant à la fois synclinal du Charbon et synclinal d'Arclozan: c'est celui qui renferme les lignites anciennement exploités à Entrevernes. Très resserré près de Duingt et la Thuile, entre la montagne du château de Duingt et la chaîne du Roc-des-Bœufs du

¹ Ce sont sans doute ceux signalés par M. HOLLANDE (*loc. cit.*, 1889).

² Cette superposition est bien visible au-dessus des maisons de Bellevaux-derrrière.

Banc-du-Plan, ce synclinal se prolonge au delà du lac d'Annecy par le synclinal de Verrier et vers le Sud, un peu à l'Est du Châtelard. Interrompu par la cluse du Chéra, près de cette localité, il se termine, sans avoir subi aucune déviation, au synclinal uniquement Crétacé du Colombier du Châtelard, entre la Dent-de-Rossane et le Colombier.

A la mine d'Entrevernes même, près du puits d'exploitation et de l'anciennegalerie, on a, à partir de l'Urgonien, disposés en couches verticales:

1° Le Gault à l'état de grès vert, d'aspect molassique, rappelant aussi le faciès du grès à petites Nummulites. Ces grès avaient été considérés par les auteurs anciens comme Nummulitiques; on les retrouve sur le versant Ouest au-dessous des couches à grandes Nummulites, ainsi qu'au Nord de la mine;

2° Banc de marnes noires, 2 mètres;

3° Banc de lignites, d'une épaisseur moyenne de 2 mètres pouvant en certains points atteindre jusqu'à 3 ou 4 mètres, renfermant des coquilles écrasées peu déterminables de *Planorbis Cyclas*;

4° Banc de marnes fossilifères, 10 mètres. Dans ces marnes noires, pétries de fossiles, on peut recueillir en grande abondance:

Melanopsis fusiformis Sow. a. c.

Cerithium plicatum Brug. ar. et var.

Alpina H. et R.

Cerithium elegans Desh. a. c.

Cytherea Villanovae Desh. r.

Cyrena convexa Brongt. c.

Cyrena vapincana ? Desh. r.

Cardium granulosum Lamk

Nombreux débris de plantes indéterminables.

Je rattache encore à ce niveau, qui correspond tout à fait au niveau saumâtre à Cérithes des Diablerets, c'est-à-dire au *Priabonien* de MM. MUNIER-CHALMAS et LAPPARENT (équivalent méditerranéen du Ludien du Bassin de Paris), des couches de calcaire noir fétide qui se trouvent au-dessus et où l'on rencontre encore:

Cytherea Villanovae Desh.

Natica aff. *Studer* Queenst.

Cerithium Diaboli Brongt.

Cerithium plicatum Brug.

des Ostracées.

5° Des calcaires bleuâtres, en lits minces, schistoïdes, à écailles de poissons et qui, comme toujours, se chargent peu à peu, à mesure qu'on s'élève dans la série, de mica, en devenant beaucoup plus gréseux, facilement décomposables à l'air, ayant tout à fait l'aspect de la molasse; ils occupent le centre du synclinal. Ces dernières couches sont bien visibles, le long du ruisseau qui descend vers Entrevernes¹.

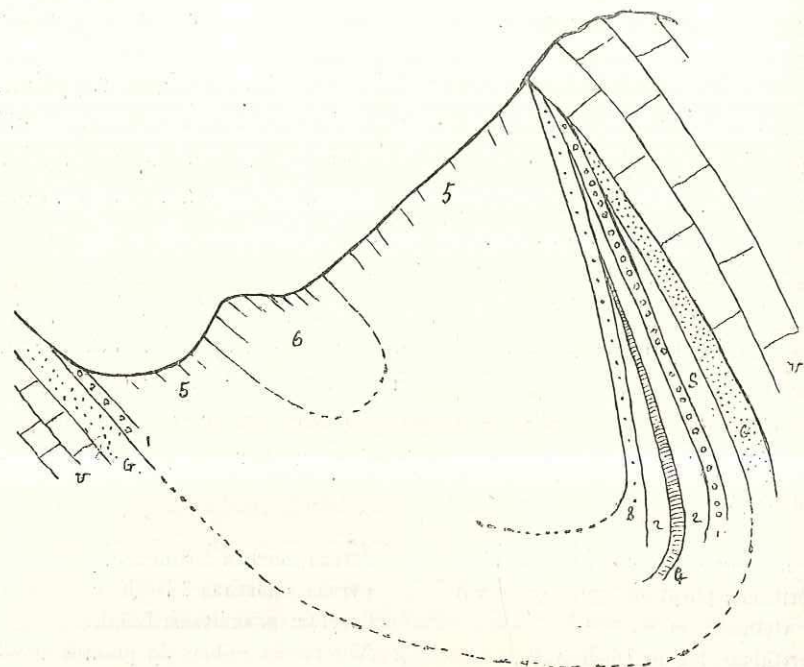


FIG. 5. — Coupe au Nord de la mine d'Entrevernes.

U. Urgonien G Gault; S Sénonien; 1 conglomérat à grandes Nummulites; 2 Marnes saumâtres; 3 bancs de lignite; 4 Grès à petites Nummulites; 5 Flysch; Grès micacés.

Un peu au nord de la mine, la première colline que l'on rencontre permet de relever la coupe ci-jointe W.-E. (fig. 5.),

¹ La mine d'Entrevernes est aujourd'hui complètement abandonnée. Le lignite constituait cependant un combustible excellent fort employé autrefois dans la région. Il formait une couche verticale très régulière vers le Sud. On l'exploitait par une galerie horizontale longue de 600 mètres et par un puits de 35 mètres de profondeur; vers le Nord, la couche était moins régulière par suite de mouvements orogéniques locaux.

montrant qu'il y a étirement et renversement des couches sur le flanc Est du synclinal: l'Urgonien du sommet se rattache à celui de la montagne de Duingt.

La succession de la mine se retrouve au delà.

Au lac d'Annecy, le synclinal d'Entrevernes traverse la dépression lacustre, sans être affecté par elle et se prolonge au delà du lac, par le synclinal Nummulitique de la montagne de Veyrier, où,

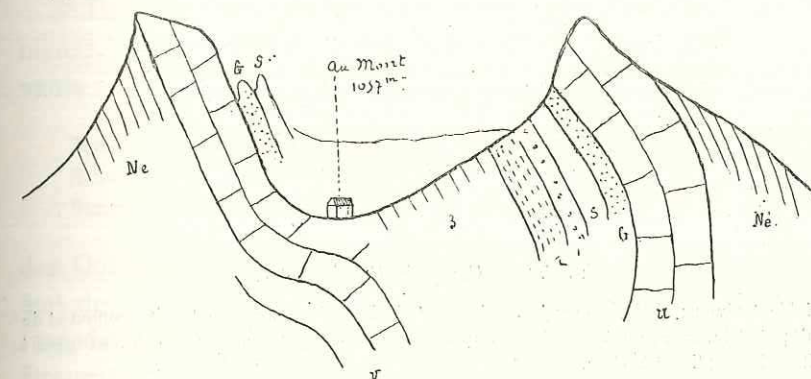


FIG. 6. — Coupe du col Rampon.

Né Néocomien; U Urgonien; G Gault; S Sénonien; 1 Conglomérat; 2 Grès à petites Nummulites; 3 Flysch.

après le passage dit des Contrebandiers, derrière l'église du village de Veyrier, on observe la coupe suivante, déjà donnée par M. de MORTILLET¹, comme exemple de renversement de couches (fig. 6). Les couches Tertiaires sont réduites à :

1° Grès Nummulitique reposant sur la Craie par un conglomérat (couches à petites Nummulites);

2° Grès et schistes marneux à écailles de poissons (Flysch).

L'allure des couches est d'ailleurs la même qu'à Entrevernes.

Sur le flanc occidental, vers Entrevernes (fig. 7), on trouve, reposant sur le Gault, d'aspect molassique, le conglomérat de base du Nummulitique que l'on peut suivre, presque sans interruption, jusqu'au col du Golet: c'est un grès grossier, accompagné d'un

¹ DE MORTILLET, *Géol. et minéral. de la Savoie*, pl. III, fig. 12.

poudingue calcaire, riche en Nummulites (*N. aturica*, *N. Lucasana*) et surmonté :

1° Par une couche marneuse de 2 mètres d'épaisseur, représentant le niveau saumâtre.

2° Par des grès très siliceux (ce sont presque des quartzites), glauconieux, avec bancs calcaires très glauconieux contenant quelques

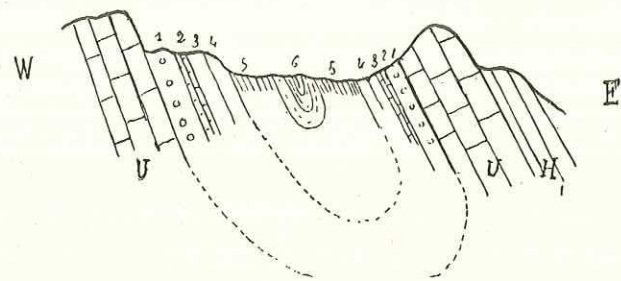


FIG. 7. — Coupe du Col du Golet.

H Hauterivien; U Urgonien; 1 Conglomérat de base à gros éléments d'Urgonien et de Gault; 2 Calc. compact à grandes Nummulites; 3 Marnes saumâtres; 4 Calc. et grès à petites Nummulites; 5 Calc. schisteux; 6 Grès micacés (Fausse Molasse).

débris de *Pecten*. Ces couches, qui correspondent aux couches à *Nummulites striata*, ont là un faciès particulier, unique dans les Bauges ;

3° Et au centre du synclinal, par l'ensemble des calcaires schistoïdes et des grès micacés à écailles (ces grès micacés correspondent aux couches de fausse molasse de M. HOLLANDE).

La couche à lignites, très réduite, comme on vient de le voir, sur le flanc occidental, où d'ailleurs elle manque souvent, ne prend un certain développement qu'au-dessus de la cluse de Bellecombe ; on y a exploité jadis un banc de lignites compris entre deux couches noirâtres avec nodules de différentes couleurs. La coupe du col du Golet, où les deux flancs du synclinal sont presque symétriques, nous donne la composition moyenne et presque complète du Nummulitique des Bauges. L'épaisseur totale des couches atteint ici 150 à 200 mètres ; le conglomérat de base repose sur l'Urgonien ; le Gault qui devait exister, comme le prouvent les galets que

l'on trouve dans le poudingue, a été enlevé complètement par l'érosion (fig. 7).

Vers le Châtelard, toujours dans le même synclinal, lorsque l'on remonte le torrent qui descend du hameau des Garins, on trouve, reposant sur l'Urgonien :

1° Gault (grès vert sans fossiles) ;

2° Sémonien (calcaire blanc avec *Inoceramus Cuvieri* a.c.) ;

3° Banc de poudingue bréchiforme avec une pâte très glauconieuse, où l'on trouve en grande abondance les fossiles suivants :

Nummulites perforata Lmk. typique, identique aux échantillons du Midi.

Numm. aturica ¹ Joly et Leym.

Numm. Lucasana DeFrance.

des Oursins de petite taille, malheureusement en trop mauvais état de conservation pour pouvoir être déterminés, et des Gastropodes (*Rostellaria* sp., *Pyrula* sp., *Cerithium plicatum* Brongt). Épaisseur : 2 mètres ;

4° Poudingue brèche à cailloux et pâte calcaires. Quelques bancs calcaires. Fossiles très rares, 10 mètres ;

5° Petit banc marneux, en grande partie recouvert par les éboulis et qui correspond au niveau saumâtre, 5 mètres ;

6° Calcaire gréseux bleuâtre avec *Pecten* (Grès à petites Nummulites) ;

7° Calcaires schistoïdes et Grès micacés de la fausse Molasse.

Le calcaire gréseux à *Pecten* est beaucoup mieux développé et plus fossilifère vers le Mont Julioz, où la nouvelle route du Châtelard aux Garins le coupe sur une grande épaisseur ; on peut y recueillir, dans des calcaires gréseux, bleus en profondeur, gris jaunâtre à la surface, par altération identiques à ceux du Plan de Lire, dans la montagne du Charbon, de nombreux fossiles, en particulier :

¹ C'est une forme provenant de cette localité que DE LA HARPE (*Num. des Alpes Françaises*) a désignée, à tort, sous le nom de *N. perforata*, var. *Baugensis*.

Dent de poissons.	<i>Natica vapincana</i> d'Orb.
<i>Astarte</i> sp.	<i>Turbo</i> sp.
<i>Ostrea Brongniarti</i> Bronn.	<i>Astrea raristella</i> Mich.
<i>Cardita imbricata</i> d'Orb.	<i>Conoclypeus</i> sp.
<i>Pecten imbricatus</i> Desh?	<i>Nummulites complanata</i> Lam.
<i>P. nov. sp.</i> (à valve gauche aplatie et nombreuses côtes arrondies, rayonnantes).	

Un peu au Nord des Gariis, près du col du Planay, dans l'abrupt du flanc oriental, on voit reposer sur le Sénonien fortement plissé et faillé :

1° Conglomérat de base à grandes Nummulites ;

2° Alternances de grès calcaires jaunâtres (3 bancs de grès) et de calcaire schistoïde à écailles (Flysch calcaire). On trouve dans les grès des *Pecten* identiques à ceux du Mont Julioz ; des blocs éboulés m'ont fourni *Natica aff. studeri*, Quenst ;

3° Grès micacés supérieurs (Flysch gréseux passant à la fausse molasse).

Cette coupe fort intéressante nous prouve à la fois que le faciès, que j'ai désigné sous le nom de calcaire schistoïde, commence dès les couches inférieures, comme dans la montagne du Charbon et alterne nettement avec les grès à petites Nummulites.

Ce sont là les synclinaux tertiaires des Bauges proprement dites et j'ai insisté à dessein sur leur étude : ce sont les seuls où l'on trouve bien développée la série complète des couches Nummulitiques de la Savoie. Les nombreuses coupes de détail que j'ai données vont nous permettre de préciser la succession exacte des couches Tertiaires des Bauges, qui comprennent de bas en haut :

- I. Conglomérats à éléments calcaires (ou de roches locales) et bancs calcaires (couches à grandes Nummulites).
- II. Calcaires schistoïdes à écailles et débris de poissons (Flysch calcaire) pouvant passer à :
- | | |
|--|---|
| <p>a) Couches saumâtres à <i>Cérithes</i> (niveau des Diablerets) et calcaires à polypiers et <i>Natica Vapincana</i> Arclozan, mont Julioz.</p> | } |
| <p>b) Calcaire gréseux à petites Nummulites et <i>Pecten</i>, <i>Ostrea Brongniarti</i>.</p> | } |
| Ces deux faciès pouvant exister ensemble ou non. | |

III. Calcaires schistoïdes, se chargeant peu à peu de mica, devenant gréseux, d'aspect molassique, comprenant ce que j'ai désigné sous le nom de Flysch gréseux et de fausse Molasse pour les couches supérieures¹.

Synclinal de Leschaux. — A l'Ouest des différents synclinaux dont je viens de parler, formant le dernier synclinal tertiaire du massif géographique des Bauges, se trouve la large vallée qui s'étend de Saint-Jorioz par Leschaux-Bellecombe jusqu'au Chéran. Elle est limitée, à l'Est par la montagne du Roc-des-Bœufs et du Banc-du-Plan, à l'Ouest par la chaîne du Semnoz ; au Nord, ce synclinal se perd dans la plaine d'Annecy. Jusqu'au Chéran, il ne renferme que des dépôts Tertiaires Aquitaniens, ou peut-être encore plus récents, comme je le montrerai plus loin ; les dépôts Nummulitiques n'existent qu'en profondeur.

Vers le Chéran, ce synclinal se dédouble en deux : 1° un synclinal qui, au delà du Chéran, constitue la vallée des Aillons, entre l'anticlinal du Margéria à l'Ouest, le Mont de la Buffa et la Galoppaz à l'Est, et se termine à la Combe-Noire. Il est fermé au Sud par les rochers Urgoniens qui surplombent au-dessus de la Thuile et de Monthoux la cluse de Montmélian à Chambéry² ; 2° la partie occidentale constitue le synclinal de Lescheraines, Planpalais et le Plateau des Déserts. Brusquement interrompu à la cluse de Montmélian, il reparait plus au Sud, dans le synclinal Sénonien de l'Alpette et plus au Sud encore dans le massif de la Grande-Chartreuse. A l'Ouest, il est limité par le prolongement du Semnoz, c'est-à-dire, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, par la montagne de la Cluse, le Revard, le Nivolet et, au delà de la cluse de Montmélian, par le Mont de Joigny.

Synclinal des Aillons. — Les couches Tertiaires les plus infé-

¹ La limite exacte entre les couches II et III ainsi qu'entre le Flysch gréseux (qui correspond tout à fait au macigno alpin de A. FAVRE) et la fausse Molasse de M. HOLLANDE est évidemment toujours un peu arbitraire et varie beaucoup suivant les points considérés.

² Il me faudrait ajouter, pour être tout à fait complet, que, entre Aillon-le-Jeune et Aillon-le-Vieux, naît un petit synclinal secondaire sur le flanc oriental, formé par un repli de l'Urgonien et rempli par le Gault et le Sénonien. C'est grâce au Gault perméable aux eaux que les chalets de la Bottière ont pu s'établir dans cette région (Fig. 9.)

rieures que nous connaissons appartiennent à la base des terrains Nummulitiques¹. C'est, comme toujours, un conglomérat bréchi-forme formé de débris anguleux de calcaires noirâtres ou blancs (surtout Sénoniens), empâtés dans une gangue calcaire grisâtre ou brunâtre. J'ai suivi ces couches d'une façon presque continue depuis les rochers au-dessus de la Lappe, tout le long de la montagne de la Buffa, jusque dans la Combe-Noire, c'est-à-dire sur *tout le flanc oriental* du synclinal. Dans ces couches, j'ai recueilli en grande abondance :

Nummulites perforata Lmk. type.

Numm. aturica Joly et Leym.

Numm. Lucasana DeFrance.

Au-dessus de cette assise, on trouve directement le Flysch calcaire (La Lappe) ou les calcaires gréseux à petites Nummulites (Sange). Ces calcaires gréseux à petites Nummulites sont bien développés, tout le long du flanc occidental du synclinal; les assises inférieures² se présentent sous forme de calcaires noirs, rappelant ceux qui existent à Arclozan, au voisinage de la couche de lignites; ils ne contiennent ici que quelques rares débris de Nummulites et reposent directement sur l'Urgonien (col des Prés, derrière la Peisse). Les couches gréseuses, qui se suivent jusqu'au delà d'Aillon-le-Jeune, présentent de petites Nummulites (*N. aff. striata*), et une grande quantité de *Pecten* :

Pecten pictus Goldf.

Pecten subtripartitus d'Archiac.

Pecten subdiscors d'Archiac.

Ostrea Brongniarti Bronn.

Clypeaster sp.

Les couches supérieures, constituées par des grès assez grossiers, très quartzifères, contiennent encore des Nummulites et sont surmontées par les assises du Flysch calcaire : calcaire schistoïde bleuâtre

¹ Elles ont été découvertes par M. RÉVIL.

² Il existe encore, peut-être tout à fait à la base, quelques bancs de conglomérat calcaire que je n'ai vu qu'à l'état de blocs isolés, non en place.

à cassure esquilleuse se débitant facilement en lamelles, bien visible tout le long de la route de Col-des-Prés à Aillon; il contient de nombreuses écailles de poissons¹ (*Meletta*). Comme partout, ces couches, à la partie supérieure, passent à des assises beaucoup plus micacées, qui occupent le centre du synclinal; elles sont d'aspect Molassique, identiques aux grès qui supportent l'Eglise des Déserts. Ces grès (fausse Molasse) contiennent en abondance les moules d'un petit lamellibranche; certaines plaques en sont absolument pétries (*Nucules*, Grès à Nucules de mes publications antérieures); on y trouve, en outre, des restes charbonneux de plantes, quelquefois assez abondants pour former de petits amas ligniteux. Ces couches sont bien visibles dans le lit des ruisseaux qui les ont profondément découpées entre le col et Aillon-le-Jeune.

Les couches de grès et de flysch calcaire ne dépassent guère au Nord le village d'Aillon-le-Jeune; j'ai pu les suivre cependant jusqu'au hameau de Sur-le-Vif; elles reposent toujours sur l'Urgonien; les grès micacés supérieurs s'étendent un peu plus loin. Vers le Nord de la vallée des Aillons, on voit apparaître des couches Tertiaires plus récentes, appartenant à l'Aquitaniens : ce sont des marnes rouges, alternant avec des couches de Molasse verte, grise ou jaunâtre, où je n'ai pu découvrir que de mauvaises empreintes de feuilles (*Daphnogene?*) Certaines de ces assises Molassiques ont un faciès qui rappelle énormément celui de la Molasse grise de Lausanne. En suivant le lit du Nant d'Aillon, on voit nettement les grès micacés à *Nucules* passer, d'une manière insensible, à ces assises Aquitaniennes. Le reste des assises Tertiaires doit exister en profondeur.

Dans toute cette vallée des Aillons, les couches Tertiaires reposent en général sur le Sénonien, pour le flanc Est du synclinal et sur l'Urgonien, pour le flanc Ouest; le Sénonien a été presque partout complètement érodé et le Gault n'existe plus, sur ce versant, qu'à l'état de lambeaux très faibles, par exemple le long de la nouvelle route d'Aillon-le-Jeune à Cimeterret. Vers le Sud, le

¹ M. MUNIER-CHALMAS a découvert autrefois un poisson presque entier dans le Flysch calcaire du col de Prés.

Gault et le Sénonien sont plus développés ; c'est ainsi qu'à la cascade formée par le Nant, après le hameau de la Peisse, au passage de la barre Urgonienne qui va former le Mont-Cervin, on a la coupe suivante :

- 1° Urgonien ;
- 2° Gault (grès vert, 20 mètres) ;
- 3° Sénonien (Calc. blanc un peu glauconieux à la base) ;
- 4° Grès grossier et Calcaires à petites Nummulites, formant la barre supérieure de la cascade (8 mètres) ;
- 5° Flysch calcaire à écailles.

Le Gault et le Sénonien ont donc dû autrefois exister dans toute l'étendue de ce synclinal, dont l'étude a mis en évidence deux faits très importants :

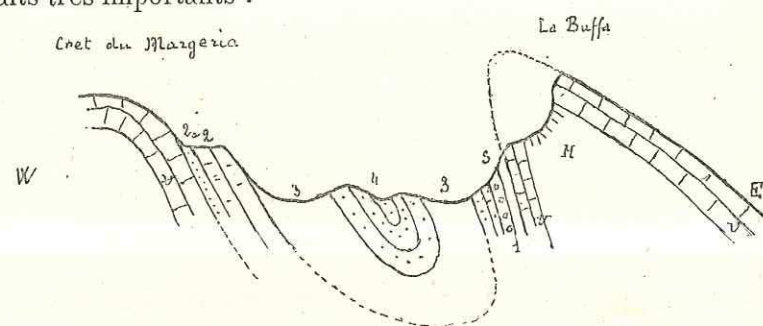


FIG. 8. — Coupe au Sud de la vallée des Aillons

H Hauterivien ; U Urgonien ; S Sénonien ; 1 Conglomérat de base ; 2 Calc. gréseux à petites Nummulites ; 2a Grès grossier ; 3 Flysch calcaire ; 4 Grès micacés.

1° Les couches inférieures à Nummulites existent dans ce synclinal ainsi que les grès de la fausse Molasse que je considère comme terminant la série Nummulitique des Bauges.

2° Contrairement à ce qu'avait avancé M. HOLLANDE ¹, les couches les plus anciennes ne sont pas uniquement sur le bord Ouest, mais surtout sur le bord Est de ce synclinal : les couches sont bien disposées dans l'ordre naturel qu'elles doivent occuper et il n'y a pas de retrait des couches.

La constitution des assises Tertiaires varie du Nord au Sud,

¹ DE HOLLANDE, *Bull.* n° 41, p. 9.

comme le prouvent les deux coupes suivantes, prises, l'une au Sud vers la Peisse (fig. 8), l'autre au Nord vers Cimeterret (fig. 9).

Il ne nous semble donc pas possible d'admettre les conclusions de M. HOLLANDE. Interprétant des coupes incomplètes, il admet un soulèvement précoce du flanc Ouest, soulèvement qui aurait repoussé peu à peu la mer vers l'Est. Le flanc Ouest doit, au contraire, être resté constamment sous les eaux, la partie orientale se soulevant peu à peu. Les eaux se déssalaient progressivement ; les dépôts Aquitaniens sont franchement d'eau douce ; à mesure que la partie Sud s'exhaussait, la partie Nord était soumise, au contraire, à un mouvement d'affaissement, qui a laissé en profondeur les dépôts les plus anciens. Il en est de même, comme nous allons le voir, dans la vallée des Déserts.

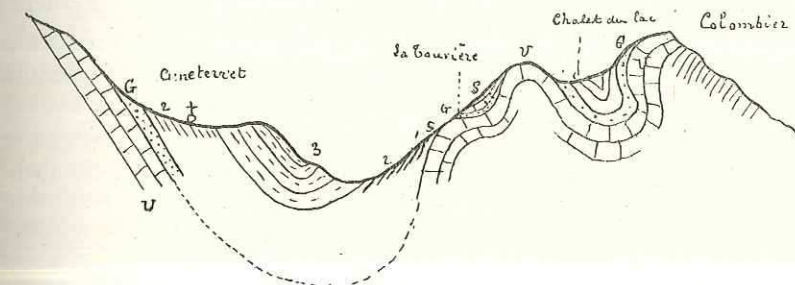


FIG. 9. — Coupe au Nord de la vallée des Aillons.

U Urgonien, G Gault ; S Sénonien ; 1 Nummulitique ; 2 Grès à Nucules ; 3 Aquitaniens.

Synclinal des Déserts. — Les terrains Tertiaires bien développés sur le Plateau des Déserts, en particulier, ont déjà été étudiés par la Société Géologique de France, au moment de sa réunion extraordinaire à Chambéry, en 1844 ; j'ai donné plus haut la coupe qui avait été relevée au nord de l'Église des Déserts par l'abbé CHAMOUSSET.

M. G. DE MORTILLET, dans son *Prodrome d'une géologie de la Savoie* ¹, fait également une allusion aux couches nummulitiques des Déserts ; dans sa *Géologie et Minéralogie de la Savoie* ², il cite souvent le conglomérat de base, avec ses polypiers et ses

¹ G. DE MORTILLET, *Prodrome d'une géologie de la Savoie*, 1855.

² G. DE MORTILLET, *loc. cit.*, p. 256, 1860.

débris de Craie, surmontés de grès durs, jaunes ou blancs et le Flysch: c'est à peu de chose près la succession observée par la Société géologique.

TOURNOUER¹ montra le premier tout l'intérêt que présente l'étude du synclinal des Déserts, en y signalant la présence d'une faune Tongrienne. La coupe qu'il donnait, due à PILLET, était la suivante:

- 1° Grès micacé, jaune ou gris à *Lucina* (Église des Déserts).
- 2° Calcaire très sec siliceux avec *Potamides* (?) *Nystia Duchasteli*.
- 3° Flysch schisteux, à pâte fine, avec écailles de poissons.
- 4° Calcaire Nummulitique à Polypiers.
- 5° Brèche.

La faune qui accompagne ces dépôts a un caractère franchement méridional et se relie aux dépôts synchroniques des Basses-Alpes².

Dans son travail sur *les Bauges*, M. D. HOLLANDE³ donne trois coupes des Déserts :

- | | | |
|-------------------------------|---|---|
| A la Doria
sur l'Urgonien. | } | <ol style="list-style-type: none"> d. Grès grossier à Nummulites (4° niveau nummulitique). e. Poudingue à cailloux Néocomiens et <i>N. crassatina</i>. f. Couches à Polypiers et <i>N. crassatina</i>. g. Grès et sables à <i>Cérithes</i> et <i>Bythinies</i>. h. Couches à <i>Operculines</i> et <i>Cardita Laurae</i>. i. Flysch oligocène à <i>Fucoïdes</i> et écailles de Poisson. |
|-------------------------------|---|---|

La coupe des Prés des Maréchaux est la même avec seulement en plus, à la base, les dépôts de glaise et de graviers grossiers plus ou moins ferrugineux.

A la Féclaz (chalets d'En Glaise), M. HOLLANDE donne toujours cette même succession (avec absence en certains points des couches *g* et *h*) que surmonte les marnes rouges à *Helix Ramondi* et la Molasse à *Sabal Lamanonis* de l'Aquitainien.

¹ TOURNOUER, *loc. cit.*, 1877, *Bull. Soc. Géol.*

² A la suite de la discussion à laquelle donna lieu cette communication, M. NOUËS indiqua la succession suivante des couches des Déserts :

- Grès micacés (Pluviomarins ou lacustres), Flysch.
Couches à *Natica crassatina*.
Grès sableux à *Num. variolaria*.

³ D. HOLLANDE, *loc. cit.*, 1889, pl. VIII, fig. 24.

Dans sa dernière note, M. D. HOLLANDE¹ donne de nouvelles coupes de la Doria et des Prés des Maréchaux, où les grès grossiers à petites Nummulites se trouvent au-dessus des couches à *Natica crassatina*.

Toutes ces coupes différentes, qu'il est difficile à première vue de raccorder les unes avec les autres, nous engagèrent, M. REVIL et moi², à reprendre l'étude stratigraphique et paléontologique du Nummulitique des Déserts. La succession qui résulte de cette étude est la suivante. Reposant sur l'Urgonien :

- 1° Poudingue calcaire avec quelques silex et débris de Craie et Natices.
- 2° Calcaires à Polypiers; grandes Natices (*N. aff. Vapincana*) et Nummulites d'assez grande taille, reposant directement en certains points sur les calcaires Urgoniens (vers les Charmettes, derrière l'église des Déserts).
- 3° Calcaires schistoïdes à écailles de poissons (Flysch calcaire).
- 4° Marnes à *Cardites* (*Cardita Laurae*) et calcaires marneux (Flysch).
- 5° Grès micacés à *Nucules* de l'église des Déserts.
- 6° Aquitainien.

L'existence de Flysch Tongrien ne paraît donc pas douteuse, comme le veut depuis longtemps M. HOLLANDE, mais son existence est prouvée par une coupe assez différente de celles qui ont été données jusqu'à présent. Ce Flysch existerait, non seulement dans la vallée des Déserts, mais encore dans la plupart des synclinaux des Bauges et, comme je le montrerai plus loin, dans tout le massif du Genevois. Ce faciès particulier, qui a débuté, au-dessus des conglomérats à grandes Nummulites (vallées du Char-

¹ D. HOLLANDE, *loc. cit.*, *Bull.* n° 41, p. 3.

² H. DOUXAMI ET J. RÉVIL, Sur les couches Tertiaires du Plateau des Déserts, près de Chambéry. (En publication.)

³ Au col de la Doria, on voit ces couches reposer sur l'Urgonien; c'est un grès calcaire jaunâtre, à grains fins, où j'ai recueilli :

- N. striata*, c. petite variété à caractères très nets.
N. Guettardi, c. forme renflée, lame spirale mince, spire subrégulière.
cloisons arquées.
Orthophragma, sp. r,
Pecten pictus, Goldf. cc.
Pecten aff. operus, Desh. c. dents palatines de poissons.

Il est surmonté immédiatement par le Flysch calcaire à nombreuses écailles de poissons.

bon, des Aillons) par les calcaires schistoïdes, en lames plus ou moins épaisses, se continue en effet, pendant toute la série des temps Nummulitiques. Les bancs alternent avec les bancs à petites Nummulites dans le synclinal d'Entrevernes. Lorsqu'on se dirige à l'Est, vers le village des Mermets, on voit ces calcaires schistoïdes alterner avec des bancs fossilifères de grès à Nucules.

Ces grès à petites bivalves de la vallée des Déserts ou des Aillons correspondent évidemment aux couches supérieures des grès micacés de la vallée d'Entrevernes (collines au-dessus de ce village); ils ont encore un faciès légèrement saumâtre; les couches qui leur sont superposées et qui contiennent des fossiles Aquitaniens sont beaucoup plus nettement lacustres. Aussi je les considère, pour toutes ces raisons, comme appartenant encore au Tongrien et terminant la série Nummulitique des Bauges. Leur âge est d'ailleurs difficile à préciser davantage, non seulement par suite de l'absence de fossiles caractéristiques, mais encore à cause des transitions insensibles qui existent entre ces couches et les dépôts franchement Nummulitiques d'une part, ou les argiles bariolées et les Molasses plus ou moins sablonneuses, franchement Aquitaniennes. En un grand nombre de points (vallée des Déserts, Aillon, Annecy-le-Vieux, etc.), les eaux ont toujours existé pendant la fin de l'Oligocène et ont seulement subi une dessalure progressive.

Comme dans le synclinal des Aillons, les couches marines diminuent beaucoup d'épaisseur, à mesure qu'on s'avance vers le Nord du Plateau des Déserts. J'ai pu suivre les grès à petites Nummulites, avec *Pecten* et *Ostracés*, jusqu'au Nord du col de Planpalais, sur le versant Ouest du synclinal, jusque vers Saint-François-de-Sales; au delà, les Grès micacés supérieurs occupent encore le centre de la vallée, le long du ruisseau qui descend vers Lescheraines (ruisseau de Saint-François) et sont recouverts par des couches de marne et de Molasse verte, appartenant à l'Aquitaniens et d'ailleurs en parfaite concordance de stratification.

Les couches de calcaire schistoïde, qui sont bien visibles tout le long de la route du col de Planpalais, présentent des bancs calcaires à cassures esquilleuse, bien développés, contiennent de nom-

breuses écailles de poissons et des débris de plantes (*Chondrites affinis* Ung); on les suit également avec les grès inférieurs, jusque vers Saint-François-de-Sales¹.

Comme l'a très bien fait remarquer M. HOLLANDE, il y a une très grande variété dans la nature des dépôts Tertiaires, au contact de l'Urgonien ou des sables de l'Éocène inférieur légèrement remaniés; de plus, la présence dans les conglomérats de base ou dans les sables Éocènes, de débris abondants de Craie, de silex Urgoniens et Sénoniens, les lambeaux de Gault et de Sénonien qui existent un peu plus au Nord (Pont d'Entrèves, route de Leschaux, Sévrier) montrent que, primitivement, comme dans toute la région, le Sénonien et le Gault recouvraient toute la surface de l'Urgonien; ce sont les érosions post-Crétacées qui se sont produites au moment des mouvements alpins anté-Nummulitiques, qui les ont fait disparaître en grande partie. Ces dépôts inférieurs sont d'ailleurs nettement littoraux; la chaîne Revard-Nivolet marquait évidemment la limite occidentale des mers Nummulitiques inférieures, grâce à un certain relief existant dans cette partie méridionale des Bauges.

La composition des terrains Tertiaires supérieurs est extrêmement variable. Au Nord du col de Planpalais, vers le Noyer et Lescheraines, on a un ensemble épais, constitué par des Marnes et des Molasses vertes, où l'on ne trouve que quelques rares débris de plantes. A droite du Pont de Lescheraines, sur la rive gauche du Chéran, on peut relever facilement la coupe suivante, donnée par M. HOLLANDE :

- 1° Deux gros bancs de Molasse gréseuse, grise, séparés par des lits marneux.
- 2° Gros banc de grès, où l'on aurait trouvé le *Sabal Lamalonis*, conservé au Musée de Chambéry.
- 3° Marnes rouges bigarrées avec rognons de grès.
- 4° Marnes rouges avec *Helix (Coryda) rugulosa*. G. V. Martens.
- 5° Molasse à mica blanc (1^{er} étage Méditerranéen?)

¹ A Saint-François-de-Sales, M. HOLLANDE signale un poudingue calcaire, à éléments surtout Urgoniens et Crétacés, qu'il rapporte à la base du Tertiaire et que je serais plutôt tenté, d'après le faciès, de rapporter au Sénonien.

Plus au Nord, le long de la route de Leschaux, les couches reposent, tantôt sur le Sénonien (fours à chaux de Sévrier), tantôt sur le Gault (Leschaux, Entrèves), enfin le plus souvent sur l'Urgonien. Les affleurements sont très épars, peu importants (le Glaciaire joue en effet un rôle considérable dans toute la vallée de Leschaux) et il est pour ainsi dire impossible de les relier les uns aux autres. Les dépôts comprennent une série de grès, de marnes plus ou moins bariolées, de molasse verte ou rouge; la composition varie d'ailleurs avec chacune des localités, où l'on peut voir des affleurements. Si l'on se rapporte au faciès des couches, certains grès se rapprochent tout à fait, comme aspect, de la Molasse grise de Lausanne (base du premier étage Méditerranéen). Ils sont intercalés en bancs épais, au milieu d'autres couches rappelant par leurs teintes bariolées les dépôts Aquitaniens. Il est donc impossible d'établir une division quelconque au milieu de ce puissant ensemble de couches Aquitaniennes et sans doute Miocènes inférieures.

Les renseignements paléontologiques sur ces couches sont également extrêmement rares. C'est ainsi que, jusqu'à présent, les seuls restes organisés que l'on connaisse de ces couches sont les suivants :

Sabal Lamanonis, Ung. (Lescheraines).

Helix (Fruticicola) lepidotricha. Braun (*id.*), vallée de Leschaux.

Helix (Coryda) rugulosa G.-V. Martens (*id.*).

d'après M. HOLLANDE. J'ai trouvé, entre Glapigny et Leschaux, des moules d'Hélix qui se rapportent à *Helix eurhabdota*, Fontannes de l'Aquitaniens du Bassin du Rhône; et dans la vallée des Aillons, des feuilles de *Daphnogene*; c'est-à-dire, d'une manière générale, des formes nettement Aquitaniennes.

Il faut surtout remarquer l'identité presque complète des formations Tertiaires inférieures et supérieures de la vallée des Aillons et de la vallée des Déserts. La stratigraphie vient apporter ainsi à la tectonique un argument pour montrer que ces deux vallées, au delà du Chéran, viennent se confondre en un seul synclinal, celui

de Leschaux. Entre les deux, se trouve le pli faille du Mont Margeria, Mont Cervin, dont le soulèvement, postérieur à l'Aquitaniens, est venu troubler la régularité d'allure des dépôts, sur le versant oriental de la vallée des Déserts. Ce pli faille rompu à l'Ouest, s'explique bien plus naturellement par la poussée Est Ouest dont j'ai déjà signalé l'existence que par un soulèvement Ouest-Est comme le voudrait M. HOLLANDE.

Pendant toute la durée de la période Nummulitique, les Bauges ont été soumises en outre, à un soulèvement lent Sud-Nord, de la partie méridionale de ce massif: c'est ainsi que, dans le synclinal des Aillons, comme dans celui des Déserts, les dépôts les plus anciens se trouvent dans la partie méridionale la plus élevée de ces synclinaux¹; ils s'enfoncent, vers le Nord, sous des couches de plus en plus récentes. Les eaux reculaient en même temps que la salure diminuait. Au delà de Sévrier, l'anticlinal du Semnoz peu à peu disparaît sous les dépôts Quaternaires et Tertiaires de la plaine d'Annecy et ne reparait pas plus au Nord, si ce n'est peut-être, comme je l'ai indiqué plus haut, dans la chaîne du Salève. L'anticlinal du Roc-des-Bœufs et du Banc-du-Plat, au delà du lac d'Annecy, paraît se prolonger dans l'anticlinal Crétacé du Rampon et du Rampignon, près Annecy-le-Vieux, en changeant légèrement de direction et s'infléchissant vers le Nord-Est. Le synclinal de Leschaux vient donc s'étaler dans la région qui constitue le Plateau des Bornes, au Sud du lac Léman, entre l'anticlinal du Salève à l'Ouest et les premières chaînes subalpines ou des Préalpes du Chablais à l'Est.

Le faciès des dépôts Tertiaires qui remplissent cette vaste cuvette, sous l'épais manteau de Glaciaire si développé dans cette région, présente en effet la plus grande analogie avec celui des dépôts Tertiaires de la vallée de Leschaux, des Déserts ou des Aillons. Dans toute la partie méridionale de la plaine d'Annecy, les couches, horizontales dans le centre du plateau, se relèvent légèrement, le long du Salève, où elles reposent sur l'Urgonien ou les sables Eocènes

¹ Au delà de la cluse de Montmélian, dans le prolongement méridional du synclinal des Déserts, on ne rencontre pas de terrains Tertiaires marins, mais seulement des dépôts Sénoniens.

ferrugineux. A l'Est, ces couches sont, comme dans tout le massif du Génevois, beaucoup plus fortement relevées et arrivent même jusqu'au renversement¹.

Cette bordure orientale est particulièrement intéressante à étudier: c'est ainsi que, près d'Annecy-le-Vieux, vers le hameau de Barattes, on peut relever la coupe suivante (fig. 10), le long du chemin allant à Sur-les-Bois. Sur le calcaire Urgonien fortement redressé, on trouve :

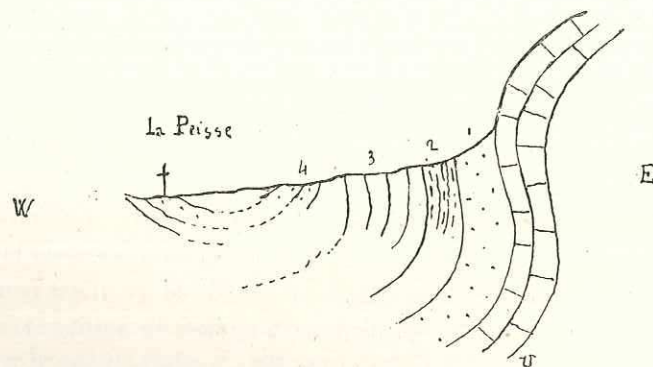


FIG. 10. — Coupe vers les Barattes.

U Urgonien; 1 Grès et Calcaires à *N. striata*; 2 Flysch gréseux passant à des 3 Grès micacés (Fausse Molasse); 4 Aquitanien.

1° Grès et Calcaires plus ou moins siliceux qui correspondent aux couches à petites Nummulites (*N. striata*); les couches inférieures sont plus grossières et contiennent des cailloux et des silex (provenant sans doute de la Craie). Les parties supérieures sont plus fines, passant même en certains points à un véritable sable jaunâtre qui, à l'air, devient blanc, comme aux Déserts et contient des traces de *Pecten*.

2° Grès gris-bleuâtres, en bancs de 25 à 30 centimètres, séparés par des lits marneux, devenant fortement micacés à la partie supérieure et identiques aux grès micacés supérieurs de la vallée

¹ Il en résulte que l'axe de ce synclinal est beaucoup plus rapproché des Alpes que du Salève.

du Désert (*e³ m^m* de la feuille d'Annecy); on y trouve des traces de plantes comme aux Aillons.

3° Couches marno-sableuses micacées; ces couches sont moins fortement inclinées que les précédentes. La couleur bleue est beaucoup plus foncée; elles se relient nettement aux couches qui affleurent plus loin vers le château de la Peisse. Elles appartiennent déjà à l'Aquitanienn.

Vers le Nord de la montagne de Rampon et Rampignon, au Pont Saint-Clair, on a une autre coupe aussi intéressante, qui présente de bas en haut :

1° Calcaire bleuâtre avec fossiles de l'Aptien fortement redressé;

2° Calcaire blanc (Sénonien);

3° Grès siliceux et calcaire à *Nummul. Ramondi*, *Pecten pictus*, comme aux Déserts, au Passage des Contrebandiers, et dans tout le Génevois;

4° Grès siliceux brunâtre, rappelant beaucoup ceux du col de la Doria, et passant aux couches du flysch micacé gréseux;

5° Molasse Aquitanienne comme à la Peisse.

Toutes les couches sont d'ailleurs renversées.

Le flanc oriental de la partie méridionale de ce plateau des Bornes présente donc une analogie complète avec ce que nous connaissons des dépôts Tertiaires des Bauges. Comme dans la vallée des Aillons ou la vallée des Déserts, les couches les plus anciennes sont situées sur le versant oriental et plongent sous les couches plus récentes (Aquitaniennes), qui existent seules dans le centre du synclinal. Il y a là aussi passage insensible et concordance parfaite entre les dépôts franchement Nummulitiques et marins et les dépôts saumâtres ou lacustres de l'Aquitanienn. Cela montre que les eaux n'ont pas abandonné la région pendant toute la durée du Nummulitique et de l'Aquitanienn.

Le Plateau des Bornes, qui s'étend entre les Alpes et le Salève, depuis les environs d'Annecy jusqu'à la vallée de l'Arve, est en grande partie constitué par les dépôts Molassiques, bien développés à partir d'Annecy-le-Vieux. Ces couches, qui atteignent une épaisseur considérable, sont de la plus grande pauvreté au

point de vue des restes organisés et d'une monotonie de faciès désespérante. On compte, non pas les points fossilifères, mais les fossiles recueillis dans ce puissant ensemble. A. FAVRE¹, d'abord, et G. MAILLARD², plus récemment, en ont donné d'excellentes descriptions. On a une série de collines de formes arrondies, comme toutes les collines Molassiques recouvertes de dépôts glaciaires avec blocs erratiques, dont le point le plus élevé (Gros Fayard) est à 1164 mètres d'altitude.

Le long du Salève, on voit, tout à fait à la base de cette formation, les grès marins et poudingues signalés depuis longtemps par A. FAVRE (route d'Etrembières à Mornex; entre Mornex et Essert), ils ont une épaisseur d'une cinquantaine de mètres; les fossiles qu'on y a recueillis sont malheureusement peu déterminables; ce sont des *Cérithes*, des *Natices* et quelques bivalves; un *Cérithe*, à trois rangées de tubercules, me paraît se rapporter au *Potamides margaritaceus* Lmk. L'âge de ces dépôts serait donc Aquitaniens inférieurs et je les rapproche des couches saumâtres qui existent dans le prolongement Nord du plateau des Bornes, au delà du lac Léman, dans le plateau du Jorat. L'existence de ces dépôts saumâtres, à la base de l'Aquitaniens, s'explique d'ailleurs tout naturellement, par suite du soulèvement progressif qui s'est produit dans la région du Gênois; ce mouvement a rejeté peu à peu la mer vers l'Ouest. Les eaux à la fin du Tongrien n'occupaient plus que la partie tout à fait occidentale des Bauges (vallée d'Aillon, des Déserts et de Leschaux) et la région des Bornes. Elles se sont peu à peu dessalées, par suite du retrait de la mer vers le Nord-Est; des lagunes saumâtres ont pu, dans la région du Salève, comme plus au Nord, dans la région du Jorat Suisse, persister jusqu'aux débuts de l'Aquitaniens.

Les couches, qui sont superposées aux précédentes, sont constituées par un grès marneux plus ou moins micacé, dont certains bancs sont beaucoup plus durs et font saillie. Les couches infé-

¹ A. FAVRE, *loc. cit.*, t. I.

² G. MAILLARD, Note sur diverses régions de la feuille d'Annecy (*Bull. des services de la Carte Géol. de la France*, n° 22, 1891).

rieures sont formées de grès Molassique verdâtre, alternant souvent avec des marnes rouges et œillées, comme on le voit dans le lit du Viaison, près des usines électriques des chemins de fer du Salève (les bancs de Molasse y sont activement exploités) ou, dans le lit du Fier, au pont de Cran, près d'Annecy. Du côté des Alpes, vers Thorens, ces couches inférieures présentent un banc de lignite intercalé de 30 centimètres d'épaisseur, anciennement exploité.

Les couches marneuses, avoisinant le lignite, ont fourni de belles empreintes de fougères que O. HEER¹ a déterminées comme :

Aspidium dalmaticum, A. Br. sp.

Aspidium lignitum, Gieb sp.

Arundo Gaeperti, Heer sp.

avec des feuilles de Dicotylédones et des radicales.

Cela rattache ces couches à celles de la Paudèze et de Monod, dans le Jorat Suisse. Les couches supérieures, qui occupent surtout le centre du synclinal, ressemblent beaucoup comme aspect aux couches de la Molasse grise des environs de Lausanne². La séparation précise est d'ailleurs impossible à faire, étant donnée l'absence presque complète de documents paléontologiques. Les seuls restes fossiles connus dans ces couches, outre les plantes que je viens de citer, sont :

Helix Ramondi, Brgt qui a été trouvé à Villy-le-Pelloux, à Groisy-en-Bornes, au Pont de-Cran (MAILLARD).

Helix Lausannensis, Dumont et de Mortillet (Pont-de-Cran).

Limnea urceolata, Sandberger (Pont-de-Cran).

Ces deux dernières formes, dans la Plaine Suisse, sont surtout Langhiennes. A Marnex, dans les grès plus ou moins marneux de la base, on a signalé :

¹ O. HEER, Recherches sur la végétation et le climat du pays tertiaire, *Trad. de Ch. Gaudin*, p. 68.

² Sur la feuille géologique (1/80000) d'Annecy, elles ont été rangées, en effet, dans le Burdigalien inférieur m₂₁.

Sabal hœringiana, Ung.
Daphnogené lanceolata, Ung.
Pinus Lardyanus, Heer.

Poracites ssp., Heer.
Myrica Studeri, Heer.

Au Nord de la plaine de l'Arve, les dépôts Quaternaires ne laissent plus affleurer que quelques lambeaux de terrains Tertiaires, dont le plus intéressant est celui de la colline de Bissy. On peut, en suivant le cours du ruisseau qui coupe cette colline, constater, de la façon la plus nette, l'existence, dans les couches de grès Molassiques, alternant avec des bancs marneux, d'un pli anticlinal qui n'est autre que la continuation septentrionale du pli du Salève. Nulle part on ne retrouve de sédiments marins Miocènes.

Ces dépôts de la partie centrale et occidentale du synclinal du Plateau des Bornes qui, se relie si naturellement au Sud et à l'Est, aux couches Nummulitiques, sont aussi en relation intime, à l'Ouest, avec les dépôts Molassiques des environs de Genève et de la vallée de Rumilly, et au Nord, avec les dépôts Tertiaires supérieurs de la Plaine Suisse, dont je m'occuperai un peu plus loin.

Sur la bordure orientale, au niveau de la vallée de l'Arve, les plis du Génevois ont subi une inflexion qui les fait se diriger vers le N.-E. Interrompus au niveau de la vallée de l'Arve, ou disparaissant sous une couverture de flysch, ils se prolongent au delà, comme l'a récemment montré M. HAUG, dans son remarquable travail sur les hautes chaînes calcaires de la Savoie¹, par les plis extérieurs et les plis de la Dent du Midi. Au delà de la vallée du Rhône, on les retrouve dans le massif de la Dent de Morcles.

Au Nord de la vallée de l'Arve, existe un massif montagneux (Préalpes du Chablais et de Suisse), tout différent des chaînes du Génevois et formant une zone tectonique distincte, dont l'indépendance a été mise en évidence par un grand nombre d'auteurs, depuis de SAUSSURE) en particulier, dans ces dernières années par M. SCHARDT et M. HAUG), depuis la vallée de l'Arve en France jusqu'au lac de Thoun en Suisse. Quelle que soit l'origine des

¹ HAUG, Etudes sur la Tectonique des Hautes chaînes calcaires de la Savoie (*Bull. des services de la Carte Géol. de France*, n° 47, 1895.)

Préalpes, lambeau de recouvrement, suivant M. SCHARDT, ou massif en éventail suivant M. HAUG, d'après ce que je viens de dire, pour retrouver plus au Nord des dépôts comparables à ceux de la bordure occidentale des chaînes du Génevois, aux environs d'Annecy, il nous faudra étudier la grande vallée synclinale du val d'Illiez, qui sépare le massif des Préalpes du Chablais de celui de la Dent du Midi.

L'étude des dépôts tertiaires du val d'Illiez nous révèle, en effet, des faits comparables à ceux que j'ai signalés pour la plaine d'Annecy ou les vallées occidentales des Bauges.

Au-dessus du Flysch on a un puissant massif (400 mètres) de grès et de schistes verts et rouges en discordance peu visible. On y a signalé des aiguilles de conifères et *Sabal major* qui en déterminent parfaitement l'âge Aquitanien inférieur. Pour tous les auteurs, et en dernier lieu pour M. LUGÉON, il n'est pas douteux que ces dépôts se rattachent à ceux de la Plaine Suisse. Ce serait une preuve de plus pour admettre la disposition d'un massif en éventail des Préalpes du Chablais.

Lorsque l'on considère la bordure occidentale des Préalpes, soit dans la région française, soit dans la région vaudoise, les terrains Nummulitiques présentent un faciès tout différent de celui des régions des Bauges ou du Genevois. Le seul fait qui reste constant est la continuité parfaite qui existe entre les dépôts Nummulitiques et les dépôts plus récents de l'Aquitaniens, comme dans la région d'Annecy. Il y avait donc, bordant les Préalpes et les Hautes-Alpes calcaires de la Savoie, les recouvrant en partie et s'étendant plus ou moins à l'Ouest, un vaste bassin, d'abord marin, puis lacustre. Il occupait un vaste géosynclinal subalpin, depuis le sud d'Annecy jusque dans la Suisse orientale et le bassin du Danube.

Dans la région que j'étudie en ce moment, il existe en avant des Préalpes proprement dites, mais se rattachant cependant à ce massif, une première chaîne constituée surtout par les dépôts tertiaires. Ce sont les Voirons, dont l'étude est particulièrement intéressante.

Les Voirons. — Les différentes opinions émises au sujet de ces chaînes ont été résumées par ALPH. FAVRE¹. Cet auteur a considéré les Voirons comme formés par un double pli anticlinal, dont la partie supérieure érodée laisse affleurer les couches Néocomiennes et même les couches Jurassiques. La coupe qu'il en a donnée (Pl. IV, fig. 4), a été reproduite, au moment de la réunion de la Société géologique de Genève et admise, par M. EM. FAVRE, dans la note sur la structure géologique des Voirons², publiée au moment de cette réunion. Dans la feuille géologique (1/80000) de Thonon, parue en 1894, M. RENEVIER distingue dans les couches jusqu'alors rapportées au Nummulitique (*macigno alpin* de M. A. FAVRE), des couches d'aspect plus ou moins Molassique et des poudingues qu'il rapporte à l'Aquitaniens. Cette dernière interprétation ne me paraît pas concorder avec ce que l'on peut observer sur un grand nombre de points de la chaîne des Voirons où la succession des couches données par A. FAVRE se retrouve, pour ainsi dire, trait pour trait.

En particulier, en remontant le ravin qui se trouve immédiatement après la station de Saint-Cergues, sous l'erratique qui est encore plus développé que ne l'indique la carte géologique, et qui donne naissance à de nombreuses formations tuffacées le long des pentes, on voit affleurer une série de couches Molassiques formées de grès grisâtres, bleuâtres, alternant avec des bancs de marnes rouges et noires; la marne rouge renferme de nombreuses intercalations de gypse et de calcite. Les bancs de grès grisâtre sont activement exploités dans de nombreuses carrières; ils constituent ce que ALPH. FAVRE appelait la *Molasse de la base des Voirons*. Les couches plongent assez fortement vers l'Est; à mesure qu'on s'avance vers l'Ouest, on voit ces bancs de grès marneux rougeâtre et de marnes ocellées devenir subhorizontales et même

¹ A. FAVRE, *loc. cit.*, t. I, p. 413 et suivantes. Il faut se rapporter à cet auteur pour toute la bibliographie antérieure à lui.

² E. FAVRE, Note sur la structure géolog. des Voirons, *Bull. Soc. Géolog.*, 3^e série, t. III, p. 690.

plonger vers l'Ouest, vers la plaine; cela prouve l'existence d'un anticlinal¹ dans ces couches qui sont nettement Aquitaniennes. Pour EM. FAVRE, cet anticlinal Molassique, plus oriental que celui du Salève, correspondrait au second anticlinal de la Molasse constaté par KAUFMANN, aux environs de Zurich et de Lucerne.

En continuant de monter par le ravin, on constate, au milieu de ces couches qui sont fortement plissées, de nombreuses fractures parallèles à la chaîne, accompagnées de glissements des couches, bien visibles par exemple, dans le ravin situé sous Armiaz. Puis, on voit s'intercaler des bancs de grès plus fins au milieu de bancs de grès verdâtres, alternant avec des bancs de marnes qui présentent de petits amas de jayets. Ces bancs sont fortement micacés et offrent de véritables lits charbonneux avec débris de plantes. Ce faciès rappelle complètement celui des dépôts que j'ai étudiés un peu plus haut, près d'Annecy-le-Vieux, aux Barattes. Ces couches correspondent par conséquent aux termes supérieurs du terrain Nummulitique des Bauges. Ce faciès se retrouve d'ailleurs plus au sud, dans le Mont Vuant et aux environs de Bonne. Il y a sur ce versant occidental, passage sans changement brusque, de la Molasse Aquitaniens au macigno alpin (*flysch*), sans qu'il soit possible de séparer ces deux formations. A mesure que l'on s'élève, on voit ces couches devenir un peu plus schisteuses, tout en restant toujours gréseuses et micacées. C'est au milieu de ces couches que jaillit le petit anticlinal Néocomien des Hivernages. Ce Néocomien présente un faciès alpin Provençal, différant complètement de celui du Néocomien du Salève. Au delà des Hivernages, on voit ensuite réapparaître des grès fins, micacés, marneux, schistoïdes, alternant avec des grès plus durs, calcaires qui, le long de la nouvelle route allant vers chez Hominal, montrent des bancs plus grossiers, avec petits cailloux cristallins. Il existe même déjà deux bancs de poudingues avec des cailloux granitiques altérés, et des marnes gréseuses facilement délitables

¹ Ce que l'on voit encore également un peu plus au Sud.

au contact de l'air et contenant de nombreux débris de plantes peu déterminables. On rencontre ensuite les affleurements classiques du Malm et du Néocomien de chez Hominal. Au delà, en montant vers le Pralaira, on voit s'intercaler dans le flysch des calcaires schistoïdes identiques à ceux des Bauges, avec de nombreux fucoides (*Chondrites Targioni*, var. *arbuscula* Fisch-Ooster, *Ch. longipes*). Au-dessus, viennent des grès plus ou moins grossiers, avec nombreux galets alpins (quartz rose, granite) et contenant toujours des intercalations marneuses. Ces grès forment l'abrupt des Voirons; ils passent au sommet à un poudingue grossier dont les éléments peuvent atteindre la grosseur de la tête. C'est ce poudingue qui a été assimilé par M. RENEVIER au poudingue Aquitaniens de Lavaux. Ces deux formations diffèrent essentiellement et par la nature des éléments et par l'aspect général; le poudingue de Lavaux est surtout calcaire, les éléments cristallins y sont extrêmement rares, alors que dans le poudingue des Voirons, les éléments cristallins sont prédominants à tel point que les sables résultant de la décomposition des grès grossiers constituent une véritable arène granitique. Les poudingues de Lavaux alternent avec des marnes à plantes Aquitaniennes (moulin Monod, Rivaz); dans les parties gréseuses de ces poudingues, aux Voirons, on trouve des Nummulites. Ces grès constituent tout le versant N.-W. et S.-E. des Voirons, présentant une composition un peu variable. Aux chalets des Voirons, les intercalations marneuses y sont fréquentes, et vers Bons, des grès grossiers, formant des couches inclinées vers l'Est, présentent de nombreux galets de granite rouge. En se dirigeant vers Clavel, on voit s'intercaler, vers Bons, des grès blanchâtres et quelques lits marneux rougeâtres. De la Covaz à Lully, on marche constamment sur ces couches grés-marneuses du flysch; sur elles, on voit reposer, au col de Couz, le Trias (calc à gypse et cargneules) par suite d'un recouvrement.

Le mont Vuant (982 mètres), un peu au Sud et à l'Est des Voirons, n'est que la continuation de cette chaîne. En suivant le sentier qui va à Saint-André, on voit de nombreux bancs d'un conglomé-

rat polygénique, à éléments très variés, identiques à ceux des Voirons; on y trouve des blocs de carbonifère alpin très volumineux, ayant fourni des restes de plantes houillères identiques à celles de Talinges. Les couches alternent, à la partie supérieure de la colline, avec des bancs de calcaire schistoïde à cassure esquilleuse, ressemblant à s'y méprendre aux couches du col de Planpalais dans les Bauges. Ces calcaires sont exploités comme dalles et l'arène qui provient de la décomposition à l'air du poudingue, comme sables que l'on emploie dans les constructions. A l'Est du mont Vuant, on voit reposer, comme au col de Couz, par suite d'un pli faille, le Trias sur le Tertiaire. La coupe générale est donc la suivante (fig. 11).

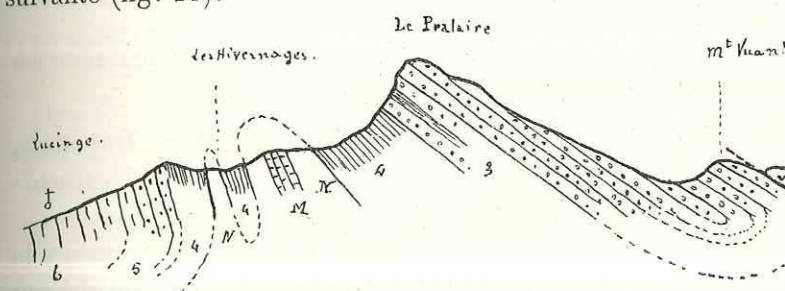


FIG. 11. — Les Voirons.

T Trias; N Néocomien; M Malm; 3 Brèche polygénique; 4 Flysch feuilleté; 5 Fausse Molasse; 6 Aquitaniens.

La composition du Nummulitique des Voirons diffère donc de celle du terrain Nummulitique des Bauges ou des chaînes du Genevois. On n'y connaît pas, en effet, comme dans tout le Chablais, de vrais calcaires Nummulitiques. Les calcaires schistoïdes bleuâtres y sont cependant représentés et correspondraient aux couches les plus inférieures du Nummulitique. Enfin l'on voit s'intercaler, soit au milieu de ces couches inférieures, soit au milieu des couches micacées et gréseuses qui passent par transition insensible aux couches Aquitaniennes, de puissantes couches de poudingues polygéniques. M. SARRASIN¹, dans une étude récente, fort intéressante,

¹ CH. SARRASIN, De l'origine des roches exotiques du Flysch, *Arch. des sc. phys. et natur. Genève*, 3^e période, t. XXXI, 1894.

sur les roches exotiques du flysch, a reconnu, dans les roches qui renferment les conglomérats des Voirons :

Granulite avec orthose rouge très abondante.

Granite altéré.

Porphyre globulaire rouge.

Granulite très riche en biotite et orthoses porphyroïdes roses.

Microgranulites à amphibole.

Microgranulite graphique rose.

Porphyre globulaire très acide.

— — de couleur noire.

Gneiss à gros cristaux d'orthose rose.

Roche détritique métamorphosée.

Grès noir ressoudé (Biotite, magnétite, parties charbonneuses et surtout quartz).

Série de calcaires du Malm, du Néocomien et de l'Urgonien, provenant des chaînes des Alpes calcaires avoisinantes.

Pour M. SARRASIN, il y a une analogie extrêmement frappante, entre les roches des poudingues des Voirons et celles si caractéristiques de la région de Lugano et de Baveno.

Vers le Nord, les Voirons se prolongent par les affleurements de grès Molassique du couvent de Roveréaz, de la colline du château de Rochette et des Allinges, dépôts ballottés entre le flysch gréseux et l'Aquitaniens. Aux Allinges, il existe une petite couche contenant des fragments d'ambre (succin) jaune ou brun. Le faciès rappelle celui des grès Aquitaniens du reste de la plaine, mais la présence de traces, attribuées à l'*Helminthoidea crassa* Schafh, tendrait à les rapporter aux couches supérieures du flysch.

Les Pléiades. La Berra. Habkern. — Au nord du lac Léman, la prolongation des Voirons se retrouve dans la chaîne des Pléiades. Le long du bord externe de ces chaînes, l'on constate, comme l'a montré M. HANS SCHARDT¹, la superposition directe à l'Aquitaniens de la Molasse rouge de Vevey, des schistes feuilletés et des grès fins du flysch. La zone externe de flysch, qui constitue les Voirons et le mont Vuant, se retrouve

¹ H. SCHARDT, Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIX, n° 112, 1893).

également dans les Préalpes de Suisse, constituant la région de la Berra et du Stockberg; on la retrouve au Gurnigel, où, sur la molasse renversée, on a d'abord des grès (grès de Gurnigel), du flysch schisteux, formant avec des marnes noires et des calcaires foncés un synclinal couché. Les bancs de poudingue se trouvent près de la base des grès de Gurnigel, et enfin, au Nord-Est du lac de Thoune, dans le synclinal de Habkern et toute la zone externe du flysch. La coupe générale du Nummulitique est toujours la même¹; les roches exotiques des poudingues, qui existent surtout dans les couches supérieures du flysch (ce que j'ai appelé le flysch gréseux) sont les mêmes et présentent l'analogie la plus frappante avec celles de la région de Lugano, Baveno, Prédazzo.

J'ai insisté à dessein sur la composition de cette zone externe du flysch des Préalpes qui se continue si nettement au delà du lac de Thoune, parce que cela va permettre de comprendre beaucoup plus facilement le Nummulitique de la région du Genevois, qui représente un type intermédiaire entre le Nummulitique des Bauges et celui des Voirons.

Nummulitique des Alpes calcaires du Genevois. —

Avant de comparer les couches tertiaires des Bauges avec celles du reste des Alpes calcaires de Savoie, il importe d'abord de bien préciser la nature de ces dépôts, ainsi que leur succession exacte et l'âge qu'il faut leur attribuer, d'après les données stratigraphiques et paléontologiques. Des nombreuses coupes que j'ai données plus haut, il résulte la succession suivante de bas en haut :

1° Conglomérat de base, à éléments calcaires, provenant des terrains avoisinants, connu au Châtelard, à Entrevernes, dans la vallée du Charbon; je l'ai signalé encore plus à l'Est, dans la vallée des Aillons, surtout le versant oriental¹; on le retrouve également dans les chaînes du Genevois au Nord du lac d'Annecy, au Brison, à la montagne des Roches-Vieilles, à l'Est du synclinal de Ser-

¹ Il y a seulement à signaler quelques intercalations de calcaire Nummulitique.

² Je serais assez tenté de rapporter à ce niveau le conglomérat inférieur du plateau des Déserts, également à éléments calcaires, où l'on a signalé de grandes formes de Nummulites.

raval, au col du Grand-Bornand, au chalet de l'Essex, au Désert de Platé; d'une manière assez constante sur le pourtour de la formation Nummulitique. On peut le suivre également dans le massif de la Dent de Morcles, où il a été signalé par MM. HOLLANDE et RENEVIER, puis dans les Alpes Bernoises. Ces couches présentent toujours les mêmes formes de Nummulites :

- | | |
|---|--|
| • <i>Num. perforata</i> , Lam. type. | <i>Orthophragmina</i> , de grande taille. |
| <i>Num. aturica</i> , Joly et Leym ¹ , | des <i>Oursins</i> et des moules de <i>Gastro-</i> |
| <i>Num. Lucasana</i> , Defrance, | <i>podes</i> . |

ces couches sont nettement en transgression sur les dépôts sous-jacents.

MM. MUNIER CHALMAS et de LAPPARENT², ainsi que M. E. HAUG, rapportent ces couches au Lutétien supérieur (e³, du service de la Carte géologique de France).

2° Au-dessus, on trouve soit du flysch : calcaires schistoïdes à écailles de poissons. C'est un faciès du flysch des géologues suisses beaucoup plus calcaire que celui que nous trouverons à la partie supérieure de la formation. On trouve fréquemment, soit intercalées au milieu de ces assises (Montagne du Charbon), soit directement sur le conglomérat de base (Entrevernes, Châtelard), des couches saumâtres : marnes noires et calcaires noirs à Cérithes, dont les formes caractéristiques sont :

¹ Les Nummulites des Bauges ont été étudiées par DE LA HARPE (*loc. cit.*, 1879), en particulier celles du Châtelard; la grande forme avait été rapportée par lui à une variété de la *N. perforata*, qu'il avait désignée sous le nom de *N. perforata, var. Baugensis* et dont il signalait les affinités avec la *N. Brongniarti* de Ronca et avec la *N. Lœvigata* du Bassin de Paris. L'existence de granulations sur sa surface et sur les filets, une forme déprimée et un bord tranchant étaient ses caractères distinctifs. Conservant quelques doutes sur la détermination de DE LA HARPE, j'ai envoyé mes échantillons à M. FICHEUR d'Alger, qui a bien voulu me les déterminer; il a constaté que c'était une des nombreuses variétés de la *Num. aturica*, si reconnaissable à ses filets cloisonnés subréticulés (groupe de la *N. Lœvigata*). Cette forme caractérise en Algérie la base du Lutétien; la *N. perforata* caractériserait le Bartonien. Je me propose d'ailleurs, dans un travail en préparation, de revenir sur les déterminations qui ont été faites des Nummulites de la Savoie et des Alpes occidentales.

² DE LAPPARENT ET MUNIER-CHALMAS, Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires (*B. S. G. de France*, 3^e série, t. XXI, p. 438).

³ E. HAUG, *loc. cit.*, *Bull.* n° 47, p. 26.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Cerithium plicatum</i> , Brug. | <i>Cyrena Convexa</i> , Brongt. sp. |
| <i>Cerith. Diaboli</i> , Brongt. | <i>Cyrena alpina</i> , d'Orb. sp. |
| <i>Cytherea Villanovae</i> , Desh. | <i>Cardium granulosum</i> , Lmk, etc. |

Immédiatement au-dessus, et en relations intimes avec ce niveau saumâtre, se trouve un lit de *calcaires roux* à *Polypiers* et à *Natices* (*Natica vapincana*) avec la plupart des formes précédentes; il constitue un premier niveau à Natices des Bauges. (Arclosan, vallée des Déserts, vallée d'Entrevernes). Au-dessus de ces couches, lorsqu'elles existent, ou bien intercalées dans le flysch calcaire et pouvant même reposer sur le conglomérat de base, se trouvent des couches de calcaires gréseux généralement jaunâtres, constituant le second niveau à Nummulites des Bauges : ce sont les couches que j'ai désignées sous le nom de *couches à petites Nummulites*¹. Les formes de Nummulites qui y ont été signalées, sont les suivantes :

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Numm. striata</i> , d'Orb. | <i>Numm. Guettardi</i> , d'Arch. |
| <i>Numm. Ramondi</i> , Defr. | <i>Numm. Boucheri</i> , de la Harpe. |
| <i>Numm. Variolaria</i> , Sow. | |

J'ai signalé en outre, dans ces couches, un certain nombre de formes de *Pecten* et de *Cardium* peu caractéristiques au point de vue de l'âge; on trouve en effet des formes de l'Eocène (*P. operus*), des formes signalées à Etampes (*P. Pictus*). Ces couches représentent, pour les auteurs que j'ai cités plus haut, le *Priabonien*. C'est souvent par cet ensemble ou seulement par l'un de ces termes (flysch calcaire, couches saumâtres, grès à petites Nummulites) que débute le système Nummulitique dans les Alpes calcaires de la Savoie.

3° Flysch supérieur aux calcaires Nummulitiques. C'est le niveau le plus connu du Nummulitique de la Savoie; c'est ce qui correspond très exactement au flysch des différents auteurs qui se sont occupés de cette région, ou au Macigno alpin de A. Favre. Il pré-

¹ Dans la note que M. LUGON et moi avons publiée sur le tertiaire des Bauges, nous avons insisté sur ce fait que ces couches de calcaire gréseux à petites Nummulites, ainsi que les couches saumâtres, ne constituaient que des faciès latéraux du Flysch calcaire pouvant exister ou non suivant les points et occupant un niveau un peu variable.

sente parfois, surtout à la base, des bancs de calcaire feuilleté ou à cassure esquilleuse (Voirons, Planpalais, Aillon) de couleur bleue, blanchâtre à la surface, contenant des restes de Poissons, de nombreuses écailles, comme les couches inférieures (ce faciès rappelle beaucoup celui des schistes à *Meletta* du Bassin de Vienne) et des fucoïdes identiques à ceux que l'on rencontre plus bas; je citerai parmi les formes les plus communes :

Chondrites Targioni, A. Brgt.
Chondrites intricatus, A. Brgt.
Chondrites furcatus, A. Brgt.

de nombreux débris de plantes charbonnées, quelques empreintes de coquilles et des traces méandréiformes d'annélides.

Les couches gréseuses prédominent le plus souvent, se chargeant de mica, à mesure qu'on s'élève dans la série, tout en restant toujours plus ou moins schisteuses¹. Un faciès latéral de ces assises est représenté par les couches désignées sous le nom de Grès à *Cardita Laurae*, *Nystia Duchasteli*, du Plateau des Déserts qui sont déjà nettement Tongriennes. Ces couches présentent déjà à la base, dans la zone de flysch des Voirons, des intercalations de poudingues polygéniques bien développées, surtout dans les couches supérieures plus gréseuses.

4° Grès gris bleuâtre avec quelques intercalations marneuses (fausse molasse de M. HOLLANDE) que j'ai désignés sous le nom de Grès supérieurs ou Grès à *Nucules*, rappelant les nombreux moules d'un petit bivalve (*Cyrène*, *Nucule*) que l'on trouve en abondance dans ces grès. Ils contiennent, en outre, de nombreux débris de plantes, quelquefois en assez grande quantité pour former de petits lits ligniteux. Ces grès d'origine saumâtre, qui terminent la série Nummulitique en Savoie, sont de la fin du Tongrien; ils sont bien développés dans la région occidentale des Bauges (Aillon, les Déserts). On les retrouve également dans la

¹ Les synclinaux du Charlon et d'Entrevernes offrent de magnifiques exemples de cette transformation; les écailles de poissons existent encore dans ces couches supérieures.

zone occidentale du flysch, vers les Barattes, à Annecy-le-Vieux, dans les Voirons et sans doute aussi dans les couches supérieures du val d'Illiez. Partout, ils passent insensiblement aux couches inférieures de l'Aquitainien. J'ai déjà insisté sur ce fait qu'ils n'existent que dans la région occidentale (géosynclinal Nummulitique), par suite du soulèvement progressif E.-W. qui s'est manifesté dans toute cette région.

Age de ces différents dépôts. — Comme l'a fait remarquer avec raison M. HAUG, d'après les travaux de Tournouer sur les couches Nummulitiques des Basses-Alpes, l'assimilation des couches à *Cérithes* des Alpes avec celles de la Granella dans le Vicentin et des couches à petites Nummulites striées ou à *Natica vapincana* représentant l'ensemble du Priabonien, c'est-à-dire avec l'Éocène supérieur, n'est plus douteuse¹. Les couches de Flysch qui sont associées à ces dépôts ou qui leur sont supérieures appartiennent à l'Éocène supérieur ou Tongrien. Cette détermination est d'ailleurs nettement confirmée par la présence des couches Tongriennes du plateau des Déserts, et c'est avec raison qu'on les a notées *e³ m*" sur les feuilles géologiques de Thonon et d'Annecy.

Quant aux couches inférieures, par lesquelles débute le Nummulitique, dans le Massif des Bauges (couches à *N. perforata*, *N. aturica* et *N. Lucasana*), leur âge précis est encore à déterminer. La *Num. perforata* typique et la forme à grande loge, *N. Lucasana*, qui l'accompagne dans presque tous ses gisements, sont caractéristiques du Lutétien supérieur; cependant en Hongrie et en Dalmatie, cette forme se continue jusque dans le Bartonien. La *Num. aturica* caractérise, en Algérie, surtout la partie inférieure et moyenne de l'Éocène moyen. La continuité parfaite qui

¹ Le faciès saumâtre à *Cérithes* peut d'ailleurs exister à un niveau quelconque du Priabonien, dépendant de la configuration du fond du géosynclinal Nummulitique. Il peut par conséquent exister soit en dessous des calcaires de *Num striata*, comme c'est le cas en général, soit en dessus comme cela arrive à Saint-Bonnet et ne caractérise pas toujours l'extrême base du Priabonien. C'est aussi l'opinion de M. P. LORV, sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines. (*B. S. G. de France*, 3^e série, t. XXIV, p. 18.)

existe entre les différentes couches Nummulitiques des Bauges, me porte à considérer ces termes inférieurs comme représentant la partie supérieure de l'Éocène moyen, c'est-à-dire le Bartonien du Bassin de Paris. La classification des terrains Nummulitiques des Bauges serait donc, d'après cela, la suivante :

- Bartonien :** Conglomérat et calcaire à *Num. perforata*, *N. aturica*, *N. Lucasana* (couches à grandes Nummulites, 1^{er} niveau à Nummulites).
- Priabonien :** { Flysch calcaire, calcaire schistoïde à écailles de poissons avec intercalations de :
 a) Couches saumâtres à *Cerithium Diaboli*, *Cyrena convexa*, *Cytheria Villanova*.
 b) Calcaire à polypiers et à *Natica vapincana*.
 c) Calcaire et grès à petites Nummulites striées, avec *N. striata*, *N. variolaria*, *N. Boucheri*, *N. Guettardi* et des *Pectens* (2^e niveau à Nummulites ¹).
- Tongrien :** Flysch gréseux à écailles de poissons et fucoides avec niveau calcaire à *Natica aff. crassatina* des Déserts ² et Poudingues des Voirons.
- Tongr. sup.** { Grès supérieurs (fausse molasse), et à petits Lamellibranches (Cyrènes et Nucules), passant à :
 ou
Aquit. inf. : {
Aquitain. : Molasses gréseuses avec lits marneux bariolés de la vallée des Aillons, des Déserts et de la base des Voirons.

La partie supérieure de ces grès pouvant d'ailleurs déjà appartenir, dans le Plateau des Bornes, comme je l'ai indiqué plus haut, au Miocène inférieur.

Région du Genevois. — La succession précédente se retrouve en un certain nombre de points, au Nord du lac d'Annecy. Les couches inférieures du Nummulitique n'ont été signalées que dans un petit nombre de localités; la coupe du chalet de l'Essex,

¹ En général, ces calcaires et grès à petites Nummulites font rarement défaut et c'est souvent par ces couches que débute le Nummulitique.

² L'âge exact de ces grès du Flysch y est évidemment impossible à déterminer. Il commence certainement dès le Priabonien et se continue très haut, jusque dans les grès supérieurs; c'est-à-dire pendant presque tout le Tongrien.

près du Désert de Platé nous donne une succession identique à celle des Bauges; on a de bas en haut :

- 1° Gault, reposant sur l'Urgonien.
- 2° Calcaires sénoniens.
- 3° Poudingue calcaire, 15 mètres (couches à grandes Nummulites).
- 4° Calcaire schisteux à *Orbitolites sella*, 15 mètres (d'après A. FAVRE).
- 5° Calcaire noir, marneux à *Cerithes*, 20 mètres.
- 6° Calcaire blanc à *N. Ramondi*.
- 7° Calcaire noir schisteux (*Flysch calcaire*), 100 mètres.
- 8° Macigno alpin, Flysch gréseux (avec Grès de Taveyannaz).

La couche saumâtre à *Cerithium Diaboli* est connue au contraire dans un grand nombre de points; la série Nummulitique débute en effet souvent par ces assises qui présentent presque partout un niveau charbonneux. C'est elle qui constitue le niveau à lignites de Pernant (commune d'Arrâches). Sur la Craie, on a directement la couche à charbon, surmontée par des couches calcaires à petites Nummulites, puis des grès du Flysch, avec intercalation de grès de Taveyanna. Le niveau inférieur a fourni les formes suivantes :

<i>Corbula striata</i> , Lam.	<i>Fusus subcarinatus</i> , Lam.
<i>Cytherea Villanova</i> , Desh.	<i>Fusus polygonatus</i> , Brgt.
<i>Cyth. incrassata</i> , Sow.	<i>Chemnitzia lactea</i> , Brug.
<i>Cyrena convexa</i> , Heb. et Ren.	<i>Cerithium plicatum</i> , Brug.
<i>Cyrena Studeri</i> , Desh.	<i>Cerith. elegans</i> , Desh.
<i>Pecten tripartitus</i> , Desh.	<i>Cerith. Castellini</i> , Brong.
<i>Natica vapincana</i> , Brgt. (<i>N. augustata</i> Grat des auteurs).	<i>Cerith. conulus</i> , Brug.
<i>N. Studeri</i> , Desh.	<i>Murex</i> sp.
	<i>Venus</i> sp.

Cette assise existe également au Petit Bornand, accompagnée de calcaires noirs ou grès fétides; au col de Teine surmontée par des couches de calcaire et de grès à *Num. Ramondi* et *N. striata*, au chalet du crêt de Léba, près de Thorens. Cette couche existe également dans tout le désert de Platé (chalet de l'Essex, à la Tête à l'âne). Cette zone présente partout la même composition et la même série de formes caractéristiques. La collection de A. FAVRE,

actuellement au musée de Genève, renferme une série assez nombreuse d'échantillons recueillis au Désert de Platé. Grâce à l'obligeance de M. BEDOT, directeur du musée d'Histoire naturelle de Genève, j'ai pu étudier ces échantillons et j'y ai reconnu :

Natica vapincana d'Orbigny (présentant beaucoup d'affinités avec la *N. augustata* Grateloup, avec laquelle d'ailleurs elle a été souvent confondue (commune).

Natica aff. *Picteti* Heb. et Ren., échantillons en assez mauvais état, mais parfaitement reconnaissables (rare).

Natica Studeri, Queenstedt (*N. Parisiensis* Desh.) (commune).

Cerithium plicatum, Brug. var. *alpina* (très commune), complètement identique aux échantillons de Barrême.

Cerithium hexagonum, Lam. (rare).

Cerithium trochleare var. *conjunctum*, Desh. (assez rare).

Cerithium Weinkauffi, Tournouer, extrêmement abondante ; c'est de beaucoup la forme la plus commune.

Cerithium Vulcani, Brgt. (rare).

Cerithium trochleare var. *Diaboli*, Brgt. (commun).

Pleurotoma dentata, Lam. (très rare).

Fusus uncarinatus, Desh. (très rare).

Fusus subcarinatus, Grateloup (*Polygonatus* Brgt.).

Turritella aff. *Imbricataria*, Lam. 1 échantillon de grande taille assez usé, mais cependant bien caractéristique. Présente également quelques affinités aux *T. strangulata* de Gaas.

Pecten aff. *multistriatus*, Desh. (1 échantillon).

Cardium granulosum, Lmk. (très commun).

Cytherea Villanovae, Lmk. (assez commun).

Cytherea aff. *trigonella* (moules internes d'assez grande taille).

Cytherea aff. *incrassata*, Desh. (1 échantillon).

Cyrena aff. *alpina*, Heb. et Ren. (1 échantillon).

Coralliophaga alpina, Heb. et Ren. (La charnière caractéristique est bien visible sur un certain nombre d'échantillons).

Ostrea cyathula, Lamk. (même variété qu'à Barrême assez fortement plissée).

Cidaridés.

Débris de petits Spongiaires et Orbitolites sp. ⁴

⁴ La coupe générale du Désert de Platé, où les couches Tertiaires sont sensiblement horizontales, est la suivante :

1° Conglomérat à cailloux calcaires de Sénonien et Gault (Tête à l'âne P^{te} de Platé) ;

2° Schistes gréseux brun foncé, noirs, où l'on recueille les fossiles que je viens de-

Au-dessus de ces couches saumâtres du niveau de la Granella, on rencontre partout les calcaires plus ou moins gréseux à petites Nummulites. Ces calcaires, comme je l'ai indiqué plus haut, forment souvent la base de la série Nummulitique. En dehors des formes que j'ai citées dans les Bauges, je signalerai encore l'*Echinantus scutella* Brg (fossile du Vicentin) qui accompagne le *Pecten pictus* Goldf, à Thônes. Dans le Flysch qui vient au-dessus, on peut distinguer un niveau inférieur, plus calcaire et un niveau supérieur gréseux, dont certains bancs ont l'aspect de vraies Molasses Aquitaniennes ou Miocènes.

Ce Flysch existe parfois seul sans intercalations de calcaires ou de schistes à Nummulites (plis entre Saint-Pierre et Entremont, synclinal de Serraval) et reposent en transgression très nette sur les terrains secondaires (Sénonien, Gault, Urgonien, Jurassique supérieur).

C'est dans le massif du Genevois que l'on voit apparaître, intercalée dans le Flysch, la formation connue sous le nom de grès de Taveyannaz. Dans les points où je l'ai examinée (Serraval, Désert de Platé) je l'ai trouvée, intercalée à tous les niveaux du Flysch : sur le calcaire Nummulitique (Châtillon) ou à la base de la formation (lac de Gers, Arâches) et avec tous les passages latéraux aux grès typiques du Flysch¹. L'origine éruptive de ces formations est aujourd'hui généralement admise. Les éléments qui composent le grès de Taveyannaz sont nettement roulés ; dans les parties un peu plus grossières, qui passent à un véritable *conglomérat* (poudingue à éléments roulés), on reconnaît facilement dans les roches du grès de Taveyannaz des Andésites et des Labradorites et des élé-

citer. Ces fossiles sont tous de couleur noire et légèrement écrasés ;

3° Calcaires gris noir sans fossiles ;

4° Calcaires feuilletés à petites Nummulites (*N. Ramondi*) ;

5° Schistes gréseux à fucoïdes (Flysch), de plus de 200 mètres d'épaisseur, avec intercalations de grès de Taveyannaz, qui, beaucoup plus résistants que le reste des couches, forment en général tous les sommets (arête orientale, P^{te} de Platé, P^{te} de Pecoule).

¹ M. RENEVIER (*Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises*, p. 428) a également constaté l'alternance des grès de Taveyannaz avec les schistes feuilletés du Flysch : M. DE MORTILLET (*Géologie et Minéralogie de la Savoie*, p. 259), signale aussi l'existence de ces grès de Taveyannaz, au-dessus du calcaire Nummulitique, à la base du Flysch.

ments de roches plus anciennes (granites, pegmatites quelques micaschistes et amphibolites). MM. L. DUPARC et E. RITTER¹, dans une publication récente sur cette formation très répandue dans le Flysch qui alterne souvent avec ce dernier auquel elle passe latéralement d'une manière insensible, et présente des faciès rappelant ceux de certains grès et quartzites du Flysch, ont montré que :

1° Ces grès se trouvaient à tous les niveaux du Flysch ;

2° En ce qui concerne l'origine des matériaux de ces grès, ils ne peuvent provenir de volcans situés à proximité des grès en question qui n'en seraient que les tufs : les roches éruptives signalées dans ces couches sont, ou postérieures (massif de Chaillol², ou bien, comme dans les Karpathes (Boikowitz, Banow et Hrosen-Kau³), se rapportent à des andésites et des labradorites accompagnées de tufs éruptifs et tout différents des grès de Taveyannaz. Ils ont une origine lointaine, comme le prouve la présence d'éléments bien roulés amenés par des courants dans le géosynclinal Nummulitique et ne peuvent guère provenir comme les galets des poudingues des Voirons que de la région du Vicentin ou des parties avoisinantes dans les Alpes méridionales.

Ces auteurs assimilent complètement ces dépôts au grès moucheté du sud du Pelvoux, équivalent latéral du grès d'Annot, du Midi de la France. J'ai constaté, dans un certain nombre des coupes microscopiques de MM. DUPARC et RITTER, l'existence de Foraminifères et même de Nummulites très nettes dans le ciment calcaire ou gréseux qui réunit les éléments des poudingues.

On retrouve ces dépôts avec sensiblement les mêmes caractères dans le massif de la Dent du Midi et de la Dent de Morcles, ainsi

¹ L. DUPARC et E. RITTER, Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du Flysch (*Arch. sc. Phys. et Natur. de Genève*, 3^e période, t. XXXIII, 1895. Voir p. 5 pour la bibliographie antérieure à ces auteurs.)

² P. LORY et P. TERMIER, Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes). (*C. R. de la Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. XXIII, n^o 10, 1895.)

³ CARL PAUL, Die Karpathensandsteine der mährisch-ungarisch Grenzgebirge (*Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt*, XI, Bd, 1890.)

que dans la zone des Hautes-Alpes calcaires Vaudoises. Le massif des Diablerets, qui a été étudié d'une façon si précise par M. E. RENEVIER, nous présente la série à peu près complète depuis l'Éocène inférieur représenté par les sables blancs sidérolithiques et minerais de fer, surmonté par les calcaires d'eau douce de l'Éocène moyen à *Strophostoma* et *Planorbis pseudoammonius*. Ce serait au-dessus que se trouverait le conglomérat calcaire à grandes Nummulites que M. RENEVIER place, je crois, beaucoup trop bas. La classification adoptée par M. RENEVIER impliquerait des mouvements bien compliqués de la région pour expliquer cette arrivée de la mer suivie d'un nouveau départ à l'Éocène moyen. On retrouve ensuite la série Nummulitique des Bauges :

1° Couches saumâtres à *Cerithes* avec la faune classique¹ constituant le niveau des Diablerets et qui se retrouve accompagnée d'une couche de lignites comme dans la Suisse orientale, au Titlis à la limite des cantons de Berne et d'Unterwald ; sur les hauteurs de Beatenberg et d'Habkern au nord du lac de Thoune, au Mittaghorn près de Frütigen, etc. ;

2° Calcaire à petites Nummulites (129 espèces fossiles dont *Natica vapincana*, de nombreuses formes de Nummulites *N. striata*, *N. contorta*, *N. Murchisoni*, *N. Fichteli*, *N. intermedia*, *N. Tournoueri*, *N. Boucheri* et *Operculina aimmonea* avec de nombreuses formes d'*Orbitoides* ;

3° Schistes feuilletés alternant avec des grès fins (Macigno alpin) et les grès de Taveyannaz, surtout sur le bord septentrional du massif des Diablerets.

En avant du massif des Hautes Alpes calcaires se trouve la région des Préalpes où les dépôts Nummulitiques sont également bien développés. J'ai déjà décrit un peu plus haut la zone externe de Flysch ou des Voirons. Plus à l'Est il existe encore d'autres zones indiquées par MM. E. Favre et Schardt : de l'Est à l'Ouest on a :

¹ La *Natica crassatina*, qui avait été citée à ce niveau par MM. HÉBERT et RENEVIER, comme ce dernier me l'a fait remarquer, n'existe pas, les formes sont beaucoup plus voisines de la *Natica vapincana*.

1° Zone des Ormonts-Niesen où le Flysch débute toujours par le même horizon marneux-calcaire sur lequel se trouve un puissant ensemble de grès et de brèches à éléments assez fins que surmontent les schistes du Flysch gréseux supérieurs (*Bandschiefer*). L'étude pétrographique des éléments de la brèche polygénique des Ormonts ou du Niesen a mis en évidence des faits fort importants : cette brèche est surtout développée à la base du Flysch, c'est-à-dire dans des couches correspondant à ce que j'ai appelé le Flysch calcaire dans les Bauges. Cette brèche est donc, par conséquent d'âge plus ancien que la brèche des Voirons; les éléments cristallins proviennent tous d'un massif cristallophylien et granitique appartenant à la zone du Mont-Blanc, situé sans doute entre la Dent du Midi et le massif de l'Aar, recouvert depuis par les plissements. Des courants venus du Sud (comme le montre l'accumulation des blocs les plus volumineux dans la partie méridionale de cette zone) amenaient dans la mer de l'Éocène supérieur, les matériaux arrachés à cette chaîne. A la fin de cette période, avant le dépôt des couches supérieures du Flysch, le mouvement qui a rejeté la mer plus à l'Ouest a permis également aux roches de la région de Lugano, alors évidemment beaucoup plus fortement soulevée que le reste de la chaîne, d'arriver jusque dans la zone externe du Flysch ou des Voirons;

2° Zone des conglomérats de la Mocausa (Rodomont-Hunsrück et Simmenthal) où l'on a une succession analogue à celle des Ormonts avec intercalation de conglomérats calcaires formant un ou deux bancs plus ou moins puissants, bien visibles au-dessous du château d'Oex. Les éléments de ces conglomérats sont des calcaires Jurassiques (Malm) Néocomiens et Crétacés (couches rouges) avec quelques éléments de quartz. Ces éléments proviennent des chaînes calcaires de la région dont le relief était plus ou moins accentué dès la période Nummulitique.

Dans toutes les Préalpes on ne connaît pas de vrais calcaires à Nummulites. On connaît cependant des restes de Nummulites dans la brèche de la région des Ormonts à Ensex : *N. Lucasana*. Defr. *N. Guettardi*, *N. Tschihatchefi*, *N. Complanata* au sommet du

Meilleret (*N. Variolaria*, *N. Boucheri*¹). M. E. HAUG² en se basant sur cette absence de calcaire à Nummulites, en conclut que la mer Priabonienne devait passer derrière les Préalpes qui avaient déjà, pour ainsi dire, leur individualité propre à cette époque. La présence des formes précédentes, ainsi que la *continuité des faciès des dépôts Tertiaires* des Préalpes et des Hautes-Alpes montrent que la mer Priabonienne devait occuper au moins la région orientale des Préalpes (zone des Ormonts-Niesen et même peut-être le Simmenthal).

Comme l'a montré M. RENEVIER³, l'invasion de la mer Nummulitique, venant de l'Est, a été progressif aux Diablerets; les couches deviennent de plus en plus saumâtres à mesure que l'on s'élève dans la série. La mer qui déposait les couches inférieures à grandes Nummulites s'étendait à l'Est et au Sud sur tout ce massif des Hautes-Alpes calcaires, des Alpes calcaires de Savoie, jusqu'au parallèle de Chambéry, dans les Bauges. Elle devait, sans doute, à l'époque suivante (Priabonienne) rejoindre en passant *derrière le massif de la Chartreuse* les dépôts plus méridionaux. La limite orientale est bien indiquée par les conglomérats de rivage; la limite occidentale est fort mal connue : le géosynclinal Nummulitique a été, en effet, soumis à des mouvements E.-W. qui l'ont rejeté de plus en plus à l'Ouest : les dépôts les plus anciens sont toujours les plus orientaux et les dépôts sont nettement en transgression vers l'Ouest quand les plissements postérieurs ne les ont pas dérangés. L'invasion de cette mer a été précédé par les dépôts saumâtres contenant la faune dite des Diablerets. Cette mer a déposé les calcaires à petites Nummulites et les couches du Flysch calcaire avec les intercalations de Brèche polygénique d'origine peu éloignée des Ormonts-Niesen. Un mouvement plus prononcé l'a rejeté encore plus à l'Ouest (la zone des

¹ L'existence de ces restes de foraminifères nous montre bien en même temps l'âge Priabonien de ces couches inférieures du Flysch.

² E. HAUG, *loc. cit.*, p. 18, 1894.

³ E. RENEVIER, Invasion graduelle de la mer éocénique aux Diablerets (*Bull. Soc. vaud. sc. Natur.*, XXVII, p. 41, 1891.)

Voirons est envahie) en même temps qu'une partie des Alpes méridionales atteint une altitude considérable.

La présence à différents niveaux dans le Flysch, de poudingues et de conglomérats bréchoïdes, toujours d'origine plus ou moins éloignée, a depuis longtemps préoccupé les géologues qui se sont occupés de ces terrains. La présence d'une chaîne cristalline en profondeur (chaîne Vindélicienne) donne lieu à un si grand nombre d'objections qu'elle n'est plus admise par la plupart des géologues.

L'hypothèse d'un lambeau de recouvrement venant du Sud soutenue par M. SCHARDT, et plus récemment par M. LUGEON¹ paraît également peu probable, tant par la difficulté d'amorcer ce pli couché que par la continuité bien nette des plis et des faciès dans les points où les Préalpes passent aux Hautes-Alpes. L'étude stratigraphique de la zone de soudure tertiaire des Préalpes s'accorde mal, comme je l'ai montré plus haut, avec cette hypothèse d'un recouvrement : ces diverses objections ont amené M. HAUG à considérer les Préalpes comme un immense pli en éventail composé. La présence des roches exotiques du Flysch devient alors très difficile à expliquer autrement que par un transport par les glaciers. M. RENEVIER², en faisant remarquer que M. SCHARDT a constaté sur certains blocs de la brèche d'Aigremont des faces planes et comme usées par le frottement, qui rappellent les surfaces polies par les glaciers, admet également cette hypothèse des glaciers : « Sans y être absolument contraire, dit-il, je n'avais pas, jusqu'ici, adopté cette théorie ; mais elle s'impose maintenant à moi, comme la seule explication rationnelle de ces deux faits patents : l'abondance des blocs anguleux et cristallins d'une part et l'absence de faune malacologique littorale d'autre part. »

Dépôts marins du Nord du Jura. — En dehors du synclinal subalpin, on ne connaît guère, dans le reste de la région que j'ai étudiée, de dépôts pouvant se rapporter, d'une façon certaine, soit à l'Éocène supérieur, soit à l'Oligocène, si ce n'est dans le Nord

¹ LUGEON, La région de la brèche du Chablais. *Bul. Carte Géolog. de la France*, n° 49, 1896.

² E. RENEVIER, *Alpes Vaudoises*, p. 458.

du Jura et dans la Basse Alsace dont l'étude offre, au point de vue des terrains Tertiaires en particulier, un intérêt tout spécial par suite de la présence de dépôts marins du Tongrien.

Dans la Basse Alsace et le Jura septentrional, les dépôts de l'Éocène moyen sont franchement d'eau douce comme le calcaire de Buxwiller à *Planorbis pseudoammonius* P. *Chertieri* et *Lophiodon* ou celui de Hobel (Jura), c'est le niveau qui correspond tout à fait au niveau d'eau douce des Diablerets. C'est, au contraire, à l'Éocène supérieur, qu'il faut rapporter la plus grande partie des calcaires à *Melania Laurae*. A cette époque, la cuvette, qui plus tard devait être envahie par les dépôts marins du Tongrien, était déjà indiquée, et l'on voit se former, contemporains des gypses de Montmartre, les gypses de Zimmersheim, de Bambach, Hattstadt et de Wasenwiler, tandis que, plus au Sud, se sont formés les dépôts sidérolithiques du Jura-Bernois (terres jaunes ou Raitche de M. Greppin). La présence de Mammifères Éocènes rencontrés à Moutier, Egerkingen, Obergösgen et au Mormont, ne suffit pas pour donner le même âge à tous les dépôts Sidérolithiques qui ont dû commencer à se former au moment de l'émergence de la région à la fin du Crétacé et se continuer, au moins en certains points restés émergés, pendant la plus grande partie du Tertiaire¹; dans le Jura français, M. KILIAN² a montré qu'ils étaient surmontés par des couches de calcaire à *Melania Escheri* et *Planorbis rotundatus*.

Avec l'Oligocène, il se produit une grande invasion marine et la Mer du Nord pénètre dans cette région (dans la vallée du Rhin, en Alsace et en Suisse). Les premiers dépôts sont les marnes à *Cyrènes* du duché de Bade auxquelles sont superposés dans la région du Rhin des sables marins et des marnes à *Pectunculus obovatus* *Panopæa Heberti*, *Ostrea cyathula*, *Fusus elongatus* des environs de Bâle; la limite du golfe alsatique est bien marquée par les con-

¹ Signalons en passant qu'il existe en outre dans cette région des sables vitrifiables blancs d'âge différent et plus ancien, car ils sont pénétrés par le lobus et la mine de fer et ont souvent été remaniés dans certaines nappes du sidérolithique (voir L. ROLLIER, Jura central (*Matériaux pour la Carte géologique suisse*, liv. VIII, 1^o suppl., 1893).

² KILIAN, Terrains Tert. du département du Doubs (*B. S. G. de France*, 3^e série, t. XII, p. 629, 1884).

glomérats littoraux qui, aux environs de Montbéliard et de Belfort, recouvrent les dépôts de minerai de fer et que l'on peut suivre dans toute la région, le long des Vosges et de la Forêt Noire, dans le duché de Bade et dans le Jura Bernois sur tout le pourtour du golfe alsatique. Ce n'était d'ailleurs qu'un golfe de la Mer du Nord ne s'étendant guère au delà de Bâle et de Délémont (cours de la Birse et Dornach-Brück). Il n'y avait aucunement communication avec la mer du bassin Anglo-Parisien comme l'a montré M. KILIAN. Il n'y avait pas non plus communication de ce bras de mer au Sud avec la mer Nummulitique du géosynclinal subalpin. On ne connaît en effet aucune trace de dépôts Tongriens dans la Plaine Suisse. L'examen des faunes suffit d'ailleurs à montrer que ces dépôts marins se sont formés d'une manière tout à fait indépendante les uns des autres. La Plaine Suisse et le Jura devaient former un continent relativement peu élevé où la mer pouvait pénétrer plus ou moins loin. C'est ainsi que se rattache à ce golfe alsatique les dépôts saumâtres avec *Potamides* signalés depuis longtemps plus au Sud à Coligny, dans l'Ain, et d'âge un peu plus récent.

Dans le Doubs, au-dessus de ces assises marines de base dont nous venons de parler, on trouve encore des schistes à poissons correspondant aux *Septarienthon* du bassin de Mayence et l'ensemble des bancs du système de Bourogne de M. KILIAN à *Cyrena convexa*, *Cyrena donacina*, *Cytherea splendida*, *Corbicula Faujasi*, *Mytilus Faujasi*, *Hydrobia Dubuissonni*, *Cerithium plicatum var. enodosa*, var. *Galeotti* avec des couches de calcaire lacustre intercalées à *Helix (Coryda) girondica*. Ces couches saumâtres et lacustres se retrouvent dans le Jura Bernois, dans le val de Délémont, constituant ce que M. ROLLIER appelle la Molasse alsacienne¹. La série Tongriennese termine par le calcaire lacustre de Moutier, de Délémont, indiquant un comblement du Bassin alsa-

¹ D'après cet auteur, la limite du golfe alsatique se suivrait dans le Jura Bernois depuis les Vosges par Bressaucourt, Fregiecourt, Montfaucon les Brenets à l'Ouest et à l'Est depuis la Forêt Noire jusqu'à Aesch vers le Sud. L'absence de gompholite entre ces deux cordons latéraux entraîne cet auteur à admettre la communication au Sud avec un golfe helvétique; j'ai déjà dit plus haut que la Plaine Suisse, au moins la partie septentrionale et occidentale, était émergée au Tongrien.

tique à la fin du Tongrien. Le territoire est de nouveau émergé et ne sera plus recouvert par les eaux marines qu'à l'époque du Miocène : les eaux venues du Sud et de l'Est ne dépasseront guère au Nord le val de Délémont.

COMPARAISON DES DÉPÔTS NUMMULITIQUES DE LA SAVOIE
AVEC LES DÉPÔTS PLUS MÉRIDIONAUX

D'après ce qui précède, il n'existait aucune relation entre le bras de mer où se formaient les dépôts Nummulitiques de la Savoie et celui de la plaine d'Alsace; il nous faut donc chercher vers le Sud et toujours dans la région alpine les relations avec la mer qui existait dans la région méditerranéenne proprement dite.

Lorsque l'on se dirige vers le Nord et dans les Alpes Orientales, on peut suivre d'une manière continue les dépôts Nummulitiques et constater l'existence de dépôts de plus en plus anciens à mesure que l'on s'avance vers l'Est, montrant que la transgression marine s'est produite dans cette région, depuis le Bassin de Vienne jusqu'en Savoie, progressivement de l'Est à l'Ouest.

Les relations avec les dépôts Nummulitiques existant dans les Alpes Françaises au Sud des Bauges sont beaucoup moins nettes. Il existe, en effet, une lacune assez grande entre les dépôts Nummulitiques les plus méridionaux des Bauges (Plateau des Déserts) et les dépôts Nummulitiques les plus septentrionaux de la Maurienne et de la Tarentaise.

Le dépôt fossilifère le plus rapproché est celui de Montricher où PILLET a, le premier, signalé en 1859 des Nummulites. Les terrains Tertiaires débutent par un conglomérat analogue à celui des aiguilles d'Arve de CH. LORY et reposant sur le Lias. Il est surmonté par une puissante formation de grès alternant avec de nombreuses masses de schistes ardoisiers. Les fossiles se trouvent dans les couches inférieures du terrain nummulitique. On a cité de cette localité :

Nummulites complanata, Lam.
Nummulites Dufrenoyi d'Arch.
Num. Ramondi, Def.

Orbitoides submedia d'Arch.
Ostrea aff. gigantea, Brgt.
Conoclypeus anachoreta, Ag.

et en outre comme formes douteuses :

N. perforata. Lam.

N. variolaria. Sow.

CH. LORY (*Dauphiné*, p. 548) identifie ces couches aux assises inférieures du terrain Nummulitique de Thônes (calcaire gréseux à *N. striata*).

Ces couches, au delà de la vallée de l'Arc, se poursuivent d'une façon très nette par Saint-Julien-en-Maurienne, Montdenis, vallon des Perrières jusqu'à l'Est de Saint-Jean-de-Belleville sensiblement alignées Nord-Sud formant un synclinal plus ou moins accidenté. Au delà, les couches schisteuses et gréseuses disparaissent presque complètement et les assises Nummulitiques ne sont plus représentées, d'après MM. KILIAN et RÉVIL¹, que par la Brèche polygénique de Tarentaise, considérée autrefois comme Triasique par CH. LORY. Elle se prolonge au delà de Moutiers en passant derrière le Quermoz où le synclinal Tertiaire primitif s'accidente de plusieurs anticlinaux secondaires Triasiques et forme une suite de synclinaux très rapprochés et se relayant entre eux, et se poursuit ensuite jusque vers le col du Bonhomme vers les Chapieux. Elle ne paraît pas s'étendre beaucoup au delà de la frontière italienne². Cette brèche qui, comme dans le massif des aiguilles d'Arve, forme le sommet de la plupart des crêtes, renferme des fragments de schistes cristallins, des quartzites et dolomies et des calcaires du Trias et du Lias, du grès houiller. Elle rappelle, d'après MM. KILIAN et RÉVIL, les brèches de Châtillon près Taninges et du Habkern; ces auteurs auraient une tendance à relier ces dépôts aux couches Nummulitiques les plus orientales des Alpes calcaires de Savoie (Aravis, Désert de Platé).

Au Sud de Montricher, ces dépôts se suivent dans le synclinal des Aiguilles d'Arve jusqu'au Lautaret. Au delà ils se rattachent d'une façon très nette aux dépôts Nummulitiques de la région de

¹ W. KILIAN ET J. RÉVIL, Une excursion géologique en Tarentaise (*Bull. de la Soc. d'Hist. Natur. de Savoie*, t. VII, p. 28, 1893).

² J'ai suivi cette brèche dans les courses que j'ai faites dans cette région par la Pietra Menta, l'Est de la vallée de Roselend jusqu'à un peu au delà des Chapieux.

Saint-Bonnet par le col de l'Echauda à l'Est du massif du Pelvoux et avec la région Nummulitique de l'Embrunais. Cette région comprend une immense série de grès alternant avec des schistes argilo-calcaires. La coupe de la montagne des Combes près de Saint-Bonnet donnée par CH. LORY est identique à celle du Charbon ou d'Entrevernes. On a en effet reposant sur les schistes à *Posidonies* de l'Oxfordien :

1° Conglomérat à galets énormes arrondis (Gneiss de Chaillol-le-Vieil) formé de calcaires Jurassiques et Crétacés et de silex de la Craie du Dévoluy;

2° Couches argileuses noires, schisteuses, peu consistantes, avec *Cérithes*, *Natices*;

3° Grès à ciment argilo-calcaire avec *Cyrena convexa*, *Cardium granulosum* et avec trois petites veines de charbons (couches saumâtres);

4° Grès plus dur, moins charbonneux, avec petites Nummulites;

5° Calcaire à Nummulites, compact, d'un gris foncé associé à des Polypiers;

6° Couches argilo-calcaires schisteuses, bleuâtres, gris noir (Flysch calcaire des Bauges);

7° Grès moucheté (Flysch gréseux et grès de Taveyannaz).

C'est identiquement la coupe du Tertiaire de la Savoie et le conglomérat de base doit correspondre aussi très probablement aux couches à grandes Nummulites des Bauges. Déjà MM. HEBERT et RENEVIER (*loc. cit.*) avaient mis en évidence l'identité des dépôts saumâtres de Saint-Bonnet et plus au Sud, de Faudon, avec ceux des Diablerets d'une part, et ceux de Pernant et d'Entrevernes d'autre part. La stratigraphie vient confirmer de la façon la plus nette cette affirmation.

M. P. LORY¹ a montré que dans le massif de Chaillol, la composition du Nummulitique restait sensiblement la même; les couches saumâtres, qui ne sont qu'un facies, n'existant qu'en un petit

¹ P. LORY, Observations sur la coexistence dans le massif de Chaillol de dislocations appartenant à deux périodes distinctes (*R. S. G. de France*, 3^e série, t. XXII, p. 162, 1894).

nombre de points (montagne de la Cavale et de Soleil Biou). Partout le Nummulitique débute par un conglomérat local (ou un remaniement des couches sous-jacentes si elles sont faciles à désagrèger) en discordance angulaire sur les terrains plus anciens jusqu'au Jurassique moyen. Cette invasion marine a été précédée dans cette région, sur le bord du massif du Pelvoux, des plissements anté-Nummulitiques ayant fait émerger ce massif¹.

Dans toute la région de l'Embrunais, le Nummulitique est constitué par un massif énorme de grès gris ou roussâtres (quelquefois colorés de noir par des matières charbonneuses), alternant avec des schistes argilo-calcaires (Flysch calcaire) et des schistes ardoisiers, présentant à la partie supérieure ces calcaires désignés sous le nom de calcaires à *Myrianites*.

Au Nord du massif de l'Embrunais, vers Freyssinières et l'Argentières, on peut relever une coupe fort intéressante, montrant la superposition directe des terrains Tertiaires Nummulitiques aux terrains cristallins. La transgression Nummulitique est ici bien manifeste, et l'on a la succession suivante de bas en haut :

- 1° Conglomérat cristallin et calcaire (essentiellement local).
- 2° Calcaire à petites Nummulites.
- 3° Grès quartzeux alternant avec des couches de schistes ardoisiers.
- 4° Grès d'aspects très variés avec nombreuses empreintes végétales.

A l'Ouest de la région que nous venons d'étudier, formant le prolongement vers le Nord du géosynclinal Nummulitique subalpin, les dépôts Nummulitiques de la région du Dévoluy présentent également, comme dans la région occidentale des Bauges, un passage insensible des grès Nummulitiques supérieurs aux couches marneuses bariolées, aux poudingues et aux couches de grès Molassiques franchement Aquitaniens (Coupe de Saint-Didier-en-Dévoluy). Il en est de même à Montmaur, où l'on voit superposés

¹ L'existence dans le poudingue Nummulitique de la base des aiguilles d'Arve, de cailloux cristallins venant des massifs de Belledonne et du Pelvoux implique en effet l'émergence plus ou moins complète de ces massifs à l'époque Nummulitique.

à des grès verdâtres contenant des Nummulites et correspondant aux couches à petites Nummulites de la Savoie, des poudingues calcaires passant à la partie supérieure à des couches de marnes bariolées et des poudingues nettement Aquitaniens.

Les dépôts Nummulitiques précédents se continuent plus au Sud par les dépôts Tertiaires marins des Basses-Alpes dont l'étude complète résulte des travaux de GARNIER et de TOURNOUER. Ils forment une bande presque continue allant de Champsaur jusque dans le Bassin du Var. Les dépôts Nummulitiques qui, dans la région avoisinant le Pelvoux, sont en transgression sur tous les terrains antérieurs à l'Oxfordien, sur lequel ils reposent dans la région de l'Embrunais, à mesure que l'on s'avance vers le Sud, reposent sur des terrains de plus en plus récents : dans l'Ubaye, c'est sur l'Aptien. Plus au Sud, le conglomérat de base du Nummulitique, à partir du Pic de l'Aiguillette, repose sur des terrains encore plus récents.

Les dépôts Nummulitiques, surtout développés à l'Est des chaînes subalpines situées entre Gap et Digne ne dépassent pas à l'Ouest Faucon Gigors. Ils se sont déposés dans un bassin où, comme dans les Bauges, la sédimentation a été très irrégulière ; grâce aux travaux de GARNIER et de TOURNOUER, l'on peut cependant y constater une série aussi complète. Le faciès est encore plus franchement méditerranéen qu'en Savoie, ce qui s'explique d'ailleurs facilement par la situation plus méridionale des dépôts et la communication plus facile avec la région méditerranéenne. Aussi, la comparaison avec les dépôts méridionaux, comme ceux du Vicentin ou des environs de Biarritz est-elle beaucoup plus facile. Ainsi que l'a montré TOURNOUER, la série débute à Branchai Allons par un poudingue à cailloux fortement impressionnés, mais qui sont d'origine fluviatile¹. Les couches supérieures du Nummulitique sont surtout développées dans la vallée de l'Asse (Barrême, Clumane, Tartonne). Ces couches Nummulitiques reposent ici soit sur la craie à *Micraster*, soit sur l'Aptien à *Bel. semicanaliculatus*.

¹ Dans une course faite avec M. P. LORVY, dans la région de Branchai, nous avons constaté en effet la présence au milieu de ces poudingues de niveaux marneux saumâtres passant aux couches à *Cérithes* et *Natica vapincana*.

Lorsque l'on se dirige vers l'extrémité méridionale de la chaîne alpine, dans les environs de Nice¹, on rencontre des assises nouvelles du Nummulitique, plus anciennes que toutes celles que nous avons rencontrées jusqu'ici dans la chaîne des Alpes. La série Nummulitique comprend en effet de bas en haut :

1° Calcaires à *Numm. perforata*, Montf., *N. Lucasana*, Defr. du col de Braus, de l'Escarène, de la Palaréa, du cap de la Mortola et de Monte Bellinda, qui correspondent à l'horizon supérieur de Ronca, Ensiedeln, Peyrehorade, ayant fourni de nombreux restes d'animaux étudiés par L. Bellardi².

2° A la Mortola, couches à grandes Assilines *A. exponens* et des schistes à *Orbitoïdes Fortisi Operculina ammoena*, *Nummulites Biarritzensis*, et à la Palarea, avec *Rotularia spirulace*.

3° Les couches Nummulitiques de Vence, de Biot, et d'Antibes, qui présentent en outre *N. striata*, sont au niveau des couches de Priabona ou des falaises de Biarritz; ce seraient l'équivalent des couches de calcaire et de grès à petites Nummulites de la Savoie. Le niveau inférieur synchronique (correspondant aux couches supérieures de la Mortola) correspondrait à un niveau intermédiaire entre les couches à *N. perforata* typ. et celles à *N. striata*, franchement Priaboniennes, niveau qui serait caractérisé ici, comme dans toute la région Méditerranéenne, par la présence des Assilines³ (*A. exponens*).

4° Puissant ensemble de marnes, argiles et grès à empreintes végétales (*Chondrites*) correspondant au Flysch et pouvant s'étendre depuis la partie supérieure de l'Eocène jusqu'à un niveau assez élevé du Tongrien, comme dans le reste des Alpes Occidentales.

Le parallélisme des différentes assises Nummulitiques que l'on rencontre dans les Alpes Occidentales, depuis le massif des Dia-

¹ TOURNOUER, Terrains tertiaires des environs de Fréjus et de Nice (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. V, p. 341, 1877).

² L. BELLARDI, *Catalogue raisonné des fossiles Nummulitiques du Comté de Nice*, 1852.

³ P. DE LA HARPE, Note sur les Nummulites des environs de Nice et de Menton (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. V, p. 817, 1877).

blerets jusqu'au comté de Nice, peut donc se résumer dans le tableau suivant (pages 94-95).

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION
PENDANT LA PÉRIODE NUMMULITIQUE

L'histoire géologique de la période Nummulitique depuis le commencement de l'ère Tertiaire jusqu'au Tongrien supérieur peut donc se résumer de la façon suivante :

Pendant toute la durée des temps Secondaires, l'axe du géosynclinal subalpin a été beaucoup plus rapproché de la région alpine que des bords du Plateau Central, comme M. HAUG¹ l'a montré par l'étude des différents faciès des dépôts Secondaires dans les Alpes Occidentales. Il occupait à peu près l'emplacement qui sera plus tard celui du géosynclinal Nummulitique. Au Crétacé, on peut faire également, comme l'a proposé M. FALLOT², une distinction très nette entre la province alpine à l'Est, qui va devenir sensiblement la région Nummulitique, et la province Rhodanienne à l'Ouest, qui constitue l'ébauche de la vallée actuelle du Rhône.

Vers la fin du Secondaire, des mouvements importants se produisent dans la région alpine : mouvements anté-Sénoniens constatés par M. P. LORY dans le Dévoluy, et dont j'ai montré également l'existence dans la région du Genevois³, et surtout les mouvements anténummulitiques ayant eu pour effet de chasser les eaux marines loin de la dépression Rhodanienne et alpine. Au commencement de l'ère Tertiaire, la Plaine Suisse, le Jura, la région alpine et la région Rhodanienne étaient émergés et soumis à des érosions, à des actions de ruissellement et de lavages des terrains sous-jacents ayant donné naissance à des sables et argiles bariolés dont j'ai montré l'existence dans le Dauphiné (Voreppe), la Savoie

¹ E. HAUG, les chaînes subalpines entre Gap et Digne (*Bull. de la Carte géol. de France*, n° 21, 1891). Voir article de M. DÉPÉRET sur le bassin du Rhône (*Annales de géographie*, juillet 1895).

² E. FALLOT, Étude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France (*Ann. sc. géol.*, t. XVIII, art. n° 1, 1875).

³ La transgression du Sénonien est également très nette dans la région des Préalpes

ÉTAGES	SAVOIE	MONTRICHER	CHAILLOL-SAINTE-BONNET	FAUDON	DÉVOLUY SAINT-DIDIER	BRANCHAI-ALLONS	BARRÈME CLUMANE	NICE
Aquitaniens.	Molasse à <i>H. Ramondi</i> (grès et marnes de couleur variable de Leschaux).	Manque.	Manque.	Manque.		Manque.	Argiles, calcaires marneux à <i>Buthynia Dubuissonni Helix Ramondi</i> , <i>Planorbis cornu</i> .	Manque.
Tongrien.	Fausse Molasse à petits bivalves.	Grès, marnes, schistes ardoisiers passant latéralement à la Brèche de la Tarentaise. Conglomérat polygénique des Aiguilles d'Arves.	Grès supérieurs passant aux grès mouchetés ¹ .	Grès supérieurs passant aux grès mouchetés.	Grès durs, gris ou verdâtres avec marnes bigarrées verdâtres passant à des assises de Molasse calcaire Aquitanienne.	Manque.	Argiles et calcaires siliceux lacustres, poudingues.	Flysch de la Mortola à <i>Chondrites</i> .
	Flysch gréseux avec intercalation d'un niveau à <i>Nystia Hydrobia</i> du Désert.						<i>d)</i> argiles à <i>Lucines</i> et à <i>Teredo</i> Tournali. <i>e)</i> Couches à <i>Natica cassalina</i> de Barrême <i>b)</i> Poudingues. <i>a)</i> Grès blancs à <i>Melania decussata</i> .	
	Flysch calcaire (calcaire schistoïde à écailles de poissons pouvant exister dès la base). <i>e³m</i> "						Schistes argilo-calcaires, bleuâtres sans fossiles.	
Priabonien (Eocène sup.)	Calcaires et grès à petites Nummulites.	Calcaires gréseux et quartzeux à <i>N. conplanata</i> , <i>N. striata</i> , <i>N. Ramondi</i> .	Grès et calcaires compacts à petites Nummulites et Polypiers.	Couches saumâtres à <i>Cérithes</i> et <i>Natices</i> .	Grès ou calcaires, gris foncé très compacts; contenant quelques bivalves peu déterminables <i>Pecten</i> , <i>O. gigantea</i> .	Calcaires durs à Nummulites et calcaires marneux d'Allons.	<i>d)</i> Marnes argileuses sans fossiles de Barrême. <i>c)</i> Marnes à <i>Nummulites</i> et à <i>Tornatelles</i> de Clumane. <i>b)</i> Calcaires à <i>Tornatelles</i> et à <i>Nummulites</i> de Clumane. <i>a)</i> Glaucoïne de Tartonne.	Couches à <i>Num. Biarritzensis</i> , <i>N. striata</i> , <i>Serpula spirulea</i> . (Vence, Diot, Antibes, Font de Jarieu).
	Couches saumâtres à <i>Cérithes</i> , <i>N. Vapincana</i> . (Zone des Diablerets).		Couches à <i>Cérithes</i> et à <i>N. Vapincana</i> de Saint-Bonnet.	Calcaire gréseux se désagrégant avec <i>N. contorta</i> , <i>N. striata</i> .			Calcaires marneux à <i>Cardium granulosum</i> et Polypiers. Schistes avec charbon. Marnes à <i>Cérithes</i> et <i>N. Vapincana</i> de Branchai.	Manque.
Bartonien (Calc. grossier supérieur).	Conglomérats et calcaires de base à <i>N. aturica</i> , <i>N. Lucasana</i> . (Couches à grandes Nummulites)	?	Grès et conglomérats inférieurs.	?	Conglomérats avec silex de la craie et des petites Nummulites.	Poudingues et argiles à la base d'origine lacustre (Le faciès saumâtres introduit peu à peu).	Manque.	Couches à <i>Num. expositens orbitoides Fortisi</i> .
Lutétien moyen.								Calc à <i>N. perforata</i> , <i>N. Lucasana</i> . (Col. de Braus, etc.)

¹ Le faciès des grès mouchetés peut d'ailleurs, comme en Savoie le grès de Taveyannat, commencer avec des couches plus anciennes; c'est ce qui explique le passage latéral des grès mouchetés aux grès d'Annot constaté par M. HAUG. Les grès d'Annot peuvent d'ailleurs représenter une partie des couches Tongriennes proprement dites.

(Bauges, Salève), le Jura méridional (Bellegarde), et jusque dans la région des hautes chaînes calcaires Vaudoises, aux Diablerets. Dans quelques-unes de ces localités, et surtout dans la partie méridionale de la vallée du Rhône, à l'Éocène moyen, des lacs se forment et déposent les calcaires d'eau douce à *Planorbis pseudoammonius*, pendant que dans d'autres points les formations sidérolithiques continuaient à se former (poches à ossements de mammifères de Lissieu près Lyon, Egerkingen).

Pendant toute cette période, la mer n'existait au Sud que dans le Vicentin et bien au loin du rivage actuel de la Méditerranée : c'est la période qui correspond à la formation des dépôts du Lutétien inf. à *Num. lævigata* et *planulata*. Dans le Nord des Alpes orientales, la mer ne dépassait pas Einsiedeln.

A la fin du Lutétien, une première transgression marine se manifeste dans la région alpine ; la mer forme, en effet, aux environs de Nice, un petit golfe où se déposent les couches inférieures du Nummulitique (calcaire à *Num. perforata* et *N. Lucasana*), qui correspondraient aux couches de San Giovanni Ilarione.

Avec le Bartonien, la transgression marine s'accroît : c'est ainsi que la mer venue de l'Est, qui envahissait progressivement les dépôts de l'Éocène moyen aux Diablerets, y dépose à cette époque, comme en Savoie, les conglomérats et les calcaires que j'ai désignés sous le nom de couches à grandes Nummulites¹ (*N. perforata*, *N. Lucasana*, *N. aturica*). La mer qui envahissait la Savoie venait du Nord et s'avancait déjà jusqu'au Sud de la vallée des Aillons, c'est-à-dire à peu près au parallèle de Chambéry. Dans la région méridionale, la transgression marine paraît avoir été assez faible.

C'est au Priabonien que la transgression marine, due à la fois à une mer venant du Sud (de la région de Nice) et à une mer venant du Nord, atteint son maximum. Cette transgression marine se

¹ Ces couches ont pu se former dès le Lutétien supérieur, on sait en effet combien est difficile, même dans le Bassin de Paris, la séparation précise des assises du Lutétien supérieur et du Bartonien (voir HAUG, *loc. cit.*, 1895, p. 29), et ces couches pouvaient correspondre à une partie des assises inférieures de Nice.

manifeste en un certain nombre de points par des dépôts saumâtres où l'on trouve les *Cérithes*, *Cyrènes*, *Cythérées*, qui constituent la faune dite des Diablerets, à Pernant, au Grand-Bornand, Entrevernes, Arclozan en Savoie, à Saint-Bonnet, à Faudon, à la Granelle, l'identité des formes recueillies dans ces différentes localités a été bien mise en évidence par tous les auteurs qui se sont occupés de ces dépôts. En d'autres points, les dépôts Nummulitiques sont des calcaires, des grès de couleur assez variable, suivant les localités, constituant le calcaire à Nummulites des auteurs. Il est caractérisé par *N. striata*, *N. variolaria*, *N. Ramond*, *N. Boucheri*, *N. Guettardi* : ces formes se retrouvent pour ainsi dire partout, ainsi qu'à Priabona. Les Nummulites appartiennent surtout au groupe des Nummulites striées et vers la partie supérieure des Nummulites réticulées et granulées¹. C'est au-dessus de ces assises que commence, en général, l'ensemble des couches grés-marneuses qui constitue le faciès Flysch des Alpes occidentales². J'ai montré qu'en Savoie on pouvait y distinguer deux niveaux : un niveau inférieur plus calcaire (Flysch calcaire) pouvant en certains points (Bauges) commencer dès les couches inférieures à grandes Nummulites, et un niveau supérieur plus gréseux (Flysch gréseux).

L'identité complète des faunes des couches à Cérithes, dans les Alpes occidentales, à laquelle je faisais allusion un peu plus haut, ainsi que celle des calcaires ou des grès à petites Nummulites, la proximité des formations Nummulitiques des Bauges et du Genevois et des poudingues polygéniques récemment mise en évidence par MM. KILIAN et REVILM'engagent à admettre une communication directe entre les dépôts de la Savoie et ceux situés plus au Sud d'une façon certaine à l'époque Priabonienne. A ce moment, il existait dans la région subalpine un bras de mer dont le centre correspondait à peu près au thalweg du géosynclinal jurassique ou à la *région alpine* des dépôts Crétacés, sensiblement parallèle à la

¹ Voir la note récente de M. P. LORY, sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines (*C. R. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XXIV, p. 18, 1896.)

² Ce faciès peut naturellement commencer à des niveaux plus ou moins élevés, variables suivant les localités avec les conditions de dépôt des assises.

direction générale de la chaîne alpine s'étendant depuis les environs de Nice et de Fréjus, sur le littoral méditerranéen, jusqu'aux régions Nummulitiques des Alpes orientales et des Carpathes et dont les limites, dans les Alpes occidentales, sont les suivantes :

A l'Est, par le col de Tende rejoignant les dépôts de l'Italie méridionale, puis formant un détroit de largeur assez faible à l'Est du Mercantour émergé à cette époque, par Demonte, les monts Niebius et Giordano, par le col de Larche ou de la Madeleine (à ce niveau, les dépôts Nummulitiques atteignent leur maximum d'extension Est-Ouest), à l'Est de Larche, de Meyronnes, Saint-Paul, Vars, à Guillestre, puis au Nord de Saint-Clément par Plan de Phasy Freyssinières, à l'Ouest d'Argentière, Vallouise, où le synclinal se resserre beaucoup pour se diriger sensiblement N.-S. en passant derrière le massif du Pelvoux, à l'Est de Briançon, le Monnetier, Montricher, près Saint-Jean-de-Maurienne, et de là former un golfe étroit passant à l'Est du massif de Belledonne, du massif du Mont Blanc, vers le Quermoz et le col du Bonhomme. Y avait-il communication de ce golfe, comme le voudraient MM. KILIAN et RÉVIL, avec la mer Nummulitique de la Savoie et par où se faisait cette communication, c'est ce qu'il est difficile de dire dans l'état actuel de nos connaissances, vu l'absence complète de dépôts intermédiaires. La présence dans ces dépôts Nummulitiques de cailloux cristallins, originaires du massif du Pelvoux et de Belledonne, tendrait à prouver que ces massifs étaient complètement émergés à cette époque; ces dépôts Nummulitiques se formaient dans un golfe ne s'étendant pas beaucoup au delà des Chappieux.

A l'Ouest, le rivage de la mer Nummulitique se constate aisément avec les dépôts Éocènes de la région occidentale et sur le territoire de la France par Antibes, Vences et, à partir de là, il s'incline fortement à l'Ouest par Saint-Vallier, Castellane, Blioux, Barrême, la vallée supérieure de l'Asse de Clumane, à l'Est du Cheval-Blanc, de la Tête des Brouisses, Seynes, Le Lauzet, Savines, où la limite s'incline de nouveau à l'Ouest pour former le golfe ou détroit du Dévoluy s'étendant à l'Est jusqu'au Pelvoux par Orcières, Saint-Bonnet en Dévoluy. Les dépôts Nummulitiques cessent au Nord de

cette dernière localité, vers Lus-la-Croix-Haute, et on n'en a signalé aucune trace plus au Nord, le long du massif de Belledonne. Cette région occidentale des dépôts Nummulitiques présente des phénomènes analogues à ceux que nous avons constatés dans les Bauges : déplacement progressif vers l'Ouest et passage insensible aux dépôts Aquitaniens. Le prolongement au Nord de ces dépôts est encore inconnu. Si l'on considère que les plis des Bauges se continuent entre Belledonne et les plis jurassiens qui constituent la Chartreuse et le Vercors, on est porté à admettre qu'un bras de mer, rétréci beaucoup par les plissements postérieurs, réunissait ces dépôts par derrière le massif de la Chartreuse, en empiétant plus ou moins sur les terrains cristallins du massif de Belledonne¹.

A partir des Bauges, la limite orientale du géosynclinal Nummulitique coïncide sensiblement avec la limite des massifs du Génevois, de la Dent-du-Midi, des Diablerets et des Alpes des Quatre-Cantons.

La limite occidentale est beaucoup moins précise. Si, dans les Bauges proprement dites, les dépôts Nummulitiques ne dépassent pas l'anticlinal du Nivolet-Revard-Semnoz, plus au Nord, dans la région de la plaine d'Annecy et sur le bord des Préalpes, ils s'enfoncent sous les terrains plus récents Aquitaniens et Miocènes et aucun affleurement ne permet de limiter à l'Ouest les rivages de la mer Nummulitique qui s'est peu à peu déplacée de l'Est à l'Ouest.

Au moment du dépôt des couches inférieures (couches à grandes Nummulites), la mer Nummulitique ne recouvrait que la région des hautes chaînes calcaires du pays de Vaud (Dialberets, Dent-de-Morcles), le massif de la Dent-du-Midi, le faisceau du Génevois jusqu'au sud de la vallée des Aillons. Elle ne semble pas avoir pénétré dans la zone des Préalpes. Celle-ci, en effet, comme l'a montré M. HAUG, paraît avoir été particulièrement affectée par les

¹ Comme M. KILIAN me le faisait remarquer, les communications marines devaient sensiblement se faire au même endroit que celles de l'époque Néocomienne dont l'histoire est très analogue.

mouvements anté-Nummulitiques et a présenté, dès cette époque, un relief suffisant pour que la transgression Nummulitique se propageant de l'Est à l'Ouest ne l'ait atteinte qu'à l'époque de l'Éocène supérieur (Priabonien) : les dépôts du Flysch calcaire sont en effet surtout développés dans les deux zones les plus orientales de cette région (zones des Ormonts-Niesen et de la Mocausa). Les couches du Flysch gréseux n'existent que dans la région du Simmenthal et dans la zone externe du Flysch (zone des Voirons, Berra et Habkern).

Dans toutes les Alpes occidentales, l'on voit s'intercaler, dans le Flysch, des couches particulières dont les matériaux témoignent à la fois, des relations intimes avec les régions déjà émergées des Alpes, et de l'existence de phénomènes glaciaires. Ceux-ci ont, dès l'Éocène supérieur ou la base du Tongrien, joué un rôle important dans la région alpine. C'est ainsi que l'on voit s'intercaler au milieu du Flysch calcaire, les conglomérats bréchoïdes polygéniques de la zone des Ormonts-Niesen qui proviennent nettement d'un prolongement du massif du Mont-Blanc, aujourd'hui recouvert. Dans les couches un peu supérieures la formation connue sous le nom de grès de Taveyannaz, dans le faisceau du Genevois et dans les Hautes-Alpes calcaires ; de grès mouchetés ou grès d'Annot, au sud du massif du Pelvoux ont la même signification. C'est aussi à cette époque que se forment la brèche polygénique de Tarentaise équivalent latéral des couches Nummulitiques de Montricher, en Maurienne. Si l'origine de ces formations, au sud du Pelvoux, comme l'ont récemment admis MM. P. LORY et TERMIER¹, doit se rapporter à des roches éruptives locales, pour la Savoie, les travaux de A. FAVRE et plus récemment de MM. DUPARC et RITTER, sur les grès de Taveyannaz, ont montré qu'il fallait chercher leur origine dans les massifs éruptifs des Alpes méridionales, dans la région de Lugano et du Vicentin. Il en est de même pour les conglomérats polygéniques qui existent dans toute la

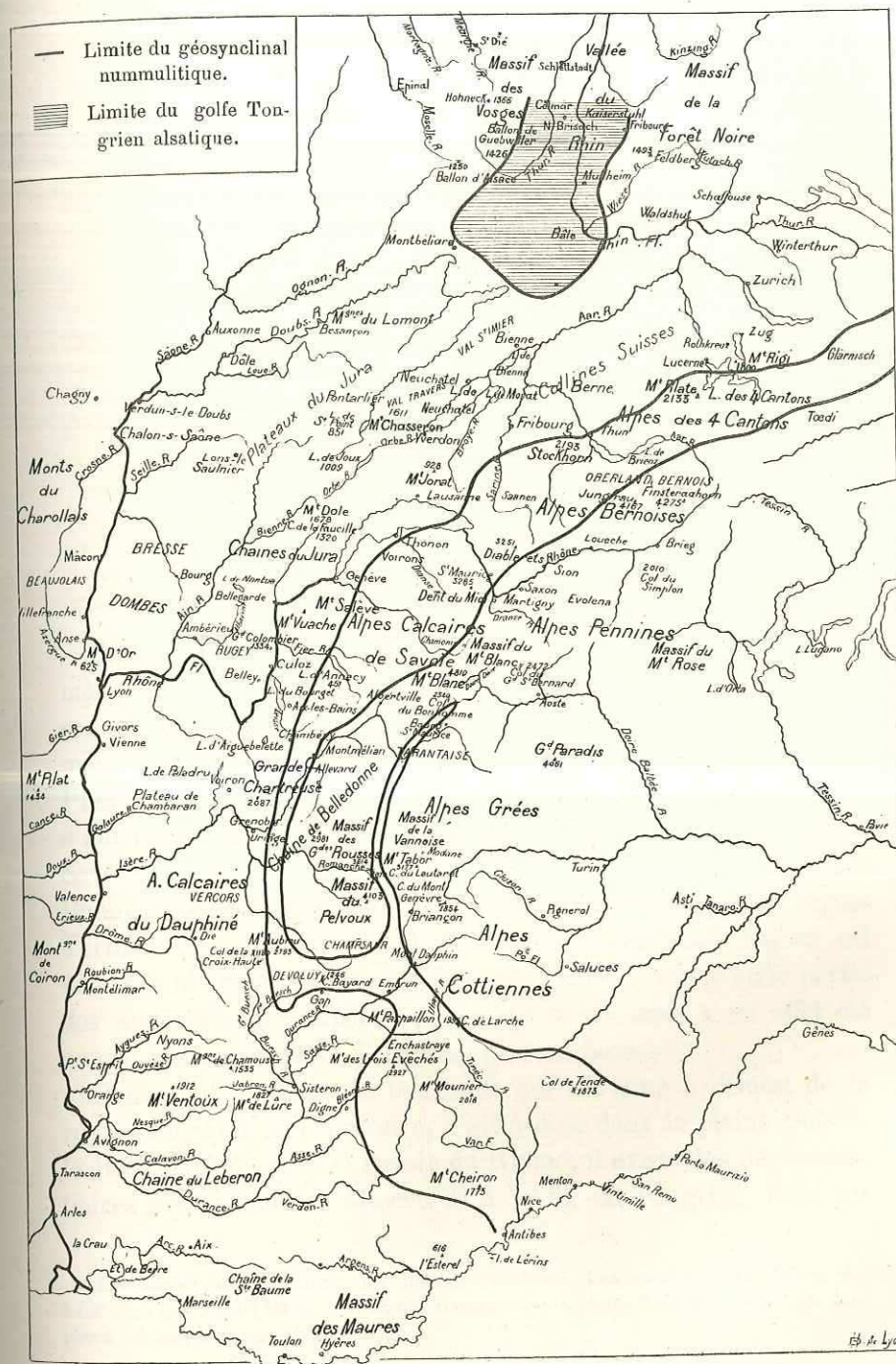
¹ P. LORY ET TERMIER, Sur deux roches éruptives récemment découvertes dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes) (*C. R. Soc. géol. de France*, 3^e série, XXIII, n° 10).

zone externe du Flysch (zone des Voirons), d'après les observations de M. Sarrasin. Les mouvements qui, dans cette région, ont peu à peu rejeté, la mer vers l'Ouest, ont provoqué un soulèvement dans la région méridionale des Alpes, à la fin de l'Éocène, permettant aux glaciers de s'y établir et d'amener des blocs anguleux jusque dans la Savoie; les éléments les plus fins, qui allaient constituer des grès de Taveyannaz, étaient transportés le plus loin. Ce voisinage des glaciers explique également l'absence de la faune littorale dans les dépôts d'eau peu profonde qui constituent le Flysch.

La communication qui s'est établie pendant l'Éocène supérieur entre les dépôts du Nord des Alpes occidentales et ceux du Sud du Pelvoux n'a pas tardé à se rompre, et pendant le Tongrien il existait de nouveau, au comme aux débuts de la période Nummulitique, deux golfes marins dans les Alpes occidentales : celui du Sud, s'étendant jusque dans la région du Dévoluy et communiquant encore avec une mer plus méridionale, celui du Nord ne dépassant pas les Bauges et en relation avec la mer septentrionale de la région alpine. Les dépôts de calcaire à faune tongrienne (*Natica crassatina*) de la région de Barrême et du Plateau des Déserts, près de Chambéry, nous permettent de préciser l'âge des couches du Nummulitique supérieur. Dans les Alpes calcaires de Savoie, il s'est produit en effet, comme je l'ai montré dans l'étude détaillée des formations Nummulitiques, deux mouvements généraux ayant eu pour effet de rejeter de plus en plus la mer à la fois vers le Nord (synclinal occidental des Bauges) et vers l'Ouest; ce dernier amenait peu à peu l'axe du géosynclinal Tertiaire dans les régions subalpines les plus occidentales et même à la fin de la période Tongrienne en dehors de la chaîne alpine proprement dite (Plateau des Bornes et bordure des Préalpes). Les eaux marines en se retirant en même temps vers le Nord n'ont laissé que quelques lagunes saumâtres, où vivaient des *Potamides* et des *Cyrènes* et dont l'existence a été constatée le long du Salève, et plus au Nord dans la Plaine Suisse. Je m'en occuperai un peu plus loin dans l'étude des dépôts Aquitaniens (la Molasse rouge de Vevey, d'origine saumâtre, se rattache également à ces dépôts, ainsi que, plus

au Nord, les grès de Ralligèn). J'ai montré plus haut que ce déplacement vers l'Ouest de l'axe du synclinal Tertiaire s'était également produit dans la région méridionale des Alpes occidentales.

La mer Tongrienne, qui existait dans le Nord de l'Europe, a formé, au Nord de la région alpine, les golfes du Bassin de Paris et de la plaine d'Alsace : l'étude, à la fois paléontologique et stratigraphique des dépôts qui se sont formés dans ces deux régions, a montré qu'elles étaient complètement séparées l'une de l'autre, et en même temps des eaux de la Savoie à la même époque : le Jura méridional, la région orientale de la plaine Suisse (Jorat) et la vallée actuelle du Rhône étaient émergés et il ne s'y formait que des dépôts continentaux, auxquels nous pouvons rapporter une partie des dépôts sidérolithiques de la chaîne du Jura et des environs de Neuchâtel. C'est que dans la partie méridionale du Bassin du Rhône que des couches infra-Tongriennes et Tongriennes de quelque importance bien étudiées par MM. FONTANNES et DEPÉRET, se sont formées dans des lagunes saumâtres ou des lacs d'eau douce, en complète discordance sur les terrains plus anciens et s'étendant jusque sur les bords de la région alpine, comme à Saint-Geniès (Basses-Alpes).



CHAPITRE III

TERRAINS AQUITANIENS ET MIOCÈNES

Comme je viens de le montrer dans le chapitre précédent, la mer s'était retirée de toute la région, ne laissant comme trace de son ancienne existence que quelques lagunes saumâtres où se forment les dépôts à *Cérithes* de la plaine Suisse ou du pied des Préalpes (Ocuey, Ralligen). Dans toute la région occupée aujourd'hui par les Préalpes et par les hautes chaînes calcaires de la Savoie (en exceptant pourtant le synclinal le plus occidental des Bauges Aillon-les-Désert, Leschaux), il n'existe pas de dépôts Tertiaires plus récents que le Tongrien; toute cette région est émergée et soumise à une érosion très active; une grande partie des matériaux des dépôts Aquitaniens et Miocènes a en effet été empruntée aux couches Tertiaires plus anciennes¹.

Dans tout le reste du territoire qui est situé à l'Ouest de la région subalpine, au contraire, c'est-à-dire dans la plaine Suisse, le Jura méridional et le Bassin du Rhône, il existe des dépôts tertiaires Aquitaniens et Miocènes. A la fin du Tongrien, dans ces

¹ Les dépôts post-Tongriens des Bauges (vallée de Leschaux) ont été étudiés plus haut ainsi que les dépôts du Plateau des Bornes dans la plaine d'Annecy; je n'aurai donc plus à m'occuper de ces régions.

deux dernières régions s'établissent des lacs plus ou moins étendus où se forment des sédiments à faciès nettement continental : dépôts lacustres proprement dits ou fluviolacustres. L'existence de débris de végétaux terrestres dans ces trois régions nous affirme aussi nettement la proximité de continents émergés.

Dans la Plaine Suisse existe, comme je l'ai montré plus haut, une vaste dépression sensiblement parallèle au bord actuel des Alpes et où les dépôts Aquitaniens sont en continuité parfaite : 1° à la partie inférieure, avec le Tongrien, tout le long des Préalpes et des chaînes subalpines des environs d'Annecy ; 2° à la partie supérieure, avec les dépôts d'abord lacustres, puis saumâtres et enfin marins du Miocène. La Plaine Suisse constitue une région bien distincte des deux autres et devra, par suite, être étudiée à part. La continuité parfaite qui existe entre les dépôts Aquitaniens et Miocènes a depuis longtemps été constatée par les géologues suisses qui réunissaient ces couches sous le nom de Miocène ou d'étage de la Molasse, l'Aquitaniens des géologues français correspondant en partie à leur Miocène inférieur.

Dans les synclinaux Tertiaires du Jura et dans la vallée septentrionale du Rhône, il y a, au contraire, indépendance à peu près complète entre l'Aquitaniens et le Miocène¹. Ces deux régions naturelles étaient déjà, à ces époques, plus ou moins séparées ; aussi nous faudra-t-il faire une étude détaillée des dépôts tertiaires : 1° dans la vallée septentrionale du Rhône ; 2° dans le Jura méridional et central ; 3° dans la Plaine Suisse.

¹ Les couches Aquitaniennes présentent cependant partout des couches marneuses rouges dans la vallée du Rhône et le Jura, plus ou moins bariolées au pied du Jura et dans la Plaine Suisse ; les géologues suisses désignent depuis longtemps, à cause de cela, les dépôts Aquitaniens sous le nom de *Molasse rouge*. M. HAUG a également appliqué cette dénomination à des couches des environs de Digne, comprenant non seulement des couches Aquitaniennes mais encore des couches plus anciennes (Saint-Geniès). Le faciès de marnes rouges ou bariolées peut en effet se montrer à différents niveaux du Tertiaire dans des dépôts subcontinentaux ; aussi éviterai-je autant que possible d'employer ce mot pour désigner autre chose qu'un faciès.

§ 1. Vallée du Rhône.

L'Aquitaniens à l'état de dépôts marins n'est connu dans toute la vallée du Rhône que dans la partie méridionale, sur une très faible portion de la côte de Provence. Dans tout le reste du Bassin, on ne connaît que des dépôts saumâtres avec *Potamides* et *Cyrènes*. Ces dépôts, qui existent dès le bassin de Marseille, sont très développés dans la vallée de la Durance, dans la région de Manosque et de Forcalquier. Au delà, cet Aquitaniens saumâtre se suit dans la vallée : au pied du mont Ventoux et dans le Sud du département de la Drôme, à la Garde-Adhémar et Réauville, enfin jusque dans les plateaux d'Antichamp, au pied de la chaîne de Raye ; encore plus au Nord, à la Baume d'Hostun et jusque près de Grenoble, aux environs de Poliéna : c'est là que se trouve le dépôt saumâtre le plus septentrional de l'Aquitaniens.

Il n'existe plus aucun autre dépôt saumâtre au Nord de cette région ; aussi, je considère ces couches saumâtres de la vallée du Rhône comme complètement indépendantes de ceux de la plaine Suisse. Ils sont, au pied du Ventoux, en relations intimes avec les dépôts Tongriens sous-jacents, ainsi que plus au Sud. Vers l'Est, lorsqu'on s'approche des premières chaînes des Alpes (région entre Digne et Gap), on voit s'introduire dans ces dépôts un faciès torrentiel, avec des brèches formées d'éléments très variables à peine roulés, des grès rouges micacés, contenant des éléments cristallins (serpentine et quartzite), provenant des parties émergées de la chaîne des Alpes. Tous ces dépôts se rattachent intimement les uns aux autres, depuis l'infra-Tongrien (Saint-Geniès) jusqu'à l'Aquitaniens tout à fait supérieur (Montmaur, dans le Dévoluy) et il devait exister, dans toute cette partie méridionale du Bassin du Rhône, un grand lac, où se déversaient de nombreux torrents, venus des Alpes. Ce lac avait conservé des relations avec le bassin marin situé plus au Sud et plus à l'Ouest, d'où la formation de dépôts saumâtres en un certain nombre de points. Il devait s'étendre jusqu'aux

environs de la Baume-d'Hostun, où M. MERMIER¹ a découvert, il y a quelques années, au confluent de la Bourne et de l'Isère, des calcaires marno-sableux, saumâtres à la base et lacustres au sommet avec *Helix Ramondi*, Brgt., *H. eurhabdota*, Font.

Au Nord de l'Isère, les premiers dépôts Aquitaniens que l'on rencontre sont ceux du plateau de l'île Crémieu, où ils m'ont été signalés par le D^r JACQUEMET. Entre Couvaloup et Montgaudet, ils sont représentés par un calcaire tuffacé à *Helix eurhabdota*, Fontannes, *Planorbis cornu*, Brgt; ces calcaires passent, à la partie inférieure à des calcaires plus compacts, avec les mêmes fossiles, et reposent sur un conglomérat calcaire rougeâtre. Les couches de calcaire lacustre se retrouvent sur la route de Soleymieu à Chanizieu. Les conglomérats sont au contraire bien développés vers Cozance et Carizieu, formés d'éléments calcaires provenant de la région (dans un de ces galets, j'ai trouvé *Peltoceras bimammatum*) pouvant atteindre une taille considérable, et d'éléments plus fins se désagrégant facilement à l'air. Les éléments sont à peine roulés et ont dû subir un transport très faible. Ces conglomérats reposent directement sur les terrains Jurassiques.

Ce faciès détritique de l'Aquitaniens se retrouve tout le long des premières chaînes du Jura et c'est à cette époque bien caractérisée par ces formations bréchiformes que je rattache la Brèche de Curis du Mont-d'Or Lyonnais. C'est une brèche calcaire reposant sur les calcaires siliceux du Cîret et identique à des brèches de la bordure du Jura, franchement Aquitaniennes, comme celles de Chazelles. JOURDAN a signalé dans cette brèche de Curis un Didelphe (*Peratherium*). La brèche de Dardilly serait également de cette époque.

Dans la région Bressane, comme l'ont montré MM. DELAFOND et DEPÉRET², les calcaires et conglomérats à *Helix Ramondi*

¹ E. MERMIER, Aperçu géologique des environs de la Baume d'Hostun (Drôme). (*Annales de la Soc. Linnéenne de Lyon*, t. XXXVIII, p. 1, 1891.)

² DELAFOND ET DEPÉRET, *Les Terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de minerais de fer*, 1893.

présentent un assez grand développement sur la bordure Ouest, où les conglomérats dominant. On les retrouve à la gare de Dijon avec *Helix Ramondi*, Brgt., *Helix Vulcani*, Tourn., *Cyclostoma (Otopoma) Divionense*, Martin sp., et avec les mêmes formes à Buay, à la Chassagne, à Romanèche, à Charentais. C'est également à l'état de bancs de poudingues et de calcaires lacustres que se présentent ces dépôts le long de la bordure du Jura à Ceyzériat, Meillonas, Saint-Amour, Cousance, Vincelle¹. Dans le centre du Bassin, les dépôts Aquitaniens de Pontailier sont à l'état de calcaires marneux à *Helix Ramondi*; près de Dijon, à Brognon, on a des tufs calcaires à végétaux, étudiés autrefois par de SAPORTA et dont on retrouve un équivalent dans la colline de Châtillon et dans les tufs à végétaux, signalés récemment par M. ABEL GIRARDOT, à Grusse, près de Vincelles (Jura)².

Il y avait donc, à l'époque Aquitaniens, dans la région Bressane, un lac s'étendant, à l'Ouest, jusqu'au Plateau Central, à l'Est jusqu'aux premières chaînes du Jura.

On retrouve encore ces dépôts plus au Sud, le long de la bordure de la première chaîne Jurassienne (anticlinal du mont Tournier), sur le versant Ouest du mont Chaffarou à Rocheron. Ce sont des conglomérats calcaires à éléments Infracrétacés ou Jurassiques, accompagnés de marnes rouges et qui sont identiques aux conglomérats bréchoïdes et aux marnes rouges qui forment le sommet du mont Chaffarou, avec lesquels ils devaient être réunis au sommet de leur formation. Toutes ces chaînes jurassiennes, à peine indiquées à l'époque Aquitaniens, étaient recouvertes par les eaux d'un lac, s'étendant au Nord jusque dans la région de Belley, et à l'Est jusque dans la région de Chambéry. A Rocheron, ces dépôts reposent sur le Jurassique, plus au Sud, sur la bordure de ce premier anticlinal Jurassien; entre Saint-Béron et la Bridoire, les

¹ A Coligny, on a un conglomérat calcaire, associé à des calcaires à rognons siliceux où l'on trouve *Potamides Lamarcki*, *Hydrobia Dubuissonni*: j'ai rapporté ces derniers plus haut au Tongrien du Nord du Jura. Ces dépôts ont été marqués à tort comme Miocènes sur la feuille de Saint-Claude.

² L. A. GIRARDOT, Découverte du gisement à végétaux Tertiaires de Grusse (Jura) (*Mém. de la Soc. d'émulation du Jura*, 1886).

marnes rouges et conglomérats calcaires qui représentent l'Aquitaniens reposent sur l'Hauterivien.

Après la formation de ces dépôts Aquitaniens, la mer Miocène envahit progressivement la vallée du Rhône. En Provence, entre Carry et Sausset ¹, il y a continuité parfaite avec l'Aquitaniens des premiers dépôts Miocènes (sables et grès molassiques à Peignes et à Huîtres, correspondant aux faluns de Saucats et Léognan, dans le Sud-Ouest). Ces dépôts du Miocène tout à fait inférieur, représentés par un conglomérat de gros galets siliceux à patine verte et des sables grossiers à *Scutella Paulensis*, Ag., ne dépassent pas au Nord les limites de la Drôme. Dans le Nord de la vallée du Rhône, j'ai pu suivre les couches du Langhien des géologues suisses, qui correspondent également au Miocène tout à fait inférieur jusqu'aux environs d'Aix-les-Bains, mais entre cette localité et la Drôme, il existe une vaste région où l'on ne connaît, jusqu'à présent, aucun dépôt saumâtre ou lacustre pouvant représenter cet étage.²

La transgression marine continue avec les couches immédiatement superposées aux assises à *Scutella Paulensis*, les marno-calcaires à *Pecten præscabriusculus*, Fontannes, et l'on peut suivre les dépôts du premier étage Méditerranéen dans toute la région orientale de la vallée actuelle, dans les synclinaux du Jura méridional et la plaine Suisse jusqu'au Bassin de Vienne.

Dans la vallée du Rhône proprement dite, le long du premier anticlinal Jurassien, la composition de l'assise par laquelle débutent les terrains Miocènes, est assez variable : tantôt, c'est un grès gris bleuâtre, à ciment calcaire, très dur, comme celui que l'on exploite, comme pierre de construction, aux environs de la Bridoire, avec des éléments fins ou grossiers ; tantôt, ces grès inférieurs deviennent marneux, s'effritent au contact de l'air et contiennent alors un grand nombre de fossiles, plus ou moins bien conservés

¹ FONTANNES et DEPÉRET, Les Terrains Tertiaires marins de la côte de Provence (*Etudes strat. période Tert.* Bassin du Rhône. fasc. IX, 1889).

² Il existe cependant dans le Royan un certain nombre de points où il y a continuité parfaite entre les dépôts Aquitaniens et les dépôts marins du Burdigalien, montrant que le Miocène tout à fait inférieur doit être représenté par des couches lacustres ou saumâtres, jusqu'à présent sans fossiles (Pont-de-Manne, etc.).

(Grésin, Sainte-Marie-d'Alvey, route de la Bridoire à Donnessin). Les grès durs, qui alternent souvent avec ces couches plus tendres renferment de nombreux débris de coquilles, surtout de *Pecten*¹. Ces couches, dont l'épaisseur est très variable, sont toujours fortement redressées le long du premier anticlinal Jurassien ; elles reposent sur les terrains Crétacés (Cv.) de Champagneux à Sainte-Marie-d'Alvey, où une faille les amène au contact du Jurassique supérieur jusqu'à la Bridoire. Tout le long de la montagne de Raz elles reposent sur les terrains Néocomiens et Urgoniens. Il est à remarquer que les bancs inférieurs, situés au contact des terrains Secondaires, ne présentent aucune différence avec les bancs supérieurs ; ce qui montre que l'anticlinal ne constituait pas à cette époque, comme l'anticlinal du mont du Chat qui vient immédiatement après vers l'Est, un haut fond dans la mer Miocène. Les fossiles que l'on recueille sont les suivants² :

Chrysophrys helveticus, Ag. (Sainte-Marie-d'Alvey).

Lamna cuspidata, Ag.

Pecten præscabriusculus, Font., très commun partout.

Ostrea gingensis, Hœrnes.

Pecten Gentoni, Font. surtout dans les couches gréseuses.

Conus aff. canaliculatus.

Phaladomya alpina, Math.

Lucina,

Venus Dujardini, Desch. } à l'état de moules très nombreux.

Patella sp. (Saint-Béron).

Echinolampas hemisphericus, Ag.

— *scutiformis*, Leske.

Spatangus Deydieri, Cotteau³ (Le Mollard).

— *Delphinus*, Defr.

Psammechinus dubius, Ag.

Cidaris avenionensis, Desm., nombreuses baguettes et test dans les grès.

¹ La route de Grésin offre une coupe excellente de la base du Miocène et montre la superposition directe aux couches plus anciennes du Secondaire (Jurassique).

² Le nom de la localité indique que l'espèce citée n'a été trouvée que dans cette localité, les autres formes sont communes aux différents gisements fossilifères.

³ Je donnerai dans le chapitre paléontologique la description de cette espèce de COTTEAU qui n'a pas encore été figurée.

Les couches fortement redressées ne tardent pas à redevenir sensiblement horizontales très rapidement, lorsqu'on s'avance vers l'Ouest; c'est ainsi que, déjà avant la vallée du Guiers, entre Saint-Genis d'Aoste et Pont-de-Beauvoisin toutes les couches sont horizontales. Ces couches de Molasses marno-calcaires disparaissent sous des couches plus récentes formant, à l'extérieur des chaînes Jurassiennes, une bordure presque continue. On la suit depuis la vallée du Rhône à Champagnieu par Grésin, Sainte-Marie d'Alvey, Chaille, interrompue un moment par la grande plaine alluviale de l'Isère; elle se retrouve le long des chaînes extérieures de Vercors pour rejoindre les dépôts contemporains du département de la Drôme.

Plus à l'Ouest, on ne connaît aucun dépôt marin pouvant se rapporter à cette époque et l'absence du premier étage méditerranéen le long des massifs anciens de la vallée (Chamagnieu, Crémieu, Saint-Quentin) nous empêche de donner les limites occidentales exactes de la mer Burdigalienne; elle ne devait cependant pas dépasser beaucoup le méridien de Belley, car les sondages effectués dans la vallée du Rhône, même le plus occidental (celui de Chamagnieu), n'ont révélé, en profondeur, aucun dépôt pouvant se rapporter à cette période, alors qu'ils révélaient au contraire l'importance de l'Aquitaniens dans le sous-sol de la vallée actuelle du Rhône.

Au-dessus de ces premières assises, l'on trouve, aussi bien dans la région extérieure aux chaînes Jurassiennes que dans les synclinaux internes où le second étage méditerranéen est représenté, une série puissante de couches sableuses d'abord assez consistantes à la base¹, devenant de plus en plus sableuses et friables à mesure qu'on s'élève dans la série, avec intercalations de bancs devenus gréseux, lenticulaires, qui surplombent. Ces bancs de grès de couleur gris bleuâtre, sont exploités depuis fort longtemps

¹ Vers Sainte-Marie d'Alvey, ces couches inférieures (route du col de la Crusille) sont à l'état de marnes argileuses fines micacées avec fossiles très rares rappelant tout à fait le faciès des couches correspondantes de l'Étang de Berre près Istres. On y trouve *Pecten Gentoni*, Font., *Echinolampas hemisphericus*, Ag.

comme dalles (Voreppe, environs de Chambéry, vallée de Rumilly). On rencontre fréquemment quelques lits marneux intercalés, avec traces charbonneuses. Les fossiles entiers y sont excessivement rares quoique les débris de coquilles y soient fréquents. J'ai pu reconnaître presque partout *O. gingensis* Høern. *O. crassissima* Lam., et dans les couches supérieures bien développées dans toute la vallée du Guiers, à Pont-de-Beauvoisin (route de la Bridoire, près du hameau du Pin) :

Natica helicina, Brocch.

Pecten Gentoni, Font.

Balanus, sp.

Le *Pecten præscabriusculus* persiste dans la plus grande partie de ces couches. Dans toute la région avoisinant Pont-de-Beauvoisin ou dans la vallée d'Aiguebelette, ces couches sableuses ne contiennent comme galets que de rares cailloux de quartz roulés et de taille assez faible.

Ces couches sont bien développées dans toute la région de Pont-de-Beauvoisin, Saint-Genis-d'Aoste : le lit du Guiers depuis sa sortie de la cluse de Chaille presque jusqu'au Rhône est entièrement creusé dans ces assises dont la route qui va de Pont-de-Beauvoisin à la gare nous offre une magnifique coupe. Elles reposent en parfaite concordance de stratification sur les couches à *P. præscabriusculus* et il y a souvent passage insensible entre les différentes assises. Aussi je les considère comme formant une zone intermédiaire entre le premier et le deuxième étage Méditerranéen constituant ce que j'appellerai la zone de *Molasse sableuse* à *Ostrea gingensis* et *O. crassissima* et correspondant tout à fait aux couches analogues de la vallée moyenne du Rhône également à cheval sur ces deux divisions du Miocène moyen et du Miocène inférieur.

Ces couches ne dépassent guère à l'Ouest le Guiers. On les retrouve plus au Sud, formant, comme les couches inférieures, une bordure parallèle aux chaînes Jurassiennes.

On ne connaît pas de dépôts correspondants plus à l'Ouest dans la vallée du Rhône et la limite d'extension doit correspondre

à peu près à celle de la Molasse à *Pecten præscabriusculus*.

Elles disparaissent également sous les couches plus récentes avec lesquelles il y a souvent passage insensible, ce qui rend la limite exacte assez difficile à préciser ; c'est ainsi qu'à l'Est de la vallée du Guiers, entre Pont-de-Beauvoisin et les Abrets, aux Sablons, on constate, au-dessus de ces couches de Molasse sableuse, des couches de sables très friables jaunâtres alternant avec des lentilles de grès caillouteux où j'ai recueilli :

Pecten substriatus, d'Orb.
Balanus porcatus, da Costa.

Dents de *squales*.
et nombreux *Bryozoaires*.

ce sont des dépôts marins dont la faune et le faciès rappellent tout à fait les dépôts de Saint-Fons aux environs de Lyon où le faciès des sables à *Térébratulines* et à *Pecten Gentoni* de la vallée moyenne du Rhône, qui appartiennent déjà au second étage méditerranéen (Vindobonien de M. DEPÉRET). Dans cette région, le Miocène marin comprend en outre des dépôts sableux jaunes grisâtres avec bancs de grès lenticulaires et nombreux lits de cailloux dépôts très fossilifères à Aoste, Bas-Leyssin, Chimilin, Veyrins, Saint-Sorlin, les Avenières, Corbelin, d'une manière générale, sur toute la bordure orientale des plateaux du Bas-Dauphiné septentrional. Parmi les nombreuses espèces que j'ai recueillies à ce niveau et dont l'étude fera l'objet d'un chapitre spécial, je citerai comme particulièrement caractéristiques :

Arca Turonica, Duj.
Pecten improvisus, F. et T.
Ostrea crassissima, Lam.
Murex, *Trochus*, *Nassa*, de petites tailles, formes très nombreuses.

Cardita Michaudi, Tourn.
Ancilla glandiformis, Lam.

Ces dépôts sont synchroniques (avec peut-être cependant un caractère un peu plus ancien) des marnes de Cabrières du Sud du Bassin du Rhône.

A la partie supérieure de ces couches, apparaissent déjà terminant le Miocène moyen, des assises sableuses renfermant des fossiles terrestres ou d'eau douce comme :

Helix Delphinensis, Font.
— *Abrettensis*, Font.

Auricula Lorteti, Font.
Pisidium, nov., sp.

Le reste des dépôts Tertiaires de cette bordure orientale du Nord du Bas Dauphiné se présente comme un puissant amas de cailloutis avec lits sableux et marneux dont je m'occuperai un peu plus loin.

C'est avec ces dépôts du second étage Méditerranéen (Helvétien, Tortonien) que la mer Miocène atteint dans la vallée du Rhône, comme dans le Jura et la Plaine Suisse, son maximum d'extension. Dans la vallée du Rhône et le Jura méridional, la limite orientale de la mer du second étage Méditerranéen est sensiblement la même que celle du Miocène inférieur : je connais, en effet, en Savoie, des dépôts du Miocène moyen dans la vallée de Rumilly, vallée la plus orientale où l'on ait signalé des dépôts marins du Miocène inférieur ; mais il n'en est pas de même à l'Ouest. M. DEPÉRET¹ a fait voir que, dans la vallée du Rhône, la limite d'extension de la Molasse sableuse suivait de très près le bord des terrains cristallins du Plateau Central ; vers Lyon, le petit massif du Mont-d'Or et ses dépendances lui servaient sensiblement de rivage au Nord. Il y a donc nettement une transgression vers l'Ouest de la mer Miocène à l'époque du Miocène moyen, transgression encore marquée par l'existence de la Molasse marine au-dessus des dépôts sidérolithiques à ossements de Vertébrés de la Grive-Saint-Alban. Les mouvements d'émersion E.-W. que nous avons déjà constatés pendant la période Nummulitique, dans la chaîne des Alpes, ont continué à se faire sentir, rejetant peu à peu vers l'Ouest, l'axe du synclinal marin, jusqu'à le faire coïncider, au Pliocène inférieur, avec la vallée actuelle du Rhône.

On retrouve des dépôts du second étage Méditerranéen dans la région occidentale de la vallée du Rhône. Ce fleuve s'est creusé son lit dans ces formations, qui constituent ce que l'on désigne sous le nom de sables de Saint-Fons. On les retrouve, en effet, non

¹ CH. DEPÉRET, Sur la classification et le parallélisme du système Miocène (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XXI, p. 170, 1893).

seulement dans cette localité sur la rive gauche du Rhône, mais encore sur la rive droite, près d'Irigny, où ils reposent sur le granite. Ils forment, sur la rive gauche, des escarpements qui dominant à pic, d'une quarantaine de mètres, la vallée formant les collines connues sous le nom de Balmes de Saint-Fons et s'étendant au Sud jusqu'à Sérézin. Ce sont des sables fins, micacés, s'agglutinant, grâce à un ciment calcaire, postérieur au dépôt des couches, en grès plus ou moins saillants dont les formes bizarres rappellent plus ou moins grossièrement dans certains cas des Bélemnites; en général, à la pointe se trouve un fossile (valve de Balane, débris de Pecten) qui a dû jouer un rôle dans la formation de ces concrétions. Certaines surfaces sont ondulées rappelant tout à fait ce qui se produit dans les dépôts sableux, au fond des eaux peu profondes, sous l'action du vent. Ces couches présentent des galets arrondis, très petits (les plus gros atteignent la taille d'une noisette), formés par du quartz roulé, parfois très transparent, des silex, rappelant ceux de la Craie, des calcaires et des porphyres, des débris de Bélemnites, de la Craie et de nombreuses paillettes de mica blanc¹. Ces dépôts sont d'ailleurs franchement littoraux, car on y trouve, en outre, des lits de galets marneux, roulés qui ont été apportés dans ces eaux marines par des torrents descendant du Plateau Central français, alors complètement émergé.

Ces couches, le long des Balmes de Saint-Fons, sont restées sensiblement horizontales et se trouvent à une altitude de 200 mètres, inférieure, de près de 100 mètres, aux premiers dépôts du Miocène supérieur de la région. Les dépôts qui manquent correspondent aux sédiments marins sableux de la zone de Chimilin, à *Arca Turonica* et *Ancilla glandiformis*.

Ces couches, comme dans toute la vallée moyenne du Rhône, contiennent de nombreux fossiles, de petite taille en général; les Brachiopodes et les Bryozoaires dominant; les principales formes que l'on peut recueillir dans les Balmes de Saint-Fons sont les suivantes :

¹ La plupart de ces éléments proviennent du Plateau Central qui servait alors de rivage à la mer Miocène, comme on l'a vu plus haut.

<i>Lamna cuspidata</i> , Ag.	<i>Portunus</i> , sp. ind.
— <i>Sauvagei</i> , Locard.	<i>Cancer</i> , sp. ind.
<i>Calianassa minor</i> , Fisch.	— <i>critellula</i> , Wood.
<i>Balanus tintinnabulum</i> , Linné.	<i>Thecidium mediterraneum</i> , Risso.
— <i>porcatus</i> , de Costa.	<i>Crania abnormis</i> , DeFrance.
<i>Tetraclita Dumortieri</i> , Fischer.	<i>Cidaris Munsteri</i> , Sismonda.
<i>Scalaria cristata</i> , Grateloup.	<i>Vincularia marginata</i> , Reuss.
<i>Fissurella Chantrei</i> , Locard.	— <i>exarata</i> , Reuss.
<i>Patella Tholloni</i> , Michaud.	<i>Eschara varians</i> , Reuss.
— <i>Rhodanica</i> , Locard.	— <i>lamellosa</i> , Michelin.
<i>Pecten substriatus</i> , d'Orbigny.	<i>Eschara</i> , sp. ind.
<i>Ostrea digitalina</i> , Duj. (var. <i>lamellosa</i>).	<i>Retepora cellulosa</i> , Linné.
<i>Ostrea crassissima</i> , var. <i>minor</i> , Locard.	<i>Porina Sedwigki</i> , Mil. Edw.
<i>Lima squamosa</i> , Lamarck.	<i>Idmonea sercatopsia</i> , Reuss.
— <i>inflata</i> , Chemnitz.	— <i>Schlumbergeri</i> , Locard.
— <i>Dumortieri</i> , Loc.	<i>Radiotubigera Lorteti</i> , Locard.
<i>Teredo</i> , sp. ind.	<i>Discoparsa</i> , nov. sp.
<i>Terebratulina calathiscus</i> , Fischer.	<i>Hornera audegavensis</i> , Michelin.
<i>Argiope decollata</i> , Chemnitz.	<i>Hornera</i> , sp.
— <i>neapolitana</i> , Scacchi.	<i>Ceriacava arbusculum</i> , Reuss.

Enfin, on a trouvé dans ces sables quelques restes de Vertébrés.

Testudo antiqua, Bronn, portion du plastron
Ætobates arcuatus, Agassis (aiguillon caudal).

Ces dépôts sont très développés au Sud de la région, où ils atteignent d'après FONTANNES, une épaisseur de plus de 200 mètres et correspondent alors en certains points à l'ensemble du second étage Méditerranéen. Aux environs de Lyon et dans les plateaux du Dauphiné septentrional, ils ne constituent que la partie inférieure du Miocène moyen (Helvétien s. s.). Le Miocène moyen comprend encore une centaine de mètres de sables jaunes plus grossiers, avec lits caillouteux à *Arca turonica* et *Ancilla glandiformis* (*Tortonien*) Ils n'affleurent que beaucoup plus à l'Est, vers Aoste et Chimilin, et existent également en profondeur, sous les alluvions Quaternaires de la vallée du Rhône, où ils ont été révélés par des sondages.

L'ensemble de la faune de Saint-Fons (*Bryozoaires* et *Brachiopodes*) caractérise des dépôts se produisant sous la mer, à une profondeur d'une centaine de mètres; le voisinage du rivage explique en même temps la présence de cailloux roulés et de formes plus littorales (*Ostracés*, *Pectinidés*).

La mer du second étage Méditerranéen a atteint au Nord la ville de Lyon. On trouve, en effet, dans la ville même, des dépôts marins Miocènes, mais présentant alors, tout à fait, un faciès littoral: il y avait là un rivage. Le promontoire de gneiss et de granite qui constitue le soubassement des plateaux de Fourvière et de la Croix-Rousse, coupé en cluse par la Saône, montre, à l'ancien Jardin des Plantes de Lyon, dans les tranchées des deux funiculaires de la Croix-Rousse, dans celles de la gare Saint-Paul, à Gorge-de-Loup et à la surface irrégulièrement ravinée des gneiss et mica-schistes, des sables grossiers ferrugineux et des marnes ocreuses micacées avec de nombreux fossiles marins (en général à l'état de moules); leur épaisseur est de 0^m60 à 0^m80. On peut citer de ces différentes localités les formes suivantes¹:

- POISSONS. . . . *Lamna cuspidata*, *Ag.
 — *Sauvagei*, *Loc.
Galeocerdo, sp.
Myliotatis, sp.
- CRUSTACÉS. . . . *Portunus aff. puber.*, *Fabr.
Callinassa minor, *Fischer.
Balanus tintinnabulum, *L.
 — *lævis*, Brug.
 — *porcatus*, da Costa.
Tetraclita Dumortieri, Fisch.
Cthamalus Revillei, Locard.

¹ Ces dépôts marins de la ville de Lyon sont connus depuis fort longtemps et ont été signalés et étudiés par MM. JOURDAN, FOURNET, DUMORTIER¹, LOCARD², FONTANNES³, FISCHER, et plus récemment par MM. DELAFOND et DEPÉRET⁴ (*loc. cit.*, la Bresse). Je ne fais que résumer ici les travaux de ces différents auteurs afin de donner un aperçu complet des formations Tertiaires de la région que j'ai étudiée.

¹ DUMORTIER, Ann. soc. agricult., Lyon, 1858.
² LOCARD, Arch. Muséum de Lyon, t. II, 1879.
³ FONTANNES, Ann. soc. agricult., Lyon, 1874.
⁴ DELAFOND ET DEPÉRET, La Bresse, *loc. cit.*

- CÉPHALOPODES. . *Belosepia*, sp.
 GASTÉROPODES . . (Surtout à l'état de moules, de *Murex*, *Fusus*, *Triton*,
Cancellaria, *Mitra*, *Cypræa*, *Ancilla*, *Turbo*, etc.
Chrysodomus aff. Hørnesi, Bell.
Trochus Tholloni, Mich.
 — *Hørnesi*, Mich.
 — n. sp.
 — *fanulum*, Gmel.
Haliotis tuberculata, L.
Fissurella græca, L.
 — *Lugdunensis*, Font¹.
Patella Tholloni, * Mich. (= *Patella cerulea*, L. var.
vacuensis, Font. (1).
 — *Tournoueri*, Font.
 — *Rhodanica*, *Loc.
 — *Ararica*, Font.
- LAMELLIBRANCHES *Ostrea digitalina*, * Dub. (non *lamellosa*, *in Loc.*).
 — *crassissima*, * Lam., var. *minor*.
Anomia ephippium, L.
 — cf *striata*, Brocchi.
 — cf *patelliformis*, L.
Pecten substriatus, * d'Orb.
Lima squamosa, * Lam.
 — *Dumortieri*, * Loc.
 — *inflata*, * Chemn.
Arca barbata, L.
 — cf *lactea*, L.
Lucina cf columbella, Lamk.
Cardita Michaudi, Tourn.
Pholas Dumortieri, Fisch.
Moules de *Venus*, *Tellina*, *Gastrochæna*.
- BRACHIOPODES . *Terebratula manticula*, Fisch.
Terebratulina calathiscus, Fisch.
Argiope decollata, Chemn.
Thecidium mediterraneum, * Risso.

Nombreuses espèces de BRYOZOAIRES.

ECHINIDES . . . *Cidaris Munsteri*, * Sism.

¹ FONTANNES, Description des esp. nouv. ou peu connues (*Etudes Tertiaires du Bassin du Rhône*, fasc. V, 1879).

ECHINIDES . . . *Psammechinus*, sp.
 POLYPIERS . . . *Dendrophyllia Colonjoni*. Fisch.

A côté d'espèces tout à fait caractéristiques de la faune de Saint-Fons (ce sont celles qui ont été marquées dans la liste précédente d'un astérisque), l'on rencontre un grand nombre de formes qui existent dans la partie supérieure du deuxième étage Méditerranéen, des Gastropodes nombreux, des Troques et des Turbos. Aussi admettons-nous que, malgré leur peu d'épaisseur, ces couches doivent représenter la plus grande partie du Miocène moyen et même sans doute se continuer jusqu'au début du Miocène supérieur (Pontique)¹, comme le prouve l'existence dans un conglomérat ferrugineux analogue, vallée de la Saône (au pont du Vernay²; tunnel de Caluire; Gorge-de-Loup) avec les formes précédentes de la *Nassa Michaudi* Thiol. et du *Melampus Delocreii* Mich. qui caractérisent dans la région lyonnaise la base du Pontique. Il y aurait là comme à Tersanne passage insensible du niveau à *Terebratulina calathiscus* aux niveaux plus élevés déjà saumâtres.

Au Nord-Ouest de Lyon, il est beaucoup plus difficile de préciser la limite occidentale de la mer Vindobonienne; on retrouve seulement des dépôts Molassiques marins, tout le long de la bordure du Jura, jusqu'au Nord vers Coligny, sous des dépôts appartenant nettement au Miocène supérieur.

La mer du deuxième étage Méditerranéen occupait donc la plus grande partie de la vallée actuelle du Rhône et, comme je le montrerai plus loin, de la région du Jura. Elle laissait cependant certaines parties émergées, où vivaient de nombreux Vertébrés dont les restes ont été conservés. C'est en effet au début du Miocène moyen qu'il faut rapporter la période de formation des dépôts sidérolithiques de la Grive-Saint-Alban, du Mont Ceindre, au-dessus de Vieux-Collonges dans le Mont d'Or Lyonnais, les dépôts du calcaire de Préty, près Tournus, de la citadelle de Gray

¹ Le mot *Pontien* plus conforme aux règles de la nomenclature géologique est également employé.

² FALSAN, Etud. posit. stratigraphique, tufs. de Meximieux (*Arch. Mus. de Lyon*, t. I, p. 14, 1879).

(Haute-Saône). La faune de ces gisements extrêmement riche), en particulier à la Grive-Saint-Alban, a fourni de nombreuses formes de Vertébrés, magistralement étudiées par M. DEPÉRET¹; en dehors de nombreuses espèces, surtout de carnivores, d'insectivores et de Lacertiens qui restent encore à étudier, les espèces suivantes ont été trouvées :

SINGES *Pliopithecus antiquus*, Lartet, race *Chantrei*, Dep.
 CHIROPTÈRES . . . *Vespertilio Grivensis*, Depéret.
 Vesperugo noctuloïdes, Lartet.
 Rhinolophus Lugdunensis, Depéret (mont Ceindre).
 — *Collongensis*, Depéret (mont Ceindre).
 CARNASSIERS . . . *Machairodus Jourdani*, Filhol.
 Elurogale intermedia, Filhol.
 Pseudaelurus quadridentatus, Gervais.
 — *transitorius*, Depéret.
 Lutra Lorteti, Filhol.
 — *dubia*, Blainville.
 Martes Filholi, Depéret.
 — *Delphinensis*, Depéret.
 Trochictis hydrocyon, Lartet.
 Plesictis (*Haplogale mutatus*, Filhol).
 Plesictis, sp.
 Herpestes crassus, Filhol.
 Viverra aff. steinheimensis, Fraas.
 — *leptorhyncha*, Filhol.
 Progenetta incerta, Lartet, sp.
 Dinocyon Thenardi, Jourdan.
 — *Göriachensis*, Toula (— *Lausillardi*, Pomel).
 Amphicyon major, Blainv.
 INSECTIVORES . . *Erinaceus sansaniensis*, Lartet.
 Galerix exilis (Blainv, *Parasorex socialis*, v. Meyer).
 Talpa telluris, Pomel.
 Dimylus paradoxus, v. Meyer.
 Sorex pusillus, v. Meyer, race *Grivensis*, Depéret.

¹ C. DEPÉRET, La faune des Mammifères miocènes de la Grive-Saint-Alban (Isère) (*Arch. du Mus. de Lyon*, t. V, 1892). — Travaux ant. de C. JOURDAN. *C. R. Acad. des Sc.* vol. LIII, p. 959 et 1099, 1861; FILHOL, *Arch. Mus. de Lyon*, t. III, p. 43 et 56, 1885; E. CHANTRE, *Soc. anthr. de Lyon*, t. III, p. 187, 1884; C. DEPÉRET, Vertébrés miocènes du Bassin du Rhône (*Arch. Mus. de Lyon*, t. IV, p. 64, 1887).

