

# ÉTUDES GÉOLOGIQUES

DANS LE

# NORD DE MADAGASCAR

Contributions à l'histoire géologique de l'Océan Indien

PAR

Paul LEMOINE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PRÉPARATEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

COLLABORATEUR AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE



PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE A. HERMANN  
*6, rue de la Sorbonne, 6*

—  
1906

## INTRODUCTION

---

La géologie de l'hémisphère Nord est dès maintenant assez bien connue, au moins dans son ensemble. Au contraire, l'hémisphère austral, sauf peut-être en quelques points de l'Amérique du Sud et de l'Afrique, n'a guère été l'objet d'études géologiques détaillées. Les données qu'on possède sont dues presque uniquement à des renseignements de voyageurs et aux documents qu'ils ont rapportés. Elles sont donc forcément incomplètes.

Cependant les problèmes que soulève l'étude de l'hémisphère Sud sont multiples et de la plus haute portée scientifique.

Aussi dans le désir de porter mes recherches sur un des points de l'Océan Pacifique ou de l'Océan Indien, j'ai consacré une partie des années 1900 et 1901 à des recherches bibliographiques sur ces régions éloignées.

Sur les conseils de mon excellent et très regretté maître, M. MUNIER-CHALMAS, j'ai choisi Madagascar comme région d'étude. M. MUNIER-CHALMAS avait eu entre les mains un certain nombre d'échantillons provenant de notre colonie et avait été frappé de l'intérêt que pourrait présenter l'étude géologique de cette Ile au point de vue de notre connaissance de l'hémisphère Sud.

Grâce à son intervention et à la bienveillance de M. LIARD, alors directeur de l'Enseignement supérieur, M. le Ministre de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts, par un arrêté en date du 18 février 1902, puis M. le Ministre des Colonies, me firent l'honneur de me confier une mission scientifique pour l'étude



géologique du Nord de Madagascar. M. le Ministre de l'Instruction Publique voulut bien me renouveler cette mission en 1903.

C'est également, sur la demande de M. MUNIER-CHALMAS que M. le Ministre de l'Instruction Publique m'accorda une subvention qui, jointe, la première année, à une bourse de voyage de l'École des Hautes Études, m'aida dans une certaine mesure à supporter la charge de ces très coûteuses explorations.

M. ÉMILE HAUG, d'abord comme professeur-adjoint, puis comme professeur de Géologie et comme successeur de MUNIER-CHALMAS à la Faculté des Sciences de Paris, m'avait aussi vivement encouragé à entreprendre des études à Madagascar. Ses conseils m'étaient d'autant plus précieux que, par ses propres études sur des matériaux rapportés de Diego-Suarez par M. CORIDON, et surtout par ses importants travaux de géologie synthétique, il était mieux à même que tout autre d'apprécier l'utilité de recherches stratigraphiques dans la grande île de l'Océan Indien. Sa vaste érudition et sa haute compétence paléontologique ont toujours été mises à ma disposition avec une bienveillance parfaite dont je lui suis extrêmement reconnaissant. Je ne puis oublier non plus comment, dès le début de mes études, il a attiré mon attention sur les questions de Géologie comparée qui, en effet, m'ont toujours paru les plus intéressantes.

M. MARCELLIN BOULE, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, était peut-être de tous les géologues le plus compétent en ce qui concerne Madagascar ; car il avait eu entre les mains la plupart des matériaux rapportés de cette colonie ; non seulement on lui doit la connaissance d'un grand nombre des faits importants de la géologie de l'île ; mais surtout c'est lui qui a donné en 1900 un résumé de nos connaissances géologiques sur Madagascar et la première carte géologique sérieuse. Il a bien voulu, avant mon départ, me montrer, avec son amabilité coutumière, les magnifiques fossiles qui lui avaient été envoyés et me signaler tous les points qui lui semblaient présenter de l'intérêt.

M. CH. VÉLAIN, au retour de son expédition à l'île Saint-Paul, s'était arrêté à Nosy Be ; les dessins qu'il y a pris et les échan-

tillons de roches qu'il en a rapportés lui ont fourni la matière de publications intéressantes. Il m'a communiqué tous ses documents originaux dont quelques-uns étaient restés inédits. Je dois aussi à son enseignement de la Sorbonne le goût de ces études de géomorphogénie dont les Américains ont tiré si grand profit et que j'ai essayé d'appliquer à Madagascar.

M. H. DOUVILLÉ et M. R. ZEILLER avaient bien voulu, également, avant mon départ, me faire voir les collections de Madagascar reçues à l'École des Mines. Depuis mon retour, j'ai eu souvent recours à la science de M. H. DOUVILLÉ pour la détermination des formes qui m'étaient mal connues.

\* \* \*

Parti de France en janvier 1902, je n'y suis rentré définitivement qu'en décembre 1903. La saison des pluies rend à Madagascar quatre à cinq mois de l'année inutilisables pour les études sur le terrain ; je les ai mis à profit pour venir en France faire l'étude préliminaire de mes documents et retourner à Madagascar mieux outillé sur le nombre et la nature des lacunes à combler dans mes observations.

J'ai consacré à cette étude, chaque année, huit mois d'absence. La région que j'ai explorée s'étend depuis Port-Loky sur la côte Ouest jusqu'à Analalava sur la côte Est.

Madagascar, dont la superficie égale celle de la France, de la Belgique et de la Hollande réunies, est trop vaste pour que sa connaissance géologique puisse être l'œuvre d'un seul. Cette connaissance résultera d'une série de monographies régionales. Mon travail n'a même pas la prétention d'être la première de ces monographies.

Ce n'est pas, en effet, une étude de grand détail que j'ai pu faire dans le Nord de Madagascar ; il ne faut pas oublier qu'entre les points extrêmes, entre le cap d'Ambre et Antsohy, il y a en ligne droite près de 400 kilomètres et que la surface parcourue atteint environ 20 000 kilomètres carrés. J'ai donc dû me borner

à parcourir rapidement certaines parties, en étudiant, au contraire, avec plus de détails les points les plus intéressants.

Outre les difficultés de circuler dans ces régions, presque complètement dépourvues de routes, je me suis heurté bien souvent à d'autres obstacles, plus malaisés à surmonter : même quand la végétation ne couvre pas complètement le sol, celui-ci ne se montre guère à nu ; les coupures naturelles dues aux ravins sont toujours très rares et, bien souvent, quand elles existent, elles n'entament que les produits d'altération superficielle.

De plus, la cartographie, absolument rudimentaire, ne m'était que d'un très mince secours. En dehors des environs immédiats de Diego-Suarez, je ne disposais que d'une carte à 1/500 000, trop souvent fautive au point de vue de la planimétrie, à peu près inexistante au point de vue du relief du terrain.

Aussi, si mes études comportent une précision relative aux environs de Diego-Suarez, ne sont-elles plus guère, au Sud, que des itinéraires géologiques. Je ne me dissimule pas que les travaux ultérieurs y montreront de nombreuses lacunes et sans doute des erreurs que je pressens mieux que personne et que j'aurais été heureux d'aller combler et rectifier moi-même. J'espère pouvoir le faire un jour.

Dans mes voyages à Madagascar, j'ai reçu d'un grand nombre de personnes le plus précieux concours et les meilleurs encouragements.

Je dois citer en toute première ligne M. le général GALLIÉNI, alors gouverneur général de Madagascar, qui a facilité ma tâche en faisant mettre à ma disposition des moyens de transport et en me recommandant tout spécialement au bon accueil des officiers et administrateurs, chefs de province.

M. le général JOFFRE, commandant supérieur de la défense de Diego-Suarez, m'a accueilli avec une bonté toute paternelle ; c'est à lui et à son distingué chef d'État-Major, M. le commandant PELLÉ, toujours si bienveillant à mon égard, que je dois d'avoir pu, dans la première année de mon séjour, parcourir en entier

et avec beaucoup de soin l'Extrême-Nord de Madagascar.

Pendant la deuxième année de mon séjour, M. le colonel RUAULT, et son chef d'État-Major, M. le capitaine PATÉ, ont bien voulu me continuer le bienveillant concours que m'avaient donné leurs prédécesseurs, en m'accordant tous les moyens de transport et les escortes dont j'avais besoin.

M. l'administrateur en chef BESSON, alors chef de la province de Nosy Be, m'a reçu à Hellville et à Nosy Komba de la façon la plus hospitalière, mettant sa baleinière à ma disposition et poussant l'amabilité jusqu'à m'accompagner dans la plupart de mes courses.

Ses successeurs, MM. les administrateurs TITEUX et MARCHAND, m'ont aussi facilité grandement ma tâche, en me faisant conduire plusieurs fois par le remorqueur à vapeur *Goliath*.

M. l'administrateur GUEDES, chef de la Province de Vohemar, a bien voulu me recommander aux autorités indigènes ; devenu, l'année suivante, administrateur-maire de Diego-Suarez, il m'a fourni sur le pays des renseignements que sa connaissance approfondie de la langue malgache rendait très précieux.

J'ai eu le regret de ne voir que très rapidement M. VILLIAUME dont les congés en France ont à peu près coïncidé avec mes séjours à Madagascar ; mais je lui garde une grande reconnaissance des excellentes recommandations qu'il a bien voulu me donner.

M. le capitaine COLCANAP, commandant intérimaire du Cercle d'Analalava, géologue lui-même, m'a donné l'hospitalité la plus cordiale, en même temps qu'il me fournissait des renseignements du plus haut intérêt et me montrait à l'appui les collections qu'il avait ramassées. Ces collections et celles qu'il a recueillies ensuite dans le Cercle de Mevatanana sont actuellement au Muséum d'Histoire Naturelle, où M. Thevenin et moi les avons étudiées en partie.

MM. le commandant PILLOT au Camp d'Ambre, le regretté médecin aide-major DUPIN à Sakaramy, le lieutenant D'ARRENTIÈRES, depuis si tristement mort au feu dans le Sud, et le lieutenant LANGLADE à l'Anosirave, les capitaines FOISSEY et BARBET à

Oranjia, les capitaines LAFERRÈRE et GARNIER, le lieutenant MILLET au Cap Diego, le capitaine CALENDINI à Ambakirano, le lieutenant BLEUSEZ à Andranofanjava, puis à Beramanja, les lieutenants RAPINÉ et SCHEERE dans la Grande-Terre, le capitaine FLEURY à Antsohy, le lieutenant MAURY à Maromandia, l'adjudant VARNET à Ampombiantombo, le sergent FÖHRER à Windsor Castle, le sergent LACOMBE à Andranosamontana, m'ont donné dans leurs postes l'hospitalité la plus obligeante et fourni l'aide la plus précieuse.

Grâce à l'obligeance de M. le capitaine COUTURIER, j'ai pu suivre les travaux du Fort d'Ankourik, et M. BRUNET, conducteur de ces travaux, entrepris par M. PEIGNÉ, a eu l'obligeance de faire rechercher et mettre de côté les très rares fossiles recueillis.

Je ne dois pas oublier enfin le directeur de la Compagnie franco-malgache, M. EECKMAN, qui, à plusieurs reprises, m'a offert l'hospitalité la plus généreuse dans les postes de sa Compagnie et m'a donné passage sur sa chaloupe à vapeur *Baxatobe*.

A tous ces témoins et collaborateurs de mes excursions, je tiens à adresser ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

J'espère que plusieurs d'entre eux, ayant pris goût à la géologie, pourront continuer et améliorer l'œuvre que je présente ici. J'ai été très heureux, en particulier, de voir mon ami le capitaine COLCANAP, après avoir recherché dans le Cercle d'Analalava de nombreux échantillons de roches et de très intéressants fossiles, rapporter à la suite de son dernier séjour dans le Cercle de Mavetanana une véritable étude géologique de cette région.



J'ai été profondément touché de l'excellent accueil que j'ai trouvé à mon retour en France auprès de tous les géologues.

Mon maître, M. ÉMILE HAUG, a bien voulu me faire déléguer dans les fonctions de préparateur de son cours à la Sorbonne et demander à M. MICHEL-LÉVY, dont la bienveillance à mon égard

ne s'est jamais démentie, de m'attacher comme collaborateur au Service de la carte géologique détaillée de la France.

J'ai toujours reçu au Laboratoire de Paléontologie du Muséum le meilleur accueil et toutes les facilités de travail. Les riches collections que le Muséum possède de Madagascar ont été mises à ma disposition avec une libéralité extrême. M. MARCELLIN BOULE a poussé la bienveillance jusqu'à mettre en commun avec les matériaux que j'ai rapportés (1) ceux qu'il avait reçus et dont, lui d'abord, puis son assistant, M. THEVENIN, avaient commencé l'étude. La description paléontologique des Céphalopodes du Crétacé de Diego-Suarez sera ainsi le résultat d'une collaboration dont je suis très honoré et touché. Je tiens à assurer de toute ma reconnaissance mon maître M. Boule et son dévoué collaborateur M. Thevenin, qui est devenu pour moi un véritable ami.

M. STANISLAS MEUNIER, avec sa bonne grâce habituelle, m'a ouvert les collections du Muséum d'Histoire naturelle, où j'ai trouvé nombre de documents utiles. Les recherches y sont d'ailleurs rendues très faciles par l'existence d'un catalogue merveilleusement tenu.

M. A. LACROIX, dont on connaît les magnifiques travaux sur la série de roches alcalines de Passandava (Nord-Ouest de Madagascar), a bien voulu me montrer ses plaques et roches et me confier l'étude d'une collection recueillie par M. le capitaine Colcanap dans le cercle d'Analalava. C'est d'ailleurs dans son Laboratoire et sous sa bienveillante direction que j'ai commencé mes déterminations pétrographiques.

Les autres ont été faites à la Sorbonne dans le Laboratoire de M. LOUIS GENTIL, maître de conférences de Pétrographie, à la Sorbonne. M. Gentil s'est toujours intéressé d'une façon spéciale à mes travaux ; dans le très court intervalle de temps que j'ai passé à Paris entre mes deux campagnes, il a eu l'obligeance d'examiner tous les échantillons de roches que j'avais rapportés et m'a aidé à les déterminer en plaques minces. J'ai aussi pu

(1) Collection PAUL LEMOINE au Laboratoire de Géologie de l'Université de Paris (acquise par la Société des Amis de l'Université de Paris).

profiter de sa profonde connaissance des questions de vulcanologie ancienne et il m'a, en toutes circonstances, donné des conseils et une direction dont je lui reste extrêmement reconnaissant.

M. PERVINQUIÈRE, chef des Travaux de Géologie, a bien voulu me donner toutes sortes de renseignements pratiques et me faire profiter de son expérience des terrains crétacés. M. BERGERON, M. BLAYAC, M. BOISTEL, M. DEREIMS, M. et M<sup>me</sup> OEHLERT, M. le colonel TOUCAS ont toujours suivi mes travaux avec le plus cordial intérêt.

M. FOUREAU s'est intéressé vivement à mes études et est intervenu souvent en ma faveur à la Commission des Missions.

M. HENRI DOUVILLÉ et M. CH. SCHLUMBERGER ont déterminé les premiers Foraminifères que j'ai rapportés du Tertiaire de Madagascar ; ils nous ont initiés, mon ami M. ROBERT DOUVILLÉ et moi, à l'étude de ces animaux dont nous avons pu tirer tant de parti pour la détermination de l'âge des calcaires du Bobaomby. M. Robert Douvillé a bien voulu également examiner les plaques minces des calcaires à Nummulites que j'ai rapportés. Mon ami, M. JEAN BOUSSAC, a discuté avec moi les questions de nomenclature du Nummulitique, dont il s'occupe avec tant de succès.

Mes remerciements doivent aller surtout aux deux maîtres de la stratigraphie et de la paléontologie française, à M. A. DE LAPPARENT et à M. ALBERT GAUDRY, dont les encouragements m'ont été si précieux.

M. ALFRED GRANDIDIER, auquel rien de ce qui touche Madagascar ne reste indifférent, m'a toujours accueilli de la façon la plus bienveillante. Il a bien voulu mettre à ma disposition sa grande érudition et sa profonde connaissance de la langue malgache. M. GUILLAUME GRANDIDIER, auquel on doit tant pour la connaissance de la faune subfossile de Madagascar, s'est également intéressé très vivement à mes recherches. Je ne saurais surtout trop remercier MM. A. et G. Grandidier pour les renseignements bibliographiques qu'ils m'ont fournis et pour l'extrême obligeance qu'ils ont eue de revoir eux-mêmes l'orthographe de la plupart des noms de lieux, cités dans ce travail.

Je dois également exprimer toute ma gratitude à M. EMM. DE

MARGERIE dont on sait l'inépuisable compétence bibliographique et qui a bien voulu, à maintes reprises, m'en faire profiter.

Mon père, M. GEORGES LEMOINE, a fait et dirigé dans son Laboratoire de l'École Polytechnique, un certain nombre d'analyses chimiques complètes des roches et des eaux que j'avais rapportées. Je dois exprimer tous mes remerciements à ses collaborateurs MM. ALBERT BERTHELOT et MAURICE DE CHEVROZ.

---

J'ai été amené, en étudiant les matériaux rapportés, à comparer ce qui s'était passé à Madagascar aux différentes époques géologiques avec les phénomènes synchroniques dans les régions voisines.

Il en est résulté que ce travail s'est développé plus que je ne le pensais ; j'ai été ainsi conduit à y distinguer deux parties :

La première partie est l'exposé des faits que j'ai observés personnellement à Madagascar. J'y ai joint, cependant, à la suite de chaque chapitre, le résumé de ce que l'on sait sur le reste de l'île. Les cartes qui se trouvent à la fin de ce volume ont pour but de synthétiser toutes ces données.

Dans la seconde partie, en m'appuyant sur les faits précis fournis par mes études propres et en m'aidant des recherches bibliographiques que j'ai faites sur les régions voisines, j'ai essayé de montrer comment, dans l'état actuel de nos connaissances, on pouvait concevoir l'histoire géologique de l'Océan Indien.

Malgré la proportion qu'a pris l'exposé de mes recherches, je n'ai pu y insérer que très sommairement ce qui se rapporte à la paléontologie. Cette partie de mes études sera l'objet de mémoires spéciaux, dont le premier est actuellement en cours (1906, b ; voir aussi 1904, c).

---



PREMIÈRE PARTIE

---

ÉTUDES GÉOLOGIQUES

DANS

**LE NORD DE MADAGASCAR**

# HISTORIQUE DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES RELATIFS A MADAGASCAR

---

Madagascar formant un tout bien homogène, il m'a paru utile de replacer le plus possible mes descriptions dans leur cadre naturel, en complétant mes observations personnelles sur le Nord de Madagascar par ce que nous ont appris sur le reste de l'île les quelques travaux géologiques dont elle a été l'objet et surtout par les données éparses dans de multiples travaux d'ordre général : ce fait explique le développement de la bibliographie (312 numéros environ), dans un pays, somme toute, à peu près neuf.

\* \* \*

L'historique de la géologie de Madagascar est fort court si l'on s'en tient aux travaux d'ordre véritablement scientifique.

Il est difficile de mettre à part ceux qui ont trait au Nord de l'île; aussi ce rapide exposé s'étendra-t-il à toute l'île de Madagascar.

Les premières données relatives à la géologie de Madagascar remontent à 1819; elles sont dues à BUCKLAND qui ne cite aucun fossile; mais il est probable que le gouverneur FARQUHAR en avait joint à l'envoi des roches qu'avait étudiées Buckland : dès 1821, en effet, SOWERBY signale la présence à Madagascar de *Isocardia minima*, espèce du Cornbrash.

Vers 1852, une série de rapports furent adressés au Ministre

de la Marine française sur la découverte de lignite à Nosy Be et aux environs ; un résumé de ces rapports fut donné dans les Annales des Mines.

En 1862, CARPENTER signale très accessoirement la présence d'Orbitoïdes à Madagascar, sans indiquer, ni leur niveau, ni leur gisement.

En 1866, GUILLEMIN parcourt les deux tiers des côtes et fournit quelques renseignements géologiques précis sur l'île.

Mais les premiers documents sérieux que l'on ait possédés sur la géologie de Madagascar sont ceux que M. ALFRED GRANDIDIER a rapportés à la suite de ses mémorables expéditions ; ils ont été étudiés de 1868 à 1873 par CROSSE et FISCHER et ont prouvé l'existence du Jurassique, du Crétacé, de l'Éocène et du Pleistocène.

Quelques renseignements de M. VÉLAIN en 1876 et de M. DEBENNE sur Nosy Be en 1883, des données nouvelles fournies par NEUMAYR augmentent peu à peu nos connaissances sur l'île.

En 1888, M. CORTESE publie, dans le Bulletin du Comité Géologique d'Italie, trois notes relatives à une excursion géologique faite à Madagascar. Il a observé un certain nombre de faits ; mais il les a interprétés d'une façon tout à fait fantaisiste, ne se basant sur aucune donnée paléontologique et reconnaissant, au faciès seul, toute une série d'étages (Permien, Carbonifère, Miocène, Pliocène, etc.) dont l'existence n'a jamais été confirmée depuis.

Un remarquable travail de M. BARON (1889), avec un appendice paléontologique par M. NEWTON et un appendice pétrographique par M. HATCH, apporte sur Madagascar les premières données recueillies par un géologue de métier. La même année paraissent deux courtes notes de M. CRIÉ et de COTTEAU.

En 1892 et 1893, commencent à être publiés les premiers résultats des explorations de M. E.-F. GAUTIER ; les matériaux en sont étudiés par M. STANISLAS MEUNIER, puis par M. MARCELLIN BOULE.

A partir de 1893, au moment où l'influence française acquiert la prépondérance à Madagascar, et à partir de 1896, quand l'île devient un protectorat, puis une colonie française, les renseignements se multiplient et les documents affluent.

M. BARON (1895) donne à la Société Géologique de Londres un second travail (avec appendice paléontologique par M. NEWTON), plus complet et aussi précis que sa première étude de 1889.

M. DEPÉRET (1896) et M. LAMBERT (1896) nous font connaître quelques-uns des fossiles (Dinosauriens, Oursins) rapportés de notre nouvelle colonie. M. le lieutenant-colonel BOURGEOIS (1896) fournit des données très précises sur les environs de Diego-Suarez ; M. FLICHE et M. DE GROSSOUVRE étudient quelques années plus tard (1900) les fossiles qu'il avait recueillis.

Mais c'est surtout M. MARCELLIN BOULE qui, dans des notes successives (1895-1900), nous fait connaître la nature géologique de l'île. Je signalerai, entre autres, la sensationnelle découverte des fossiles sénoniens rapportés par M. le lieutenant MARIUS GRILLO de la côte Est de Madagascar.

La première coupe géologique transversale est due à M. H. DOUVILLÉ (1899), d'après les renseignements fournis par M. VILLIAUME. C'est encore à M. VILLIAUME que nous devons les fossiles liasiques de la région de Nosy Be, étudiés par M. H. DOUVILLÉ et M. R. ZEILLER ; c'est à lui que nous devons aussi la magnifique série de roches qui a fourni à M. LACROIX (1900-1903) la matière de deux mémoires magistraux sur la province pétrographique d'Ampassindava. Au point de vue des recherches de charbon, la mission de M. Villiaume est restée infructueuse ; mais, au point de vue des données scientifiques, aucune peut-être n'a été plus féconde. On ne saurait trop admirer la persévérance et le développement des études de cet officier sous un pareil climat.

D'intéressantes notes de MUNIER-CHALMAS (1899) et de M. ÉMILE HAUG (1900) nous font connaître la présence dans l'île du Jurassique supérieur et celle du Cénomaniens (1).

Tous ces documents très disséminés ont été mis en œuvre, en 1900, à l'occasion du Congrès géologique international par M. H. DOUVILLÉ et surtout par M. MARCELLIN BOULE. C'est à ce dernier que nous devons une note d'ensemble sur la géologie de Madagascar avec une carte géologique en couleurs, résumant toutes nos connaissances sur l'île.

Depuis 1900, la publication des documents envoyés de Madagascar a continué (M. M. BOULE, M. H. DOUVILLÉ, M. A. THEVENIN,

(1) La découverte du Cénomaniens typique à Diego-Suarez est due à M. É. HAUG, utilisant les documents de M. CORIDON. On sait que c'est à ce dévoué chercheur que l'on devait déjà les très beaux Oursins décrits en 1896 par M. J. LAMBERT.

M. PAUL LEMOINE); mais elle a consisté surtout en notes préliminaires; la description paléontologique des magnifiques matériaux malgaches reste à faire (1).

En 1902, M. E.-F. GAUTIER a condensé en un travail d'ensemble, présenté comme thèse de doctorat à la Faculté des Lettres de Paris, le résultat de ses recherches pendant ses nombreuses années de séjour à Madagascar. C'est un ouvrage fondamental pour la géographie et même pour la géologie de Madagascar. Une carte géologique en couleurs l'accompagne; elle repose sur les mêmes données que celle de M. Boule en 1900; mais elle est à une échelle plus grande et l'interprétation est quelquefois différente.

M. TORNQUIST a, de plus, décrit quelques fossiles éocènes rapportés de Majunga par M. VOELTZKOFF.

Au point de vue pétrographique, à part les notes de M. BARON et de M. HATCH, les travaux de M. A. LACROIX constituent la seule contribution à l'étude des roches de Madagascar.

Enfin, à partir de 1902, j'ai publié une série de notes et de rapports qui sont ici coordonnés avec tout leur développement.

Tel est, rapidement esquissé, l'historique des travaux géologiques sur Madagascar. On trouvera des renseignements plus complets, soit dans la liste bibliographique, alphabétique par noms d'auteurs, qui comporte une courte analyse de chaque travail, soit dans le cours de ce volume, à l'occasion de chacune des matières traitées.

---

(1) Elle vient de commencer dans une série de monographies, publiées sous la direction de M. Marcellin Boule, dans les *Annales de Paléontologie*, sous le titre général de « **Paléontologie de Madagascar** ». Voir à la bibliographie : M. BOULE ET A. THEVENIN; R. DOUVILLÉ; M. BOULE, P. LEMOINE ET A. THEVENIN.

## II

# BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES RELATIFS A MADAGASCAR

---

Bien que cette étude ne s'étende qu'à une portion de Madagascar, il m'a paru utile d'essayer de donner ici la liste, par ordre alphabétique de noms d'auteurs, non seulement de tous les travaux qui traitent de la Géologie de l'île, mais encore de ceux dans lesquels se trouvent disséminés des renseignements intéressant la géologie.

On ne s'étonnera donc pas de l'extension qu'a prise cette bibliographie.

J'ai seulement éliminé les publications relatives aux Vertébrés subfossiles (1) et celles relatives aux travaux d'ordre purement industriel ou minier.

M. ALFRED GRANDIDIER et M. MARCELLIN BOULE avaient commencé ce travail, chacun de leur côté ; ils ont bien voulu me communiquer leurs fiches, que j'ai complétées et mises à jour. De plus M. GUILLAUME GRANDIDIER m'a communiqué en épreuves

(1) Sur ce sujet, voir : GUILLAUME GRANDIDIER. Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar. *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris et Nouvelles Archives du Muséum*, [4], VII, 1905 ; pp. 1 — 144, pl. I — XII.

la Bibliographie générale de Madagascar (1) qu'il fait paraître.

Chaque travail comporte, en outre de l'indication bibliographique afférente, un résumé de ce que l'on y trouve au point de vue géologique ; dans les plus importants, un sommaire remplace le résumé. L'orthographe adoptée par les auteurs pour les noms de localités y a été, autant que possible, conservée.

Les travaux dans lesquels des fossiles de Madagascar ont été figurés sont marqués d'un (\*). Dans tout le cours de cette étude, le signe (\*), placé après un nom de localité indique que ce nom ne figure pas sur les cartes ci-jointes.

Les ouvrages qu'il ne m'a pas été possible de consulter sont marqués d'un signe (+).

J'ai placé *entre crochets* toutes les indications que j'ai cru devoir ajouter : nom de l'auteur quand il n'a pas signé, titre d'un travail auquel son auteur n'en a pas donné, interprétation d'une donnée manifestement erronée.

Dans les travaux d'ordre général, les pages plus spécialement consacrées à la Géologie de Madagascar sont placées entre parenthèses, à la suite des autres indications bibliographiques.

Les renvois à la Bibliographie géologique générale seront toujours faits en indiquant le nom de l'auteur et la date du travail ; dans le cas où cela est nécessaire, une lettre d'ordre est donnée à chacun des travaux du même auteur dans une même année. Je ne me suis d'ailleurs pas astreint, pour les travaux d'un même auteur dans une même année, à suivre un ordre rigoureusement chronologique ; cet ordre est souvent impossible à connaître avec précision et il a quelquefois l'inconvénient de séparer deux parties d'un même mémoire.

#### LISTE DES PRINCIPALES ABRÉVIATIONS

<i>B.S.G.F.</i>	Bulletin de la Société Géologique de France.
<i>B.S.Z.F.</i>	— — — — Zoologique de France.
<i>B.S. Min.</i>	— — — — française de Minéralogie.
<i>B. Soc. Géogr.</i>	— — — — de Géographie.
<i>Bull.</i>	Bulletin.

(1) GUILLAUME GRANDIDIER. Bibliographie de Madagascar ; 1<sup>re</sup> partie, Paris. Comité de Madagascar, 1905 (en réalité 1906), viii + 433 p. ; 2<sup>e</sup> partie (à l'impression).

<i>Bull. Économ.</i>	Bulletin Économique, publié trimestriellement par les soins du Gouvernement général (Colonie de Madagascar et dépendances).
<i>Bull. Mus.</i>	Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle.
<i>Antan. Annual.</i>	Antananarivo Annual.
<i>Ann. Géogr.</i>	Annales de Géographie.
<i>C. R.</i>	Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris.
<i>Cong. géol. int.</i>	Congrès géologique international.
<i>Geol. Mag.</i>	Geological Magazine.
<i>J. de Conch.</i>	Journal de Conchyliologie.
<i>Mat. p. l. m. de M.</i>	Matériaux pour la minéralogie de Madagascar (Note préliminaire de plusieurs des notes de M. A. LACROIX.)
<i>Notes, Rec. et Expl.</i>	Notes, Reconnaissances et Explorations, publiées par les soins du Gouvernement général (Colonie de Madagascar et dépendances).
<i>Quart. Journ.</i>	Quarterly Journal of the geological Society of London.
<i>Rev.</i>	Revue.
<i>Rev. gén. Sc.</i>	Revue générale des Sciences pures et appliquées.
<i>Rev. de Mad.</i>	Revue de Madagascar.
<i>Soc.</i>	Société, Society.

---

<b>Comm.</b>	<b>Communication.</b>
<b>Obs.</b>	<b>Observations.</b>
<b>p.</b>	<b>page, pages.</b>
<b>pp.</b>	<b>page .. à page ...</b>
<b>pl.</b>	<b>planche.</b>
<b>fig.</b>	<b>figure.</b>

---



**LISTE DES TRAVAUX PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE  
DE NOMS D'AUTEURS**

1854. — Découverte de lignite à Nossi Be et sur la côte occidentale de Madagascar. *Annales des Mines*, VI, 1854, pp. 570-576.  
Veines de lignite fibreux, ayant au plus 1 centimètre, à Empiring\* (Nord de N. Be), à Angadouka, à Batatoubé.
1899. — Découverte de gisements de houille. *Les Débats*, 16 juin et 29 juin 1899. *Rev. de Mad.*, n° 1, 10 juillet 1899, p. 67.  
Analyse du Pharmacien FIGUIER, « c'est décidément un charbon de qualité supérieure ».
- 1900, a. — Exposition Universelle. Colonies françaises. Mayotte et Comores, 1900, pp. 7-13.  
Éruption de 1860.
- 1900, b. — Id. Madagascar, 1900, 206 p. ; pp. 38-41 ; pp. 81-88.
1905. — Le nouveau régime minier de Madagascar. *Rev. de Mad.*, 10 nov. 1905, pp. 391-409, 6 cartes.  
Le texte ne présente aucun intérêt géologique ; les cartes dans le texte montrent la répartition des gisements aurifères découverts en 1896, 1900, 1905.
1905. C. L. — Considérations sur la situation actuelle de Madagascar au point de vue minier. *Rev. de Mad.*, 10 janvier 1905 ; pp. 3-10.  
Renseignements sur des exploitations récentes de filons aurifères, à Vohinambo\* (S.-E. d'Arivonimano\*) et Imaina\* (N.-E. de Fianarantsoa). Gisement de pierres précieuses dans le Vakinankaratra\*. Platine dans la province de Farafangana.
1879. BARON. — Observations on the physical geography and geology of Madagascar, with a physical sketch-map. *The Nature*, 14 août 1879, pp. 368-372.
1883. ID. — Extinct volcanoes in Eastern Imerina. *Antan. Annual*, VII, 1883, pp. 56-61.
1885. ID. — Notes on the geology of the interior of Madagascar. *Antan. Annual*, IX, 1885, pp. 59-77.

- \* 1889. BARON. — Notes on the geology of Madagascar, with an appendix on the fossils by NEWTON. *Quart. Journ.*, XLV, 1889, pp. 305-331, pl. XIII, XIV [Voir aussi l'annexe pétrographique par HATCH].
- Granite et schistes cristallins, plis à 15° N.-E. parallèles à l'axe de l'île et aux plis de l'Est-Africain. — Série volcanique ancienne et récente. — Eaux thermales. — Tremblements de terre. — Roches sédimentaires, grès jaune ou rouge sans fossiles, argiles avec Bélemnites, calcaires, lignites, traces de glaciaire (?) à Mahitsiazo.
- 1890, a. ID. — A complete List of the known fossils from Madagascar. *Antan. Annual*, XIV, 1890, pp. 242-245.
- 1890, b. ID. — The rock of Antananarivo (Hornblendic-granitite gneiss). *Antan. Annual*, XIV, 1890, pp. 245-248.
- 1890, c. ID. — The age of Madagascar as an Island. *Antan. Annual*, XIV, 1890, pp. 248-249.
- 1890, d. ID. — Notes on the volcanic phenomena of Madagascar. *The Nature*, XXXIII, p. 145.
1891. ID. — List of Madagascar rocks. *Antan. Annual*, XV, 1891, pp. 377-379.
- + 1894 ID. — Notes on the geology of Madagascar. *Madagascar News*, 6 et 13 oct. 1894.
- \* 1895, a. ID. — Geological notes of a journey in Madagascar. *Quart. Journ.*, LI, 1895, pp. 57-72, pl. I. [Voir les annexes par NEWTON]. Obs. de WOODWARD, DU RICHE PRELLER, GREGORY, WATTS, p. 92.
- Entre Tananarive et la côte Est : gneiss à hornblende, quelquefois grenatifère. — Région du lac Alaotra : gneiss, norite, basalte à néphéline. — Côte Est : prépondérance de la dolérite ; série de dykes plus ou moins parallèles à la côte ; au nord de la baie d'Antongil : granite ; schistes argileux et à chialstolite, pas en place. — La terminaison Nord de l'île : La Loky est la limite des terrains cristallins et sédimentaires (sables et calcaires oolithiques) ; Montagne volcaniques d'Ambohitra (Ambre). Calcaires rouges et gris d'Ambohimarina à *Lampadaster*. Traces de mouvements récents du sol. — La côte Nord-Ouest : Grès et calcaires de Andranosamonta à *Astarte Baroni* ; au Nord d'Andranosamonta, calcaires à *Per. polygyratus*. Nummulitique sur la côte. Roches volcaniques de Bezavona. Blocs erratiques (?) de Mahitsiazo. Charbon de Ambavatoby.

- 1895, b. BARON. — Id. *Antan. Annual*, XIX, 1895, pp. 291-313 ;  
[et annexe de NEWTON], pp. 304-315.
- 1896, a. ID. — Geological notes of a trip to Ankaratra, Vavavato  
and Antsirabe. *Antan. Annual*, XX, 1896, pp. 414-416.
- 1896, b. ID. — Limestone and dolomite on the East Coast of  
Madagascar (with a few geological notes as to the  
eastern slope of the Island). *Antan. Annual*, XX, 1896,  
pp. 416-417.
- Schistes argileux au N. de la Baie d'Antongil, sur la route  
d'Antalaba\*, à quelques milles du Lac.— Calcaire et dolomie  
à Antsaramihana\* (12-14 milles au N. de Vatomandry), et à  
Mahanoro (en ce point des fossiles, mais insuffisants pour  
déterminer l'âge).— Vieilles terrasses marines, élevées, entre  
Mahanoro et la mer. — Nombreux filons N.-S. de dolérite.
1899. ID. — Atlas of Ambongo. *Antan. Annual*, XXIII, 1899,  
pp. 338-339 [sans cartes ; traduit de GAUTIER].
- 1899, a. ID. — The crystalline schists and associated rocks of  
Madagascar. *Antan. Ann.*, XXIII, 1899, pp. 356-371.  
Nombreux renseignements sur la répartition des roches  
éruptives et des roches anciennes.
- 1899, b. ID. — The fossiliferous beds of Madagascar. *Antan. Ann.*,  
XXIII, 1899, pp. 371-375. [Traduit de GAUTIER].
- 1900, a. ID. — The extinct Dinosaurs of Madagascar. *Antan.*  
*Annual*, XXIV, 1900, pp. 506-508. [Traduit de BOULE,  
1896, a].
- + 1903. ID. (MOUNEYRES et —). — Rapport sur une tournée géolo-  
gique effectuée dans l'Ouest et le Nord-Ouest de  
Madagascar. *Journal Officiel de Madagascar*, 16 mai  
1903, pp. 9291-9294.
1904. ID. — Id. *Bull. Econom.*, 1904, 1<sup>er</sup> trim., pp. 1-20.
1905. ID. — Id. *Rev. Coloniale*, 1905, pp. 1-23, pp. 65-83.  
Voir MOUNEYRES. Voir aussi in H. DOUVILLE, 1904.
- 1905, b. ID. — Rock Cavities in Granite of Madagascar. *Geol.*  
*Mag.*, II, 1905, pp. 17-21.
- 1900, a. BASTARD. — [Lettre d'Ambolisatra, 20 décembre 1899 ;  
découverte d'ossements fossiles]. *Bull. Mus.*, février  
1900, pp. 64-65.

- + 1895. BENOIT. — Madagascar : étude économique, géographique et ethnographique. Dijon, 1895, 35 p.  
Une carte géologique.
1889. BLANFORD. — [Obs. à la comm. de BARON]. *Quart. Journ.*, XLV, 1889, p. 339.  
Analogie des roches cristallines avec celles des Seychelles. — Les grès de la base représentent-ils le Karoo ?
1890. Id. — Adress delivered at the meeting of the Geological Society of London. *Quart. Journal*, XLVI, 1890, pp. 43-110.  
(Madagascar), pp. 87-99.
1901. BOCQUILLON-LIMOUSIN. — Les eaux minérales de Madagascar. *Bull. gén. de Thérapeutique*, 1901, CXLIII, pp. 935-941.
- + 1902. Id. — Id. *Journal Officiel de Madagascar, Suppl. de Tamatave*, 24 avril 1902, pp. 941-942.
1897. BOUCABELLE. — De Tananarive à Diego-Suarez. *Notes, Rec. et Explor.*, 1<sup>re</sup> année, 2<sup>e</sup> vol., Tananarive 1897, pp. 93-112 ; pp. 187-214 ; pp. 273-299.  
Schistes micacés entre le lac Alaotra et Maritandrano\* ; gneiss entre Maritandrano\* et Mandritsara ; gneiss et granite au N. de Bealana.
1895. BOULE, MARCELLIN. — Sur les fossiles rapportés de Madagascar par M. E. GAUTIER. *Bull. Mus.*, I, 1895, pp. 181-187.  
Env. d'Antsohi et de Majunga : Oolite. — Plaine de Mahamoro\* : *Ostrea* sénonienne. — Bemaraha\* : Oxf. et Bath. — Tsiandava : Jurass. supérieur et Cénomanién. — Isakondry : *Acanth. rotomagense*, *Turr. tuberculatus*. — Tullear : Éocène à *Ostrea*. — Conclut à l'existence d'une presqu'île indo-malgache.
- 1896, a. Id. — Note préliminaire sur les débris de Dinosauriens envoyés au Muséum par M. BASTARD. *Bull. Mus.*, I, 1896, pp. 347-351.  
Dinosauriens crétacés de Mevarano, près Majunga : Jurassique de la baie de Narinda et d'Antsohi.
- 1896, b. Id. — Id. [en anglais] ; in BARON, 1900, *Ant. Annual*, pp. 506-508.

1899, a. BOULE, MARCELLIN. — Sur des fossiles nouveaux de Madagascar. *C. R.*, CXXVIII, 1899, pp. 624-626.

1899, b. Id. — Note sur de nouveaux fossiles secondaires de Madagascar. *Bull. Mus.*, V, 1899, p. 130.

A Diego-Suarez, Sénomien inférieur (*Schlœnbachia Haberfelneri*), Cénomalien (*Schl. propinqua*), Infracrétacé (?). — Sur la Mahajamba, Jurassique supérieur. — Dans l'Isakondry (S.-O.) couches à *Perisph. Martelli*, couches du Gault à *Acanthoceras*. A Fanivelona (côte Est), Sénomien à *Lytoceras Indra*. Peut-être dès le Jurassique, certainement au Crétacé, Madagascar était une île.

1899, c. Id. — Sur la géologie des terrains sédimentaires de Madagascar. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, pp. 124-125.

Grès sans fossiles (= Karoo ou Gondwana ?) — Lias ; Jurassique ; Crétacé ; Tertiaire. — Découverte de fossiles sur la côte Est, infirmant l'hypothèse du continent indo-malgache.

1899, d. Id. — [Obs. à la comm. de M. A. DE GROSSOUVRE]. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, p. 378.

Tout le Crétacé supérieur paraît représenté à la Montagne des Français. Les Gastropodes rapportés jadis avec doute à l'Infracrétacé (BOULE, 1899, a et b) sont identiques aux fossiles (sénomien) de M. DE GROSSOUVRE.

1899, e. Id. — [Sur la géologie des environs du Cap Saint-André]. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, p. 379.

Grande « avance » de terrains crystallophylliens. Série sédimentaire réduite. Existence de 2 bassins (Majunga et Morondava-Tullear). — Autre avance de terrains primitifs à N. Komba et N. Be.

1899, f. Id. — [Obs. à la comm. de M. H. DOUVILLÉ]. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, p. 395.

Dans la coupe, interprétée par H. DOUVILLÉ, il y a place pour d'autres termes du Jurassique et du Crétacé. — Beaucoup de couches, à Madagascar, sont détritiques. — Au point de vue biologique « Madagascar est elle-même » ; beaucoup d'affinités entre les mousses malgaches et africaines.

1899, g. Id. — [Obs. à la comm. de M. HAUG]. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, p. 398.

La découverte du Sénomien de la côte Est infirme l'hypothèse du continent indo-malgache.

1900. BOULE, MARCELLIN. — Note sur quelques fossiles de Madagascar, parvenus récemment au Laboratoire de Paléontologie. *Bull. Mus.*, VI, 1900, p. 201.  
Dinosauriens de la R. D. de la Betsiboka. — Fossiles de Diego-Suarez (*Schlœnb. inflata*, *Turritiles indicus*, etc...).
1901. ID. — La géologie et la paléontologie de Madagascar dans l'état actuel de nos connaissances. *Congrès géol. intern. Comptes-Rendus de la VIII<sup>e</sup> session. Paris 1901*, pp. 673-688, pl. XII (carte), 1 fig.  
Résumé très complet des travaux antérieurs. Schématisation des résultats acquis en une carte géologique à 1/6 000 000. — Données nouvelles sur *Schlœnb. inflata* et *Pachyd. rotalinus* du Sénonien de la Montagne des Français, sur les calcaires à Nummulites de Diego-Suarez.
- \* 1902, a. ID. — Géologie. *Madagascar au début du XX<sup>e</sup> siècle* ; Paris, Rudeval, 1902, pp. 41-63, fig. 30-43.  
Id. ; photographies inédites de fossiles.
- 1902, b. ID. — Titres et travaux scientifiques de M. — Paris, Masson, 1902, pp. 26-31, 4 fig. ; pp. 36-37.
- 1903, a. ID. et A. THEVENIN. — Notes sur la géologie et la paléontologie de Madagascar. *B.S.G.F.*, [4], III, 1903, pp. 433-437, 1 carte à 1/800 000. Obs. de HAUG, THEVENIN, BOULE, KILIAN.
- 1903, b. ID. — [Observations]. *Ibid.*, p. 479.  
Fossiles du Menabé.
1904. ID. — Sur de nouveaux fossiles de la côte orientale de Madagascar. *B.S.G.F.*, [3], IV, 1904, pp. 172-173.  
Ces fossiles viennent des environs de Mananjary (*Nœtlingia*, etc.)
- \* 1905. ID. et A. THEVENIN avec la collaboration de J. LAMBERT. — *Paléontologie de Madagascar*. Fossiles de la côte orientale. *Annales de Paléontologie*, t. I, pp. 43-59 ; pl. I, II.  
Figures de *Lytoceras Indru*, *Fusus excavatus*, *Strombus crassicostatus*, *Turritella difficilis*, *Ostrea ungulata*, *Ostrea* cf. *Nicaisei*, *Anatina arcuata*, *Volutilithes fanivelonensis*, *Turritella Breantiana*, *Gryphea vesicularis*, *Glycimeris orientalis*, *Epiaster nutrix*, *Hemiasiter*, *Nœtlingia Boulei*.

1906, a. BOULE, MARCELLIN. — Lémuriens et Lémurie. *La Géographie*, XIII, n° 1, janvier 1906, pp. 19-24.

Relations de Madagascar avec l'Afrique. Faibles analogies zoologiques avec les régions indiennes. Il est « probable que, pendant une partie de l'ère tertiaire, Madagascar a été réunie à l'Afrique ». La présence de l'Hippopotame montre que la « rupture est assez récente ».

\* 1906, b. ID., P. LEMOINE et A. THEVENIN, — *Paléontologie de Madagascar*. Céphalopodes du Crétacé de Diego-Suarez. *Annales de Paléontologie* (à l'impression).

1896. BOURGEOIS, R. — Sur la région de Diego-Suarez (Madagascar). *C. R.*, CXXII, 1896, pp. 1506-1508.

Dépression E.-W. (Basses vallées du Rodo et de l'Ankarana) limitant au Sud le Massif d'Ambre, bordée par une ligne de cratères. — A l'Est, strates horizontales fossilifères formant les 3 pitons de Ambohimarina, Mont-Carré, Mont-Raynaud.

Voir aussi in FLICHE (1900), A. DE GROSSOUVRE (1900).

1897. DE BOUVIÉ. — Marches et reconnaissances dans le Boueni. *Notes, Rec. et Explor.*, 2<sup>e</sup> trim. 1897, pp. 235-247. Mines, p. 247.

1897. ID. — De Marovoay à la Mahajamba. *Notes, Rec. et Explor.*, 30 sept. 1897, pp. 240-251.

Roches cristallines et basaltes (?) au Tompoketsa (p. 247).

1819. BUCKLAND. — Notice on the geological structure of a part of the island of Madagascar, founded on a collection transmitted to the Right honourable the Earl Bathurst by the Governour FARQUHAR in the year 1819; etc. *Trans. of the Geol. Soc.*, V, 1819, pp. 476-480.

A Port-Lougui et sur la rivière Volucear, granites, avec graphite. roches secondaires, grès colorés en rouge calcaires modernes.

1900. BUREAU. — Sur la première plante fossile envoyée de Madagascar. *C. R.*, 1900, CXXX, pp. 344-346.

*Equisetum Jolyi* BUREAU, espèce à affinités triasiques.

1867, a. CACHIN. — [Rapport de M. —]; in DE RICHEMONT. Documents sur la Compagnie de Madagascar; pp. 371-393.

Basaltes à Diego-Suarez; grès au fond de la Baie de la Nièvre. Grès à Port-Louquez et à Port-Lesven. Coraux dans la Baie de Rigny avec grands Bénéitiers. Quartz dans la vallée de Manambato.

1867, b. CACHIN. — Id. *Ibid.*, pp. 393-396.

Des granites s'étendent jusque près de Louquez ; mais pas sans interruption : entre Manankoula et Sahampane\* se trouvent des grès schisteux, friables, gris verdâtre, avec paillettes de mica. Au S. de Louquez, à Ambatoumitsanga\* pierres debout d'un calcaire très dur.

1889. CAMBOUÉ. — Sur les tremblements de terre à Madagascar. *C. R.*, CVIII, 1889, pp. 766-767.

Granite à Tananarive.

+ 1893, a. ID. — Madagascar. Climat, tremblements de terre, cyclones. *Rev. française de l'étranger et des colonies*, 1893, pp. 159-167. — *Cosmos*, 1893, pp. 496-497.

+ 1893, b. ID. — Les pluies et les secousses telluriques. Madagascar. *B. Soc. Géogr. commerciale de Paris*, 1893, pp. 323-335. — *Cosmos*, 1893, pp. 77-80.

1862. CARPENTER. — Introduction to Study of Foraminifera.

*Orbitoides* à Madagascar (p. 304).

1895. CAUSTIER, F. — Le monde malgache. *Rev. gén. Sc.*, VI, 1895, pp. 650-692, 44 fig. (§ 4, Passé géographique et passé géologique, p. 662).

Analogies avec l'Inde.

1898. CHAPOTTE. — Les forêts de Masoala. *Notes, Rec. et Expl.*, 31 juillet 1898, pp. 870-890.

Granite, gneiss et basalte. Bande sablonneuse le long du rivage, sauf sur le bord de la baie d'Antongil (p. 871).

1867, a. COIGNET. — (Rapport de M. —) ; *in* P. DE RICHEMONT. Documents sur la Compagnie de Madagascar ; pp. 428-495.

1867, b. ID. — Excursion sur la côte Nord-Est de Madagascar... ; *B. Soc. Géogr. Paris*, sept. 1867, pp. 253-295 ; et oct. 1867, pp. 334-381.

1905. COLCANAP. — Extrait d'une Notice géologique et paléontologique sur le Cercle d'Analalava (Madagascar). [Notes paléontologiques infrapaginales de M. BOULE, R. DOUVILLÉ, P. LEMOINE et A. THEVENIN]. *Bull. Mus.* 1905, pp. 355-362.

Gneiss, granites éruptifs, syénites. Roches sédimentaires.



- 1906, a. COLCANAP. — Extrait d'une notice géologique et paléontologique sur le Cercle de Maevatanana (Madagascar). — [Notes infrapaginales de M. BOULE, P. LEMOINE et A. THEVENIN]. *Bull. Mus.*, 1905, pp. 513-520.
- 1906, b. ID. — Sur la géologie du Cercle de Maevatanana (Madagascar). *B.S.G.F.*, [3], VI, 1906. (A l'impression).
- 1895, a. COLIN, LE P. — Du sol et du climat de Madagascar au point de vue de l'agriculture. *B. Soc. Géogr. de Paris*, 1895, pp. 427-428.
- + 1895, b. ID. — Id. *Iraka*, Tananarive, 1<sup>er</sup> janv. 1898, pp. 142-148, et 15 janv. 1898, pp. 149-151.
1899. ID. — Observations astronomiques et magnétiques faites sur la côte occidentale de Madagascar. *C. R.*, CXXXVIII, 1899, pp. 716-719.
- 1900, a. ID. — Positions géographiques et observations astronomiques sur la côte orientale de Madagascar. *C. R.*, CXXX, 1900, pp. 1229-1231.
- 1900, b. ID. — Id. *Notes, Rec. et Explor.*, 8 juin 1900, pp. 301-302. Inégalité magnétique le long de la côte Est.
1899. CONDAMY. — Etude sur le Betsiriry. *Notes, Rec. et Explor.*, juin 1899, pp. 167-196.  
Géologie et Minéralogie, pp. 173-177.
- 1887, a. CORTESE. — Una escursione al Madagascar dell'ingegnere Cortese. *Boll. del R. Comit. Geol. d'Italia*, XVIII, 1887, pp. 129-134.  
De Tamatave à Andevorante, dunes et lagunes parallèles au rivage. — De Andevorante à Tananarive : argile sableuse et poudingue quartzeux (Ranomafana \*, eau chaude, de Marambi \* à 85°); argile rouge avec veines de quartz, résultat de la décomposition de diorites. — Dans l'Emyrne, granite dioritique avec parties gneissiques, et roches amphiboliques bleuâtres. Les parties gneissiques se séparent en dalles que les indigènes extraient par le feu. — Système de failles.
- 1887, b. ID. — Osservazioni geognostici sul Madagascar. *Ibid.*, pp. 181-191.  
Granites et diorites dans l'Emyrne. Syénites, constituant la grande région aurifère de Madagascar (1 à 10 gr. d'or par mètre-cube de sable). Sables et argiles répartis dans tous les étages tertiaires, d'après le faciès. Calcaires et dolomies jurassiques et crétacés. — Basalte et tufs basaltiques.

1888. CORTESE. — Appunti geologici sull' isola di Madagascar.  
— *Id.*, XIX, 1882, pp. 103-128, pl. III (1 carte en couleurs à 1/8 000 000).  
Terrains cristallins ; Permo-carbonifère (houille de Vavatohe) ; Secondaire (Ammonites et Bélemnites, vues chez le premier ministre) ; Éocène et Miocène ; Pliocène et Quaternaire ; Roches éruptives. Considérations générales.
1889. COTTEAU. — Échinides crétacés de Madagascar. *B. S. Z. F.*, XIV, 1889, p. 87.  
2 espèces, non figurées, reprises par LAMBERT (1900).
1889. CRIÉ, LOUIS. — Paléontologie des colonies françaises et des pays de protectorat. Exposition paléophytique. Rennes-Paris ; Oberthur, 1889 ; pp. 11-12.  
*Orthoceras* à Passandava, Tertiaire de Nosy Be avec *Hellvillea Lapparenti*, de Sainte-Marie avec *Araucarioxylon Grandidieri* (espèces non figurées). — Lignite de Bavatoubé.
- \* 1868. CROSSE H., et P. FISCHER. — Note sur quelques espèces nouvelles de Madagascar recueillies à l'état fossile. *J. de Conch.*, [3], VIII (XVI), 1868, pp. 180-187, pl. VII.  
Formes pleistocènes, des dunes du cap Sainte-Marie, associées à *Apyornis*.
1886. DAMOUR. — Note sur un beryl de Madagascar. *B. S. Min.*, IX, 1886, p. 153.
1883. DEBLENNE. — Essai de géographie médicale de Nosi-Be, près la côte Nord-Ouest de Madagascar. *Thèses présentées à la Faculté de Médecine, Paris*, 1883, 1 carte géologique en couleurs. Géologie, par VÉLAIN, pp. 12-13.  
Granulite à amphibole avec schistes, phyllades et quartzites. Grès nettement antérieur aux basaltes (labradorites).
1886. DEMOMBLE. — Madagascar. Esquisse géographique et géologique. *Bull. Soc. Géogr. Toulouse*, 1<sup>er</sup> mars 1886, pp. 74-106.
- 1896, a. DÉPÉRET, CH. — Sur l'existence de Dinosauriens, Sauro-podes et Théropodes dans le Crétacé supérieur de Madagascar. *C. R.*, CXXXI, 1896, pp. 483-485.
- 1896, a. *Id.* — Note sur les Dinosauriens Sauro-podes et Théropodes du Crétacé supérieur de Madagascar. *B.S.G.F.*, [3], XXIV, 1896, pp. 176-194.  
Des couches marines avec *Cypraea Kayei*, *Turritella*

*pondicherrensensis*, *Ampullina* cf. *Mariæ*, *Cyphosoma*, *Micras-ter*, *Ostrea vesicularis*, *Alectr. unguolata*, *Al.* cf. *Santonensis* *Exog. canaliculata*, représentent le Sénonien — Au-dessous : argiles et sables à Dinosauriens considérés comme turoniens : *Titanosaurus madagascariensis*, *Megalosaurus crenatis-simus*. — Analogies avec l'Inde.

1902. DEPÉRET, CH. — Exposé des titres paléontologiques de M. — Lyon, A. Rey, 1902, p. 13.
1904. DOLLFUS, G.-F. — [Obs. à la comm. de MM. PAUL LEMOINE et ROBERT DOUVILLÉ]. *B.S.G.F.*, [4], IV, p. 350.
1892. DOULIOT. — Explorations à Madagascar. *Ann. Géogr.*, I, 1891-1892, pp. 196-199, pp. 309-323, 1 carte.  
Calc. analogue au Calcaire grossier près de Morondava.  
Houille près de Passandava. Côte occidentale en voie de soulèvement.
1899. DOUVILLÉ, HENRI. — Sur une coupe de Madagascar, dressée par M. VILLIAUME. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, pp. 385-394, 1 fig. — Obs. de G.-F. DOLLFUS et M. BOULE.  
Coupe à hauteur de Morondava : grès rouges, schistes et conglomérats à débris de végétaux, sur lesquels reposent des calcaires jurassiques (Bathonien) et crétacés supérieurs (ou tertiaires). Nombreuses failles hypothétiques.
- 1900, a. ID. — Sur la distribution géographique des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoides. *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, 1900, pp. 222-235 ; voir p. 233.
- 1900, b. ID. — [Indications complémentaires]. *Id.*, p. 1002. Obs. de É. HAUG.  
Présence d'Orbitoides aux environs de Tulléar et dans la baie de Mahajamba.
- 1900, c. ID. — Sur les fossiles recueillis par M. VILLIAUME dans les roches charbonneuses des environs de Nossi-Be. *C.R.*, 1900, CXXX, pp. 1558-1570.  
Trois systèmes de grès et schistes, appartenant au Lias supérieur (Listes de fossiles) ; analogies avec le reste de Madagascar et la Perse ; les systèmes étudiés seraient sur le flanc oriental d'un anticlinal ; analogie avec le cap Saint-André ; existence à Nossi-Be d'un pli parallèle au massif central de Beronono.
- 1901, a. ID. — Sur le terrain jurassique de Madagascar. *Congrès géol. intern. Comptes-Rendus de la VIII<sup>e</sup> session. Paris*, p. 1901, p. 429-438.  
Résumé très complet des travaux antérieurs. Analogies avec l'Est-Africain.

- 1901, b. DOUVILLÉ, HENRI. — Les explorations géologiques de M. J. DE MORGAN en Perse. *Ibid.*, pp. 439-446 ; voir p. 441.  
Analogies des grès liasiques du lac d'Ourmiah avec ceux de Steyerdorf (Banat) et de Madagascar.
1903. ID. — Notice sur les travaux scientifiques de M. — Lille, Le Bigot, 1903, pp. 90-91.  
Rappel de ses travaux antérieurs. Analogies avec les pays voisins. Absence de faciès corallien à Madagascar et en Perse.
1904. ID. — Sur quelques fossiles de Madagascar. *B.S.G.F.*, [4], IV, 1904, pp. 207-218, pl. VIII.  
I. Au sud de l'Ambongo (MOUNEYRES et BARON). — Grès du Lias à *Araucarioxylon*, *Cedroxylon*. — Bathonien et Bajocien à *Rhynchonella*, *Sonninia decora*, *Trigonia costata*, etc. — Callovien à *Macrocephalites*, *Cadoceras Herveyi*, *Rh. decorata*, etc. (Facies de la Golden Oolite). — Jurassique supérieur à *Lissoceras Staszycii*, *Oppelia Kobelli*, *Belemnites claviger*. — Albien à *Acanthoceras mamillare*, *Turritiles Mayori*, *Puzosia*, etc. — II. Sud-Ouest (BOURTONNET) : Bajocien à *Stomechinus bigranularis*, Callovien, Crétacé inférieur à *Trigonia* (formes d'Umia et d'Uitenhage). — III. Côte Est, Marohita (MOUNEYRES) : Campanien à *Cyprina cordialis*, *Al. unguolata*, *Turrit. Breantiana*. — Les formations de Madagascar paraissant être le prolongement direct de celles de l'Inde.
- 1904, a. DOUVILLÉ, ROBERT (PAUL LEMOINE et —). — Résultats paléontologiques et stratigraphiques de l'étude des Lépidocyclines. *B.S.G.F.*, [4], IV, pp. 345-350. Obs. de M. BOULE et G.-F. DOLLFUS.
- \* 1904, b. ID. (PAUL LEMOINE et —). — Sur le genre *Lepidocyclina* Gumbel. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie*, t. XII, fasc. 1, 40 p., 3 pl.
- \* 1905. ID. — *Paléontologie de Madagascar*. II. Sur quelques gisements nummulitiques de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, I, 1905, pp. 61-68, pl. III.  
Figures de *N. biarritzensis*, *N. Carteri*, *Orthophragmina Colcanapi*, *Alveolina elliptica*.
1895. DU RICHE PRELLER. — (Obs. à la comm. de Baron.) *Quart. Journ.*, LI, 1895, p. 92.  
Analogie de la foyaitte de BARON avec des phonolites néphéliniques du Portugal.

1897. DURUY. — Tsaratanana à Nosy-Be. *Notes, Rec. et Explor.*; 1897, pp. 413-445 (Géologie, pp. 427-428).  
Quartz sur le Tompoketsa, kaolin à Ambatoharana, au Sakan d'Rakoto, à Androféde (vallée du Sambirano); gisements aurifères sur le plateau du Tsaratanana (exploités à Antsevakely). Pierre noire volcanique dans l'Ankaizina.
1864. DUVAL, J. — Les Colonies et la Politique coloniale de Madagascar. Paris, 1864.  
Voir : GUILLEMIN.  
Résumé du rapport de GUILLEMIN sur le bassin houiller du nord-ouest de Madagascar.
- + 1808. EBEL, J. G. — Ueber den Bau der Erde in dem Alpengebirge. Zurich, in-8°, 1808, t. II, p. 289.  
Geysers visible à 20 lieues en mer.
- + 1898. ESCOFFRE. — Étude sur la région de Makarainga (Volafotsy). *Journal officiel de Mad.* 28 mai 1898; 27 août 1898, p. 2350, 1<sup>er</sup> sept. 1898, pp. 2368-2369; 3 oct. 1898, pp. 2377-2378.  
Voir : Gites métallifères et géologie : p. 2350.
1899. ID. — La région de Makarainga (Volafotsy) : Habitants, Géologie et Minéralogie, Faune et Flore, Thérapeutique. *Notes, Rec. et Expl.*, juin 1899, pp. 241-258.
1890. FENN. — Remarkable Rock-Cavities in Imerina. *Antan. Annual*, XIV, 1890, p. 250.
1898. FERRAND, V. — Études sur les eaux d'Antsirabe. *Notes, Rec. et Expl.*, déc. 1898, pp. 1647-1652.
- + 1899. FERRAUD (PIGNET et). — Contribution à l'étude minéralogique de Madagascar. *Notes, Rec. et Expl.*, mars 1899, pp. 87-96.
1898. FERRY. — La terre cuite dans la région de Tananarive en 1898. *Notes, Rec. et Expl.*, juin 1868, pp. 714-770.
1902. FICHOT, É. — Les côtes de Madagascar (Conférence à l'École coloniale). *Rev. Maritime*, CLIII, juin 1902, pp. 1017-1036. *Bull. Soc. Etudes col. et marit.*, 1902, pp. 217-223 et pp. 249-254. (Résumé dans *Rev. de Mad.*, sept. 1902, pp. 219-221.

- 1868, a. FISCHER. — Notes sur la géologie du sud de Madagascar. *B.S.G.F.*, [2], XXV, 1868, pp. 398-400. Obs. de MILNE-EDWARDS, MARCOU.  
*Epyornis* avec coquilles actuelles dans les dunes du rivage. — Calcaires à Nérinées. (*N. leiogyra* FISCHER).
- \* 1868, b. Id. (H. CROSSE, et —). — Note sur quelques espèces nouvelles de Madagascar recueillies à l'état fossile. *J. de Conch.*, [3], VIII (= XVI), 1868, pp. 180-187, pl. VII.  
 Formes pleistocènes, des dunes du Cap Sainte-Marie, associés à *Epyornis*.
1871. Id. — Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar. *C. R.*, LXXIII, 1871, pp. 1392-1394.  
 Existence de fossiles secondaires. Fossiles tertiaires des environs de Tulear (*Alveolina*, *Orb.* cf. *papyracea*, *Nerita Schmideliana*, *Ostrea*...). — Grande extension géographique de *N. Schmideliana*. Absence de Nummulites.
1873. Id. — Sur le terrain jurassique de Madagascar. *C. R.*, LXXVI, 1873, pp. 111-114.  
 Gisement de Tulear à fossiles oxfordiens; gisement de Moroundava à fossiles du Lias, de l'Oolithe, de l'Oxfordien. Détermination des polyptères par DE FROMENTEL.
1904. FLEURY, ED. — Considérations générales sur la région d'Antsohihy. *B. Soc. Géogr. d'Alger*, 1904, pp. 423-433, 2 pl.  
 Quelques considérations hypothétiques sur l'histoire de Madagascar et de la région de l'Antsohihy (vallée de la Loza). Granite dans l'Ambatoha\*, entre la Maevarano et l'Anjingerona\*. Sur la 2<sup>e</sup> planche, une coupe géologique schématique.
1900. FLICHE. — Note sur un bois fossile de Madagascar. *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, 1900, pp. 470-472, 1 fig.  
*Araucarioxylon madagascariense*, associé aux fossiles des environs de Diego-Suarez, signalés par A. DE GROSSOUVRE et contenant 54,39 0/0 de phosphate tricalcique.
- \* 1905. Id. — Note sur des bois fossiles de Madagascar. *B.S.G.F.* [3], V, 1905, pp. 346-358, pl. X.  
*Araucarioxylon mahajambien* du Jurassique supérieur (Lias ou Bathonien) et *Laurinoxylon albiense* de Manobato\* aux environs de Majunga.

1898. FORESTIER. — *In* POURRAT. Le Cercle d'Ankazobe. Géologie, Faune et Flore. *Notes, Rech. et Expl.*, nov. 1898, pp. 1403-1411.  
Légendes de volcans actifs à A<sup>hi</sup> dratimo, de geyser à Ankadivoribe\* (Amdranomangatsiaka\*).
1898. FRAISSEYX. — Cercle d'Ambatondrazaka : Géologie. Divisions administratives, etc. *Notes, Rec. et Expl.*, août 1898, pp. 1027-1039.
1873. DE FROMENTEL. — *In* P. FISCHER. Sur le terrain jurassique de Madagascar. *C. R.*, LXXVI, 1873, pp. 111-114.  
Description de 3 polypiers dont 2 espèces nouvelles, non figurées.
1894. FOUQUÉ. — Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques. *B. S. Min.*, XVII, 1894, pp. 283-611 ; voir pp. 565-567.  
Étude d'une phonolite néphélinique des environs de Diego-Suarez.
1899. GALLIENI. — VOIR GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE MADAGASCAR.
1900. ID. — Madagascar (1896-1900). *La Géographie*, I, 1900, pp. 1-29, 2 pl. ; voir III Géologie, minéralogie, pp. 25-28, et 2<sup>e</sup> planche, cartes n<sup>o</sup> 10 et 11.
1892. GAUTIER. — Mission Émile Gautier à Madagascar. *Ann. de Géogr.* II, 1892-1893, pp. 355-364 (cartes et croquis géologiques).
1894. ID. — *Ibid.*, III, 1894, pp. 95-98 et pp. 499-517, carte 12.
- 1895, a. ID. — *Ibid.*, IV, 1895, pp. 217-218, pp. 310-324, carte n<sup>o</sup> 16.  
(P. 500, fig. 1), Synclinal de cipolins dans l'Est de Ambatofanghana\* ; la limite des terrains sédimentaires et primitifs passe à Ankavandra : (pl. 12) un carton géologique de Tananarive à l'embouchure de la Tsiribina ; suppose une grande faille E.-W. — (P. 310), Dans l'Ouest malgache : T. cristallins ; grès, schistes et poudingues ; calcaires ; argiles. Des failles, pas de plis.
- 1895, b. ID. — Sur les terrains sédimentaires de Madagascar. *Bull. Mus.*, I, 1895, pp. 178-181.  
Nécessité de tenir compte des données stratigraphiques et pas seulement paléontologiques pour faire la carte géologique de l'île. Poix à Ankavandra, Cipolins dans les gneiss, massif basaltique à Ivohitsomba\*.

1895, c. GAUTIER. — Géographie physique de Madagascar. — *In* Guide pratique du colon et du soldat à Madagascar, 1895, pp. 1-30.

1897, a. ID. — Lettre de Madagascar. *Ann. de Géogr.*, VI, 1897, pp. 263-268.

Données géologiques sur les voyages de BOUSSAUD et GROSCLAUDE, MŒURS (Loky à Nosy Be).

1897, b. ID. — Etude géologique sur le Menabé et le Mahilaka. *Notes, Rec. et Expl.*, nov. 1897, pp. 406-412, esq. géol. [à 1/1 000 000].

Callovien de Tsiandava. Crétacé de Soramaray\*. Galets à la base des grès du début de la série sédimentaire. Description des calcaires de Bemaraha\*.

1898, a. ID. — Géologie du cercle de la Mahavavy. *Notes, Rec. et Explor.*, juillet 1898, pp. 857-861, esq. géol. [pas d'échelle].

Ammonites dans les calcaires à Ankilabila\*. Grès avec troncs d'arbres. Ilot micaschisteux entre Maliomanala\* et Bekodoka\*, granites de A<sup>hi</sup> tsambaniandro\* (500 m); témoins de grès. Roches éruptives secondaires [c'est-à-dire post-secondaires]. Bitume d'A<sup>hi</sup> tsalika\*.

1898, b. ID. — Géologie du Mahilaka, de l'Ambongo, du Mahara, Milanga et du Boueni. *Notes, Rec. et Explor.*, sept. 1898, pp. 1153-1158, esq. géol.

Sur la côte, pierres ponces; elles proviennent du Krakatoa (éruption de 1883). Roches éruptives du Kinkony\* à Belalitra\* sur la Sofia, post-crétacées. La limite des micaschistes, rarement des gneiss, coïncide avec le Sambao\*; grès, schistes et argiles avec filons éruptifs et bitume; calcaires avec lacs sans source ni déversoir. Paysage rappelant le Karst autrichien. A Namoroka, Jurassique supérieur. A A<sup>hi</sup> tromby, mélange de fossiles jurassiques et crétacés. Sables côtiers.

1898, c. ID. — Atlas de l'Ambongo. *Notes, Rec. et Explor.*, nov. 1898, pp. 1379-1395 [avec cartes].

1899, a. ID. — Atlas of Ambongo; *Antan. Annual*, XXIII, 1899, pp. 338-349 [sans cartes, traduit par BARON].

Carte géologique: pp. 1381 - 1384. (Carte géologique à 1/2 000 000).

Archipel volcanique jurassique [en réalité des basaltes post-jurassiques]. Grès et schistes [Lias] avec bois silicifiés, source de bitume (Bemorokaka\*, Analamalaza\*, Kipatso\*). Dans le Sambao\*, gneiss et micaschiste avec témoins de grès



et filons de quartz. Crétacé dans le Bouéni. Crétacé et Jurassique à Makambahy\*. Nombreuses éruptions volcaniques post-crétacées. Sables et vases récents sur la côte, près du Cap Saint-André. Couches sédimentaires horizontales; roches métamorphiques plissées, redressées à 45°-90°.

- 1899, b. GAUTIER. — Les gisements de fossiles à Madagascar. *Rev. de Mad.*, août 1899, pp. 103-110.
- 1899, c. ID. — The fossiliferous beds of Madagascar. *Antan. Annual*, XXIII, 1899, pp. 371-375 (Traduit par BARON). Voir aussi in BOULE.
1902. ID. — Madagascar. Essai de Géographie Physique. *Thèses présentées à la Faculté des Lettres*. Paris, Challamel, 1902, 1 carte géologique à 1/2 500 000.  
Travail très important. Carte sur les mêmes données que celles de BOULE (1901), quelquefois interprétées différemment.
- + 1900. GIGNEAUX. — Les productions minérales de Madagascar. *Rev. Commerciale*, 7 sept. 1900.
1899. GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE MADAGASCAR. — Guide de l'immigrant à Madagascar; 3 volumes, 1 atlas, Paris, A. Colin, 1899; I, p. 28-29, 117-119, 120, 172-174, 184-186, 263-264; II, p. 61, 139, 157, 161, 167, 175, 176, 186, 190; III, p. 76, 79, 85, 112, 177, 214, 218, 307, 322, 372.  
Renseignements disséminés, d'ordre surtout économique. Une carte géologique n° III.
1867. GRANDIDIER, ALFRED. — Notice sur les côtes sud et sud-ouest de Madagascar. *B. Soc. Géogr. Paris*, sept. 1867, pp. 384-395, 1 carte.
1871. ID. — Note sur les recherches géographiques faites dans l'île de Madagascar de 1865 à 1870. *C. R.*, LXXIII, 1871, pp. 536-540 (p. 539).  
Trois premières chaînes, secondaires (Jurassique et Crétacé). Dans le Bongou-Lava\*; granite, mic. schistes et roches métamorphiques.
- 1872, a. ID. — Madagascar. *Bull. Soc. Géogr. Paris*, [6], III, 1872, pp. 369-411.  
Aperçu géologique (p. 369-374).

- 1872, b. GRANDIDIER, ALFRED. — Une exploration à Madagascar. *Rev. Scientifique*, 11 mai 1872.
- 1883, a. ID. — La province d'Imerina. *Bull. Soc. Géogr. de Paris*, [7], IV, 1883, pp. 242-249, carte, p. 246.  
Sources thermales, sulfureuses, ferrugineuses, calcaires.
- 1884, a. ID. — La région septentrionale de Madagascar : Géographie ; soie de Madagascar ; prétendu terrain houiller du nord-ouest. *Journal Officiel*, 28 avril 1884, pp. 2101-2102.
- 1884, b. ID. — Id. *B. Soc. Géogr. Commerciale*, 1883-1884, pp. 508-512.
- 1884, c. ID. — Id. *L'Exploration*, 16 mai 1884, pp. 817-822.
- 1894, a. ID. — Du sol et du climat de l'île de Madagascar, au point de vue de l'Agriculture. *C. R.*, CXVIII, 1894, pp. 952-958.
- 1894, b. ID. — Id. *Journal d'Hygiène*, 14 juin 1894, pp. 277-283.
- 1894, c. ID. — Id. (en anglais) *Antan. Annual*, 1894, pp. 179-184.  
Voir aussi : in CROSSE, FISCHER, DE FROMENTEL, MARCOU, etc.
1897. GRANDIDIER, GUILLAUME. — L'or à Madagascar. *Bull. Comm. de Madagascar*, oct. 1897, pp. 145-160.
1902. ID. — Madagascar. Essai de Géographie physique. *La Géographie*, VI, oct. 1902, pp. 238-242.
1903. ID. — Étude géologique de l'Extrême-Nord de Madagascar (d'après M. P. Lemoine). *La Géographie*, VII, 15 juin 1903, pp. 461-462.
- 1904, a. ID. — Dérivation du cours de la Mahajamba. *La Géographie*, IX, avril 1904, pp. 290-291.
- 1904, b. ID. — Découvertes paléontologiques à Madagascar. *La Géographie*, X, déc. 1904, pp. 395-397.  
Considérations sur la découverte de fossiles sur la côte est.
- \* 1905. ID. — Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar. *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris et Nouvelles Archives du Muséum*, [4], VII, 1905; pp. 1-144, pl. I-XII.  
Madagascar était déjà une île pendant le Crétacé supérieur ; elle s'est peuplée d'animaux africains, grâce à un isthme jalonné par les Comores.  
Conclusions discutées par TROUËSSART, 1905 et 1906.

1895. GREGORY. — [Obs. à la comm. de BARON]. *Quart. Journ.*, LI, 1895, p. 92.  
 Analogie des gneiss, des roches volcaniques, des anciens bassins lacustres de Madagascar avec ceux d'Afrique. La carte de BARON semble confirmer celle de CORTESE.
1899. DE GROSSOUVRE, A. — Sur quelques fossiles crétacés de Madagascar. *B. S. G. F.*, [3], XXVII, 1869, p. 378.  
 Obs. de BOULE.  
 Fossiles sénoniens de la chaîne côtière de l'Ouest [Est] à Diego-Suarez (*Nautilus, Scaphites, Hauericeras, Brahmaïtes...*)
1867. GUIBOURT. — Sable granitique de Madagascar. *Journal de Pharmacie*, I, 1867, pp. 405-406.  
 Sable d'alluvions avec grenats venant de Tulear.
1864. a. GUILLEMIN, ED. — Notes sur une exploration géologique de Madagascar pendant l'année 1863. *C. R.*, LIX, 1864, pp. 993-996.
1864. b. Id. — [Résumé de son rapport sur le bassin houiller du nord-ouest de Madagascar]; in JULES DUVAL, *Les Colonies et la Politique coloniale de la France*, 11 p.
1866. Id. — Id. *Annales des Mines*, [6], X, 1866, pp. 277-319, pl. VII et VIII, et *Rev. de Géologie*, III, p. 363.  
 L'auteur a parcouru les 3/10 des côtes de Madagascar. Un vaste bassin houiller dont les limites extrêmes ne sont pas connues. Coupes précises relevées à Bavatoube; tout l'étage peut être regardé comme stérile. — Près de Tananarive, basaltes, grès, calcaires et argiles. — Basaltes avec coquilles marines à quelques mètres au-dessus de la mer; mouvements lents du sol. — Sainte-Marie, filons de quartz, granites et basaltes. — Presqu'île d'Antongil, granite à biotite et basaltes. — Port Louquez, chaînon granitique. — M<sup>r</sup> Renaut, M<sup>r</sup> Carré, calcaires. — Isthme de Diego-Suarez, granite et basaltes.
1867. Id. — Id. in DE RICHEMONT. Documents sur la Compagnie de Madagascar, pp. 318-322.  
 Très affirmatif sur la question du charbon (pp. 319-321). Analyse, p. 322.
1889. GUINARD (RIGAUD, — et THIBON). — Exploration du terrain houiller de la côte nord-ouest de Madagascar du 29 juillet au 21 septembre 1887. *Bull. Soc. Industrie Minérale*, [3], III, 1889, pp. 503-539.  
 Voir : RIGAUD.

1867. GUINET. — Rapport de M. — *In* P. DE RICHEMONT. Documents sur la Compagnie de Madagascar ; pp. 368-370.

Les granites font place à des calcaires entre Vohémar et la Baie d'Andrave \*. — Oursins au fort hova de Diego-Suarez [Ambohimarina].

1867. GÜNST. — Relation du voyage et du séjour à Vohémar et à Diego-Suarez de M. le Docteur — *In* P. DE RICHEMONT. Documents sur la Compagnie de Madagascar ; pp. 396-423.

Calcaire fossilifère de Diego-Suarez.

- 1889, a. HATCH, FRED. — Notes on the petrographical characters of some rocks collected in Madagascar by the Rev. BARON. *Quart. Journ.*, XLV, 1889, pp. 340-345.

Gneiss, granite, norite, pyroxénites, basaltes, trachytes et andésites (de l'Ankaratra).

- 1889, b. ID. — *Id. Antan. Annual*, XIV, 1889, pp. 108-109.

1899. HAUG, ÉMILE. — Sur le Cénomanién de Diego-Suarez (Madagascar). *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, pp. 396-397. Obs. de M. BOULE.

Cénomanién inférieur à *Schl. inflata* et gros Céphalopodes, moyen à *Ac. Mantelli* et *Turr. tuberculatus*. — Sénonien à fossiles remaniés déjà signalé par DE GROSSOUVRE. Analogies entre le Crétacé de l'Inde et Madagascar ; la découverte du Sénonien de la côte Est (MARCELLIN BOULE) n'infirme pas l'hypothèse de l'aire continentale indo-malgache.

- 1900, a. ID. — Les géosynclinaux et les aires continentales. *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, 1900, pp. 617-711, 3 fig. ; voir pp. 638, 641, 648, 651, 656-658, 680, 686, 706.

Le canal de Mozambique est un géosynclinal qui n'a pas été le théâtre de mouvements orogéniques. Le continent australo-indo-malgache s'est effondré, suivant des lignes de fractures méridiennes, laissant en saillie des massifs très étendus. Madagascar est envahi par la transgression céno-manienne ; ce fait n'empêche pas l'aire continentale d'exister comme unité géographique.

- 1900, b. ID. — (Obs. à la comm. de H. DOUVILLÉ). *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, 1900, p. 1002.

Au Crétacé supérieur et à l'Éocène, le canal de Mozambique était un détroit, non un golfe.

1902. ID. — Obs. à la comm. de M. BOULE et A. THEVENIN. *B.S.G.F.*, [4], II, 1902, p. 438.

*Turritites indicus* est un *Bostrychoceras*.

1903. HAUG, ÉMILE. — Notice sur les travaux scientifiques de M. —, Lille, *Le Bigot*, 1903, p. 37, p. 89.  
Voir les notes précédentes.
1899. HÉRAULT, P. — Les eaux minérales à Madagascar. *Rev. de Mad.*, oct. 1899, pp. 242-253.
1901. Id. — Les ressources minérales de Madagascar. *Rev. de Mad.*, déc. 1901, pp. 930-935.
- + 1854. HERLAND. — Etudes sur les volcans de Nossy-Be. *Nouv. Ann. Coloniales*, 1854.
- 1856, a. Id. — Essai sur la topographie de Nossi-Be (côte O. de Madagascar), sur sa constitution géologique et la source d'eau minérale qu'on y a découverte. *Revue Coloniale*, [2], XV, avril 1856, pp. 309-334, carte géol. en couleurs.
- 1856, b. Id. — Id. *Ann. des Mines*, [5], VIII, 1856, pp. 335-363.  
Description capitale pour la géologie de Nossy Be.
- 1856, c. Id. — L'île de la Réunion sous le rapport géologique : Analogie avec le massif central volcanique de Nossy-Be (Madagascar). *Bull. Sciences et Arts de la Réunion*, 1856, pp. 185-210.  
Résumé de 1856, a et b. Insiste sur le calcaire de Tafiambiti\*, avec Cérithes, Planorbis, Nummulites, contemporains des basaltes de Nossy Be.
- 1880, a. HILDEBRANDT, J. M. — West-Madagaskar. *Z. d. Ges. für Erdkunde zu Berlin*, XV, 1880, pp. 81-131, pl. II, 1 carte du bassin de Ranobe.
- 1880, b. Id. — Ausflug zum Ambergebirge in Nord-Madagaskar. *Ibid.* pp. 268-287, pl. VIII, 1 carte.  
Norotsangana (p. 88), collines de 20<sup>m</sup>. Lehm sableux avec débris sableux, puis granite. — Bassin de Ranobe, au-delà de Bevato\* (p. 117), plateau calcaire. — A Angazi\*, près de la vallée de la Maningoza\* (p. 127), granite. — A Nossy Be (p. 117), cratères-lacs avec *Crocodilus*. Massif d'Ambre : région basaltique ; il a atteint 530<sup>m</sup> d'altitude.
1882. HOLUB et NEUMAYR. — Über einige Fossilien aus der Uitenhage formation in Sud-Africa. *Denk. d. math. naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wiss.*, Wien., 1882, XLIV, p. 267, pl. I et II.  
Le Jurassique ressemble dans le Nord de Madagascar à celui de Cutch dans le Sud à celui du Cap. Différence de province.

1854. JANET. — In Découverte de lignite à Nossy Be et sur la côte occidentale de Madagascar en 1852. *Annales des Mines*, [5], VI, 1854, pp. 570-576.
- + 1886. JANNETAZ. — Analyse chimique et optique de l'Uranite de Madagascar. *B. S. Min.*, IX, 1886, p. 47.
- 1891, a. Id. — Note sur le talc de Madagascar. *B. S. Min.*, XIV, 1891, p. 66.
- 1891, b. Id. — Note sur quelques autres matières minérales de Madagascar. *Ibid.*, p. 67.
1900. JOLY. — Notes sur les envois de roches et de fossiles d'Ampasindava. *Bull. Mus.*, janv. 1900, p. 3.
- 1901, a. Id. — Note sur une collection de roches recueillie à Madagascar (Nord-Ouest). *Bull. Mus.*, 1901, pp. 198-200.
- 1901, b. Id. — Mission hydrographique de l'avis-torpilleur « la Rance » à Madagascar, 1899-1900. *Archives de Médecine navale*, juin 1901, pp. 401-403, une carte géologique.
- 1901, c. Id. — Phénomènes géologiques actuels sur la côte Ouest de Madagascar. *La Nature*, 22 juin 1901, pp. 54-56.
- 1901, d. Id. — Id. *Suppl. comm. et agricole au Journal officiel de Madagascar*, 30 août 1901, pp. 6161-6163.  
Voir aussi in : STAN. MEUNIER.
1883. JORE. — Les terrains miniers à Madagascar. *Bull. Soc. Etudes coloniales et maritimes*, 1883, pp. 373-382, pp. 411-421.
1905. JOUBERT, JOSEPH. — La Paléontologie à Madagascar et au Pôle Antarctique. *Ibid.*, janvier 1905, pp. 43-49.
1904. KEANE. — Africa (Stanford's Compendium of Geography); II, pp. 597-630; carte à 1/5 977 382.  
*Geology*, pp. 607-608.
1887. KELLER. — *Reisebilder aus Ost-Afrika und Madagascar*. Leipzig. 1887, 342 p.
1898. Id. — *Die Ostafrikanischen Inseln*. Berlin, Schall, 1898, 5 Mark, 130 p., carte géologique en couleurs.  
(P. 16). Cratères-lacs et eaux chaudes (44°) de Nossy-Be; granite de Lokobe. Madagascar est un ancien horst.

1901. KERMORGANT, A. — Eaux thermales et minérales des colonies françaises. *Arch. d'hygiène et de médecine coloniale*, IV, 1901, pp. 240-248 ; (pp. 236-244).  
 Nombreuses analyses et mentions d'eaux minérales de Madagascar ; quelques-unes relatives à la région Nord-Ouest.
1893. LACROIX, ALFRED. — Les enclaves des roches volcaniques. Paris, 1893).  
 (P. 536). Leucite, à aspect extérieur de basalte, recueillie par CATAT au Tsiarafajovana.
- 1893 à 1901. Id. — Minéralogie de la France et de ses colonies, (Passim).
1894. Id. — Épidote de Madagascar. *B. Soc. Min.*, 1894, pp. 119-120.
1898. Id. — *Mat. p. l. Min. de M. I.* Zéolites et minéraux cuprifères du Bekiakly ; II. Quartz du Mont Anjiakely ; III. Diopside blanc des cipolins de la vallée de la Kiranomena (Betsisiry). *Bull. Mus.*, IV, 1898, pp. 291-293.
1899. Id. — *Id.* IV. Brochantite d'Ambatofangehana (Province d'Ambositra) ; V, Tourmaline et Klaprothite de Betafo, *Bull. Mus.*, V, 1899, pp. 318-328.
- 1900, a. Id. — Sur les granites et syénites quartzifères à ægyrine, arfverdsonite et ænigmatite de Madagascar. *C. R.*, CXXX, 1900, pp. 1208-1211.  
 Ces roches rares ont été trouvées dans l'Ambongo, la baie de Passandava, le bassin du Mangoro.
- 1900, b. Id. — Sur la composition minéralogique des teschenites. *C. R.*, CXXX, 1900, pp. 1271-1274.  
 Une partie de ces teschénites vient de la baie de Passandava, région riche en roches sodiques.
- 1900, c. Id. — Sur les gneiss aurifères de Madagascar. *B. S. Min.*, XXIII, 1900, p. 243.
- 1900, d. Id. — Sur les minéraux des gîtes métallifères de Ambatofangehana (Madagascar). *Bull. Soc. Min.*, XXIII, 1900, p. 248.
- 1901, a. Id. — Sur l'origine de l'or de Madagascar. *C. R.*, CXXXI 1901, p. 180.

- 1901, b. LACROIX, ALFRED. — *Id. Bull. Soc. Études coloniales et maritimes*, 1901, pp. 223-224.

L'or joue, dans des quartzites à magnétite et dans des gneiss, le même rôle que la magnétite; c'est un élément normal, un minéral primordial de ces roches. Comparaison avec quelques autres faits analogues connus.

- 1901, c. *Id.* — Sur la province pétrographique du nord-ouest de Madagascar. *C. R.*, CXXVII, 1901, pp. 439-441. Errata, p. 448.

Granites, syénites néphéliniques, teschérites, gabbros augitiques avec hornblende barkéviciite. — Trachytes et phénolites néphéliniques. Roches riches en alcalis; il en serait de même des roches volcaniques récentes. — Cette province se prolongerait, à l'Ouest, au Sud, au Nord (Tinguaitte de Diego-Suarez).

- 1901, d. *Id.* — Sur la Kaolinite cristallisée de Nossi-Be. *B. S. Min.*, XXIV, 1901, pp. 34-35.

- 1902, a. *Id.* — Description de la Grandidierite. *B. Soc. Min.*, XXV, 1902, p. 85.

- 1902, b. *Id.* — Sur la Klaprothine de Madagascar. *B. S. Min.*, XXV, 1902, p. 115.

- 1902, c. *Id.* — Minéralogie. — *Madagascar au début du XVe siècle*, Paris, Rudeval, 1902, pp. 65-107, fig. 44-64.

- 1902, d. *Id.* — *Mat. p. l. Min. de M.* Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava. *Nouvelles Archives du Museum*, [IV], IV, 1902, pp. 1-214, pl. I-IX.

- 1903, a. *Id.* — *Id. Id. Ibid.*, [IV], V, 1903, pp. 171-254, pl. VII à XIV.

Description complète des roches reçues de cette région étude des granites et syénites alcalins et de leurs phénomènes de contact.

Travail capital pour la pétrographie de Madagascar.

- 1903, b. *Id.* — Sur les granites à ægyrine et riebeckite de Madagascar et sur leurs phénomènes de contact. *C. R.*, CXXXVII, 1903, pp. 533-535.

- 1903, c. *Id.* — Constitution minéralogique de Madagascar; ses volcans; ses pierres précieuses. *C. R. du Congrès des Sociétés savantes à Paris en 1902*; Paris, 1903, pp. 53-54.



1903, d. LACROIX, ALFRED. — Notice sur les travaux scientifiques de M. — Paris, Béranger, 1903, pp. 11, 13, 21, 33, 47, 68-73, 82.

Résumé de ses travaux antérieurs, en particulier du mémoire sur les roches de Passandava. — Analogie avec les roches de même nature de Tahiti.

\* 1896. LAMBERT, J. — Note sur quelques Échinides crétacés de Madagascar. *B. S. G. F.*, [3], XXIV, 1896, pp. 313-332, pl. X-XIII.

Oursins du Sénonien de Diego-Suarez, communiqués par St. MEUNIER et M. BOULE, rapportés par ALLUAUD, CORIDON, FOURNIER. Dessin et description de 2 espèces non figurées de COTTEAU et de 5 nouvelles. — Analogies avec le Danien des Pyrénées, le Sénonien d'Algérie et de Tunisie.

\* 1903. ID. — Note sur quelques nouveaux Échinides crétacés de Madagascar. *B. S. G. F.*, [4], III, 1903, pp. 76-88, pl. III, fig. 1-11.

*Homæaster Ardouini* Lb., etc., du Sénonien de la montagne des Français; *Salenidia Boulei* Lb., *Discoides decoratus* Lb., du Sénonien, de l'Albien de Besarotro\* (S.-O.); *Epiaster nutrix* Lb., *Hemiasler*, de Fanivelona.

\* 1905. ID. — (M. BOULE, A. THEVENIN avec la collaboration de —). *Paléontologie de Madagascar*. I. Fossiles de la côte orientale de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, I, pp. 43-59, pl. I-II.

1904. LEMOINE, GEORGES. — Voir : — et PAUL LEMOINE (1904, c.).

1902. LEMOINE, PAUL. — Formations géologiques, in Diego-Suarez, brochure publiée par le Gouvernement général de Madagascar. Tananarive, 1902; pp. 19-26.

1903, a. ID. — [Obs. à la comm. de M. J. LAMBERT]. *B. S. G. F.*, [4], III, 1903, p. 88.

1903, b. ID. — Sur la géologie de la Montagne des Français, Madagascar. *C. R.*, CXXXVI, 1903, pp. 570-572.

1903, c. ID. — L'Extrême-Nord de Madagascar. *Rev. de Mad.*, 1903, 1<sup>er</sup> sem., pp. 336-337.

1903, d. ID. — La région de Diego-Suarez. *Journal officiel de Madagascar*, 18 et 22 avril 1903, pp. 9115-9147 et 9164-9166.

1903, e. ID. — Rapport sur une mission géologique dans le Nord de Madagascar. *Rev. Coloniale*, 1903, pp. 423-456.

- 1904, a. PAUL LEMOINE. — Sur la présence de l'Oligocène à Madagascar. *C. R.*, CXXXVIII, 1904, pp. 311-313.
- 1904, b. Id. — Mission scientifique dans le Nord de Madagascar. Rapport de M. — à M. le ministre de l'Instr. Publ. et des Beaux-Arts. *Journal officiel de Madag.*, 16, 20, 23 avril 1904, pp. 10910-10912, 10926-10928, 10940-10947.
- 1904, c. Id. — (GEORGES LEMOINE et —). — Étude chimique et géologique de diverses sources du Nord de Madagascar. *C. R.*, CXXXIX, 1904, p. 248.
- 1904, d. Id. — et ROBERT DOUVILLÉ. — Résultats paléontologiques et stratigraphiques de l'étude des Lepidocyclines. *B. S. G. F.*, [4], IV, pp. 347-350. Obs. de M. BOULE et G.-F. DOLLFUS.
- \* 1904, e. Id. — et ROBERT DOUVILLÉ. — Sur le genre *Lepidocyclina* Günbel. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie*, t. XII, 42 p., 3 pl.  
Lépidocyclines de Madagascar. *Lep. Gallieni, L. Morgani, L. Raulini, L. Joffrei.*
- 1905, a. Id. — [Observation à la communication de M. THEVENIN]. *B. S. G. F.*, [4], V, 1905, p. 48.
- 1905, b. Id. — Sur le Jurassique d'Analalava (Madagascar), d'après les envois de M. COLCANAP. *B. S. G. F.*, [4], V, 1905, pp. 578-580.
- 1905, c. Id. — Notes infrapaginales, in COLCANAP (1905).
- 1906, a. Id. — Notes infrapaginales, in COLCANAP (1906, a).
- \* 1906, b. Id. — (M. BOULE, — et A. THEVENIN). — *Paléontologie de Madagascar. Les Céphalopodes du Crétacé de Diego-Suarez. Annales de Paléontologie*, 1906 (À l'impression).
1854. LOMBARDEAU. — In Découverte de lignite à Nossi-Be et sur la côte occidentale de Madagascar. *Annales des Mines*, [5], VI, 1854, p. 570.
- \* 1895. LYDEKKER, R. — On bones of a Sauropodous Dinosaur from Madagascar. *Quart. Journ.*, LI, 1895, pp. 329-336, 6 fig.  
Ossements recueillis par LAST, à 20 milles à l'E. de la baie de Narinda. Types du Jurassique d'Angleterre; deux espèces nouvelles.

1868. MARCOU. — [Obs. à la comm. de FISCHER]. *B.S.G.F.*, [2], XXV, 1868, p. 400.  
Les Nerinées n'indiquent pas nécessairement le Jurassique dans les régions australes.
1872. ID. — Carte géologique de la Terre. 2<sup>e</sup> éd.  
[Madagascar a été coloriée d'après les indications de A. GRANDIDIER].
1863. MELLER, C. — On the Botany, Geology, etc. of the country between Tamatave and Antananarivo in Madagascar, *The Journal of the Royal Asiatic Soc.*, XX, 1863, pp. 388-396.
1898. MERIENNE-LUCAS. — Les phénomènes sismiques à Madagascar. *Notes, Rec. et Expl.*, 31 mars 1898, pp. 307-318.  
Liste des tremblements de terre observés à Madagascar.
- + 1905, a. MEUNIER, F. — Sur une nouvelle espèce de *Toxorrhina* du copal récent de Madagascar. *B. Soc. Sciences Naturelles d'Elbeuf*, 1905.  
*Toxorrhina madagascariensis*.
- + 1905, b. ID. — Sur quelques diptères Cecidomyidæ, Tachininæ, Chloropinæ, Phordæ et un hyménoptère [Chalcididæ] du copal récent de Madagascar. *Miscellanea Ent.*, XIII, 1905, pp. 89-94, 1 pl. (Narbonne).
1893. MEUNIER, STANISLAS. — Fossiles malgaches. *Le Naturaliste*, août 1893, pp. 175-176, 3 fig.  
*O. frons*, *O. santoniensis*, *O. columba* à Mahamayo<sup>\*</sup>.
1901. ID. — Sur une collection de roches recueillies à Madagascar par M. JOLY. *Bull. Mus.*, VIII, 1901, p. 198-200.  
Les syénites et autres roches (voir LACROIX) se trouvent sur 3 alignements: I. Lobobe, N. Komba, Ankify, Sambirane. — II. Tany Kely, Mailaka<sup>\*</sup>, Banc du Touareg. — III Kivondji, Anlisoa, Ancazo Beravino. Les assises liasiques se trouvent entre II et III.
1902. MORICEAU. — Le Nord de la province de Majunga. *Rev. de Mad.*, VII, 1902, pp. 521-549; p. 529, pp. 536-537, p. 545.  
Basaltes et bois fossiles du Bongo-Lava. — Dolomies et calcaires jaunes à Gryphées de Antanafato<sup>\*</sup>.

1903. MOUNEYRES et BARON. — Rapport sur une tournée géologique effectuée dans l'Ouest et le Nord-Ouest de Madagascar. *Journal officiel de Madagascar*, 16 mai 1903, pp. 9921-9924.
1904. ID. — Id. *Bull. Économ.*, 1904, 1<sup>er</sup> trim., pp. 1-20.
1905. ID. — Id. *Rev. Coloniale*, 1905, pp. 1-23 et 65-83.  
Voir aussi in H. DOUVILLÉ, 1904.
- Basaltes et trachytes (à ægyrine et néphéline) du Lac Ifasy (nombreux volcans). Gisement de Lémuriens. Schistes cristallins amphiboliques avec dômes de diorite. Basaltes de l'Ambongo et du Menabe. Grès triasiques et roches sédimentaires (voir H. DOUVILLÉ, 1904). L'îlot de roches cristallines de l'Ambongo est formé par des granites et des gneiss.
1875. MULLENS, J. — On the central provinces of Madagascar. *R. Geogr. Soc. Proc.*, XIX, 1875, pp. 182-202. — *Geogr. Soc. Journal*, XLV, 1875, pp. 128-152, 1 carte.
- Les îles Farquhar, Seychelles, Rodriguez, Calvados relient les Maldives et Laquedives à Madagascar : ce sont les parties les plus importantes d'un continent occupant une grande partie de l'Océan Indien. Au centre de Madagascar, gneiss, granite, volcans. Volcans à la Montagne d'Ambre, Nossy-Be Mayotte, île Johanna \*.
1877. ID. — Recent journeys in Madagascar. *R. Geogr. Soc. Proc.*, XXI, 1877, pp. 155-173. — *Geogr. Soc. Journal*, XLVII, 1877, pp. 47-72.
- Calcaire à Majunga. Argile sableuse rouge formant terrasse. Éruptifs volcaniques.
1899. MUNIER-CHALMAS. — [Sur des Ammonites de Ampandramahala, Madagascar]. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, p. 125.
1903. ID. — Notice sur les travaux scientifiques de — ;  
Lille, Le Bigot, 1903, p. 94.
- Nombreux *Perisphinctes* analogues à ceux de Russie et de l'Est-Africain. *Aspidoceras*, etc.
- + 1897. MÜNTZ, A. — Analyse des terres aux environs de Tananarive. *Journal officiel de Madagascar*, 27 mai 1897, p. 524.
1900. ID. et ROUSSEAU, E. — Étude sur la valeur agricole des terres de Madagascar. *Bull. Ministère de l'Agriculture*, 1900, n° 5, pp. 910-1123.

- 1901, a. MUNTZ, A. et ROUSSEAU, E. — Id. *Annales de la Science agronomique française et étrangère*; Paris-Nancy, 1901, pp. 1-253.
- 1901, b. Id. — Études sur la valeur agricole des terres de Madagascar. *C. R.*, CXXXII, 1901, pp. 451-456.
1903. Id. — Carte agronomique de Madagascar. *Bull. Econom.*, 3<sup>e</sup> trim. 1903, pp. 251-285.
- 1833, a. MURCHISON (RODERICK IMPEY). — [Lecture d'une lettre de TELFAIR à JOHNSTONE]. *Proceedings of the geological Society of London*, I, 1833, p. 479.  
Conglomérat récent de Madagascar avec molaire d'*Hippopotamus*.
- + 1833, b. Id. — [Id. ?] *Philosophical Magazine*, III, 1833, p. 231.
1882. NEUMAYR. (HOLUB et —). — Ueber einige Fossilien aus der Uitenhage formation in Süd-Africa. *Denk. d. math-naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wiss.*; Wien, XLIV, 1882, p. 267, pl. I et II.  
Le Jurassique dans le Nord de Madagascar ressemble à celui de Cutch, dans le Sud à celui de l'Afrique du Sud. — Différence de province.
1883. Id. — Ueber klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit. *Ibid.*, XLV, 1883, pp. 277-310, 1 pl.  
(P. 100). Caractère alpin des Ammonites de Madagascar.
1885. NEUMAYR. — Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Ibid.*, L, 1885; pp. 59-148; p. 55 [III].  
Calcaires à Nérinées et à Ammonites, à caractère alpin.
1889. Id. — Ueber einige Belemniten aus Centralasien und Süd-Afrika und über den Canal der Belemniten. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1889, n<sup>o</sup> 2, p. 52.
1890. Id. — Ueber neuere Versteinerungsfunde auf Madagascar. *Neues Jahrbuch*, 1890, pp. 1-9.
- \* 1889. NEWTON, R. BULLEN. — Notes on the fossils from Madagascar, with descriptions of two new species of Jurassic Pelecypoda from that Island. *Quart. Journ.*, XLV, 1889, pp. 331-333, pl. XIV.  
Bibliographie. — Liste des fossiles récoltés; 10 espèces figurées dont 2 nouvelles: *Astarte Baroni*, *Sphaera madagascariensis*.

- 1889, b. NEWTON, R. BULLEN. — Id. *Antan. Annual*, XIII, 1889, pp. 107-108.
- \* 1893, a. ID. — On the discovery of a secondary reptile in Madagascar: *Steneosaurus Baroni* with reference to some post-tertiary vertebrate remains from the same country. *Geol. Mag.*, 1893, p. 193-197, pl. IX.
- 1893, b. ID. — Id. *Antan. Annual*, XVII, 1893, p. 21-28.  
*St. Baroni* a été trouvé à 2 milles au Sud de Andranosamonta.
- \* 1895, a. ID. — On a collection of fossils from Madagascar, obtained by the Rev. BARON. *Quart. Journ.*, LI, 1895, pp. 72-92, pl. II et III.  
 Liste des fossiles connus alors à Madagascar. Bibliographie. Description d'espèces nouvelles.
- 1895, b. ID. — On a collection of fossils from Madagascar. *Antan. Annual*, XIX, 1895, pp. 304-315.
- 1895, c. ID. — On the occurrence of *Alectryonia unguolata* in S. E. Africa (and Madagascar). *Journ. of Conch.*, 1895, pp. 136-140.
1896. ID. — Notes on the structure of some Limestones from Madagascar. *Antan. Annual*, XX, 1896, pp. 419-420.
1899. NEWTON, E. T. — A contribution to the history of Eocene siluroïd Fishes. *Proc. Zool. London*, 1899, pp. 201-207 (voir p. 206).
1896. ID. — A new otolith from Madagascar. *Antan. Annual*, XX, 1896, pp. 417-418.  
*Arius Baroni* n. sp. d'Ankoala\* (Eocène?).
- + 1899. PIGNET et FERRAUD. — Contribution à l'étude minéralogique de Madagascar. *Notes Rec. et Expl.*, mars 1899, pp. 87-96.
1898. PRINCE. — Une mission dans l'Ambongo, le Milanja et le Boueni. *Notes, Rec. et Expl.*, 31 mars 1898, pp. 318-352.  
 Géologie, pp. 347-348. Cuivre natif de Bekiady et d'Anjakely. Fossiles au lac Kinkony.

1898. POURRAT. — Le Cercle d'Anjozarobe ou pays des Mandiavato. *Notes, Rec. et Expl.*, 30 nov. 1898, pp. 2397-1461. (Géologie, Faune, Flore, pp. 1403-1414, par L. FORESTIER).
1899. PIGNIER. — [Analyse de charbon]. *Journal des Débats*, 16 juin et 29 juin 1899; *Rev. de Mad.*, n° 1, 10 juillet 1899, p. 67.
1900. PRIOR, G.-T. — Hornblende-basalte and limburgite from the Soudan. *Miner. Magaz.*, XVII, 1901, p. 89-90.  
Mélilitites de Amparafaravola.
1902. RENAULT. — [Détermination de Gymnospermes du Trias], in GAUTIER, Thèse, 1902, pp. 67-68.
1867. DE RICHEMONT, P. — Documents sur la Compagnie de Madagascar, précédés d'une notice historique, publiés par les soins de M. le Baron —. Paris, 1867, 430 p. Contient les rapports de CACHIN (pp. 371-393 et pp. 393-396), COIGNET (pp. 428-495), GUILLEMIN (pp. 318-322), GUINET (pp. 322-336 et pp. 336-371), GÜNST (pp. 396-423).
1889. RIGAUD. (—, GUINARD et THIBON.) — Exploration du terrain houiller de la côte nord-ouest de Madagascar du 29 juillet au 21 septembre 1887. *Bull. Soc. Industrie Minière*, [3], III, 1889, pp. 503-509.  
Étude soignée de la côte nord-est entre Nossy-Faly et Nossy-Saba. Indications sur la nature des couches et leur pendage. Les grès et schistes de la Baie d'Ampasindava seraient permien. Aucun gisement de charbon exploitable.
1901. SCHLÖESING, TH. — Recherches sur l'état de l'alumine dans des terres végétales. *C. R.*, CXXX, 1901, pp. 1203-1232.  
Les terres de Madagascar contiennent de l'Alumine libre ou un silicate de cette base très attaquant par une solution diluée de soude.
1893. SHAW, G. A. — The arab element in south-east Madagascar. *Antan. Annual*, XVII, 1893, p. 99.  
Voir p. 105 : Fer exploité au Betsileo. Pas d'or. Roches volcaniques.

1879. SIBREE, J. — Observations on the physical geography and geology of Madagascar. *The Nature*, XX, 1879, pp. 368-372.  
 Sur les hauts-plateaux, roches primaires et cristallins. Action volcanique récente à Nossy-Be et au lac Ifasy. — Fossiles néocétiens recueillis par RICHARDSON à la baie Saint-Augustin\* (1877). — Sur la côte Est, le Dr VINSON dit avoir vu des grès jaunes avec fossiles.
1895. ID. — Malagasy place-names. *Antan. Annual*, XIX, 1895, p. 401-413.  
 Nombreux cônes volcaniques éteints du centre de Madagascar ; plusieurs noms signifiant le feu (p. 408).
1821. SOWERBY. — The Mineral Conchology of Great Britain. London, 1821, vol. III, p. 171.  
*Isocardia minima* Sow. du Cornbrash trouvée à Madagascar.
1895. SUBERBIE, L. — Les gisements aurifères de Madagascar. *Rev. gén. Sc.*, VI, 1895, pp. 715-717, 2 fig.
- 1885 et 1888. SUESS. — Das Antlitz der Erde. Wien ; I, 1885, pp. 531-538 ; II, 1888, p. 259 et p. 347.
- 1897 et 1900. SUESS. — La Face de la Terre (Traduction française). Paris, A. Colin, I, 1897, pp. 528-531 ; II, 1900, pp. 332, p. 456.  
 Résumé des connaissances acquises. Importance des failles.
1833. TALFAIR. — [Lecture d'une lettre de — à JOHNSTONE]. In MURCHISON. *Proceedings of the Geological Society of London*, I, 1883, p. 479.  
 Voir : MURCHISON.
- 1902, a. THEVENIN, A. (M. BOÛLE et —). — Notes sur la géologie et la paléontologie de Madagascar. *B. S. G. F.*, [4], II, 1902, pp. 433-437, 1 carte à 1/800 000. Obs. de HAUG, THEVENIN, BOULE, KILIAN.  
 Fossiles du Menabe.
- 1902, b. ID. -- [Observation]. *Ibid.*, p. 438.
- 1905, a. ID. — Fossiles d'âge albien provenant du N.-O. de Madagascar. Obs. de PAUL LEMOINE. *B. S. G. F.*, [4], V, 1905, pp. 483-484.
- 1905, b. ID. — [Notes infrapaginales], in COLCANAP, 1905, a.



- 1905, c. THEVENIN, A. — [Notes infrapaginales], in COLCANAP, 1905, b.
- \* 1905. d. ID. (M. BOULE et — avec la collaboration de J. LAMBERT). — *Paléontologie de Madagascar*. I. Sur de nouveaux fossiles de la côte orientale. *Annales de Paléontologie*, I, 1905, pp. 49-59; pl. I et II.
- 1905, e. ID. — Les fossiles à Madagascar. *Revue Coloniale*, oct. 1905, pp. 577-590.
- \* 1906. ID. (M. BOULE, P. LEMOINE et —). — *Paléontologie de Madagascar*. Les Céphalopodes du Crétacé de Diego-Suarez. *Annales de Paléontologie*, 1906 (A l'impression).
1889. THIBON. (RIGAUD, GUINARD et —). — Exploration du terrain houiller de la côte nord-ouest de Madagascar du 29 juillet au 21 septembre 1887. *B. Soc. Industrie minérale*, [3], III, 1889, pp. 503-509.
- Voir: RIGAUD.
1889. TOPLEY. — [Obs. à la comm. de BARON]. *Quart. Journ.*, XLV, 1889, p. 339.
- \* 1904. TORNQUIST. — Ueber eine eocäne Fauna der Westküste von Madagaskar. *Abhandl. der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, XXVII, 1904, pp. 323-337, pl. XLVI.
- Description et figures de quelques espèces nouvelles d'Échinides et de Polypiers, provenant de Majunga.
1905. TROUËSSART. — Mammifères. *Rev. critique de Paléozoologie*, IX, oct. 1905, pp. 171-180.
1906. ID. — Mammifères. Rectification. *Ibid.*, X, 1906, pp. 8-10.
- Analyse (pp. 173-177) du travail de G. GRANDIDIER, 1905. S'élève contre les conclusions relatives à la Lémurie. Les Lémuriens d'Afrique ont des relations étroites avec les Lémuriens d'Asie, très éloignées avec ceux de Madagascar.
1897. VALLET. — De Tamatave à Ambatondrazaka. *Notes, Rec. et Expl.*, 30 sept. 1897; pp. 215-231.
- Dunes de sables aux environs de Tamatave, limitées à l'Ouest par une « véritable falaise » granitique (p. 217).

1876. VÉLAIN. — Étude microscopique des roches volcaniques de Nossi-Be. *C. R.*, 1876 ; p. 1206.
- 1877, a. Id. — Id. *Bull. hebdom. Assoc. sc. France* ; n° 482 ; 1877.
- 1877, b. Id. — L'île de Nosybé, près Madagascar. *La Nature*, 1877, pp. 23-26 et pp. 55-58.
1883. Id. — *In DEBLENNE 1883* ; pp. 12-13.
1899. VILLIAUME. — Sur une coupe de Madagascar, dressée par M. — , présentée par H. DOUVILLÉ. *B.S.G.F.*, [3], XXVII, 1899, pp. 385-394, 1 fig. Obs. de DOLLFUS et BOULE.  
Voir : H. DOUVILLÉ, 1899.
1902. Id. — Mission Villiaume. *Journal Officiel de Madagascar*, 25 juin 1902, pp. 7642-7643, 1 pl.  
Premiers résultats du sondage d'Ankaramy.
1903. Id. — Rapport sur les recherches de gites de combustible minéral et de métaux utiles à l'industrie dans le Nord-Ouest de Madagascar. *Bulletin économique*, 1<sup>er</sup> trim. 1903, III, 1, pp. 15-31, pl. et cartes.  
Coupe du sondage d'Ankaramy. Quelques données sur les recherches infructueuses antérieures.
1903. VIVIE. — Géographie médicale. Région Nord-Ouest de Madagascar. *Arch. d'Hygiène et de Médecine Coloniale*, VI, 1903, pp. 367-420.
- 1903 et 1904. VOELTZKOW, A. — Berichte über eine Reise nach Ost-Afrika zur Untersuchung der Bildung und des Aufbaues der Riffe und Inseln des westlichen Indischen Ozeans. *Z. der Ges. für Erdk. zu Berlin*, 1903, p. 560 ; *Ibid.*, 1904, pp. 274-301 et pp. 426-451.  
Europa se relierait par des hauts fonds à Juan de Nova ; Europa est bordé par un seuil de 1 m. environ. On a affaire à un récif bâti sur un seuil sous-marin qui va de Bassas da India aux rochers d'Europa.
1895. WATTS. — [Obs. à la comm. de BARON]. *Quart. Journ.*, LI, 1895 ; p. 72.  
Analogie des gneiss de Madagascar avec ceux des N.-W. Highlands,

1895. WOODWARD. — [Obs. à la comm. de BARON]. *Quart. Journ.* LI, 1895, p. 92.
1900. ZEILLER, R. — Sur les végétaux fossiles recueillis par M. VILLIAUME dans les gîtes charbonneux du Nord-Ouest de Madagascar. *C.R.*, CXXX, 1900, pp. 1570-1573.

Espèces de l'Infra-lias, du Lias, du Jurassique inférieur au même niveau ; analogie avec l'Europe et l'Inde : uniformité de la flore du globe à l'époque jurassique.

---

## DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE

Préliminaires (sens des principaux mots malgaches) ; I. Bobaomby ; II. Isthme du Courrier ; III. Baie de Diego-Suarez ; IV. Montagne des Français ; V. Massif d'Ambre ; VI. Vallée de Rodo et Analatamba ; VII. Andrafiarena (Muraille de l'Ankarana) ; VIII. Vallée de Loky ; IX. Région côtière ; X. Région des terrains anciens ; XI. Nosy Be ; XII. Ambavatoby ; XIII. Cercle d'Analalava.

La région que j'ai étudiée est, dans son ensemble, une région assez naturelle ; c'est celle où affleurent les terrains sédimentaires qui constituent tout le bord ouest de l'île de Madagascar.

Cette région est limitée, au Nord et à l'Ouest par la mer, au Sud par la Loza ; à l'Est, sa limite suit approximativement celle des terrains sédimentaires et des terrains cristallins, restant tantôt en deçà, tantôt au delà, suivant les sujétions du trajet.

L'Extrême-Nord de Madagascar était très peu connu, même au point de vue géographique, lorsque j'en ai abordé l'étude géologique. Aussi, bien que j'aie déjà donné ailleurs (1902, b) les caractères principaux des régions que j'ai parcourues, je crois utile de décrire brièvement le pays au point de vue géographique.

La carte, jointe à ce travail, donnera tous les détails (1).

(1) La plupart des localités malgaches, citées dans ce travail, pourront être retrouvées sur les cartes ci-jointes ; la table des localités indique leur emplacement et facilite les recherches.

Ainsi que je l'ai déjà dit, pour éviter des recherches inutiles, j'ai marqué d'un signe spécial (\*), les noms qu'on ne trouvera pas sur ces cartes, il s'agit d'ailleurs presque toujours de noms cités par d'autres auteurs et relatifs à des régions que je n'ai pas parcourues.



*Tany* : la Terre ; suivi d'un adjectif, c'est un mot qui reviendra souvent dans la nomenclature. Les points désignés sous le nom de *Tanyfotsy* (Terre blanche), dans le Massif d'Ambre, s'appliquent généralement aux accumulations de cendres volcaniques silicifiées.

*Tana* : le Village.

*Rano* : l'Eau ; c'est un mot très usité pour désigner les rivières et par extension les villages situés sur le bord de ces rivières : il est alors accompagné d'un adjectif, servant à qualifier l'eau de la rivière. Ex. : *Tsararano*, la bonne eau.

*Rafia* : sorte de palmiers, très abondant dans le Nord de Madagascar.

*Ambodi* (en dialecte sakalave *Amboli*) : au pied de... ; suivi généralement d'un nom d'arbre, il désigne les villages primitivement établis au pied d'un arbre de cette espèce. Ex. : *Ambodi madiro*, au pied du tamarinier.

*Vato* : la Pierre (1) : Ex ; *Vatomainty*, la pierre noire.

*Saha* : la Vallée ; Ex. : *Antsahabe*, la grande vallée.

*Ambohi* : la Montagne.

*Nosy* : l'île (en dialecte sakalave : *Vario*).

La plupart des noms de localités sont précédés du préfixe *An* (pour *Aminy*) qui signifie *l'endroit où*. Ex : *Andrafiarana*, l'endroit où il y a des rafias rouges. Ce préfixe a été souvent omis par les auteurs anciens ; Ex : *Ampasindava* l'endroit où il y a du sable long, a été souvent écrit *Pasindava* (ou même *Passandava*), ce qui est une erreur ; si l'on veut supprimer le préfixe *An*, il faut rendre au substantif sa consonne primitive et écrire *Fasindava*. De même *Ambavatoby* a été écrit incorrectement *Bavatoby* ou *Bavatoube*, ce qui, en tous cas, devrait s'écrire *Vavatoby* (la bouche du camp).

Je rappellerai enfin qu'en malgache dans la majeure partie des cas, la voyelle finale est muette et que l'o se prononce *ou*. Ainsi *Rodo* se prononcera (*Roude*) et *Hova* (*Houve*).

Quelques mots entrent si fréquemment dans la composition

(1) Ce mot désigne généralement une pierre dure, difficile à briser ; il s'applique par suite aux roches éruptives (granite, basalte...) très rarement aux calcaires.

des noms de lieux que j'ai été souvent obligé de les écrire en abrégé, notamment sur la carte ou dans la légende des coupes.

A<sup>no</sup> — *Andrano* — où il y a de l'eau.

A<sup>di</sup> — *Amboli* (en dialecte sakalave *Amboli*) — Au pied de.

A<sup>fia</sup> — *Andrafia* — où il y a des rafias.

A<sup>ha</sup> — *Antsaha* — où il y a une vallée.

## I. — BOBAOMBY

Le Bobaomby, au Nord de la Baie de Diego-Suarez, est une presqu'île isolée du reste de Madagascar et assez différente au point de vue géologique et géographique (1).

Au point de vue géologique, elle est surtout caractérisée par la présence des couches d'âge oligocène, jadis inconnues dans le reste de l'île.

Au point de vue géographique, ce qui frappe surtout, ce sont les profondes découpures de son rivage. Elles sont particulièrement nettes sur la côte ouest.

Baie *Lotsoina* ;

Baie *Robinson* = Baie *Ampanasa*, non Baie *Lotsoina* (2).

Baie *Jenkinson* = Baie *Ampanasina* ;

Port *Liverpool* = Baie *Ambavanibe* ;

Sur la côte Est, les baies sont moins larges et c'est plutôt par des espèces de canaux étroits encombrés de palétuviers que la mer pénètre dans l'intérieur :

Rivière du *Sud du Cap d'Ambre* ;

Rivière de *Vatozanahary* ;

Rivière de *Tsimarenmakia* ;

Rivière de *Bedara-Be* (et bras de *Bedara-Kely*) ;

Rivière d'*Andovoko*.

J'utiliserai le nom générique malgache « andovoko » pour

(1) Sur le Bobaomby voir : SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE. De la baie de Rigny au Cap Voailava ; n° 4.953. — 1896.

(2) Comme toutes les cartes l'indiquent à tort.

désigner ces canaux marins à travers les calcaires coralliens (Voir pl. I, photographie d'un de ces *andovoko*).

Au Sud, également, la baie de Diego-Suarez et la baie du Courrier découpent profondément le Bobaomy (Baie du Tonnerre, Baie des Cailloux-Blancs, Baie de Tsiala, Baie Amponkara, Baie Mirvana, Baie Antsansa).

Une autre caractéristique de Bobaomy est la présence de hauts pitons isolés (fig. 2), préservés de l'érosion par des coulées de basalte, qui s'élèvent rapidement au-dessus du niveau général des terres. Une vue d'ensemble, due à M. le lieutenant de vaisseau ADIGARD, en a été donnée sur la carte du Service hydrographique (carte n° 4953); très exacte dans l'ensemble, cette vue comporte dans les détails une certaine part d'interprétation. GAUTIER (1902, Thèse, p. 20) l'a reproduite, en teintant comme calcaire le massif de la Table; c'était là de sa part une simple hypothèse qui ne s'est pas confirmée; je n'ai trouvé dans ce massif de la Table que des basaltes.

Je donne ci-dessous la liste de ces pitons avec leurs altitudes. Déterminées avec précision par les ingénieurs hydrographes, la position et l'altitude de ces sommets constituent des repères précieux pour la topographie du Bobaomy.

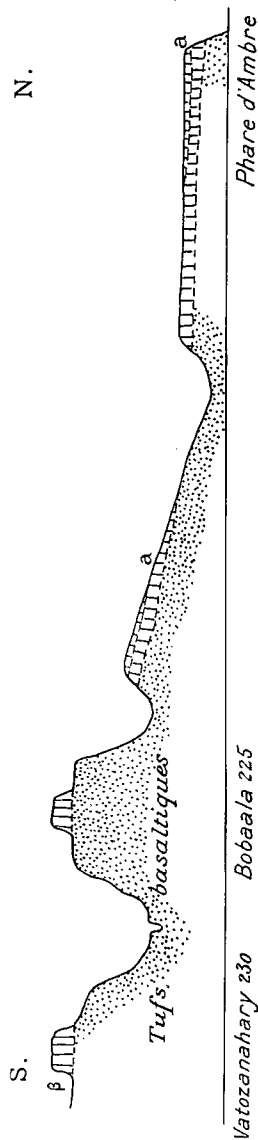


Fig. 2. — DE VATOZANAHARY AU PHARE D'AMBRE

Longueurs : 1/50 000

Hauteurs : 1/10 000

Coupe montrant des pitons isolés (β), comme *Vatozanahary* (La pierre de Dieu) et *Bobaala* (où il y a beaucoup de forêt)



Piton 130 . . . . .	130 mètres
Bobaola . . . . .	225 »
Vatozanahary (Dent du Cap) . . . . .	230 »
(Sans dénomination) . . . . .	195 »
(Sans dénomination) . . . . .	190 »
(Sans dénomination) . . . . .	200 »
Ambotaka . . . . .	220 »
(Sans dénomination) . . . . .	230 »
Piton X . . . . .	150 »
Piton d'Ambatohafo . . . . .	
(Sans dénomination) . . . . .	150 »
(Sans dénomination) . . . . .	115 »
Ambinantsantra . . . . .	290 »
Ambohitrakoholahy (Le Coq) . . . . .	278 »
Ambohibe . . . . .	230 »
	{ 170 »
Ambohibiry (La Poule) . . . . .	{ 220 »
	{ 195 »
La Table . . . . .	230 »
Ankapaika . . . . .	210 »
Ambatoharara . . . . .	194 »

Ces différents pitons ont des formes très caractéristiques, comme l'indique le nom de l'un d'entre eux (La Table, 230<sup>m</sup>) ; ce sont de petites tables basaltiques, restes de coulées de basaltes plus dures, au-dessus de tufs basaltiques sans consistance.

Les rivières sont manifestement très anciennes ; elles ont acquis leur profil d'équilibre, alors que celles du Massif d'Ambre en sont encore à l'état d'extrême jeunesse et ce seul fait, à défaut de toute autre considération, permettrait de considérer les éruptions du Bobaomby comme bien antérieures à celles du Massif d'Ambre. Les vallées sont extrêmement plates ; j'ai remonté la rivière au Nord de l'Ambotaka sur plusieurs kilomètres, sans que le baromètre accusât la moindre dénivellation ; leurs parties inférieures sont d'ailleurs envahies par la mer au moment des grandes marées, au delà même des régions de palétuviers qui s'assèchent quelques heures après la haute mer journalière.

Le profil en travers de ces vallées est également celui de vallées très vieilles; le fond est large, plat, colmaté par des alluvions, au milieu desquelles circule une rivière sans pente, presque desséchée en hiver austral (mars-octobre), capable au contraire d'inonder tout son lit majeur, à la moindre pluie. Aussi ces vallées, facilement inondables, conviennent-elles parfaitement à la culture du riz; elles sont de plus relativement fertiles pour les autres cultures.

## II. — ISTHME DU COURRIER

L'isthme, qui sépare le Bobaomby du reste de Madagascar, est formé par des terrains crétacés surmontés de lambeaux de calcaire nummulitique (Éocène supérieur).

Sur le bord de la mer, à l'Ouest et surtout à l'Est, une bande cultivable s'étend sur les argiles du Cénomanién. Là se trouvent les villages d'Antsikazo, d'Andlohazompona, d'Andolomikaika, sur la côte Est, de Andranomaimbo, de Bobataolana, sur la côte Ouest.

Les flancs du plateau de Bobaomby Vatobe, formés par des argiles et des grès, sont stériles, couverts de brousses et de maigres bois.

L'escarpement calcaire qui termine la montée (alt. 360<sup>m</sup>) offre des paysages très intéressants; outre les trois pitons de Vatobe, de Dover-Castle (Ankaramisampana), de Windsor-Castle, on y trouve des gorges, des grottes, des apparences de vieux monuments, qui, en certains points, donnent la vague idée d'une ville détruite. Cet aspect est surtout saisissant entre Vatobe et Dover-Castle.

Le petit massif de l'Ambongo-Abo, au Sud du Col du Courrier, a la même constitution que le massif de Bobaomby-Vatobe.

## III. — BAIE DE DIEGO-SUAREZ

Très curieusement découpée, la baie de Diego-Suarez, l'une des plus belles rades du monde, correspond dans son ensemble

à la limite nord des terrains créacés et éocènes qui constituent la montagne des Français et le massif du Bobaomby Vatohe. Elle est bornée au Nord par les régions calcaires du cap Tanifotsy et du cap Vatomainty, au Sud par l'îlot calcaire du Pain de Sucre, par le mamelon du Cap Diégo, par l'île du Sépulcre.

Dans sa partie sud, la baie de Diego-Suarez constitue une importante dépression N.W.-S.E. qui m'a été signalée pour la première fois par M. le commandant PELLÉ. Cette dépression, qui coïncide avec la vallée du Manatangena, est prolongée d'une façon remarquable par celle que forment la baie des Français et la baie des Cailloux-Blancs. Ce n'est nullement d'ailleurs une dépression due à des phénomènes tectoniques, elle semble coïncider seulement avec le bord actuel des terrains éocène et créacique. C'est simplement une dépression monoclinale.

#### IV. — MONTAGNE DES FRANÇAIS

La Montagne des Français, puis le Mont-Carré et le Mont-Raynaud qui en sont le prolongement au point de vue topographique, se trouvent à quelques kilomètres au Sud d'Antsirano et dominent de leurs escarpements abrupts la Baie des Français, l'une des ramifications de la Baie de Diego-Suarez. On y a récemment établi un observatoire militaire. Ces hauteurs sont formées par des couches d'origine sédimentaire : ce sont à la base des argiles et des marnes dans lesquelles sont creusés d'importants ravins ; puis au-dessus viennent des calcaires blancs sénoniens, formant un premier escarpement très net et très continu (voir les photographies, planche II). Des grès, des sables et des calcaires séparent ce premier escarpement d'un second plus abrupt encore et presque inaccessible, constitué par des calcaires nummulitiques.

Des gorges profondes et abruptes (G. de Andavakoera, de l'Antsoha, du Moine) traversent la Montagne des Français ; elles atteignent, à la base des calcaires nummulitiques, les marnes sénoniennes ; le sol de ces gorges est rigoureusement plat, tandis qu'à leur extrémité les pentes sur les marnes créaciques sont très

fortes. Les flancs de ces gorges sont boisés, abrupts, inaccessibles ; le massif de l'Anosirava n'est accessible que depuis les travaux considérables qu'on y a effectués pour y installer un poste d'observation militaire.

Il est vraisemblable que ces gorges constituent les restes d'un réseau hydrographique antérieur (Voir plus loin).

## V. — MONTAGNE D'AMBRE

La Montagne d'Ambre, dont les sommets atteignent plus de 1300 mètres (Pic d'Ambre, 1360<sup>m</sup>), forme un massif élevé, absolument différent par sa constitution volcanique des régions voisines,



Fig. 3. — TUFS BASALTIQUES AU SUD DU CAMP D'AMBRE

sédimentaires. Elle est séparée, au Sud ; du reste du pays par une dépression, signalée par M. le lieutenant-colonel BOURGEOIS, et constituée par les vallées du Rodo à l'Est, de l'Andranomandevy à l'Ouest.

Sa partie supérieure est couverte par une forêt autrefois absolument impénétrable ; les indigènes la considéraient comme *fady*, c'est-à-dire sacrée et interdite ; ils la disaient habitée par des sortes de démons. En réalité, elle devait être le repaire de quelques voleurs de bœufs, audacieux, qui étaient seuls à en connaître les

petits sentiers praticables ; on retrouve, en effet, des restes de cabanes dans quelques unes des prairies qui constituent le fond des cratères-lacs. Elle est aujourd'hui encore très difficilement accessible et seulement le long de la route qu'on y perce. L'axe en est occupé par une série de cratères-lacs (voir plus loin).

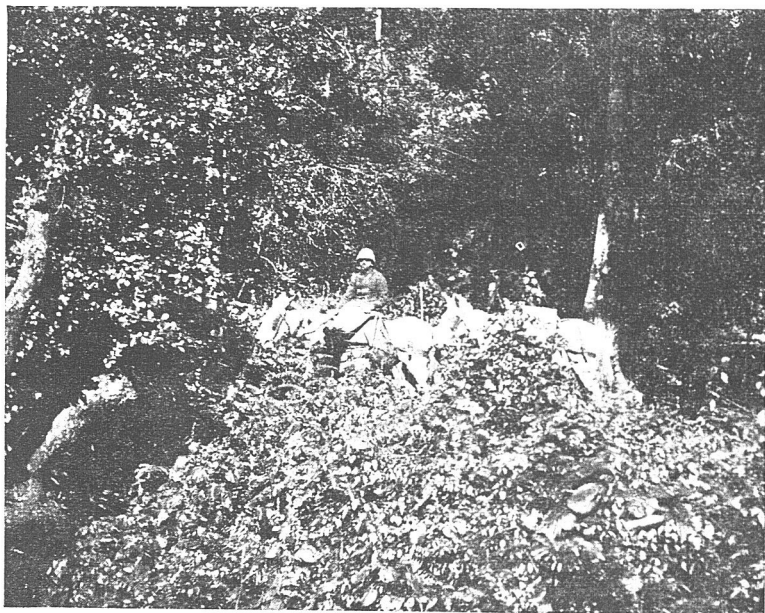


Fig. 4. — LE SENTIER DE LA FORÊT D'AMBRE

Au-dessous de la lisière de la forêt, les pentes de la Montagne d'Ambre sont constituées soit par des basaltes, soit par des tufs basaltiques.

Les basaltes noirs donnent par décomposition des argiles rouges et forment en général des plateaux sensiblement horizontaux que des ravins découpent très profondément et très brusquement. Ces ravins sont généralement boisés et occupés par des rivières très actives et très rapides avec de nombreuses cascades et rapides. Les basaltes ont formé de puissantes coulées qui se sont étendues jusqu'à Antsirane et au Cap Diego ; ces coulées sont étagées à plusieurs hauteurs et reposent indifféremment sur des roches sédimentaires d'âge quelconque.

Des tufs basaltiques, constituant des roches tendres de couleur claire, alternent avec les basaltes ou les remplacent latéralement. Ils déterminent des croupes ondulées avec de nombreuses vallées au fond plat, au profil en auge, généralement sèches pendant la saison d'hiver austral. Ces vallées sont fertiles, cultivées en rizières et constituent les seuls points du Massif d'Ambre occupés par les indigènes qui y ont effectué d'importants travaux d'irrigation.

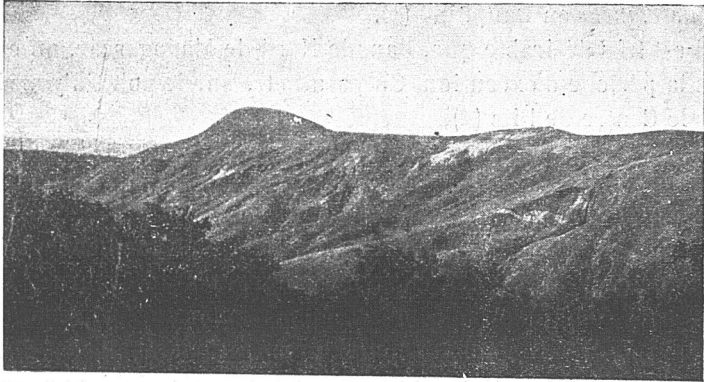


Fig. 5. — TUFFS BASALTIQUES A L'EST DU CAMP D'AMBRE.

Le régime hydrographique du Massif d'Ambre est à peine ébauché et encore dans l'enfance. Les cratères-lacs ont conservé toute leur fraîcheur et la plupart d'entre eux n'ont encore aucun écoulement, du moins superficiel ; quelques-uns, cependant, paraissent avoir un déversoir souterrain, fonctionnant seulement au moment des hautes eaux pendant la saison des pluies. Les rivières descendent du Massif en divergeant dans tous les sens ; leur cours est torrentueux, parsemé de cascades et de rapides.

La plus importante est la Grande Cascade à environ six kilomètres du Camp d'Ambre. Elle paraît appelée à fournir, dans l'avenir, l'énergie électrique dont la ville de Antsirane (Diego-Suarez) pourra avoir besoin. Sa hauteur de chute est de 82 mètres ou même de 190 mètres en y joignant les nombreux rapides voisins (Petites Cascades). Le débit que j'ai mesuré, à une époque voisine du minimum, en juin 1902, était d'environ 500 litres par seconde.

J'ai, dès mes premières études et à plusieurs reprises, attiré dans ces termes, l'attention sur les ressources que l'île pourrait

tirer de l'utilisation des chutes d'eau : « Il faut considérer comme « l'une des principales richesses du Nord de l'Ile la puissante « réserve d'énergie que constituent les chutes d'eau du Massif « d'Ambre. Elle pourrait être utilisée, sous forme électrique, pour « le chemin de fer d'Antsirane au Camp d'Ambre et pour les « besoins divers de la ville, du port et des services militaires « d'Antsirane » (LEMOINE, 1903, c).

La question vient d'être reprise par l'un des promoteurs de la *Houille blanche* en Dauphiné (1).

Il est très désirable que, dans le Nord de Madagascar, on entre dans la période d'exécution. On paraît être sur le point d'y arriver dans le Centre de l'Ile (2).

Ce n'est qu'à la partie inférieure de leur cours que les rivières atteignent leur profil d'équilibre. Il s'est formé sur tous les bords du Massif une série de plaines d'alluvions extrêmement fertiles, par suite du mélange des éléments empruntés aux marnes sédimentaires, constituant le sous-sol, et des matériaux provenant des roches volcaniques d'amont, charriés par les rivières (Plaine d'Anamakia, vallée de Sandrampihana, vallée de la Sahinana, vallée de Rodo).

## VI. — VALLÉE DE RODO ET ANALATAMBA

La large vallée du Rodo sert actuellement de limite entre le territoire de Diego-Suarez et la province de Vohemar.

Dans sa partie haute, la vallée du Rodo sépare le Massif d'Ambre des régions calcaires situées plus au Sud ; prolongée par la vallée de l'Andranomandevy, elle constitue cette dépression qu'a signalée pour la première fois M. le lieutenant-colonel BOURGEOIS.

Une partie du bassin du Haut-Rodo appartient donc au massif d'Ambre, une autre à la chaîne de l'Andrafiarena.

(1) Voir A. BERGÈS. Les chemins de fer à Madagascar, A. F. A. S., Grenoble 1904. — Paris, 1905, pp. 235-247.

(2) Le *Journal officiel de Madagascar et dépendances* a publié récemment une convention portant concession du privilège de l'adduction d'eau potable, de l'éclairage électrique et de la construction d'un tramway électrique à Tananarive.

Dans sa partie moyenne, cette vallée est occupée par des coulées de basalte, provenant soit du Massif d'Ambre, soit du Mont de Metz, au Sud d'Ambery. Ces coulées s'étendent jusqu'à Ankarongana et Boriravina.

Dans sa partie basse, la vallée du Rodo est très fertile et plus peuplée; le gros village de Boriravina, celui également très important d'Irono, le village d'Ankarongana, en voie de croissance rapide, sont là pour le prouver. Des argiles, appartenant au Crétacé inférieur, en constituent le sous-sol humide et fertile.

Cette vallée est dominée au nord par le massif d'Analatamba.

Le **Massif de l'Analatamba** est une région gréseuse, montagneuse, ravinée, stérile, complètement inhabitée, qui s'étend entre la Tsahareny au Nord, et le Rodo au Sud. C'est seulement du côté du Sud, vers le Rodo, que l'affleurement des marnes du Crétacé inférieur détermine une zone plus fertile dont l'existence se traduit immédiatement par une série de villages, Rodo, Andranomadiro, Ankarongano; malheureusement, même sur cette zone, l'alimentation en eau est absolument insuffisante. Ce même reproche peut s'appliquer à toute la basse vallée du Rodo qui, sans cette absence d'eau, serait très fertile; le remède très simple est dans des travaux d'irrigation, peu coûteux, que les indigènes, encouragés et soutenus par l'Administration européenne, seraient d'ailleurs capables d'effectuer eux-mêmes, avec leurs propres ressources.

## VII. — CHAÎNE DE L'ANDRAFIAMENA

La vallée du Rodo est dominée au sud par les montagnes élevées (600 mètres) qui la séparent de la vallée de Loky et qui constituent la chaîne de l'Andrafiamena. Cette chaîne est constituée, sur son versant nord, par un plateau qui s'abaisse lentement de 600 à 200 mètres et qui est formé par des calcaires, couverts de bois, impénétrables, inhabités. Des vallées profondes et fraîches, affluentes de celles du Rodo, le découpent. Sur son versant sud, au contraire, cette chaîne se termine par une falaise



abrupte, constituée par des grès et des conglomérats, d'âge liasique. Cette falaise, difficile à franchir, constitue une limite naturelle de l'Extrême-Nord de Madagascar.

La chaîne commence au-dessus de l'ancien poste de Loky par des sommets d'environ 400 mètres ; elle se continue par le point trigonométrique de l'Andrafiarena (765<sup>m</sup>), jusqu'au mont Bourgeois (env. 600<sup>m</sup>), où elle s'infléchit vers le Sud, pour se terminer avec l'Ambohi Be, près de Marivorano. On peut considérer les collines de Ambohi Saina et d'Ambohi Sesy comme son prolongement.

Relativement resserrée vers l'Est du côté de Loky, cette chaîne s'épanouit et se ramifie vers l'Ouest dans le secteur des Antankares ; un premier rameau est constitué par l'Ambohi Be ; un second par les monts d'Ambilo ; un troisième enfin par *la muraille de l'Ankarana*.

La **muraille de l'Ankarana** est certainement la plus grande curiosité naturelle du Nord de Madagascar. C'est un véritable mur d'environ 200 mètres de hauteur, sur 200-300 mètres de largeur, absolument à pic de tous ses côtés et long de 25 à 30 kilomètres. Il se soude à l'est aux massifs calcaires qui dominent la dépression d'Ampondrobe. Des espèces de grandes portes, larges de 500 à 1000 mètres s'y trouvent ouvertes de distance en distance. Quelques-unes servent de passage à des rivières, par des gorges très profondes, absolument verticales. L'Ankarana la traverse sûrement deux fois ; mais aucun Européen n'a encore vu le passage amont, aucun indigène même ne l'a, paraît-il, encore franchi (1).

Dans la partie occidentale, tout autour de cette muraille, non seulement en avant et en arrière, mais encore dans les trouées, le sol est absolument plat et presque au niveau de la mer ; il est constitué par des alluvions (sables et argiles micacés).

Les cartes indiquaient cette muraille comme basaltique : elle est sûrement calcaire.

(1) C'est dans ces gorges d'amont, le long des rivières, dans des grottes accessibles seulement en pirogues, que les rois de l'Ankarana ont placé leurs tombeaux et caché leurs trésors.

La chaîne de l'Andrafiarena est difficile à traverser ; trois chemins seulement le permettent : celui de Borivavina à Antserasera, que suit en général la ligne télégraphique ; celui d'Amberly à Andrevo, dont M. DE METZ et M. DE L'ORZA DE REICHEMBERG ont successivement relevé l'itinéraire (1900). Ces deux sentiers, à la grande rigueur accessibles aux mulets (1), présentent un passage très laborieux au moment de la descente à pic de la falaise. — Le troisième chemin de Marotaolana à Ampondrobe et Marivorana est bien meilleur, à cause de l'épanouissement de la chaîne en cet endroit ; c'est celui où l'on pense faire passer le prolongement de la route qui traversera la forêt d'Ambre (2).

Deux séries d'anciens volcans prolongent au milieu même de ce massif les cratères d'Ambre. Ce sont, d'une part, le cratère d'Andrafiabe au Sud de Marotaolana et les cratères Landais au S. du village détruit d'Ampondrobe ; ce sont, d'autre part, les volcans d'Amberly et le curieux Mont de Metz, au Sud de ce village. Il faut noter aussi, près de Borivavina, l'existence d'une source riche en bicarbonate de chaux, signalée sur les cartes inédites de la mission du lieutenant colonel BOURGEOIS. J'ai revu cette source ; elle dégage de l'acide carbonique, et sa température (29°) est supérieure à celle des autres sources de la région.

### VIII. — VALLÉE DE LOKY

La vallée de Loky était très mal connue avant mes excursions, si on en excepte le passage du chemin de Diego-Suarez à Vohémar qui la traverse soit à son embouchure même, à l'ancien poste de Loky, soit un peu plus en amont vers Antserasera ; encore les données sur ces parages étaient-elles confuses et contradictoires.

(1) J'ai pu suivre avec des mulets ces deux sentiers ; mais cela m'aurait été impossible si je n'avais, sur le conseil d'un chef indigène, emmené des bœufs porteurs (*omby bory*), qui, se nourrissant de l'herbe du chemin, portaient la nourriture des mulets et servaient même souvent à transporter leurs charges dans les points difficiles.

(2) *Diego-Suarez*, 1902. — Projet de route de Diego-Suarez à Vohémar, carte à 1/400 000<sup>e</sup>, p. 34.

M. le capitaine BARATIER, M. le lieutenant DE METZ, l'avaient, d'autre part, coupée dans leurs itinéraires d'Ambakirano et d'Ambararata à Vohémar ; mais, à ma connaissance, personne ne l'avait complètement suivie de son embouchure à sa source. J'ai eu la satisfaction de le faire.

Une grande dépression, due à l'érosion et constituant une vallée monoclinale, s'étend de l'Est à l'Ouest, le long de la chaîne de l'Andrafiarena et du Mont Bourgeois. Elle est occupée, à l'Est, par la Basse-Loky, puis par l'Andrevo, à l'Ouest, par une rivière qui se jette dans la Mananjeba, un peu en amont de Marivorana. Elle est dominée au Nord, de plus de 600 mètres par la chaîne de l'Andrafiarena, tandis qu'au Sud des contreforts, constitués par des grès, s'élèvent doucement d'une part vers les monts Ambatolo (Tsaramborono), d'autre part vers l'Andampy, le Bobakoba, l'Andavakoera.

Ces montagnes constituent une seconde falaise sensiblement parallèle à celle de l'Andrafiarena et haute également d'environ 600 mètres. Mais tandis que la chaîne de l'Andrafiarena s'arrêtait à peu près à la Mananjeba, celle-ci se prolonge beaucoup plus loin par l'Ambohi Piraka, le Leviky, l'Anosakay, le Galoko, le Kalobenono.

Cette falaise, longue ainsi de plus de 150 kilomètres, est bordée au Sud par une série de rivières ; la Manankola, tributaire direct de l'Océan Indien que prolonge l'Ambararata, actuellement affluent de la Loky ; l'Andavakoera qui se jette dans la Mananjeba ; les rivières et marécages qui s'étendent entre Ambakirano et la Mahavavy ; enfin l'Ifasy et ses affluents.

Au Sud de cette seconde dépression s'élève une troisième falaise, formée par les Monts Boriravina qui dominent la vallée d'Ambararata et par ceux de Andakara qui en sont le prolongement.

La rivière Loky passe de l'une de ces dépressions à l'autre ; pendant l'été, elle a son lit constamment à sec ; c'est une bande sablonneuse d'une largeur de 30 mètres environ avec pentes abruptes de 3 à 4 mètres. Il y a de l'eau douce sous le sable, à 0 m. 30 environ de profondeur, et les indigènes se la procurent en creusant, toutes les fois qu'ils en ont besoin, de petits trous dans le sable.

## IX. — RÉGION CÔTIÈRE OCCIDENTALE

La région naturelle, qui correspond au pays des Antankares, est la plaine basse qui s'étend entre la mer (canal de Mozambique) d'une part, et les derniers contreforts de la chaîne de l'Andrafiarena et la falaise du Leviky et du Galoko d'autre part. Elle s'étend depuis Ampombiantombo jusqu'à la presqu'île d'Ambato et la basse vallée du Sambirano en forme le prolongement naturel. C'est un pays extrêmement riche et fertile : les bœufs y pullulent ; les rizières y sont nombreuses. Les villages n'y comptent pas cinq, dix, vingt habitants comme, en général, dans le reste du Nord de Madagascar, mais cinquante, souvent même plusieurs centaines. Les chefs y sont riches, la population est relativement industrielle ; des marchands indiens s'y sont installés et l'on trouve une cantine dans la plupart des villages. Il est probable que, par suite des impôts considérables qu'on fait peser sur eux, ces Indiens, de nationalité anglaise, seront peu à peu remplacés par des Comoriens ou même des Antankares qui, en leur qualité de Français, sont soumis à des droits infiniment moindres.

Cette région semble appelée à un grand avenir agricole.

## X. — RÉGION DE TERRAINS ANCIENS

Les régions de terrains anciens (gneiss, micaschistes, etc.) sont en général occupés par des montagnes aux flancs abrupts, couvertes de forêts, quand les incendies, allumés par les indigènes, ne les ont pas détruites. Les arêtes montagneuses présentent un alignement sensiblement nord-sud, qui, en beaucoup de points, paraît correspondre à des directions d'axes anticlinaux.

En plusieurs points, et en particulier dans la Haute-Mahavavy, on observe des mamelons syénitiques absolument isolés, escarpés et lisses, comme le Zarandalahy, le Zarandavavy, l'Ambatovaky.

Au point de vue hydrographique, l'allure comparée de la Mahavavy et de la Hauté-Sofia est très instructive ; ces deux rivières sont dirigées presque exactement nord-sud et dans le prolongement l'une de l'autre. Elles semblent jalonner un synclinal, à peu près parallèle à l'anticlinal de Bejofo.

Le Tsaratanana, aux sources de la Mahavavy, du Sambirano et de la Sofia est, avec son altitude de 2868 mètres, *la montagne la plus élevée de Madagascar*. On admet généralement, mais à tort, que ce record de l'altitude est détenu par le Tsiafajavona (2639 mètres), dans le massif de l'Ankaratra, au sud de Tananarive. La découverte du Tsaratanana semble être due aux officiers de la mission géodésique qui fit la triangulation de l'île ; mais cette découverte passa à peu près inaperçue.

J'en ai fait l'ascension en 1902 ; elle est constituée par un soubassement de granite et de gneiss, recouverts à partir de l'altitude de 1920 mètres environ par un escarpement de phololites.

Ces hauts sommets, où le froid se fait vivement sentir, sont absolument déserts. La végétation y est peu dense et constituée surtout par des bruyères et des arbustes rabougris.

## XI. — NOSY BE

Bien que possession française depuis plus de cinquante ans, cette île n'est guère mieux connue que le reste de Madagascar (1).

Sa cartographie est absolument insuffisante et il est impossible de se faire une idée de l'île d'après les cartes à trop petite échelle, mises jusqu'à présent dans le commerce.

(1) L'histoire de nos connaissances géologiques sur Nosy Be est un peu différente de celle de Madagascar. Occupée depuis 1850, Nosy Be a été visitée par de nombreux voyageurs français : HERLAND, VÉLAÏN, VILLIAUME (matériaux décrits par H. DOUVILLÉ, LACROIX, ZEILLER) : par contre elle a été délaissée par les savants anglais ; nous n'avons pas sur elle les documents précis comme ceux qu'a fournis BARON sur le reste de l'île.

Nosy Be se compose de trois parties bien distinctes :

La partie méridionale, Lokobe, est un haut massif syénitique qui se relie d'une façon intime à Nosy Komba, à Ankify et aux hauteurs de Jangoa ; c'est une région aux pentes à peine entamées par les ravins, couvertes de forêts touffues et à peu près impénétrables.

Le centre est presque entièrement constitué par des basaltes et des tufs basaltiques à l'existence et à l'alternance desquels Nosy Be doit, en partie, sa fertilité et sa richesse. Des rivières, relativement importantes, comme l'Antotory, l'Andriana, y atteignent le substratum de roches sédimentaires : grès et argiles liasiques.

Il y a dans cette partie de Nosy Be de très beaux cratères très bien conservés, comme le mont Sajoa, le mont Jabaly, etc. ; quelques-uns abritent de très jolis lacs ; les plus importants et les plus nombreux se trouvent dans le Nord de l'île autour du Bongo-Pisa (1), le sommet le plus élevé. Le plus grand est celui d'Ampary Be qu'un seuil insignifiant sépare de celui d'Antsidihy.

La pointe nord montre un très grand développement de grès et de schistes, recouverts par endroits de tufs basaltiques. C'est une portion de l'île qui est peu habitée et qui paraît moins fertile. Ceci tient à la constitution de son sol et à sa moins grande humidité.

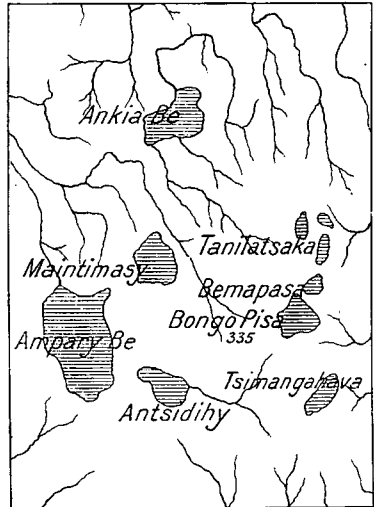


Fig. 6. — LES CRATÈRES-LACS  
DU CENTRE DE NOSY-BE.

Echelle : 1/100 000

D'après le plan d'ensemble des concessions accordées au 31 décembre 1901 (Echelle : 1/40 000 ; document inédit) et mes propres observations.

(1) Du nom, paraît-il, de M. PISA, ancien administrateur, qui en faisait souvent l'ascension.

## XII. — LA PRESQU'ILE D'AMBAVATOBY

Des schistes et des grès, en majeure partie liasiques, affleurent sur tout le pourtour de la presqu'île d'Ambavatoby qui fait face à l'île de Nosy Be sur le bord sud de la Baie d'Ampasiadava. Ils contiennent des accidents ligniteux qui avaient fait concevoir autrefois l'espérance d'y découvrir des mines de charbon. Le littoral est très découpé : Baie d'Ampasibitika, Baie d'Ambararata, Baie d'Ambavatoby et présente des mouillages précieux où peuvent accoster les plus gros navires. C'est malheureusement, comme toutes les régions au sous-sol constitué par des grès liasiques, un pays peu fertile.

Sa partie centrale est, par contre, occupée par des massifs syénitiques élevés (Massif des Deux-Sœurs ou Ambohimiravavy ; Andranomiserano), à peine explorés encore où, d'après quelques échantillons rapportés par VILLIAUME, on peut espérer trouver quelques filons métallifères. Le Mont Bezavona, de nature également syénitique, sépare la presqu'île d'Ambavatoby du reste de Madagascar ; cette chaîne est suivie par la rivière du même nom qu'on peut remonter fort loin dans l'intérieur jusqu'à hauteur d'Ankaramy.

## XIII. — CERCLE D'ANALALAVA

**Presqu'île d'Ampasimorieky.** — La presqu'île d'Ampasimorieky forme une région bien naturelle, limitée par la mer sur toutes ses faces, sauf vers l'Est, où une dépression basse la sépare de la Grande-Terre. Encore cette dépression, constituée par le Manambaro et la rivière d'Antsahariega, est-elle encombrée de palétuviers et revêt-elle un caractère laguno-marin. Il n'y a guère que pendant quelques kilomètres au sud d'Andranosamontana qu'une terre vraiment ferme relie la presqu'île d'Ampasimorieky à Madagascar. Plus au Nord, le Port-Radama la sépare des ter-

ritoires de Andranosamontana et de Maromandia. Au Sud, la curieuse tranchée de la Loza sépare la presqu'île d'Ampasimorioky de la région d'Analalava.

Au point de vue géologique, sa constitution est également bien différente de celle de la Grande-Terre. La grande falaise qui la limite à l'Est est constituée par des grès crétacés; on trouve le Néocomien à la base, le Cénomaniien, puis le Sénonien au sommet; en face les collines d'Andranosamontana, de Mahitsihazo, etc., sont constituées par des grès d'aspect tout différent dont l'âge est certainement bien plus ancien.

La région ouest de la presqu'île d'Ampasimorioky est constituée, au contraire, par des basaltes et des tufs basaltiques, dans lesquels on trouve de nombreuses concrétions quartzzeuses, imprégnées de sels de cuivre.

La rivière d'Anjanga a sa vallée creusée à la limite entre les argiles et grès crétacés et les basaltes d'Ampasimorioky dans une position assez analogue à celle de la Betaitra, à Diego-Suarez.

La vallée de la Loza, entre Analalava et l'embouchure du Maivarano, est l'un des sites les plus curieux de cette région. C'est beaucoup plus un bras de mer, une sorte de fjord, qu'un estuaire de rivière; le vent, la marée s'y font sentir avec beaucoup de force et la traversée en est, à certains moments de la journée, très difficile.

Des falaises abruptes, un peu boisées et par suite difficilement abordables, la longent sur ses deux bords.

Toute la région au Sud d'Andranosamonta, constituée par des grès et des argiles jurassiques, d'origine lagunaire, a un cachet un peu spécial; elle est très plate et les ondulations qu'on y observe sont très douces. Cependant, à l'Ouest de Befotaka, entre le Maivorano et l'Antsahariega, règne une suite de hauteurs, gréseuses et argileuses, où le capitaine COLCANAP avait cru trouver *Fusus bulbosus* et qu'il considérait comme tertiaire: en réalité, c'est vraisemblablement *Trochacteonina Richardsoni* NEWTON qu'il a recueilli et c'est sans aucun doute au Jurassique que ces assises doivent être attribuées.



Au Nord d'Andranosamontana, le caractère du paysage se modifie ; tout le long de la route de Andranosamontana à Mahitsihazo et même à Maromandia s'élève une falaise, constituée par des grès sans fossiles qui s'étendent fort avant dans le pays et vers l'Est au moins jusqu'au Manambaro.

\* \* \*

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les différentes régions qui me semblent pouvoir être distinguées dans le Nord de Madagascar. Nous allons les retrouver dans la description détaillée des différents terrains.

---

## NOTE SUR LES CARTES ANNEXÉES A CE TRAVAIL

---

*Critique des cartes existantes.* — Géodésie. Topographie.

*Méthode d'exécution.* — Géodésie. Planimétrie. Altitudes. Carte géologique.

*Documents consultés.* — Documents publiés. Documents inédits.

J'ai éprouvé, au cours de mes voyages et à mon retour en France, de très grandes difficultés pour marquer mes observations sur les cartes existantes. Je me suis décidé à les reporter sur une carte, entièrement faite à nouveau d'après mes propres observations et d'après de nombreux documents consultés. Ainsi que je vais l'expliquer, cette carte n'est que tout à fait provisoire ; les documents que j'ai eus entre les mains sont tellement contradictoires entre eux que j'ai eu beaucoup de peine à en faire la critique et que dans plusieurs cas je n'ai pu me décider entre eux.

### CRITIQUE DES CARTES EXISTANTES

Les cartes qui ont été dressées, jusqu'à présent, du Nord de Madagascar, sont très insuffisantes.

**Géodésie.** — Au point de vue géodésique, la triangulation générale de l'île a été faite avec soin ; des signaux en pierre ont été

construits sur les points trigonométriques de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>e</sup> ordre ; la plupart sont encore en bon état et ces points sont des repères fondamentaux pour la topographie de Madagascar ; mais il ne semble pas qu'on ait utilisé cette triangulation dans toute sa rigueur pour la confection des cartes existantes.

Il suffit de comparer ces cartes entre elles pour constater leur discordance. Par exemple, le Cap d'Ambre et Nosy Komba sont des points géodésiques bien déterminés, bien définis, faciles à retrouver ; or, il est impossible de faire coïncider leurs positions ; leur distance évaluée, en kilomètres, est :

D'après la carte	à 1/1 000 000, de l'État-Major	: 194
—	à 1/500 000, de l'État-Major	: 195
—	à 1/500 000, de M. Locamus	: 207
—	du Service Hydrographique de la Marine : . . . . .	190

Quand on entre dans le détail, ces erreurs et ces divergences se multiplient. Le schéma ci-contre (fig. 7) montre les différences que l'on peut relever entre les positions des points trigonométriques sur les différentes cartes.

On peut se demander d'où proviennent ces divergences. Elles proviennent certainement, pour une part, d'un manque de soin dans le report des données géodésiques et la chose n'a rien qui doive étonner quand on songe que, dans presque toutes nos colonies d'ailleurs, ces travaux, au lieu d'être confiés au Service géographique de l'Armée, à Paris, spécialement outillé et compétent pour cet ordre de travail, sont laissés aux Services géographiques locaux qui pour des raisons d'économie, usent par trop de la main-d'œuvre indigène, économique sans doute, mais peut-être insuffisamment instruite.

Mais ce manque de soin dans les reports ne suffit pas à expliquer les divergences si considérables que le schéma (fig. 7) met en relief. Il y a certainement une discordance dans les observations primitives. J'ai cherché à me renseigner à ce sujet ; mais n'ai pu avoir aucune donnée précise. Toutes les minutes originales sont à Tananarive et il n'en existerait même pas de copie à Paris.

Cependant, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. le Commandant MEUNIER, ancien membre de la mission

géodésique du Nord de l'île, il n'existerait entre les travaux des ingénieurs hydrographes et les travaux exécutés par les géodésiens au centre de l'île, aucune discordance dans les latitudes, mais seulement une discordance dans les longitudes qui, en certains points (par exemple à Nosy Mitsio), atteindrait presque une demi-minute.

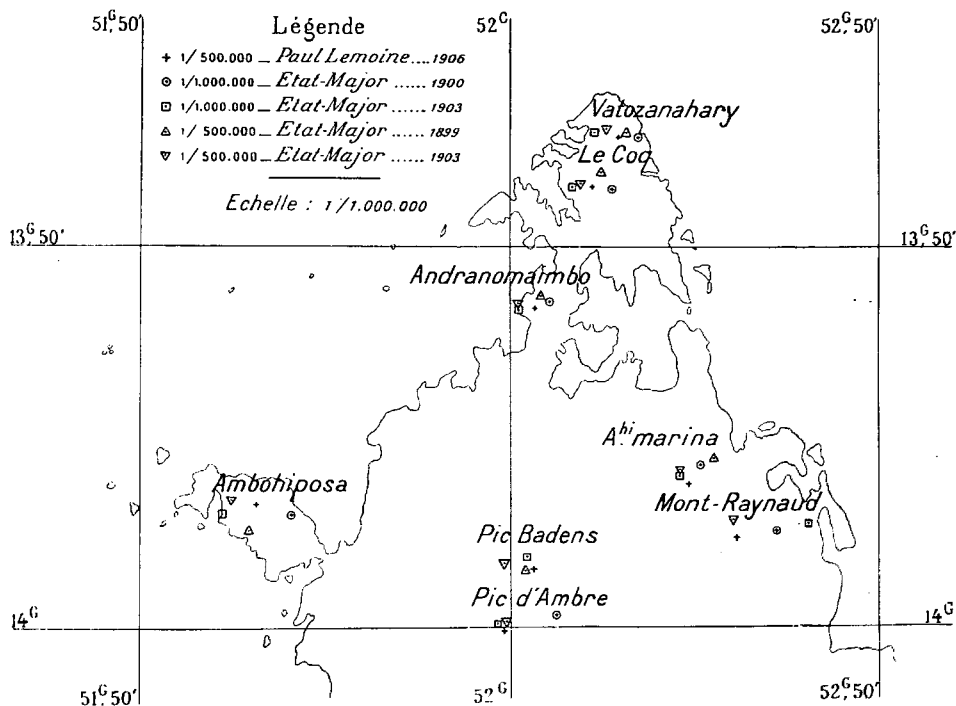


Fig. 7. — ESQUISSE, MONTRANT D'APRÈS LES DIFFÉRENTES CARTES, LA POSITION DES PRINCIPAUX POINTS TRIGONOMÉTRIQUES DU NORD DE MADAGASCAR, RAPPORTÉS À UN MÊME SYSTÈME DE PARALLÈLES ET DE MÉRIDIENS.

Il est extraordinaire, par ailleurs, qu'une différence de cette importance, relative aux environs de l'un de nos points d'appui, reconnue dès avant 1900, n'ait pas encore été élucidée par le Bureau topographique de l'État-Major à Tananarive, conjointement avec les missions hydrographiques envoyées annuellement sur la côte Ouest de l'île.

Ce n'est pas seulement dans la position des points trigonomé-

triques que l'on relève des erreurs de cette importance ; on en constate aussi dans le tracé de la planimétrie autour de ces points. J'en donnerai un seul exemple, le tracé de la côte aux abords sud de la Baie de Diego-Suarez, rapporté aux deux points trigonométriques du Mont Raynaud et de Oranjia.

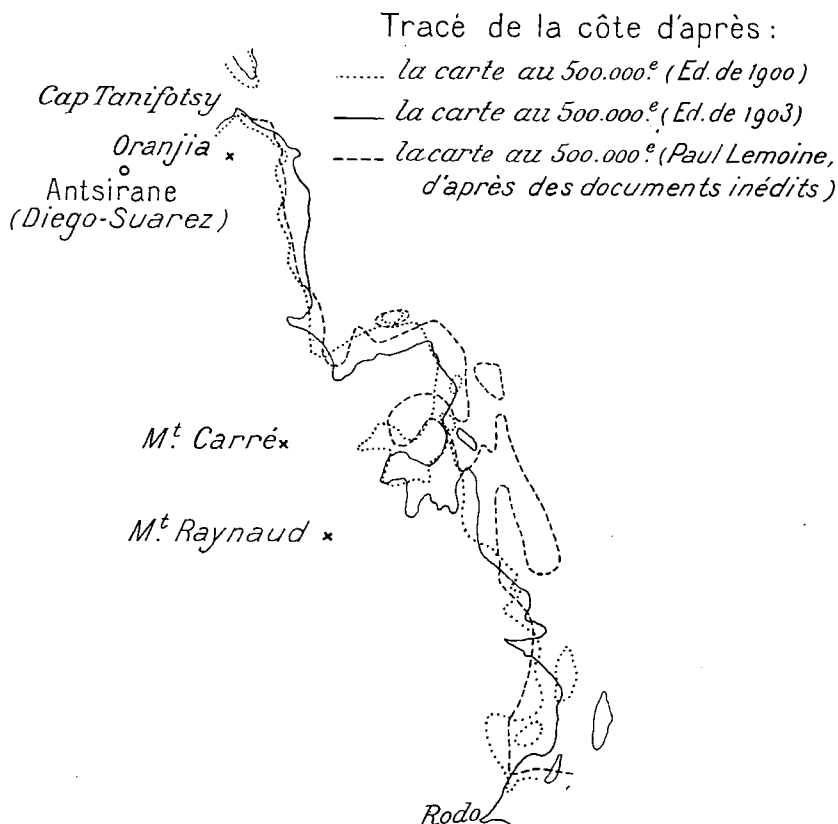


Fig. 8. — COMPARAISON DU RIVAGE AUX ABRORS DE DIEGO-SUAREZ D'APRÈS LES DIFFÉRENTES CARTES EXISTANTES.

Échelle : 1/500 000

Ces différences sont telles que je n'ai pu me décider pour telle ou telle hypothèse.

La carte ci-jointe à 1/500 000 est construite, en prenant pour base les points trigonométriques, tels qu'ils sont marqués sur les cartes à 1/500 000 et à 1/1 000 000. Le carton annexe à 1/200 000 des

environs de Diego-Suarez a été fait, au contraire, en prenant pour base les points trigonométriques, tels qu'ils sont placés sur les cartes à 1/50 000 de cette région et sur les documents inédits que j'ai eus en mains.

Ces deux cartes à 1/500 000 et à 1/200 000 sont donc, pour leur partie commune, irréductibles l'une à l'autre : ce ne sont pas à véritablement parler des cartes, mais des schémas essayant d'exprimer le mieux possible ce que j'ai vu ; je ne voudrais pas qu'on leur accordât d'autre valeur.

**Topographie.** — Au point de vue topographique, des erreurs considérables peuvent être relevées également : j'en citerai seulement quelques exemples.

La région de l'Andrafiama est absolument inexacte ; la dépression d'Andrevo n'est pas même indiquée ; dans la région de Tsaratanana, les deux villages de Ankitokazo et de Beranomaso [= Beranomasina] à 4 kilomètres l'un de l'autre, d'après la carte à 1/1 000 000, sont en réalité à une forte demi-journée de marche, soit environ 30 kilomètres (1), etc.

### MÉTHODE D'EXÉCUTION

Je me suis donc décidé à refaire complètement la carte de cette région, pour pouvoir marquer plus exactement ce que j'avais vu.

**Géodésie.** — Ainsi que je l'ai dit, les deux cartes à 1/500 000 et à 1/200 000 ne sont pas comparables ; car elles proviennent de l'assemblage de documents irréductibles les uns aux autres, dans l'état actuel.

J'ai pris, en général, comme base de la carte la position des points trigonométriques empruntée à la carte à 1/1 000 000 plus récente et plus exacte, en beaucoup de points, que la carte à 1/500 000.

(1) Il y a deux villages qui portent le nom d'Ankitokazo. Cette distance s'applique à celui qui est le plus rapproché de Beranomasina.

**Planimétrie.** — Par contre, le tracé des côtes, l'emplacement des îles, l'allure des courbes isobathes ont été empruntés aux cartes du Service Hydrographique, toujours faites avec grand soin ; cependant, en certains points, j'y ai apporté des modifications de détail, d'après des données précises que j'ai relevées moi-même ou d'après celles qui m'ont été obligeamment communiquées, dans la région, par les officiers, chefs de poste.

Enfin, dans l'intérieur, en ce qui concerne la planimétrie, les détails topographiques ont été tracés :

1° D'après mes propres observations, toujours repérées sur plusieurs points trigonométriques, d'après des visées à la boussole Peigné ; de la sorte, les erreurs n'ont jamais pu s'accumuler et ne dépassent pas quelques kilomètres ; les circuits se sont toujours fermés d'une façon satisfaisante ;

2° D'après les documents inédits qui m'ont été communiqués ;

3° D'après les cartes existantes, quand tout autre document plus précis faisait défaut.

**Altitudes.** — Au point de vue du nivellement, les données précises font bien souvent défaut ; elles se réduisent en général à celles fournies par les points trigonométriques cotés et par quelques sommets ayant servi de bases pour l'exécution des cartes du Service Hydrographique. Pour les autres points, les déterminations d'altitude reposent sur les nivellements que j'ai faits au baromètre (1) ; les erreurs, dont ces déterminations peuvent être affectées, me paraissent assez faibles : j'ai toujours tenu compte des variations de la pression atmosphérique par des observations faites au moment des haltes (repas, nuits, etc.) ; les itinéraires se recoupaient souvent, ce qui permettait l'établissement de moyennes ; le zéro du baromètre était déterminé à nouveau le plus souvent possible, par des observations faites, soit au niveau de la mer, soit à des points cotés. D'autres déterminations d'altitude ont été faites par les auteurs des documents inédits que j'ai pu consulter ; quelques-unes sont affectées d'erreurs graves ; j'ai dans chaque

(1) Plusieurs des instruments dont je me suis servi m'avaient été prêtés par M. JANSSEN, membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire d'Astronomie Physique à Meudon. Je suis heureux de lui en exprimer ici toute ma reconnaissance.

cas particulier fait la discussion (1) de tous ces résultats; mais, comme cette discussion s'appuie en général sur des documents inédits, j'ai jugé inutile de la reproduire ici; je donne seulement dans l'index alphabétique des localités, l'altitude à laquelle je me suis arrêté à chaque point.

Les courbes qui figurent le terrain sont tracées d'après ces données ou en s'inspirant des courbes de la carte de GAUTIER (1902). Bien que j'aie essayé de la leur conserver, il ne faut pas leur accorder la valeur de courbes de niveau rigoureusement déterminées; elles s'appuient souvent sur des documents trop peu nombreux et trop peu certains pour avoir, dans ces cas-là, d'autre prétention que de représenter l'allure générale des mouvements du sol.

Moins que personne, je ne me dissimule l'imperfection de cette carte. Elle n'a d'autre but que de représenter, un peu mieux que les cartes actuellement existantes, ce que j'ai vu dans la région.

**Carte géologique.** — Les cartes géologiques ne peuvent non plus, à aucun degré, être considérées comme définitives. Bien que j'aie parcouru plus de 3000 kilomètres d'itinéraires, il y a un très grand nombre de points où je ne suis pas passé (fig. 9) et où, par conséquent, j'ai placé les teintes géologiques d'une façon très hypothétique. D'ailleurs, même suivant les itinéraires que j'ai parcourus, je suis persuadé que mes observations ne représentent qu'une première approximation et que, le jour où des chemins permettront de parcourir plus facilement le pays, de le mieux voir, et où une carte, même approximativement exacte, permettra de marquer ce que l'on voit et d'avoir l'attention attirée sur ce que l'on a à voir, il sera de toute nécessité de procéder à une réfection complète de ces cartes et de ces études.

Pour replacer dans son cadre naturel la région que j'ai étudiée, j'ai joint aux cartes géologiques de cette région un petit carton, colorié géologiquement et représentant l'ensemble de Madagascar. Son fonds topographique résulte de la réduction du fonds topographique de la carte de GAUTIER (1902); au point de vue géologique, j'ai modifié en plusieurs points l'interprétation de mes prédécesseurs: j'ai complété leur tracé à l'aide des données récemment

(1) Je signalerai, par exemple, les divergences qui existent entre les chiffres donnés pour l'altitude du lac Antanave (570<sup>m</sup> d'après l'une; 350<sup>m</sup> d'après l'autre), par deux missions topographiques successives.





La principale différence qu'on trouvera entre cette carte et celles de M. BOULE et de E.-F. GAUTIER est relative au Sud de Madagascar. J'ai teinté en Éocène tout le plateau qui s'étend entre le Fiherana et le Cap Sainte-Marie; M. GUILLAUME GRANDIDIER m'a, en effet, affirmé l'homogénéité de cette région, où non seulement la nature géologique du sol reste constamment la même, mais où l'on trouve une flore remarquablement constante et identique à elle-même. Or ces calcaires du plateau Mahafaly sont, à la Table, près de Tuléar, certainement éocènes (voir FISCHER, 1878); au Cap Sainte-Marie, ils le sont probablement aussi, car ils ont le même aspect que les calcaires de Majunga et de l'île Makambay; ils contiennent les mêmes fossiles (en particulier le même *Magilus grandis* TORNQ.) et, si l'on suit l'interprétation de TORNQ. (1904), on est amené à les considérer comme éocènes.

Les autres différences se rapportent à des points de détail: nouveaux gisements crétacés de la côte Est; tracés un peu différents dans la région de l'Ambongo, dus aux travaux de MOUNEYRES et BARON; précision plus grande dans le Nord-Ouest, grâce aux recherches du capitaine COLCANAP et aux miennes propres.

## DOCUMENTS CONSULTÉS

**I. Documents publiés.** — Carte à 1/500 000, éditée par le Service Géographique de l'État-Major du Corps d'occupation de Madagascar. Feuille n° 2, Nosy Be (mai 1901); Feuille n° 3, Diego-Suarez, Vohemar (avril 1901); Feuille n° 3, N. W., Analalava (janvier 1901); Feuille n° 3, N. E., Maroantsetra (janvier 1900).

*Carte à 1/50 000 du territoire de Diego-Suarez, 11 feuilles; Lithographie du bureau topographique (État-Major).* — Cette carte, qui a été partiellement mise en vente à Diego-Suarez vers 1900, est aujourd'hui complètement épuisée; elle est actuellement le seul document d'ensemble publié sur le territoire de Diego-Suarez.

*Carte de la partie septentrionale de Madagascar, de la baie d'Antongil au Cap Saint-André, par M. DE LA ROCHE PONCHIÉ, d'après les travaux de OWEN et de JEHENNE; Service hydrographique de la Marine, carte n° 1441 (157-159 bis); 1853 (Éd. de avril 1895) [Échelle voisine de 1/939 000]. Plan de la Baie de Loky; Ibid., n° 3204,*

II. Documents inédits (1). — *Levés à 1/50 000, environ, des vallées du Rodo et de l'Andranomandevy, par la Commission de délimitation de l'empire hova et de la colonie de Diego-Suarez; 1896.*

*Plan d'ensemble des concessions accordées au 31 décembre 1901. — Ile de Nossi-Be. Échelle de 1/40 000 (Document comportant seulement la planimétrie, communiqué par M. l'Administrateur en chef des Colonies BESSON).*

*Carte à 1/50 000 de la région de Diego-Suarez, d'après les levés faits en 1902-1903, par les officiers du Bataillon étranger de Diego-Suarez (Document communiqué par M. le commandant PILLOT).*

*Levé de la région comprise entre la Besok, le Rodo, le chemin du Camp d'Ambre à Ambarahi-Bé et Anivorane, celui de Bessokatra à Ankarongane (et Vohemar), à 1/50 000, par M. le capitaine DESCLÈVES et M. le lieutenant LEROY, en 1901-1902.*

*Idée acquise du régime de la Montagne d'Ambre au 15 octobre 1901, à 1/50 000, par M. le lieutenant LANDAIS.*

*Levé de la région comprise entre la Besok et le Rodo, à l'Est du chemin de Bessokatra à Ankarongane (et Vohemar) à 1/50 000, par M. le capitaine MAUPIN et M. le lieutenant LEROY.*

*Itinéraire de Ambery à Ambararata et Vohémar, et d'Ankarongane à Vohemar, à 1/50 000, par M. le lieutenant DE METZ (1900); d'Ambakirano à Ambararata et Ambery, par M. le lieutenant DE LORZA DE REICHEMBERG (1900).*

*Itinéraire de Marotolana à Ambakirano et d'Ambakirano à Anahorano et Vohemar, par MM. le Capitaine BARATIER et le lieutenant LANDAIS. — Projet de route; à 1/200 000. Document inédit, publié partiellement à 1/400 000, dans *Diego-Suarez* (1902).*

(1) Ces documents inédits m'ont été, pour la plupart, communiqués sur l'ordre de M. le général GALLIÉNI, gouverneur général de Madagascar, et de M. le général JOFFRE, commandant supérieur de la défense de Diego-Suarez, par M. le commandant PELLÉ, chef d'État-Major, et par M. le lieutenant de METZ, chef du bureau topographique, au commandement supérieur de la défense de Diego-Suarez. Qu'ils veuillent bien recevoir ici l'assurance de ma très vive gratitude.

## ROCHES ANCIENNES

*Les roches anciennes dans le Nord de Madagascar. — Historique. — Vallée de Loky. — Massif de Bejojo. — Haute Mahavavy. — Région de Nosy Be. — Cercle d'Analalava. — A l'Est d'Iraony. — Environs de Bealalana. — Environs de Bejojo. — Environs de Manongarivo.*

*Eaux thermo-minérales de la région ancienne.*

*Les roches anciennes dans le reste de Madagascar.*

**LES ROCHES ANCIENNES DANS LE NORD DE MADAGASCAR**

**Historique.** — Aucune roche ancienne n'a, à ma connaissance, été décrite de la région que j'ai étudiée. On connaissait cependant leur existence; MARCELLIN BOULE (1900; carte) et É. GAUTIER (1902; carte) avaient délimité d'une façon, relativement très exacte, leur extension. A la vérité, A. LACROIX (1902, c; p. 7; p. 79) a signalé à la pointe de Tafondro, à l'Est de Lokobe (Nosy Be), une granulite à deux micas; mais cette granulite n'est pas en place en ce point et j'ignore d'où elle a pu être apportée.

On ne connaît pas non plus le mode exact de gisement du granite à biotite, à structure gneissique, recueilli par VILLIAUME dans la forêt d'Ambaliba et décrit par A. LACROIX (1903, a; p. 93). Les autres granites (à pyroxène et amphibole sodiques) décrits par A. LACROIX (1903, a; p. 82-92) paraissent en relation intime avec la série syénitique qu'il a étudiée, série dont l'âge au moins post-liasique ne fait pas doute.

BARON (1895, a ; p. 64) a signalé la présence de granites sur la rive droite de la Loky, près de son embouchure ; je n'ai rien observé de tel ; les Monts Ambatololo sont entièrement constitués par des grès et des poudingues (liasiques ?) à très gros éléments de quartz. Mais il est fort possible que BARON ait observé ces roches anciennes sur le versant gauche de la vallée de la Manakolala, en venant de Vohémar à Loky.

Il semble qu'une limite plus exacte soit celle qui a été indiquée par GUINET (1867), entre Vohemar et la Baie d'Andrave \* entre les granites et les calcaires. [Il est probable que GUINET a pris pour des calcaires les grès de cette région].

**Vallée de Loky.** — Je n'ai pas observé de roches anciennes en place dans la basse-vallée de la Loky ; j'ai seulement recueilli dans la vallée à l'Ouest d'Antserasera des blocs roulés de *granite à amphibole*. Il est impossible de dire si ces blocs proviennent de la partie haute de la vallée de la Loky, ou s'ils dérivent des conglomérats liasiques qui en contiennent de gros débris sur les pentes du Tsaramborono.

Ce n'est qu'en amont du confluent de la Loky avec la rivière d'Ambararata que l'on peut observer des affleurements des roches anciennes en place au-dessous des derniers sédiments rapportés au Lias. Ce sont, tantôt des granites et pegmatites, tantôt des schistes à glaucophane.

Dans le défilé que dominant, à l'Ouest les Monts Boriravina, à l'Est le Matavary, on trouve une *pegmatite à mica noir*. Il semble qu'en ce point il n'y ait pas de schistes anciens venant s'intercaler entre cette pegmatite et les grès (liasiques ?) qu'elle supporte.

Plus en amont, près du village d'Amboronarivo \*, on aperçoit dans le fond de la rivière Loky le soubassement de *granite* qui, presque partout ailleurs, est caché par les sables alluvionnaires de cours d'eau :

Roche massive de couleur claire, montrant à l'œil nu de nombreuses lamelles de mica blanc et quelques lamelles de mica noir, disséminées dans une association grenue, blanche, de quartz et de feldspath.

Au microscope, on observe des cristaux grenus de quartz et de feldspaths : orthose (?) altérée, oligoclase, un peu de microcline. Les éléments ferromagnésiens sont surtout du mica blanc ; il y a peu de mica noir ; les produits secondaires, d'altération, sont de l'épidote.

Puis avant d'arriver à Anjeja, à une trentaine de mètres au-dessus de la rivière Loky, on observe le contact des gneiss et de schistes. Ce sont des *gneiss granulitiques* (Fig. 10 et 11), qui s'intercalent dans des argiles schisteuses, verdâtres, riches en un mica jaune doré, dont les paillettes sont disposées en lits réguliers. Ces argiles schisteuses se suivent jusque près de Anaborano. Elles sont surmontées, entre Anjeja et Anaborano, par un grès siliceux, vacuolaire, blanc ou rouge, contenant des galets de roches schisteuses ; ce grès paraît être une arkose dont le feldspath a disparu par dissolution et qui a été recimentée ultérieurement par de la silice secondaire ; il représenterait les premiers termes du Lias.

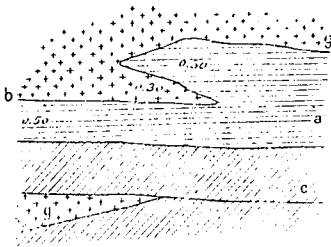


Fig. 10.

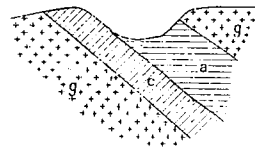


Fig. 11.

## CONTACT DU GNEISS GRANULITIQUE ET DES SCHISTES PRÈS D'ANJEJA

Echelle : 1:50

g. Granite.

c Roche quartzreuse de contact.

a. Argile schisteuse verdâtre.

On retrouve, vers Anaborano, le substratum ancien de ces schistes ; c'est un *granite à amphibole* :

Roche paraissant à l'œil nu constituée presque exclusivement par un fond blanc finement cristallin sur lequel se détachent seulement des cristaux verdâtres d'amphibole. Ces cristaux présentent, dans plusieurs échantillons, un certain alignement.

Au microscope, on constate la présence de feldspath, de quartz grenu, de quartz vermiculé dans les feldspaths et contenant des inclusions à libelles mobiles. Les éléments ferro-magnésiens sont en dehors d'un peu de mica noir, une amphibole pléochroïque en vert glauque, vert jaunâtre, dont le relief, quoique assez considérable, est cependant inférieur à celui des cristaux d'épidote avec lesquels elle est en contact. L'angle d'extinction est très grand et va jusqu'à 28° ; l'allongement est positif ; cette amphibole me paraît nouvelle. Les minéraux secondaires : épidote, sphène, sont assez abondants.

Le fait le plus intéressant dans cette région est le grand déve-

loppement des schistes verdâtres qui surmontent les granites ou les gneiss. Je les ai observés à Mangily, où ils reposent sur des micaschistes à Amboronarivo, sur le chemin de Antanamvony à Ambararata.

Ils sont surtout bien développés et facilement observables sur le chemin de Anaborano à Antanamvony. Là, ils sont disposés en strates, plongeant rapidement d'environ 45°-50° vers le Nord-Ouest et affleurant suivant des horizontales S.W.-N.E. ; ce sont des *schistes micacés* ou des *schistes amphiboliques*, tendres, friables, verdâtres :

Tanamvony à Kivanjy. *Schiste à amphibole*. Roche schisteuse verte dans laquelle on aperçoit à l'œil nu de petits cristaux d'une amphibole vert foncé.

Au microscope, cette roche se montre composée d'un agrégat de quartz en petits cristaux grenus et de grands cristaux allongés d'une amphibole pléochroïque ou vert, vert jaunâtre, s'éteignant sous des angles allant jusqu'à 26° à allongement positif dont l'angle des faces *mm* est supérieur à 117°. C'est la même amphibole nouvelle que j'ai signalée précédemment. On trouve, en outre, quelques cristaux de rutile et d'épidote. La magnétite est très abondante et postérieure aux autres minéraux. Elle manque complètement dans les échantillons de cette roche, recueillis entre Anaborano et Tanamvony.

A Kivanjy, c'est une roche verte plus compacte où abonde de l'Épidote.

Cet épidote trace les plages de feldspath et est certainement de formations secondaires. On trouve également dans cette roche l'amphibole verte, déjà signalée, et du rutile, assez abondant, formant de véritables plages.

Ces schistes sont à partir de Antanamvony recouverts par des grès ; mais ils se poursuivent un peu au delà et apparaissent de temps à autre sous leur substratum gréseux.

Toutefois, au nord de ce point et vers Ambararata, ils paraissent manquer et les grès liasiques (?) reposent directement sur des micaschistes, traversés par des filons de syénite ; ces derniers sont bien visibles à 2 kilomètres au S. d'Ambararata, sur le bord d'un petit marais. Les premières assises du Lias (?) sont en ce point représentées par des grès rougeâtres qui contiennent de nombreux éléments clastiques :

A l'œil nu, on y observe de gros blocs de schistes ; au microscope, les grains de quartz et de feldspath y sont abondants ; on y note également la présence d'un peu de mica (muscovite, biotite).

Il semble résulter de ces observations qu'en ce point, comme plus à l'Est, au pied du Matavary, les grès liasiques (?) reposent

directement sur les roches anciennes, et que les schistes verdâtres manquent.

Cette constatation, jointe à celle de l'allure des schistes anciens aux environs de Antanamvony, toute différente de celle des grès liasiques, met en évidence la discordance qui sépare le Lias des roches sous-jacentes et permet d'éliminer l'hypothèse dans laquelle on verrait dans ces schistes anciens, des argiles liasiques métamorphisées au contact des roches syénitiques (1).

Il faut donc voir dans ces schistes verdâtres, que je n'ai d'ailleurs observés que dans cette région, des sédiments plus anciens que le Lias et sur l'âge desquels nous n'avons aucune donnée. Il est probable qu'ils représentent du Primaire métamorphisé.

**Massif de Bejofo.** — Le Massif de Bejofo, qui s'élève à 1467 mètres presque d'un seul bond au-dessus de la plaine Mangily (alt. : 70 mètres environ), est entièrement constitué par des gneiss et des micaschistes.

Tout d'abord, on observe des *gneiss* typiques, au Nord du massif, à Ambazoni (lieu dit Andranomafana ; sources d'eau chaude à 60° ; voir p. 100).

Roche compacte, composée d'un agrégat finement cristallin de quartz, de feldspath et de mica noir.

Au microscope, on observe des associations micropegmatiques de quartz et de feldspath ; il est impossible de déterminer les feldspaths qui sont altérés.

La montagne même de Bejofo montre une série de roches anciennes, gneiss, micaschistes, granulites. Ce sont d'abord, à la base, des *gneiss à mica blanc* ; on les retrouve également plus haut :

Roche massive, compacte, formée de bandes très minces alternativement formées de cristaux blancs de quartz et de feldspaths et noirs de mica.

L'étude microscopique confirme cette détermination : on observe comme feldspaths de l'andésine, de l'oligoclase, du microcline, ce dernier est assez abondant. La biotite est pléochroïque en brun et se présente en cristaux alignés. On observe de nombreux cristaux de sphène et de zircon en grains.

Ils sont traversés par des filons d'une *labradorite augitique*, dont on trouve des échantillons dans les blocs roulés par la Loky :

(1) Des roches de la famille syénitique s'observent d'ailleurs immédiatement au Nord d'Ambararata, traversant le Lias ; elles n'y donnent naissance à aucun schiste analogue.



Roche noire, à grain fin, présentant quelques cristaux brillants d'Augite.

Au microscope, on observe au premier temps des feldspaths basiques (labrador, bytownite et peut-être anorthite), de grands cristaux d'augite et de la magnétite. — Le second temps est surtout développé : il y a de nombreux microlithes de feldspaths plagioclases : microcline, labrador avec macles de Carlsbad et de l'albite ; ces microlithes sont allongés suivant  $pg^1$  ; ils sont associés à une quantité d'augite et de magnétite, l'augite ayant des tendances à mouler le feldspath.

Une partie des feldspaths est altérée et remplacée par de la calcite secondaire. Cette calcite secondaire et du quartz également secondaire sont assez abondants.

Enfin, le sommet le plus élevé du massif de Bejofa est constitué par de la *granulite*.

Roche massive claire, à grain très fin à l'œil nu, ayant tout à fait l'apparence d'un grès avec quelques rares cristaux noirs, brillants de magnétite. On aperçoit, en outre, au microscope, quelques rares plages de mica noir, au milieu des grains de quartz. Le mica blanc est, par contre, très abondant ainsi que les feldspaths ; ceux-ci sont souvent altérés ; on peut y reconnaître de l'orthose, de l'oligoclase. La structure granulitique est très nette.

On retrouve des roches gneissiques, analogues à celles de Bejofa, à l'Est d'Ambakirano.

Il n'est pas impossible que ces roches contiennent des parties aurifères. Je signalerai, mais seulement pour mémoire, l'ancienne réputation de Port Loky à ce point de vue. Il est possible d'ailleurs qu'on en ait simplement exporté de l'or provenant d'autres points ; cependant il est plus vraisemblable de penser que cet or provenait de la région de la Haute-Loky et des alluvions des rivières qui descendent à la côte entre Loky et Vohémar.

Au point de vue agricole, il n'est pas inutile de rappeler que MÜNTZ et ROUSSEAU (p. 234, n° 221 et p. 236, n° 338) ont donné l'analyse de terres recueillies à Mangily (voir plus loin).

**Haute-Mahavavy.** — Les roches anciennes constituent le sous-sol du bassin de la Haute-Mahavavy. Le contact avec les sédiments liasiques n'est pas nettement visible ; ces derniers sont constitués à leur base par des grès et des argiles micacés, qui donnent des produits de décomposition, très analogues à ceux des granites et des micaschistes : une terre rouge contenant de nombreuses paillettes de micas. Cependant celle qui provient des roches anciennes est d'un rouge plus franc, et les formes du terrain sont plus mamelonnées.

C'est avant d'arriver à la Mahavavy, entre les villages de Anki-

tokazo et de Beranomaso, que j'ai observé les premiers affleurements de *micaschistes*. Ils plongent nettement vers l'Ouest et alternent avec des lits plus quartzeux, dont les blocs anguleux jonchent le sol.

Plus loin, à Ampandohazo, on observe un *granite à mica noir* et à hornblende.

Il contient surtout du feldspath microcline et de l'oligoclase (avec macles de l'albite et de la péricline); il ne paraît pas y avoir d'orthose. On y trouve un peu de quartz, de la biotite, une amphibole verte, voisine de la hornblende. Le zircon est assez abondant.

La même roche se retrouve aux environs de Manambato, associée à des *granites à mica blanc*. Ces granites sont traversés par des filons de roches de la série syénitique, tout à fait analogues à celles de la série post-liasique qu'on observe dans la région de Nosy Be. Aussi les décrirai-je avec ces dernières (voir plus loin). Ces dykes de syénite constituent en affleurement des dômes elliptiques aux formes arrondies, déterminant des escarpements au milieu des granites environnants. Ils ont beaucoup mieux résisté à l'érosion. Ils constituent les petits mamelons de Zarandalahy, Zarandavavy, Ambatovaky, etc.

En amont de Manambato, les roches anciennes paraissent plonger de part et d'autre de la vallée de la Mahavavy qui occuperait ainsi l'emplacement d'un synclinal. Ce sont des gneiss et des micaschistes; ils se poursuivent dans toute la Haute-Mahavavy et constituent les montagnes escarpées qui, de toutes parts, encaissent cette rivière (1).

*Gneiss granitique* de couleur claire, dans lequel on observe au microscope du quartz très abondant, des feldspaths (orthose, microcline, oligoclase, etc.), du mica noir, du mica blanc.

En particulier au Tsaratanana, ils forment un escarpement abrupt vers l'altitude de 1900-1940 mètres.

*Granite normal* avec quartz, feldspath (orthose, microcline, oligoclase), mica noir, et beaucoup d'ilménite.

Ils se prolongent jusque vers 2080 mètres où ils sont surmontés par des *trachytes phonolitiques*, qui constituent les sommets du Tsaratanana (altitude 2800 mètres), et probablement aussi les sommets voisins, en particulier le Tsaravosy.

Des roches analogues se retrouvent à l'état de blocs roulés dans le lit de la Mahavavy.

L'Or existe certainement, mais en petites quantités dans ces roches anciennes. DURUY (1898, p. 427) a signalé les placers exploités de la région du Tsaratanana (versant du Sambirano), en particulier ceux de Antsevakely. Le nom de la rivière *Ramena* (La chose rouge ; l'Or), est typique à cet égard.

**Environs d'Anaborano.** — Toute la région située entre Mauambato et Anaborano, c'est-à-dire entre la Haute-Mahavavy et le Haut-Ifasy, est également constituée par des roches anciennes.

C'est, par exemple entre Antarevoko et Anaborano, une *amphibolite*, constituée presque uniquement par des cristaux blancs de feldspath décomposé, indéterminable spécifiquement, et de hornblende commune. On y observe aussi au microscope un peu de sphène.

**Région de Nosy Be.** — Je ne crois pas qu'il existe dans la région de Nosy Be de véritables granites anciens, en place.

A. LACROIX a signalé, d'après VILLIAUME, à la pointe de Tafondro, au sud de Lokobe, un *granite* à deux micas qu'il considère comme antéliasique. J'ai pu m'assurer que ce granite n'était pas en place à Tafondro ; on le trouve, en blocs de quelques décimètres, disséminés sur le bord de la mer sur une longueur de quelques centaines de mètres. Il ne ressemble à aucun des granites que je connais dans cette région de Madagascar. Il a dû être apporté par des boutres (bateaux indiens).

**Cercle d'Analalava.** — J'ai observé des *gneiss granulitiques* entre Ambodimadiro (Befotaka) et Iraony.

Ils contiennent du quartz, du feldspath (microcline), du mica. Ces gneiss sont traversés par des filons de quartz ; ils sont extrêmement redressés et par places presque verticaux ; leur direction est sensiblement N.S. avec pendage vers l'Est et vers l'Ouest. L'existence de gneiss et de micaschistes en ce point paraît indiquer

(1) Mes observations ont été dans cette région forcément très clairsemées. Le pays est complètement inhabité ; les chemins, s'ils ont existé, n'existent pour ainsi dire plus ; j'ai dû, pour aller au Tsaratanana, non seulement faire transporter des provisions pour huit jours, mais encore pendant quatre jours faire tailler le chemin dans la brousse. Dans ces conditions, je n'ai pu voir que ce qui se présentait sur l'étroit sentier, frayé par mes hommes.

l'absence des couches de grès et d'argiles liasiques, si puissantes plus au nord. La série sédimentaire commencerait par les couches laguno-lacustres à Dinosauriens, *Astarte Baroni* NEWTON, *Corbula Grandidieri* N. (voir plus loin).

Il n'y a pas trace, non plus en ce point, des schistes anciens, si développés dans la vallée de Loky et que les recherches du capitaine COLCANAP nous montreront exister aux environs de Mangindrano.

Je n'ai pas parcouru personnellement la région des roches anciennes dans le Cercle d'Analalava. Le capitaine COLCANAP avait, avant mon arrivée à Analalava, recueilli de très nombreux échantillons dans cette région. Depuis cette époque, les récoltes de M. COLCANAP sont parvenues au Muséum National d'Histoire naturelle (Laboratoire de Minéralogie); M. A. LACROIX a bien voulu, ce dont je lui suis extrêmement reconnaissant, m'en confier l'étude et revoir lui-même la plupart de mes déterminations de roches en plaques minces. Je puis donc, grâce à ces récoltes de M. COLCANAP, étendre mes observations à l'Est d'Analalava.

**A l'Est d'Iraony.** — Se reliant aux roches que je viens de signaler entre Ambodimadiro et Iraony, existe à l'Est de ce village un massif granitique important qui s'étend à l'Est au moins jusqu'à Antsalonga. Il est constitué d'abord entre Iraony et Betainyomby par des granites à feldspath plagioclase (du groupe de l'andésine) et à micas noirs (pléochroïques en brun foncé, vert jaunâtre, vert foncé).

Au-delà, vers Bemanondro, ce sont des *granites à feldspath alcalins*.

Roche à grain extrêmement fin, ayant une apparence homogène. Elle contient du quartz et du feldspath, en cristaux visibles seulement à la loupe; quelques cristaux de feldspath atteignent cependant des dimensions de 2 à 3 centimètres. De nombreuses paillettes de mica noir semblent avoir une tendance à s'aligner en feuillets et se trouvent en lits grossièrement alignés, dont la présence n'enlève pas à la roche son apparence homogène.

Au microscope, la roche a une structure grenue; elle est essentiellement composée de quartz, de feldspath (orthose, microcline) et de mica noir (biotite). La magnétite s'est formée à tous les temps de la consolidation; on en trouve de petits cristaux à l'intérieur des grands cristaux de quartz; d'autres moulent les plages de mica. Il y a quelques cristaux d'apatite.

Ces granites présentent quelquefois des parties presque exclusivement quartzzeuses qui se réduisent à des *associations de quartz et de magnétite*, par exemple entre Andriamalandy et Betainyomby.

Roche formée presque uniquement de quartz et de magnétite; la magnétite est, dans la majeure partie des cas, antérieure au quartz qui la moule; elle présente une certaine orientation; elle se trouve soit en baguettes allongées, soit en paillettes déchiquetées sans aucune forme géométrique.

Plus à l'Est, la région d'Antsalonga a fourni des gneiss à pyroxène, des granites à pyroxène et des pegmatites.

*Granite à pyroxène d'Antsalonga.* — Vue au microscope, cette roche a une structure grenue. Elle contient des pyroxènes, s'éteignant à 20°, à signe positif, à pléochroïsme intense vert pâle — brun rougeâtre, du quartz et de feldspaths (probablement de l'orthose).

*Gneiss à pyroxène d'Antsalonga.* — Au microscope, roche à structure grenue, essentiellement composée de feldspaths, de pyroxène et de biotite. Tous ces éléments ont une orientation très nette.

La magnétite existe en abondance, ainsi que de nombreux cristaux d'apatite et quelques cristaux de zircon.

Ces roches présentent souvent des accidents pegmatiformes :

Roche composée presque uniquement de feldspath (microcline) et de quartz avec inclusions mobiles. De gros cristaux de quartz hyalin aux formes arrondies se détachent au milieu d'une pâte feldspathique rose ou jaunâtre; on aperçoit de rares et très petits cristaux de hornblende.

**Environs de Bealalana.** — Les mêmes roches à pyroxène, d'Antsalonga, se retrouvent aux environs de Bealalana, à Ambatoriha.

*Gneiss à pyroxène.* — A l'œil nu, roche verdâtre, d'apparence homogène, très dure, à grain fin, à petits cristaux de feldspath et de pyroxène. Le mica semble localisé dans de petits lits, extrêmement minces et grossièrement parallèles, qui ne donnent cependant pas à la roche un aspect feuilleté.

Au microscope, roche à structure grenue, essentiellement composée de feldspaths, de pyroxènes, de micas, avec de nombreux cristaux de magnétite. Les feldspaths sont en petits cristaux, sans forme géométrique; quelques-uns sont nettement de l'orthose; il existe des plagioclases, mais en faible quantité. Le pyroxène, s'éteignant à 0°, pléochroïque en vert pâle, rose chair, est de l'hyperssthène. Les cristaux de magnétite paraissent s'être formés à tous les temps, tantôt moulant les cristaux de feldspaths, tantôt moulés par eux.

De petits rectangles bleuâtres, à signe négatif, d'apatite, sont disséminés dans toute la roche. Il y a peut-être de rares cristaux de quartz.

**Environs de Bejofa.** — Cette région paraît constituée par des roches pyroxéniques (granite à pyroxène, gneiss à pyroxène) traversées par des syénites et des péridotites.

A l'œil nu, roche noire compacte présentant de grands cristaux de pyroxène et d'autres plus rares de biolite, au milieu d'une pâte qui, à l'œil nu, n'offre aucune trace de cristallisation. Vu au microscope, cette roche montre de grands cristaux d'olivine ( $n_g.n_p = 0,04$ ; extinction à  $67^\circ$ , négative) au milieu d'une pâte composée surtout de mica noir (biotite) et de magnétite.

Une *péridotite* a été recueillie, d'autre part, dans la rivière d'Andranomalaza \*, à l'Est, en face de Bejofo.

Un *gneiss à scapolithe* a été également ramassé à Andranomalaza:

C'est une roche à structure grenue composée de quartz, de feldspath voisin de l'andésine, d'augite, d'un peu de mica noir, de grenats (roses en lumière naturelle), de sphène et de magnétite.

Ce gneiss, analogue à ceux dont A. LACROIX (1) a fait la monographie, pourrait provenir de la transformation d'un calcaire. Il est d'ailleurs accompagné de *gneiss grenatifères*.

A Analavary (ruisseau de Befiana) on observe des *gneiss à pyroxène*.

Roche à structure grenue, composée essentiellement de pyroxène augite (gris violacé à peine pléochroïque; extinction à  $41^\circ$ ) et de feldspaths. Il y a de plus de rares cristaux de mica et un peu de magnétite.

Ils doivent être traversés par des filons d'une *syénite*, dont on a recueilli des échantillons non loin de là.

Les feldspaths sont surtout de l'orthose et des plagioclases voisins de l'albite. Il y a peu ou pas de quartz. Les éléments ferro-magnésiens sont des micas s'éteignant à  $0^\circ$  des lignes de clivages, noirs, pléochroïques en vert-jaunâtre, vert pâle ou en brun pâle, brun foncé, avec inclusions ferrugineuses de parties décomposées, à bissectrice positive.

A Ankingafohy \*, au Sud d'Ambohitsara, s'observeraient des *gneiss à mica noirs* et des *gneiss granulitiques*.

La première de ces roches se compose de quartz et de feldspaths plagioclases, basiques, à lamelles hémotropes larges et régulières, présentant une extinction symétrique à  $21^\circ$ . Les micas sont, les uns à peine rosés, les autres brun foncé, brun pâle.

Dans la seconde on trouve du pyroxène et une hornblende verte. Les feldspaths, qui appartiennent à des types acides, sont postérieurs aux éléments colorés.

Presque du même point, provient un *schiste granulitique à pyroxène*.

Roche paraissant à l'œil nu presque uniquement composée de hornblende.

(1) A. LACROIX. Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, 1889.

Elle présente au microscope une structure grenue; la roche est presque uniquement constituée par des feldspaths et de la hornblende (vert pâle; angle d'extinction 26°). On aperçoit cependant quelques cristaux d'hypersthène.

Les montagnes qui dominent Bejofo au Nord ont fourni au capitaine COLCANAP des roches intéressantes.

Ce sont tout d'abord des *schistes micacés*, par exemple à Antsatrotro\*.

Roche bleuâtre avec feldspaths en grands cristaux. Le reste de la roche, holo-cristallin, est composé de très petits cristaux.

Au microscope, nombreux cristaux de feldspath, en cristaux allongés avec des micas déchiquetés.

Quelques-unes de ces roches, par exemple entre Antsatrotro\* et Antsahalona\*, contiennent de l'andalousite. Ces schistes ont dû être métamorphisés par des syénites; des échantillons de syénites proviennent en effet de Antsatrotro\* (voir plus loin).

**Environs de Manongarivo.** — Ces schistes, métamorphisés par les syénites, se continuent plus au Nord, vers Manongarivo. Ce sont d'abord, entre Marofotra et Ambalafotsy, des *schistes chloriteux*:

Roche bleu-noirâtre, compacte, très dure. Au microscope, roche à structure microlithique avec nombreux feldspaths, tous allongés, s'éteignant à 0°. Un minéral verdâtre, présentant un léger pléochroïsme (vert pâle, vert jaunâtre, presque incolore) constamment éteint, présente des teintes de polarisation se rapprochant de celles de la damourite. Il y a beaucoup de magnétite. Il semble y avoir eu des feldspaths qui ont été damouritisés et envahis par de la magnétite.

De véritables *granites* doivent leur servir de soubassement. On en a recueilli des échantillons à Andranovato.

Ces schistes sont probablement traversés par des *labradorites*, comme celles qu'on observe entre Marofotra et Ambalafotsy et par des syénites (Manongarivo, confluent du Marofotra).

Des *granites à pyroxène* s'observent dans cette même région.

Roche noire, dure, compacte, contenant du quartz et du pyroxène. L'orientation des éléments, si elle existe, est à peine visible.

Au microscope, roche à structure grenue formée de grands cristaux de pyroxène augite (couleur chair; extinction à 25°, 31°, 37°) et de feldspath. Il y a d'assez gros cristaux de magnétite et un minéral rouge à lumière naturelle.

Il ne paraît pas y avoir de quartz.

Enfin des *schistes métamorphiques* se trouvent à Beraoka\*, aux sources de l'Andranomalazo.

Dans leur voisinage et dans cette même localité se trouvent des *gneiss granulitiques à pyroxène*, très riches en feldspath.

**EAUX THERMO-MINÉRALES DE LA RÉGION ANCIENNE**

C'est de ces roches anciennes que proviennent les sources thermales, minéralisées, que j'ai signalées dans la région (1903, c et 1904, c). Elles se trouvent à peu près, mais non exactement, à la limite des terrains sédimentaires (grès du Lias) et des terrains métamorphiques et jaillissent tantôt dans les uns, tantôt dans les autres.

« Les sources d'*Andranomafana* (l'eau chaude) se trouvent, dans la province de Vohemar, dans le bassin de la Loky, sur son affluent la rivière Ambazonny, non loin de Mangily. Elles jaillissent au milieu de gneiss (voir p. 91), à une altitude voisine de 70 m. ; il y a deux sources, à environ 500 m. l'une de l'autre ; leurs températures (1) sont respectivement de 58°,5 et de 59°,5 ; leur débit est assez abondant ; elles ont sur place une légère odeur d'hydrogène sulfuré. Elles marquent 5° 1/2 à l'hydrotimètre.

» La source d'*Ankatoko* se trouve dans la vallée d'Andavakoera, un peu à l'Est d'Ambakirano ; il y a, au milieu d'un petit marais, vers 60 m. d'altitude, deux ou trois orifices, par lesquels jaillit de l'eau à 60° - 62°, déposant une matière pulvérulente : la température de l'air était 28° (thermomètre fronde), le 30 juin 1903, à 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du soir.

» La source d'*Andranomandevy* (l'eau qui bouillonne) se trouve dans la même région à l'Ouest d'Ambakirano, et à l'Est de l'Ambhipiraka, vers 40 m. d'altitude. Le point d'émergence, situé au milieu d'un petit marécage, n'est pas accessible, de sorte qu'il n'a pas été possible d'y mesurer la température exacte ; l'eau du marécage était à 38°, température très supérieure à celle des eaux ordinaires, et à celle de l'atmosphère, qui était 22°,5 (thermomètre fronde), le 1<sup>er</sup> juillet 1903, à 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du matin ; cette température augmentait rapidement en se rapprochant du centre du marécage.

» La source d'*Ankemadozo* est très voisine et se trouve dans les mêmes conditions.

(1) Les températures ont été déterminées au moyen de thermomètres Baudin et, à moins d'indication contraire, elles ont été prises exactement au point d'émergence.



» La source de *Ramena*, près du village d'Antseva, sur un affluent du Sambirano, jaillit dans le lit de la rivière, vers 20-30 m. d'altitude, au milieu de grès liasiques, mais non loin de la limite des roches métamorphiques qui, suivant toute vraisemblance, se trouvent à une faible profondeur. Cette source a une température de 64°,5 ; elle a une légère odeur d'hydrogène sulfuré. L'eau recueillie a été perdue au cours du voyage ; mais fort heureusement, à peu près au même moment, M. et M<sup>me</sup> Guy DE LA MOTTE, propriétaires dans le Sambirano, en ont fait prélever plusieurs litres qui ont été analysés au Laboratoire de la Société des Agriculteurs de France.

» L'analyse des eaux, que j'ai rapportée, a été faite au Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique par les méthodes ordinaires, avec les précautions qu'exigeait le très petit volume rapporté, eu égard aux extrêmes difficultés de transport dans ce pays (1000<sup>cm</sup> 3 et même 700<sup>cm</sup> 3, pour l'une des sources).

	Andranomafana		Ankatoko	Andranoman- devy (B)	Ankemadozo	Ramena (C)
	1 <sup>re</sup> source	2 <sup>e</sup> source (A)				
	gr. p. lit.	gr. p. lit.	gr. p. lit.	gr. p. lit.	gr. p. lit.	gr. p. lit.
Bicarbonate de sodium CO <sup>3</sup> NaH.	0,19	0,12	0,49	1,27	0,46	1,58
Bicarbonate de potassium CO <sup>3</sup> KH	zéro	traces	0,03	0,08	0,03	0,23
Carbonate de calcium CO <sup>3</sup> Ca.	0,11	0,07	0,14	0,05	0,09	0,04
Carbonate de magnésium CO <sup>3</sup> Mg	0,004	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
Carbonate de fer CO <sup>3</sup> Fe.	zéro	?	zéro	?	0,09	»
Anhydride sulfurique SO <sup>3</sup>	0,21	0,35	0,54	0,03	0,20	0,05
Chlore.	0,01	0,02	0,21?	0,07	0,07	0,07
Alumine et oxyde ferrique.	zéro	0,006	traces	0,005	traces	?
Silice.	0,02	0,08	0,14	0,10	0,07	0,10
Résidu d'évaporation à 100°	0,73	0,90	1,79	1,48	1,02 1,03	»
Recherche qualitative des ni- trates par la diphenylamine.	zéro	{ quantité { notable	{ quantité { notable	{ quantité { notable	{ quantité { notable	»

A. Pour la deuxième source d'Andranomafana, on a dosé directement la potasse et la soude (à l'état de sulfates) après élimination des autres bases. On a trouvé 0g,33 de Na<sup>2</sup>O, tandis que les poids de ce corps, calculés d'après l'essai alcalimétrique et d'après la quantité qui peut saturer SO<sup>3</sup> et Cl sont respectivement 0g,043, 0g,274 et 0g,014, dont la somme est 0g,33.

B. Pour Andranomandevy, on a dosé directement la potasse et la soude (à l'état de chlorures) après élimination des autres bases. On a trouvé 0g,57 de Na<sup>2</sup>O et 0g,015 de K<sup>2</sup>O. Les poids de Na<sup>2</sup>O calculés d'après l'essai alcalimétrique et

d'après la quantité qui peut saturer  $\text{SO}^3$  et Cl sont respectivement 0g,47, 0g,026 et 0g,043, dont la somme est 0g,539.

C. L'analyse de l'eau de Ramena a été faite par le Laboratoire de Chimie analytique de la Société des Agriculteurs de France, auquel on en avait remis plusieurs litres. Elle a donné 0g,6801 de soude, 0g,0847 de potasse et 0g,9306 d'acide carbonique *total* par litre. Pour permettre la comparaison avec les autres analyses, on a d'abord attribué à Cl et  $\text{SO}^3$  des quantités de potasse et de soude proportionnelles aux nombres d'équivalents de ces bases, puis on a ramené par le calcul les quantités  $\text{K}^2\text{O}$  et  $\text{Na}^2\text{O}$  restantes aux quantités correspondantes de  $\text{CO}^3\text{KH}$  et  $\text{CO}^3\text{NaH}$ .

» C'est probablement à ce groupe qu'il faut rapporter : une source qui m'a été indiquée par les indigènes, comme se trouvant dans la vallée du Sambirano, près d'*Andranomainty* ; les deux sources signalées dans la province de Vohemar, l'une à *Betavolo*, sur la rivière Antoloha, l'autre à *Androrongo*, sources sulfureuses, à 60° et à fort débit, qui n'ont pas été analysées.

» La haute température de ces diverses sources (60°) les met tout à fait à part des sources thermo-minérales (de 33° à 41° seulement) que BOCQUILLON-LIMOUSIN et KERMORGANT (1) ont signalées et analysées, dans une tout autre région d'ailleurs, au sud de Tananarive, notamment dans le Betsileo, à Antsirabe, le « Vichy malgache » ; les trois sources analysées pour cette station leur ont donné respectivement 4 gr. 60, 4 gr. 07, 0 gr. 77 de bicarbonate de sodium par litre.

## LES

### ROCHES ANCIENNES DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Je n'insisterai pas sur la répartition des roches anciennes dans le reste de Madagascar. On sait que toute la partie centrale de l'île est constituée par un massif cristallin, de granites, gneiss, micaschistes, etc. (2)

(1) BOCQUILLON-LIMOUSIN. Les eaux minérales de Madagascar. *Bulletin général de Thérapeutique*, 1901, p. 935-941. — KERMORGANT. Eaux thermales et minérales des colonies françaises. *Archives d'Hygiène et de Médecine coloniale*, t. IV, 1901, p. 210-248.

(2) Voir aussi sur ce sujet : D. LEVAT. Sur les roches et gneiss aurifères de Madagascar. *B.S.G.F.*, [4], V, 1905, pp. 744-745 (Note ajoutée pendant l'impression).

Mais on connaît encore trop peu de chose sur la répartition géographique de ces différentes roches pour qu'on puisse faire autre chose que l'esquisser. Je noterai seulement, d'après BARON (1899, a) la présence de cipolins à Ambohimirakitra \* (à 16 milles au S. de Tananarive), à Antanimietry \* (dans le Bongo-Lava), à Ambatondrazaka, au N. W. de Mandritsara, à Karaoka \*, près Vombohitra \* (dans le N. de l'Emyrne) ; celle de schistes à hornblende à Vatomandry (cote est), à Ankasandra \* (région ouest), à Soanierana \* (B. d'Antongil), à Marozevo \* (Route de Tananarive à Andevorante), à Ambohimandrosa \*.

On sait que dans l'Ambongo existe un massif cristallin important. Il est constitué dans le bassin du Sambao par des schistes métamorphiques (A. LACROIX ; 1902, d ; p. 88), que traversent des roches éruptives du groupe des syénites alcalines (A. LACROIX, p. 88-89).

## VI

# LIAS

---

*Le Lias dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Basse-Loky. — Coupe de Antanamvony à Andrafiarena. — A l'Ouest d'Ambararata. — Nosy Be. — Grande-Terre. — Au sud de la Bezavona. — Cercle d'Analalava. — Liste des espèces recueillies dans le Lias du Nord de Madagascar.

*Le Lias dans le reste de Madagascar.*

### LE LIAS DANS LE NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — Les alternances de grès et de schistes qui forment la base de la série sédimentaire sont très mal connues dans la région que j'ai étudiée. CACHIN et GUINET (1867) parlent accessoirement de la limite du granite, des calcaires et des schistes. Le Rév. BARON (1889) les cite à peine ; HENRI DOUVILLÉ (1900, c) et R. ZEILLER (1900) ont fourni des données sur l'âge de leur partie supérieure d'après les fossiles envoyés par M. VILLIAUME et provenant de la région de Nosy Be ; pour eux, le sommet de cette formation appartiendrait au Lias supérieur (peut-être à l'Aalénien).

Beaucoup d'auteurs ont admis, sans preuves, l'âge triasique de ces dépôts (1).

J'ai indiqué (1903, c), leur importance dans la topographie de la région.

Je passerai successivement en revue en allant de l'Est à l'Ouest

(1) Je ne parle pas de ceux qui, par suite de la présence de lignites dans certaines couches, les ont considérés comme permien ou comme houillers.

une série de coupes qui permettront de se rendre compte de la constitution de ce système.

**Basse Loky.** — Les grès liasiques sont très développés dans la Basse Loky. Ils y ont une puissance énorme qui dépasse certainement 1200 mètres. Malgré toutes mes recherches, je n'y ai jamais trouvé la moindre trace de fossiles. Je les considère cependant comme liasiques à cause de leur position, à Loky même, au dessous des couches fossilifères du Jurassique inférieur et à cause de leurs relations stratigraphiques avec les argiles liasiques fossilifères de Nosy Be.

BARON, et à sa suite BOULE et GAUTIER, regardaient la Loky comme marquant aussi exactement que possible (*as nearly as possible*) la limite des terrains cristallins et des terrains sédimentaires.

Or ces grès s'observent non seulement au Nord de la Loky, sur sa rive gauche, mais encore au Sud de cette rivière, sur sa rive droite, sur les pentes du Tsaramborono.

Cette limite devra donc être reportée plus au Sud. D'ailleurs CACHIN (1867), avait indiqué autrefois la présence de grès au Sud de la Loky, près de Port Leven et entre la Manakolala et la Sahampana<sup>\*</sup>.

D'après ces données, je pense, sans en avoir la preuve, n'ayant pu m'y rendre, que cette limite coïncide plutôt avec l'emplacement de la vallée de la Manakolala.

On observe d'abord dans le fond des vallées qui descendent du Tsaramborono, un grès fin dur, formant généralement un escarpement d'une dizaine de mètres. Dans ce grès sont disséminés sans ordre de gros blocs de quartz arrondis et roulés.

Au dessus viennent des grès grossiers, avec blocs de quartz, à peine cimentés dans la partie basse de la vallée ; ces grès grossiers semblent passer latéralement aux poudingues à très gros éléments (plusieurs décimètres cubes) qui constituent le sommet du Tsaramborono (Alt. 683 m.). — Les blocs de quartz et aussi quelquefois de roches granitiques, résultant de l'érosion et de la décomposition sur place de ces grès et de ces poudingues, jonchent la surface du sol et lui donnent un aspect très particulier. Je me suis demandé

si ces conglomérats à gros blocs de quartz ne représentaient pas des formations d'origine glaciaire, analogues à celles qui ont été signalées sur tout l'emplacement du continent de Gondwana, à la fin de l'époque permienne (Australie, Afrique du Sud, Inde). Je

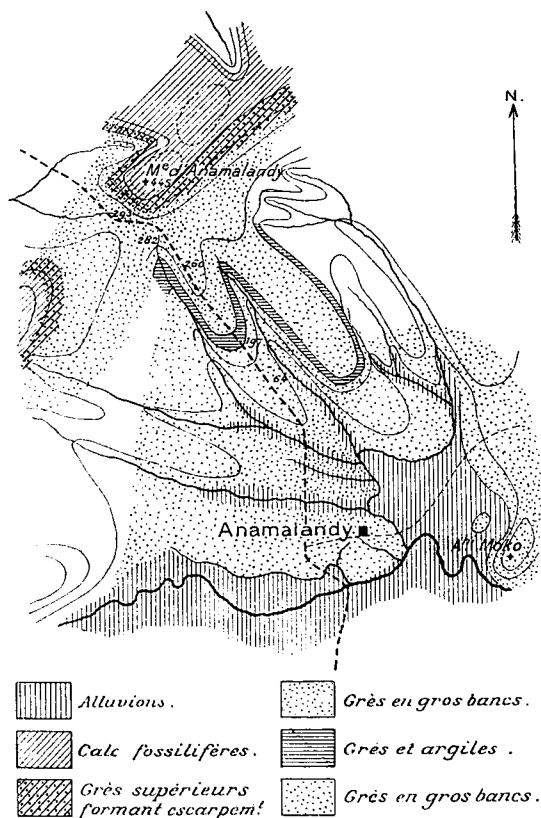


Fig. 12. — CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS D'ANALAMALANDY (1)

[Échelle : 1/100 000

n'ai rien trouvé qui puisse les faire considérer comme tels : aucun de ces blocs ne présente de traces de polissage ou de stries. Il me paraît beaucoup plus probable que cette formation représente les conglomérats de base de la transgression liasique.

(1) L'orthographe correcte est Analamalandy et non Anamalandy, comme il est indiqué par erreur sur la carte (fig. 12) et sur la coupe (fig. 13).

Tout cet ensemble de grès et de conglomérats dont l'épaisseur atteint environ 600 mètres, plonge vers le Nord, dans la région même du Tsaramborono. Le plongement est très considérable et atteint jusqu'à 20 %; mais, plus loin vers Antserasera, il est beaucoup moindre, environ 5 %. Ce système disparaît ainsi dans la large vallée de la Loky (Voir pl. IV).

Ce sont des couches supérieures que l'on observe sur la rive gauche de cette rivière sur une épaisseur de près de 400 mètres; elles sont constituées par des alternances de grès durs à grains fins, déterminant des escarpements à pic (col d'Analamalandy), et de grès plus grossiers formés de petits grains de quartz, aux angles extrêmement vifs, n'ayant subi par conséquent qu'un transport très faible. Des argiles violacées peu puissantes s'intercalent souvent entre ces grès et déterminent dans la topographie une série de ressauts qui permettent de se rendre compte de la parfaite régularité des couches (voir la photographie, planche II).

La succession est la suivante (fig. 13) :

443 <sup>m</sup>	}	Calcaires et éboulés à <i>Rhynchonella</i> (Jurassique inférieur).
361 <sup>m</sup>		
		Grès.
		Argiles verdâtres.
218 <sup>m</sup>	}	Banc de grès faisant saillie.
		— Argile violacée.
		— Grès blanc faisant saillie.
157 <sup>m</sup>		— Grès en gros bancs de 0 <sup>m</sup> 60 et de 1 <sup>m</sup> 00 formant un escarpement important.
		— Grès plus tendres.
108 <sup>m</sup>		Grès alternant avec des argiles.
64 <sup>m</sup>		Sables et grès.

Ces grès passent à leur partie supérieure à des calcaires qui appartiennent certainement au Jurassique inférieur. Au point de vue topographique, la limite est très nette, parce que l'apparition des calcaires détermine une corniche à pic; cette corniche constitue le rebord des plateaux qui forment les pentes de l'Andrafiamana vers la Loky. Au point de vue géologique, elle l'est beaucoup moins; pratiquement dans la région de l'Andrafiamana, je place cette limite au point où commencent les calcaires à *Rhynchonella*;

mais il est possible qu'elle soit placée trop haut (1) et qu'une partie des grès sous-jacents appartiennent déjà au Jurassique inférieur et cela d'autant plus, qu'ils ont tout à fait l'allure et l'aspect des grès qui s'intercalent plus haut au milieu des calcaires à *Rhynchonella* du Jurassique inférieur.

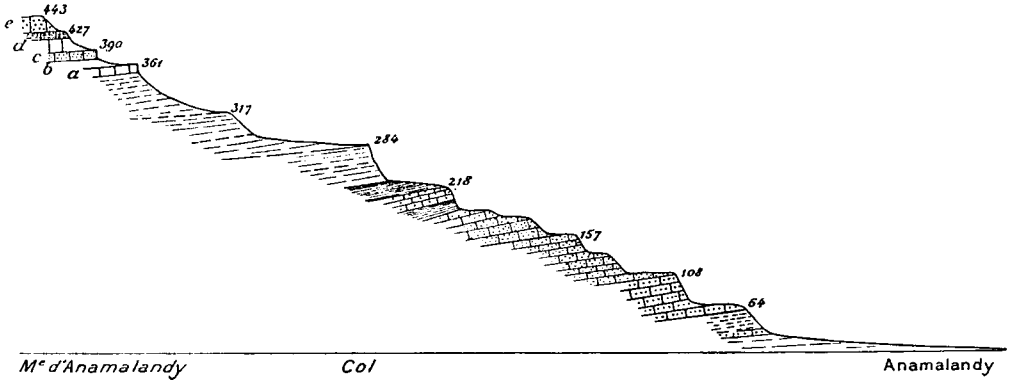


Fig. 13. — Coupe de la montagne d'ANALAMALANDY

Longueurs : 1/30 000

Hauteurs : 1/10 000

**Coupe de Antanamvony à l'Andrafiamana.** — Plus à l'Ouest, une coupe, également perpendiculaire à la vallée de la Loky, se montre beaucoup plus complète et permet de distinguer, dans ce complexe liasique, plusieurs niveaux lithologiques.

En quittant le village de Antanamvony pour se diriger vers le Nord, on observe sur les couches très redressées des micaschistes, des blocs de grès et de nombreux galets de quartz arrondis. Les montagnes qui dominent Antanamvony, à savoir le Marojejy à l'Est, le Mahabenofy à l'Ouest, sont constituées par ces grès; les sommets abrupts et inaccessibles du Marojejy rappellent même tout à fait l'aspect du Tsaramborono; ils semblent constitués par des conglomérats.

Puis des argiles, traversées par un filon de syénite néphélinique,

(1) Dans cet ordre d'idées, on peut noter que les couches D (voir plus loin, p. 112) qui supportent ces grès, ont probablement pour équivalents les schistes et calcaires qui dans la région du Nosy Be, tiennent une faune du Lias le plus supérieur. Dès lors, les couches de grès E qui les surmontent pourraient déjà appartenir au Jurassique inférieur.



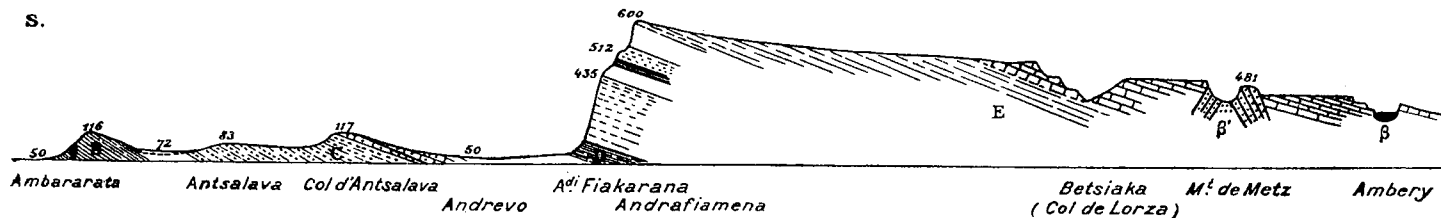


Fig. 14. — COUPE D'AMBARARATA A AMBÉRY

**Andrafiamana.**

Grès rouges.

Grès durs forment escarpement.

Alternances de couches de grès et d'argiles. Les couches d'argiles ont de 10 à 20 cm.; l'une d'elles (all. 512 m. m'a fourni des débris de végétaux.

Grès fins en plaquettes.

Grès blancs ou rouges, quelquefois violacés, contenant de nombreux grains de quartz de 5 à 20 millimètres de diamètre, les grès alternent à la base avec des argiles.

Argiles noires (D).

**Vallée d'Andrevo.**

Grès.

**Col d'Antsalava.**

Grès schisteux avec grès à galets de quartz à la partie supérieure (au Nord du point 117 m.).

Grès (C).

Alluvions d'un marais occupant le point 72 m.

**Col d'Ambararata.**

Argile bleue ou verte sans fossiles (B).

Grès durs à parties alternativement blanches ou rouges.

s'observent au col d'Ambararata ; elles sont surmontées par des alternances de grès durs et de sables grossiers jusque dans la vallée d'Andrevo. — Au delà, au Nord de Ambodifiakarana, l'escarpement de l'Andrafiarena permet de se rendre compte du caractère des couches liasiques, toujours constituées par des alternances d'argiles et de calcaires.

J'ai trouvé, à mi-hauteur de l'Andrafiarena, dans les couches argileuses, vers l'alt. 512 m., des débris d'*Equisetum* ; ils étaient malheureusement très friables et n'ont pu supporter le transport jusqu'à Antsirane.

Les grès du sommet de l'Andrafiarena plongent lentement sous les calcaires du Jurassique supérieur, ils appartiennent déjà peut être en partie à ce niveau.

**A l'Ouest d'Ambararata.** — J'ai indiqué (1903, c, p. 326) comment la géomorphologie de la région était caractérisée par l'existence de deux grandes dépressions, de deux vallées monoclinales parallèles qui constituent les traits dominants de la géographie du pays. La première va de la Loky à la Mananjeba ; elle est occupée par la Basse-Loky, l'Andrevo, la rivière d'Ankarabato. Une seconde va de la Loky jusqu'à hauteur de Nosy Be ; elle est occupée par la Manankola, l'Ambararata, l'Andavakoera et l'Ifasy.

Il semble bien que chacune de ces dépressions soit déterminée par une couche d'argile et que l'on puisse distinguer dans l'énorme épaisseur des sédiments liasiques :

- |             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| A la base : | A. les grès des monts Boriravina. |
|             | B. les argiles d'Ambararata.      |
|             | C. les grès d'Antsalava.          |
|             | D. les argiles d'Ambodifiakarano. |
| Au sommet : | E. les grès de l'Andrafiarena.    |

Des grès [C] constituent les sommets du Leviky. D'autres apparaissent à l'Ouest de Biramanja, à Ambohinanga, où l'on aurait trouvé des traces de lignite (concession Chabert). Ces derniers grès appartiennent probablement au système E et Ambohinanga ferait partie d'une série de petites buttes alignées en avant de l'Ambohipiraka et du Leviky, marquées sur certaines cartes, mais pas visibles dans la topographie et dont je n'ai pas constaté personnellement l'existence.

A l'Ambohipiraka (1), on est en présence des grès C d'Antsalava ; ce sont des grès blancs ou rouges contenant une très forte proportion de mica blanc ; ils sont en bancs d'environ 1 mètre et sont séparés par des lits très minces (2 centim.) d'argiles jaunes, vertes et rouges.

Sur la route d'Ambakirano à Beramanja, au point où s'effectue la traversée de la Mahavavy, des argiles bleues alternent avec des grès friables qui contiennent une très forte proportion de mica. Elles représentent, à mon avis, les argiles B d'Ambararata.

Aux environs d'Anaborano, quand on se dirige de ce village vers la mer (port d'Ankazomalandy), on observe d'abord à la sortie du village d'Antangataka des argiles assez puissantes [B ?] ; il est probable que ce sont ces argiles qui déterminent les marais d'Anaborano. Au-dessus viennent les grès de l'Antsakay, en couches sensiblement horizontales, affectées seulement d'un léger plongement vers le Nord-Ouest [grès C ?].

J'ai retrouvé ces mêmes grès [C ?] sans y observer rien d'intéressant et sans atteindre le substratum ancien en remontant le Sambirano par le sentier d'Ambanja jusqu'aux sources d'eaux chaudes d'Antseva sur la Ramena (voir p. 100).

(1) On remarquera la signification du mot Ambohipiraka : la montagne du plomb. Je n'y ai vu aucun filon plombifère ; mais leur existence n'est pas impossible : des filons analogues se trouvent à Nosy Be, près d'Ankalompona Be, dans le Lias.

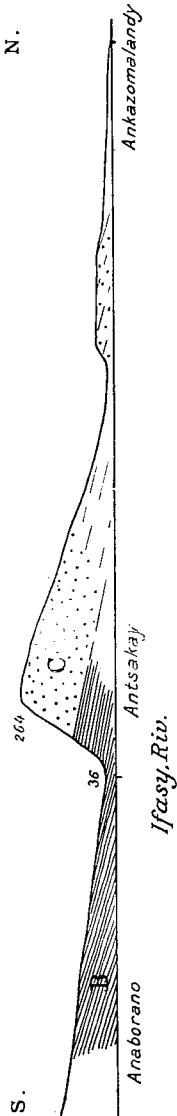


Fig. 15. — COUPE D'ANABORANO A ANKAZOMALANDY

Longueurs : 1/100 000

Hauteurs : 1/20 000

C. Grès d'Antsalava. — B. Argiles d'Ambararata

**Nosy Be.** — Par suite de l'absence ou du moins de la très grande rareté des fossiles, la stratigraphie des grès et schistes de Nosy Be est d'autant plus délicate à faire que ces formations sédimentaires sont constamment recouvertes par des roches éruptives récentes (1).

Une coupe prise entre Hellville et Lokobe donne une assez bonne idée de la disposition des assises dans la région. Le sommet de Lokobe est constitué par des syénites néphéliniques que A. LACROIX a étudiées sur les matériaux rapportés par VILLIAUME (voir plus loin) ; ces syénites sont d'âge post-liasiques ; car elles métamorphosent très nettement les argiles liasiques à leur contact.

Ce métamorphisme s'observe surtout bien à Ambanoro. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de Lokobe vers le village indien de Ambanoro, ces schistes passent insensiblement à des argiles bleues, sans fossiles, qui sont exploitées dans ce village pour la fabrication de poteries. On les retrouve entre la concession Frey et Hellville, au bord de la mer ; on peut y observer leur plongement qu'atteint par places jusqu'à 20°.

Au-dessus, on observe, non loin de la concession Frey, un système de grès et de sables, toujours sans fossiles. Le tout est surmonté en discordance par des basaltes et des tufs basaltiques, récents.

Ces schistes de Lokobe et ces argiles de Ambanoro se retrouvent d'abord à l'île des Morts\*, îlot au N. E. de Nosy Komba, où

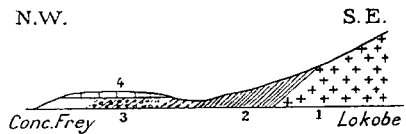


Fig. 16. — COUPE DES ABORDS DE LOKOBE (NOSY BE)

Longueurs : 1/100 000

Hauteurs : 1/20 000

- 4. — Basaltes.
- 3. — Grès de la concession Frey.
- 2. — Argiles de Ambanoro et schistes métamorphosés.
- 1. — Syénites.

(1) Dans cette région H. DOUVILLÉ (1900, c) a indiqué, d'après VILLIAUME, la succession suivante :

D (?). — **Système supérieur** : Calcaires durs, noirâtres, fossilifères, avec *Amm. cf. serpentinus*.

**Système moyen** : Schistes tendres avec *Amm. cf. metallarius*, *Amm. cf. serpentinus* ; *Amm. cf. Dumortieri*.

C (?). — **Système inférieur** : Grès blanchâtres.

l'on observe à nouveau leur contact avec les grès supérieurs, puis à Nosy Komba, et à Ankify. Dans cette presque-île, ils sont surtout visibles entre les villages d'Ambolikonko et de Ambolo-boza \*, sur le rivage oriental et au bas de la concession Delahaye.

Je serais assez porté à les considérer comme appartenant au niveau D du système liasique (Argiles d'Ambodifiakarano), sans pouvoir malheureusement apporter aucune preuve à cet égard.

Dans le Nord de Nosy Be, ces argiles se retrouveraient dans le fond de la vallée d'Andriana, à Kola ; sur le bord de la mer près d'Ankalompona-Kely. Ils y seraient fossilifères ; c'est là que VUILLAUME, qui a séjourné longtemps pour y diriger un sondage, a recueilli les fossiles suivants déterminés par R. ZEILLER (1900 ; p. 1570) :

*Pecopteris exilis* PHILIPPS ; *Brachyphyllum* voisin de *B. Papareti* SAP., de *B. Moreananum* BRONG., de *B. nepos* SAP. ; *Sphenolepidium liasinum* KURR. ; *Sph. [Araucarites] gracilis* OLDHAM ET MORRIS ; *Sph. Choffati* SAP. ; *Cryptomeria* ; *Thuyites*.

J'y ai moi-même recueilli et un peu au Sud de Kola dans une vallée qui va déboucher à la mer à Fascène (1) des empreintes de Lamellibranches que je rapporte à :

*Posidonomya alpina* GRAS (2) ; *Leda Doris* D'ORB. (3) ;

formes qui indiqueraient le Lias le plus supérieur, peut être l'Aalénien.

Ces argiles se retrouvent encore dans la vallée de Belalalava \*, en face d'Ambalatongy ; elles y ont été métamorphosées par des tufs volcaniques récents ; elles sont devenues noires et bitumineuses.

Ces argiles sont traversées au Nord de Ankalompona Kely par un filon de galène et de blende sur lequel VILLIAUME a déjà attiré l'attention (voir plus loin).

La gangue est constituée par une dolomie ferrifère.

Les grès supérieurs, que j'assimilerai provisoirement au niveau E (grès de l'Andrafiarena), s'observent dans toute l'île, partout où ils ne sont pas cachés par des formations éruptives ; je

(1) L'orthographe correcte serait *Fasina* (Le Sable) ; mais Fascène est tellement employé par les Européens de Nosy Be que j'ai cru devoir le conserver.

(2) Cette espèce est au moins très voisine de *P. Oruati* QUENSTEDT.

(3) Cette espèce est désignée souvent à tort sous le nom de *Leda rostrata* SCHLOTH., 1820, nom préemployé par SCHUMACHER, 1817.

citerai en particulier : Befotaka, où ils sont nettement recouverts par des tufs basaltiques ; Fascène, où l'on observe leur substratum schisteux et toute la série de hauteurs entre la rivière de l'Andriana et Ankalomponabe.

HERLAND les a signalés au Nord de Mahazandry et de Navatsy ; ils y sont inclinés vers l'Ouest à partir d'une direction N. N. E.-S. S. O. et l'inégale dureté de leurs différentes strates a déterminé la formation de grottes (Navetsy).

Ils forment sans doute le sommet de Lokobe et de Nosy Komba, où ils sont métamorphisés par des roches syénitiques ; car A. LACROIX (1902, d, pp. 73-77) signale dans cette île, à l'altitude de 350 mètres, une roche qu'il considère comme un grès calcaire, transformé par exomorphisme.

**Grande-Terre.** — Les mêmes schistes qui forment la ceinture du Lokobe et de Nosy Komba se retrouvent à Ankify où ils sont traversés par des filons de roches syénitiques.

Ils sont très nettement relevés le long de l'accident syénitique d'Ankify, plongeant à l'Est sur la cote Est, à l'Ouest sur la cote Ouest.

L'affleurement des argiles correspondantes, recouvertes d'alluvions, détermine vraisemblablement l'existence des marais, cultivés en rizières, qui s'étendent entre la Baie de Tsimipaika et le Sambirano [argiles D].

Au-dessous affleurent les grès que j'ai déjà signalés sur la route d'Ambanja [grès C] (1). Au-dessus on trouve, sur les premiers sommets d'Ankify (Concession de M. Delahaye), à partir de l'altitude de 40 mètres, des blocs de syénite et des blocs de grès [grès E].

Ce sont vraisemblablement les mêmes grès que GUINARD signale à Ambohidravina, affectés d'un plongement vers l'Est ou le Sud-Est.

C'est dans la région de Jangoa, près d'Ambodimadiro, qu'à la suite de recherches multiples et très laborieuses, aidé d'ailleurs par un personnel nombreux, M. VILLIAUME a pu recueillir les quelques

(1) C'est probablement dans ces grès, à Antsirasira<sup>\*</sup>, sur le Sambirano, que se trouvent le filon de Quartz (épaisseur 2 mètres ; direction N. 20° E.) que GUINARD a signalé et qui contient de petits filonnets de 0 m. 03 de sulfure d'antimoine.

échantillons qu'il a fait parvenir en France. Ces échantillons proviennent de schistes et calcaires que j'attribue encore, quoiqu'avec beaucoup de réserves, à la série D (argiles d'Anaborano).

H. DOUVILLÉ et R. ZEILLER y ont déterminé : (localité dite Jangoa) : *Ammonites* cf. *serpentinus* REIN. ; *Spiriferina* ; *Zeilleria sarthacensis* ; *Pholadomya* cf. *Voltzi* et *Ph. ovulum* ; *Pleuromya* ; *Protocardium* cf. *striatulum* ; *Eopecten tuberculatus* ; *Ostrea* cf. *Beaumonti* ; *Pagiophyllum* cf. *rigidum* POMEL.

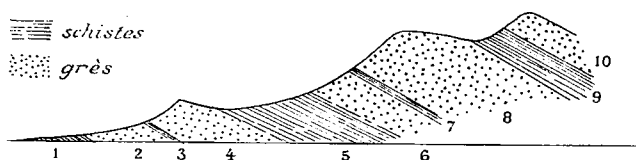


FIG. 17. — COUPE DE LA FALAISE DU CAP D'ANKATOFA \*  
(BAIE D'AMBAVATOBY)

Longueurs : 1/200

Hauteurs : 1/40

10. — Grès.	
9. — Schistes noirs.....	0 m. 10
8. — Grès fins jaunes.....	2 m. 40
7. — Schistes noirs.....	0 m. 10
6. — Grès fin jaune.....	0 m. 60
(voir fig. 18). 5. — Alternances de grès et de schistes.	0 m. 90
4. — Grès.	
3. — Schistes noirs.....	0 m. 05
2. — Grès.....	0 m. 90
1. — Schistes noirs.....	0 m. 10

Toute cette région est caractérisée par l'alternance de grès et de schistes, avec des accidents ligniteux, qui ont depuis longtemps attiré l'attention (1).

On retrouve ces mêmes couches à Ampasimena, où R. ZEILLER signale : *Yuccites angustifolia* SAPORTA. J'ignore s'il s'agit du village d'Ampasimena ou de la Pointe d'Ampasimena. Ce nom est d'ailleurs très fréquent sur la côte (Sign. : Le sable rouge).

A Ambaritelo \* (pour Ambariotelo \* = N. Mamoko), VILLIAUME

(1) Dans la vallée de la Jangoa, GUINARD a signalé des couches schisteuses ou gréseuses avec lits de charbon ayant jusqu'à 8 centimètres d'épaisseur. Le plongement serait tantôt vers le N.-E. et le S.-E., tantôt vers le N. et le N.-O. Il y signale aussi des filons de basalte.

a recueilli : *Ammonites* cf. *metallarius* DUM. ; *Amm.* cf. *serpentinus* REIN. ; *Amm.* cf. *Dumortieri* THIOLLIÈRE ; *Gresslya* ; *Scleropteris* ; *Pecopteris exilis* PHILIPPS ; *Brachyphyllum* cf. *Papareti* SAPORTA ; *Equisetum Jolyi* BUREAU.

On retrouve ces mêmes couches à Andrahinira\* (= P<sup>te</sup>. Andrahira ? au Sud de N. Mamoko) ; elles contiennent : *Brachyphyllum* cf. *Papareti* SAP. ; *Equisetum Jolyi* BUREAU ; *Yuccites* cf. *hettangensis* SAP. ; *Yuccites* cf. *angustifolius* SAP. ; *Araucarites Kuthensis* FEISTM.

Enfin, une dernière localité, Marofotra\*, que je n'ai pu identifier contient : *Equisetum Jolyi* BUREAU ; *Sphenolepidium* cf. *Choffati* SAP.

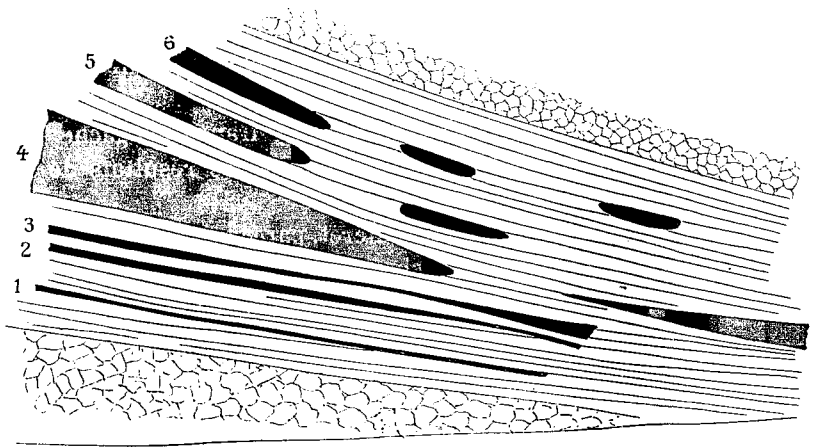


FIG. 18. — Coupe montrant l'allure des lentilles argileuses et charbonneuses (en noir) au milieu des SABLES ET GRÈS. CAP ANKATOPA\* (BAIE D'AMBAVATOBY)

Longueurs et hauteurs : 1/20

J'ai relevé une coupe (fig. 17) donnant une bonne idée de la nature de ces schistes ; elle s'observe, dans la baie d'Ambavatoby, un peu au Nord d'Andasy Be, au cap Ankatofa\*. Il ne s'y intercale pas de lignites.

Tout cet ensemble plonge, avec une pente d'environ 20 % vers l'intérieur de la baie. La coupe détaillée (fig. 18) des bancs 5 montre la variabilité de faciès dans une même couche.

J'ai relevé, dans la même région, quelques autres coupes de détail que, faute de fossiles, il est impossible de raccorder avec certitude et que, pour cette raison, je crois inutile de publier. On



en trouve d'ailleurs un certain nombre dans les publications de GUILLEMIN et de VILLIAUME. Elles montrent toutes les mêmes alternances de schistes, d'argiles et de grès; les schistes contiennent assez souvent de petites veines ou de petites lentilles de lignites, dont l'épaisseur ne dépasse pas en général 2 centimètres. En quelques endroits cependant, par exemple sur la côte Nord, près d'Ampasi Be\* (1), on voit des points où les accidents ligniteux atteignent jusqu'à 15 centimètres. Mais ils disparaissent ou s'amincissent rapidement quand on les suit sur quelques mètres. L'un d'eux, dont la présence avait encouragé la Compagnie franco-malgache à faire un sondage, à Ampasi Be, n'a pu être retrouvé dans le sondage, à 50 m. de distance du point d'affleurement, bien que les couches fussent en ce point absolument régulièrement stratifiées (2).

M. EECKMAN, directeur de la Compagnie franco-malgache, et M. BENAZET, ont bien voulu me communiquer les résultats de ce sondage, profond de 60 mètres,

Ces résultats offrent un certain intérêt, parce qu'ils donnent une bonne idée de la nature des couches en ce point, montrant l'alternance régulière des couches d'argiles et de grès :

*Coupe fournie par le sondage d'Ampasi Be\* (Pr. d'Ambavatoby*

Argile sableuse et blocs de grès blancs friables.....	4 m. 15	
Grès blanc friable.....	0 m. 65	} 3 m. 51
Grès blanc plus consistant.....	1 m. 70	
Grès gris ferrugineux.....	1 m. 16	} 1 m. 08
Argile brun rougeâtre, lie de vin, alternant avec une argile verte..	1 m. 86	
Grès blanc et argile par minces couches.....	1 m. 86	} 2 m. 06
Grès jaunes.....	0 m. 20	
Argile compacte vert bleuâtre.....	1 m. 50	
Grès blanc quartzeux, dur et légères couches d'argiles.....	3 m. 85	
Argile compacte bleu grisâtre.....	0 m. 49	
Grès vert pâle avec mica, quartzeux à la base.....	0 m. 96	
Argile compacte, jaune violacée à la base.....	0 m. 20	} 1 m. 90
Argile compacte, lie de vin.....	1 m. 70	
Grès vert, dur, argile jaune à la base.....	1 m. 50	} 4 m. 84
Grès gris durs, ferrugineux à la base.....	3 m. 15	
Grès blancs à empreintes charbonneuses.....	0 m. 19	

(1) Ampasi Be\* est un village située à 1 ou 2 kilomètres au Nord de la pointe Andrahibe.

(2) Des observations analogues ont été faites par GUINARD. Toutes ces lentilles charbonneuses, d'ailleurs très minces, n'ont aucune constance.

Schistes argileux coupés de grès.....		4 m. 05	
Grès gris durs et faibles couches de schistes argileux....	2 m. 35	} 3 m. 47	
Grès durs blancs.....	1 m. 12		
Argile compacte, lie de vin.....	2 m. 30	} 4 m. 58	
Schistes argileux, bleuâtres, durs.....	2 m. 18		
Grès durs et argile-bleue.....		1 m. 18	
Argile bleue lié de vin.....		1 m. 40	
Grès durs et schistes argileux avec légères couches de charbon....		1 m. 20	
Argile blanche.....	0 m. 55	} 1 m. 45	
Argile lie de vin.....	0 m. 90		
Grès durs avec lits de charbons.....		1 m. 26	
Argile lie de vin.....	1 m. 80	} 2 m. 94	
Argile compacte verte.....	1 m. 14		
Grès rouge.....	8 m. 85	} 12 m. 40	
Grès blanc quartzeux.....	3 m. 55		
		TOTAL :	60 m. 05

Les grès du Lias sont visibles sur tout le bord de l'estuaire du Kakambe\*, à hauteur de Andasy Be. A la pointe d'Antsoha\*, on y observe une faille (fig. 20), avec remplissage de cristaux.

Ces grès se suivent sur tout le littoral entre Marotony et la

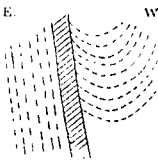


Fig. 19. — FILON DE PHONOLITE DE MAROTANY (Plan).

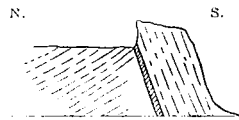


Fig. 20. — FAILLE DE LA POINTE D'ANTSOHA\* (Coupe).

pointe d'Andrahibe ; ils alternent de temps à autre avec de petits lits d'argile ; ils sont quelquefois traversés par des filons de phonolites (fig. 19).

Le fait le plus intéressant est l'intercalation de syénites dans ces grès que nous devons regarder comme constituant la partie tout à fait supérieure de la série liasique. Cette syénite (fig. 21) forme une sorte de filon incliné ; elle se prolonge suivant toute vraisemblance au-dessus des couches liasiques ; on en voit des blocs roulés dans ces couches ; mais on ne peut atteindre la roche en place : celle-ci ne se voit qu'au bord de la mer, à la pointe Andrahibe.

Les couches dans lesquelles ces syénites s'intercalent contiennent de gros troncs d'arbres, appartenant probablement au genre.

Toute la région entre Marotany et Antsahabe, au pied de l'Andranomiserano, est constituée par des grès puissants, dans

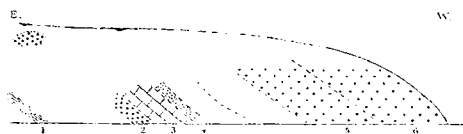


Fig. 21. — SYÉNITE DE LA POINTE ANDRAHIBE

Longueurs : 1/10 000 environ

Huteurs : 1/2 000

6. — Syénite.
5. — Syénite.
4. — Grès.
3. — Calcaire.
2. — Argiles.
1. — Argile à tronc

lesquels je n'ai pu établir aucune subdivision ; ils paraissent s'élever assez haut sur les flancs de l'Andranomiserano. On voit bien leur allure dans les falaises qui constituent la baie d'Antsahabe, ils y plongent régulièrement vers l'Ouest.

Dans le massif des Deux Sœurs (surtout à Ampasibitika \*), VILLIAUME a observé des grès, des grès calcaires et des schistes argileux ; ces roches sont traversées et métamorphosées par des granites sodiques dans les mêmes conditions qu'ils le sont par les syénites néphéliniques à Nosy Komba (A. LACROIX 1902, c, p. 204).

Sur son versant sud-ouest, dans la vallée de l'Antsahabe, au delà de Andranomandevy, j'ai observé des schistes un peu charbonneux et des grès ayant une forte inclinaison vers l'Ouest. Ces schistes et grès, qui représentent le Lias supérieur, et peut-être une partie du Jurassique moyen, ne m'ont pas fourni de fossiles ; ils plongent sous les couches de la pointe Antsolahity, près Anoronsongano, que je considère comme appartenant au Jurassique supérieur. Je n'ai vu aucun filon de roche éruptive traversant ces couches.

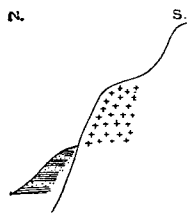


Fig. 22. — CONTACT  
DES SYÉNITES ET DES  
SCHISTES AU MONT  
BEZAVONA

Au mont Bezavona, j'ai observé, sur son flanc nord-ouest près de la propriété de la Compagnie franco-malgache à Ambodimanga, presque le contact de la syénite des schistes calcaires liasiques. Il semble se faire très rapidement sans qu'il soit possible d'observer

des phénomènes de contact. Ce sont ces calcaires que signale A. LACROIX (1903, a, p. 174) et qui, d'après VILLIAUME, se terminent en lentilles vers l'Est, aux environs d'Ankaramy. Ils y seraient intercalés dans les schistes charbonneux.

**Au Sud de la Bezavona.** — Entre Jangoa et Ambodimadiro, s'élève jusque vers l'altitude de 400 à 500 mètres une chaîne sensiblement N. O., constituée par des grès que traversent des filons minces de trachytes, etc. (A. LACROIX, 1902, c, p. 105).

Ces grès se suivent jusqu'à Ankaramy, où l'on observe, dans le fond de la vallée, des calcaires noirs, bien lités.

Ils appartiennent au système schisteux que VILLIAUME a traversé dans un sondage, pratiqué non loin d'Ankaramy.

La coupe donnée par cet officier est en ce point :

E?	Grès grossiers rubéfiés, avec lits d'empreintes fossilifères.	110 m.
D?	Schistes francs, noirs lustrés, avec empreintes de flore, avec des lits de grès fins et des « vésicules de charbon ».....	40 m.
	Grès schisteux très fins exceptionnellement durs.....	

La pente des couches est de 18°, probablement dans une direction approximativement N. S. (VILLIAUME ne l'indique pas).

Les grès supérieurs s'observent tout le long de la route qui va d'Ankaramy à Maromandia ; ils alternent avec des couches de plus en plus nombreuses et de plus en plus abondantes d'argiles violacées, bien visibles surtout au village provisoire d'Antanabemoro, à mi-chemin entre Ankaramy et Maromandia.

Aux environs de Maromandia, des grès assez analogues d'aspect plongent vers le Sud-Ouest ; mais en ce point ils sont certainement plus récents que le Lias ; car ils semblent en relation directe avec les argiles et les grès de Maromandia, qui contiennent une faune nettement callovienne.

D'ailleurs il est curieux d'observer dans cette région, ni les calcaires à *Rhynchonella* de l'Angaraony, ni les calcaires fossilifères à *Corbula Grandidieri* NEWTON et à Dinosauriens du Jurassique qui sont si développés plus au Sud aux environs d'Andranosamontana et qu'on retrouve à Anorontsongana.

Il est très probable que la faille signalée à Andranosamontana se prolonge dans cette région et fait buter les grès liasiques contre les argiles et grès du Callovien, faisant disparaître tout affleurement calcaire du Bajocien-Bathonien.

**Cercle d'Analalava.** — Je n'ai pas observé personnellement la présence de grès liasiques dans le Cercle d'Analalava.

Je signalerai seulement, d'après des renseignements qu'a bien voulu me donner le capitaine COLCANAP, qu'il existerait des argiles avec lignites auprès de Bejofo, à la scierie d'Antanandava\*, tandis que le reste de la région est occupé par des roches anciennes (Voir p. 96). De même M. COLCANAP rapporte que la chaîne qui s'étend entre le Sandrakoto et le Mahevahinja est entièrement occupée par des gneiss et des micaschistes, mais que plus à l'Ouest, vers Angandra et Ankingafohy, se trouvent des grès et des schistes avec lignites.

D'autre part, dans le centre du Cercle d'Analalava, entre Antsohy et Ambodimadiro (près de Befotaka), je n'ai pas trouvé traces de sédiments liasiques entre les granites (Voir p. 94) et les calcaires du Jurassique inférieur (Voir p. 134).

### Liste des espèces recueillies dans le Lias du Nord de Madagascar (1)

- |   |   |
|---|---|
| * <i>Ammonites cf. metallarius</i> DUMORTIER.             | * <i>Equisetum Jolyi</i> BUREAU.                |
| * <i>Ammonites cf. serpentinus</i> REINECKE.              | * <i>Yuccites cf. heltangensis</i> SAPORTA.     |
| * <i>Ammonites cf. Dumortieri</i> THIOLLIÈRE.             | * <i>Yuccites angustifolius</i> SAPORTA.        |
| * <i>Spiriferina</i> .                                    | * <i>Araucarites Kutchensis</i> FEISTMANTEL.    |
| * <i>Zeilleria sarthacensis</i> .                         | * <i>Araucarites gracilis</i> OLDHAM ET MORRIS. |
| * <i>Pholadomya cf. Ph. Voltzi</i> et <i>Ph. ovulum</i> . | * <i>Sphenolepidium cf. Choffati</i> SAPORTA.   |
| * <i>Pleuromya</i> .                                      | * <i>Sphenolepidium liasinum</i> KURRER.        |
| * <i>Protocardium cf. striatulum</i> .                    | * <i>Scleropteris</i> .                         |
| * <i>Eopecten tuberculatus</i> .                          | * <i>Pecopteris exilis</i> .                    |
| * <i>Ostrea cf. Beaumonti</i> .                           | * <i>Cryptomeria</i> .                          |
| * <i>Pagiophyllum cf. rigidum</i> POMEL.                  | Et de plus :                                    |
| * <i>Brachyphyllum cf. Papareti</i> SAPORTA.              | <i>Posidonomya alpina</i> A. GRAS.              |
|   | <i>Leda Doris</i> D'ORBIGNY.                    |

(1) Le signe \* se rapporte aux espèces que je n'ai pas recueillies moi-même.

## LE LIAS DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Les grès rouges rapportés au Lias (et par plusieurs auteurs au Trias) sont très développés dans toute l'île de Madagascar. Ils contiennent, sur plusieurs points, des troncs d'arbres silicifiés, « admirables au point de vue du volume et de la conservation » (voir GAUTIER, 1902, p. 66-68, fig.), par exemple entre Ambalarano\* et Morafenobe\* (près de la rivière Bemarivo). Ce sont, d'après les déterminations de B. RENAULT, des *Cedroxylon* et des *Araucarioxylon*. GAUTIER les a vus, sur plus de 600 mètres, dans la falaise de l'Isalo\* (coupure de Menamaty\*).

L'âge de ces grès reste indéterminé, on sait qu'ils sont liasiques ou antéliasiques ; en effet au sommet de ces grès, GAUTIER a trouvé à Ankilahila\*, dans l'Ambongo, un banc calcaire contenant des fossiles du Lias supérieur : (M. BOULE, 1901, p. 677-678) : *Harpoceras*, *Spiriferina*, *Lepidotus* (écailles), *Nautilus*, *Natica*, *Ostrea*, *Lima*, *Nucula*, *Astarte*, *Opis*, *Terebratula*, *Rhynchonella*.

Ces calcaires (liasiques ? d'après GAUTIER) ont parfois l'aspect d'une grossière maçonnerie. Leur épaisseur est de 400-600 mètres.

Ces données ont été récemment confirmées par les envois de fossiles et les données stratigraphiques du capitaine COLCANAP (1906) sur le cercle de Mevatanana (Causse de Kahavo). Il y a recueilli *Harpoceras* [*Hildoceras*] gr. de *crassifalcatum* DUMORT. *Bouleiceras nitescens* THEVENIN (1), *Terebratula* cf. *perovalis* Sow., *Spiriferina* sp.

Enfin, à Morondava, dans une liste qui contient surtout des fossiles du Bajocien et du Jurassique supérieur, FISCHER avait signalé *Ammonites fimbriatus* Sow. et *A.* cf. *heterophyllus* Sow. ; on notera que ces espèces sont, l'un, un *Lytoceras*, l'autre, un *Phylloceras*, sur lesquels il est difficile d'appuyer une détermination précise d'âge.

Au point de vue stratigraphique, GAUTIER (1902 ; p. 92) a insisté sur l'allure essentiellement simple des terrains sédimen-

(1) A. THEVENIN. Sur un genre d'Ammonite nouveau du Lias de Madagascar. *C. R. somm. Soc. géol.*, 3 mars 1906, p. 27 (Note ajoutée pendant l'impression).

taires malgaches, que l'on trouve partout en « strates approximativement horizontales », suivant l'expression de BARON. Il a fait remarquer et a même figuré (Voir GAUTIER, 1902, p. 96-97, coupe n° 11 de Janjina à Morondava) le plongement plus accentué de ces couches au contact immédiat des gneiss.

GAUTIER (1902 ; p. 93), n'expliquerait pas par des phénomènes tectoniques la pente de ces couches ; il voudrait « admettre que la « stratification des dépôts a épousé la pente du talus gneïssique « sur les bords des cuvettes où ils se sont entassés ». Cette explication ne paraît guère vraisemblable.

Il est beaucoup plus probable qu'ils sont dus à ces mouvements d'ensemble, qui affectent certaines aires continentales et que l'on désigne sous le nom de *mouvements épirogéniques*.

Le Lias de Madagascar est donc, en somme, fort mal connu ; ce n'est guère qu'en deux points que l'on a une certitude sur l'existence du Lias le plus supérieur : mais il est probable que tous les grès subordonnés que l'on a souvent, sans preuve, attribués au Trias, doivent être plus vraisemblablement considérés comme liasiques.

Des subdivisions fondées sur la nature des faciès, pourront peut-être être reconnues dans certaines régions, comme je l'ai fait dans le Nord ; il sera possible ensuite de relier ces coupures les unes aux autres et de les synchroniser entre elles.

---

## JURASSIQUE INFÉRIEUR

---

*Le Jurassique inférieur dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Environs de la Loky. — Col de l'Andrafiarena. — Ankarana. — Angarony. — Environs d'Andranosamontana. — Région au Nord de la Maivorano. — Ankingavola. — Région entre la Maivorano et Antsohy. — Résumé. — Liste des fossiles recueillis dans le Jurassique inférieur du Nord de Madagascar.

*Le Jurassique inférieur dans le reste de Madagascar.* — Au Nord de la Betsiboka. — Région des Causses. — Résumé.

*Ostrea [Liogryphæa] Rodoi* n. sp.

Quand on parle de Jurassique inférieur, moyen, supérieur, il faut toujours préciser, si le Lias est ou non compris dans ce Jurassique. Je considère le Lias comme formant un système à part ; le Jurassique inférieur comprend donc le Bathonien, le Bajocien et le Callovien ; le Jurassique moyen se compose de l'Oxfordien, du Rauracien, du Séquanien, du Kimeridgien ; le Jurassique supérieur correspond au Portlandien et au Berriasien.

### LE JURASSIQUE INFÉRIEUR DANS LE NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — Les documents que nous possédons sur cette série dans la région étudiée se réduisent à ceux qui ont été publiés par BARON (1895, a). Du pays sakalava, ce géologue a rapporté de la région d'Analalava et, en particulier, des environs d'Andra-



nosamontana, de nombreux fossiles qui ont été étudiés par NEWTON. Il a signalé des calcaires de cet âge dans le pays des Antankares et dans la région Nord-Est, près de Loky, il a indiqué l'existence de calcaires superposés aux grès du Lias.

Enfin, je ne serais point étonné que l'échantillon de *Isocardia minima* Sow., signalé en 1821 par SOWERBY comme venant du Cornbrash de Madagascar, n'ait été recueilli aussi aux environs de Loky ; nous savons, en effet, par un travail de BUCKLAND que des échantillons géologiques avaient été ramassés dans cette région, en 1819, par FARQUHAR.

**Environs de la Loky.** — Sur la rive gauche de la Loky, la montagne d'Analamalandy montre des grès liasiques ; on observe, sur

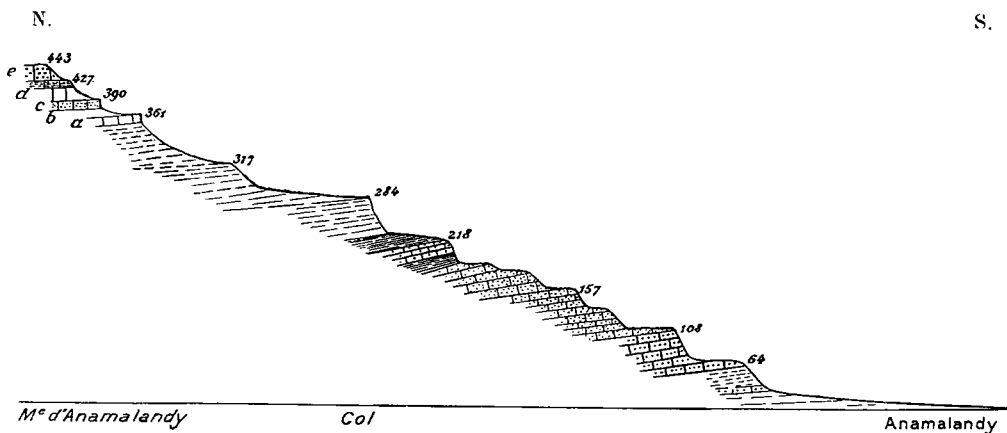


Fig. 23. — COUPE DE LA MONTAGNE D'ANALAMALANDY (1)

Longueurs : 1/50 000

Hauteurs : 1/10 000

une épaisseur d'environ 80 mètres, une coupe (fig. 23) assez détaillée des calcaires par lesquels débute le Jurassique inférieur (2).

Au-dessus des grès sans fossiles que j'attribue au Lias, on trouve d'abord (alt. 361 m.) des calcaires [a] à *Rhynchonella*, alternant avec des grès durs, à grain fin sans fossiles. Puis viennent des calcaires à *Rhynchonella* [b], des lumachelles [c] et un calcaire [d] compact,

(1) Analamalandy, orthographe correcte, et non Anamalandy.

(2) Sur l'indécision de la limite réelle avec le Lias, voir p. 106.

bleuâtre puissant d'environ 20 mètres, formant un escarpement abrupt et découpé en aiguilles par l'érosion atmosphérique.

Le sommet de la montagne est couronné par des calcaires [e] à Polypiers, *Rhynchonella*, *Lima* (alt. 443 m.).

Toutes ces couches plongent régulièrement vers le Nord et on en voit affleurer quelques-unes dans le fond des vallons en se dirigeant, d'Analamalandy à Boriravina, par la vallée de Bentsensorina.

Dans cette vallée, à peu près à mi-chemin entre le col d'Analamalandy et le Rodo, on trouve des grès, surmontés de calcaires qui contiennent *Corbula Grandidieri* NEWTON.

**Col de l'Andrafiamana.** — La coupe la plus complète s'observe sur le chemin qui traverse la chaîne de l'Andrafiamana en son milieu, allant d'Ambararata et d'Andrevo à Ambery. Les sommets de l'Andrafiamana sont constitués par les grès liasiques (fig. 24) ; ces grès plongent peu à peu sous les calcaires du Jurassique inférieur et ils atteignent le fond des vallées à peu près à hauteur du Col de Lorza.

A cette hauteur on observe la succession suivante (fig. 24) :

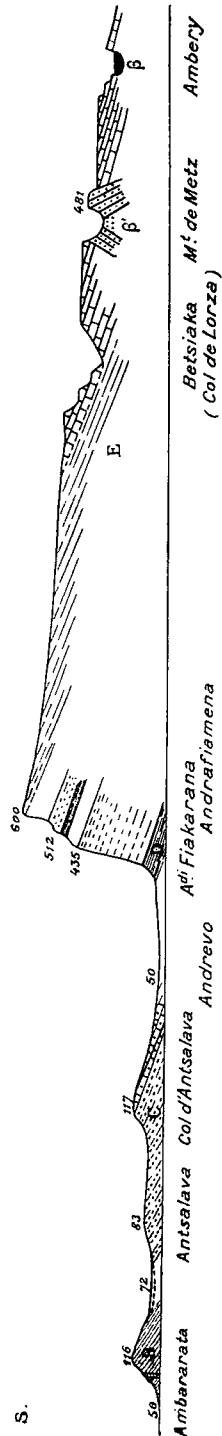


Fig. 24. — COUPE D'AMBARARATA A AMBERY

Longueurs : 1/200 000      Hauteurs : 1/40 000  
 E. — Grès supérieurs du Lias.      β'. — Tufs basaltiques.  
 Au dessus, calcaires du Jurassique inférieur      β. — Basaltes.

Le fond de la vallée (alt. 315 m.) est constitué par une terre jaune, éboulée et remaniée, qui peut masquer, soit des calcaires,

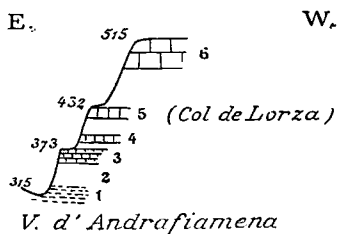


Fig. 25. — VALLÉE D'ANDRAFIAMENA.  
A HAUTEUR DU COL DE LORZA.

Longueurs : 1/50 000.

Hauteurs : 1/10 000.

6. Calcaire.
5. Calcaire à Polypiers.
4. Calcaire lumachellique à *Lima*.
3. Calcaire en plaquettes.
2. Terre jaune.
1. Grès de l'Andrafiamena.

soit des grès. Au-dessus (alt. 373 m.) viennent des calcaires en plaquettes sans fossiles, puis des calcaires lumachelliques à *Lima* et enfin des calcaires à Polypiers qui affleurent au col même (alt. 432 m.) ; ils paraissent identiques à ceux de la montée d'Anbible et de la montagne d'Analamalandy. On observe au-dessus, jusque vers 515 m., des calcaires sans fossiles.

Ces couches plongent assez rapidement vers le Nord et ce sont des niveaux plus élevés dans la série que l'on observe en allant vers Ambery ; alternances de marnes et de calcaires

marneux avec de nombreuses *Rhynchonella* : *Rhynchonella concinna* Sow. in CLERC, non Sow. ; *Rh. obsoleta* Sow. in CLERC (pl. III, fig. 11), non Sow. in DAVIDSON ; *Rh. cf. indica* d'ORB., in KITCHIN (pl. IX, fig. 19), *Terebratula* (*Waltheimia*) n. sp., *T. circumdata* E. DESL.

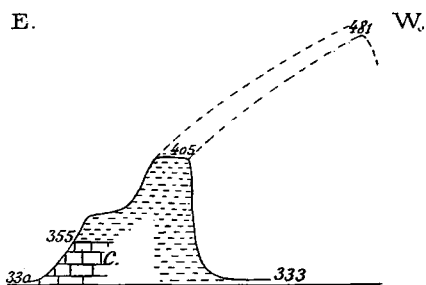


Fig. 26. — MONT DE METZ

- C. — Calcaire du Jurassique inférieur.  
Au dessus, tufs basaltiques.

Au milieu de ces calcaires s'intercale le très curieux cratère du Mont de Metz (1).

(1) Le Mont de Metz était absolument inconnu avant mon passage dans cette région. Les indigènes ne paraissent pas le désigner sous un nom spécial ; j'ai été heureux (1903, c) de pouvoir lui donner le nom de M. le lieutenant DE METZ, qui, quelques mois avant moi, avait le premier dressé dans cette région un itinéraire, d'ailleurs un peu différent du mien.

On suit ces calcaires dans la vallée du Rodo jusqu'au gué que traverse le chemin de Ambery à Ampary. A la base, sur la rive gauche du Rodo, ils sont compacts, à peu près sans fossiles, puis-sants de 40 m., et forment l'escarpement de la rive droite de la rivière. Au-dessus ils contiennent *Pholadomya Protei* Ag. ; puis la roche est pétrie de Térébratules et est surmontée de calcaires à Polypiers.

C'est tout à fait à la partie supérieure que se trouvent des calcaires avec nombreux radioles d'Oursins, que M. LAMBERT et moi avons, chacun de notre côté, rapportés à *Cidaris meandrina* Ag. du Bathonien de France et de Suisse. J'ai reconnu dans ce même lot *Cid. cf. Koechlini* CORTEAU, du Bathonien.

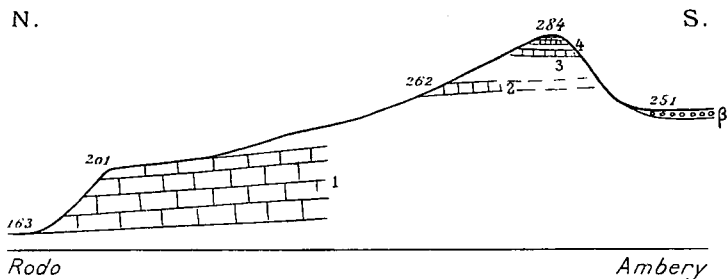


Fig. 27. — COUPE DU CHEMIN D'AMBERY A LA VALLÉE DE RODO ET A AMPARY

Longueurs : 1/25 000

Hauteurs : 1/3 000

β. — Basalte.

3. — Calcaires à *Terebratula*.

P<sup>t</sup> 284. — Calcaires à radioles de *Cidaris*.

2. — Calcaire à *Phol. Protei*, Ag.

4. — Calcaires à Polypiers.

1. — Calcaires compacts sans fossiles.

On remarquera que ces résultats sont contradictoires avec la présence, à un niveau inférieur, de *Pholadomya Protei* Ag., espèce qui, à ma connaissance, n'a jamais été rencontrée aussi bas.

Cette coupe est complétée, par l'observation de l'extrémité ouest de ce petit massif au col d'Ambery (fig. 28). A la base, dans la vallée de Rodo (alt. 230 m.), on observe des alternances de calcaires marneux et de marnes fossilifères ; au-dessus viennent des calcaires et des grès à Polypiers. Sur les parties hautes (alt. 273-284 m.), on observe des lumachelles et des calcaires bleuâtres marneux avec *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Lima*, puis des calcaires marneux, compacts, bleuâtres.

Ces mêmes couches s'observent dans la plaine qui s'étend sur la

rive gauche du Rodo entre Ambery et Boriravina. Là s'élèvent, d'une vingtaine de mètres au dessus de la plaine, deux monticules calcaires, dont les couches sont intéressantes par leurs fossiles.

Le premier, à l'Ouest (fig. 28), m'a fourni : *Lima*, *Rhynchonella* cf. *varians* SCHLOTH. in SZACHN. (pl. IV, fig. 9), *Terebratula*, *Ostrea*, Polypiers. A la base se trouvent des calcaires compacts sans fossiles.

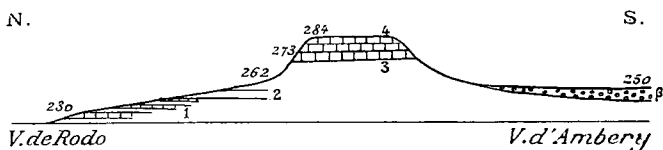
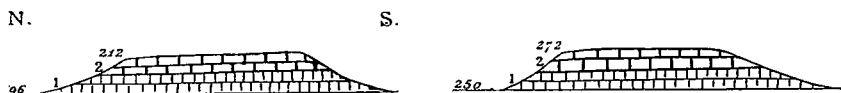


Fig. 28. — COUPE DU COL D'AMBERY

Longueurs : 1/25 000

Hauteurs : 1/5 000

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 4. — Calcaire marneux compact.               | 2. — Calcaires et grès à polypiers. |
| 3. — Calcaire marneux à <i>Terebratula</i> . | 1. — Calcaires marneux et marnes.   |



SOMMETS CALCAIRES ENTRE ANKARONGONA ET AMBERY

Longueur : 1/25 000. Hauteur : 1/5 000.

- |  |  |
|--|--|
| Fig. 29. — 2. Calc. à <i>Rhynchonelles</i> et Polypiers. | Fig. 30. — 2 calc. à <i>Ostrea Rodoi</i> . |
| 1. Calc. compacts ou fins.                               | 1. calc. compacts fins.                    |

Le second, à l'Est (fig. 30), contient à la base : *Ostrea*, *Modiola* cf. *angustissima* NEWTON, des Echinides ; et au sommet : *Rhynchonella* du gr. de *Rh. lotharingica* HAAS et P. et de *Rh. badensis* OPPEL ; *Terebratula*, *Lima* ; *Ostrea Rodoi* n. sp. ; Polypiers.

**Ankaranana.** — On retrouve une succession analogue, plus à l'Est :

Au dessus des calcaires de l'altitude de 102 mètres, viennent, sur le plateau qui s'étend vers Ampondrobe, de nouvelles alternances de grès sans fossiles et de calcaires.

La région d'Ampondrobe, basaltique (cratères Landais, voir plus loin) est elle-même encadrée entre deux séries de hauteurs calcaires.

La muraille de l'Ankar (1) est une véritable muraille à pic

(1) Dans la province des Antankares, au N.-W. de la chaîne centrale, BARON a recueilli (Low. Ool.) : *Eulima* ; *Astarte depressa* GOLDFUSS (MUNSTER) ; *Pteroperna costula* NEWTON ; *Trigonia pullus* NEWTON.

d'environ 100 mètres de hauteur et 200 mètres de largeur, s'élevant au-dessus d'une plaine horizontale et présentant un certain nombre de trouées s'abaissant au niveau de la plaine. Elle est constituée par des calcaires à Polypiers et Ostracées, compacts, bleus, très durs, à cassure esquilleuse, souvent remplis de galets cristallins.

Ces calcaires passent insensiblement à des marnes bleues sans fossiles, surmontées aux environs d'Ampombiantombo par les argiles du Crétacé inférieur. Je range ces marnes bleues dans le Jurassique supérieur (voir p. 142).

J'ai observé une coupe plus complète sur le versant nord du mamelon d'Ambile.

Alt. 150 m. — Calcaires bleus.

Alt. 100 m. — Calcaire avec *Terebratula*.

Calcaire à Polypiers, analogues à ceux qui constituent le mur de l'Ankarana.

Alt. 63 m. — Calcaire lumachellique découpé en aiguilles par l'érosion.

Argiles sans fossiles.

Alt. 30 m. — Plaine.

La montée du mamelon, qui portait autrefois le télégraphe optique d'Ambile, montre, sur le chemin de Marivorano à Ampondrobe, la coupe suivante (fig. 31).

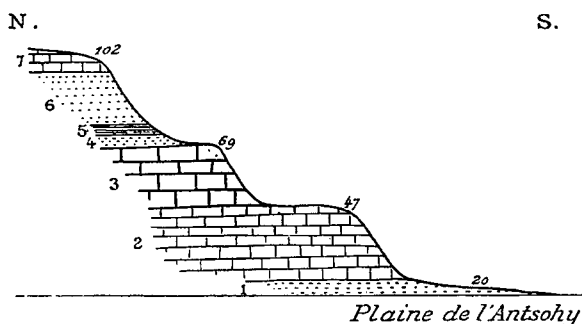


Fig. 31. — MONTÉE D'AMBILE

Longueurs : 1/25 000 environ.

Hauteurs : 1/2 500 environ.

Alt. 102 m. — 7. Calcaires bleus sans fossiles. grès sans fossiles.

4, 5, 6. Alternances d'argiles bleues et blanches sans fossiles et de calcaires marneux avec *Lima* et débris de végétaux, environ 3 m.

Alt. 69 m. — 3. Grès fin sans fossiles. Calcaires marneux à rares Polypiers.

Alt. 47 m. — 2. Calcaires avec *Terebratula* et rares Polypiers.

Alt. 20 m. — 1. Grès à éléments fins en plaquettes.

Ce sont les sédiments de la base du Jurassique inférieur, immédiatement superposés aux grès du Lias. Au-dessus on trouve des alternances de calcaires et de grès, puis bientôt uniquement des calcaires qui forment de grandes falaises sur les deux bords de la dépression d'Ampondrobe.

**Angarony.** — La montagne d'Angarony (Marotolana, à tort, sur certaines cartes) est constituée à la base par des calcaires à Rhynchonelles; exploités dans un four à chaux qui fournit la presque totalité de la chaux employée dans le Cercle. Ces calcaires de l'Angarony contiennent de nombreuses *Terebratula*, dont la détermination spécifique précise n'est pas faite, mais qui se rapprochent fort de celles des environs d'Ambery, dont l'âge jurassique inférieur paraît certain.

Au-dessus se trouvent des alternances de grès et d'argiles, tout à fait semblables à ceux du Lias. Leur existence montre qu'un tel faciès peut se prolonger au-delà du Lias (voir aussi page 119).

**Environs d'Anorontsongano.** — Des débris de Dinosauriens auraient été, d'après le capitaine COLCANAP, récoltés à Anorontsongano. Ces échantillons ont été rapportés au Muséum national d'Histoire Naturelle (Laboratoire de Paléontologie).

J'ai vu à la pointe d'Antsolahitra, près d'Anorontsongana, des alternances de schistes et de grès, plongeant de 26 % vers l'Ouest-Sud Ouest et puissants de plus de 150 mètres. Ils ne m'ont malheureusement fourni aucun fossile; mais ils m'ont paru beaucoup plus semblables aux grès et argiles du Jurassique supérieur qu'à ceux du Lias.

**Environs d'Andranosamontana.** — Cette région avait déjà été parcourue par BARON qui a fourni sur elle de nombreux renseignements.

Je rappellerai, à propos de chaque gisement, les indications qu'il a fournies et qui, dans certains cas, complètent mes propres observations.

La montagne qui domine Maromandia m'a fourni, à sa baisse, des Huitres qu'on peut rapprocher de *Ostrea* [*Liogryphæa*] *Rodoi* P. LEM. C'est à son sommet que M. COLCANAP aurait trouvé des fossiles calloviens.

La région entre Maromandia et Andranosamontana est occupée, à l'ouest de l'escarpement (voir p. 132, fig. 32), par des grès puissants sur l'âge desquels je n'ai aucune donnée paléontologique ; mais ils se reliaient à ceux qui à Andranosamontana surmontent les calcaires à *Pseudotrapezium* (voir plus loin). D'ailleurs, à Mahitsihazo, dans la vallée en amont du village, j'ai constaté au milieu de ces grès, l'intercalation d'un banc peu épais de calcaires à *Pseudotrapezium*. Comme ces couches ne paraissent pas se retrouver plus au Nord, il est probable que nous sommes ici dans la région de passage entre les formations calcaires nettement marines du Nord ; et les sédiments laguno-marins (1) d'Andranosamontana où abondaient les Dinosauriens.

Le poste d'Andranosamontana est bâti sur des calcaires lumachelles de même âge, surmontés par des grès. Tant dans le lit du ruisseau Andranosamontana qui passe au pied de ce poste que sur la route qui mène au village, j'ai recueilli dans ces calcaires :

*Trochactæonina* (Moule). *Corbula pectinata* J. DE C. SOW. ; *Pseudotrapezium* cf. *depressum* NEWTON ; *P. depressum* NEWTON ; *P.* cf. *ventricosum* N., cf. *elongatum* N. ; *P.* cf. *depressum* N., cf. *elongatum* N. ; *P.* cf. *ventricosum* N., cf. *depressum* N. ; *P. elongatum* N. ; *P.* n. var. (2) ; *Modiola imbricata* Sow., race *angustissima* N. (3) ; *Trigonia pullus* Sow. ;

Je rappellerai de plus qu'au village même d'Andranosamontana, BARON avait recueilli (Lower Oolite) : *Steneosaurus Baroni* N. ; *Trochactæonina Richardsoni* N. ; *Perna latoconvexa* N. ; *Mytilus madagascariensis* N. ; *Modiola angustissima* N. ; et à 2 milles au S. de ce point, probablement sur la route de Befotaka : *Corbula Grandidieri* N. ; *Pseudotrapezium ventricosum* N. ; *P. depressum* N. ; *P. elongatum* N.

(1) Les termes de *Lagunes marines*, *Lagunes saumâtres*, *Lagunes d'évaporation*, *Lagunes lacustres*, *Lacs lagunaires* et ceux de *laguno-marin*, *laguno-saumâtre*, *laguno-lacustre*, ont été pour la plupart créés et définis par MUNIER-CHALMAS (Notice sur les travaux scientifiques de M. Munier-Chalmas ; Lille, Le Bigot, 1903, pp. 75-79).

(2) A mon avis, tous ces *Pseudotrapezium* ne sont que des variétés d'une même espèce ; on trouve entre eux tous les passages.

(3) J'ai recueilli cette même forme au-dessus du Pont Lepreux sur la route d'Analalava. Sur la route qui mène à ce pont, les calcaires m'ont fourni : *Gresslya* cf. *peregrina* MORRIS et LYCETT ; *Ostrea* sp.



Ces fossiles doivent appartenir au niveau précédent ; cependant à 2 milles au S. d'Andranosamontana, ce sont des couches différentes

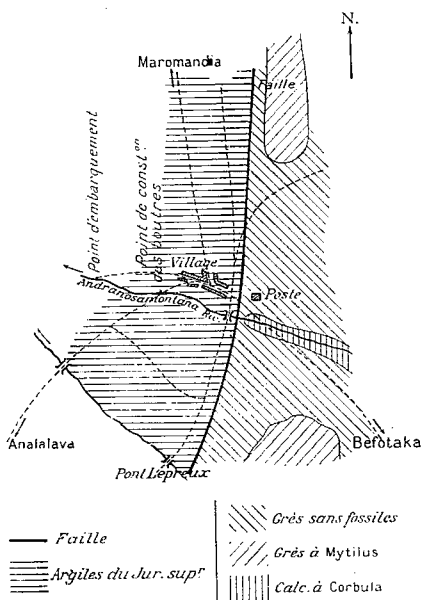


Fig. 32. — CARTE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE DES ENVIRONS D'ANDRANOSAMONTANA.

Echelle : 1/100 000

Cette carte montre la faille qui sépare les argiles du Jurassique supérieur des calcaires bathoniens (?) à *Corbula*.

retrovée dans la vallée de la Bentsensorina (voir p. 125) dans des couches qui sont superposées aux grès du Lias et qui vont plonger sous les calcaires d'Ambery. A Andranosamontana même, ils sont séparés par une faille (voir p. 142) d'argiles qui sont kimeridgiennes, mais qu'on suit jusqu'à Maromandia, où l'on en voit la base, calloviennne. Ces calcaires d'Andranosamontana sont donc postliasiques et précalloviens, donc mésojurassiques. Il serait imprudent de vouloir préciser davantage leur âge, dans l'état actuel de notre documentation.

**Région de la Maivorano.** — Un autre gisement de Dinosauriens

qui apparaissent, appartenant à un niveau supérieur : grès rougeâtres, constituant le sommet des plateaux au S. de Andranosamontana et contenant une faune différente : en particulier *Mytilus* du gr. de *M. Sowerbyanus* d'ORB.

Cette faune a été rapportée par NEWTON au « Lower Oolite » ; je ne puis que me ranger à l'avis de l'éminent paléontologiste anglais, quoique, à vrai dire, une telle faune ne puisse être considérée comme caractéristique d'un niveau.

Cependant on remarquera qu'un certain nombre des éléments de cette faune, en particulier *Corbula Grandidieri* N., qui est bien reconnaissable, a été

se trouve sur la route de Befotaka à Andranosamontana, à peu près à moitié chemin entre les deux villages, non loin des cases de Ambodimanga. De là provenaient les beaux fémurs qui ont été remis par les chefs indigènes au capitaine COLCANAP et envoyés par lui au Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle. Immédiatement au dessous des argiles rouges de décalcification qui contiennent çà et là les ossements, se trouvent des calcaires où j'ai recueilli : *Corbula Grandidieri* N.

Ce point me paraît pouvoir être identifié avec celui que BARON signale à 10 milles au S.-E. d'Andranosamontana comme appartenant au « Lower Oolite » et où il a récolté *Natica* sp.

**Ankingavola.** — Sur la rive gauche du Maivorano, le gisement d'Ankingavola est intéressant parce que c'est l'un des points où on

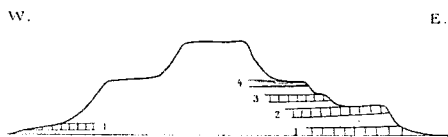


Fig. 33. — GISEMENT D'ANKINGAVOLA

Longueurs : 1/5 000

Hauteurs : 1/1 000

Légende. — 1, 1'. Calcaire lumachellique avec ossements.

2. Calcaire fossilifère.

3. Calcaire.

4. Argiles.

peut définir nettement l'âge des couches à Dinosauriens. Les indigènes y ont trouvé des ossements envoyés par le capitaine COLCANAP au Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire Naturelle.

Ces ossements se trouvent un peu partout

dans les calcaires, argiles et grès de cette formation ; mais ils semblent avoir été particulièrement abondants dans les calcaires lumachelliques (1'). Au-dessus et séparés d'eux par des marnes, se trouvent des calcaires (2) où j'ai recueilli : *Pseudotraperzium* sp. cf. *P. depressum* N. ; *P. cf. P. elongatum* N. ; *Trochactæonina Richardsoni* ? N. ; *Natica* cf. *grandis* MORRIS et LYCETT ; *Astarte Baroni* N. ; *Corbula pectinata* J. DE C. SOW. ; *Pseudotraperzium depressum* N. ; *Modiola angustissima* N.

Les grès qui surmontent ces couches à Dinosauriens appartiennent encore à la même formation ; on retrouve, à leur sommet, sur la route d'Antsahavalona à Ambodimadiro\* (Befotaka) un nouveau niveau de calcaire lumachellique, identique aux précédents.



*domya ambigua* J. DE C. SOW. ; *Ceromya concentrica* J. DE C. SOW ; *Opis* cf. *trigonalis* J. DE C. SOW. ; *Lucina Bellona* D'ORB. ; *Myopsis dilatatus* PHILIPPS ; *Astarte* cf. *angulata* MORRIS et LYCETT.

En résumé, le Jurassique inférieur est représenté dans la région de Diego-Suarez par des calcaires d'origine nettement marine. Dans la région d'Analalava, au contraire, il est formé par des couches plus littorales, laguno-marines, d'origine plutôt saumâtre ; il y est transgressif et repose quelquefois directement sur les roches anciennes, sans intercalation de sédiments liasiques.

### Liste des fossiles recueillis dans le Jurassique inférieur du Nord de Madagascar.

- |  |  |
|--|--|
| * <i>Steneosaurus Baroni</i> NEWTON.                   | <i>Astarte Baroni</i> NEWTON.                    |
| <i>Trochactæonina Richardsoni</i> NEWTON.              | — <i>depressa</i> (GOLDFUSS) MÜNSTER.            |
| <i>Natica</i> sp.                                      | — <i>minima</i> (GOLDFUSS) MÜNSTER.              |
| — cf. <i>grandis</i> MORRIS et LYCETT.                 | <i>Myopsis dilatata</i> PHILIPPS.                |
| * — cf. <i>intermedia</i> M. et LYCETT.                | <i>Pholadomya Protei</i> AGASSIZ.                |
| * — cf. <i>Verneuilli</i> D'ARCHIAC.                   | — <i>ambigua</i> J. DE C. SOW.                   |
| * — cf. <i>cincta</i> PHILIPPS.                        | <i>Ceromya excentrica</i> J. DE C. SOW.          |
| * <i>Eulima</i> .                                      | * <i>Isocardia minima</i> SOW.                   |
| <i>Gervilia iraconensis</i> NEWTON.                    | <i>Opis</i> J. DE C. SOW.                        |
| <i>Lima iraconensis</i> NEWTON.                        | <i>Trigonia pullus</i> SOW.                      |
| <i>Perna latoconvexa</i> NEWTON.                       | — <i>costata</i> NEWTON.                         |
| — <i>orientalis</i> C. E. HAMLIN.                      | <i>Ostrea</i> sp.                                |
| <i>Pteroperna costulata</i> NEWTON.                    | — ( <i>Liogryphæa</i> ) <i>Rodoi</i> P. LEMOINE. |
| <i>Modiola imbricata</i> SOW, var.                     | <i>Rhynchonella concinna</i> SOW., in CLERC.     |
| <i>angustissima</i> NEWTON.                            | * — cf. <i>concinna</i> SOW.                     |
| <i>Mytilus madagascariensis</i> NEWTON.                | — <i>obsoleta</i> SOW in CLERC.                  |
| — du gr. de <i>M. Sowerbyanus</i> D'ORB.               | — cf. <i>indica</i> D'ORB. in KITCHIN.           |
| <i>Corbula Grandidieri</i> NEWTON.                     | — cf. <i>varians</i> SCHLOTH.                    |
| — <i>pectinata</i> J. DE C. SOW.                       | — du gr. de <i>Rh. lotharingica</i> .            |
| <i>Pseudotrapezium depressum</i> NEWTON.               | — <i>badensis</i> OPPEL.                         |
| — <i>elongatum</i> NEWTON.                             | <i>Terebratula</i> [ <i>Waldehymia</i> ] sp.     |
| — <i>ventricosum</i> NEWTON.                           | — <i>circumdata</i> E. DESL.                     |
| <i>Gresslya</i> cf. <i>peregrina</i> MORRIS et LYCETT. | <i>Cidaris meandrina</i> AGASSIZ.                |
| <i>Lucina Bellona</i> D'ORB.                           | — cf. <i>Kœchlini</i> COTTEAU.                   |
| <i>Astarte</i> cf. <i>angulata</i> MORRIS et LYCETT.   |  |

## LE JURASSIQUE INFÉRIEUR DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

**Au Nord de la Betsiboka.** — Des calcaires analogues aux calcaires à Dinosauriens de la région d'Andranosamontana se poursuivent plus au Sud.

C'est d'abord à Andranomena, où GAUTIER (1902) a recueilli *Corbula Grandidieri*. A Belalitra, sur la rivière Bemarivo, le même explorateur a trouvé des *Astarte* de la Grande Oolite.

A Ankoala, NEWTON (1889 ; p. 335), signale *Nerita Buvignieri* MORRIS ET LYCETT ; *Nerinea* cf. *Voltzii* DESL. ; *Alectryonia gregaria* J. DE C. SOW. ; *Astarte Baroni* NEWTON ; *Rhynchonella* cf. *variabilis* SCHLOTH ; *Rh.* cf. *plicatella* J. DE C. SOW.

Sur l'Ikopa, à Marololo, H. DOUVILLÉ a indiqué, d'après DORR, des Ammonites pyriteuses oxfordiennes ; GAUTIER (1902, Thèse ; p. 73, note infrapaginale) a noté la présence de *Astarte Baroni*.

D'après les données fournies par BARON (1889), le Jurassique inférieur se retrouverait à Ambohitrombikely, dans la Baie de Majunga, caractérisé par : *Modiola imbricata* J. DE C. SOW. ; *Cypricardia rostrata* J. DE C. SOW. ; *Cypricardia* cf. *bathonica*.

**Région des Causses.** — Ce faciès du Jurassique inférieur paraît cesser au Sud de la Betsiboka. On a affaire à des calcaires extrêmement puissants qui déterminent une série de plateaux que GAUTIER a très justement dénommés *Causses*. Ses fossiles paraissent également y être assez différents

Dans la cause Kahavo, dans la vallée d'Ankarongano \*, MOUNEYRES et BARON ont recueilli des fossiles siliceux nettement bajociens (H. DOUVILLÉ, 1904) : *Sonninia decora* BUCKMAN ; *Natica* ; *Pseudomelania* ; *Trigonia costata* ; *Lopha costata* ; puis des calcaires blanchâtres avec : *Natica* ; *Cardium consobrinum* ; *Corbula* ; *Pholadomya ovulum* ; *Trigonia costata*, *Lopha costata*, *Arca*, *Nucula nucleus*, *Rhynchonella*.

Le Bajocien constitue les causses calcaires du Bemara (1) ; il

(1) Voir les photographies de cette région publiées par H. DOUVILLÉ (1904, pl. VIII).

a fourni (Poste de Bekopaka sur le Manambolo) à BARON et MOU-NEYRES une riche faune, déterminée par H. DOUVILLÉ : *Belemnopsis sulcata* ; *Nerinea bathonica* ; *Nerinea* [*Stygmatis*] sp. ; *Eopecten* ; *Plagiostomacardiforme* ; *Pholadomya ovulum* ; *Ph. angustata* ; *Gresslya* ; *Ceromya plicata* ; *Terebratula fimbria* ; *Rhynchonella* cf. *obsoleta* ; *Rh. versatilis*.

Sur le causse, au Sud du Manambolo, GAUTIER (in M. BOULE, 1895) a recueilli *Rh. lacunosa* SCHLOTH ; *Rh. concinna* SOW., formes qu'on doit rapporter au jurassique moyen.

A Andafia \*, VILLIAUME a constaté l'existence de calcaires avec *Trigonia* cf. *costata*, *Alveolina* (?) ; *Nerinea bathonica* RIG. et SAUV. (= *N. Eudesi* in NEWTON?).

A. GRANDIDIER (in FISCHER, 1873), avait recueilli à 15-20 lieues (60-80 kilom.) de Morondava : *Rhyncholites* cf. *gigantea* d'ORB. ; *Ammonites fimbriatus* SOW. ; *A.* cf. *heterophyllum* SOW. ; *A.* cf. *Parkinsoni*, *Gerithium* cf. *Russiense* d'ORB. ; *Alaria* ; *Solarium* cf. *polygonum* d'ARCHIAC, *Natica canaliculata* M. et L. ; *Trochus* cf. *Ibbetsoni* MORRIS ; *Astarte excavata* SOW. ; *Astarte* cf. *depressa* MÜNSTER, cf. *minima* PHILIPPS ; *Astarte* cf. *Phyllis* d'ORB., cf. *alta* GOLDF. ; *Nucula ovalis* ZIETEN ; *Rhynchonella tetraedra* SOW. ; *Rh. concinna* SOW. ; *Montlivaultia trochoides* E. et H. ; *Epismilia Grandidieri* DE FROM. ; *Isastræa Fischeri* DE FROM (1). Il est probable qu'on est en présence d'un mélange de faunes de différents niveaux (Lias, Bajocien, Bathonien, Oxfordien, Kimeridgien ? comme l'ont très bien indiqué PAUL FISCHER, puis M. BOULE (1900, p. 679) ; mais dans l'ensemble ces fossiles doivent venir des calcaires mésojurassiques qu'a traversés VILLIAUME.

Dans le Sud-Ouest de Madagascar, RICHARDSON a recueilli (NEWTON, 1889, p. 337) : *Sphæra madagascariensis* NEWTON ; *Terebratula maxillata* J. DE C. SOW. ; *Rhynchonella obsoleta* J. DE C. SOW. ; *Stomechinus* cf. *bigranularis* LAMARCK. Mais nous ignorons les gisements exacts de ces fossiles.

Cependant GAUTIER (1902, Thèse, p. 76), qui a dû avoir entre

(1) GAUTIER (1902 ; Thèse, p. 76) a donné de ce gisement une liste très différente de la liste de FISCHER. Il y a eu probablement erreur de copie.

Seule une étude stratigraphique détaillée de la région de l'Ambongo permettra d'élucider ce problème.

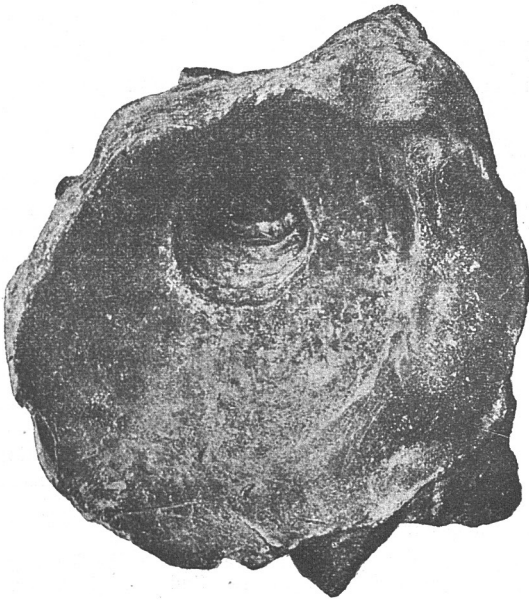
les mains la brochure de SIBRÉE, indique qu'ils proviennent de Tabarano sur la rivière Sakondry (affluent de l'Onilaby).

C'est en un point assez voisin, non loin de Tulear, dans le bassin de la rivière Saint-Augustin\*, que A. GRANDIDIER (in FISCHER, 1873, p. 3) a recueilli : *Nerinea leiogyra* FISCHER ; *Natica* cf. *Clio* d'Orb., cf. *canaliculata* MORRIS et LYCETT ; *N.* cf. *dubia* REISSER ; *Cerithium* cf. *Eribote* D'ORB.

Ces fossiles, certainement jurassiques, ne permettent pas cependant de préciser le niveau.

**Résumé.** — Nous connaissons donc à Madagascar trois faciès bien distincts de Jurassique inférieur : le faciès à Térébratules et Polypiers des environs de Diego-Suarez, qui paraît se retrouver dans le Sud, le faciès laguno-marin d'Andranosamontana, le faciès à Céphalopodes des causses.

Nous ne savons malheureusement pas avec exactitude si ces faciès représentent des niveaux distincts dans le Jurassique ou si plutôt ils ne sont pas des équivalents latéraux les uns des autres.

*OSTREA [LIOGRYPHEA RODOI]* n. sp.

L'aire ligamentaire est bien visible sur certains échantillons. Elle forme un triangle dont la partie médiane est assez déprimée ; ce caractère perd de sa netteté chez les échantillons déformés par la fixation.

L'impression musculaire sur la valve inférieure fixée est également assez caractéristique ; elle est très profonde et constituée par des sortes de gradins concentriques très accentés.

Les deux valves sont nettement dissymétriques ; la valve supérieure est aplatie, operculiforme. La valve inférieure, fixée, est concave et épaisse ; son bord interne est absolument lisse ; sa forme n'est visible sur les individus qui n'ont pas été déformés par la fixation ; elle est ornée de plis concentriques assez mal visibles ; l'ensemble de la coquille montre deux plis transversaux très nets.

Je ne connais dans le Jurassique aucune espèce qui puisse en être rapprochée.

J'en figure un échantillon ; il provient du petit sommet calcaire, situé entre Ambery et Boriravina (p. 128). Je figurerai ultérieurement cette espèce d'une façon plus complète.



## VIII

# JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR

---

*Le Jurassique moyen et supérieur dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Vallée de Rodo. — Nord de l'Ankarana. — Environs de Maromandia et d'Andranosamontana (Callovien, Séquanien, Kimeridgien). — Considérations sur la faune du Jurassique supérieur. — Liste des fossiles recueillis dans le Jurassique moyen et supérieur du Nord de Madagascar.

*Le Jurassique moyen et supérieur dans le reste de Madagascar.* — Au Nord de la Betsiboka. — Région de l'Ambongo. — Sud de Madagascar.

## LE JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DANS LE NORD DE MADAGASCAR

Bien qu'il semble, d'après les notions récemment acquises sur la stratigraphie générale, que le Callovien doive être plutôt rapproché du Bathonien et du Bajocien que des autres étages du Jurassique moyen et supérieur, je continuerai à le ranger avec ces derniers pour des commodités d'exposition.

**Historique.** — Le Jurassique supérieur n'avait jamais été signalé dans le Nord de Madagascar. On ne le connaissait qu'à Ambaliha, sur la Mahajamba, bien au Sud d'Analalava (voir plus loin, p. 148).

Mes recherches et les récoltes du capitaine COLCANAP que j'ai eu l'occasion d'étudier l'ont fait connaître à Andranosamontana et à Maromandia (PAUL LEMOINE, 1905, b et c).

Dans l'Extrême-Nord de Madagascar je n'ai rien observé qui puisse être attribué avec certitude au Jurassique supérieur. Cependant un certain nombre de couches sans fossiles peuvent être rapportées à ce groupe d'étages, par suite de leur position stratigraphique au-dessus du Jurassique inférieur et au-dessous du Crétacé inférieur.

Par contre ces couches se montrent très fossilifères dans le Cercle d'Analalava.

**Vallée de Rodo.** — Au-dessus des calcaires de l'Andrafiama, qui plongent vers la rivière Rodo et disparaissent avant d'y arriver, on trouve des argiles et des grès, mal visibles dans cette région, parce qu'ils y sont recouverts par les alluvions, de la Betsentsorina. Je les ai observés cependant à mi-distance entre Boriravina et Ambavanaomby, sur le chemin dit des Bœufs.

Plus loin, à Boriravina, un petit mamelon montre un niveau de grès et de sables au-dessus des argiles bleuâtres, qui constituent le sol de la vallée.

Dans la vallée de Rodo, à la montagne d'Ambohibory se trouvent sous les basaltes et les tufs basaltiques des grès à galets de quartz.

L'âge de ces couches est impossible à déterminer. Je n'y ai trouvé aucun fossile ; le critérium paléontologique fait donc absolument défaut. Leurs relations stratigraphiques sont également très obscures ; elles sont à la base des escarpements de calcaires du Bathonien-Bajocien ; mais la base de ces calcaires est bien visible dans la vallée de Loky, à 20-25 kilomètres au Sud en ligne droite et on n'y voit aucune couche présentant ce faciès. On est donc amené à admettre un accident le long de la vallée du Rodo et à considérer ces couches comme post-bajociennes ; de fait, et bien que la présence des alluvions de la vallée du Rodo ne permette pas d'avoir de certitude à cet égard, ces argiles semblent se relier à celles qui, sur la rive gauche du Rodo, contiennent des *Duvalia* et doivent être rapportées au Crétacé inférieur.

Je considère donc ces couches de Boriravina comme représentant le Jurassique supérieur et je suis ainsi amené à admettre une faille hypothétique dans la vallée du Rodo.

**Nord de l'Ankarana.**— Dans le Nord de l'Ankarana, on retrouve en quelques points, les calcaires à Polyptères du Jurassique inférieur. Mais le sol est constitué surtout par des sables quartzeux qui affleurent, non loin de Andranomandevy, et auxquels succèdent, près de la rivière Kivanjy, des argiles bleues, schisteuses, se délitant en petits fragments. Ces argiles se retrouvent,

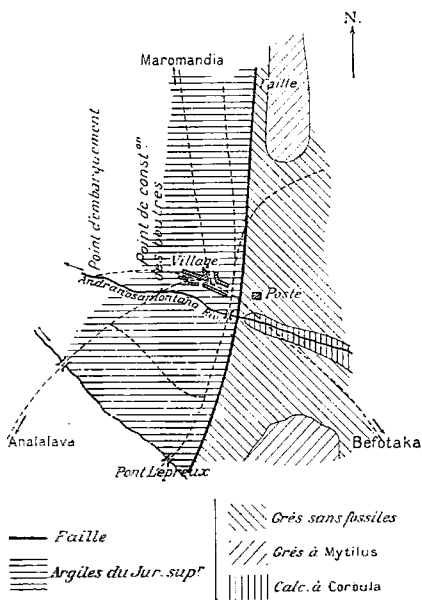


Fig. 35. — CARTE SCHÉMATIQUE DES ENVIRONS D'ANDRANOSAMONTANA.

Échelle : 1/100 000

Cette carte montre la faille qui sépare les argiles du Jurassique supérieur des calcaires bathoniens (?) à *Corbula*.

fossilifères du Jurassique inférieur à des argiles bleues où s'intercalent quelques niveaux de calcaires fossilifères.

Ces argiles sont à une altitude inférieure à celle des grès ; mais il est impossible d'admettre qu'elles leur soient stratigraphiquement inférieures ; les grès représentent le Jurassique inférieur, les argiles sont d'âge séquanien-kimeridgien.

Il est donc indiscutable qu'il y a en ce point une faille dont il est difficile de déterminer l'importance ; on peut cependant en

dans toute la région, sous les coulées et les tufs basaltiques. Je n'ai pas eu la chance de rencontrer des gisements fossilifères. Il est probable que ces argiles représentent, mais seulement en partie, le Jurassique supérieur ; car elles se prolongent jusqu'aux environs d'Am-pombiantombo, où elles contiennent des fossiles du Crétacique inférieur (voir p. 129).

**Environs de Maroman-dia et d'Andranosamontana.**— A Andranosamontana, lorsqu'on descend des hauteurs qui forment les coteaux à l'Est, vers le bord de la mer, on passe brusquement des grès

avoir une valeur minimum en constatant que les couches du Séquanien-Kimeridgien de la rivière d'Andranosamontana (alt. 0 m.) ne se retrouvent pas sur les coteaux à l'Est du village (alt. 75 m. env.) et que par suite le rejet est d'au moins 75 mètres (1).

La faille se continue vers le Nord tout le long des plateaux que suit la route d'Andranosamontana à Maromandia et en beaucoup de points le phénomène est aussi net qu'à Andranosamontana ; à Mahitsihazo, par exemple, la falaise est constituée par des grès, peu fossilifères il est vrai, mais assez cependant pour qu'on admette leur âge jurassique inférieur ; à sa base se trouvent des couches de Séquanien-Kimeridgien à *Macrocephalites*.

C'est grâce à cette faille qu'on peut étudier le Jurassique supérieur dans le secteur d'Andranosamontana.

\*  
\*  
\*

J'ai déjà donné (1905, b et c), les principaux résultats de l'étude des documents du capitaine COLCANAP ; j'exposerai ici le détail de mes observations personnelles sur le terrain et des déterminations que j'ai faites tant de mes propres récoltes que de celles du capitaine COLCANAP.

**Callovien.** — C'est aux environs de Maromandia qu'on observe les couches les plus basses du Jurassique supérieur.

Au Nord-Ouest du village, le mamelon qui le domine est composé à la base d'argiles schisteuses sur environ 40 mètres ; elles contiennent des Huitres voisines de *Ostrea* [*Liogrypha*] *Rodoi* P. LEM. et que, pour cette raison, quoique avec beaucoup de réserve, je considère comme représentant le Jurassique inférieur. Au-dessus on trouve un banc de grès avec *Trigonia* et *Belemnites* (2). Enfin le sommet est constitué par des alternances d'argiles sableuses et de grès qui font saillie en plusieurs points.

Le niveau inférieur de Maromandia a fourni : *Perisphinctes indicus* SIEMIRADSKI (du Callovien moyen) ; *P. balinensis* NEUMAYR (du Callovien, Z. à *M. macrocephalus*) ; *P. cf. omphalodes* WAAGEN

(1) Le capitaine COLCANAP m'a dit avoir trouvé sur ces plateaux quelques débris de fossiles du Jurassique supérieur. Le rejet aurait donc à peu près la valeur que j'indique.

(2) Renseignement du capitaine COLCANAP.

du Callovien, Z. à *R. anceps*); *P. cf. fluctuosus* PRATT (des argiles à *Cosmoceras ornatum*); *Phylloceras cf. mediterraneum* NEUMAYR; *Macrocephalites Maya* SOW.; *Reineckeia Reissi* ST. (du gr. de *R. anceps*).

Il représente donc le Callovien.

Je ne connais pas d'autres gisements de Callovien dans la région; presque partout la faille fait buter le Jurassique moyen contre du Jurassique supérieur assez élevé (Séquanien-Kimeridgien?) à *Hecticoceras Kobelli* OPPEL, que la présence de *Macrocephalites* peut faire prendre, à tort, pour du Callovien.

**Séquanien-Kimeridgien.**— Il est difficile, dans des régions aussi éloignées que Madagascar et dans une première étude géologique, forcément rapide et sommaire, de retrouver tous les niveaux reconnus en Europe. D'ailleurs les étages rauracien, séquanien, kimeridgien n'ont guère que la valeur de zones à Ammonites et je n'ai pu reconnaître leur succession.

Cependant c'est bien certainement à cet ensemble de couches, caractérisé par des *Aspidoceras* du gr. de *A. acanthicum*, des *Perisphinctes* du gr. de *P. plicatilis*, etc., qu'il faut rapporter les argiles fossilifères de Maromandia, de Mahitsihazo, d'Andranosamontana, etc.

Les collines qui dominent le poste de Maromandia montrent des couches plus élevées appartenant à l'un des étages rauracien, séquanien ou kimeridgien et contenant des *Perisphinctes* sp. (sp. A.)

Ce même niveau se retrouve en plusieurs points des environs de Maromandia, en particulier à Ampanohala. Le capitaine COLCANAP y a récolté les formes suivantes que j'ai déterminées: *Hecticoceras cf. Kobelli* OPPEL; *Perisphinctes* sp.; *Belemnites* sp.; *Terebratula*; *Phylloceras*.

Entre Bevony et Kipany il a recueilli: *Belemnites tangamensis* FUTTERER; *Macrocephalites* sp.; *Pholadomya* du gr. de *Ph. Protei* AG.

Mais c'est dans la rivière d'Andranosamontana qu'on peut le mieux observer ces couches jurassiques élevées, par exemple le long des berges entre l'embarcadère et le point de construction des boutres (bateaux indiens).

Les berges de la rivière montrent à marée basse des argiles schis-

teuses bleues (1) où l'on trouve en abondance : *Hecticoceras Kobelli* OPPEL ; *Phylloceras* ; *Belemnites* cf. *giganteus* SCHLOTH. ; *Bel.* cf. *claviger* WAAGEN ; *Bel. tangamensis* FUTTERER ; *Bel. Lacombei* n. sp. ; *Belemnites* cf. *fusticulus* WAAGEN.

C'est en ce même gisement, au village d'Andranosamontana, au point de débarquement, que BARON (1895, a, p. 78) aurait recueilli : *Belemnites hastatus* BLAINVILLE (probablement *Bel. tangamensis* FUTTERER) ; *B. Sauvannus* d'ORB. (probablement *Bel. Lacombei* n. sp.).

Le même niveau se retrouve immédiatement au-dessus du port d'Andranosamontana. Le capitaine COLCANAP y a recueilli : *Aspidoceras* sp. (2) ; *Perisphinctes*, du gr. de *P. frequens* OPPEL, et de *P. ulmensis* OPPEL ; *Macrocephalites*.

A la base de ces couches se trouve une lumachelle avec *Bel. tangamensis* FUTT., *Trigonia*, etc., bien visible sur la route d'Andranosamontana à Analalava. Cette lumachelle se retrouve à Mahitsihazo

(1) Ce sont certainement ces couches qui ont été vues dans les vallées du Manongarivo et du Manamboro (schistes noirs très feuilletés) par GUINARD (1899) Il les considère comme un « pointement de houiller » sans charbon, inférieur par conséquent aux grès de Ambavatohy qui, pour lui, sont permien (1).

(2) Cette forme est très voisine de celle figurée par FONTANNES sous le nom de *Asp. acanthicum* (pl. XVIII, fig. 53, excl. *aliis*) qui n'est pas l'*A. acanthicum* typique (OPPEL) NEUMAYR et que je désignerai donc sous le nom de *Asp. Fontannesi* n. sp.

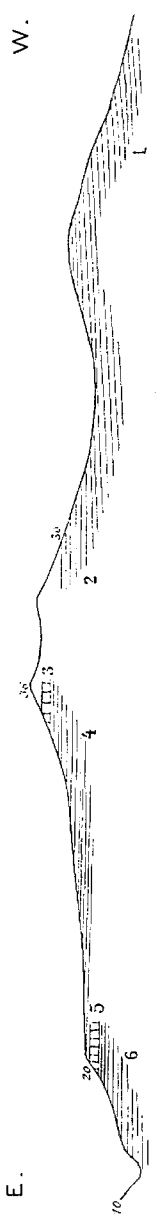


Fig. 36. — ROUTE CIRCULAIRE D'ANDRANOSAMONTANA.

Échelles : Longueurs : 1/10 000    Hauteurs : 1/2 000

3. Calcaire gréseux à *Serpules*.
2. Argiles bleues à *Perisphinctes*.
1. Argiles bleues à *Bel. Lacombei*.
6. Argiles sans fossiles.
5. Calcaires lumachelliques.
4. Argiles blanches sans fossiles.

avec débris de *Bel. tangamensis* ; elle y est beaucoup moins développée. En ce point, près du pont Lecreux, on recueille en abondance *Serpula* sp.

On retrouve ces couches sur la route d'Analalava. J'y ai recueilli : *Macrocephalites dimerus* WAAGEN et des Huitres qui peuvent être rapprochées de *Ostrea pulligera* GOLDF. et de *Ostrea* [*Exogyra*] *bruntrutana* THURMANN.

Ces argiles affleurent tout le long de la route d'Andranosamontana à Mahitsihazo, en particulier à Maropapanga (*H. Kobelli* OPPEL ; *Perisphinctes*).

A Mahitsihazo, j'ai récolté : *Belemnites tangamensis* FUTTERER, *Macrocephalites dimerus* WAAGEN, *Aptychus*, débris de Crinoïdes, etc.

En ce point, la succession est très nette.

Aux argiles du Jurassique supérieur on voit se superposer brusquement des grès puissants, pour lesquels on est amené à admettre un âge plus ancien que le Jurassique supérieur. La faille est donc frappante en ce point.

Peut-être faut-il identifier ce gisement avec celui situé au Nord d'Andranosamontana, où BARON aurait recueilli (1889, p. 334 et 1895, a, p. 78) : *Perisphinctes* cf. *polygyratus* REINECKE ; *Belemnites Sawanausus* B'ORB. ; *Pentacrinus* ; *Acrosalenia* ; *Stephanoceras macrocephalum* SCHLOTH.

Les mêmes fossiles que ceux que l'on ramasse à Andranosamontana se retrouvent dans le ruisseau de l'Antotorona\*, dans celui de Ambatomangotroko\*, entre Mahitsihazo et Maromandia, et près d'Ankaramy\* entre Maromandia et Ambalitra\* (1).

**Considérations sur la faune du Jurassique supérieur.** — L'analogie de cette faune jurassique avec celle décrite par WAAGEN de la région de Cutch (Inde) est frappante. Cependant il y a un assez grand nombre de formes nouvelles dont la description fera l'objet d'un mémoire spécial.

En particulier, il faut noter la persistance des *Macrocephalites* jusque dans un niveau élevé (Séquanien ou Kimeridgien). Ce sont des formes bien voisines, mais cependant distinctes de celles de Cutch. Je rappellerai que l'on a décrit des couches de Spiti

(1) Renseignements fournis par le capitaine COLCANAP dans une lettre du 10 mai 1904.

*Ammonites nepaulensis* qui est un *Macrocephalites* et qui s'y trouve associée à *Hecticoceras Kobelli* OPPEL.

D'un autre côté il est intéressant d'indiquer les analogies de *Bel. tangamensis* FUTT. avec les formes dont PAWLOW a fait son groupe des *Absoluti* (genre *Cylindroteuthis* BAYLE ; type *C. Puzosi* D'ORB. in BAYLE).

Ce fait, venant s'ajouter à l'existence d'une Bélemnite de ce même groupe en Californie, *Bel. impressus* GABB (1), montre que l'on ne peut continuer à considérer ce groupe des *Absoluti* (*Cylindroteuthis*) comme caractéristique des régions froides. Ce sont plutôt des considérations d'ordre bathymétrique qu'il faudra faire intervenir pour expliquer leur répartition.

### Liste des espèces recueillies dans le Jurassique moyen et supérieur du Nord de Madagascar

<i>Belemnites Lacombei</i> n. sp.	<i>Perisphinctes</i> du gr. de <i>P. frequens</i>
— <i>tangamensis</i> FUTTERER.	OPPEL.
* — <i>hastatus</i> , in NEWTON (?)	<i>Perisphinctes</i> du gr. de <i>P. ulmensis</i>
* — <i>Sauvanausus</i> , in NEW-	OPPEL.
TON (?)	<i>Perisphinctes indicus</i> SIEMIRADSKY
<i>Belemnites</i> cf. <i>giganteus</i> SCHLOTH.	(du Callovien).
— cf. <i>claviger</i> WAAGEN.	<i>Perisphinctes balinensis</i> NEUMAYR
— cf. <i>fusticulus</i> WAAGEN.	(du Callovien).
<i>Aptychus</i> .	<i>Perisphinctes</i> cf. <i>omphalodes</i> WAA-
<i>Phylloceras</i> sp.	GEN (du Callovien).
— cf. <i>mediterraneum</i>	<i>Perisphinctes</i> cf. <i>fluctuosus</i> PRATT.
NEUMAYR (du Callovien).	(du Callovien).
<i>Hecticoceras</i> cf. <i>Kobelli</i> OPPEL (du	<i>Perisphinctes</i> cf. <i>polygyratus</i> REI-
Séquanien-Kimeridgien).	NECKE.
<i>Aspidoceras Fontannesi</i> P. LEM.	<i>Pholadomya</i> cf. <i>Protei</i> AG.
= <i>A. acanthicum</i> OPPEL in FON-	<i>Trigonia</i> .
TANNES, non (OPPEL) NEUMAYR.	<i>Ostrea pulligera</i> GOLDFUSS.
<i>Macrocephalites dimerus</i> WAAGEN	<i>Ostrea</i> [ <i>Exogyra</i> ] <i>bruntrutana</i>
(du Séquanien-Kimeridgien).	THURMANN.
<i>Macrocephalites Maya</i> Sow.	<i>Terebratula</i> .
* — <i>macrocephalus</i>	<i>Crinoides</i> .
SCHLOTH.	

(1) *Belemnites impressus* GABB. *Geological Survey of California* ; Palæont., I, p. 58, pl. IX, fig. 2, 2<sup>e</sup> ; 1864 ; non *B. impressus* TRAUTSCHOLD 1861. Pour cause de double emploi, cette espèce devra prendre un nom nouveau : *Belemnites Gabbii* P. LEM.



## LE JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Au Nord de la Betsiboka. — C'est au Sud de la région étudiée que paraissent se trouver les gisements les plus intéressants de Jurassique supérieur.

MUNIER-CHALMAS (1899) a tout d'abord attiré l'attention sur le gisement d'Ampandramahala<sup>1</sup>. D'après les renseignements publiés par MARCELLIN BOULE (1899, a), ce gisement est situé sur la rive gauche de la Mahajamba et identique à celui d'Ambaliha, où il a lui-même, presque en même temps signalé une faune intéressante. HENRI DOUVILLÉ (1900) a eu également entre les mains des fossiles de ce même gisement : *Haploceras deplanatum* WAAGEN, in BOULE ; *Perisphinctes trimerus* OPPEL, in BOULE ; *Per.* sp. cf. *Per. bplex*, in BOULE ; *Per.* (*Virgatites*) sp., in M.-CH. ; *Per.* cf. *Beyrichi* FUTTERER, in M.-CH. ; *Aspidoceras* cf. *Rogosnicense* Z., in M.-CH. ; *Belemnites* cf. *pistilliiformis*, in M.-CH. ; *Bel.* cf. *Puzosi*, in DOUVILLÉ ; *Lunuloceras*?, in M.-CH. ; *Neumayria*!, in M.-CH. ; *Oppelia*, in M.-CH. ; *Ceromya excentrica*, in DOUVILLÉ ; *Dicyclina tenuicosta*, in DOUVILLÉ.

Il est très vraisemblable que l'on est en présence du Jurassique supérieur (Kimeridgien), et cette faune méritera d'être étudiée avec grand soin.

Comme l'a indiqué H. DOUVILLÉ, elle devra probablement être rapprochée de la faune du Jurassique supérieur à *Hecticoceras Kobelli* OPPEL qu'il a signalée ailleurs, dans le Bemaraha par exemple.

Sur la Betsiboka, à Marololo (1), DORR (in H. DOUVILLÉ, 1899, p. 386 et 1900, p. 433) a recueilli des Ammonites pyriteuses : *Perisphinctes* ; *Oppelia* cf. *punctata*, *Oppelia* cf. *hectica-nodosa* QUENSTEDT.

H. DOUVILLÉ rapproche de ce gisement les argiles à concrétions pyriteuses, signalées par BARON (1895, a) au Mont Tsitondroina.

Région de l'Ambongo. — Le Callovien est représenté, dans la région du Bemaraha, par une oolithe jaune, analogue à la *Golden*

(1) GAUTIER (1902 ; Thèse, p. 73) a mis en doute que ces fossiles viennent de Marololo même.

Oolite du groupe de Chari (Cutch, Inde). BARON et MOUNEYRES y ont recueilli les fossiles suivants déterminés par H. DOUVILLÉ (1904) :

A Soolala : *Flabellothyris dichotoma* KITCHIN ; *Rhynchonella euryp-tycha* KITCHIN ; *Rh. concinna* ; *Cidaris* cf. *sublævis* ; *Trigonia costata*, *Lopha costata* ; *Terebratula bradfordiensis*.

Au lac Kinkony : *Macrocephalites macrocephalus* ; *Cadoceras Herveyi* ; *Phylloceras vicarium* WAAGEN ; *Perisphinctes Orion*, *Oppelia conjungens*, *O. subcostaria*, *Belemnopsis hastata*, *Littorina*, *Sphæra madagascariensis*, *Ctenostreon probosculeum*, *Lopha gregarea*, *Leda*, *Terebratula intermedia*, *Flabellothyris dichotoma* KITCHIN ; *Rhynchonella Orbigny*, *Rh. decorata*.

Le Jurassique supérieur a été vu, au pied du Bemaraha, au Nord du poste de Bekopaka, par BARON et MOUNEYRES. Dans leurs récoltes, H. DOUVILLÉ (1904) a reconnu : *Lissoceras* cf. *Staszzyzi* ; *Oppelia Kobelli* ; *Belemnites claviger* ; *Aptychus* ; *Apiocrinus* et *Lytoceras rex* ; *Perisphinctes* ; *Liogryphea* cf. *lamellosa*, c'est-à-dire des formes du niveau de Katrol (Province de Cutch, Inde) et de la série d'Uitenhage (Afrique du Sud) (1).

**Sud de Madagascar.** — Dans le bassin du Morondava, sur le versant est du Tsiandava, à Betsabory\*, M. BOULE (1895) a signalé des fossiles calloviens : *Belemnites sulcatus* MILL. ; *Bel.* sp. ; *Phylloceras Puschi* OPPEL ; *Phyll.* cf. *heterophyllum* ; *Macrocephalites macrocephalus* SCHL. ; *Cosmoceras* cf. *calloviense*. Ils proviennent précisément de la région d'où A. GRANDIDIER (in FISCHER, 1879) avait rapporté des formes appartenant à des niveaux variés, depuis le Lias (?) jusqu'au Kimeridgien, et de celles où VILLIAUME (in H. DOUVILLÉ, 1899), avait indiqué la présence de grès d'âge indéterminé entre le plateau calcaire bathonien et bajocien et les calcaires tertiaires. Il est donc possible que ces grès appartiennent au Jurassique supérieur, par analogie avec ceux signalés, depuis, au pied du Bemaraha.

Enfin BASTARD a recueilli une faune du Jurassique supérieur, dans le bassin de la rivière Sakondry à l'Est de Tullear, à Beraketa\*, localité située à quelques kilomètres au Sud du point (Anaborano) où RICHARDSON avait ramassé des fossiles bathoniens. M. BOULE a

(1) On sait que la série d'Uitenhage doit être regardée comme appartenant au Crétacé inférieur.

reconnu dans les récoltes de BASTARD : *Belemnites* sp.; *Perisphinctes plicatilis* SOW. var. *Martelli* OPP.; *Macrocephalites subcompressum* WAAGEN; *Pleurotomaria Münsteri* RÖMER; *Alaria* cf. *seminuda* HEB. et DESL.; *Ostrea Marshii* SOW.; *Gryphea* sp.; *Pecten annulatus* SOW.; *Pecten nummularis* PHIL.; *Pecten* sp.; *Perna quadrilatera* D'ORB.; *Avicula* sp.; *Lima proboscidea* SOW.; *L. rigida* DESH.; *Myoconcha* sp.; *Arca* sp.; *Unicardium* sp.; *Trigonia* cf. *monilifera*; *Astarte*.

En résumé, il existe, sur toute la côte Ouest de Madagascar, d'importants gisements d'argiles fossilifères, contenant une faune jurassique dont l'âge s'étend depuis le Callovien jusqu'au Kiméridgien au moins.

---

## SYÉNITES

*Les syénites dans le Nord de Madagascar. — Historique. — Nosy Be. — Nosy Komba. — Ankify. — La Grande-Terre. — Le Cercle d'Analalava. — Haute-Mahavavy. — Vallée de Loky. — Age des syénites.*

*Les syénites dans le reste de Madagascar.*

*Analogies avec d'autres régions.*

## LES SYÉNITES DANS LE NORD DE MADAGASCAR

Je m'écarterai ici de l'ordre géographique que j'ai habituellement adopté. Je commencerai la description par la région d'Amipasindava, parce que c'est là que les syénites sont le mieux connues et le mieux étudiées.

**Historique.** — Les syénites ont un grand développement dans le Nord de Madagascar; sur le pourtour de la Baie Amipasindava.

Ces roches avaient frappé l'attention des géologues qui avaient visité la région; mais ils n'avaient, en général, pas reconnu leur vraie nature. HERLAND (1856) avait signalé du *granite* à Lokobe et au Nord de Mahazandry.

GUILLEMEN (1866) avait indiqué la présence de *diorites* aux îles Anzava et Keyrousa.

VÉLAIN (1876) a étudié des « *granulites* de nature trachytique, riches en amphiboles », provenant de Lokobe et de Nosy Komba; il ajoute qu'au pied de la presque île de Lokobe règne une ceinture

de roches schisteuses, noires, entièrement composées d'éléments cristallins (quartz, pyroxène, feldspath). Il considère ces granulites comme datant du commencement du Tertiaire.

Tout récemment, VILLIAUME, dont les recherches persistantes et énergiques ont fait tant avancer nos connaissances géologiques sur Madagascar, a rapporté de cette région de très riches séries de roches ; elles ont été étudiées par A. LACROIX et ont fait, de sa part, l'objet de deux mémoires magistraux (1902, c et 1903, a).

Ces syénites ont été signalées par A. LACROIX dans le Massif de Lokobe, à Nosy Be, dans l'île de Nosy Komba et sur la Grande-Terre, en face, en de nombreux points, à Jangoa, au massif des Deux-Sœurs, au massif de Bejofa, etc. (1).

A. LACROIX a reconnu dans les matériaux provenant de cette région un ensemble extrêmement complet de roches alcalines. Il y a distingué deux séries (1902, c, p. 164) : *Série granito-syémitique*, caractérisée par leur feldspath dominant qui est l'orthose ; *Série ditroito-esseritique*.

Dans chacune de ces séries, il a déterminé de nombreux types qui, à Nosy Komba, ne se rencontrent guère que comme *facies de variation*, tandis que sur la Grande-Terre, ils constituent une véritable *série pétrographique* (2).

Les roches constituant la province pétrographique d'Ampasin-dava, ont un air de famille ; ce sont des roches « riches en alcalis avec prédominance de la soude sur la potasse ». Leur élément ferromagnésien dominant est l'amphibole barkéviciite, généralement accompagnée de pyroxène augite (souvent de l'augite titanifère). La roche la plus abondante est une *syénite néphélinique* leucocrate, associée d'ailleurs à des types mésocrates et même à des types plus ou moins mélanocrates.

La transformation par métamorphisme des roches encaissantes

(1) VILLIAUME a donné (1903) une carte schématique indiquant les principales régions où ont été trouvées ces roches. On n'y trouve d'ailleurs qu'un petit nombre des localités citées par A. LACROIX.

(2) A. LACROIX (1902, c ; p. 22) « appelle *facies de variation* d'un magma éruptif les divers types pétrographiques résultant de l'hétérogénéité des roches produites par sa solidification quand celles-ci ne constituent pas des individualités géologiques (filons, amas, etc.) à mise en place distincte de celle du type normal. » Il appelle *série pétrographique* ces mêmes types quand ils « jouent un rôle géologique distinct de la roche normale ».

a également fait l'objet des recherches de A. LACROIX (1902, c, pp. 58-77, et 1903, a, pp. 213-218, pp. 236-243).

Il a étudié des grès non transformés et d'autres complètement métamorphisés provenant de Nosy Komba ; il a vu des types de passage à Ampasibitika transformés en cornéennes où le fluor joue un grand rôle. Il a pu observer tous les stades de la transformation des schistes et des argiles siliceuses ainsi que des calcaires argileux noirs fossilifères d'Ampangarinana.

Il résulte de ces études que la transformation des roches sédimentaires est due à l'influence d'apports nouveaux ayant déterminé la formation des mêmes minéraux alcalins qui caractérisent la roche éruptive elle-même : feldspath orthose ; pyroxène ægyrine ; amphibole riebeckite et arfvedsonite ; fluorine, etc.

Il n'y a rien à ajouter aux études pétrographiques de A. LACROIX. Je me contenterai donc de décrire ce que j'ai observé personnellement au point de vue du mode de gisement et la distribution géographique de ces roches. Pour tout le reste, je renverrai aux deux mémoires que l'éminent professeur du Muséum a consacrés à la question.

**Lokobe et Nosy Komba.** — Nosy Komba est constituée par des *syénites néphéliniques* normales (laurvikite, foyaïte, ditroïte), avec enclaves de gabbros amphiboliques et filons de microessexites, de covites, de microfoyaïtes, de phonolites néphéliniques, de tinguaitte, etc. Sur le littoral, des schistes métamorphiques et des grès, appartenant au Lias, ont été traversés par des bostonites quartzifères, des andésites, des labradorites, des grenatites, etc.

A Lokobe, la presque île sud de Nosy Be, les mêmes roches se retrouvent : ce sont des syénites (pulaskite, laurvikite), accompagnées de granites miarolithiques à amphibole et biotite, traversées par des filons minces de bostonite quartzifère.

Il semble, au premier abord, que Nosy Komba et Lokobe soient entièrement constitués par ces roches syénitiques, sauf une zone côtière large de quelques mètres où l'on voit nettement les schistes métamorphiques ; c'est ce que pensaient HERLAND et VÉLAIN. A. LACROIX (1902, c, p. 6) ; considère également, d'après les renseignements fournis par VILLIAUME, que Nosy Komba, par exemple, a son sommet (alt. 626 mètres) constitué par des syénites néphéli-

niques, que plus bas (alt. 350 mètres), viennent des gabbros amphiboliques et que la roche en place ne se voit que sur les bords de la mer jusqu'à une altitude de 15 mètres environ.

Cette apparence est due à ce que des blocs volumineux de

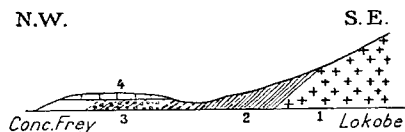


Fig. 37. — COUPE DES ABORDS DE LOKOBE (NOSY BE).

Longueurs : 1/100 000

Hauteurs : 1/20 000

4. — Basaltes.
3. — Grès de la concession Frey.
2. — Argiles de Ambanoro et schistes métamorphisés.
1. — Syénites.

en place, en certains points sur les pentes, semble indiquer la présence de gros dykes partant d'un massif central. Cette hypothèse a déjà été émise par A. LACROIX (1902, c ; p. 6) ; l'examen du terrain la fait croire très vraisemblable ; mais l'extraordinaire abondance de la végétation en rend l'étude détaillée impossible, tout au moins actuellement, tant que les routes et les sentiers d'accès n'auront pas été multipliés dans ces deux massifs.

Au Nord de Lokobe (fig. 37), non loin des premières maisons d'Ambanaro, la *syénite* paraît être en place, à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer, surmontée par des grès du Lias.

En remontant les ravins qui descendent du sommet de Lokobe, au milieu d'un chaos de blocs de *syénites* et malgré la végétation très touffue qui recouvre cette région, j'ai pu quelquefois apercevoir les roches en place et constater que jusqu'à une altitude assez élevée (plus de 100 mètres), ces roches sont des sédiments métamorphiques.

Au Sud de Lokobe, les *schistes métamorphiques* s'aperçoivent çà et là, en des points privilégiés, jusqu'à 80 mètres d'altitude ; ils sont surmontés par des grès transformés en *quartzite*, que l'on voit en place jusqu'à 100 mètres d'altitude ; on retrouve encore ces

roches syénitiques se trouvent éboulés sur les flancs abrupts des montagnes qui constituent Lokobe et Nosy Komba ; la bande de sédiments métamorphiques en réalité est très large et épaisse. Ce n'est guère que sur les sommets que la *syénite* se trouve rigoureusement en place ; cependant le fait que l'on constate également sa présence

derniers, mais seulement à l'état de blocs roulés jusqu'à 180 mètres d'altitude et c'est seulement au-dessus qu'on trouve la *syénite* en place.

A Nosy Komba, sur le chemin qui d'Ampangarinana monte au Sanatorium situé sur le sommet d'Ankisoabe (alt. : 542 mètres), on observe un contact assez net de *schistes noirs* et de *syénites* un peu avant le point où le chemin traverse le ruisseau de Andranobe (altitude voisine de 250 mètres). Cependant A. LACROIX signale au-dessus, vers l'altitude 350 mètres, en même temps que des gabbros amphiboliques, probablement en place, des grès complètement transformés par métamorphisme exomorphe.

Sur le prolongement de l'axe qui passe par Nosy Komba et Lokobe, se trouverait près de Mahazandry et d'Ankalomponabe un affleurement de *granite* [*syénite* ?] qui a été signalé par HERLAND et qui ne semble pas avoir été revu depuis.

La même zone de roches syénitiques se continue dans la presqu'île d'Ankify. VILLIAUME (*in* LACROIX, 1902, c, p. 79) y signale des « roches sédimentaires, très plissées, qui lui ont paru métamorphosées, comme celles de Nosy Komba ».

J'y ai constaté effectivement la présence des mêmes *schistes* qu'à Nosy Komba et à Lokobe, traversés par des filons de roches éruptives, satellites des syénites. Au-dessus viennent les *syénites* proprement dites. La constitution est absolument la même qu'à Nosy Komba. Des filons de phonolites, à direction Nord-Sud, traversent toutes ces roches. Ces syénites ne paraissent être en place que vers l'altitude 60 mètres (Concession Delahaye) ; au-dessous (altitude : 40 mètres), on trouve un mélange de blocs de syénite et de blocs de grès liasiques.

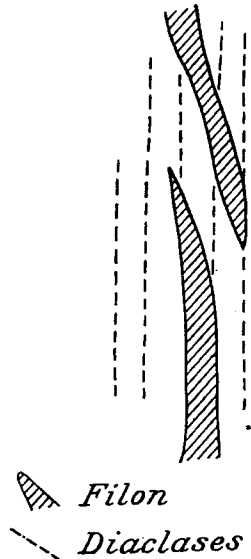


Fig. 38. — ALLURE DES FILONS DANS LES SCHISTES MÉTAMORPHIQUES DE LOKOBE (CONCESSION DE AMPASINDAVA).



*Filons.* — Ces roches syénitiques de Nosy Komba et de Lokobe et les roches sédimentaires qu'elles métamorphisent sont traversées par de nombreux filons de roches de la même famille, que A. LACROIX a également étudiées.

Les schistes, qui affleurent sur le pourtour de Lokobe, sont aussi traversés par des séries de diaclases parallèles et par des filons, de direction identique aux diaclases. Il est rare que l'on puisse observer un filon rigoureusement continu ; en général ils s'amincissent et disparaissent pour être relayés par un autre, comme l'indique la fig. 38.

D'autres filons sont plus importants et plus continus ; tels sont, par exemple, les filons de bostonite quarzifère, épais de 2 mètres environ, qui, se prolongeant en mer comme de véritables digues, déterminent l'anse d'Ampangarinana.

Tous ces filons sont généralement stériles ; cependant dans le Nord de Nosy Be, près de Ankalompona Kely, VILLIAUME a signalé un intéressant gisement filonien de galène et de blende un peu argentifère que j'ai eu l'occasion de revoir. Je rappellerai d'abord les analyses qu'en a données VILLIAUME (1903, p. 29).

Silice.....	1,55.....	2,48
Soufre.....	13,42.....	27,60
Plomb.....	84,55.....	4,67
Zinc.....	0,10.....	54,80
Fer.....	0,28.....	1,06
Antimoine.....	Traces.....	Néant.
Arsenic.....	Néant.....	Néant.
Cuivre.....	0,05.....	Traces.
Calcium.....	Traces.....	1,34
Magnésium.....	Traces.....	1,27
Or.....	Traces.....	2 gr. à la tonne.
Argent.....	468 gr. à la tonne.....	14 gr. à la tonne.
Acide carbonique.....	.....	5,77

J'ai visité à nouveau ce filon ; il traverse les argiles du Lias ; sa gangue est constituée par une dolomie ferrifère d'un blanc éclatant.

L'analyse de ces cristaux blanc brillant, traversés par des filonets blanc mat, dont il est impossible de les séparer, a donné au Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique les résultats suivants :

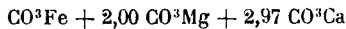
Résidu insoluble dans les acides étendus.....	21,1
Alumine, $Al_2O_3$ et sesquioxyde de fer $Fe_2O_3$ .....	11,3
Chaux, $CaO$ .....	21,9
Acide carbonique, $CO_2$ , correspondant.....	17,2
Magnésie, $MgO$ ,.....	10,7
Acide carbonique, $CO_2$ , correspondant.....	11,5
Fer, $Fe$ ,.....	7,4
Sesquioxyde de fer, $Fe_2O_3$ , correspondant .....	10,5
Protoxyde de fer, $FeO$ , correspondant .....	9,5
Acide carbonique, $CO_2$ , correspondant au protoxyde de fer.....	5,8
Perte au feu.....	37,4
Acide phosphorique, $P_2O_5$ .....	0,2
Silice soluble dans la soude caustique.....	8,0
Alumine soluble dans la soude caustique.....	5,3

Ce qui peut se traduire ainsi :

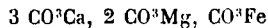
Insoluble dans les acides.....	17,9
Silice soluble .....	8,0
Alumine soluble.....	5,3
Alumine (11,3—10,5) .....	0,8
Carbonate de chaux.....	39,1
Carbonate de magnésie.....	22,2
Carbonate de fer.....	15,3
Eau (37,4—17,2—11,5—5,8) .....	2,9

101,4

Abstraction faite des éléments accessoires, c'est donc un carbonate de chaux, de magnésie et de fer, ayant la composition suivante :



soit :



J'y rattacherai également les filons de basalte qui s'observent dans les îles qui prolongent la pointe de Tafondro au large de N. Komba : îlot (non dénommé) ; Nosy (Vario) telo ; Ile des Morts.

Les deux premières îles sont entièrement basaltiques.

La pointe nord de l'île des Morts est formée par des *schistes* traversés par de nombreux filons de *basaltes*. Ces filons de basalte ont une épaisseur de 1 mètre environ ; leur écartement est variable.

Au-dessus de ces schistes se trouvent des *grès* qui forment la partie centrale de l'île des Morts. Ces grès ne sont pas traversés par les filons de basaltes qui s'arrêtent brusquement au contact des schistes et des grès (fig. 39).

Le fait est d'autant plus curieux qu'il est probable que ces basaltes n'appartiennent pas à la série syénitique, mais qu'ils se

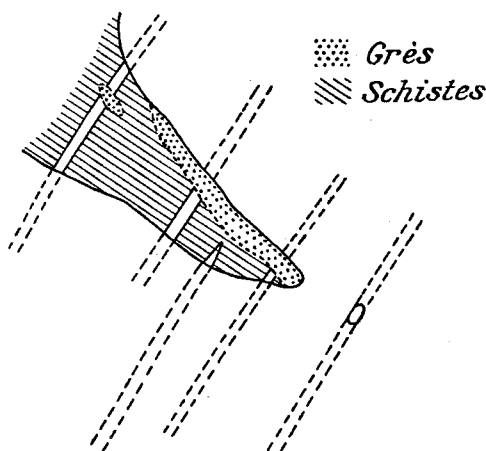


Fig. 39. — SCHEMA DE LA POINTE NORD DE L'ILE DES MORTS.

Echelle : 1/1 000

rattachent aux andésites et labradorites qu'on observe en filons dans les roches sédimentaires du littoral de Nosy Komba et dont la composition, d'après A. LACROIX, serait fort éloignée de celles des autres roches de la région.

De ce que ces basaltes ne traversent pas les grès de l'île des Morts, il serait illogique de déduire qu'ils leur sont antérieurs.

**Grande-Terre.** — On désigne sous le nom de Grande-Terre la région de Madagascar qui fait face à Nosy Be de l'autre côté de la Baie d'Ampasindava.

On y retrouve, en de nombreux points, des affleurements de *syénites*. Plusieurs d'entre eux ont fait l'objet des études de A. LACROIX.

L'îlot abrupt de Nosy Iranja est constitué par des *syénites* à *biotite* (pulaskite), celui d'Antsoha par une *phonolite néphélinique*.

De même, d'après les échantillons que j'ai rapportés, Nosy Kivanjy est une île formée par une *phonolite néphélinique* à structure pœcilitique.

Les amphiboles sont des amphiboles sodiques (augite *ægyrinique* et *ægyrine*) et un minéral brun qui doit être rapporté à l'*ænigmatite*.

Plus au sud, j'ai observé des *syénites* à la pointe Andrahibe; elles traversent des grès que nous devons regarder comme la partie supérieure du Lias.

Cette syénite forme dans les grès liasiques une sorte de dyke, on en retrouve vraisemblablement le prolongement au-dessus des grès (fig. 40), car on y observe des blocs roulés, mais on ne peut atteindre la roche en place qui ne se voit qu'au bord de la mer à la pointe Andrahibe.

Les syénites de la pointe Andrahibe sont des *syénites à ægyrine*.

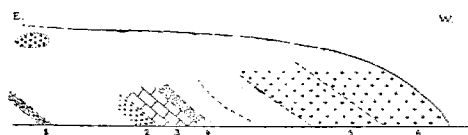


Fig. 40. — SYÉNITE DE LA POINTE ANDRAHIBE.

Ce sont des roches à faciès trachytique, à structure foyaitique, comme les formes de bordure de massifs importants; les microlithes présentent une structure un peu fluidale. L'amphibole est de l'ægyrine (à allongement négatif, en cristaux d'un beau vert en lumière naturelle).

Le contact se fait par une couche calcaire qui est probablement un dépôt de remplissage d'une diaclase.

C'est une oolite dont les noyaux de concrétions sont constitués par de petits grains de quartz. On observe sur le bord des oolites de petits cristaux aciculaires, plus réfringents, mais qui sont encore de la calcite et non de la dolomie.

Un filon de ces roches s'observe d'ailleurs à Marotany dans les grès liasiques. C'est une *microsyénite à ægyrine*.

On y observe une amphibole, à forte dispersion, à allongement négatif, voisine de l'arfvedsonite.

On retrouve des *syénites* dans l'Andranomiserana et surtout dans le massif des Deux-Sœurs (Ambohimiravavy). Le gisement le plus important est celui d'Amipasibitika, décrit par A. LACROIX (1902, c, p. 82 et 1903, a, p. 231).

Ce sont surtout des *granites alcalins* (à ægyrine, à riebeckite), qui s'observent en ce point. Ils sont remarquables par leur haute teneur en zircon : 5 à 7 % (voir les analyses dans A. LACROIX, 1902, p. 235).

A. LACROIX a signalé aussi (1902, c, p. 84, p. 102), dans le massif des Deux-Sœurs des syénites sodiques (*umplexites*), et des syénites néphéliniques accompagnées de filons d'*ijolite*, de *tinguaïte*, etc.

On les observe en beaucoup d'autres points : au S. E. d'Ambo-dimadiro, ils forment un gros dyke de *micromonzonite* orienté N.W.-S.E.

Les montagnes au S. de Jangoa, entre ce point et Ankaramy, sont traversées par de nombreux filons de roches de cette famille (essexites et basaltes amphiboliques). On en trouve également aux environs d'Ankaramy.

Au S.-E. de ce point, en particulier à Manongarivo des échantillons de syénites quartzifères, d'essexites ont été recueillis par VILLIAUME.

Mais le gisement le plus important de syénites dans cette région est certainement celui du massif de Bezavona. Près du poste d'Ambodimanga, appartenant à la Compagnie générale franco-malgache, le contact se fait très brusquement, probablement par faille (fig. 41, car les schistes sont à peine altérés.

La roche au contact est une *phonolite néphélinique*.

On y observe au premier temps en phénocristaux de l'augite ægyrinique, de la hornblende barkévicitique, souvent décomposée et entourée d'une auréole d'augite et de magnétite, des feldspaths alcalins, de la magnétite. La caractéristique est surtout la présence de grands cristaux très nets et assez nombreux de néphéline.

Au second temps, il y a des microlithes de feldspaths (orthose, anorthose), de néphéline, d'augite ægyrinique.

Dans les vides, on observe comme produits secondaires de la calcite et des zéolites (analcime).

Les blocs éboulés venant des sommets sont constitués par des *syénites vraies*.

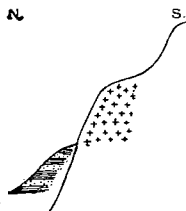


Fig. 41. — CONTACT DES SYÉNITES ET DES SCHISTES AU MONT BEZAVONA.

Les microlithes de feldspaths sont allongés ; c'est une forme de cristallisation tranquille. On observe quelques phénocristaux de feldspath. Il y a quelques minéraux ferro-magnésiens, souvent altérés et disparus. On est encore effectivement en présence d'une forme de bordure.

Ces roches syénitiques, déjà signalées par BARON (1895, a) qui mentionne de la foyaïte au mont Bezavona ont été étudiées avec beaucoup de soin par A. LACROIX (1903, a ; ch. I ; pp. 173-220). Ce sont des syénites normales (laurvikites), des syénites et des monzonites néphéliniques, traversées par des filons de microsyténites, de tinguaites, etc.

**Cercle d'Analalava.** — On retrouve encore des *syénites* aux environs de Maromandia.

A. LACROIX (1903, a ; p. 222) y a déjà signalé sur la rive gauche de la rivière Ambatovitsiky des *syénites* (syénites quartzifères, syénite et monzonite néphélinique) au milieu de calcaires noirs à mouches de blende.

J'ai trouvé, d'autre part, un intéressant gisement de syénite qui se trouve sur la rivière de Maromandia, en amont du poste de ce nom et du confluent du Manangarivo. On voit, en ce point, un petit massif de syénite, former un barrage très net dans la rivière.

*Syénite (nordmakite)* pauvre en éléments ferromagnésiens et ne présentant pas de néphéline ; il y a des feldspaths alcalins du groupe de l'anorthose. L'ægyrine a disparu et a été transformée en limonite. Du quartz secondaire remplit les cavités miarolithiques.

Cette syénite métamorphose sur une épaisseur de 1 m. les grès qui la surmontent ; malheureusement, faute de fossiles, on ne peut déterminer avec précision l'âge de ces grès ; cependant, par leur position stratigraphique, ils paraissent supérieurs aux calcaires à Brachiopodes [Bathonien] de la base du Mont Angaraony (Marotaolana) et se relier aux grès à Ammonites [Callovien] de Maromandia. Ils appartiennent donc vraisemblablement à la partie supérieure du Jurassique inférieur.

Un gisement curieux est celui de la route de Mahitsihasy à Maromandia, déjà signalé par BARON (1895). Il est constitué par d'énormes blocs isolés dont on ne voit pas les relations ; parmi les roches recueillies en ce point, je noterai une *syénite*.

La structure est très nettement microlithique. On y observe de l'ægyrine pœcilitique sans formes géométriques, de la biotite et une amphibole du groupe des amphiboles sodiques. Il y a de la calcite secondaire.

D'autres gisements existent en plusieurs points du Cercle d'Analalava, d'après les échantillons que mon ami le capitaine COLCANAP a récoltés, et que M. A. LACROIX a bien voulu me communiquer.

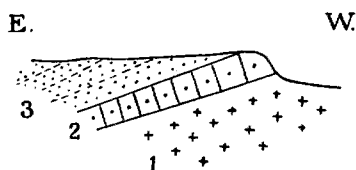


Fig. 42. — LE GISEMENT DE SYÉNITE DE MAROMANDIA

- 3. — Grès normaux.
- 2. — Grès métamorphisés.
- 1. — Syénite.

Tout d'abord à Manongarivo, au confluent du Marofotra, existe une *syénite* présentant des enclaves de roches zonées (micaschistes) à grain plus fin.

Vue au microscope, cette roche présente une structure grenue. Elle est composée uniquement de petits grains de feldspaths parmi lesquels sont disséminés des cristaux d'amphibole ( $\alpha = 8^\circ$ ).

Dans la région située entre Marofotra et Ambalafotsy, existe certainement un massif syénitique important, traversé par une série de roches filoniennes.

Les syénites proprement dites sont surtout des formes de bordure :

*Microsyénite néphélinique* et *microsyénite alcaline*, un peu quartzifère. Dans les deux échantillons, les produits secondaires sont nombreux (biotite, sphène, magnétite). *Microsyénite* avec hornblende brune (à allongement positif), barkévite, augite ægyrinique verte.

Mais à côté de ces syénites proprement dites, on trouve des *monchiquites* :

Roche contenant des phénocristaux d'amphibole et de nombreux petits cristaux, enchevêtrés de pyroxène augite, un peu brunâtre, à très léger polychroïsme, à biréfringence très faible (voisine de 0.013), s'éteignant à  $24^\circ$  des lignes *mm*, pyroxène qui est vraisemblablement de l'hypersthène. L'amphibole, jaune, jaune-pâle, brun-jaunâtre, à biréfringence faible (voisine de 0.021), est surtout de l'hornblende barkévicitique. Dans certaines parties, on observe une structure microlithique.

Il y a aussi des *gabbros* plus ou moins mélanocrates.

On y observe des feldspaths plagioclases très basiques, du groupe de la bitownite et de l'anorthite, des pyroxènes (surtout de l'augite), intéressants parce qu'ils contiennent de petites inclusions de diallage, de l'olivine, de la magnétite, de la biotite.

On trouve également des roches très altérées qui peuvent se rapporter à des *diabases acides*.

Les plagioclases sont des types acides. Les produits secondaires sont de la calcite, du sphène, de la chlorite.

Dans ce même point, se trouveraient des *labradorites* :

Au microscope, on voit d'assez nombreux phénocristaux de feldspath (environ 70 % d'anorthose), et de micas noirs (biotite). La pâte est formée de nombreux cristaux enchevêtrés de feldspaths et de biotite.

On en a rapporté aussi des *trachytes* amphiboliques analogues à ceux que j'ai recueillis moi-même à Nosy Karakajoro (voir plus loin).

Les conditions paraissent donc être les mêmes que dans les gisements étudiés par A. LACROIX : de gros dykes syénitiques traversés par des filons de roches de la même famille.

Entre Antsatrotro et Antsahalony, des *schistes à andalousite* paraissent avoir été métamorphisés par des *syénites* telles que celle qui vient d'Antsatrotro.

On observe à l'œil nu des feldspaths en gros cristaux, de l'amphibole, un minéral fibreux, vert, décomposé, voisin de la crocidolite, d'assez nombreux cristaux de quartz.

Au microscope, on peut déterminer comme de la crocidolite, un minéral verdâtre-vert-bleu, à allongement négatif, à extinction voisine de 0°.

L'amphibole est une amphibole sodique, voisine de la riebeckite. Il y a un peu de biotite. La roche est légèrement quartzifère et peut être rapprochée de la pulaskite.

On a rapporté de cette même localité des *trachytes* bréchiformes qui doivent former des filons dans le massif syénitique.

Leur structure est très finement microgrenue. Les phénocristaux sont surtout de la biotite et des feldspaths plagioclases acide (andésine). Des minéraux secondaires (épidote, etc.) sont abondants. Ce sont plutôt des trachytes normaux que des trachytes alcalins.

Enfin à Ambodisoa \*, à l'Est de Bejofo, se trouvent des *monchiquites*.

Les phénocristaux sont constitués par de l'olivine souvent transformée en talc, par de l'augite verdâtre, titanifère avec macle suivant *h*<sup>1</sup>. Les microlithes sont de l'augite, un peu de hornblende et de biotite. Le caractère lamprophyrique de cette roche est très net. Elle est d'ailleurs altérée et contient beaucoup de calcite et de produits secondaires. Elle paraît contenir des enclaves de grès.

Plus au sud, entre Irony et Betainyomby, s'observe une *syénite à hornblende*.

Elle contient du quartz vermiculé, de l'orthose, du microcline, de la biotite et une hornblende verte.

**Haute-Mahavavy.** — Dans la Haute-Mahavavy, et en particulier aux environs de Manambato, on observe, émergeant au milieu de granites et des micaschistes, des dômes escarpés et abrupts, constitués par des *syénites*, qui ont, mieux que les granites, résisté à l'érosion.

Elles constituent ainsi les sommets de Zarandalahy, Zarandavavy, Ambatovaky, etc.



Près d'Ambodisegny, au Sud de Manambato, j'ai vu affleurer sur une surface très restreinte un filon de *syénite*, c'est une roche très analogue à celles décrites par A. LACROIX des environs de Nosy Be.

Au microscope, une roche holocristalline composée presque exclusivement de cristaux allongés de feldspaths et d'une amphibole. Cette amphibole est polychroïque en brun-verdâtre, brun-jaunâtre ; elle s'éteint suivant un angle qui peut atteindre 13° (barkévicité ?). De la magnétite existe en abondance dans la roche en petits cristaux cubiques disposés surtout le long des cristaux d'amphibole.

Il y a aussi des cristaux bleuâtres, légèrement polychroïques, à fort relief quelquefois disposés exactement dans le prolongement des cristaux d'amphibole (épidote ?).

Enfin, il y a de petites cavités arrondies remplies d'un minéral blanc.

Je crois qu'il faut rattacher à ce groupe de roches une *granulite* qui se trouve près d'Ambodisegny, au Sud de Manambato, en filons dans les micaschistes.

C'est une roche contenant du feldspath, du quartz et beaucoup de mica noir. Les cristaux de quartz sont automorphes et ont surtout l'aspect bipyramidé.

Au microscope, on a surtout affaire à de la biotite dans les élvages de laquelle on observe des cristaux de magnétite. Le feldspath a subi un léger commencement de décomposition (damouritisation).

Les granites de la région située en amont de Manambato sont traversées par des roches appartenant vraisemblablement à cette série et tout à fait analogues à celles de la région de Nosy Be.

L'une d'elle est voisine des *camptonites*. C'est une roche contenant de nombreux microlithes feldspathiques, de la magnétite abondante et une amphibole du groupe de la barkévicité ; cette amphibole et toute cette roche paraît identique à celle qui a été décrite du Tassili dans le Centre-Africain (1). Elle est d'ailleurs fort altérée.

Une autre roche plus fraîche doit être considérée comme un véritable *basalte*.

Elle présente de grands cristaux d'olivine, des plagioclases allongés suivant  $pg^1$ , de l'augite ayant des tendances à mouler les feldspaths. Ceux-ci sont du labrador ou des feldspaths plus basiques.

**Vallée de Loky.** — On retrouve dans la vallée de Loky, traversant les terrains anciens (granites et schistes) des roches appartenant à la famille des syénites.

(1) Louis GENTIL. Étude des roches recueillies par la Mission Saharienne. *Documents scientifiques de la Mission Saharienne (Mission Foureau-Lamy)*, 1905, p. 706.

Entre Ambodibonaro et Ambararata on rencontre une roche de couleur claire qui paraît être une *syénite néphélinique*.

Au microscope, roche à structure holocristalline contenant :

Au premier temps : magnétite ; quartz ; feldspaths plagioclases, avec zone extérieure d'orthose ; néphéline ( $n_g$  1,55 ;  $n_g - n_p$  voisin de 0,033).

Au second temps : feldspath ; néphéline ; mica noir ;  $n_g - n_p$  voisin de 0,04 ; silicates ferro-magnésiens altérés ; magnétite.

Elle est traversée elle-même par une *syénite néphélinique* un peu quartzifère.

Cette roche offre, comme éléments de première consolidation, de la magnétite, du quartz, des feldspaths plagioclases (andésine, anorthose avec macles de l'albite et de la péricline) et de la néphéline. Comme éléments de seconde consolidation, on observe des feldspaths, de la néphéline, des micas noirs (à biréfringence voisine de 0,04), souvent chloritisés, des silicates ferro-magnésiens, altérés, de la magnétite, un peu de zircon.

D'autres roches analogues s'observent entre Ambararata et Tanamvony.

C'est d'abord une roche de couleur claire, contenant de grands cristaux d'un minéral fibreux vert qui est un silicate ferromagnésien décomposé en chlorite et produits siliceux (quartz microgrenu) ; des taches rougeâtres correspondent à des silicates ferromagnésiens dont la décomposition a été poussée plus loin et qui sont transformés en limonite.

Au microscope, la pâte se montre à peu près complètement holocristalline. La structure est microlithique.

Au premier temps, on observe de nombreux cristaux allongés de feldspath et des silicates ferromagnésiens, disparus par suite de leur décomposition.

Au second temps, il y a des microlithes de feldspaths allongés avec macles de l'albite (oligoclase, andésine) et aussi de silicates ferromagnésiens altérés.

La magnétite est abondante à tous les temps.

La calcite secondaire est abondante, en grands cristaux, à peine rosés en lumière naturelle, à extinction onduleuse en lumière polarisée parallèle.

Une granulite, souvent altérée superficiellement, se rencontre également en ce point, à la base des grès du Lias.

C'est une roche de couleur claire avec des cristaux allongés, brillants d'épidote et de rutile.

Au microscope, la pâte est holocristalline. Les cristaux intacts de feldspaths sont rares ; la plupart sont épigénisés en minéraux secondaires : chlorite, sphène, rutile et surtout épidote dont les cristaux envahissent les cristaux primitifs de feldspaths. Il y a de rares cristaux de muscovite.

Cette roche s'agglomère sans fondre à la chaleur ; elle a donné à l'analyse les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	61,9
Oxyde de Titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	»
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	21,1
et oxyde ferrique, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	} 1,4
Oxyde ferreux, FeO . . . . .	
Magnésie, MgO. . . . .	2,8
Chaux, CaO . . . . .	1,4
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	3,3
Potasse, K <sup>2</sup> O. . . . .	3,7
Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	»
Chlore, Cl . . . . .	»
Perte au feu . . . . .	4,6
	<hr/>
	100,2

A Antanamvony, c'est un important filon de quartz contenant du fer oligiste en grandes plaquettes.

Entre Antanamvony et Kivanjy, c'est une *péridotite* verdâtre, contenant en abondance, outre du sphène, le minéral vert, caractéristique de cette région.

A Ambararata, on note la présence d'une *diabase porphyrique*.

Les phénocristaux de feldspaths appartiennent au groupe du labrador. L'augite a disparu et s'est transformée en chlorite et en calcite. Le sphène est assez abondant. Les microlithes de feldspaths sont des plagioclases acides.

Au Col d'Ambararata, dans la vallée de Loky, on observe un filon de 1 m. 50 d'épaisseur, se poursuivant sur plusieurs centaines de mètres et constitué par une roche verdâtre. Examinée au microscope, cette roche est une *syénite néphélinique*.

**Age des syénites.** — L'âge de ces syénites ne peut être déterminé avec précision. A. LACROIX a déjà indiqué, et tout ce que j'ai vu confirme ce fait, qu'elles traversaient les sédiments les plus supérieurs du Lias. Elles sont donc, au minimum, *post-liasiques*.

On a quelques raisons de les croire plus récentes que le Lias. A Nosy Be, à Nosy Komba et à la pointe d'Andrahibe (Grande-Terre) elle traverse les grès supérieurs (niveau E) qui sont peut-être déjà bathoniens. De même à Maromandia, le filon de syénite que j'ai signalé (p. 161) traverse des grès sans fossiles qui semblent supérieurs aux calcaires à Brachiopodes de la base de l'Angaraony (Bathonien) et paraissent en relation avec les couches de la base de la colline de Maromandia (Callovien). Ce filon serait donc ici *post-callovien*. De plus, le capitaine COLCANAP m'a rapporté que les

syénites de Bekotapa traversent les couches qu'il rapporte au Jurassique supérieur et qui effectivement dans la région lui ont fourni des fossiles de cet âge.

On peut donc conclure de là que les syénites sont *sûrement post-liasiques* et peut-être *post-kimeridgiennes*.

D'autre part A. LACROIX avait pensé que les tinguaites de Diego-Suarez qui sont certainement post-crétacées pouvaient peut-être se rattacher à cette série. Je crois, au contraire, après avoir étudié leur gisement qu'elles sont extrêmement récentes (voir plus loin) et que leur âge est sans rapport avec celui des roches syénitiques de la région d'Ampasindava.

On pourrait peut-être aussi tirer un criterium d'âge du fait de ce que dans les grès de Nosy Hara, que je rapporte avec beaucoup de réserves au Turonien (voir plus loin), on trouve outre des débris de roches granulitiques, des débris de roches éruptives anciennes. Dans ce cas, les éruptions syénitiques étant post-kimeridgiennes et pré-turoniennes, seraient d'âge crétacé inférieur. Mais cette conclusion est appuyée sur des faits trop peu probants pour pouvoir être hasardée.

Maintenant que l'on peut voir sur quels points les recherches doivent être portées, il serait intéressant d'arriver par des recherches nouvelles sur le terrain à déterminer avec précision l'âge de cette remarquable série pétrographique.

### LES SYÉNITES DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

On connaît des roches analogues en plusieurs autres points de Madagascar.

A Ambohitsosy\*, dans l'Ambongo, A. LACROIX (loc. cit., p. 88), signale un *granite à ægyrine* recueilli par GAUTIER au contact des schistes métamorphiques du bassin de Sambao. Dans cette même région existent des *syénites quartzifères* (A. LACROIX, loc. cit., p. 99). On retrouve ces dernières dans le bassin du Mangoro (A. LACROIX, p. 99-100), mais on n'a pas d'indication sur le gisement précis de cette roche du Mangoro, rapporté par CATAT.

D'après GAUTIER (1902, Thèse, p. 26), on trouverait au Mailaka\* des roches (*troctolites*) voisines de la foyaïte.

Les travaux de BARON (1899, a), ont de plus montré l'existence de *syénites* à Mangantany \* (pays Antsihanaka), à Rantabe \* (près de la Baie d'Antongil), et celle de *diorites* à Amparimanana \* (près de Tananarive), à Vatomandry, à Sahaka \* (en face de Sainte-Marie), à Andronomafana \* (entre Andevorante et Tananarive), dans la Baie d'Antongil, à Ambohimarina \* (au nord de Betafo, dans le Vakinankaratra), à Andongoza \* (près Maroantsetra), à Antsahanomby \* (20 milles au N. W. de Mahanoro).

Tout récemment, un voyage de l'éminent missionnaire protestant effectué avec MOUNEYRES (1903), a montré l'existence de nombreuses bosses de *diorites* entre le lac Itasy et Mandridrano en particulier à Ambatoara \* sur le Sakay.

#### ANALOGIES AVEC D'AUTRES RÉGIONS

On trouvera sur ce sujet des renseignements très complets dans le travail de A. LACROIX (1902, p. 156).

Il considère les roches de Madagascar comme constituant le « prolongement d'une trainée remarquable de roches alcalines qui sillonne la fosse érythréenne et son prolongement vers le sud ». On connaît des *syénites néphéliniques* au Transvaal, au Mont-Jimbo près Zanzibar, au Mont-Kenia, des *granites à riebeckites* à Sokotora et dans l'Yemen, etc.

En réalité, les roches sodiques paraissent très abondantes dans tout le continent africain (1); mais il ne faut pas oublier que A. LACROIX en a étudié de très belles séries provenant de Tahiti, desorte qu'on serait amené à étendre outre mesure cette province pétrographique.

(1) L. GENTIL. Le continent africain considéré comme une vaste province pétrographique, caractérisée par des roches riches en alcalis. *A. F. A. S.*, Grenoble, 1904. Paris, 1905, p. 613-619; et L. GENTIL. Pétrographie; in F. FOUREAU. Documents scientifiques de la Mission Saharienne. Paris, Masson, 1905, II, p. 737.

## CRÉTACÉ INFÉRIEUR

*Le Crétacé inférieur du Nord de Madagascar.* — Historique. — Vallée de Rodo. — Massif de l'Analatamba et vallée de la Tsahareny. — Environs d'Ampombiantombo. — Cercle d'Analalava. — Liste des espèces.  
*Le Crétacé inférieur dans le reste de Madagascar.*

## LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — Le Crétacé inférieur avait été signalé deux fois dans la région de Diego-Suarez ; mais les deux fois, il l'avait été d'une façon inexacte. Les fossiles, très peu caractéristiques d'ailleurs que MARCELLIN BOULE (1899, a) avait, dans une première note, attribués avec beaucoup de réserve à l'Infra-Crétacé, viennent les uns du Coniacien (voir : M. BOULE, 1899, d) et probablement du Coniacien d'Ambohimarina, les autres du Cénomanién d'Antsirane. D'autre part, c'est par suite d'une erreur d'impression que A. DE LAPPARENT (Traité de Géologie, 4<sup>e</sup> édition, 1900, p. 1267) signale du Néocomien à Ambohimarina ; il s'agit en réalité (et cette erreur n'est pas reproduite dans la 5<sup>e</sup> édition, 1903) du Néocomien de la province de Majunga (3 gisements différents), ainsi que l'on peut s'en assurer en remontant au mémoire original de BARON (1895, a).

J'ai mentionné l'existence de ce terrain dans le Sud de la province de Diego-Suarez (P. LEMOINE, 1903, b) ; puis, à la suite d'une communication sur le même sujet de A. THEVENIN (1905, a), j'ai

confirmé sa présence dans le Cercle d'Analalava (P. LEMOINE, 1905, a).

**Vallée du Rodo.** — C'est surtout dans la vallée du Rodo sur la rive gauche de cette rivière que l'on peut observer le Crétacé inférieur fossilifère. Partout ailleurs, sur la côte Est, il est recouvert par des basaltes.

Le Crétacé inférieur est bien visible sur la route d'Ankarongana à Tsahareny-ambany (Fig. 43).

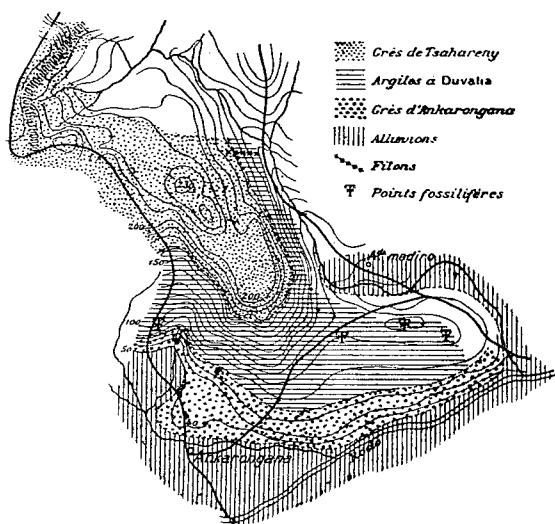


Fig. 43. — CARTE DES ENVIRONS D'ANKARONGANA.

Échelle : 1/100 000

(Topographie d'après les levés du capitaine MAUPIN et mes propres observations).

Au sortir du village d'Ankarongana, après la traversée du ravin du même nom, on trouve des sables et des grès, séparés par de petits lits d'argiles. Ces grès sont fossilifères en quelques points (fig. 44 ; 1').

Après la traversée d'un petit vallon, on voit ces grès supporter des argiles bleuâtres (fig. 44 ; 2) dans lesquelles je n'ai pas trouvé, en ce point, de fossiles. Ces argiles ont été fendillées en divers sens et dans les fentes s'est infiltré du carbonate de calcium qui forme ainsi des concrétions en boîte. Ces argiles semblent avoir en ce point une puissance de 75 à 100 m.

Enfin, au-dessus de ces argiles, on constate la présence de grès et de sables (fig. 44 ; 3) puissants où s'intercalent par places des lits argileux. Ces sables et ces grès, qui constituent le massif inhospitalier et désert de l'Anala-tamba, se continuent jusquedans la Tsahareny.

D'autre part, sur le chemin d'Ankarongana à Ambodimadiro on observe des grès sans fossiles (fig. 45 ; 1), identiques aux grès

de la coupe précédente et on constate leur contact avec les argiles (fig. 45 ; 2). Ce sont des argiles bleuâtres, non fossilifères, avec cristaux de gypse secondaire et filonnets de calcite ; ces argiles ont une épaisseur d'une vingtaine de mètres ; elles ne contiennent aucun fossile, mais ensuite, ces argiles deviennent plus sableuses, alternent avec des grès et contiennent *Holcostephanus madagascariensis* P. LEM., *Duvalia* cf. *dilatata* BL., *Bel. bipartitus* BL., *Bel.* du gr. de *B. semicanaliculatus* BL., *Serpula*.

On suit cette couche fossilifère sur toute la rive gauche du Rodo jusqu'au village d'Irodo.

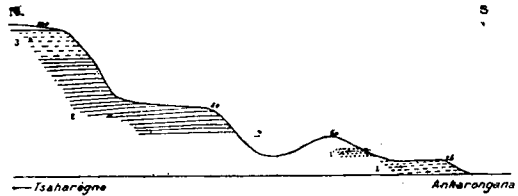


Fig. 44. — COUPE SUIVANT LE CHEMIN D'ANKARONGANA A TSAHARENY

Longueurs : 1/50 000

Hauteurs : 1/10 000

3. Grès de Tsahareny."

2. Argiles bleues, sans fossiles en ce point.

1. Grès d'Ankarongana (Fossilifère en 1').

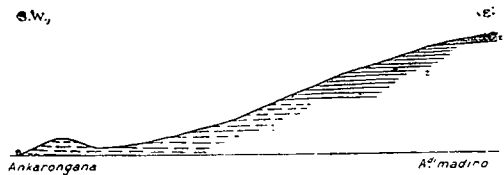


Fig. 45. — COUPE SUIVANT LE CHEMIN D'ANKARONGANA A AMBODI MADIRO

Longueurs : 1/50 000

Hauteurs : 1/10 000

2. Argiles à *Duvalia* (un peu sableuses en 2').

1. Grès d'Ankarongana.

**Massif de l'Analatamba et vallée de la Tsahareny.** — Les grès de



Tsahareny (1) constituent tout le massif de l'Analatamba ; tantôt à

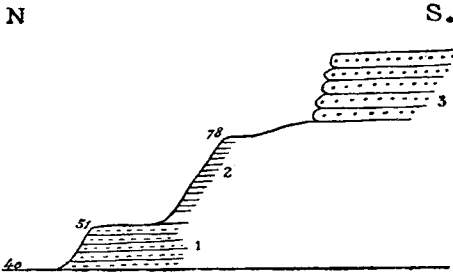


Fig. 46. — COUPE DES GRÈS D'ANTSAHARENY  
Longueurs : 1/10 000  
Hauteurs : 1/3 000

3. Grès et sables avec parties en saillies.
2. Tufs basaltiques.
1. Grès blancs ou jaunes avec galets de quartz.

Tsahareny, on peut voir une belle coupe de ces grès et de ces sables sur la rive droite, tandis que sur la rive gauche ils plongent vers

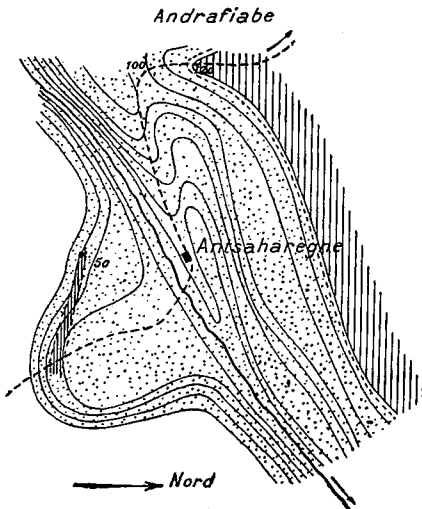


Fig. 47. — ESQUISSE DES ENVIRONS  
D'ANTSAHARENY.

saharigène. L'orthographe conforme à l'étymologie malgache est *Tsahareny*.

grain très fin, tantôt à grès plus grossiers, ils ne m'ont jamais fourni le moindre fossile. Mais d'après leur position stratigraphique, entre le Néocomien de la vallée du Rodo et le Cénomaniien du Mont-Raynaud, il n'y a pas de doute qu'ils ne représentent le reste du Crétacé inférieur.

Dans la vallée de la Tsahareny, on peut voir une belle coupe de ces grès et de ces sables sur la rive droite, tandis que sur la rive gauche ils plongent vers le Nord et sont immédiatement recouverts par les basaltes. Ces mêmes basaltes existent en filons dans les grès (fig. 46 et 47), à l'état très décomposés, en particulier près du petit village de Tsahareny. Malgré toutes mes recherches, je n'ai jamais trouvé aucun fossile dans ces grès.

On ne peut malheureusement observer leur contact avec les argiles vraconniennes du Mont-Raynaud. Des

(1) On écrit souvent le nom de ce village à l'européenne

basaltes s'épanchent entre la Tsahareny et la Sankazo ; mais la distance entre les deux points où l'on peut les observer est vraiment assez restreinte pour que la lacune soit, de ce chef, assez faible.

**Environs d'Ampombiantombo.** — Sur la côte Ouest, aux environs d'Ampombiantombo, on trouve en beaucoup de points, sous les coulées de basalte, des argiles bleues avec gypse et nombreux débris de *Belemnites*. La présence de ces coulées de basalte empêche de pouvoir établir la succession précise des assises et oblige à n'observer que des gisements isolés.

Les marnes bleues d'Ampombiantombo m'ont fourni : *Hoplites* sp. cf. *H. Andreæi* KIL. du Tithonique supérieur de Cabra (Andalousie) et de la vallée du Rhône, *Hoplites* sp. (du gr. de *H. phorcus* FONT.), et des *Belemnites* dont la plupart se rapprochent de celles que j'ai recueillies dans le Jurassique supérieur d'Andranosamontana : *Bel. Boulei*, n. sp. ; *Bel. Lacombei*, n. sp. On y observe également quelques débris de bois fossiles.

J'ai retrouvé, sur le bord de la mer, à Nosy Adriana, des argiles tout à fait analogues, mais dépourvues de fossiles.

A Andranomaloto, j'ai recueilli dans les mêmes argiles *Bel. Lacombei* n. sp.

A Ankazomalemy, un peu plus au Nord, ces marnes contiennent *Hoplites Deshayesi* LÉYM., espèce qu'on doit considérer comme typique de l'Aptien.

Par contre, ce n'est que plus au Nord encore, à Ampampam qu'on trouve les *Duvalia* : *Duvalia* cf. *dilatata* BLAINV. ; *Belemnites* sp. ; *Belemnites Lacombei* n. sp., var. aplatie, dans des marnes qui sont traversées par un filon de basalte. Au-dessus viennent des argiles à concrétions calcaires ; le filon de basalte ne les traverse pas.

Ces marnes se continuent jusqu'à Befotaka, où elles supportent les argiles vraconniennes ; elles peuvent donc être considérées comme représentant la base de l'Albien ; en ce cas elles reposeraient en discordance sur les couches à *Duvalia* ; mais la coupe n'est pas assez nette pour qu'on puisse l'affirmer.

Des argiles analogues à celles de Ampombiantombo et de Nosy Adriana se retrouvent dans la presqu'île Saint-Sébastien à la base des coulées de basalte.

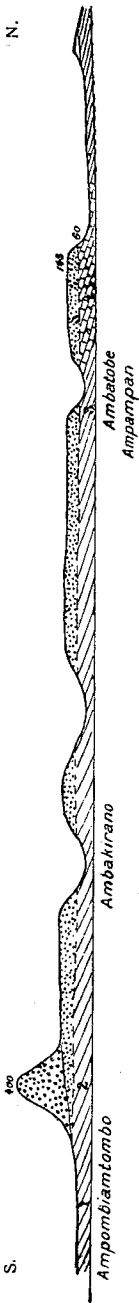


Fig. 48. — Coupe schématique d'AMPOMBIANTOMBO à BEFOTAKA

Longueurs : 1/100 000    Hauteurs : 1/20 000

1. Argiles sans fossiles (Jurassique supérieur).
2. Argiles à *Belennites* sp. et *Hoplites Andrexi* KIL.
3. Argiles à *Duvalia*.
4. Argiles à concrétions ferrugineuses.
5. Argiles albiennes de Befotaka.

Toutes ces couches sont recouvertes par des basaltes et des tuils basaltiques, surmontés au-dessus d'Ampombiantombo (point 400) par des roches phonolithiques.

Il résulte de ces observations, forcément très incomplètes, que la série paraît continue entre le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur.

Un autre fait à retenir est la différence de faciès que présentent sur la côte Est et la côte Ouest les couches intermédiaires entre le Néocomien et l'Albien ; sur la côte Est, elles sont à l'état de grès et de sables ; sur la côte Ouest, au contraire à l'état d'argiles et de marnes à concrétions ferrugineuses.

La présence de l'énorme massif volcanique d'Ambre empêche de pouvoir étudier le passage latéral des deux faciès ; mais l'existence du faciès gréseux dans la contrée orientale prouve celle d'une région littorale, à l'époque aptienne dans l'Est de Madagascar.

**Cercle d'Analalava.** — Sur le bord de Port Radama, dans le Cercle d'Analalava, à Marozavavy, j'ai trouvé des argiles bleues avec : *Duvalia* sp. du gr. de *D. dilatata* BLAINV. ; *Duvalia silesiaca* UHLIG ; *Holcostephanus* cf. *Astierianus* D'ORB. ; *Hoplites campylotoxus* UHLIG.

Ces formes paraissent indi-

quer l'âge valanginien de ce gisement dont les connexions stratigraphiques sont malheureusement impossibles à établir rigoureusement. Au point de vue géographique, il est intermédiaire entre les gisements d'Andranosamontana (Callovien et Jurassique supérieur) et ceux de Berambo (Aptien) ; mais le substratum immédiat n'est pas visible et les couches qui lui succèdent immédiatement sont des basaltes. L'analogie pétrographique de ces argiles crétacées avec les argiles du Jurassique supérieur d'Andranosamontana sont cependant très grandes ; la série d'argiles semble encore ici continue entre les deux points et on peut admettre comme une hypothèse plausible la continuité de la sédimentation entre deux époques.

Les couches qui viennent au-dessus et qui séparent les argiles à *Duvalia* de Marozavavy des marnes à *Schlœnbachia* de Berambo sont des grès et des sables. Le faciès est donc le même que dans le territoire de Diego-Suarez (côte Est) et indique que le littoral de la mer aptienne ne devait pas être fort éloigné.

Il est probable que ce sont ces mêmes grès et argiles du Crétacé inférieur qui se prolongent sur la rive Sud de la Loza et constituent les coteaux d'Analalava.

Je n'y ai trouvé aucun fossile. Le capitaine COLCANAP, qui a commandé pendant six mois le cercle d'Analalava, a suivi et fait suivre attentivement quelques travaux qui ont mis à nu ces couches ; il n'a pas été plus heureux.

### Liste des espèces recueillies dans le Crétacé inférieur

<i>Holcostephanus</i> [sensu stricto] cf.	<i>Duvalia</i> cf. <i>Hoheneggeri</i> UHLIG.
<i>Astierianus</i> D'ORB.	<i>Duvalia Silesiaca</i> UHLIG.
<i>Holcostephanus madagascariensis</i> P.	<i>Belemnites</i> [ <i>Pseudobelus</i> ] <i>bipartitus</i>
LEM.	BLAINVILLE.
<i>Hoplites Deshayesi</i> LEYM.	<i>Belemnites</i> du gr. de <i>B. semicanalicu-</i>
<i>Hoplites</i> cf. <i>Andreæi</i> KILIAN.	<i>latus</i> BLAINVILLE.
<i>Hoplites</i> sp. du gr. de <i>H. phorcus</i> FONT.	<i>Belemnites</i> n. sp.
<i>Hoplites</i> [ <i>Sarasinella</i> ] <i>campylotoxus</i>	<i>Belemnites Lacombei</i> n. sp.
UHLIG.	<i>Serpula</i> .
<i>Duvalia</i> cf. <i>dilatata</i> BLAINVILLE.	

## LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Le Crétacé tout à fait inférieur est à peu près inconnu dans le reste de Madagascar.

Il n'a été mentionné qu'une fois à Madagascar par NEWTON (1895, a), étudiant les fossiles de BARON (1895, a). Ces fossiles provenaient en réalité de 3 localités différentes : Ankarobato\* (1) (*Bel. conicus* BL. ; *Bel. polygonalis* BL.), Beseva\* (1) (*B. pistilliformis* BL.) et d'une troisième non précisée située dans le N.-W. de l'île (*Bel. binervius* RASPAIL).

Tout récemment, A. THEVENIN (1905, a et b) a signalé, d'après les récoltes du capitaine COLCANAP, (1905) la présence de *Hoplites neocomiensis* à Ankaramy Be dans le Sud du Cercle d'Analalava.

Enfin le même officier (COLCANAP, 1906) a rapporté du Cercle de Mavetanana une magnifique faune berriasienne dont l'étude paléontologique est à peine commencée.

Peut-être est-ce également au Crétacé inférieur qu'il faut rapporter les grès grossiers, rapportés de la vallée du Fiherenga par le lieutenant BOUTONNET. Ils contiennent des *Trigonia* (*T. cf. longa*) et des *Pycnodonta* (*P. imbricata* KRAUSS) analogues à celle d'*Umia* dans l'Inde et d'Uitenhage dans l'Afrique du Sud (HENRI DOUVILLÉ, 1904).

C'est un fait très remarquable à constater que cette lacune dans nos connaissances sur le Crétacé inférieur de Madagascar. Le Néocomien est à peine connu ; les étages supérieurs (Aptien, Barrémien) n'ont pas encore été signalés.

Nous n'avons pas de preuves que la série crétacique inférieure soit cependant discontinue ; mais elle est rarement fossilifère. Le seul beau gisement connu est celui indiqué par COLCANAP (1906), dans le Cercle de Mavetanana ; mais il n'est pas encore décrit.

(1) Ankarobato et Beseva sont situées sur la rive droite de la Betsiboka, au S.-E. de Majunga.

## DESCRIPTION DES FOSSILES

DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR ET DU CRÉTACIQUE INFÉRIEUR

---

*Hoplites Andreæi* KILIAN ; *H. cf. Deshayesi* LEYMERIE ; *H. campitoloæus* UHLIG ;  
*Holcostephanus madagascariensis* n. sp. ; *Pseudobelus Rodoi* n. sp. ; *Duvalia*  
*cf. silesiaca* UHLIG : groupe de *Duvalia dilatata* BLAINVILLE.

Les échantillons que je possède de ces niveaux sont encore trop peu nombreux pour faire, comme ceux des autres niveaux, l'objet d'un mémoire paléontologique spécial.

D'autre part, il n'est pas sans intérêt de figurer ces formes pour attirer sur elles l'attention des collectionneurs de Madagascar, à cause de l'importance qu'il y aurait à établir avec certitude la continuité, que je crois de plus en plus probable, ou la non-continuité des deux formations, jurassique supérieure et crétacique inférieure, sur le bord est du Canal de Mozambique.

Aussi, en attendant que des matériaux plus complets de ces niveaux aient été envoyés en France, me suis-je décidé à décrire ici les échantillons que j'ai entre les mains (1).

(1) Au cours de l'impression de ce travail, de très beaux fossiles berriasiens ont été rapportés du Cercle de Mavetanana par le capitaine COLGANAP (1906, a).

## *Hoplites*

Le genre *Hoplites* a été créé par NEUMAYR en 1875 (1). Le type serait la première espèce citée : *H. Archiacianus* D'ORB.

Ce genre a été, depuis, divisé en un certain nombre de coupures par BAYLE, VON SUTNER, POMPECKJ, ANTHULA, etc., mais surtout récemment par V. UHLIG (2).

Les espèces, citées ci-après, n'ont pas encore été rangées dans les groupements génériques nouveaux. Aussi, bien qu'elles s'éloignent notablement des *Hoplites* types, continuerai-je à les désigner provisoirement sous le nom de *Hoplites* (lato sensu).

### HOPLITES ANDREÆI KILIAN

Pl. I, Fig. 1, 1<sup>a</sup>.

1889. *Hoplites Andreæi* KILIAN, Andalousie, p. 670, pl. XXXII, fig. 1<sup>a</sup> 1<sup>b</sup>.

Fragment orné d'un certain nombre de côtes principales partant de l'ombilic (probablement 30-40). Vers le milieu des flancs, ces côtes se renflent généralement en un tubercule duquel naissent 2-3 côtes secondaires ; entre ces côtes principales se placent, d'espace en espace, des côtes intermédiaires qui ne se bifurquent pas et ne portent pas de tubercules. Sur le bord siphonal, les côtes secondaires issues des côtes principales se renflent en un tubercule qui correspond souvent à deux côtes secondaires, *issues ou non* de la même côte principale. Les côtes intermédiaires, nées dans l'intervalle des côtes principales, ne paraissent pas former de tubercules.

Les côtes passent sur la région siphonale ; celles qui correspondent à un tubercule du bord siphonal présentent un affaiblissement très marqué.

En comparant cette diagnose à celle de W. KILIAN, on s'aper-

(1) NEUMAYR. Die Ammonitiden der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. *Z. d. d. geol. Ges.*, XXVII, 1875, p. 925.

(2) V. UHLIG. Einige Bemerkungen über die Ammonitengattung *Hoplites* NEUMAYR. *Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien ; math. naturw. Classe*, CXIV, Abth. 1 (Juli 1905).

cevrà que les deux formes d'Andalousie et de Madagascar ont de nombreux caractères communs.

Les différences portent surtout sur le nombre des côtes, qui paraissent un peu plus nombreuses dans l'échantillon de Madagascar, et aussi sur l'allure de la région siphonale que les côtes ne traversent pas nettement dans l'échantillon d'Andalousie.

Mais, comme W. KILIAN indique que *Hoplites Andreæi* se fait remarquer par le peu de régularité de son ornementation, il n'y a pas lieu, à mon avis, de séparer spécifiquement les deux formes.

**Rapports et différences** — *Hoplites Andreæi* KILIAN appartient à un groupe d'*Hoplites* très spécial, caractéristique du Jurassique le plus supérieur.

Ce groupe contiendrait :

*Hoplites Andreæi* KIL.

*H. Euhymi* PICTET : PICTET, Mém. Paléontologiques, 1863 ; p. 76, pl. XIII, fig. 3, et p. 241, pl. XXXVIII, fig. 7 ; PAVLOW, Speeton, 1892, p. 105, pl. XVII (X), fig. 7<sup>a</sup> 7<sup>b</sup> ; POMEL, Lamoricière, p. 63, pl. IV, fig. 1.

*H. Malbosi* PICTET : Loc. cit., p. 77, pl. XIV, fig. 2 et p. 242, pl. XXXIX, fig. 2 ; KILIAN, Andalousie, p. 670, pl. XXXII, fig. 4<sup>ab</sup>.

*H. Malbosiformis* STEUER : *Pal. Abh.*, 1897, p. 59, pl. IV, fig. 1-4.

*H. Pouyannei* POMEL : Lamoricière, 1889, p. 59, pl. III.

*H. Rerollei* PAQUIER : App. paléont., *Trav. Lab. Univ. de Grenoble*, p. III, pl. VII, fig. 3.

Des espèces assez voisines d'aspect comme : *Hoplites pseudo-Malbosi* SAR. et SCHÖNDELM. (p. 79, pl. X, fig. 1-2), *H. Michaelis* UHLIG, *H. Paquieri* SIMIONESCU, ont été rangées par UHLIG dans l'un des groupes de son sous-genre *Acanthodiscus* (loc. cit., p. 21).

La revision spécifique des formes de ce groupe reste d'ailleurs à faire.

**Répartition géographique.** — *Hoplites Andreæi* n'était connu jusqu'ici que de Cabra (Andalousie) (1) et du Tithonique supérieur de l'Ardèche (2).

**Gisement.** — Ampombiantombo (Nord de Madagascar).

(1) KILIAN. Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie (Mission d'Andalousie), 1889, p. 670, pl. XXXII, fig. 1<sup>a</sup>, 1<sup>b</sup>.

(2) A. TOUCAS. Étude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *B.S.G.F.*, [3], XVIII, 1890, p. 560.



*HOPLITES CAMPILOTOXUS UHLIG*

1901. *Hoplites campylotoxus* UHLIG, Teschener und Grodischter Schichten ; p. 49-50 ; pl. 49 ; pl. IV, fig. 1<sup>a</sup> b, 3, 3.

Je ne possède de cette espèce qu'un fragment. Mais je crois qu'il peut être sans aucun doute rapporté à l'espèce d'UHLIG. Les côtes naissent dans la région de l'ombilic par un tubercule très net dans les échantillons d'UHLIG, très peu marqué, au contraire, dans celui de Madagascar (1).

Les côtes passent sur les flancs en s'aplatissant et en présentant une légère inflexion en arrière ; elle ne paraissent pas se bifurquer ; mais il s'intercale quelquefois entre elles une côte intermédiaire. La région siphonale est plate et bordée de chaque côté par des tubercules qui forment une série de chevrons.

**Rapports et différences.** — Cette espèce a été rangée avec doute par UHLIG dans son genre *Syrasinella* dont le type est *S. ambiguus* UHLIG, forme effectivement très voisine, mais dont les côtes sont beaucoup moins aplaties. Les autres espèces de ce sous-genre sont encore inédites.

**Gisement.** — Marozavavy, sur le bord du Port Radama (Cercle d'Analalava).

L'échantillon d'UHLIG provenait des couches supérieures de Teschen (Valanginien).

*HOPLITES* cf. *DESHAYESI* LEYMERIE

Pl. I, fig. 2, 2<sup>a</sup>.

Le type de l'espèce est :

1842. *Hoplites Deshayesi* LEYMERIE. Sur le terrain crétacé du département de l'Aube. *Mém. Soc. Géol. France* ; V, 1842, p. 1-5, pl. 17, fig. 17.

Les côtes partent de l'ombilic et, arrivées un peu au delà du milieu des flancs, se bifurquent régulièrement ; elles passent

(1) Ce tubercule peu développé rapproche l'échantillon de Madagascar de *Hoplites pexiptychus* UHLIG ; mais la forme de sa région siphonale l'en éloigne nettement.

ensuite sur la région siphonale sans s'interrompre et en s'infléchissant légèrement.

Je ne possède de cette forme que le fragment figuré, de sorte qu'il est difficile d'arriver à une détermination spécifique précise.

Cependant, on remarquera qu'il se différencie des *Hoplites Deshayesi* LEYM. typiques par ses côtes véritablement bifurquées, alors que, dans le type, on a plutôt affaire à des côtes intercalaires, naissant entre les côtes principales ou vers le milieu de la longueur des flancs.

Mais jusqu'à présent, cette espèce a été comprise d'une façon très large (1) et ce n'est pas ici le lieu de discuter cette manière de voir.

L'exemplaire figuré par FORBES (*Quart. Journal*, I, 1845, pl. XIII, fig. 2) serait d'ailleurs une forme de transition entre les *Hoplites Deshayesi* LEYM. typiques et l'échantillon de Madagascar figuré.

**Gisement.** — Ankazomalemy (Nord de Madagascar).

### *Holcostephanus*

Le genre *Olcostephanus* a été créé en 1876 par NEUMAYR (2). On a pris l'habitude de l'écrire *Holcostephanus*, orthographe plus conforme à l'étymologie grecque.

Le type de ce genre est, sans aucun doute possible, *Amm. Astierianus* : « Die bekannteste typische Art dieser Gattung, *Olc. Astierianus* ». Il est donc impossible, comme l'a fait PAVLOW (3) de

(1) KILIAN. Description géologique de la Montagne de Lure. *Ann. des Sc. géol.* XIX, XX. Paris 1888 ; p. 246. VON KOENEN. Die Ammonitiden des Norddeutschen Neocom. *Abhandl. d. kön. preuss. geol. Landesanst. u. Bergak.*, N. F., XXIV, 1902 p. 204, pl. XLV, fig. 10<sup>a</sup> b, etc.

(2) NEUMAYR. Die Ammonitiden der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. *Z. d. d. geol. Ges.* ; XXVII, 1875, p. 922.

(3) A. PAVLOW et G. W. LAMPLUGH. Argiles de Speton et leurs équivalents. *Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou*, nos 3 et 4, 1891. Moscou, 1892 ; voir p. 133 et suiv.

prendre cette espèce comme type du genre *Astieria* (1) ; les formes du groupe de *Amm. Astierianus* D'ORB. doivent être considérées comme constituant le genre *Holcostephanus* (sensu stricto) NEUMAYR, PAVLOW, em.

*HOLCOSTEPHANUS MADAGASCARIENSIS* n. sp.

Pl. I, fig. 3.

Les côtes, au nombre d'une trentaine, naissent sur le bord de l'ombilic, puis se renflent en un tubercule allongé. De chaque tubercule se détachent trois côtes plus fines, qui paraissent passer sans s'interrompre sur la région siphonale. Entre ces côtes naissent parfois des côtes intercalaires de sorte que le nombre total des côtes sur la région siphonale est voisin de cent.

Des constrictions larges et profondes sont disposées à peu près tous les  $\frac{3}{4}$  de tours.

**Rapports et différences.** — La forme qui paraît s'en rapprocher le plus est celle décrite par PAVLOW (2) sous le nom de *Simbirskites Kowaleskii*. Il peut cependant s'en différencier par plusieurs caractères :

La présence de côtes intercalaires, le plus grand nombre des côtes ombilicales (30 à Madagascar au lieu de 22 à Simbirsk), donne à *Holc. madagascariensis* une apparence de costulation plus fine que celle de *S. Kowaleskii* PAVL. La présence des constrictions très nettes l'éloigne également du type de Simbirsk ; ces constrictions ne sont pas indiquées dans le texte de PAVLOW et ne paraissent pas exister sur la figure. Enfin, le bord de l'ombilic paraît plus abrupt dans la forme malgache que dans la forme russe.

Pour ces raisons, je crois nécessaire de donner un nom nouveau à l'échantillon de Madagascar.

Ces analogies avec *S. Kowaleskii* PAVLOW porteraient à le rap-

(1) Malgré cela le genre *Astieria*, démembré depuis par UHLIG en *Astieria* et *Spiticerus*, a été adopté par plusieurs auteurs, et en particulier par UHLIG. C'est certainement une excellente coupure ; sa dénomination seule est défectueuse et contraire aux règles adoptées de la nomenclature.

(2) PAVLOW. Le Crétacé inférieur de Russie et sa faune, *Mém. Soc. imp. Natur. de Moscou*, 1901, p. 70, pl. II, fig. 1a, 1b, 1c, 1d, 1e. — *Simb. Kowaleskii* PAVL. vient du Néocomien supérieur (Hauterivien supérieur et Barrémien) de Simbirsk.

porter au sous-genre *Simbirskites*, cependant la présence de constriction très nettes l'éloignerait des *Simbirskites*, si l'on ne trouvait dans la diagnose-type du genre (1), l'indication que ces étranglements ont été observés quelquefois.

A ce point de vue, il se rapprocherait plutôt des *Spiticeras* (2) qui ont des étranglements analogues, mais dont les tubercules ombilicaux sont beaucoup moins allongés.

Ces différents sous-genres, créés par PAVLOW, ne sont d'ailleurs pas très distincts les uns des autres.

**Gisement.** — L'échantillon, unique, vient des marnes d'Irode, où il est associé à des *Duvalia*.

### *Pseudobelus*

Le genre *Pseudobelus* a été créé par de BLAINVILLE (3) pour trois espèces dont une seule, comme l'a indiqué H. DOUVILLÉ (4), est reconnaissable : *Ps. bipartitus* MONTFORT.

C'est donc cette espèce qui doit être considérée comme le type du genre.

#### *PSEUDOBELEUS RODOI* n. sp.

Pl. 1, fig. 5, 5<sup>a</sup>, 5<sup>b</sup>, fig. 6, 6<sup>v</sup>, 6<sup>d</sup>.

Les deux échantillons figurés (au double de leur grandeur naturelle) sont caractérisés par la présence de deux sillons latéraux, extrêmement profonds, et par l'absence du sillon ventral ou dorsal, tout au moins dans les portions conservées (5).

(1) A. PAVLOW et C. W. LAMPLUGH. Argiles de Specton et leurs équivalents. *Bull. Soc. Imp. Natur. Moscou*, 1892, p. 144.

(2) V. UHLIG. The fauna of the Spiti shales. *Palaont. Indica*, série XV, vol. IV, 1903, p. 85 et suiv.

(3) DE BLAINVILLE. Mémoire sur les Bélemnites. Paris, 1827, p. 112-113.

(4) [H]. DOUVILLÉ. Sur la classification des Bélemnites. *B. S. G. F.* [3]. XX, 1892, p. XXV-XXVI.

(5) Le fait de ranger cette Bélemnite dans le genre *Pseudobelus*, à cause de ses analogies avec *Ps. bipartitus* BLAINV., présuppose en effet la présence d'un sillon ventral, tout au moins dans la région alvéolaire.

La disposition des régions ventrale et dorsale dans les deux échantillons n'est pas la même ; dans l'un (fig. 5<sup>a</sup>, 5<sup>b</sup>, 5<sup>c</sup>) ces régions sont extrêmement aplaties : dans l'autre (fig. 6<sup>a</sup>, 6<sup>b</sup>, 6<sup>c</sup>), elles sont, au contraire, tout à fait arrondies. Je ne dispose pas d'échantillons assez nombreux et assez bien conservés pour distinguer sous des noms différents ces deux formes.

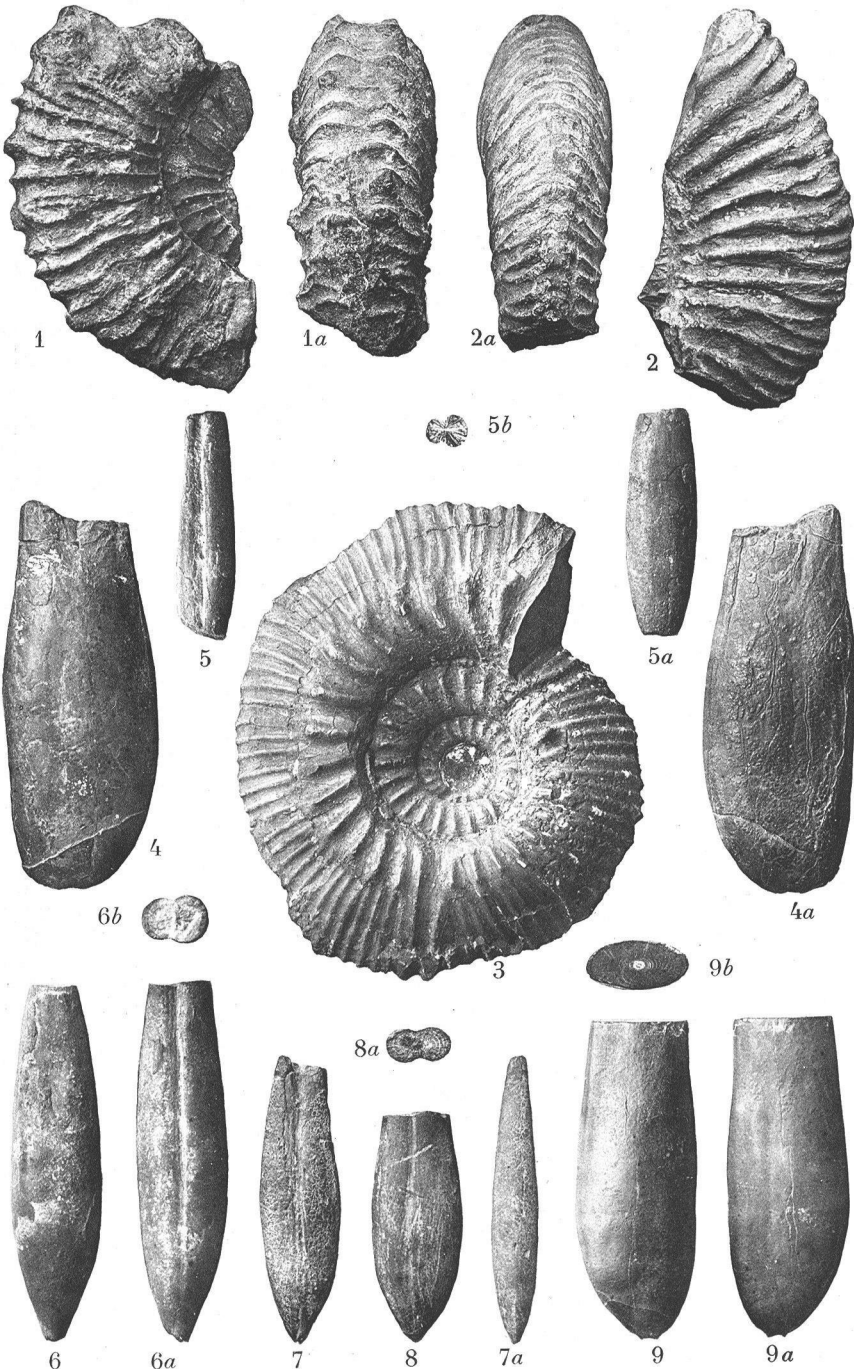
**Rapports et différences.** — Les analogies de *Ps. Rodoi* sont, certainement, avec les Bélemmites du groupe de *Ps. bipartitus* BLAINV (1). Mais, ainsi que V. PAQUIER l'a fait remarquer, il faut restreindre ce nom aux formes allongées du Valanginien. Les formes courtes de l'Hauterivien doivent former une mutation distincte sous le nom de *Ps. brevis* PAQUIER (2).

C'est de *Ps. brevis* PAQUIER que *Ps. Rodoi* se rapproche le plus. L'absence, ou en tous cas le très peu de longueur du sillon central chez *Ps. Rodoi* distingue cette forme de *Ps. brevis* chez lequel le sillon ventral descend jusque dans la région de la pointe, à en juger du moins par les figures-types de DUVAL JOUVE.

**Gisement.** — Cet échantillon provient des marnes à *Duvalia* de la vallée du Rodo, entre Ankarongana et Ambodimadiro.

*Ps. brevis* PAQUIER est connu de l'Hauterivien du Sud de la France et de celui de Grodicht en Autriche (3).

### *Duvalia*



Phototypie Sohler et Cie

*DUVALIA* cf. *SILESIACA* UHLIG

Pl. I, fig. 7, 7a, 8, 8a.

1901. — *Belemnites dilatatus* BLAINV., f. *silesiaca* UHLIG. Ueber die Cephaloder Teschener u. Grodischter Schichten. *Denk. d. Ak. d. Wiss. Wien.* ; p. 64 ; pl. I, fig. 5, 6.

1900. — *Belemnites* cf. *binervius* RASPAIL : PERON, Etudes paléont. sur le dép. de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. Yonne*. 2<sup>e</sup> sem. 1899, p. 8, pl. I, fig. 1.

Les échantillons figurés, dont l'un est incomplet, sont caractérisés par leur forme aplatie et par la présence, à la partie supérieure du rostre, de deux sillons médians, simples, assez accentués. L'alvéole est nettement excentrique.

UHLIG a distingué sous le nom de *B. silesiacus* les formes à sillon unique, à alvéole un peu excentrique, dont la partie inférieure du rostre est un peu massive, comme chez *B. binervius* RASPAIL. Cette distinction me paraît assez justifiée pour voir dans *B. silesiacus*, non pas une forme de *B. dilatatus*, mais une véritable espèce distincte.

**Rapports et différences.** — Dans l'ensemble, cette forme rappelle un peu *Bel. binervius* F.-V. RASPAIL ; mais elle ne peut lui être identifiée maintenant que *Bel. binervius* est bien connue, grâce à la republication du type (1). Dans *Bel. binervius*, le sillon médian est beaucoup moins profond ; de plus il n'est pas simple, mais constitué par une nervure médiane, composée de 2-3 sillons.

Je ne crois pas d'autre part qu'elle puisse être rapprochée de *Bel. dilatatus* BLAINV., même de formes un peu aberrantes, comme celles figurées par DUVAL-JOUBE (2), qui ont la partie inférieure du rostre beaucoup plus allongée.

**Répartition géographique.** — Les échantillons d'UHLIG proviennent de l'Hauterivien de Grodischt ; celui de PERON de l'Hauterivien de Chevannes (Yonne).

(1) F. V. RASPAIL. Histoire naturelle des Bélemnites. *Annales des Sciences d'observation*, t. I. 1829, p. 304-305, pl. VI, fig. 6 ; et J. RASPAIL. *Belemnites binervius* F. V. RASPAIL). Fiche 16, *Palæont. Universalis*.

(2) DUVAL-JOUBE. Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane. Paris, Masson, 1841 ; pl. IV, fig. 1-2.

*Bel. binervius* RASPAIL a été signalée, mais non figurée du Nord-Ouest de Madagascar par NEWTON (1889, p. 332. Voir aussi NEUMAYR, 1890, p. 4). Il est possible que ce soit la même forme que celle que j'ai recueillie dans la vallée du Rodo.

**Gisement.** — L'échantillon figuré a été recueilli dans la vallée de Rodo, entre Ankarongana et Ambodimadiro.

### Groupe de *DUVALIA DILATATA* BLAINVILLE, 1827

Il n'y a peut-être pas d'espèce qui ait été plus diversement interprétée que *D. dilatata*.

RASPAIL (1829) a compris l'espèce d'une façon tellement étroite que, dans sa nomenclature, le nom même de *B. dilatatus* a disparu. DUVAL-JOUEVE (1842) paraît en avoir eu une notion plus nette. Au contraire d'ORBIGNY (1840-1845) a compliqué la nomenclature, en comprenant tout d'abord l'espèce d'une façon très large, puis en changeant les noms donnés à certaines de ses figures dans le corps d'un même ouvrage (Pal. Française, Terr. crétacés).

Il semble effectivement que *D. dilatata* soit une espèce essentiellement variable; mais, tant que les types de de Blainville, de Raspail, de Duval Jouve et de d'Orbigny n'auront pas été figurés à nouveau, on ne pourra rien faire de définitif sur cette Bélemnite.

Je me bornerai donc à indiquer, parmi les échantillons recueillis à Madagascar, ceux qui peuvent se rapporter à une figure connue.

Pl. I, fig. 4, 4<sup>a</sup>.

1827 *Belemnites dilatatus* var., BLAINVILLE; p. 99. pl. V, fig. 18, 18<sup>a</sup>,

An 1829, *Belemnites sinuatus* RASPAIL, p. 42, pl. 7, fig. 56

An 1840, *Belemnites dilatatus* BL. (*B. sinuatus* RASP.) ; d'ORB., Pal. Fr.,

T. créét., 1, p. 44, pl. II, fig. 18 (devient *B. binervius* RASPAIL, p. 617.

1841, *B. dilatatus* BLAINV. ; DUVAL-JOUEVE, p. 56.

An 1845, *Belemnites binervius* RASPAIL ; d'ORB., Pal. Univ. p. 323, pl. 66. Fig. 1<sup>c</sup>.

C'est la forme émoussée de *Duvalia dilatata*, et Blainville, le créateur de l'espèce, la considérait comme formant une variété



bien nette. Les autres formes citées, en synonymie douteuse, en diffèrent un peu.

Pl. I, fig. 9, 9<sup>a</sup>.

1840 *Belemnites dilatatus* BLAINV. (*B. spathulatus* RASPAIL), D'ORB. Pal. Fr., T. crét., I, p. 44, pl. III, fig. 4 5.

1845 *Belemnites dilatatus* BLAINV. ; D'ORB., Pal. Univ., p. 333, pl. 69, fig. 1 à 5.

1897 *Belemnites (Duvallia) dilatatus* BLAINV. ; NOETLING, Fauna of Baluchistan, p. 2, pl. II, fig. 1, 2, 4.

C'est une forme un peu asymétrique qui ne paraît pas avoir été figurée par de Blainville.

**Gisement.** — Vallée de Rodo, entre Ankarongana et Ambodimadiro.

## CRÉTACÉ MOYEN

*Le Crétacé moyen dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Préliminaire. — Mont-Raynaud. — Nord du Mont-Raynaud. — Betaitra. — Antsirane. — Mahatinjo et Anamakia. — Cap Diego. — Andrakaka. — Massif de Windsor-Castle. — Nord de la Baie de Diego Suarez. — Presqu'île d'Oranjia. — Befotaka. — Résumé. — Cercle d'Analalava. — Liste des espèces du Crétacé moyen du Nord de Madagascar.

*Le Crétacé moyen dans le reste de Madagascar.*

## LE CRÉTACÉ MOYEN DANS LE NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — Le Cénomaniens a été signalé par MARCELLIN BOULE (Académie des Sciences, séance du 6 mars 1899, a), et par ÉMILE HAUG (Société géologique, séance du 19 juin 1899). Tout d'abord, M. BOULE nous a fait connaître la présence de *Schl. propinqua*; mais il semble que cette forme provienne, comme, *Schl. inflata* qu'il a signalée ultérieurement, de couches beaucoup plus élevées à *Barroisicerus Haberkellneri* et *Pachydiscus rotalinus* (voir plus loin). Elle n'appartiendrait donc pas au Cénomaniens typique. De son côté, É. HAUG a montré l'existence de deux niveaux céno-maniens, l'un, inférieur, avec *Lytoceras Timotheanum* MAYOR, *Anisoceras armatum* Sow., *A. Oldhamianum* STOL., *Schlenbachia inflata* Sow., *Desmoceras planulatum* Sow., *Desmoceras* sp.; l'autre, supérieur, avec *Acanthoceras Mantelli* et *Turr. tuberculatus*. J'ai pu retrouver ces deux niveaux dont la séparation est très nette et préciser leurs conditions de gisement.

J'ai donné ensuite (1902), les résultats préliminaires de mes recherches sur le Cénomaniens de Diego-Suarez.

Dans la région d'Analalava, les premiers documents publiés sur le Crétacé moyen (Albien), sont dus au capitaine COLCANAP, dont A. THEVENIN (1905, a et b), a déterminé les échantillons, tandis que je fournissais quelques données sur les conditions de gisement de ces fossiles (P. LEMOINE, 1905, a).

**Préliminaires.** — Je décrirai ensemble, sous le nom de Crétacé moyen, un groupe de couches qui présentent le même faciès d'argiles bleues, relativement pures, et qui sont certainement l'équivalent de plusieurs de nos étages d'Europe. La base appartient peut-être déjà à l'Albien et comprend certainement des couches qui correspondent nettement au Vraconnien de RENEVIER. Le Cénomaniens tout entier y est compris.

Ce faciès envahit probablement le Turonien, et il est vraisemblable qu'il peut, en certains points, représenter l'Emschérien. On se heurte pour délimiter nettement ces étages à des difficultés paléontologiques provenant souvent d'un *mélange réel de faunes*, analogue à celui que CHOFFAT (1) a mis en évidence pour le Crétacé moyen de Mozambique.

Le Cénomaniens étant le terme moyen et le seul réellement défini paléontologiquement de ce complexe, il m'arrivera quelquefois de l'employer, pour abrégé, dans un sens large, comme synonyme de Crétacé moyen.

**Mont-Raynaud.** — C'est au Mont-Raynaud, au Sud de Diego-Suarez, que se trouve le plus beau gisement de Cénomaniens inférieur de Madagascar : c'est de ce point que CORIDON avait rapporté les fossiles déterminés par É. HAUG. Les gisements fossilifères se trouvent sur le flanc nord du Mont-Raynaud, dans la petite vallée qui va de Bobavato à Ambodimadiro (fig. 49).

Le Vraconnien y débute (fig. 50) par une couche d'argile dure (a), compacte, sans fossiles, qu'on ne voit guère que dans le lit des ravins les plus profonds. A Ambodimadiro même, cette argile s'observe sur plus de 20 mètres ; dans la vallée qui remonte de ce village,

(1) PAUL CHOFFAT. Le Crétacique de Conducia. *Comm. du Serv. géol. du Portugal ; Contrib. à la Conn. géol. des colonies portugaises d'Afrique*, Lisbonne, 1903, 29 p., 9 pl.

vers Bobavato, on ne la voit que sur quelques mètres. Elle contient à sa base des concrétions de calcaire cristallin. Son sommet se trouve à une altitude de 62 à 68 mètres, suivant les points.

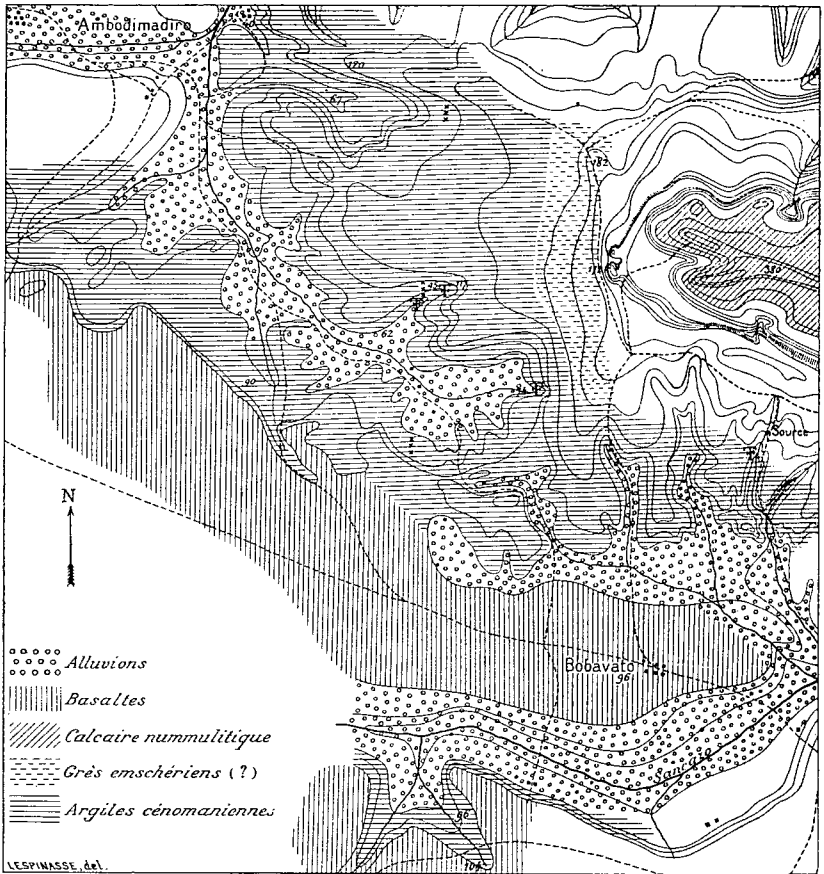


Fig. 49. — CARTE DU MONT-RAYNAUD

Échelle : 1/30 000

Topographie d'après les levés de la mission Bourgeois et mes propres observations.

Courbes de niveau de 10<sup>m</sup>. en 10<sup>m</sup>.

Les filons de diorite sont indiqués par des files de petites croix.

☞. — Gisements de fossiles.

Au-dessus vient une puissante masse d'argile (b), couronnée en certains points par de petits bancs de grès ; elle détermine sur le

flanc ouest du Mont-Raynaud une première terrasse, très nette dans la topographie. Son épaisseur est de 50 mètres environ (altitude du sommet : 117 m.). Des bancs de grès s'y intercalent à plusieurs niveaux et d'une façon assez irrégulière.

Ces argiles (b) contiennent : *Anisoceras armatum* Sow. ; *Schlenbachia propinqua* STOL. ; *Stoliczkaia Grandidieri* B. L. T. (1).

Une nouvelle masse d'argile (c) vient ensuite, guère moins

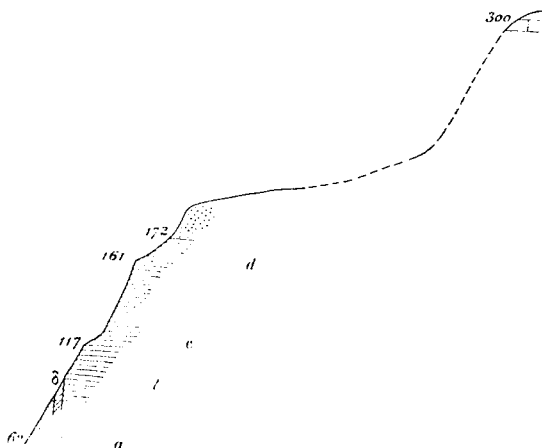


FIG. 50 — COUPE DU MONT-RAYNAUD.

Longueurs : 1/25 000. — Hauteurs : 1/5 000.

épaisse [44 mètres environ], déterminant à une altitude voisine de 160 mètres une deuxième terrasse.

Elle contient d'abondants fossiles, en particulier : *Puzosia* cf. *planulata* Sow. ; *P. compressa* KOSSMAT ; *Acanthoceras naviculare* MANTELL ; *Placenticerus* cf. *Warthi* KOSSMAT ; *Turrilites Gresslyi* P. et C. ; *Turrilites circumtæniatus* KOSSMAT ; *Anisoceras armatum* Sow. ; *Baculites* sp., et de nombreuses petites Ammonites pyriformes.

C'est ce niveau (c) qu'on retrouve sur le versant sud du Mont-Raynaud, vers l'altitude 123 à 128 m. ; il y contient : *Serpula ootatoorensis* STOL. ; *Baculites* sp. ; *Trochus Vilaplanae* NICKLÈS ; *Plicatula*.

(1). B. L. T., abréviation pour BOULE, LEMOINE et THEVENIN, se rapportent aux espèces nouvelles décrites dans un mémoire à l'impression (1906).

Le Crétacé moyen, argileux, se termine en ce point par une nouvelle masse d'argile (*d*), puissante d'environ 10 mètres, sans fossiles, que surmontent des grès, également sans fossiles, qu'à cause de leur faciès je considère provisoirement comme emschériens (voir plus loin).

Un filon de diorite (fig. 50 ;  $\delta$ ) traverse, au Mont-Raynaud, les argiles cénomaniennes. Sa largeur est de 2 mètres. Sa direction est N. 160° W. Il a cuit ces argiles sur une épaisseur de 50 centimètres en moyenne (30-80 centimètres suivant les points). Il ne paraît d'ailleurs y avoir aucun rejet le long de ce filon.

Je donne ci-dessous l'analyse d'après les échantillons que j'ai rapportés d'un calcaire (*a*) du Mont-Raynaud et d'un grès (*b*) intercalé dans les argiles (altitude : 107 m.).

Pour 100 parties :

	<i>a</i>	<i>b</i>
Résidu insoluble dans les acides étendus . . .	10,0	74,0
Silice soluble dans les acides étendus . . . .	3,5	
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , et sesquioxyde de fer, F <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .	3,5	3,3
Chaux dosée, CaO . . . . .	42,4	42,1
d'où Carbonate de calcium, CO <sup>2</sup> Ca . . . . .	75,7	21,6
Magnésie dosée MgO . . . . .	0,8	0,15
d'où Carbonate de magnésium CO <sup>2</sup> Mg . . . . .	1,7	0,3
Perte au feu . . . . .	57,5	
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique). . . . .	3,1	
	97,6	99,2

Il y a 0,4 d'eau qui partent des la température de 255°.

On a dosé à part :

Silice soluble dans la soude caustique . . . .	2,0
Alumine soluble dans la soude caustique . .	0,5

#### LISTE DES FOSSILES RECUEILLIS AU MONT-RAYNAUD

*Phylloceras Velledæ* MICH. ; *Lytoceras epigonum* KOSSMAT (= *L. Timotheicum* STOT. pro parte, non MAYOR) ; *Lytoceras Raynaudi* B. L. T. ; *Desmoceras Raynaudi* B. L. T. ; *Puzosia planulata* SOW. ; *P. compressa* KOSSMAT ; *P. insculpta* K. ; *Acanthoceras naviculare* MANTELL. ; *Stoliczkaia Grandidieri* B. L. T. ; *Schlaenbachia* cf. *Buarquiana* WHITE ; *S. propinqua* SOW. ; *S. inflata* SOW. ; *Placenticeras* cf. *Warthi* KOSSMAT ; *Turrilites circumtæniatus* KOSSMAT ; *Turrilites Gresslyi* P. et C. ; *Anisoceras armatum* SOW. ; *A. Oldhamianum* STOL. ; *Serpula ootatoorensis* STOL. ; *Trochus* cf. *Vilaplanae* NICKLES ; *Plicatula* ; etc.

La plupart de ces espèces sont à l'état de gros échantillons calcaires (10 à 30 cm. de diamètre); quelques-unes, par ex. *Schl. inflata* Sow., sont représentées par un très grand nombre d'individus.

**Au Nord du Mont-Raynaud.** — Ces argiles cénomaniennes, à l'Ouest et au Nord du Mont-Raynaud, sont recouvertes par des basaltes et des tufs basaltiques; on ne les observe qu'en quelques points privilégiés (Sandrangout; traversée de la Besokatra; plaine de Mahagaga), encore n'est-ce vraisemblablement que la partie supérieure de cette formation, sans fossiles, que l'on peut observer; car elles y sont surmontées par des grès que je considère comme emschériens.

**Vallée de la Betaitra.** — Pour retrouver un Cénomaniens bien développé et bien visible, il faut se transporter dans la vallée de la Betaitra; les argiles qui affleurent, en particulier dans la vallée de l'Andriamante, contiennent en effet des fossiles d'un niveau plus élevé et je les considère pour cette raison comme emschériennes.

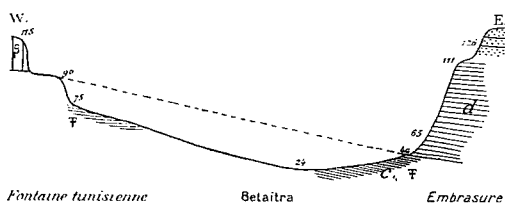


Fig. 51. — COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLÉE DE LA BETAITRA,

Longueur : 1/10 000.

Hauteur : 1/2 000.

Je ne connais pas d'ailleurs dans la vallée de la Betaitra de couches qui puissent être l'équivalent certain des couches inférieures du Mont-Raynaud (Vraconnien). Tout au plus pourrait-on considérer comme tel, les argiles qui, en face du village de Betaitra, affleurent dans le lit de la rivière et contiennent de gros exemplaires pyriteux de *Schlœnbachia inflata* Sow.

Par contre, dans la haute vallée de la Betaitra, en face de la Fontaine tunisienne, le Cénomaniens supérieur est bien développé et très fossilifère.

Il est constitué, à sa base, dans les gisements A et B (fig. 52), par

environ 15 mètres d'argiles et de calcaires marneux sans fossiles.

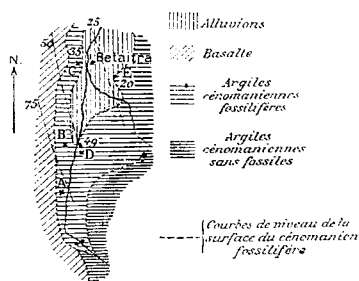


Fig. 52. — CARTE DES GISEMENTS CÉNOMANIENS FOSSILIFÈRES DE LA BETAITRA.

Échelle : 1/100 000

Pour 100 parties :

Résidu insoluble dans les acides étendus. . . . .	76,6
Silice soluble dans les acides étendus. . . . .	0,2
Alumine, $Al^2 O^3$ et sesquioxyde de fer, $Fe^2 O^3$ . . . . .	4,5
Chaux dosée, $CaO$ . . . . .	6,5
d'où Carbonate de calcium, $CO^2 Ca$ . . . . .	11,6
Magnésie dosée, $MgO$ . . . . .	0,9
d'où Carbonate de magnésium, $CO^2 Mg$ . . . . .	1,0
Perte au feu . . . . .	12,6
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique). . . . .	6,5
	<hr/>
	101,3

On a dosé à part :

Acide phosphorique . . . . .	0,2
------------------------------	-----

Au-dessus de ce niveau fossilifère, on voit encore dans les ravins de la partie amont de la Betaitra des argiles bleues très peu fossilifères ; on n'y trouve guère comme fossiles courants que *Ostrea Foisseyi* P. LEM. Cependant on peut y récolter en outre : *Phylloceras* cf. *Velledæ* MICH. De plus M. GEAY a rapporté de ce niveau au Laboratoire de Paléontologie du Muséum : *Turrilites* sp.

Ces argiles se voient sur 77 mètres environ, jusqu'à l'altitude 126 mètres, où elles sont surmontées par des grès et des sables sans fossiles, que je considère comme la base de l'Emschérien.

(1) Je note cette argile *c* parce que j'admets son équivalence avec les couches argileuses à mêmes fossiles pyriteux que j'ai notées de cette façon au Mont-Raynaud.



On retrouve ces argiles bleues, sans fossiles, *d*, dans les beaux affleurements du ravin de la Betaitra, en amont d'Antanamitarana.

Ce sont des alternances d'argiles bleues, contenant parfois des débris de végétaux et de la pyrite de fer avec des grès tendres. Ces argiles que j'ai vues sur plus de 50 mètres (de l'alt. 60 mètres à l'alt. 110 mètres, sans tenir compte du plongement) ne m'ont fourni aucun fossile. Le seul renseignement que puisse donner cette magnifique coupe est le sens du prolongement qui est d'environ 20 % vers l'Est.

A la partie supérieure de ces argiles cénomaniennes se trouve dans le ravin d'Antanamitarana un grès à ciment pyriteux que l'on peut considérer comme la base de l'Emschérien (voir p. 216) ; il contient des débris de végétaux et de grandes Ostracées.

#### PRINCIPALES ESPÈCES TROUVÉES DANS LES ARGILES DE LA FONTAINE TUNISIENNE

*Belemnites ultimus* D'ORB.; *B. stilus* STOL.; *B. cf. seclusus* BLANF.; *Belemnites cf. fibula* FORBES, gis. E.; *Phylloceras Velledæ* MICH., gis. B, D; *P. Forbesianum* D'ORB., gis. B, D.; *P. Diegoi* B. L. T., gis. D; *Lytoceras Sacya* FORBES, gis. D; *Acanthoceras subvicinale* B. L. T., gis. B, D; *A. prenodosoides* B. L. T., gis. B, D; *Douvilleiceras Mantelli* SOW.; *D. cf. Martimpreyi* COQ.; *D. Newboldi* K., var. *spinosa* K.; *D. naviculare* MANTELL; *Schlœnbachia tectoria* WHITE, gis. C; *Turrilites Gresslyi* P. et C., gis. B, E; *T. Puzosianus* D'ORB., var. *Gallieni* B. L. T., gis. B, D; *T. cf. Emscherianus* P. et C.,; *T. costatus* LMK.; *T. Colcanapi* B. L. T.; *Baculites cf. baculoides* MANTELL, gis. D; *B. Gaudini* P. et C., gis. D; *B. gracilis* (ST.) SHUMARD; *Ptyhoceras gaultinum* P. et C.; *Scaphites æqualis* SOW.; *Ostrea Foisseyi* P. LEM.; gis. D, E; *Serpula ootatoorensis* STOL., gis. D, E.

**Antsirane.** — Les argiles cénomaniennes fossilifères se suivent sur le versant gauche de la vallée de la Betaitra jusqu'à Antsirane.

Elles sont surmontées par une argile rouge dans laquelle sont emballés des blocs arrondis de basalte de toutes formes qui constituent le résidu d'une coulée de basalte. Au-dessous, l'argile bleue cénomaniennne forme un substratum imperméable qui déter-

mine un niveau d'eau très constant. Les jardins potagers de la garnison de Diego-Suarez, ceux destinés au ravitaillement des paquebots des Messageries Maritimes sont installés sur ces argiles, de façon à utiliser ces sources.

Par contre leur existence gêne beaucoup les constructions des quais d'Antsirane et du bassin de radoub, en déterminant des éboulements, toutes les fois que des tranchées, au profil laissé imprudemment trop raide, viennent détruire l'équilibre de la falaise basaltique.

Cette argile bleue affleure sur une vingtaine de mètres; elle contient de nombreux fossiles et c'est de ce point que provenaient les échantillons rapportés par CORIDON et déterminés par É. HAUG.

Leur succession peut être schématisée comme il suit (fig. 53), en résumant en une coupe d'ensemble les coupes de détail que l'on relève dans les petits ravins très rapprochés l'un de l'autre, qui descendent à la mer, à l'Est d'Antsirane, entre le Champ de Tir et la Mission Catholique, au-dessous de la Prison civile.

On trouve à la base des argiles bleues 1 qui contiennent: *Scaphites*

*æqualis* Sow.; *Acanth. subvicinale* B. L. T.; *Turrilites Gresslyi* P. et C.; *Baculites gracilis* (St.) SHUMARD.

Au-dessus viennent des marnes 2 dans lesquelles je n'ai pas trouvé de fossiles.

Elles sont surmontées par des couches fossilifères

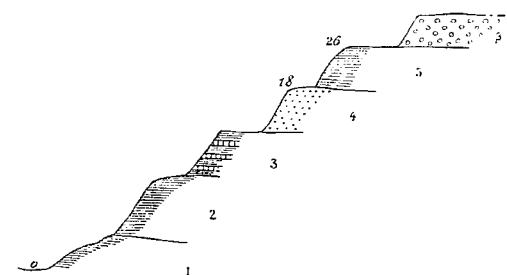


Fig 53. — Coupe du CÉNOMANIEN DES ENVIRONS D'ANTSIRANE.

Longueurs et hauteurs : 1/500 environ.

β. — Basaltes.

3 constituées par des alternances de masses gréseuses avec de petits bancs gréseux. Ce niveau contient *Bel. minimus* LISTER; *B. fibula* FORBES, etc. C'est de là que provenaient les fossiles de CORIDON, à en juger par la nature toute particulière de leur gangue. Nous devons donc ajouter à la liste précédente celle des formes indiquées par É. HAUG.

Les couches, immédiatement supérieures, sont des calcaires

gréseux 4 avec de très nombreuses *Serpula* que l'on rapporte à *S. ootatoorensis* STOL.

Enfin, les derniers termes de la série, visibles en ce point, sont des argiles bleues 5 avec de nombreux fossiles ferrugineux : *Ostrea Foisseyi* P. LEM. ; *Phylloceras Velledæ* MICH. ; *Acanthoceras subvicinale* B. L. T. ; *Turritites Gresslyi* P. et G.

Je crois que tout cet ensemble de couches peut être considéré comme l'équivalent du niveau *c* du Mont Raynaud et de la vallée de la Betaitra.

**Mahatinjo et Anamakia.** — Des argiles, appartenant probablement à un niveau assez élevé du Cénomanién, se trouvent à la base du mamelon de Mahatinjo jusqu'à l'altitude 75 mètres. A cette altitude, elles supportent une coulée de basaltes. Au contact se trouvent des sources assez importantes qui avaient été captées pour l'usage du poste, jadis installé en ce point.

Elles contiennent : *Ostrea Foisseyi* P. LEM. ; *Belemnites* sp.

Plus à l'Ouest, on retrouve ces argiles dans les collines d'Anamakia ; on est certainement en ce point au sommet du système argileux, car on observe leur contact avec les grès supérieurs (Emschérien). Ce contact se fait à Ankiabe vers l'alt. 30 mètres ; en ce point les argiles plongent assez fortement (22° environ) vers S.-O. Ce même contact se fait à 65 m. vers Ambotsimihely.

Ces mêmes argiles se retrouvent à Antongombato ; elles n'y contiennent pas de fossiles.

Dans tous ces gisements, ces argiles sont traversées par de nombreux filons de basalte.

**Cap Diego.** — Toutes ces argiles se continuent sur les deux bords, nord et sud, du plateau de Cap Diego et déterminent, au contact des basaltes qui les y surmontent, une ligne de sources très précieuses ; les unes ont été captées et amenées à l'hôpital du Cap Diego ; les autres sont utilisées pour l'arrosage des jardins potagers de la garnison ou des concessionnaires établis sur le pourtour du plateau (1).

(1) Le plateau lui-même, basaltique, reste, au contraire, complètement inculte. Il est partiellement occupé maintenant par les ouvrages du front de terre d'Antsirane.

**Andrakaka.** — Le Cénomaniens fossilifère se retrouve à l'Est du plateau de Cap Diego, dans l'isthme d'Andrakaka.

On trouve tout à fait à la base des argiles sans fossiles (fig. 54; 1); au-dessus viennent des argiles avec rognons calcaires (2) qui contiennent *Anisoceras armatum* Sow.; *Baculites* cf. *Gaudini* P. et C.

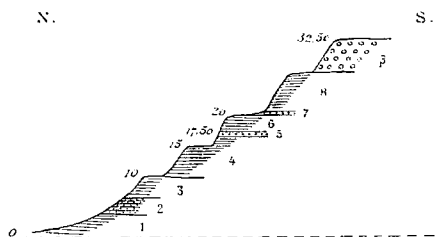


Fig. 54. — Coupe du Cénomaniens  
D'ANDRAKAKA.

Longueurs et hauteurs : 1/500

de sanguine (4) puissantes de 7<sup>m</sup>50. C'est une sorte d'hématite rouge très dure. Ce niveau est riche en fer. L'analyse d'un échantillon a été fait au Laboratoire de l'Ecole polytechnique (a). J'en rapproche celle d'un échantillon analogue provenant de Befotaka (b) :

Pour 100 parties :	a	b
Résidu insoluble dans les acides étendus (y compris l'Oxyde de fer . . . . .)	70,9	37,5
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,6	17,4 ?
Chaux dosée, CaO . . . . .	12,2	18,6
d'où Carbonate de calcium, CO <sup>2</sup> Ca . . . . .	21,7	33,1
Magnésium dosée, MgO . . . . .	1,5	1,4
d'où Carbonate de magnésium, CO <sup>2</sup> Mg . . . . .	3,0	2,9
La perte au feu n'a pas été déterminée. . . . .	»	»
On a dosé à part :		
Sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	42,1	22,1

**Massif de Windsor-Castle.** — Il ne peut y avoir de doute sur l'existence du Cénomaniens dans le massif de Windsor-Castle, où il est caractérisé par *Ostrea Foisseyi* P. LEM., *Acanthoceras Newboldi* KOSM., etc. Mais cet étage y est beaucoup moins fossilifère que dans la Montagne des Français et au Mont-Raynaud.

Sur le versant est du massif de Dover-Castle, à hauteur d'Andlohazompona, on trouve des argiles bleues, contenant d'assez grandes quantités de gypse de décomposition. Elles débutent par

Elles sont surmontées par des argiles bleues (3) contenant des fossiles pyriteux : *Acanthoceras Milletianum* D'ORB.; *Brancoceras Lafferreri* B. L. T.; *Crioceras Joffrei* B. L. T.

Un niveau intéressant est constitué par des argiles avec rognons

38 mètres d'argile avec concrétions rougeâtres que surmontent des alternances d'argiles bleues et de marnes blanches avec tubes de *Serpula ootatoorensis* STOL. Le sommet de la série cénomaniennne est constitué par des argiles bleues ou blanches, un peu fossilifères.

Ces argiles font place vers l'altitude 88 mètres à des marnes gréseuses et à des grès, d'âge emschérien où abondent les *Pachydiscus* (*P. Jimboi* KOSSMAT).

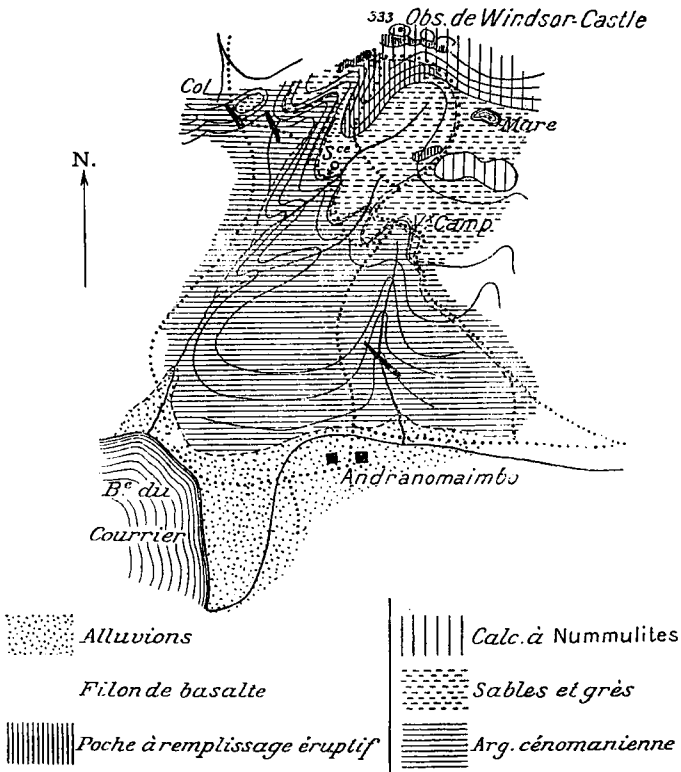


Fig. 55. — CARTE DES ENVIRONS DE WINDSOR-CASTLE.

Échelle : 1/25 000.

Les marnes et argiles cénomaniennes se retrouvent en descendant vers la Baie du Courrier; elles y sont plus riches.

Aux environs de Windsor-Castle, dans la vallée, qui, du sommet, descend au village d'Andranomaimbo, on trouve des

argiles peu fossilifères, alternant en quelques points avec de petites couches de grès ; j'y ai trouvé : *Ostrea Foisseyi* P. LEM.

Elles forment (alt. 104 m.) le plateau des Sépultures. Elles sont souvent traversées par des filons de basalte, d'épaisseur très variable (N. 10° E., N. 15° W., N. 45° W., N. 60° W.).

Ces mêmes couches d'argiles bleues affleurent près du col de Windsor-Castle ; on y trouve : *Ostrea Foisseyi* P. LEM. ; *Serpula ootatoorensis* STOL. ; *Acanthoceras Newboldi* KOSSM. ; *Hamites cf. bohemicus* FRITSCH.

Ces argiles sont surmontées vers l'altitude 190 mètres par des marnes jaunes sableuses remaniées, qui peuvent représenter soit l'Emschérien, soit l'Aturien.

Si l'on revient sur le bord est du Massif de Windsor-Castle, on retrouve là encore des argiles cénomaniennes bien développées, constituant partout la base de l'escarpement. On trouve tout à fait à la base des grès avec *Gaudryceras*, puis des argiles bleues un peu gypsifères, sans fossiles. Au-dessus viennent des argiles bleues.

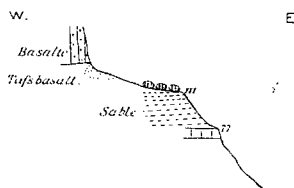


Fig. 56. — COUPE DE DOVER CASTLE.

La série se termine vers l'alt. 70<sup>m</sup> par des argiles blanches à *Bel. cf. fibula* FORBES.

Les grès emschériens à *Trigonoarca Gadama* FORBES les surmontent.

D'une façon générale, ces argiles cénomaniennes sont, dans le massif de Windsor-Castle, beaucoup moins fossilifères que dans la plupart des gisements précédents (Mont-Raynaud, Vallée de la Betaitra, Antsirane, Andrakaka).

**Nord de la Baie de Diego-Suarez.** — On suit les argiles cénomaniennes tout le long du littoral jusqu'à la base de Vatobe jusqu'à Antsikazo, où l'on trouve de nombreuses *Belemnites* et jusqu'à Ankarafabe. Elles sont traversées par de nombreux filons de basalte et l'altitude de leur contact avec les marnes aturiennes s'abaisse lentement, bien que tout terme représentatif de l'Emschérien ait disparu.

Le Cénomaniens affleure aussi dans la Baie du Tonnerre, mais sur d'assez faibles surfaces. Il y est formé, comme dans le reste de la région, par des argiles bleues avec gypse, pyrite de fer, rognons de calcaire. Au fond de la Baie du Tonnerre, j'y ai trouvé une dent de squalidé.

On les retrouve : dans la Baie du Tonnerre, près de Ambanilila, dans la Baie des Cailloux Blancs et du village d'Ankarafabe. Elles y sont immédiatement surmontées par les couches aturiennes avec débris d'*Inoceramus*. Ces argiles sont peu fossilifères ; on n'y recueille guère que *Ostrea Foisseyi* P. LEM.

Elles déterminent aux environs de ces villages un sous-sol très marécageux ; il est probable que la haute vallée d'Ampondrobo possède un substratum analogue, masqué par des alluvions et des éboulis.

**Presqu'île d'Oranjia.** — Le Cénomaniens s'observe dans toute la presqu'île d'Oranjia, sur le bord de la mer.

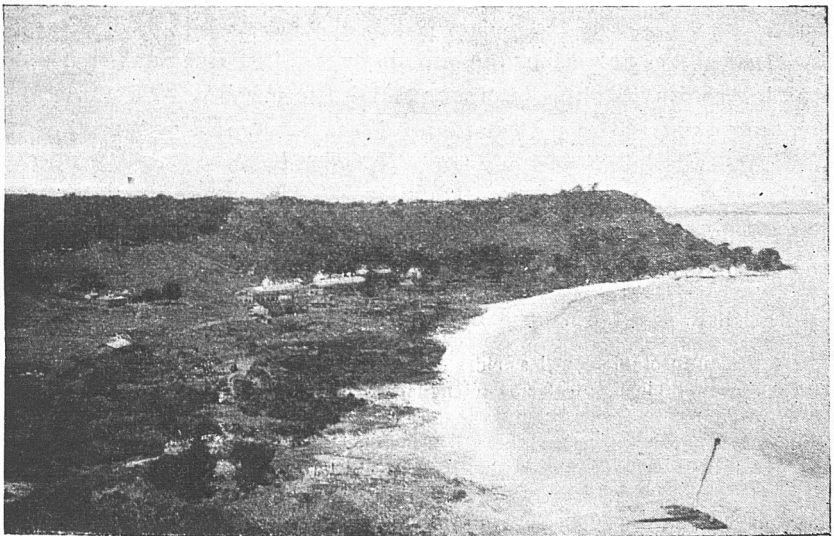


Fig. 57. — ORANJIA. LA RADE.

Cliché de M. le lieutenant PETIT.

Ces argiles déterminent les sources d'Ankoriko et de nombreuses mares (Mare aux Caïmans), près de ce village. Elles y sont

surmontées, vers l'altitude 30 mètres, de grès et de conglomérats basaltiques ; au contact se trouvent des bancs calcaires, exploités pour la fabrication de la chaux et des blocs éboulés de calcaire à Nummulites.

Le Cénomaniens affleure également à Oranjia derrière la case des officiers ; on trouve en ce point des argiles noirâtres sableuses à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. : ces argiles sont surmontées par des sables et des grès, à leur contact se trouve un niveau d'eau important qui alimente la source et le lavoir d'Oranjia.

**Befotaka.** — C'est également au Cénomaniens le plus inférieur que je rattache le gisement de Befotaka, dans la baie du même nom, sur la côte ouest du Territoire de Diego-Suarez.

Sous des coulées de basalte et sous d'épais tufs basaltiques apparaissent des argiles bleues à grosses Ammonites et à rares Bélemnites. Ces argiles se retrouvent aux environs de Ambatobangola, un peu au Nord de Befotaka, où des grès et des argiles à fossiles pyriteux (Cénomaniens supérieur, niveau *c*) leur sont associés.

On voit ces argiles jusque dans la presqu'île Saint Sébastien, où on les retrouve toutes les fois que l'érosion, ayant suffisamment entamé le basalte, a pu les atteindre.

Elles rappellent par leur faune les couches observées à Andrakaka, et la gangue même rappelle par sa nature, à la fois calcaire et ferrugineuse, la couche 4 d'Andrakaka (p. 198). L'analyse de ce calcaire de Befotaka a donné les résultats suivants :

Pour 100 parties :	
Résidu insoluble dans les acides étendus . . . . .	15,5
Silice soluble dans les acides étendus . . . . .	0,6
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	2,9
Chaux dosée, Ca O . . . . .	43,6
d'où Carbonate de calcium, Co <sup>3</sup> Ca . . . . .	77,8
Magnésie dosée, Mg O . . . . .	0,5
d'où Carbonate de magnésium CO <sup>3</sup> Mg . . . . .	0,6
Perte au feu . . . . .	57,9
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique). . . . .	3 4
	100,8



Cette eau se décompose ainsi :

Perte à 2°0' . . . . .	0,8
Perte entre 250° et 275' . . . . .	0,5
Perte entre 275° et 447' . . . . .	0,0
d'où perte au dessus de 447° . . . . .	2,1

On a dosé à part :

Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	0,8
Silice soluble dans la soude caustique . . . . .	6,2
Alumine soluble dans la soude caustique . . . . .	1,0

**Résumé.** — Il résulte de l'exposé de ces faits qu'il faut distinguer dans le Cénomanién de Diego-Suarez deux niveaux bien distincts :

A la partie supérieure : le niveau à petits fossiles pyriteux, caractérisé par *Acanthoceras subvicinale* B. L. T.

A la partie inférieure le niveau à gros fossiles calcaires caractérisés par *Schlœnbachia inflata* Sow., *Anisoceras*, etc.

*Niveau inférieur* (= *Vraconnien*). — Ce niveau inférieur, par ses caractères très spéciaux, doit être séparé nettement du Cénomanién, proprement dit. Il correspond à ce que RENEVIER a distingué sous le nom de *Vraconnien* (1). Certains auteurs le rattachent à l'Albien.

C'est à ce niveau que semblent apparaître pour la première fois les *Placenticeras* typiques (2). C'est ainsi qu'au Portugal, CHOFFAT (3) a signalé la zone à *Placenticeras Uhligi* CH. qu'il a rangée dans l'Albien. Depuis on a retrouvé ce niveau à peu près partout. En Algérie, PERON (4) en admit l'existence, après y avoir signalé un Céphalopode extrêmement voisin : *Placenticeras saadense* T. et PERON.

Dans l'Inde. *Placenticeras Warthi* KOSMAT (5) se trouve à la base de la série d'Ootatoor ; il a de grandes analogies avec *Pl. Uhligi* sans qu'on puisse identifier les deux espèces. A Bornéo (6), KRAUSE

(1) RENEVIER. Tableau des terrains sédimentaires, 1867, Tabl. IV.

(2) On a signalé des *Placenticeras* dès la base de l'Albien : *Placenticeras Ebrayi* DE LORIOU, mais ils ne paraissent pas être des *Placenticeras* vrais.

(3) CHOFFAT. Facies ammonitique et récifal du Turonien portugais. *B.S.G.F.*, [3]. XXV, 1897 ; pp. 470-478 ; p. 471.

(4) PERON. La zone à *Placenticeras Uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus*. *B.S.G.F.*, [3]. XXVI, 1898, p. 500-511.

(5) KOSMAT. Untersuchungen über die sudindische Kreideformation. *Beitr. z. Pat. u. Geol. Oesterreichs Ungarns u. des Orients*, IX, 1895.

(6) P.-G. KRAUSE. Die Fauna der Kreide von Temojoh in West Borneo. *Samml. des kön. geol. Reichsmuseum in Leiden*, VII, 1902.

a signalé la présence de *Knemiceras minax*, qui paraît voisin, au moins génériquement. Au Pérou, H. DOUVILLÉ (1) a indiqué l'existence de *Placenticeras Uhligi* et de *Pl. cf. syriacum*.

Il y a là un ensemble de faits encore mal connus qui seront intéressants à développer quand la révision de ces *Placenticeras* vraconniens aura été faite.

**Cercle d'Analalava.** — Pour retrouver le Cénomaniens, plus au Sud, il faut se transporter jusque dans le Cercle d'Analalava ; là, au Nord de la Loza, dans la presqu'île de Amparimorieky, à Berambo, on observe de très beaux gisements de Cénomaniens.

Ce sont des argiles bleues, alternant avec des grès et contenant de gros fossiles. Ces couches ont une pente notable (5 à 10 % environ) vers le N. W.

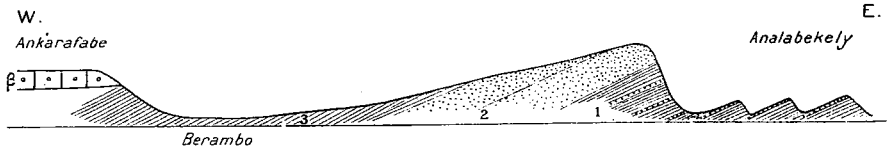


Fig. 58. — COUPE SCHÉMATIQUE DES ENVIRONS DE BERAMBO.

Longueurs : 1/4 000. — Hauteurs : 1/200.

- β. — Basaltes.
- 3. — Argiles sans fossiles.
- 2. — Grès à *Straparollus*.
- 1. — Argiles à *Ammonites* en couches d'environ 10 mètres alternant avec des couches de grès.

On trouve dans ces gisements de magnifiques fossiles avec leur test ; mais le mode de conservation et la nature spécifique de ces échantillons sont tout à fait différents de ceux des échantillons des environs de Diego-Suarez, en particulier les *Schlenbachia* du groupe de *S. inflata*, si abondantes au Mont-Raynaud, sont ici à peu près complètement absentes.

Il s'agit d'ailleurs, d'après les déterminations de THEVENIN (1905), d'un niveau un peu inférieur, certainement albien. Il contient : *Phylloceras Velledæ* MICH. ; *Lytoceras* cf. *Sacya* FORBES ; *Desmoceras* [*Puzosia*] *Beudanti* BRONGN. ; *Desmoceras* [*Puzosia*] *planulatum* Sow., var. *otacodense* KOSSM. ; *Schlenbachia Roissyi* (= *S.*

(1) H. DOUVILLÉ. Sur quelques fossiles du Pérou. *B. S. G. F.*, [3], XXVI, 1898, pp. 386-387.

*acutocarinata* SHUMARD); *S. Mirapeliana* D'ORB. (= *S. Buarquiana* WHITE); *Straparollus Martini* D'ORB., etc.

Ces formations se continuent dans l'Ouest de la presqu'île d'Amipasimorieky : dans le fond des ravins, sous les coulées de basaltes, on voit quelquefois apparaître des grès jaunes et des argiles bleues, en particulier près d'Anaborano.

Enfin à Nosy Saba et sur le littoral en face, GUINARD (1889) a signalé des calcaires tendres traversés par des basaltes et du quartz.

En résumé, ce qui caractérise le Cénomaniens inférieur (ou l'Albien supérieur), du Nord de Madagascar, c'est la grande analogie de sa faune avec celle des couches de l'Inde (groupe d'Ootatoor), décrite par FORBES, STOLICZKA, KOSSMAT.

Au contraire, la faune pyriteuse qui se trouve au-dessus rappellerait surtout celle de l'Algérie et de la Tunisie.

#### Liste des espèces du Crétacé moyen du Nord de Madagascar (1).

- |   |  |
|---|--|
| <i>Belemnites fibula</i> FORBES ;   | <i>Acanthoceras Milletianum</i> D'ORB. ;   |
| <i>Belemnites ullimus</i> D'ORB. ;  | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Douvilleiceras</i> ] <i>naviculare</i> MANTELL ;                              |
| <i>Belemnites stilus</i> STOL ;   | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Mammiles</i> ] <i>preuodoides</i> B. L. T. ;                                  |
| <i>Belemnites</i> cf. <i>seclusus</i> BLANFORD ;  | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Prionotropis</i> ] <i>Alluandi</i> B. L. T. ;                                 |
| <i>Phylloceras Diegoi</i> B. L. T. ;  | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Douvilleiceras</i> ] <i>Mantelli</i> SOW. ;                                   |
| <i>Phylloceras Forbesianum</i> MICH. ;  | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Douvilleiceras</i> ] cf. <i>Martimpreyi</i> COQ. ;                            |
| <i>Phylloceras Velledæ</i> MICH. ;  | <i>Acanthoceras</i> [ <i>Douvilleiceras</i> ] <i>Newbaldi</i> KOSSMAT et var. <i>spinosa</i> KOSSMAT ; |
| <i>Lytoceras epigonum</i> KOSSMAT ;   | <i>Stoliczkaia Grandidieri</i> B. L. T. ;  |
| <i>Lytoceras Raynaudi</i> B. L. T. ;  | <i>Schlœnbachiu</i> cf. <i>Buarquiana</i> WHITE ;  |
| <i>Lytoceras Sacya</i> FORBES ;   | <i>Schlœnbachia</i> [ <i>Mortonicer</i> ] <i>inflata</i> SOW. ;  |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Puzosia</i> ] <i>Beudanti</i> BRONGN. ;                                  |  |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Puzosia</i> ] <i>compressum</i> KOSSMAT ;                                |  |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Puzosia</i> ] <i>planulatum</i> SOW. et var. <i>otacodense</i> KOSSMAT ; |  |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Puzosia</i> ] cf. <i>planulatum</i> SOW. ;                               |  |

(1) Cette liste est loin d'être complète, surtout en ce qui concerne les Lamelli-branches et les Gastropodes, parmi lesquels se trouve un très grand nombre de formes nouvelles.

- Schlaenbachia mirapeliiana* D'ORB. (= *S. Burquiana* WHITE, d'après THEVENIN) ;  
*Schlaenbachia propinqua* STOL. ;  
*Schlaenbachia Roissyi* (= *S. acutocarinata* SHUMARD, d'après THEVENIN) ;  
*Schlaenbachia lectoria* WHITE ;  
*Schlaenbachia [Brancoceras] Laferreri* B. L. T. ;  
*Placenticeras* cf. *Warthi* KOSSMAT ;  
*Turrilites circumtenuatus* KOSSMAT ;  
*Turrilites Colcanapi* B. L. T. ;  
*Turrilites costatus* LMK. ;  
*Turrilites Gresslyi* P. et C. ;  
*Turrilites Puzosianus* D'ORB. et var. *Gallienii* B. L. T. ;
- Scaphites æqualis* SOW. ;  
*Baculites* cf. *baculoides* MANTELL ;  
*Baculites* sp. *Gandini* P. et C. ;  
*Baculites gracilis* (ST.) SHUMARD ;  
*Ptychoceras gaultinum* P. et C. ;  
*Hamites bohemicus* FRITSCH. ;  
*Crioceras Joffrei* B. L. T. ;  
*Anisoceras armatum* SOW. ;  
*Anisoceras Oldhamianum* STOL. ;  
*Straparollus Martini* D'ORB. ;  
*Trochus Vilaplanae* NICOLÈS ;  
*Ostrea Foisseyi* P. LEM. ;  
*Plicatula* sp. ;  
*Serpula ootatoorensis* STOL.

## LE CRÉTACÉ MOYEN DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Dans la région de Majunga, il n'a rien été signalé qui puisse représenter le Cénomaniens ou l'Albien ; par contre on connaît (DEPÉRET, 1896 ; BOULE, 1900), à Mevarano des argiles et sables, rapportés au Turonien, mais peut-être déjà emschériens ; ils contiennent de nombreux Dinosauriens : *Titanosaurus madagascariensis* DEPÉRET, *Megalosaurus crenatissimus* DEPÉRET.

L'Albien est représenté dans le Bemara du Nord (Mission de MOUNEYRES et BARON, 1900 ; déterminations de H. DOUVILLÉ, 1904). A Komihévitsy, on a recueilli : *Acanthoceras mammillare* ; *Ac.* sp. cf. *Stobieskyi* ; *Phylloceras Adelaë* ; *Puzosia diphyloides* FORBES ; *P. Charrierei* ; *Pseudobelus semicanaliculatus* ; *Nautilus neocomiensis* ; *Cerithium* cf. *Lallierii* ; *Campanile* cf. *trimonile* ; *Plicatula* ; *Neithea tricostata* ; *Exogyra arduennensis* ; *Alectryonia* cf. *macroptera*, *Terebratula Dutemplei* ; *Kingena* ; *Rhynchonella sulcata* ; *Epiaster* ; *Peltastes* n. sp.

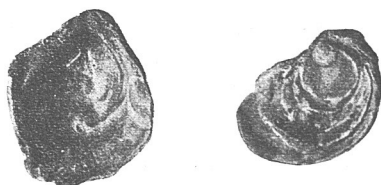
Le gisement de Mariarano\* a fourni : *Puzosia Emerici*, *Exogyra arduennensis*, *Rhynchonella sulcata*.

L'Albien se retrouve à l'embouchure du Manambaho, où l'on a recueilli : *Turrilites Majori* ; *Neithea quadricostata* ; *Hemiaster Phrynus*.

A hauteur de Morondava, M. BOULE (1895 et 1901 ; p. 682) a signalé, d'après les récoltes de GAUTIER, la présence de *Desmoceras planulatum* Sow. recueilli à Soromaïana, près du Tsiandava ; dans des calcaires qui constituent une longue falaise parallèle au Bemara (GAUTIER, 1902, Thèse, p. 80).

Sur les bords de la rivière Sakondry ; les récoltes de GAUTIER (*in* M. BOULE, 1895) nous ont fait connaître : *Belemnites* sp. ; *Acanthoceras rothomagense* DEFR. ; *Pachydiscus* sp. ; *Holcodiscus* sp. ; *Turrilites* cf. *tuberculatus* Bosc ; *Baculites baculoides* MANTELL ; *Pleurotomaria* ; *Fusus* cf. *Renauxianus* D'ORB. ; *Rostellaria* sp. ; *Cerithium* sp. ; *Inoceramus* cf. *concentricus* Sow. ; *Astarte* sp. ; *Modiola* sp. et des *Acanthoceras* très voisins de *Crioceras australe* WAAGEN.

---

*OSTREA FOISSEYI* n. sp.

Cette espèce a ses deux valves nettement inégales. La valve fixée est arrondie ; son crochet est généralement droit, le talon est strié ; de chaque côté se trouvent des stries assez nettes et caractéristiques de l'espèce. La valve operculaire est plate ou légèrement concave ; elle présente des lignes d'accroissement, assez espacées.

L'impression musculaire est placée latéralement du côté anal.

La forme la plus voisine est celle qui a été figurée par STOLICZKA (1) de l'Aryaloor (Aturien) sous le nom de *Ostrea vesicularis* LAMARCK et qui n'a aucun rapport avec l'espèce de la craie de Meudon ; j'ai pu m'en assurer par des photographies du type (2), conservé au Musée de Genève, que M. MODESTE CLERC a bien voulu me faire faire et m'envoyer.

Les autres formes voisines seraient : *O. uncinella* LEYM. in Coq. du Campanien, qui n'a pas de stries de chaque côté du sommet, *O. conirostris* MÜNSTER in Coq., forme plus allongée, *O. vesiculosa* GUER. in Coq., dont le crochet est recourbé.

(1) STOLICZKA. *Cretaceous Cephalopoda. Paleontologica Indica* ; pl. XLV, fig. 7-12, excl. aliis. Cette espèce pourra être désignée sous le nom de *O. Stoliczkai* n. sp.

(2) Je ferai paraître incessamment dans *Paleontologia Universalis* la fiche de *Ostrea vesicularis* LAMARCK.

## EMSCHÉRIEN

*L'Emschérien dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Préliminaires. — Mont-Raynaud. — Mahagaga. — Mont-Carré. — Ambohimarina. — Vallée de la Pierre. — Est de la Montagne des Français. — Massif de l'Embrasure. — Gorge d'Andavakoera. — Ouest d'Anamakia. — Nosy Hara. — L'Ambongo-Abo. — Col du Courrier. — Environs de Dover-Castle. — Baie du Tonnerre. — Environs de Windsor-Castle. — Liste des espèces de l'Emschérien du Nord de Madagascar.

*L'Emschérien dans le reste de Madagascar.*

**Historique.** — Le Sénonien inférieur à *Schlœnbachia Habermüllneri* (1) a été mentionné pour la première fois à Madagascar par M. BOULE (6 mars 1899, a ; et 1899, b) ; peu après, A. DE GROSSOUVRE (5 juin 1899) mentionnait l'existence d'un niveau à *Hauericeras* et *Brahmites* à Diego-Suarez, dans la chaîne côtière de l'Ouest (2). M. BOULE est revenu ensuite à plusieurs reprises (1899 d ; 1900 ; 1902, a) sur ces fossiles ; il en a figuré quelques-uns et a attiré l'attention sur l'association probable de *Sch. inflata* et de *Barr. Habermüllneri*.

Les deux échantillons proviennent bien du même gisement,

(1) Cette espèce est, on le sait, caractéristique de l'Emschérien. Elle devient le type du genre *Barroisia*, nom changé, pour cause de double emploi avec un genre de spongiaire, en *Barroisiceras*. Voir : DE GROSSOUVRE. Les Ammonites de la Craie supérieure. *Mém. pour servir à l'explic. de la Carte géol. détaillée de la France*, 1893.

(2) Il n'y a pas de chaîne côtière de l'Ouest. Il s'agit, sans aucun doute, de la Montagne des Français, qui borde la côte Est du territoire de Diego-Suarez.

ainsi que je l'ai indiqué dans la note préliminaire (1903, b) que j'ai publiée sur la géologie de cette région ; mais la *Schlœnbachia* est, en réalité, un peu différente de *Sch. inflata* Sow. typique ; elle devra porter le nom de *Schl. Schneeblii* B. L. T.

**Préliminaires.** — L'âge de ces couches m'a toujours semblé une question fort embarrassante. J'ai dit d'elles (1903, b), qu'elles « contiennent une faune très analogue à celle de l'Emschérien », par exemple :

*Placenticeras Fritschi* DE GROSS. ; *Barroisiceras* cf. *Haberfellneri* VON HAUER ; *Lytoceras* [*Gaudryceras*] *glaneggense* REDT.

Mais on y trouve des formes certainement plus anciennes, comme :

*Pachydiscus rotalinus* STOL. (1) ; *Schlœnbachia* cf. *inflata* Sow. (en réalité *S. Schneeblii* B. L. T.) ; *Schlœnbachia propinqua* STOL. ; *Phylloceras Velledæ* MICH.

Il y a, dans cette région, un mélange de formes emschériennes et turoniennes. Il semble important de rappeler à cet égard que CHOFFAT (2) s'est heurté aux mêmes difficultés dans l'étude du Crétacé de Mozambique où il a rencontré, *dans un même niveau et dans un même bloc*, des associations de formes cénomaniennes, turoniennes et emschériennes.

Y a-t-il eu apparition précoce de formes emschériennes dans le Turonien supérieur ou persistance de formes turoniennes dans l'Emschérien ? C'est ce que l'on ne saurait dire.

Tout ce que l'on peut affirmer, c'est qu'il paraît y avoir concordance depuis le Céno-manien à *Acanthoceras subvicinale* B. L. T. jusqu'aux couches que je considère comme emschériennes. Par contre elles sont séparées des marnes calcaires aturiennes à *Lumpadaster* par un conglomérat ferrugineux avec *Peroniceras* et fossiles roulés d'où proviennent les échantillons étudiés par A. DE GROSSOUVRE. Tout ce que l'étude de la Montagne des Français permet d'affirmer, c'est que ces couches sont post-céno-maniennes et pré aturiennes.

(1) *Pachydiscus rotalinus* STOL. n'était connu que du Turonien de l'Inde et de la Montagne des Français. Il vient, en outre, d'être signalé par W. KILIAN (C. R., CXLII, 1906, p. 306) dans l'Antarctide.

(2) Paul CHOFFAT. Le Crétacique de Conducia. *Comm. du serv. géol. du Portugal* ; *Contrib. à la conn. géol. des colonies portugaises d'Afrique*, Lisbonne, 1902, 29 p., 9 pl.



Le même faciès ne se retrouve pas dans le Massif de Windsor-Castle, mais on est amené à rattacher au même niveau, par des considérations stratigraphiques et aussi à cause de la présence commune de *Trigonoarca Gadama* FORBES, des grès qui contiennent, entre autres fossiles, des *Pachydiscus*, comme *P. Jimboi* K., voisin de *P. Linderi* DE GROSS., que l'on a l'habitude de considérer comme emschériens.

**Mont-Raynaud.** — Au Mont-Raynaud, on trouve, au-dessus des dernières assises argileuses cénomaniennes, des grès grossiers sans fossiles.

On retrouve ces mêmes grès près de Sandrangout ; ils y sont immédiatement superposés à des argiles bleues ayant le faciès du Cénomaniens et supportés par des tufs volcaniques. On est donc porté à y voir l'équivalent de l'Emschérien.

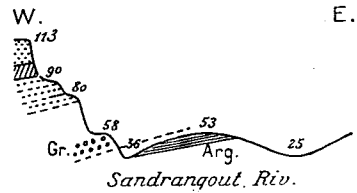


Fig. 59. — COUPE AUX ENVIRONS DE SANDRANGOUT.

Au-dessus de l'alt. 80. — Tufs volcaniques.  
Gr. — Grès (Emschérien ?).  
Arg. — Argiles bleues (Crétacé moyen).

**Mahagaga.** — Ce gisement se trouve situé sur la rive droite du Sakaramy entre Mahagaga et Besokatra. Il est recouvert par des tufs basaltiques. J'y ai trouvé : *Trigonoarca Gadama* FORBES (1).

**Mont-Carré.** — La vallée qui sépare le Mont-Carré d'Ambohimarina et qui mène de Mahagaga à Ambodivahibe, m'a fourni un riche gisement de fossiles de cet âge.

M. ALLUAUD a rapporté, en 1893, de sa mission à Madagascar un certain nombre de fossiles du Mont Ankarakatova (nom malgache du Mont-Carré). Ces échantillons sont déposés au Muséum d'Histoire Naturelle (coll. de Géologie ; n° 1586.36), où j'ai pu les examiner grâce à l'amabilité de M. le professeur ST. MEUNIER ; ce sont : *Turritiles* sp. ; *Pinna* ; *Ostrea* ; *Lucina* ; *Scaphites* ; des Gastropodes ailés indéterminés ; des Bivalves indéterminés (2).

(1) *Trigonoarca Gadama* FORBES, que l'on retrouve dans beaucoup de gisements de l'Emschérien du territoire de Diego-Suarez, est une espèce qui, dans l'Inde, est caractéristique des couches de Poadoor, d'Odium, de Manglepody.

(2) Ces faunes seront étudiées ultérieurement d'une façon plus complète.

Au-dessus de cette vallée, qui va de Mahagaga à Ambodiva-hibe, s'élève un escarpement abrupt d'argiles sableuses ou gréseuses, où je n'ai pu recueillir de fossile, et qui s'étend de l'alt. 141 m. à l'alt. 217 m.

A cette altitude se trouve un conglomérat ferrugineux, contenant de nombreux grains de quartz et des fossiles roulés. C'est un niveau que l'on retrouve en face à Ambohimarina où il a dû fournir au lieutenant-colonel BOURGEOIS, les échantillons que DE GROSSOUVRE (1899) et FLICHE (1900) ont étudiés.

Sur le flanc est du Mont-Carré, le faciès a déjà changé et ce conglomérat ferrugineux est représenté par des marnes à galets de quartz où les fossiles sont beaucoup moins abondants.

**Ambohimarina.** — La même succession s'observe en montant de Mahagaga à Ambohimarina.

Le niveau argileux fossilifère de la base est difficile à suivre ; partout où il devrait affleurer, le sol est couvert d'éboulis provenant des couches supérieures. De plus, de petites failles assez nombreuses compliquent la stratigraphie.

Cependant, à l'altitude 183 mètres, on aperçoit des alternances d'argiles et de grès qui contiennent des débris de *Lytoceras* [*Gaudryceras*] *glaneggense* REDTENBACHER.

Puis, au-dessus du passage dit de l'Échelle, le chemin traverse l'escarpement abrupt formé par la base des marnes aturiennes à *Lampadaster*. On retrouve là le conglomérat ferrugineux du Mont-Carré. Immédiatement au-dessus des argiles sableuses de la base de l'Emschérien, vient un lit mince (0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,30) d'une couche très ferrugineuse, remplie de galets de quartz et de fossiles variés.

Les fossiles, que A. DE GROSSOUVRE et FLICHE ont signalés, viennent de ce point, ainsi que j'ai pu m'en convaincre par l'aspect de la gangue. M. A. DE GROSSOUVRE a bien voulu, en effet, me montrer ces échantillons qui sont conservés dans ses collections, à Crosses, près Bourges (Cher).

Ce sont, d'après ses déterminations : *Nautilus Bouchardi*, *Sca-phites* du gr. de *Sc. æqualis* et *Sc. Geinitzi*, *Sc.* du gr. de *Sc. Meslei* et *Sc. binodosus*, *Sc. pulcherrimus*, *Hauericeras* cf. *Rembda* STOL., *Puzosia*, *Phylloceras*, *Brahmites* cf. *Brahma* KOSSMAT.

J'y ai trouvé moi-même, en outre, des formes plus caractéris-

tiques, comme : *Gauthiericeras* cf. *Margæ* SCHL. ; *Peroniceras tridor-satum* SCHL., très voisin de *P. dravidicum* KOSSM. ; *Hauericeras Rembda* STOL. ; *Brahmaites Brahma* STOL. ; *Nautilus Bouchardianus* D'ORB., etc., etc.

Au-dessus viennent sur une épaisseur très variable (0<sup>m</sup>10 à 5<sup>m</sup>), des argiles rouges, des marnes sableuses, des sables francs, subordonnés aux marnes aturiennes à *Lampadaster*, en lits réguliers.

Ces mêmes couches se retrouvent en descendant d'Ambohimarina vers la rivière d'Analabe \*.

FLICHE a eu l'heureuse idée de faire analyser un échantillon de ces couches qu'il avait entre les mains, mais il a opéré sur un fragment de bois de *Araucarioxylon madagascariense* FLICHE et la teneur en phosphate qui a été trouvée (acide phosphorique : 24,95 % ; chaux : 39,73 %) est absolument extraordinaire.

En réalité, ces conglomérats contiennent des phosphates de chaux, dans une proportion beaucoup moindre et surtout éminemment variable qui en rend l'exploitation industrielle impossible. Il pourrait cependant y avoir avantage à les utiliser pour l'amendement des terres avoisinantes.

Les échantillons que j'ai recueillis, analysés au Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique, ont donné les résultats suivants :

Pour 100 parties :

Résidu insoluble . . . . .	65,1, variant de 63,9 à 86,4.
Chaux dosée, Ca O . . . . .	46,5
d'où Carbonate de calcium, CO <sup>2</sup> Ca. .	29,1
On n'a pas déterminé la perte au feu.	»

On a dosé à part :

Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . .	0,2, variant de 0,02 à 6,0.
---	-----------------------------

**Vallée de la Pierre.** — Ce gisement est un des plus beaux de la Montagne des Français. C'est de ce point que provenaient les fossiles recueillis par SCHNEEBLI et étudiés par M. BOULE.

Il s'épuise malheureusement très rapidement ; les fossiles sont rares ; ils se trouvent dans des rognons calcaires au milieu d'argiles très pures ; ce n'est qu'au fur et à mesure que s'éboule le ravin de la Pierre qu'on peut espérer en trouver de nouveaux.

La partie visible du Crétacé débute par des calcaires (fig. 60 ; a) surmontés par des argiles bleues peu épaisses (b). Une dizaine de

mètres de grès (c) les séparent d'argiles (d) déjà fossilifères. Mais les niveaux les plus riches se trouvent en (e) : on y trouve des bancs de grès alternant avec des argiles bleues contenant des concrétions calcaires.

C'est dans cette couche que j'ai recueilli *Lytoceras* [*Gaudryceras*] cf. *multiplexum* KOSSM. ; *Pachydiscus rotalinus* KOSSMAT. ; *Turrilites* [*Bostrychoceras*] *polyplocum* ROEMER (= *B. indicum* STOL.) ; *Nautilus* cf. *elegans* D'ORB., etc.

De là viennent aussi les fossiles recueillis par SCHNEEBLI, MAGER et cités par M. BOULÉ : *Schlœnbachia inflata* Sow. (en réalité *S. Schneeblii* B. L. T.) ; *Holcodiscus Theobaldianus* STOL.

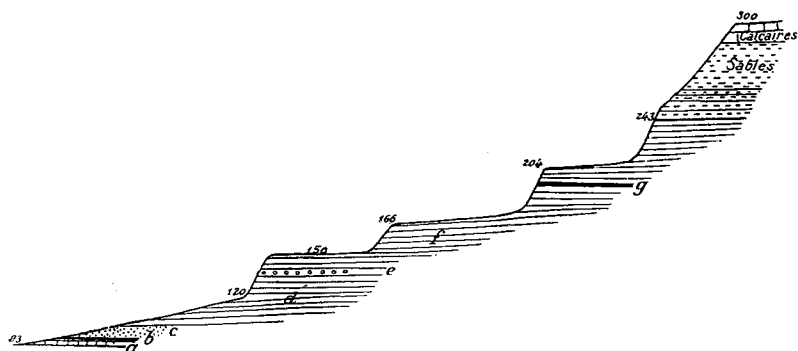


Fig. 60. — Coupe de la Vallée de la Pierre.

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1/5 000.

Enfin les couches supérieures (f) formées d'argiles bleues, contiennent encore de rares fossiles comme *Desmoceras* (*Puzosia*) *Gaudama* FORBES.

Les argiles qui viennent au-dessus ne m'ont pas fourni de fossiles, sauf de rares débris de végétaux.

Ces argiles sableuses se continuent jusque vers l'altitude 269 mètres où s'observe le contact avec les marnes aturiennes à *Lampadaster*, sans intercalation du conglomérat ferrugineux du Mont-Carré et d'Ambohimarina. Il m'a été impossible de suivre l'escarpement abrupt entre le Passage de l'Échelle et celui de la Pierre pour voir comment s'effectue la disparition de ce conglomérat.

Ces argiles ont été analysées au Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique :

Pour 100 parties :	a	b	c
Résidu insoluble dans les acides étendus .	58,2	34,5	26,0
Silice soluble dans les acides étendus . . . .	0,6		
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et sesquioxyde de fer, F <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .	1,8	6,1	21,1
Chaux dosée, CaO . . . . .	20,0	28,2	
d'où Carbonate de calcium CO <sup>2</sup> Ca . . . . .	35,7	50,1	45,8
Magnésie dosée, MgO . . . . .	0,5	1,0	
d'où Carbonate de magnésium, CO <sup>2</sup> Mg . . . .	0,6	2,1	1,2
Perte au feu . . . . .	18,0		
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique. . . . .	2,0	?	?
	98,9	92,8	97,6

Il part dès la température de 255° 0,3 d'eau.

On a dosé à part :

Phosphate tricalcique (PO <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> Ca <sup>3</sup> . . . . .	?	0,0	0,055
Silice soluble dans la soude caustique. . . .	1,8		
Alumine soluble dans la soude caustique . .	0,2		

a) Marnes de la vallée de la Pierre (1<sup>er</sup> échantillon).

b) Marnes de la vallée de la Pierre (2<sup>e</sup> échantillon).

c) Concrétions dans les marnes de la vallée de la Pierre.

Il résulte de ces analyses que les concrétions sont plutôt moins calcaires que les marnes dans lesquelles elles se trouvent, mais que la proportion d'alumine et phosphates de chaux s'y élève d'une façon notable.

Il est à remarquer que la composition de la concrétion (c) est voisine de celle de calcaires à ciments.

**Est de la Montagne des Français.** — Le rebord oriental de la Montagne des Français est beaucoup moins facile à étudier que le bord occidental parce qu'il n'y existe pas d'escarpement comparable à celui qui flanque les vallées de la Betaitra et de l'Andriamante. Les pentes sont couvertes d'éboulis et laissent rarement voir le substratum.

Cependant, en plusieurs points, soit dans la vallée même de la Grande-Rivière, soit dans les ravins voisins, on constate la superposition immédiate des argiles bleues aux grès rougeâtres à Oursins, surmontées de marnes blanches qui forment un escarpement très net dans la topographie. Les argiles bleues représentent certainement, à leur base, le Cénomanién ; on y trouve *Belemnites*, *Ostrea*. Mais leur partie supérieure doit représenter l'Emschérien ; car on y trouve de grands *Desmoceras* (*Puzosia*) *Gaudama* FORBES, analogues à celui que j'ai recueilli dans le ravin de la Pierre.

D'ailleurs, dans la vallée de l'Antsoha, c'est-à-dire en un point moins oriental que la Grande Rivière, on observe immédiatement au dessus des argiles bleues à *Ostrea Foisseyi* P. LEM., un banc peu épais de calcaire gréseux, avec de nombreux galets de quartz, qui rappelle tout à fait le conglomérat emschérien de la face est du Mont-Carré.

**Massif de l'Embrasure.** — Le ravin d'Antanamitarana, au pied du massif de l'Embrasure, montre au-dessus des argiles cénomaniennes des alternances de grès et d'argiles violacées contenant des débris de végétaux et des traces d'Ostracés. A la base de ce système gréseux, se trouve un conglomérat à grains fins de quartz cimentés par de la pyrite.

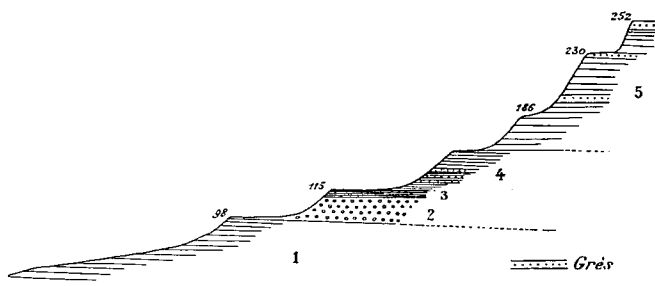


Fig. 61. — COUPE SUIVANT LA BETAITRA D'AMBARARATA

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1/5 000.

- |                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| 5. — Marne sableuse blanche.          | } <b>Aturien</b>     |
| 4. — Argile bleue avec bancs de grès. |                      |
| 3. — Argile violette lumachellique.   | } <b>Emschérien</b>  |
| 2. — Grès grossiers.                  |                      |
| 1. — Argiles bleues sans fossiles.    | <b>Crétacé moyen</b> |

Ainsi que M. L. MICHEL, professeur-adjoint à la Sorbonne, a bien voulu me le faire remarquer, ces gisements pyriteux de la Betaitra d'Antanamitarana se présentent dans des conditions assez analogues à celles du gisement de pyrite de fer de Soyons (Ardèche), à 4 kilomètres de Valence (1).

Ces sables et ces grès s'observent également à 126 mètres d'alti-

(1) FUCHS et DE LAUNAY. Traité des gîtes minéraux et métallifères. Paris, Baudry, 1893, p. 229.

tude au dessus de Betaitra et à 108 mètres d'altitude au Nord de l'Embrasure.

On trouve, d'autre part, dans le ravin qui descend du col d'Ambararata (fig. 61) au-dessus d'argiles bleues à fossiles cénomaniens, un système de grès grossiers sans fossiles, puissants de 15 mètres qui affleurent vers l'altitude 98 mètres (dans un ravin un peu plus au Nord, on les trouve à l'altitude 86 mètres).

Ces grès sont surmontés par un banc d'argiles violettes, fossilifères, visibles dans le ravin de la Betaitra et contenant *Turritella* sp.

Au-dessus on trouve des marnes bleues sans fossiles ; puis on atteint les calcaires gréseux aturiens à *Lampadaster*. Ces marnes, au contact de ces grès, donnent naissance à de petites sources assez nombreuses, mais très peu abondantes.

**Gorge d'Andavakoera.** — Enfin en remontant du village de Betaitra vers la gorge d'Andavakoera on trouve un calcaire gréseux, rougeâtre, contenant des fossiles mal conservés, des débris de *Turritella* et *Ostrea* sp. ; il paraît d'autant plus logique d'y voir l'équivalent des argiles violettes de la Betaitra qu'on retrouve ce même calcaire rougeâtre lumachellique à la descente du col d'Ambararata, vers la concession Canu. On revoit ce même calcaire à la même altitude (90 mètres) au-dessus de Tsararano. Il y est surmonté par des marnes blanches qui donnent naissance à une source importante. Ces mêmes calcaires se retrouvent sur les pentes qui s'étendent entre le four à chaux

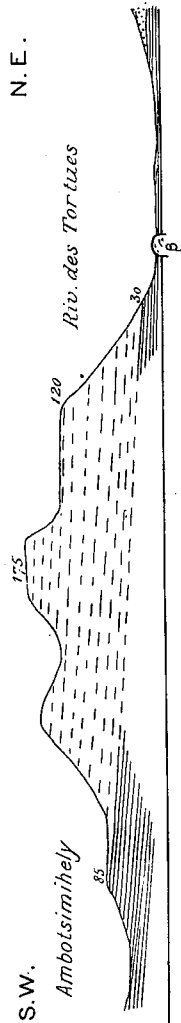


Fig. 62. — COUPE D'AMBOTSIMIHELY A LA RIVIÈRE DES TORTUES

Longueurs : 1/50 000.

Hauteurs : 1/10 000.

de Tsararano et les pentes de l'Anosiravo au dessus de Tanneverse (alt. voisine de 70 mètres).

**Environs d'Anamakia.** — Des sables et des grès, analogues à ceux que j'ai indiqués au Mont-Raynaud et à Sandrangout s'observent sur les mamelons à l'Ouest d'Anamakia et surtout sur le plateau qui s'étend entre le village d'Ankiabe et celui d'Ambotsimihely. Ils alternent avec de minces lits argileux (fig. 62).

Leur superposition (alt. 85 mètres à Ambotsimihely ; alt. 30 mètres dans la rivière des Tortues) au-dessus des argiles blanches cénomaniennes à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. et leurs relations avec les grès fossilifères emschériens du massif de la Selle ne paraît guère pouvoir laisser de doute sur leur âge.

**Nosy Hara.** — L'île de Nosy Hara est constituée par des sables et des grès qui ne m'ont fourni aucun fossile.

Il me paraît probable qu'ils se relient aux grès sans fossiles d'Ambotsimihely et que, par suite, on doit être porté à les considérer comme emschériens.

L'examen pétrographique de ces grès de Nosy Hara est intéressant.

Ce sont des grès à ciments calcaires ; on y note la présence de feldspath (microcline), de quartz, de chlorite, d'un mica décomposé : la roche s'est donc formée aux dépens d'une granulite. Il y a aussi des morceaux de *trachyte phonolithique* et des microlithes de feldspaths.

On peut en déduire la présence de roches anciennes sur l'emplacement du massif d'Ambre, de roches anciennes aujourd'hui recouvertes par les roches éruptives qui se sont épanchées depuis l'époque aquitanienne jusqu'à nos jours. On sait que A. LACROIX (1902, c) a apporté un autre argument en ce sens en établissant la présence de corindons dans les produits de projection du cratère-lac Maheri. On pourrait peut-être en déduire aussi que ce massif était traversé par des roches filoniennes trachytiques analogues à celles observées plus au Sud et dont l'âge post-liasique est établi. On aurait ainsi un indice de l'âge antécétacique de ces roches (voir p. 166).

**Massif de l'Ambongo-Abo.** — Des grès, surmontant des argiles, se trouvent au sud du massif d'Ambongo Abo, à la pointe Selle ; à une altitude très basse (environ 10 mètres), ils m'ont fourni une faune emschérienne, *Pachydiscus Jimboi* KOSMAT. Ils sont surmontés



d'argiles et de marnes blanches violacées sans fossiles (Aturien ?)  
 La présence d'éboulis gazonnés dans le massif de l'Ambongo-Abo

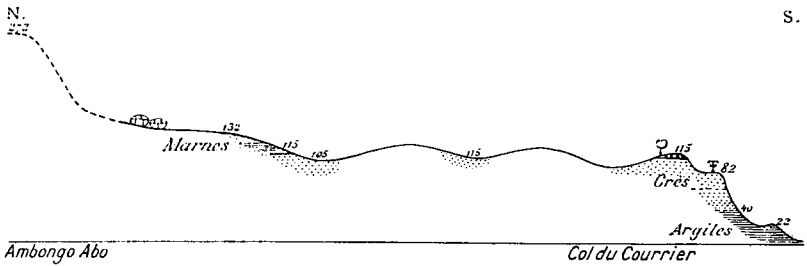


Fig. 63. — COUPE DU COL DU COURRIER A L'AMBONGO-ABO.

ne m'a pas permis malgré mes recherches de les voir ailleurs ; ils sont cependant représentés par des marnes gréseuses au-dessus de Andolo-Mikaika et dans le massif de Andrakaka.

**Col du Courrier.** —

C'est au col du Courrier qu'on les voit le plus nettement (fig. 63). Au-dessus des argiles bleues sans fossiles qui représentent le Céno-manien (alt. 52 mètres au Sud du col ; alt. 96 mètres à hauteur du col), viennent des sables jaunes ou rouges sans fossiles qui s'étendent jusque vers l'altitude 80 mètres. Vers le sommet du col (alt. 82), il leur succède des grès contenant en grande

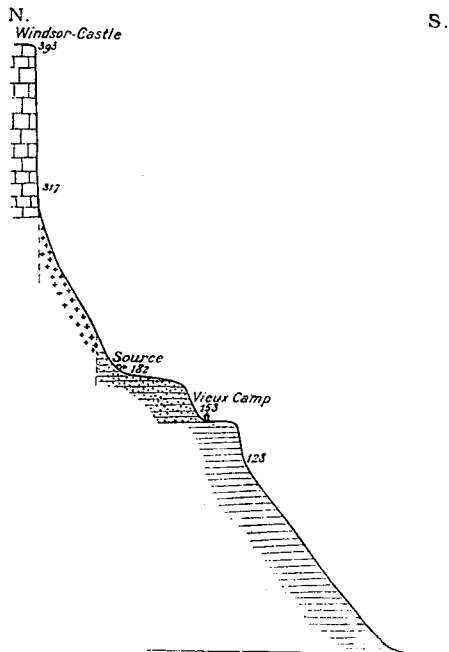


Fig. 64. — COUPE DE WINDSOR-CASTLE

abondance *Schlœnbachia* cf. *Bravaisiana* D'ORB, et plus rarement : *Pachydiscus Jimboi* KOSSMAT, espèce très voisine de *P. Linderi* DE GROSSOUVRE, *Nautilus*,

Ils sont directement surmontés au sud, en allant vers l'Am-bongo Abo, par des marnes rougeâtres à débris d'*Inoceramus* qui représentent l'Aturien.

Au Nord du col, on les voit jusqu'à l'altitude de 109 mètres ; des éboulis masquent les couches qui les séparent des calcaires à Nummulites.

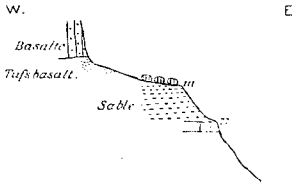


Fig. 63. — COUPE DE L'ESCARPEMENT DE DOVER CASTLE

**Environs de Windsor-Castle.** — L'Emschérien est probablement représenté dans cette région par les couches d'argiles plus sableuses, souvent remaniées que l'on voit, sur une cinquantaine de mètres au-dessus

des argiles, par exemple au-dessus du Vieux Camp et au col de Windsor-Castle (fig. 64).

**Environs de Dover-Castle.** — Ces mêmes couches s'observent au pied du piton de Dover-Castle ; ce sont des marnes gréseuses qui contiennent *Pachydiscus Jimboi* KOSSMAT, *Trigonoarca Gadama* FORBES, *Pectunculus* sp. (fig. 65).

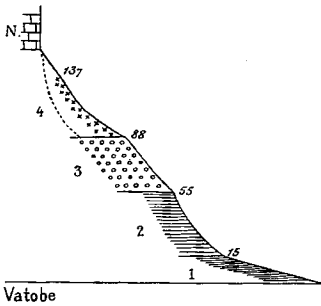


Fig. 66. — COUPE DE L'ESCARPEMENT DE VATOHE

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1/5 000.

- N. — Calcaire à Nummulites.
- 4. — Tufs basaltiques.
- 3. — Grès.
- 2. — Marnes à *Inoceramus*.
- 1. — Argiles du Crétacé moyen.

Leur épaisseur paraît diminuer rapidement vers le Nord ; deux coupes très rapprochées les montrent avec une épaisseur variable de 35 mètres, puis 15 mètres, toujours surmontées par des marnes blanches et rouges de l'Aturien.

Elles ne paraissent plus exister au-dessous de Vatohe (fig. 66), où les marnes aturiennes succèdent directement aux argiles bleues.

Il est fort probable que, dans cette direction, comme dans

celle de la Montagne des Français, le faciès sableux ou gréseux disparaît progressivement et que le faciès des argiles bleues envahit progressivement tout l'Emschérien.

**Baie du Tonnerre.** — Cette hypothèse expliquerait la lacune apparente que l'on observe dans le fond de la Baie du Tonnerre où l'Aturien repose directement sur des argiles bleues que l'on serait tenté de considérer comme cénomaniennes, mais qui, en réalité, doivent représenter le Turonien et l'Emschérien.

Cette hypothèse expliquerait également les altitudes extraordinairement variables, pour un pays de stratigraphie simple, où j'ai observé le contact des argiles bleues et des grès.

\*  
\* \*

**Résumé.** — L'Emschérien, rarement fossilifère et difficilement délimitable dans la Montagne des Français, correspond, au contraire, à quelque chose de très net et de très fossilifère dans les deux massifs de l'Ambongo-Abo et de Windsor-Castle. Il manque dans la Baie du Tonnerre où il a un faciès identique à celui du Crétacé moyen.

#### Liste des espèces de l'Emschérien du Nord de Madagascar (1).

- |   |  |
|---|--|
| <i>Phylloceras Velledæ</i> MICH.                                    | <i>Barroisiceras Habersfellneri</i> Y.                               |
| <i>Phylloceras</i> sp.  | HAUER et var. <i>Harlei</i> SCHL. et                                 |
| <i>Lytoceras</i> [ <i>Gaudryceras</i> ] <i>glanegense</i> REDT.     | var. <i>Nicklesi</i> DE GROSS.                                       |
| <i>Lytoceras</i> [ <i>Gaudryceras</i> ] <i>multiplexum</i> KOSSM.   | <i>Gauthiericeras bajuvaricum</i> REDT.                              |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Puzosia</i> ] sp.                            | <i>Peroniceras tridorsatum</i> SCHL.                                 |
| <i>Desmoceras</i> ( <i>Puzosia</i> ) <i>Gaudama</i> FORBES.         | <i>Placenticeras Fritschi</i> DE GROSS.                              |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Hauericeras</i> ] <i>Rembda</i> STOL.        | <i>Holcodiscus Theobaldianus</i> STOL.                               |
| <i>Desmoceras</i> [ <i>Pachydiscus</i> ?] <i>Jimboi</i> KOSSM.      | <i>Turrilites</i> sp.  |
| <i>Acanthoceras</i> [ <i>Prionotropis</i> ] <i>Allaudi</i> B. L. T. | <i>Turrilites</i> [ <i>Bostrychoceras</i> ] <i>polyplocus</i> RÖMER. |
| * <i>Schlenbachia inflata</i> SOW.                                  | * <i>Scaphites</i> cf. <i>æqualis</i> , cf. <i>Geinitzi</i> .        |
| * <i>Schlenbachia propinqua</i> STOL.                               | * <i>Scaphites</i> cf. <i>Meslei</i> , cf. <i>binodosus</i> .        |
| <i>Schlenbachia Schneeblii</i> B. L. T.                             | * <i>Scaphites pulcherrimus</i> .                                    |
| <i>Schlenbachia</i> cf. <i>Bravaisiana</i> D'ORB.                   | <i>Nautilus Bouchardianus</i> D'ORB.                                 |
|   | <i>Trigonoarca Ladama</i> FORBES.                                    |
|   | <i>Pinna</i> .   |
|   | <i>Ostrea</i> .  |
|   | <i>Lucina</i> .  |
|   | <i>Araucarioxylon madagascariense</i> FLICHE.                        |

(1) Le signe \* désigne les espèces que je n'ai pas récoltées moi-même.

## L'EMSCHÉRIEN DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

L'Emschérien est très mal connu dans le reste de Madagascar. Cela tient probablement à ce que, terme en régression, il manque souvent ; car on connaît bien l'Aturien, terme en transgression.

Aux environs de Majunga, Ch. DEPÉRET (1896, a) et M. BOULE (1900, p. 201) ont signalé des argiles et des sables qui contiennent : *Titanosaurus madagascariensis* DEPÉRET ; *Megalosaurus crenatissimus* DEPÉRET. On les a considérés comme turoniens parce qu'ils se trouvent sous le Sénonien ; mais comme ce Sénonien est de l'Aturien, on peut tout aussi bien y voir de l'Emschérien.

Dans le Menabe, entre le Manambolo et la Tsiribina, M. BOULE (1901, p. 684), puis M. BOULE et A. THEVENIN (1903, a) ont fait connaître de très riches gisements de Sénonien inférieur avec : *Schlœnbachia* [*Barroisicerias*] *Haberfellneri* VON HAUER ; *Mortoniceras* cf. *texanum* ROEMER ; *Desmoceras* [*Hauericeras*] *Gardeni* BAILY ; *D.* [*H.*] *Durga* STOL. ; *Pachydiscus Twenianus* STOL. ; *Scaphites hippocreptis* DEKAY ; *Turrilites* [*Bostrychoceras*] *polyplocus* ROEMER ; *Nautilus* sp. du gr. de *N. lævigatus* D'ORB. ; *Inoceramus Cripsi* MANTELL ; *Gryphæa vesicularis* LMK. ; *Micraster* cf. *turonensis* BAYLE ; *Alectryonia unguolata* SCHLOTH.

Il y a probablement eu mélange de faunes d'âge différent dans les récoltes.

Quelques espèces comme *Schlœnbachia* [*Barroisicerias*] *Haberfellneri* VON HAUER sont nettement emschériennes, tandis que d'autres comme *Turrilites* [*Bostrychoceras*] *polyplocus* ROEMER indiqueraient plutôt l'Aturien.

## ATURIEN

---

*L'Aturien dans le Nord de Madagascar.* — Historique. — Mont-Raynaud. — Montagne d'Ambre. — Montagne des Français. — Mont-Carré. — Ambohimarina. — Est de la Montagne des Français. — Col d'Ambodimanara. — Massif de l'Embrasure et Col d'Amhararata. — Baie du Tonnerre. — Massif de l'Am-bongo-Abo. — Massif de Windsor-Castle. — Bobaomby. — Résumé. — Liste des espèces de l'Aturien du Nord de Madagascar.

*L'Aturien dans le reste de Madagascar.* — La Côte Ouest. — Les dépôts sédimentaires de la Côte Est. — La faille de la Côte Est.

### L'ATURIEN DANS LE NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — COTTEAU (1889) avait signalé à la Montagne des Français deux espèces d'Oursins qu'il n'avait ni décrites, ni figurées. L'une d'elles fut retrouvée à Ambohimarina par BARON (1895). Ces espèces furent reprises ensuite par LAMBERT (1896) qui de plus en décrivit cinq autres : il compare ces formes avec celles du Dauien des Pyrénées, du Sénonien d'Algérie et de Tunisie ; ce même auteur compléta cette étude (1903) par la description d'un nouvel Oursin. Mais on ne savait rien sur leur position stratigraphique.

J'ai (1903, b) indiqué que ces marnes à Échinides se trouvaient au-dessus des argiles à Céphalopodes de l'Emschérien.

**Mont-Raynaud.** — Je n'ai rien vu au Mont-Raynaud, dont toute la partie supérieure est couverte de forêts, qui puisse être rapporté au Sénonien. Il me paraît cependant invraisemblable que cet étage y manque complètement ; j'ai recueilli, en effet, un débris d'*Inoce-*

*ramus* éboulé sur les argiles cénomaniennes et je signalerai ce fait qu'un *Lampadaster* a été rapporté au Muséum d'Histoire naturelle (Collection de Géologie) avec : « Mont-Raynaud », comme indication de provenance.

Des argiles blanchâtres qui peuvent peut-être représenter l'Aturien, s'observent un peu à l'Est de Besokatra. On trouve à leur surface de nombreux blocs de basalte et de calcaire à Nummulites silicifiés.

**Montagne d'Ambre.** — J. LAMBERT a indiqué, d'après le capitaine ARDOUIN, la présence dans les « parties hautes de la Montagne d'Ambre » de *Guettaria Rocardi* COTTEAU, *Lampadaster Gauthieri* LAMBERT, *Cardiaster* sp. Ainsi que j'ai indiqué (1903, a, p. 88), cette indication de gisement est sûrement inexacte ; il y a eu une erreur dans les souvenirs du capitaine ARDOUIN et il s'agit en réalité des parties hautes de la Montagne des Français.

La Montagne d'Ambre est entièrement constituée par des roches éruptives (voir plus loin).

**Montagne des Français.** — Les marnes aturiennes des environs

de Diego-Suarez, qui ont fourni de si belles séries d'Echinides, ne sont bien développées que dans la Montagne des Français. Elles y ont une épaisseur maxima d'environ 80 mètres. Je passerai successivement en revue les différentes parties de la Montagne des Français.

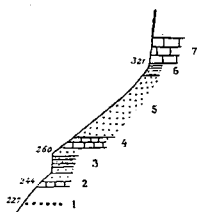


Fig. 67. — COUPE DU  
MONT-CARRÉ

- |  |   |                    |
|--|---|--------------------|
| 7. — Calcaire ruiniforme.                                | } | Nummu-<br>litique. |
| 6. — Sables et argiles.                                  |   |                    |
| 5. — Grès rougeâtres.                                    | } | Aturien.           |
| 4. — Calcaire cristallin blanc                           |   |                    |
| 3. — Sables et grès blancs.                              |   |                    |
| 2. — Marnes gréseuses à<br><i>Lampadaster</i> .          |   |                    |
| 1. — Conglomérat ferrugi-<br>neux à <i>Peroniceras</i> . |   |                    |

**Mont-Carré.** — Au Mont-Carré, l'épaisseur est réduite à 15 mètres environ et l'Aturien se présente sous la forme de marnes schisteuses rouges ; les fossiles (*Lampadaster*, etc.)

y sont tous déformés par pression, écrasés et indéterminables spécifiquement ; mais ces couches doivent, sans aucun doute, être identifiées à celles d'Ambohimarina.

Au-dessus, viennent des grès et des sables, épais d'environ quinze mètres, surmontés d'un calcaire cristallin blanc, puissant de six mètres.

Je range hypothétiquement dans le Tertiaire les grès rougeâtres à stratification confuse, qui viennent au dessus.

Le calcaire cristallin blanc du Mont-Carré a donné à l'analyse les résultats suivants :

Pour 100 parties de matière :	
Résidu insoluble dans les acides étendus . . . . .	3,0
Silice soluble dans les acides étendus . . . . .	0,8
Alumine $Al_2O_3$ , et sesquioxyde de fer, $Fe_2O_3$ . . . . .	1,0
Chaux dosée, CaO. . . . .	33,2
d'où Carbonate de calcium, $CO_3Ca$ . . . . .	59,3
Magnésie dosée, MgO. . . . .	14,2
d'où Carbonate de magnésium, $CO_3Mg$ . . . . .	29,4
Perte au feu . . . . .	44,9
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique)	3,6
	97,0

On a dosé à part :

Silice soluble dans la soude caustique . . . . .	1,6
Alumine soluble dans la soude caustique . . . . .	0,1

Il n'y a que des traces de fer dans ce calcaire d'ailleurs d'un blanc très pur. Il n'y a pas d'acide phosphorique, ni d'acide sulfurique.

**Ambohimarina.** — La même succession s'observe à Ambohimarina. Le niveau à *Lampadaster* a le faciès de marnes schisteuses rouges, avec fossiles déformés par pression. Il passe à sa partie supérieure à des alternances de grès et de sables (épaisseur : 30 mètres environ), nettement visibles sur les deux chemins qui, d'Ambohimarina, descendent dans la vallée de Mahagaga (Chemin de l'Échelle ; Chemin de la Pierre).

Ce sont les marnes schisteuses qui ont fourni les échantillons dénommés par COTTEAU : *Guettaria Rocardii* (COTTEAU) LAMBERT ; *Lampadaster Grandidieri* (COTT.) LAMBERT.

Les couches sableuses sont, comme au Mont-Carré, surmontées par des calcaires. Elles ont un grand développement sur tous les sommets qui environnent Ambohimarina, aux Bastions, aux Jumelles, etc.

**Est de la Montagne des Français.** — Les couches auriennes se suivent dans tout l'Est de la Montagne des Français, quoique assez difficilement à cause des éboulis de la végétation.

Ce sont à Bekoumankoriko, au dessous du Mont Bararata (alt. 140 mètres), des grès rougeâtres et des calcaires blancs. A la Grande-Rivière, on voit des grès rougeâtres, à *Lampadaster* surmontés de marnes blanches formant escarpement ; au dessus viennent des sables blancs, puis des calcaires.

La partie haute de la Grande-Rivière traverse des marnes blanches à débris d'Oursins ; elles reposent sur des argiles bleues emschériennes, où j'ai trouvé *Desmoceras (Puzosia) Gaudama* FORBES.

Dans la basse vallée de l'Antsoha, l'abrupt d'un ravin montre au dessus des argiles bleues, cénomaniennes, à *Ostrea Foisseyi* P. LEM., des calcaires gréseux blancs à galets de quartz que j'ai considérés comme représentatifs de la partie terminale de l'Emschérien ; au-dessus viennent des calcaires gréseux blancs, puis des calcaires marneux rougeâtres à *Lampadaster* surmontés de calcaires blancs (alt. 107 m.) sans fossiles que l'on doit encore considérer comme sénoniens. La coupe ne s'élève pas plus haut dans la série en ce point.

**Col d'Ambodimanara.** — A quelques kilomètres au Nord de Ambohimarina, au col de Ambodimanara (alt. 298 mètres), l'épaisseur des marnes aturiennes devient plus considérable, en même temps que leur aspect général se modifie. Ce sont des marnes calcaires blanches qui n'ont subi aucune déformation et où les fossiles sont dans un parfait état de conservation.

Au-dessus viennent des calcaires gréseux et des sables que l'on observe jusqu'à l'altitude de 320 mètres.

Les calcaires fossilifères du col d'Ambodimanara ont donné à l'analyse chimique les résultats suivants :

Pour 100 parties :	
Résidu insoluble dans les acides étendus . . . . .	8,4
Silice soluble dans les acides étendus . . . . .	0,6
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	2,5
Chaux dosée, Ca O. . . . .	46,5
d'où Carbonate de calcium, CO <sup>3</sup> Ca. . . . .	83,0
Carbonate de magnésium, CO <sup>3</sup> Mg. . . . .	»
Perte au feu . . . . .	59,4
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique). . . . .	2,9
Acide phosphorique . . . . .	0,3
Acide sulfurique . . . . .	0,0
	97,7



**Massif de l'Embrasure et Col d'Ambararata.** — Les plus beaux gisements fossilifères se trouvent au Massif de l'Embrasure qui domine la vallée de Betaitra. Le faciès y est le même qu'au Col de Ambodimanara et j'ai recueilli en abondance, dans ces calcaires gréseux blancs : *Lampadaster Grandidieri* (COTT.) LB. ; *Guettaria*

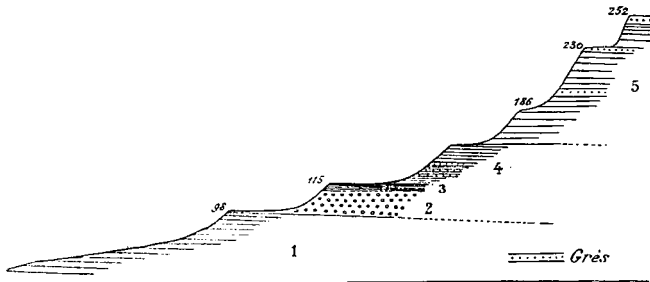


Fig. 68. — COUPE SUIVANT LA BETAITRA D'AMBARARATA

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1/5 000.

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 5. — Marnes sableuses blanches.       | } <b>Aturien.</b>     |
| 4. — Argile bleue avec bancs de grès. |                       |
| 3. — Argile violette lumachellicque.  | } <b>Emschérien.</b>  |
| 2. — Grès grossiers.                  |                       |
| 1. — Argiles bleues sans fossiles.    | <b>Crétacé moyen.</b> |

*Rocardi* (COTT.) LB. ; *Menuthiaster Cotteaui* LB. ; *Micraster Munieri* LB. ; *Infulaster Boulei* LB. ; *Isaster* sp. ; *Isopneustes* sp. ; *Micraster* sp. ; *Encrinus* ; *Terebratula* ; *Inoceramus* cf. *Cripsi* MANTELL ; *Nautilus* cf. *elegans* Sow., etc.

Ces marnes aturiennes ont la composition suivante :

Pour 100 parties de matière :	a	b	c
Résidu insoluble dans les acides étendus	10,4	27,0	15,0
Silice soluble dans les acides étendus.	0,8		
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	1,6	4,0	5,6
Chaux dosée, CaO. . . . .	46,5	58,5	
d'où Carbonate de calcium, CO <sup>3</sup> Ca. . . . .	82,7	68,4	69,1
Magnésie dosée, MgO. . . . .	1,05	0,4	
d'où Carbonate de magnésium, CO <sup>3</sup> Mg	2,2	0,8	2,9
Perte au feu. . . . .	58,8	52,6	57,5
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique). . . . .	1,3 (1)	2,1	5,6
	99,0	102,2	97,8

a) Col d'Ambararata.

b) Au Sud du Col d'Ambararata.

c) Id. Id.

(1) Il y a 0,9 parties d'eau qui part dès la température de 255°.

On a dosé à part :

Silice soluble dans la soude caustique . . . . .	4,5		
Alumine soluble dans la soude caustique. . . . .	0,5		
Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	4,1	0,2	4,0
Il n'y a pas de sulfate.			

Ces assises calcaires aturiennes passent progressivement, vers leur partie supérieure, à des grès et sables quartzeux sans fossiles, par l'intermédiaire d'alternances de marnes blanches, chargées de silice et de grès blancs durs formant saillie (épaisseur : 50 mètres, au col d'Ambararata).

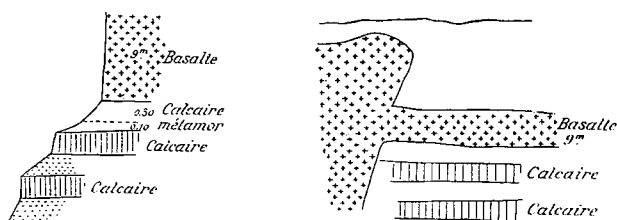


Fig. 69 et 70.— FILON ET FILON-COUCHE DE BASALTE DANS L'ATURIEN DU MASSIF DE L'EMBRASURE (Schéma).

Ces calcaires sont traversés par un filon-couche de basalte (fig. 69 et 70 ; et photographie, pl. III) dont on voit nettement la cheminée d'ascension.

**Baie du Tonnerre.** -- Dans le fond de la Baie du Tonnerre, viennent au-dessus des argiles bleues à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. des marnes blanches ou rouges où s'intercalent de petits bancs de grès (env. 0 m. 20). Elles m'ont fourni de nombreux débris d'*Inoceramus*.

Elles constituent la falaise du bord Est de la Baie du Tonnerre. Je les ai trouvées partout où la descente du plateau sur le bord de la mer est possible, en particulier à Ambadronga, où elles contiennent des débris d'*Inoceramus*, et au four à chaux du commandant IMHAUS.

L'altitude du contact avec les argiles cénomaniennes s'abaisse en allant du Nord au Sud.

**Massif de l'Ambongo-Abo.** — Dans le massif de l'Ambongo-Abo

ces marnes s'observent dans la vallée qui descend à Bobataolana entre 71 et 93 mètres d'altitude. J'y ai trouvé un *Lampadaster*.

On retrouve ces couches en descendant au Col du Courrier ; ce sont, là où on peut les voir à nu, des marnes blanches et rouges, caractérisées par des débris d'*Inoceramus* ; mais en général elles sont mal visibles, recouvertes par des produits d'altération ou des éboulis qui les masquent à peu près partout.

**Massif de Windsor-Castle.** — Je ne connais pas d'équivalents certains de l'Aturien aux environs de Windsor-Castle. Cependant on trouve au-dessus de l'argile bleue à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. des marnes jaunes, presque toujours remaniées, qui peuvent représenter l'Aturien. Elles sont séparées du Nummulitique par des sables assez épais.

Par contre l'escarpement de Dover-Castle montre au-dessus des marnes et grès emschériens à *Trigonarca Gadama* FORBES, des argiles gréseuses avec *Pectunculus*, *Rhynchonella* épaisses de 50 mètres.

Enfin, dans le Nord du massif, les pentes qui descendent du piton de Vatobe au village d'Antsikazo montrent au-dessous des calcaires à Nummulites des calcaires gréseux, puis des grès qui sont supportés par des marnes rouges et blanches avec quelques *Terebratula* et des débris d'*Inoceramus* (alt. 70 mètres).

**Bobaomby.** — Les mêmes couches s'observent dans le Sud du Bobaomby ; c'est toujours le même faciès des marnes blanches et rouges, caractérisé par des débris d'*Inoceramus*. On les voit bien à l'Ouest et au Nord d'Ankarafabe.

Elles y sont surmontées directement, sans intercalation de Nummulitique par les dépôts transgressifs de l'Aquitainien.

**Résumé.** — Les couches aturiennes, si riches en fossiles dans la Montagne des Français, deviennent de plus en plus stériles dans

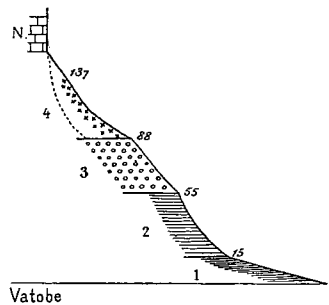


Fig. 71. — COUPE DE VATOBE.

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1 500.

(Voir la légende, p. 246).

les autres massifs ; on retrouve encore quelques rares oursins dans le massif de l'Ambongo-Abo ; mais, dans le massif de Windsor-Castle et à la baie du Tonnerre, on ne reconnaît plus le Sénonien supérieur qu'à son faciès de marnes blanches et rouges et à la présence de débris de test d'*Inoceramus*.

Ces variations rapides de faciès accentuent la ressemblance avec le Crétacé de l'Inde, où, par suite de ces modifications, la stratigraphie est encore incomplètement connue.

L'épaisseur des niveaux fossilifères paraît d'ailleurs très variable ; c'est au col d'Ambararata qu'elle est maximum ; déjà à Ambohimarina, la puissance a diminué, les marnes sont devenues rouges et schisteuses. Aussi, dans beaucoup de cas, est-il possible, à l'aspect seul de la gangue, de déterminer les gisements exacts d'où proviennent les fossiles. C'est ce que j'ai pu faire pour plusieurs des collections rapportés avant moi.

L'Aturien paraît transgressif et le niveau quartzifié et phosphaté à fossiles roulés emschériens pourrait être son conglomérat de base. J'ai montré, en effet, qu'en beaucoup de points l'Emschérien paraît manquer ; mais, là où on ne l'observe pas, il est toujours difficile de savoir s'il manque réellement ou s'il a pris le faciès des argiles bleues du Cénomanién.

#### Liste des espèces de l'Aturien du Nord de Madagascar.

<i>Nautilus</i> cf. <i>elegans</i> SOW.	<i>Micraster</i> sp.
<i>Lampadaster Gauthieri</i> LAMBERT.	<i>Infulaster Boulei</i> LAMBERT.
<i>Lampadaster Grandidieri</i> (COTTEAU) LAMBERT.	<i>Isaster</i> sp.
<i>Gueltaria Rocardii</i> (COTTEAU) LAMBERT.	<i>Isopneustes</i> sp.
<i>Menuthiaster Cotteaui</i> LAMBERT.	<i>Incrinus</i> .
<i>Micraster Meunieri</i> LAMBERT.	<i>Terebratula</i> .
	<i>Inoceramus</i> cf. <i>Cripsi</i> MANTELL.

#### L'ATURIEN DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

**Côte Ouest.** — Le Sénonien supérieur paraît bien représenté dans la région de Majunga, par des couches à *Ostrea*, signalées par

Stanislas MEUNIER (1893), BARON et NEWTON (1895, a), M. BOULE (1895), Ch. DEPÉRET (1896, a et b).

	MAHAMOVO (MAHAMOYO)	MEVARANO	BEZEVA
<i>Ostrea cf. proboscidea</i> d'ARCH. . . . .	M. Boule		
<i>Ostrea cf. bauriculata</i> LMK. . . . .	M. Boule		
<i>Ostrea Deshayesi</i> FISCH. . . . .	M. Boule		
= <i>O. santoniensis</i> d'ORB. . . . .	M. Boule St. Meunier	Depéret	
<i>Ostrea unguolata</i> SCHLOTH. . . . .	M. Boule	Depéret	
<i>Ostrea frons</i> . . . . .	St. Meunier		
<i>Ostrea columba</i> . . . . .	St. Meunier		
<i>Ostrea vesicularis</i> LMK. . . . .			
<i>Exogyra canaliculata</i> SCHLOTH. . . . .		Depéret	
<i>Alectryonia</i> . . . . .			Baron
<i>Cypræa Kayei</i> FORBES . . . . .		Depéret	
<i>Turritella pondicherrensis</i> F. in STOL. . . . .		Depéret	
<i>Ampullina cf. Mariæ</i> d'ORB. . . . .		Depéret	
<i>Cyphosoma</i> . . . . .		Depéret	
<i>Micraster</i> . . . . .		Depéret	

Ces couches formeraient aussi la base du piton volcanique du Tsitondroina (1) d'après GAUTIER (1902, Thèse, p. 79).

Le Sénonien supérieur paraît, dans cette région de Majunga, nettement transgressif : à Ambohitrombikely, il reposerait sur des calcaires rapportés par NEWTON au Bathonien (2). A Mevarano, Ch. DEPÉRET a signalé immédiatement au-dessous du Sénonien supérieur des grès et argiles à Dinosauriens qu'il regarde comme turo-niens ; le Sénonien inférieur (Emschérien) manquerait donc dans toute la région, ou serait tout au moins en régression si les couches à Dinosauriens devaient lui être attribuées.

Dans le Menabé, entre le Manambolo et la Tsiribihina, l'Aturien est certainement représenté. Des fossiles de ce niveau ont été signalés par BOULE et THEVENIN (1903, p. 436) ; *Scaphites hippocrepis* DEKAY ; *Turritites [Bostryhoceras] polyplocus* ROEMER ; *Pachydiscus*

(1) Cette donnée me paraît contestable en présence des récents documents fournis par le capitaine COLGANAP. La base du Tsitondroina paraît plutôt constituée par du Crétacé inférieur.

(2) GAUTIER (1902, Thèse, p. 78) déclare que cette attribution est contestée ; j'ignore par qui.

*Tweenianus* STOL., mais ils sont associés à des espèces emschériennes (voir p. 222), de sorte qu'il est probable qu'il y a eu, dans les récoltes, mélange d'espèces des deux niveaux.

Nous ne connaissons pas de gisement d'Aturien plus au Sud (1) ; par contre, on en a découvert plusieurs sur la côte Est et le fait est assez important pour mériter d'être traité à part.

**Les dépôts sédimentaires de la côte Est.** — On avait cru longtemps que la côte Est était absolument dépourvue de terrains sédimentaires ; l'absence de ces terrains était l'une des raisons principales sur lesquelles OLDHAM, SUSS, KOSSMAT, BLANFORD, etc., s'étaient appuyés pour émettre l'hypothèse d'un continent reliant l'Afrique à l'Inde (Lémurie des zoologistes).

C'est M. BOULE (1899) qui a démontré avec certitude que cette croyance à l'absence de terrains sédimentaires était inexacte et qu'il existait sur la côte Est des sédiments fossilifères d'âge néocrétacique.

En réalité, dès 1879, SIBRÉE rapportait que le Dr VINSON disait avoir vu sur la côte Est des grès jaunes avec fossiles. CRIÉ (1889) avait signalé, d'autre part, des sédiments tertiaires à Sainte-Marie-de-Madagascar avec *Araucarioxylon Grandidieri* CRIÉ (espèce non décrite, ni figurée). BARON (1896, b) avait trouvé à Vatomandry des calcaires fossilifères, mais les fossiles avaient été perdus et n'avaient pu être déterminés. Aussi BARON n'avait-il signalé le fait que dans un périodique malgache (*Antananarivo Annual*) extrêmement difficile à trouver ; car la collection complète ne semble pas exister en France ailleurs que dans la bibliothèque de M. A. GRANDIDIER.

C'est donc bien à M. BOULE que revient l'honneur entier de cette importante découverte. Depuis il a reçu, de cette même région, de nouveaux documents (1904 et 1905) et HENRI DOUVILLÉ (1904) a également confirmé le bien-fondé de ces faits.

Voici la liste des espèces recueillies dans ces localités, telle qu'elle résulte du récent travail paléontologique de M. BOULE et A. THEVENIN (1905) :

(1) Cependant M. G. GRANDIDIER a rapporté de la vallée du Filicrenana une série de fossiles sénoniens, parmi les quels se trouvent un *Lytoceras Indra* (voir M. BOULE et A. THEVENIN, 1905, p. 3).

*Lytoceras Indra* FORBES de Fanivelona ; *Volutilithes fanivelonensis* M. B. et A. TH. de Fanivelona ; *Fusus* [*Neptunea* ?] *excavatus* BLANF. de Fanivelona ; *Strombus* [*Pugnellus*] *crassicostatus* NOETLING de Fanivelona ; *Turritella* cf. *difficilis* D'ORB. de Fanivelona ; *T.* cf. *nodosa* RÖEMER de Fanivelona ; *T. breantiana* D'ORB. de Marohita ; *Pleurotomaria* de Fanivelona ; *Aporrhais* de Fanivelona ; *Ostrea* [*Alectryonia*] *ungulata* SCHLOTH, de Fanivelona et de Marohita ; *O.* cf. *Nicaisei* COQ. de Fanivelona ; *O.* [*Gryphæa*] *vesicularis* LMK. de Marohita ; *Spondylus calcaratus* FORBES de Fanivelona ; *Trigonia* cf. *scabra* LMK. de Marohita ; *Anatina* [*Cercomya*] *arcuata* FORBES de Fanivelona ; *Glycimeris orientalis* FORBES de Fanivelona ; *Cyprina* [*Cicatrea* = *Roudaireia*] *cordialis* STOL. de Marohita ; *Cardium* ; *Serpula* sp. de Fanivelona ; *Epiaster nutrix* LB. de Fanivelona ; *Hemiaster* cf. *tamulicus* KOSSMAT de Fanivelona ; *Næthingia Boulei* LB. de Marohita.

La présence de *Lytoceras Indra*, celle de *Ostrea ungulata*, de *Roudaireia* et d'oursins comme *Næthingia* doit faire considérer ces calcaires comme appartenant à la zone la plus supérieure du Campanien (1). On n'aurait aucune hésitation à affirmer cet âge s'il s'agissait d'une localité européenne.

Tels sont les faits.

M. BOULE les a interprétés en déclarant que cette découverte de fossiles sur la côte Est infirmait complètement l'hypothèse de l'existence d'un continent indo-malgache et que, peut-être dès l'époque jurassique, certainement à l'époque crétacique, Madagascar était une île.

É. HAUG (1899 et 1900, a), a fait remarquer que ces découvertes impliquaient seulement une transgression importante sur ce qu'il a appelé, *l'aire continentale australo-indo-malgache* et qu'elles ne nécessitaient nullement la disparition, c'est-à-dire la dislocation par effondrement, de cette aire à l'époque néocrétacique.

Enfin H. DOUVILLÉ (1904) a fait ressortir l'analogie qui existait entre le mode de dépôt du Néocrétacique sur la côte Est des Indes (Pondichéry) et sur la côte Est de Madagascar.

Si importante que soit cette découverte de fossiles sur la côte Est,

(1) Voir A. DE GROSSOUVRE. Sur la présence du *Roudaireia* dans la Craie pyrénéenne, *B.S.G.F.*, [4], III, 1903, p. 432, et H. DOUVILLÉ (1904).

il ne faut pas oublier les renseignements que fournit l'étude de la côte Ouest. L'analogie des formations sédimentaires de la côte Ouest de Madagascar avec celles de l'Inde avaient fait conclure à tous les auteurs qui s'étaient occupés de la question et à M. BOULE lui-même (1895) l'existence d'une ligne de rivage continue entre les deux pays. CH. DEPÉRET (1896) avait apporté également un argument important en signalant la très grande analogie des Dinosauriens terrestres de Madagascar et de l'Inde, à l'époque néocrétacique.

Il me paraît d'ailleurs qu'admettre que la côte Est ait déjà servi de rivage aux mers néocrétaciques, c'est admettre pour la grande faille indiscutable (1), qui la détermine, un âge ancien que contredit l'aspect de fraîcheur de cette faille. D'autre part la disparition à une époque très récente des grands oiseaux tels que l'*Æpyornis* de Madagascar, le Dronte de Maurice, etc., a amené GUILLAUME GRANDIDIER (1905) à considérer le morcellement de Madagascar comme la cause déterminante de cette disparition.

Enfin il est acquis, en particulier par les travaux de géologie comparée de E. HAUG (1900, a, p. 689 et suivantes) que la transgression aturienne a eu sur la plupart des aires continentales un grand caractère de généralité. Or précisément les dépôts signalés sur la côte Est de Madagascar appartiennent au Campanien supérieur (le Campanien est le sous-étage de la base de l'Aturien).

Il semble donc qu'il soit logique d'admettre que la transgression aturienne se soit fait sentir à cette époque d'une façon importante sur l'aire continentale australo-indo-malgache. Cette aire fut envahie par les eaux et réduite à une série d'îles. Mais cet envahissement put n'être qu'un épisode dans l'histoire du continent australo-indo-malgache et il ne s'ensuit nullement que *son morcellement fût dès lors commencé*. Le fait même que ces dépôts de la côte Est nous ont été conservés semble indiquer que la dislocation, à la faveur de laquelle ils l'ont été, est dans son état actuel, post-crétacique ; elle est probablement d'âge néozoïque très récent (2).

(1) En dehors de déterminations géologiques, l'existence de cette faille est bien reconnaissable à l'allure rigoureusement rectiligne de la côte et aux anomalies magnétiques signalées par COLIN (1900).

(2) M. E. HAUG a bien voulu me rendre attentif à l'analogie de ce qui se passe sur la côte Est de Madagascar et de ce que l'on observe, soit sur le bord du Massif Central, dans l'Ardèche par exemple, soit dans la vallée du Rhin

Aux époques triasique et jurassique dans le premier cas, à l'époque oligocène



**La faille de la côte Est de Madagascar.** — L'existence d'une faille le long de la côte Est de Madagascar est admise par beaucoup d'auteurs. A vrai dire, elle n'est pas prouvée d'une façon indiscutable ; aucun géologue n'a étudié cette région, les renseignements qu'on possède sur elle étant tous dus à des voyageurs. Mais cette hypothèse d'une faille le long de la côte Est de Madagascar peut seule expliquer un certain nombre de faits :

La *rectilinité absolue* de la ligne de côte, qui paraît de plus en plus rigoureuse au fur et à mesure que les travaux géodésiques se font plus précis ;

La *dénivellation brusque* qui existe entre les sommets de l'Ankaratra et les fonds de l'Océan Indien au large de Tamatave ;

L'existence de *tremblements de terre* dans toute cette région ;

La présence d'*anomalies magnétiques* le long de la côte, anomalies mises en évidence par les travaux du R. P. COLIN, qui n'ont malheureusement pas encore fait l'objet d'une publication d'ensemble.

On peut faire à cette hypothèse de l'existence d'une faille une objection assez plausible, tirée du fait que c'est toujours le même niveau aturien qui est mis au jour sur les différents points de la côte, éloignés les uns des autres de plus de 300 kilomètres. Dans l'hypothèse où la côte Est aurait joué le rôle de rivage oriental à partir de l'Aturien, ce fait s'explique de lui-même ; au contraire, dans l'hypothèse où l'Aturien serait un terme transgressif sur l'aire continentale malgache et où la faille serait post-aturienne, on se demande immédiatement pourquoi d'autres termes également transgressifs sur les aires continentales, le Cénomaniens, par

dans le second cas, un conglomérat de base s'est formé le long d'une falaise ; ce fait indique que la dislocation est prétriasique dans le premier cas, préoligocène dans le second. Mais d'autre part, ce conglomérat lui-même est affecté par la faille, de sorte que la faille est post-jurassique ou post-oligocène. — Ces failles du Massif Central de la vallée du Rhin ont donc rejoué à plusieurs reprises ce qui d'ailleurs paraît être le cas de presque toutes les dislocations de l'écorce terrestre.

Il est possible qu'à Madagascar le phénomène soit analogue ; cependant les dépôts de la côte Est ne sont pas de véritables conglomérats, mais des sédiments simplement détritiques, comme ceux qu'on observe à ce niveau dans presque tout Madagascar.

Tout au plus donc, pourrait-on admettre que cette faille a commencé à jouer dès le Néocrétacique et qu'elle n'a acquis toute son amplitude qu'à la fin du Néozoïque (voir plus loin),

exemple, ne sont pas représentés. Il est possible, tout d'abord, que le Cénomaniien existe sur la côte Est et que nous ne l'y connaissons pas encore. Mais, s'il n'y existait pas, il n'y aurait, à cette absence, rien d'étonnant. Le Cénomaniien est un des termes les plus nettement transgressifs sur les aires continentales, mais, en beaucoup de points, la transgression cénomaniienne s'est étendue beaucoup moins loin que la transgression aturienne et il est fort possible qu'elle ne se soit pas étendue sur toute la région malgache jusqu'à hauteur du méridien de Tamatave.

L'importance plus grande de la transgression aturienne, sur le continent australo-indo-malgache, paraît d'ailleurs un fait général, autant qu'on peut en juger par les documents incomplets que nous possédons.

C'est une question d'ordre général, encore mal étudiée, que de savoir si les différentes transgressions ont affecté de façon égale les différentes aires continentales. Il paraît certain que non ; mais la loi qui régit l'importance relative de ces transgressions n'est pas établie.

---

## NUMMULITIQUE

---

*Le Nummulitique dans le Nord de Madagascar.* — Historique — Mont-Raynaud. — Mont-Carré. — Montagne des Français — Presqu'île d'Orangea. — Baie du Tonnerre. — Massifs isolés dans la Baie de Diego-Suarez. — Cap Diego. — Massif de Windsor-Castle. — Massif de l'Ambongo-Abo. — Presqu'île Saint-Sébastien (?). — Nosy Be (?). — Iles du Port Radama. — Nosy Lava. — Liste des espèces du Nummulitique dans le Nord de Madagascar.

*Le Nummulitique dans le reste de Madagascar.*

### LE NUMMULITIQUE DANS LE NORD DE MADAGASCAR

**Historique.** — HERLAND, dès 1856, a indiqué que des calcaires nummulitiques surmontaient les coulées de basalte, à Tafiambiti\*, sur le plateau qui s'étend au Nord de Fascène entre ce village et le plateau d'Ampirègne\* (1).

La présence du Nummulitique a été signalée pour la première fois, avec certitude, par BARON (1895, a), à Nosy Faly\* (2) au large du Port Radama.

Dans l'Extrême-Nord, nous connaissons l'existence de calcaire à Nummulites à Diego-Suarez par M. BOULE (1901 ; et 1902, a, p. 57, fig. 42) qui en a figuré un échantillon ; on y reconnaît : *Alveolina cf. elliptica* Sow. et *Assilina cf. spira* Roissy. Mais, sur sa

(1) Je n'ai pu, malgré mes recherches, retrouver ce gisement.

(2) Cette Ile n'est marquée sur aucune carte ; j'ai des raisons de croire, d'après des renseignements indigènes, qu'elle est identique à celle connue sous le nom de Antany Mora.

carte géologique, M. BOULE a teinté comme appartenant à la même formation tout le Bobaomby et surtout la presqu'île Saint-Sébastien où rien d'analogue n'a été signalé.

Par contre, la carte de GAUTIER (1902), quoique postérieure à celle de M. BOULE (1901), n'indique pas du tout de Tertiaire aux environs de Diego-Suarez.

J'ai signalé moi-même à deux reprises (1903, b ; 1904, a) la présence de calcaire nummulitique aux environs de Diego-Suarez et de Nosy Lava.

Une partie des matériaux que j'ai rapportés ont été depuis étudiés par mon ami ROBERT DOUVILLÉ (1905), concurremment avec ceux que le Muséum d'Histoire naturelle avait reçus de divers voyageurs.

**Mont-Raynaud.** — Le sommet du Mont-Raynaud est constitué par un calcaire dur, très épais. Je n'y ai pas trouvé de fossiles. Cependant je suis porté à le rattacher au Nummulitique à cause de son analogie de faciès et de position avec les calcaires de la Montagne des Français.

D'autre part, aux environs de Besokatra, à la surface d'un petit mamelon, constitué par des marnes blanches, peut-être aturiennes, on trouve des blocs isolés d'un calcaire siliceux à *Nummulites*.

**Mont-Carré.** — Au-dessus des calcaires, sables et grès qui surmontent le niveau à *Lampadaster* et que je rattache encore au Crétacé, viennent des grès rougeâtres à stratification entrecroisée, par lesquels je fais hypothétiquement commencer le Tertiaire. Sur le versant oriental, on trouve, au lieu de ces grès rougeâtres à stratification entrecroisée, des calcaires à grès d'argile sur lesquels le Nummulitique repose directement. Ces grès rougeâtres (épaisseur : 45 mètres environ) sont, sur le versant occidental, surmontés par des sables blancs et des argiles à stratification régulière, sur 10 mètres environ. Dans aucune de ces formations, je n'ai trouvé le moindre fossile. Au-dessus viennent des calcaires.

**Montagne des Français.** — Une succession analogue à celle du Mont-Carré s'observe à Ambohimarina ; elle y est d'ailleurs moins complète ; les calcaires nummulitiques, très réduits, paraissent

reposer directement sur les grès rougeâtres sans intercalation des sables et argiles qu'on observe à Ambohimarina. Là encore, cette série est totalement dépourvue de fossiles.

Je croirais d'ailleurs volontiers que ce calcaire nummulitique d'Ambohimarina n'est pas rigoureusement en place ; il ne repose pas sur son substratum normal ; il y manque les couches sableuses que je rapporte à la base du Tertiaire et qui existent à

quelques kilomètres de là, d'une part à l'Est au Mont-Carré, d'autre part à l'Ouest au Mont-Raynaud. Les couches sableuses ont disparu peu à peu par érosion et le bloc de calcaire nummulitique du sommet d'Ambohimarina,

plus résistant, est demeuré, descendant sur place au fur et à mesure que son substratum disparaissait. C'est un phénomène que j'invoquerai plus loin (p. 241) pour expliquer les anomalies observées dans la baie de Diego-Suarez.

Les sources qui alimentent, ou plutôt qui alimentaient Ambohimarina (1), proviennent des suintements à travers les calcaires qui constituent le sommet du mamelon. Cette eau est déplorable au point de vue sanitaire, le sommet du mamelon ayant été occupé à certaines époques par un véritable cimetière malgache.

Elle est très chargée en calcaire et en carbonate de magnésium ; elle pèse 11° à l'hydrotimètre. L'analyse en a été faite au Laboratoire de chimie de l'École Polytechnique :

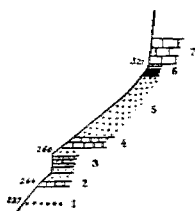


Fig. 72. — COUPE DU MONT-CARRÉ

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 7. — Calcaire ruiniforme.                           | } Nummulitique. |
| 6. — Sables et argiles.                             |                 |
| 5. — Grès rougeâtres.                               |                 |
| 4. — Calcaire cristallin blanc                      | } Aturien.      |
| 3. — Sables et grès blancs.                         |                 |
| 2. — Marnes gréseuses à <i>Lampadaster</i> .        |                 |
| 1. — Conglomérat ferrugineux à <i>Peroniceras</i> . |                 |

Carbonate de calcium.....	0 gr., 395
Carbonate de magnésium.....	0 gr., 162
Sulfate de calcium.....	0 gr., 074
Silice.....	0 gr., 010
Alumine.....	0 gr., 040
Chlorure de calcium.....	0 gr., 063
Carbonate de sodium.....	0 gr., 043
	0 gr., 787 par litre.

Le calcaire à Nummulites se présente à la Montagne des Français en grandes masses horizontales qui constituent sur 50 à 100 mètres d'épaisseur l'escarpement terminal des différents massifs.

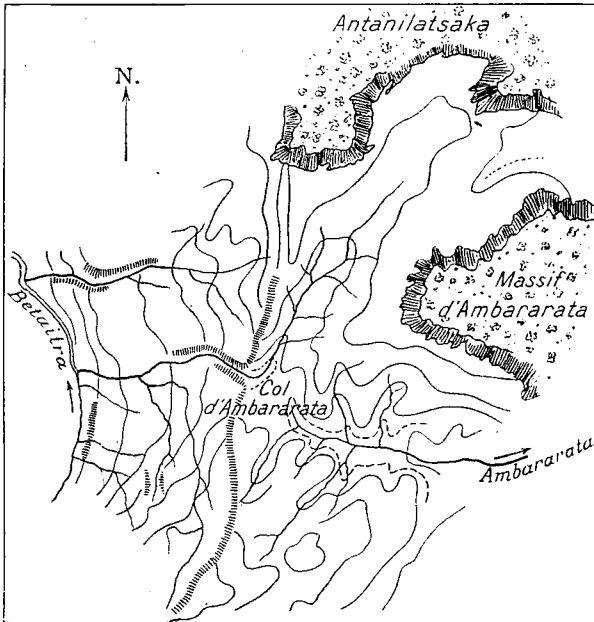


Fig 73. — CARTON MONTRANT LA DISPOSITION DES CALCAIRES NUMMULITIQUES (ANTANILATSAKA ; MASSIF D'AMBARARATA) AU-DESSUS DES MARNES CRÉTACÉES.

Échelle : 1/25 000

(d'après le plan directeur au 1/20 000 de la Montagne des Français).

Au Mont Bararata il paraît commencer à l'altitude 240 mètres ; on l'observe presque jusqu'au sommet (alt. 380 mètres) qui est constitué par des basaltes filoniens (1).

(1) J'avais supposé autrefois (1903, b) que ces basaltes du Mont Bararata étaient

A l'Anosirave (voir la photographie, pl. II), cet escarpement peut être étudié facilement, grâce aux travaux qui ont été faits pour faciliter l'accès d'un observatoire militaire situé au sommet (Tunnel, etc.). Il est constitué par un calcaire très dur, sans fossiles, absolument homogène sur toute la hauteur.

**Presqu'île d'Oranjia.** — Je ne connais pas de calcaire à Nummulites en place dans la presqu'île d'Oranjia. Il faut cependant signaler la présence entre les marnes cénomaniennes à *Ostrea Foisseyi* P. LEM, et les tufs fossilifères, du signal d'Oranjia, la présence vers 30 mètres d'altitude, de calcaires qui ont été exploités pour la fabrication de la chaux par MM. IMHAUS, DUBOIS et PIVERT.

L'analyse chimique de ce calcaire a été faite au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers à Paris ; en voici les résultats, tels qu'ils m'ont été aimablement communiqués par M. IMHAUS :

	DESSUS	DESSOUS
Silice, SiO <sup>2</sup> .....	3,15	15,00
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	1,35	6,45
Oxyde ferrique, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....	0,20	1,30
Chaux, CaO .....	52,00	41,50
Magnésie, MgO .....	0,18	0,324
Soufre, S .....	0,055	0,034
Perte au feu .....	43,00	35,350
Pertes et non dosé .....	0,065	0,042
	100,000	100,000

**Baie du Tonnerre.** — Il existe, dans le fond de la Baie du Tonnerre, immédiatement au-dessus des marnes aturiennes à *Inoceramus*, des calcaires qui doivent être attribués au Nummulitique.

**Massifs isolés dans la Baie de Diego-Suarez.** — L'un des faits les plus curieux de la géologie de la Baie de Diego-Suarez est, en plusieurs points, au Pain de Sucre, à Ankourik, au Cap-Diego, à l'île du Sépulcre, la présence au niveau même de la mer des massifs de calcaires nummulitiques. Sur tout le pourtour, au

les témoins d'une grande coulée venant du Massif d'Ambre. Il n'en est pas ainsi ; j'ai pu découvrir depuis dans l'escarpement boisé à l'Ouest du mont Bararata la cheminée d'ascension du filon.

contraire, à la Montagne des Français, à l'Ambongo-Abo, dans le massif de Dover-Castle, ce même calcaire se trouve à des altitudes considérables (100 à 300 m.).

Sa présence, dans ces îlots, est d'autant plus remarquable que ces massifs calcaires se trouvent exactement au niveau des argiles cénomaniennes que l'on suit facilement et qui n'ont subi aucun déplacement. Admettre que ces calcaires nummulitiques sont là dans leur position normale, c'est-à-dire supportés par tout l'Emschérien et tout l'Aturien, serait nécessiter un système très compliqué de failles, absolument hypothétiques, se compensant rigoureusement deux à deux et ne se prolongeant pas dans le Cénomaniens.

Je crois plus vraisemblable d'admettre que ces îlots de calcaire ne sont pas dans leur position normale, que leur soubassement d'Emschérien et d'Aturien manque presque complètement (1).

Ce seraient des blocs énormes, résidus et témoins des couches qui jadis s'étendaient d'une façon continue sur toute la baie à une altitude de 200-300 mètres, depuis la Montagne des Français jusqu'aux massifs de l'Ambongo-Abo et de Dover-Castle.

Les couches sous-jacentes, très friables, formées de marnes sableuses et de grès emschériens et aturiens auraient été enlevées peu à peu par l'érosion ; les calcaires éocènes plus durs, plus résistants seraient ainsi restés en place ou à peu près en place, descendant verticalement au fur et à mesure du départ des couches sous-jacentes et glissant au fur et à mesure des éboulements, des escarpements d'alors sur le fond des vallées anciennes.

Ils seraient des *éboulis anciens*, comme les petits massifs calcaires qui s'étendent entre l'Anosirava et la Baie des Français sont des éboulis actuels.

Le fait de la disparition du soubassement argileux des massifs nummulitiques, pour être net et frappant par son étrangeté, dans les îlots de la baie de Diego-Suarez, n'en existe pas moins ailleurs.

Le calcaire nummulitique d'Ambohimarina ne repose pas sur son substratum normal : il y manque les couches sableuses, rapportées à la base du Tertiaire qui existent à quelques kilomètres

(1) Il ne manque pas complètement cependant, car on trouve des traces de marnes blanches aturiennes au Pain de Sucre et même à Cap-Diego.



d'Ambohimarina, à l'Est au Mont-Carré, à l'Ouest aux Bastions.

Dans le même ordre d'idées, je citerai la présence du massif calcaire d'Andrakaka, au Sud-Ouest de l'isthme de ce nom et à l'est de l'Ambongo-Abo. Il constitue, lui aussi, un résidu de couches jadis en place : mais là le substratum est formé, non par le Céno-manien, mais par les grès emschériens.

Il est d'ailleurs trop éloigné de l'escarpement actuel de l'Ambongo-Abo pour pouvoir en provenir ; il s'en est détaché à une époque où cet escarpement n'avait pas encore reculé si loin dans l'Ouest.

Dans la baie même d'Andlohazompona, j'ai découvert un petit lambeau de calcaire nummulitique qui a une dizaine de mètres de hauteur à peine et dont les dimensions ne dépassent guère plus de 100 mètres dans chaque sens. Il repose, à l'altitude 0 m., sur les argiles bleues du Crétacé moyen.

Dans ces deux cas, la superposition est très nette et il n'est pas possible de chercher dans l'existence de failles compliquées et hypothétiques l'explication de l'existence de ces petits massifs calcaires.

Enfin, au-dessous des coulées de basalte de la Fontaine Tunisienne, on trouve sur les argiles cénomaniennes des oursins sénoniens et des blocs de calcaire nummulitique, résidus probables des couches qui s'élevaient à cette place.

Je montrerai plus loin quelles conséquences on peut tirer au point de vue de la paléogéographie de l'existence de ces *éboulis anciens* dans la Baie de Diego-Suarez.

**Cap-Diego.** — Le Massif du Cap-Diego est le plus important de ces massifs éboulés (voir la photographie, pl. II).

Sa structure de détail est extrêmement compliquée. Il est formé de deux sommets (altitude 69 mètres), séparés par un col, où se trouve bâtie une petite maison. Chacun de ces sommets est constitué par des calcaires plongeant de part et d'autre vers le col.

En quelques points, on trouve des sables argileux blancs ou rouges que l'on peut peut-être considérer comme des restes du substratum aturien. Ces calcaires sont traversés par un filon de basalte, visible surtout près de l'escalier, qui, du point de débarquement, monte à la petite maison du col.

Ce sont des calcaires blancs zoogènes où j'ai recueilli : *Ortho-phragmina discus* RUTIMEYER ; *Alveolina elliptica* Sow. ; *Assilina* cf. *Leymeriei* D'ARCH. (1). En ce point, les Alvéolines ne sont pas du tout flosculinisées.

D'autre part, R. DOUVILLÉ (1905) signale dans un calcaire rapporté de Diego-Suarez (2), par M. GEAY : *Alveolina* cf. *oblonga* D'ORB. ; *Ortho-phragmina lanceolata* SCHL. ; *O. Pratti* MICH. ; *Nummulites Lucasi* (= *N. helvetica* KAUFMANN) (1), du Bartonien.

Au dessus viendraient des bancs avec *Alveolina subpyrenaica* LEYM. ; *Nummulites* ; *Ortho-phragmina didiscus* RUT. ; remarquables par l'absence des *Ortho-phragmina* rayonnées, si abondantes dans le niveau inférieur.

Il est à remarquer que, si elle est exacte, cette succession, due à M. GEAY, est probablement renversée. Les couches inférieures avec *N. Lucasi* seraient du Bartonien ; les couches supérieures avec *O. discus* appartiendraient plutôt au Lutétien supérieur.

**Massif de Windsor-Castle.** — Tout le sommet du massif qui comprend les pitons de Windsor-Castle, Dover-Castle et Vatobe est constitué par des calcaires à Nummulites. Ces calcaires à Nummulites ne reposent pas sur les marnes sénoniennes ; on trouve, à leur base, de puissants bancs sableux, bien visibles surtout à Windsor-Castle ; par contre, à Dover-Castle et à Vatobe ces bancs sableux ne se voient pas ; ils doivent être cachés par des tufs basaltiques qui s'observent à ce niveau.

La puissance des calcaires nummulitiques est très considérable. A Windsor-Castle (alt. 393 mètres), la base paraît se trouver vers 317 mètres [épaisseur 76 mètres]. A Dover-Castle, ils s'étendent de 220 mètres à 274 mètres [épaisseur 54 mètres]. A Vatobe, on les voit depuis l'altitude 150 mètres environ jusqu'à 240 mètres [épaisseur 90 mètres].

Tous ces chiffres sont d'ailleurs des minima ; car on ne voit jamais les couches qui les surmontent normalement : les pitons de Windsor-Castle, Dover-Castle, Vatobe sont, jusqu'à leur sommet, constitués par ce calcaire nummulitique ; à l'Ouest d'Antsikazo, où

(1) Déterminations de M. ROBERT DOUVILLÉ.

(2) J'ai lieu de croire, d'après l'aspect des échantillons de M. GEAY, qu'ils proviennent du Cap-Diego.

il est recouvert par l'Aquitanien transgressif, ce calcaire est très réduit et manifestement incomplet ; il manque d'ailleurs plus au nord, en particulier, au Nord d'Ankarafabe, où l'Aquitanien repose directement sur le Sénonien.

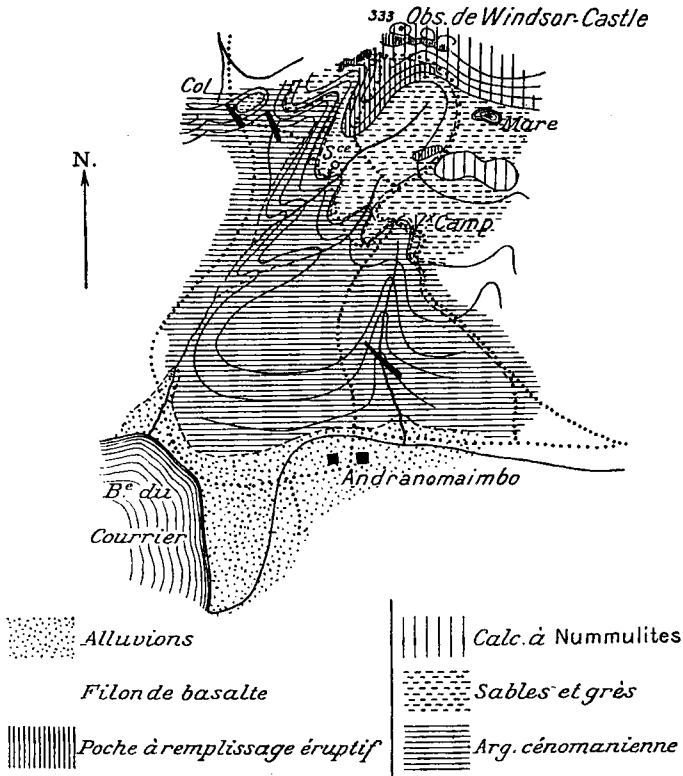


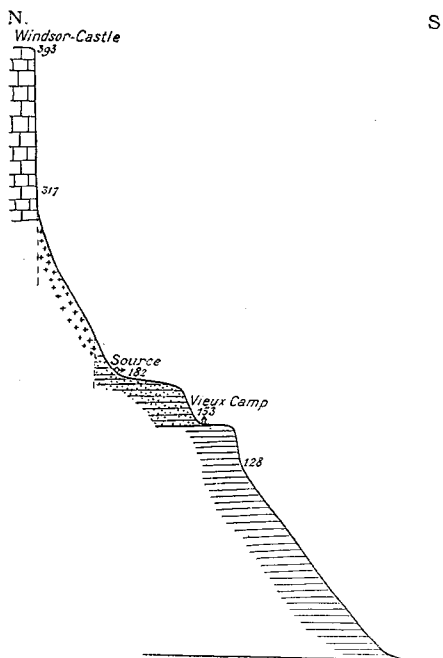
Fig. 74. — CARTE DES ENVIRONS DE WINDSOR-CASTLE

Échelle : 1/400 000

A Windsor-Castle, on observe un calcaire tendre, se polissant assez mal, jaune clair, avec : *Orthophrugmina discus* RÜTIMEYER ; *O. Archiaci* SCHLUMBERGER ; *O. dispansa* Sow. (1) ; *Lithothamnium* cf. *Aschersoni* SCHWAGER. Les Alvéolines sont légèrement fosculinisées en ce point.

(1) Déterminations de M. ROBERT DOUVILLÉ.

A Dover-Castle, c'est encore un calcaire jaune clair avec *Ortho-  
phragmina discus* RUTI-



[Fig. 104. — COUPE DE WINDSOR-CASTLE.

constituée également par des calcaires probablement bartoniens qui contiennent : *Orbitolites* ; *Alveolina* ; *Ortho-  
phragmina stel-  
lata* D'ARCH. ; *Nummulites Luca-  
sana*.

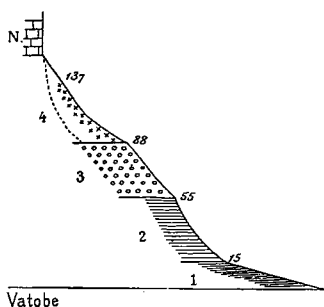


Fig. 77. — COUPE DE VATOHE.

Longueurs : 1/25 000.

Hauteurs : 1/5 000.

S. *O. dispansa* SOW. ; *Assilina* cf. *Ley-  
merici* D'ARCHIAC.

A Vatohe, entre les marnes aturiennes à *Inoceramus* et les calcaires à *Nummulites* s'intercalent des grès sans fossiles, qui peuvent être l'équivalent des sables de la base de Windsor-Castle et de ceux de la Montagne des Français; ils représenteraient le Tertiaire inférieur. Le contact avec le calcaire nummulitique est masqué par des tufs volcaniques.

Plus au Nord, la falaise d'Antsikazo, est

constituée également par des calcaires probablement bartoniens qui contiennent : *Orbitolites* ; *Alveolina* ; *Ortho-  
phragmina stel-  
lata* D'ARCH. ; *Nummulites Luca-  
sana*.

L'épaisseur des calcaires à *Nummulites* est ici très réduite : ils sont surmontés par des couches aquitaniennes transgressives.

**Massif de l'Ambongo-Abo.**—

Les calcaires à *Nummulites* forment des escarpements importants dans l'Ambongo-Abo.

Je n'ai pu observer leur base avec certitude ; mais je suis porté à admettre qu'elle se trouve vers l'altitude de 140 à 150 mètres ; en tous cas, à l'Ouest de l'Ambongo-Abo (sommet du milieu), elle est certainement au dessus de 160 mètres, tandis que les sommets de l'Ambongo-Abo s'élèvent, en ce point, à 270 mètres (épaisseur 110 à 130 mètres).

On les observe, d'autre part, sur 40-50 mètres dans le petit massif éboulé d'Andrakaka.

Mais, je le répète, ces chiffres ne sont que des minima.

Le calcaire de l'Ambongo-Abo contient : *Orthophragmina discus* RÜTIMEYER ; *Orth. dispansa* Sow. ; *Alveolina frumentiformis* SCHWAGER ; *Alv. elliptica* Sow. (1).

Au Sud de l'Andranotsara, j'ai recueilli un calcaire dur, foncé, presque bleuâtre, sur le fond duquel les Alvéolines se détachent en bancs. On y trouve : *Alveolina elliptica* Sow., formes très fortement flosculinisées ; *Alv. frumentiformis* SCHWAGER, du Désert Lybique ; *Orthophragmina discus* RÜTIMEYER, du Lutétien supérieur ; *Orth. Chudeaui* SCHLUMBERGER ; *Orth. dispansa* Sow. ; *Assilina granulosa-Leymeriei* D'ARCH., du Lutétien inférieur et moyen d'Aquitaine ; *Assilina* cf. *spira* ROISSY (1), du Lutétien inférieur et moyen.

**Presqu'île Saint-Sébastien.** — La presqu'île Saint-Sébastien a été teintée par M. BOULE (1901) en Nummulitique. Il y a probablement eu là une erreur de coloriage ; car cet auteur ne signale rien à ce sujet dans le texte et je n'ai rien vu de tel dans cette presqu'île qui est constituée par des roches éruptives, laissant seulement entrevoir par places le substratum cénomaniens.

**Nosy Be.** — Des calcaires nummulitiques ont été signalés par HERLAND (1856, a et b) à Nosy Be. Je me suis rendu au point indiqué et n'ai rien vu qui puisse être rapporté au Nummulitique. Il ne paraît y avoir dans la presqu'île de Tafiambiti que des schistes liasiques surmontés de basaltes et de tufs basaltiques.

M. VILLIAUME, qui a beaucoup parcouru l'île, m'a dit n'avoir, lui non plus, jamais rien rencontré qui ressemblât à des calcaires nummulitiques.

(1) Déterminations de M. ROBERT DOUVILLÉ.

**Iles de Port Radama.** — Antany Mora me paraît pouvoir être identifiée avec Nosy Faly où BARON signale du Nummulitique. NEWTON a déterminé dans les récoltes de BARON.

Je n'ai malheureusement pas pu me rendre à Antany Mora. J'ai pu seulement l'apercevoir de Nosy Berafia. Elle paraît formée à sa base de couches tendres et surmontée à sa partie supérieure par un escarpement de roches plus dures (basalte ou calcaire à Nummulites) qui plonge rapidement vers l'Ouest.

Je n'ai pas observé de calcaire à Nummulites dans les autres îles de Port Radama que j'ai visitées, ni à Nosy Kalakajora, ni Nosy Berafia dont je n'ai vu que la côte ouest. Cependant, l'un des colons, établis à Nosy Berafia, a dit à M. COLCANAP y avoir trouvé les mêmes Nummulites qu'à Nosy Lava ; c'est d'après ce renseignement que j'ai teinté en Nummulitique une partie de Nosy Berafia.

**Nosy-Lava.** — L'île de Nosy Lava est entièrement constituée par des calcaires nummulitiques.

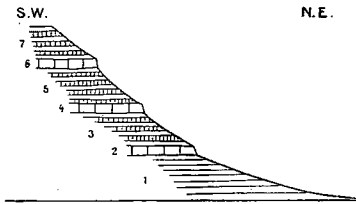


Fig. 78. — COUPE DE NOSY LAVA.

Hauteurs : 1/10 000.

Longueurs : 1/2 000.

Légendes : 7. Alternances d'argiles et de calcaires peu fossilifères.

— 6. Calcaire à grosses Nummulites.

L'existence de l'Éocène en ce point n'avait jamais été signalée. Je l'ai indiquée pour la première fois en 1903 (1903, b, p. 570) ; depuis ROBERT DOUVILLÉ (1905) a étudié les fossiles provenant des récoltes que M. COLCANAP et moi avons, chacun de notre côté, faites en ce point ; il a ainsi déterminé :

*Nummulites biarritzensis* D'ARCHIAC du Lutétien moyen et supé-

rieur ; *N. Carteri* D'ARCH. ; *Orthophrugmina Colcanapi* R. DOUV.

J'y ai recueilli un fragment d'Oursin que M. J. LAMBERT a bien voulu examiner et rapporte au genre *Conoclypeus*, sans pouvoir le déterminer spécifiquement.

**Résumé.** — En résumé, il paraît y avoir dans les échantillons rapportés des représentants de deux niveaux :

Bartonien du Cap-Diego (M. GEAY) et de Antsikazo avec *N. Lucasanus*, *O. Pratti* MICH.

Lutétien supérieur de Nosy Lava avec *N. biarritzensis* D'ARCH. et des environs de Diego-Suarez avec *Assilina*, *Orthophragmina discus* RUT.

### Liste des espèces du Nummulitique dans le Nord de Madagascar

<i>Conoclypeus.</i>	<i>Orthophragmina Chudeaui</i> SCHLUMBERGER.
<i>Nummulites biarritzensis</i> D'ARCHIAC.	<i>Orthophragmina discus</i> RÜTIMEYER.
<i>Nummulites Carteri</i> D'ARCHIAC.	<i>Orthophragmina dispansa</i> SOWERBY.
<i>Nummulites lucasanus</i> (= <i>N. helvetica</i> KAUFMANN).	<i>Orthophragmina Colcanapi</i> R. DOUVILLÉ.
<i>Assilina granulosa-Leymeriei</i> D'ARCHIAC.	<i>Orthophragmina Douvillei</i> SCHLUMBERGER.
<i>Assilina cf. spira</i> ROISSY.	<i>Orthophragmina stellata</i> D'ARCHIAC.
<i>Orthophragmina Pratti</i> MICHELOTTI.	<i>Alveolina elliptica</i> SOWERBY.
<i>Orthophragmina lanceolata</i> SCHLUMBERGER.	<i>Alveolina frumentiformis</i> SCHWAGER
<i>Orthophragmina Archiaci</i> SCHLUMBERGER.	<i>Alveolina pyrenaica</i> LEYMERIE.
	<i>Lithothamnium cf. Aschersoni</i> SCHWAGER.

### LE NUMMULITIQUE DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

De l'Éocène a été récemment signalé par TORNQVIST (1905) à Majunga et à l'île Mahakamba, d'après les matériaux rapportés par VOELTZKOW. Les fossiles cités par TORNQVIST sont : *Schizaster hova* TORNQ. ; *Fibularia Voeltzkowi* TORNQ. ; *Fibulina gracilis* TORNQ. ; *Alveopora gracilis* TORNQ. ; *Dendracis meridionalis* TORNQ. ; *Millepora cylindrica* REUSS ; *Stylophora annulata* REUSS ; *Stylaster* ; *Magilus grandis* TORNQ.

D'ailleurs, GAUTIER (1902, p. 84, 85 ; 1 fig.) y avait déjà signalé des grès rouges qu'il disait tertiaires, sans apporter de preuves paléontologiques ; selon lui A. GRANDIDIER aurait, depuis longtemps, signalé la présence de fossiles éocènes dans la Baie de Bombetoka (1). GAUTIER (1902, p. 84) en avait signalé dans l'île de

(1) D'après GAUTIER (1902 p. 84). Dans la note indiquée en référence, il n'est pas question de la Baie de Bombetoka, mais seulement des environs de Tulear.

Mahakamba, qui n'ont pas encore été décrits ; ce sont, comme j'ai pu m'en assurer, les mêmes que ceux signalés par TORNQVIST.

Cet Éocène de Majunga a, d'ailleurs, un aspect très spécial ; j'ai pu voir, au Muséum d'Histoire naturelle, grâce à l'obligeance de M. BOULE, les matériaux de GAUTIER et ceux que TORNQVIST lui avait envoyés à titre de comparaison. Il s'agit, non pas de calcaires massifs comme dans le Nord de l'île, mais de sables tendres, friables ; la faune est d'ailleurs toute différente.

Les espèces signalées par TORNQVIST n'entraînent d'ailleurs pas la conviction absolue que l'on ait affaire à de l'Éocène. Le *Magilus grandis* n'a aucune valeur au point de vue stratigraphique ; mais il paraît caractéristique de cette formation des environs de Majunga ; on le retrouve dans tous les envois et il a été rapporté également de l'Extrême-Sud de Madagascar par M. G. GRANDIDIER et par M. GAUTIER (1).

Dans la région de Morondava, sur le fleuve de ce nom, à Besakondry, VUILLAUME a recueilli un calcaire à cassure conchoïde, où H. DOUVILLÉ (1899 ; p. 386 et 394) a reconnu *Ostrea* du gr. de *O. edulis*, *Echinanthus* et SCHLUMBERGER *Idalina*, *Archiacina*. On est donc en présence de l'Éocène inférieur ou, peut-être, du Crétacé supérieur ; Ces calcaires sont surmontés de grès micacés et de schistes. GAUTIER (1902 ; p. 68-87 et carte géologique) a confirmé ces données et précisé l'extension de ces dépôts.

Enfin, tout à fait dans le Sud, on connaît depuis longtemps, à la suite des voyages de A. GRANDIDIER, la présence de l'Éocène. P. FISCHER (1876), avait indiqué : *Alveolina* cf. *ovoidea* D'ORB. ; *A. longa* GIJZEK ; *Orbitoides* cf. *papyracea* BOUBÉE ; *Neritina Schmidliana* CHEMN. ; *Ostrea pelecydion* FISCHER (2) ; *Triloculina* cf. *trigonula* D'ORB. ; *Terebellum obtusum* SOW. ; *Ostrea Grandidieri* FISCHER (2) ; *O. hippocastanum* FISCHER (2). Depuis GAUTIER (in BOULE, 1895 ; et GAUTIER, 1902 ; p. 88) a rapporté ces deux derniers fossiles de ce même point.

L'existence de ces différents gisements, qui paraissent à peu près du même âge, permet, comme l'a fait M. BOULE (1901 ; p. 683), d'admettre la présence d'une ceinture à peu près continue des terrains nummulitiques le long de la côte ouest de Madagascar.

(1) D'après les échantillons que j'ai vus dans les collections de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle.

(2) Ces espèces n'ont pas été figurées.



## AQUITANIEN

Historique. — Aquitanien de la presqu'île Tanifotsy. — Coupe du Cap Vatomainy à Ambohibiry. — Phare d'Ambre. — Plateaux d'Antsikazo et d'Ankarafabe. — Coupe de la Sabantana à Ambatohafo. — Nosy Kalakajoro. — Presqu'île Radama. — Liste des principaux fossiles recueillis dans l'Aquitaniien. — Résumé.

**Historique.** — L'Aquitaniien n'avait jamais été signalé dans la région qui nous occupe, ni même à Madagascar. La région où je l'ai découvert, le Bobaomby, était absolument inconnu au point de vue géologique.

Quelques auteurs avaient cependant émis des hypothèses sur sa nature. CORTESE considère cette région comme entièrement volcanique. BARON (1895, a) n'en parle pas. M. BOULE (1901) a, sur sa carte, teinté tout le Bobaomby en Éocène tandis que, sur la sienne, GAUTIER (1902) indique cette région comme composée de terrains volcaniques, négligeant le fait précis, signalé par M. BOULE, de l'existence de calcaire à Nummulites dans le Massif de Windsor-Castle.

J'ai indiqué (1903) que, dans cette région, il existait, fait unique jusqu'alors à Madagascar, du Miocène inférieur (Aquitaniien) à *Lepidocyclina*, associé à des tufs basaltiques et transgressif sur les couches sous-jacentes.

Depuis, j'ai, dans un mémoire en collaboration avec mon ami ROBERT DOUVILLÉ (1904), fait la revision du genre *Lepidocyclina* et des espèces qu'il contient. Nous avons reconnu à Madagascar la

présence de *L. Mantelli* MORTON, *L. Raulini* L. et D. ; *L. Morgani* L. et D. ; *L. Gallieni* L. et D. ; *L. Joffrei* L. et D.

Nous avons montré que, en beaucoup de régions du globe, l'Aquitanien, nettement caractérisé par le genre *Lepidocyclina*, se liait insensiblement, par sa partie supérieure, aux couches burdigaliennes, tandis que sa partie inférieure repose en transgression sur les couches sous-jacentes.

Nous sommes arrivés, de plus, à cette conclusion que, contrairement aux idées des géologues français, et conformément à celles de la plupart des auteurs étrangers, l'Aquitanien devait être séparé de l'Oligocène et rangé à la base du système miocène (1).

Enfin, nous avons indiqué comment, dans l'Aquitanien des régions méditerranéennes, on était amené à distinguer plusieurs zones, caractérisées par les *Lepidocyclina*. Ces zones ont été retrouvées depuis, tant dans le Piémont (2) qu'à Bornéo (3). Ce sont :

- Z. à *L. sumatrensis*, *L. Morgani*, etc.
- Z. à *L. marginata*.
- Z. à *L. dilatata*.
- Z. à *L. Raulini*.

J'ai constaté, à Madagascar, la présence d'au moins deux de ces zones ; l'une est caractérisée par une forme indifférenciable de *L. Raulini* MORTON, l'autre par *L. Gallieni* L. et D. qui paraît n'être qu'une race de *L. dilatata* MICHX.

**Aquitanien de la Presqu'île Tanifotsy.** — Une bonne coupe peut être relevée (fig. 79), en allant du Sud-Ouest au Nord-Est, suivant le sentier de Ambadronga à Andravy.

A Ambadronga, au niveau même de la mer, des marécages et la présence de petites sources indiquent l'existence des argiles bleues cénomaniennes dont on ne voit pas nettement les affleurements, et qui sont le prolongement de celles qu'on observe dans le fond de la baie du Tonnerre (p. 201). Au dessus, viennent des argiles d'un blanc rougeâtre, quand elles sont fraîches, devenant jaunes à

(1) Cette solution a été adoptée récemment par A. DE LAPPARENT dans la nouvelle édition (1906) de son traité de Géologie.

(2) ROBERT DOUVILLE et PREVER. Sur la succession des faunes à *Lepidocyclines* dans le bassin du Piémont. *C. R. Somm. Soc. Géol.*, Réun. extraord. à Turin, 1905, p. 149-151.

(3) H. DOUVILLÉ. Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. *B.S.G.F.*, [4], V. 1905, p. 435.

la suite d'altérations et de remaniements ; dans ces argiles, s'intercalent quelques bancs plus calcaires et des débris d'*Inoceramus*. L'âge sénonien de ces couches ne peut donc faire l'objet d'aucun doute.

Au dessus de ces assises, d'âge crétacé, viennent des calcaires blancs  $a^1$ , puis des sables blancs  $a^2$ , sans fossiles ; ils sont surmontés aux environs d'Andravy par des calcaires très friables  $a^3$  qui contiennent : *Lepidocyclina Gallieni* L. et D. ; *Phyllacanthus imperialis* ; *Aturia* cf. *Aturi* BASTEROT ; *Terebra subacuminata* WOODWARD ; *Mathilda* sp., etc.

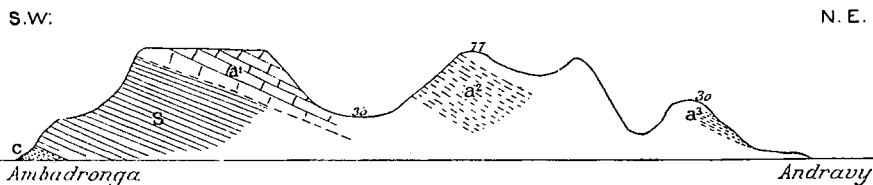


Fig. 79. — COUPE DE L'AQUITANIEN DU CAP TANIFOTSY

Échelles. Longueurs : 1/25 000 ; Hauteurs : 1/3 000

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| S. — Argiles sableuses sénoniennes | $a^3$ Calcaire fossilifère à <i>Ph. imperialis</i> |
| C. — Argiles bleues cénomaniennes  | $a^2$ Sable blanc                                  |
|                                    | $a^1$ Calcaire blanc                               |

La base de l'Aquitanién s'observe mieux un peu plus au sud. On voit (fig. 80) près du four à chaux, exploité en 1902-1903 par M. le commandant IMHAUS, des calcaires  $a^1$  avec *Lithothamnium*, reposant sur les argiles sableuses S du Sénonien ; ces calcaires sont surmontés par des calcaires friables  $a^2$  qui ne contiennent guère que : *Lepidocyclina Raulini* L. et D. ; *Cidaris striatogranosus* D'ARCHIAC ; *Cidaris* cf. *acicularis* D'ARCHIAC.

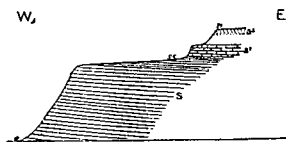


Fig. 80. — COUPE AUX ENVIRONS DU FOUR A CHAUX IMHAUS

Échelles. Longueurs : 1/25 000.  
Hauteurs : 1/3 000.

- |  |
|--|
| S. Argiles sableuses sénoniennes       |
| $a^1$ Calcaire à <i>Lithothamnium</i>  |
| $a^2$ Calcaires à <i>Lepidocyclina</i> |

**Coupe du Cap Vatomainy à Ambohibiry.** — Au Cap Vatomainy (fig. 82), on voit à la base, près de la case du gardien de la batterie, des calcaires un peu fossilifères. Au dessus, près de l'entrée du tunnel, des basaltes compacts succèdent à ce calcaire et forment vers l'Est

et vers le Sud un escarpement abrupt. Il m'a été impossible de voir le contact rigoureux des deux formations ; à en juger par la nature des débris du sol, il se fait très brusquement.

Au Nord du Cap Vatomainy, on trouve des sables et des grès blancs ou jaunes en bancs à peu près horizontaux ; à la surface de ces sables, on trouve de nombreux blocs de basalte sans que nulle part on puisse apercevoir ces basaltes en place ; là, comme ailleurs, il y a vraisemblablement de petits filonnets de basaltes, intercalés dans les couches sableuses aquitaniennes.

Au Sud d'Ambanilila, sur les mamelons qui dominent les cases de ce village (alt. :

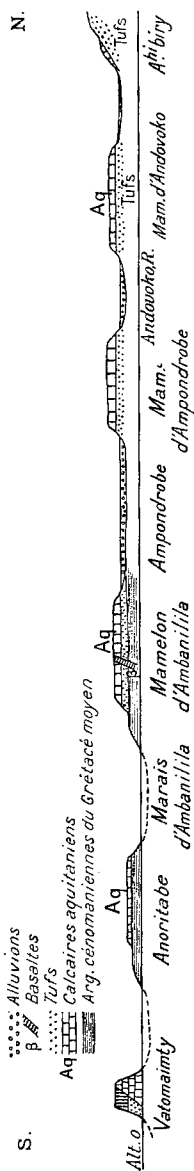


Fig. 81. — COUPE DU CAP VATOMAINTY A AMBONIBIRY.

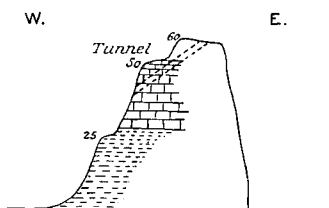


Fig. 82. — COUPE DU CAP VATOMAINTY.

Échelles : Longueurs : 1/25 000

Hauteurs : 1/5 000

A la base : calcaire. | Au sommet : basalte.

30 m. environ), on constate la présence de marnes calcaires à *Lepidocyclina* et immédiatement au dessous dans les ravins des argiles bleues cénomaniennes à *Bel. cf. minimus* LISTER.

Au Nord d'Ambanilila et séparant la plaine où se trouve le village de la vallée d'Ampondrobo, se trouve un monticule que je désigne sous le nom de Mamelon d'Ambanilila.

Le Mamelon d'Ambanilila est entièrement constitué par des tufs basaltiques et traversé dans toute sa longueur par un filon de

basalte. Ces tufs basaltiques sont dépourvus de fossiles à leur partie supérieure ; mais, en descendant vers le Nord-Ouest, on trouve des couches très fossilifères, qui sont constituées, presque uniquement, par des éléments volcaniques et qui m'ont fourni de nombreux fossiles.

Ce que ce gisement du Mamelon d'Ambanilila (alt. 60 m.) présente d'intéressant, c'est l'adossement de l'Aquitanien aux couches crétacées qui forment le Mamelon 53 (Fig. 83).

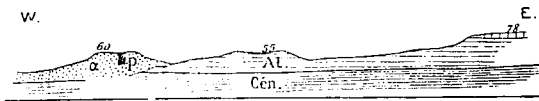


Fig. 83. — COUPE DU MAMELON D'AMBANILILA.

Longueurs : 1/25 000

Hauteurs : 1/5 000

p. — Filon de basalte.

α. — Tufs basaltiques fossilifères, aquitaniens.

At. — Aturien.

Cén. — Cénomanién.

Les marnes cénomaniennes se continuent sur le bord de la mer, jusque vers Ambanilila et l'Aquitanien repose en transgression sur le Cénomanién et sur le Sénonien.

J'ai trouvé dans les tufs basaltiques fossilifères du massif d'Ambanilila : *Lepidocyclina Galienii* L. et D. ; *Cidaris* sp. ; *Cidaris* sp. ; *Cidaris* cf. *halensis* D'ARCHIAC ; *Mitra* cf. *Aizyensis* DESHAYES ; *Mathilda* sp. ; *Turbo* cf. *euagalma* OPPENHEIM ; *Bulla* cf. *angystoma* DESHAYES ; *Lyria Edwardsi* D'ARCHIAC et HAIME ; *Turritella* [*Haustator*] sp. ; *Terebra sulacuminata* WOODWARD ; *Aturia* cf. *Aturi* BASTEROT.

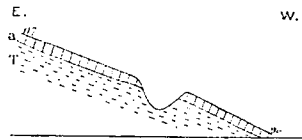


Fig. 84. — DISPOSITION DES TUF BASALTIQUES ET DES CALCAIRES AQUITANIENS SUR LE FLANC DE L'AMBOHIBIRY.

Longueurs : 1/10 000

Hauteurs : 1/2 000

T. — Tufs basaltiques.

a. — Calcaires aquitaniens.

Sur le flanc gauche de la vallée d'Ampondrobe, un autre petit monticule, le « Mamelon d'Ampondrobe » fait pendant à celui d'Ambanilila. On trouve, à la base des tufs basaltiques, au sommet des

calcaires à *Lepidocyclina* et baguettes de *Cidaris* : *Lepidocyclina Gallienii* L. et D. ; *Cidaris cervicornis* SCHAUROTH ; *Cidaris* sp. ; *Cidaris* sp. ; *Cidaris verticillatus* LAMARCK ; *Cidaris* cf. *halænsis* D'ARCHIAC ; *Cidaris* cf. *spinigera* ; *Euspatangus Croizieri* COTTEAU ; *Phylacanthus imperialis* ; *Terebra subacuminata* WOODWARD ; *Turritella* sp. (cf. *T. asperula* BRONGNIART).

Enfin, sur les flancs de l'Ambohibiry, on trouve les mêmes calcaires superposés aux tufs basaltiques qui constituent cette montagne, et disposés en couches très inclinées. Ces calcaires se rencontrent jusqu'à l'altitude 117 m. et on les retrouve encore en place au fond de la vallée-(alt. 30-40 m.). Leur inclinaison sur les flancs de l'Ambohibiry atteint jusqu'à 10 % : une telle inclinaison est absolument anormale et unique dans la région.

**Phare d'Ambre.** — Au Nord de l'Ambohibiry, on n'observe plus que des basaltes et des tufs basaltiques jusqu'au Phare d'Ambre ; mais, dans les environs du Phare, on voit bien les rapports des tufs basaltiques et des couches aquitaniennes.

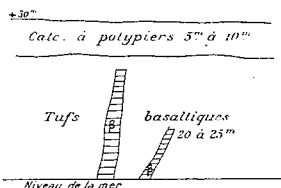


Fig. 85. — COUPE DE LA FALAISE DU PHARE-D'AMBRE.

Immédiatement au dessous du Phare, surmontés par des calcaires à polypiers puissants d'une dizaine de mètres, on voit des tufs basaltiques sur une vingtaine de mètres. Ces tufs sont traversés par des filons de basalte, épais d'un mètre environ ; la plupart de ces filons ont une direction constante sensiblement Nord Sud et se

prolongent dans la mer en déterminant une ligne d'écueils. Les plus importants forment les deux séries d'îles qui, entre le Cap André et le Cap Ambôhitramporia, se trouvent, l'une à l'Ouest de la Baie de Tendromaina, l'autre à l'Ouest de la Baie de Tsingita. Ces filons basaltiques s'arrêtent un peu avant le contact des calcaires à polypiers qu'ils ne traversent pas.

Au Sud du Phare d'Ambre, en allant vers les pitons de Vatozahary et de Bobaala, recouverts de lambeaux basaltiques, on voit nettement le passage insensible des tufs basaltiques aux calcaires à polypiers et *Lepidocyclina* par l'intermédiaire de tufs contenant également des fossiles, mais presque uniquement des polypiers. Ce sont des conditions analogues à celles qu'on observe à Amba-

tohafo. Ces calcaires à *Lepidocyclina* se suivent jusqu'au pied de Bobaala, où ils reposent nettement sur des tufs basaltiques.

J'ai recueilli en ce point : *Cypræa* sp. ; *Cidaris* sp. ; *Cidaris* cf. *Halænsis* d'ARCH. ; *Lepidocyclina Gallienii* L. et D.

**Plateaux d'Antsikazo et d'Ankarafabe.** — Sur le sommet du plateau qui domine Antsikazo au Nord-Ouest, on voit très nettement les rapports des sables blancs, des calcaires à Foraminifères et des tufs basaltiques (fig. 87).

Le sous-sol du plateau est constitué par de puissants sables blancs, sur l'âge desquels je n'ai aucune donnée précise ; ils représentent probablement la base de l'Aquitanien. Au dessus de ces sables, viennent, tantôt des tufs basaltiques, tantôt des calcaires durs à Foraminifères et *Lithothamnium*, tantôt des calcaires très friables et plus fossilifères ; ces différentes formations semblent passer latéralement l'une à l'autre ; il est difficile d'admettre que l'on a affaire, en ce point, comme aux environs d'Antsahabe (p. 260, fig. 92, 93) à des alternances de tufs et de calcaires.

Cesont les calcaires du plateau d'Antsikazo qui m'ont fourni une *Lepidocyclina* que ROBERT DOUVILLÉ et moi (1904)

avons rapportée à *L. Mantelli* MORTON de l'Alabama, ne pouvant la

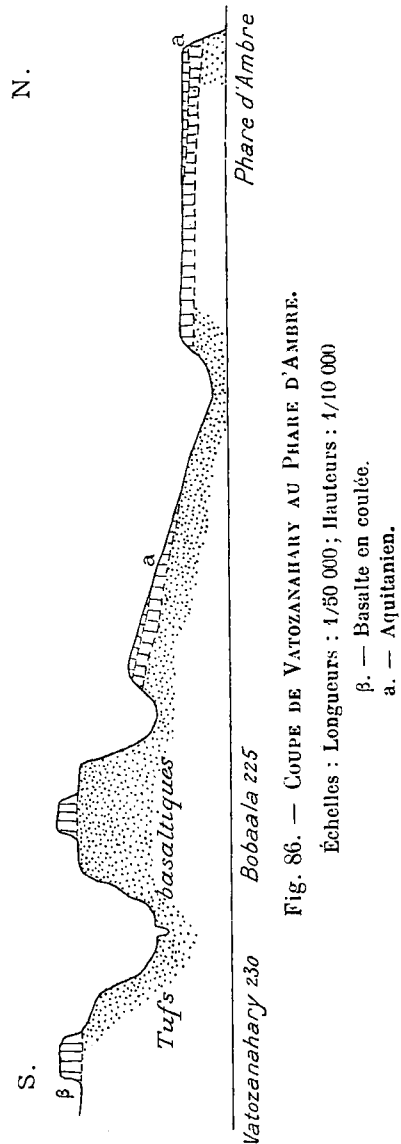


Fig. 86. — COUPE DE VATOZENAHAARY AU PHARE D'AMBRE.

Échelles : Longueurs : 1/50 000 ; Hauteurs : 1/10 000

β. — Basalte en coulée.  
a. — Aquitanien.

différencier en coupe verticale des échantillons plésiotypes que nous avons à notre disposition.

Au Nord d'Ankarafabe, sur le chemin du Phare d'Ambre, les tufs basaltiques et les calcaires aquitaniens qui les accompagnent

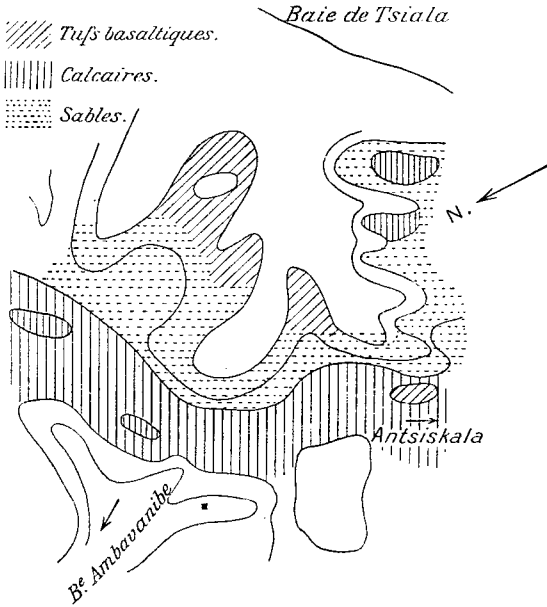


Fig. 87. — CARTE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE DU PLATEAU D'ANTSIKAZO (1).  
Échelle : 1/50 000

paraissent reposer directement sur des grès et des argiles sénoniennes, contenant des débris d'*Inoceramus* (fig. 88) ; les sables puisants que l'on observait sur le plateau d'Antsikazo manquent ici.

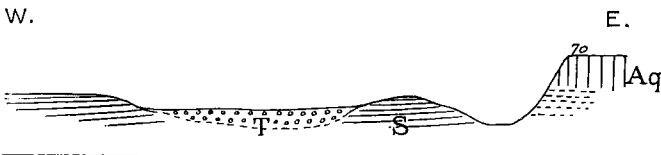


Fig. 88. — PLATEAU D'ANKARAFABE. — SCHEMA MONTRANT LA DISPOSITION  
RELATIVE DU SÉNONIEN ET DE L'AQUITANIEN.

Échelles : Longueurs 1/50 000

Hauteurs 1/2 000

S. — Sénonien.

T. — Tufs basaltiques.

A. — Calcaires aquitaniens.

(1) Orthographe plus conforme à l'étymologie malgache que *Antsiskala*, corruption européenne du mot.



**Coupe de la Sahantana à Ambatohafo.** — Au Sud de la Sahantana, sur la rive gauche de la rivière, on observe presque uniquement des marnes et argiles bleues ou grises, souvent traversées par de petits filons de basalte et appartenant au Cénomaniens supérieur ou au Turonien.

Au contraire, au Nord de cette rivière, sur le flanc droit de sa vallée, on observe des sables blancs, surmontés en quelques points par des calcaires. Ces sables et ces grès se suivent jusqu'auprès du village de Andohonko

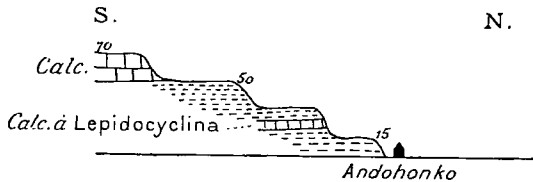


Fig. 89. — COLLINE AU SUD D'ANDOHONKO  
Échelles : 1/5 000

où l'on observe un niveau à *Lepidocyclina*; ces grès sont surmontés, vers l'altitude 70 mètres, par des calcaires.

Cette coupe se complète dans l'Est, à la montée de l'Ankapaïka (fig. 90); les flancs inférieurs couverts d'éboulis ne permettent pas de voir les couches les plus basses; mais, vers l'alt. 77 mètres, on retrouve un banc calcaire analogue à celui de la coupe du village d'Andohonko. Il est surmonté par des sables blancs, puissants d'environ 25 mètres. A la partie supérieure de ces sables, on trouve encore, vers l'alt. 111 mètres, un nouveau niveau calcaire que je n'ai pas, à vrai dire, observé absolument en place, mais qui se montre en blocs énormes. Au dessus, on voit des tufs basaltiques, assez bien

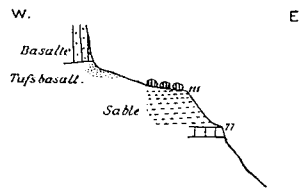


Fig. 90. — L'ANKAPAÏKA.  
Longueurs et hauteurs : 1/5 000.

(1) Ces sables à gros galets de quartz, qu'on observe ainsi aux environs d'Andohonko, sont très analogues à ceux dont il reste des traces sur les plateaux de Dover-Castle et de Windsor-Castle, au dessus des calcaires nummulitiques. On notera aussi leurs analogies avec les sables aquitaniens de Tanifotsy (p. 252) et d'Ankarafabe; en ce dernier point, ils reposent directement sur le Sénonien. Ils constituent un facies latéral des dépôts aquitaniens, mais probablement pas un niveau déterminé dans ces dépôts.

stratifiés ; puis des basaltes qui paraissent constituer toute la partie haute de l'Ankapaika, jusqu'au sommet, à l'alt. 210 mètres (fig. 91).

Cette succession semble se retrouver sur tout le flanc nord de

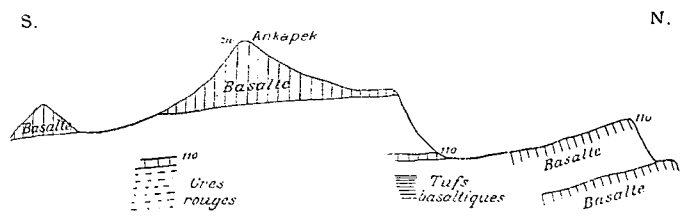
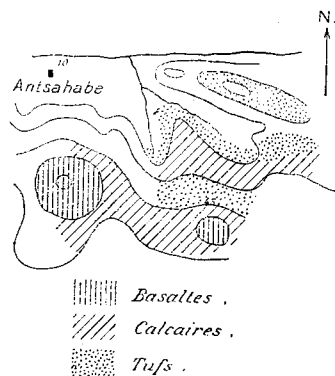


Fig. 91. — L'ANKAPAÏKA (1), VU D'ANDOHONKO.

Longueurs : 1/30 000.

Hauteurs : 1/10 000.

l'Ankapaïka ; à la descente du col du même nom, j'ai observé les mêmes calcaires (vers l'alt. 111 mètres) supportés par des couches fossilifères avec : *Spondylus gacderopus* LINNÉ, var. *tenuispina* SANDBERGER ; *Fusus* sp. ; *Cidaris*.



Basaltes .  
Calcaires .  
Tufs .

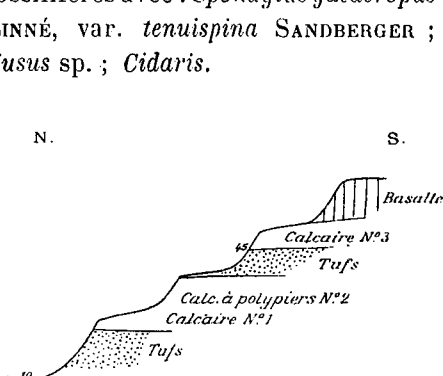


Fig. 92. — CARTE SCHEMATIQUE DES ENVIRONS D'ANTSAHABE.

Échelle : 1/20.000.

Fig. 93. — COUPE DES ENVIRONS D'ANTSAHABE.

Longueurs : 1/10 000.

Hauteurs : 1/2 000.

Mais là, comme en beaucoup de points, on voit les niveaux calcaires aquitaniens finir assez brusquement et être remplacés par des tufs basaltiques, puis par des basaltes.

Cette alternance de calcaires aquitaniens et de tufs n'est nulle part aussi nette qu'aux abords d'Antsahabe (fig. 92 et 93) :

(1) *Ankapaïka*, orthographe correcte au lieu de *Ankapek*, corruption européenne.

Le fond de la vallée est occupé par des tufs basaltiques ; au dessus viennent des calcaires fossilifères qui contiennent d'assez nombreux fossiles (fig. 93 ; n° 1 et n° 2) ; ils sont surmontés par des tufs ; puis on trouve à nouveau des calcaires (fig. 93 ; n° 3). La série se termine en ce point par une coulée de basalte dont on voit les traces sur les deux mamelons qui dominent Antsahabe au Sud (fig. 92).

De même, à l'Ouest de la Table, on observe les calcaires

aquitaniens intercalés entre deux niveaux de tufs basaltiques.

Le gisement du col de l'Ambinantsantra, à l'Est d'Ambatohafo, est un des plus intéressants au point de vue des relations des couches marines aquitaniennes et des éruptions basaltiques. C'est également de beaucoup celui qui m'a fourni le plus grand nombre de fossiles.

On relève tout d'abord la succession suivante (fig. 94) :

Altitude : 95 mètres. — 1. Calcaire grumeleux, un peu argileux, contenant de petits galets d'argiles de décomposition de basalte. Les fossiles assez nombreux s'y trouvent surtout par groupes.	} vis. sur 0 m. 50.
2. Calcaire, contenant une très forte proportion d'éléments volcaniques à peine remaniés. Les fossiles sont beaucoup moins nombreux ; ce sont surtout des polypiers.	
Altitude : 80 mètres. — 3. Tufs basaltiques sans fossiles, d'apparence stratifiée.	} 14 m. 00.
Altitude : 55 mètres. — 4. Calcaires durs, peu fossilifères, en gros bancs.	

J'ai trouvé, dans la couche 1, les fossiles suivants : *Lepidocyclina Gallieni* L. et D. (très rare ; un seul exemplaire) ; *Lepidocyclina* sp. (petite forme globuleuse, du groupe de *L. sumatrensis* BRADY,

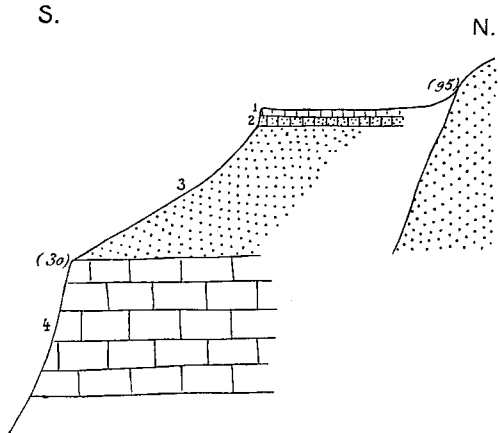


Fig. 94. — GISEMENT DU COL DE L'AMBINANTSANTRA.

Longueurs et hauteurs : 1/400.

également très rare); *Cypræa* cf. *prunum* D'ARCHIAC et HAIME; *Cypræa* sp.; *Natica* cf. *auriculata* GRATELOUP; *N.* cf. *Canoræ* OPPENHEIM; *Turricula gembanaca* K. MARTIN; *Cassis mammillaris* GRATELOUP; *C. d'Archiaci* NOETLING; *Scalaria* sp.; *Turbo* cf. *euagalma* OPPENHEIM; *Pecten* sp.; *Pectunculus* sp.; *Aturia* cf. *Aturi* BASTEROT; *Spondylus gæderopus* LINNÉ, mut. *tenuispina* SANDBERGER; *Siphonalia* sp.; *Pleurotoma* sp.; *Cerithiopsis* sp.; *Mayeria* sp.; *Metula* sp;

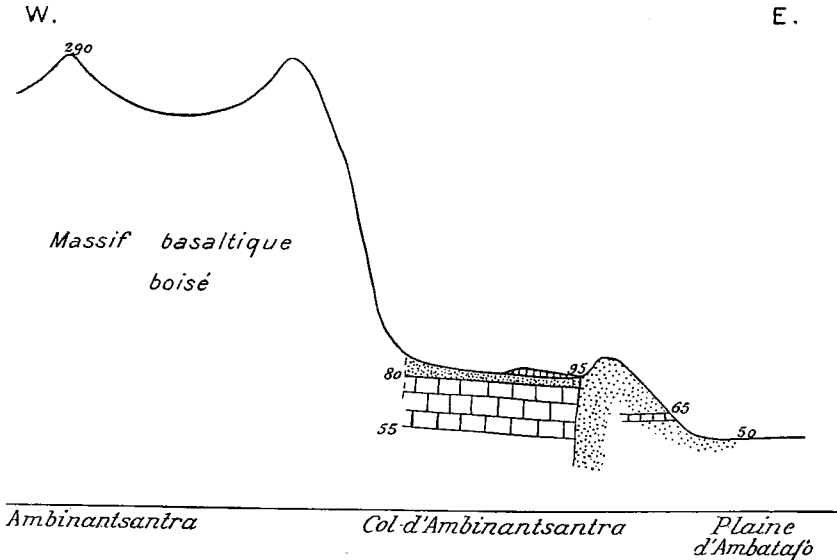


Fig. 95 — COL DE L'AMBINANTSANTRA.

Longueurs : 1/25 000

Hauteurs : 1/5 000

*Strombus* sp.; *Str. Bonellii* BRONGNIART; *Terebra subacuminata* WOODWARD; *Cidaris* sp.; *Phyllacanthus imperialis*.

Ce gisement du col de l'Ambinantsantra se présente dans des conditions très bizarres qui m'avaient frappé lors de mon premier passage et que j'ai vérifiées lors de mon second voyage, sans pouvoir les élucider complètement.

Une coupe E. W. de ce point montre (fig. 95) que ces calcaires aquitaniens occupent une surface extrêmement restreinte; ils sont intercalés entre les basaltes de l'Ambinantsantra que la nature boisée du pays empêche d'étudier complètement et les tufs basal-

tiques (en pointillé, sur la fig. 95), recouverts de végétation, où je n'ai découvert aucun vestige de fossiles, ni d'intercalations calcaires ; cependant, au delà du petit monticule qui surmonte le col de l'Ambinantsantra, en descendant vers la plaine d'Ambatohafo (1), ces mêmes tufs contiennent (fig. 95 ; alt. 65 m.) sur une épaisseur de 1 mètre environ, des calcaires qui m'ont fourni quelques fossiles.

Il me semble donc probable que le gisement du col de l'Ambinantsantra, pincé entre deux failles, se trouve conservé grâce à cette circonstance exceptionnelle.

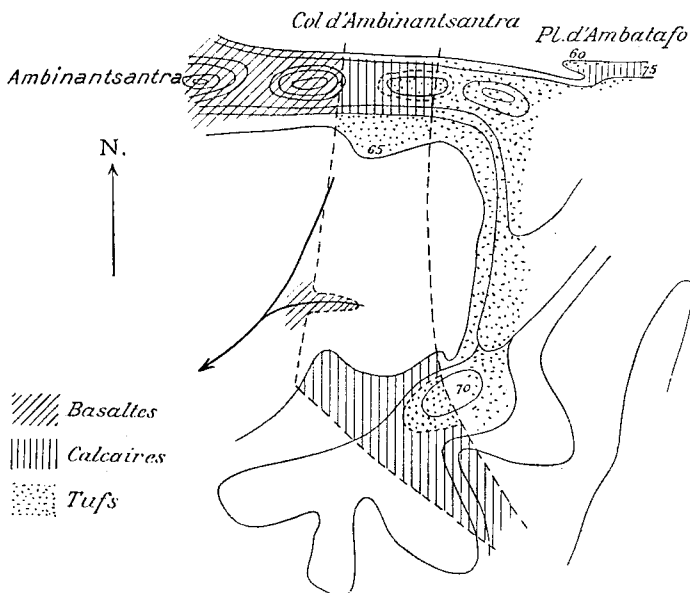


Fig. 96 — CARTE DES ENVIRONS DU COL DE L'AMBINANTSANTRA.

Échelle : 1/25 000

Du sommet du Col de l'Ambinantsantra, on aperçoit, au Sud, des calcaires et des tufs qui se présentent dans des conditions très analogues. Les calcaires, surmontés en certains points par des tufs régulièrement stratifiés, forment une sorte de trainée au milieu des tufs, moins bien stratifiés.

La succession des terrains, au Sud du Col de l'Ambinantsantra,

(1) Orthographe plus correcte que l'écriture *Ambatofo* généralement adoptée par les Européens de la région.

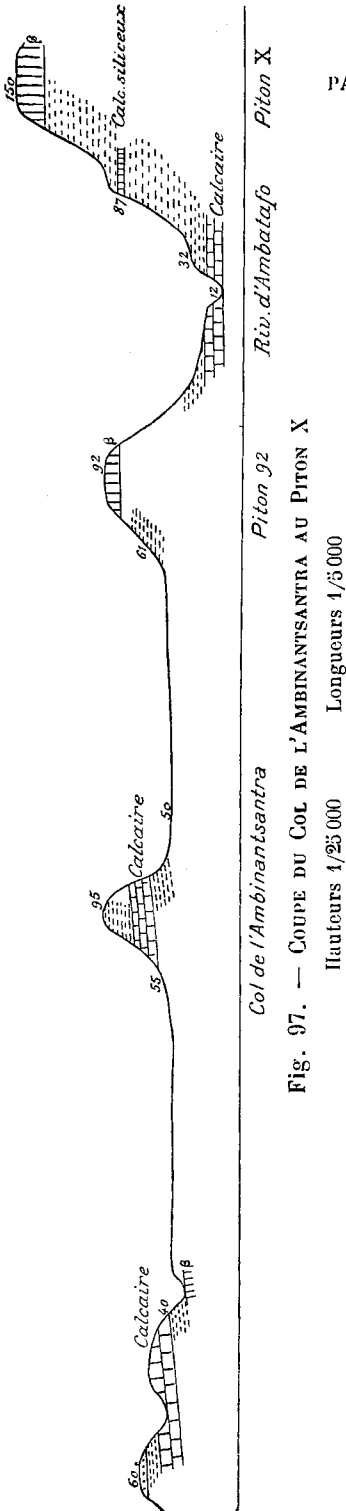


Fig. 97. — COUPE DU COL DE L'AMBINANTSANTRA AU PITON X

est moins nette qu'elle ne l'est dans le gisement du Col. On y trouve cependant d'abord des calcaires, puis des tufs peu fossilifères, surmontés d'autres beaucoup plus riches. L'épaisseur de ces différentes couches semble d'ailleurs diminuer rapidement : l'ensemble avait une quarantaine de mètres au Col d'Ambinantsantra ; il n'y a plus guère que 20 mètres dans ce second gisement. Plus au Sud encore, les calcaires disparaissent peu à peu, sans qu'il m'ait été pos-

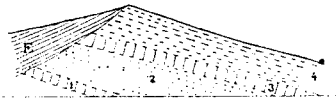


Fig. 98. — ESCARPMENT DANS LA RIVIÈRE D'AMBATOHAFU.

Échelles : 1/200

- 1. Calcaire . . . . . 0 m. 50
- 2. Tufs basaltiques avec poly-piers. . . . . 2 m. 00
- 3. Calcaire à *Pecten cf. aduncus* 0 m. 75
- 4. Tufs basaltiques, avec blocs de basalte, sans fossiles.
- E. Eboulis.

sible de me rendre compte dans quelles conditions se faisait cette disparition.

La très grande rareté des *Lepidocyclina* du groupe de *L. dilatata* MICHX. (*L. Gallienii* L. et D.) et l'apparition de petites formes pustuleuses du groupe de *L. sumatrensis* BRADY me font considérer le gisement du col de l'Ambinantsantra comme un peu plus récent que les précédents et comme appartenant au sommet de l'Aquitainien (niveau II).

On retrouve enfin des gisements de roches sédimentaires dans la basse vallée d'Ambatohafo à l'Ouest du Piton X. En remontant la rivière d'Ambatohafo, on observe (fig. 97, 98 et 99) une série de bancs calcaires alternant avec des tufs basaltiques, dans lesquels on trouve quelquefois des fossiles. Au dessus de ces alternances de calcaires et de tufs, s'étend sur une grande épaisseur une première rangée de tufs ; à leur sommet, on observe, sur le versant du Piton X, un mince banc de calcaire siliceux, puis on voit une nouvelle série de tufs, avant d'arriver à la coulée de basalte qui couronne l'escarpement à l'altitude de 150 mètres.

**Nosy Kalakajaro.** — Cette île, qui est située au large du port Radama, s'élève jusqu'à 166 mètres d'altitude ; elle est intéressante parce que l'Aquitaniien y est représenté, et que c'est, dans l'Ouest de Madagascar, le seul gisement connu de cet étage.

A la base de l'escarpement qui constitue l'île, se trouvent sur 15 mètres environ des blocs argileux de basalte accompagnés de quelques blocs calcaires avec grandes *Lepidocyclina* ; au dessus, j'ai observé des éboulis de basalte, jusque vers 40 mètres d'altitude ; ils s'étendent probablement jusqu'à l'altitude 80 mètres, et sont surmontés par un escarpement puissant entre les altitudes 80 et 160 mètres. Je n'ai pu me rendre compte de sa nature, n'ayant pu aborder dans l'île que très peu de temps.

**Presqu'île Radama.** — Enfin je rappellerai que, à Marozavavy (Port Radama), il existe des grès ou plutôt des conglomérats à gros galets de quartz roulés, surmontant des basaltes et des tufs basaltiques. Je n'ai aucune donnée précise sur l'âge de ces grès. Peut-

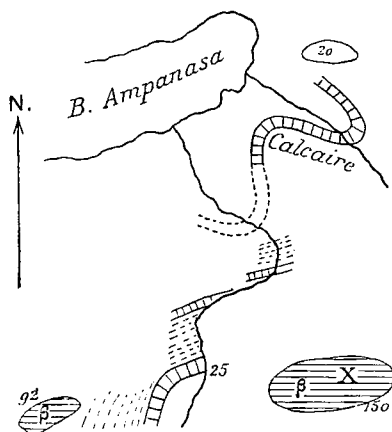


Fig. 99. — CARTE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE DE LA BASSE VALLÉE D'AMBATOHAFO.

Échelle : 1/50 000.

β. — Basalte.

## Liste des principaux fossiles recueillis dans l'Aquitanien

ESPÈCES RECUEILLIES	ESPÈCES VOISINES	GISEMENT DES ESPÈCES VOISINES
<i>Lepidocyclina Mantelli</i> MORTON	<i>L. Mantelli</i> MORTON	Alabama.
<i>L. Gallienii</i> L. et D.....	<i>L. dilatata</i> MICHX.	
<i>L. Joffrei</i> L. et D.....		
<i>L. Raulini</i> L. et D.....	<i>L. Raulini</i> L. et D.	Aquitaine.
<i>L. Morgani</i> L. et D.....		
<i>Cypræa</i> cf. <i>prunum</i> d'A. et H..	<i>C. prunum</i> d'A. et H. <i>C. denseplicata</i> BOTTGER <i>C. squalena</i> TATE	Éocène de l'Inde. Éocène de Java. Éocène d'Australie.
<i>Natica</i> cf. <i>auriculata</i> GRATELOUP	<i>B. angystoma</i> DESH. <i>B. Verneuli</i> DESH. <i>B. convoluta</i> BRACHI	Thanétien du Bassin de Paris. Bartonien du Bassin de Paris. Miocène.
<i>N.</i> cf. <i>Canovæ</i> OPPENHEIM.....		
<i>Bulla</i> cf. <i>angystoma</i> DESH.....		
<i>Cassis mammillaris</i> GRATELOUP.	<i>C. d'Archiaci</i> NOETL.	Éocène de l'Inde. Éocène du Vicentin.
<i>C. d'Archiaci</i> NOETL.....		
<i>C. Vicentinica</i> FUCHS.....		
<i>Mathilda</i> sp. ....	<i>M. impar</i> DESH. <i>M. staminea</i> CONRAD	Suessonien du Bassin de Paris. Éocène de l'Alabama.
<i>Turricula gembanaca</i> K. MARTIN	<i>T. gembanaca</i> K. MARTIN <i>T. lirocostata</i> COSSMANN	Éocène de Java. Pliocène de Karikal (Inde).
<i>Mitra</i> cf. <i>Aizyensis</i> DESH.....	<i>M. Aizyensis</i> DESH. <i>M. Barbieri</i> DESH. <i>M. lineata</i> LEA	Thanétien du Bassin de Paris. Lutétien à Ludien du Bassin de Paris. Éocène de l'Alabama
<i>Scalaria</i> .....	<i>Sc. minutissima</i> DESH. <i>Sc. gracilior</i> MEYER <i>Sc. leutopleurata</i> NOETLING	Éocène de l'Alabama. Miocène de Birmanie.
<i>Lyria Edwardsi</i> d'ARCH.....	<i>L. Edwardsi</i> d'ARCH.	Éocène de l'Inde.
<i>Siphonalia</i> n. sp.....	<i>S. tjibalunjensis</i> K. MARTIN <i>S. Suessi</i> HORNES	Éocène de Java.
<i>Turritella</i> [ <i>Haustator</i> ] sp.....	<i>T. asperula</i>	Tongrien du Vicentin.
<i>Strombus Junghuhni</i> K. MARTIN	<i>Str. Junghuhni</i> K. MARTIN	Aquitanien de Java.
<i>Cerithiopsis</i> .....	<i>C. bandangensis</i> K. MARTIN <i>C. coraliium</i> DUFR. <i>C. undulosum</i> St. MEUNIER <i>C. tubercularis</i> MONTAGNE	Aquitanien de Java. Rupélien d'Etampes. Helvétien du Piémont.



## Liste des principaux fossiles recueillis dans l'Aquitanien (suite)

ESPÈCES RECUEILLIES	ESPÈCES VOISINES	GISEMENT DES ESPÈCES VOISINES
<i>Mayeria</i> n. sp. ....	<i>M. acutissima</i> BELL. <i>M. bifasciata</i> BELL. = <i>M. Bonneti</i> COSSM.	Lutétien du Bassin de Paris.
<i>Metula</i> n. sp. ....	<i>M. Böttgeri</i> K. MARTIN	Java.
<i>Strombus</i> sp. ....	<i>Str. spinosus</i> K. MARTIN	Java.
<i>Str. Bonelli</i> BRONGN. ....	<i>Str. Bonelli</i> BRONGN. <i>Str. nodosus</i> SOW. <i>Str. deperditus</i> SOW.	B. de Vienne.
<i>Terebra subacuminata</i> WOODWARD .....	<i>T. subacuminata</i> W. <i>T. Smithi</i> NOETLING <i>T. protoduplicatum</i> NOETLING <i>T. Speyeri</i> FUCHS	Inde et Birmanie.
<i>Harpa conoidalis</i> LMK .....	<i>H. conoidalis</i> LMK. <i>H. Bellardi</i> SACCO <i>H. Josephinae</i> SACCO	vivante. Tongrien du Piémont. Helvétien du Piémont.
<i>Turbo</i> cf. <i>euagalma</i> OPPENHEIM.	<i>Turbo euagalma</i> OPPH <i>T. clausus</i> FUCHS <i>T. villanus</i> PHIL.	Vicentin. vivante.
<i>Pectunculus</i> sp. ....		
<i>Spondylus gaederopus</i> LINNÉ.	<i>Sp. gaederopus</i> L., var. <i>Deshayesi</i> MICHL.	Miocène.
<i>Sp. gaederopus</i> , mut. <i>tenuispina</i> SANDBERGER .....	<i>Sp. tenuispina</i> SDB. <i>Sp. cisalpinus</i> FUCHS	Oligocène. Oligocène.
<i>Pecten</i> cf. <i>aduncus</i> EICHW. ....	<i>Pecten aduncus</i> EICHW.	
<i>Aturia</i> cf. <i>Aturi</i> BASTEROT. ....		
<i>Phyllacanthus imperialis</i> . ....		
<i>Cidaris</i> cf. <i>acicularis</i> D'ARCHIAC.		
<i>Cidaris cervicornis</i> SCHAURROT.		
<i>Cidaris halænsis</i> D'ARCHIAC. ....		
<i>Cidaris</i> cf. <i>spinigera</i> . ....		
<i>Cidaris striatogranosus</i> D'ARCHIAC. ....		
<i>Cidaris verticillatus</i> LAMARCK.		
<i>Euspatangus Croizieri</i> COTTEAU		

M. CANU a bien voulu examiner ces couches à *Lepidocyclina* dans l'espoir d'y rencontrer quelques bryozoaires. Il n'en a pas découvert.

être peut-on seulement se souvenir à leur égard que des grès aquitaniens se trouvent dans des conditions analogues dans le Bobaomby.

**Résumé.** — L'Aquitaniens est constitué par des calcaires grossiers, quelquefois un peu marneux, renfermant une faune abondante dont l'étude détaillée fera l'objet d'un mémoire paléontologique ultérieur. Ce sont, d'une part des formes caractéristiques de l'étage, comme *Lepidocyclina*, d'autre part des espèces présentant de grandes analogies avec celles décrites de Birmanie et des îles de la Sonde. Il y a également quelques types communs avec le Vicentin.

Les fossiles sont presque tous roulés; l'abondance des *Lithothamnium* indique que la profondeur, à laquelle se déposaient les sédiments, était extrêmement faible et que la température ne devait pas être éloignée de la température actuelle; d'ailleurs, plusieurs des mollusques déterminés appartiennent à des espèces encore vivantes.

Ces calcaires aquitaniens alternent avec des tufs basaltiques, quelquefois avec des coulées de basaltes. On retrouve, de plus, les tufs basaltiques à l'état de petits galets dans les calcaires; d'autre part, j'ai recueilli des polypiers dans les tufs; il n'y a donc aucun doute possible sur le synchronisme des calcaires aquitaniens et des éruptions basaltiques du Bobaomby; ces éruptions sont nettement aquitaniennes.

Ces couches aquitaniennes sont transgressives; elles reposent en discordance sur les sédiments antérieurs, sur l'Éocène, sur le Sénonien, sur le Crétacé moyen.

Ainsi que je l'ai déjà dit, ce caractère transgressif de l'Aquitaniens à Madagascar, et la généralité du phénomène sur le bord des régions géosynclinales, nous ont amené, ROBERT DOUVILLÉ et moi, à placer l'Aquitaniens à la base du Miocène et non au sommet de l'Oligocène.

La présence de ces couches néogènes à Madagascar permet d'ailleurs, comme on le verra plus loin, de préciser les hypothèses que j'émettrai sur l'histoire géologique de l'Océan Indien.

## BASALTES AQUITANIENS DU BOBAOMBY

---

*Age.*

*Cratères.* — Nosy Koba. La Poule. Ankapaika. Le Coq.

*Coulées de basaltes.*

*Filons d'âge indéterminé.* — Massif de Windsor-Castle. — Plaine d'Anamakia. — Presqu'île d'Oranjia. — Montagne des Français. — Sud de la Montagne des Français.

*Roches éruptives d'âge relativement ancien dans le reste de Madagascar.*

Au Nord du Massif d'Ambre, se trouve dans la presqu'île de Bobaomby une région volcanique, constituée par des basaltes et des tufs basaltiques. Au premier abord, on serait tenté d'y voir le prolongement du Massif d'Ambre dont elle est séparée par le massif nummulique de Windsor-Castle et par la Baie de Diego-Suarez.

Il n'en est rien cependant ; les basaltes du Bobaomby sont beaucoup plus anciens que ceux du Massif d'Ambre. On n'y observe aucun appareil volcanique complètement conservé ; les basaltes ne forment pas de coulées continues, analogues à celles de Mangoaoka, d'Ambararata, de la Fontaine Tunisienne, du Cap-Diego ; ils ne se trouvent qu'au sommet de pitons élevés : La Table, Vatozanahary, Bobaala, point (non dénommé) à l'alt. 130 mètres, etc., qui ont été préservés de l'érosion.

**Age.** — Leur âge peut d'ailleurs être déterminé avec précision ; les tufs qui accompagnent ces éruptions alternent avec des dépôts calcaires aquitaniens à *Lepidocyclina* et eux-mêmes contiennent souvent des fossiles (Polypiers, etc.).

**Cratères.** — Je ne connais pas, avec une certitude absolue l'emplacement d'anciens cratères dans cette région.

Je crois cependant que l'on peut considérer comme tels l'île de Nosy Koba et le Massif de la Poule (Ambohibiry ; alt. : 220 m.).

*Nosy Koba* (Ile de la Coquille), dans la Baie des Cailloux-Blancs, est constituée par deux séries de tufs basaltiques, séparés par une coulée de basalte. Ces tufs basaltiques sont à éléments plus ou moins gros suivant les points ; ils contiennent des blocs de basalte, et sont traversés par de petits filons de basalte (fig. 100). La coulée de

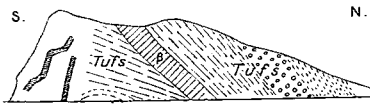


Fig. 100. — COUPE DE NOSY KOKA.

Longueurs : 1/10 000.

Hauteurs : 1/2 000.

β. — Basalte.

basalte qui est intercalé dans ces tufs a une épaisseur d'environ 5 mètres ; elle se présente en plan incliné vers le Nord, suivant une pente de 20 à 30 %. Une telle pente est absolument anormale dans la région où tous les dépôts

sédimentaires, tous les tufs volcaniques, toutes les coulées basaltiques sont disposées en couches approximativement horizontales. Il me paraît probable que Nosy Koba représente le bord nord d'un ancien cratère aujourd'hui démantelé.

Le massif de *La Poule* ou de *Ambohibiry* (alt. 220<sup>m</sup>) serait un

cratère plus complètement conservé ; ce petit massif, un peu isolé, forme une sorte de rempart grossièrement circulaire, au centre duquel naît une vallée ; ses bords sont constitués par des tufs basaltiques, contenant de gros blocs anguleux de basaltes ; des coulées y sont intercalées à l'extrémité nord, vers l'altitude 60 m. Sur son pourtour au Sud-Ouest, les calcaires aquitaniens (voir p. 255), partout ailleurs rigoureusement

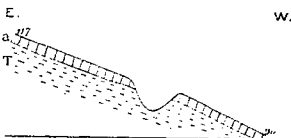


Fig. 101. — DISPOSITION DES TUF BASALTIQUES ET DES CALCAIRES AQUITANIENS SUR LE FLANC DE L'AMBOHIBIRY.

Longueurs : 1/10 000

Hauteurs : 1/2 000

T. — Tufs basaltiques.

a. — Calcaires aquitaniens.

horizontaux, sont relevés d'une façon intense vers le Nord-Est,

suivant des pentes qui atteignent 10 % environ ; sur le versant au Nord, au contraire, on observe que les coulées de basaltes, qui alternent avec les tufs basaltiques, sont relevées vers le Sud.

Le cratère (?) de l'*Ankapaika*, à l'Ouest de la presqu'île d'Ambotoharara, est une dépression presque circulaire, dans des tufs basaltiques.

Je ne crois pas que le massif du *Coq* (Ambohitrakolahy ; altitude 278<sup>m</sup>), le sommet le plus élevé du Bobaomy, constitué par des tufs presque horizontaux, puisse, malgré sa haute altitude, être considéré comme un ancien cratère.

**Coulées de basaltes.** — Les coulées du Bobaomy sont généralement discontinues et mal conservées. Cela tient à ce qu'elles ont été profondément entamées par l'érosion.

Elles forment les sommets d'une série de pitons isolés dont j'ai donné précédemment (voir p. 60) la liste et l'altitude. Je n'y reviendrai donc pas.

Les plus curieux de ces pitons (fig. 102) sont certainement ceux de Vatozanahary (altit. 230<sup>m</sup>) et de Bobaala (alt. 225<sup>m</sup>). L'érosion a creusé entre ces deux pitons jusqu'à 150 mètres d'alti-

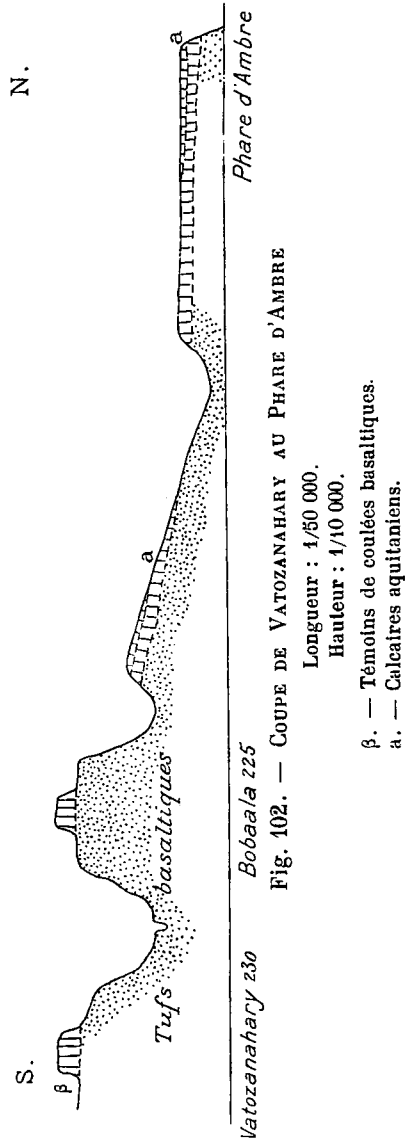


Fig. 102. — COUPE DE VATOZANAHARY AU PHARE D'AMBRE

Longueur : 1/50 000.

Hauteur : 1/10 000.

β. — Témoin de coulées basaltiques.

a. — Calcaires aquitaniens.

tude, le col qui sépare la rivière de Vatozanahary de celle qui débouche au Sud du Cap d'Ambre.

J'ai également indiqué des coulées de basalte dans le cratère de l'Ambohibiry (La Poule) ; elles y sont associées à des tufs volcaniques.

Le *massif de la Table* est constitué par les débris d'une série de coulées d'une fraîcheur exceptionnelle. Ce sont de véritables *basaltes*.

Au premier temps on observe de grands cristaux d'olivine et de magnétite. Au second temps, il y a de grands microlithes de labrador, de magnétite et d'augite et très peu de matière vitreuse. C'est un basalte très cristallin.

Les restes d'une coulée s'observent encore à Vatomainy ; elle est adossée à un lambeau de calcaire aquitain et constituée par un *basalte limburgitique* (fig. 102).

C'est au premier temps une association ophitique de grands cristaux d'olivine et d'augite violacée où de grands cristaux d'augite sont automorphes ou moulent ophitiquement l'olivine ; il y a également des phénocristaux de magnétite. La pâte microlithique se compose d'une quantité de cristaux d'une augite violacée, et de magnétite, de rares cristaux de feldspath, et de matières vitreuses.

Des filons de basalte traversent les tufs basaltiques et les calcaires subordonnés, d'âge aquitain, du Bobaomby.

J'en signalerai, par exemple, un au Nord de Ambatohafo (direction N.-E.) et un autre à l'Est de la montagne d'Ambohitrakoholahy (Le Coq).

### FILONS D'ÂGE INDÉTERMINÉ

D'autres filons de roches basaltiques s'observent aux environs de Diego-Suarez, soit dans le massif de Windsor-Castle, soit dans la Montagne des Français.

Ils traversent les roches sédimentaires qui s'y trouvent jusqu'au Nummulitique inclusivement. Mais, comme les dépôts plus récents manquent, on ne peut pas les dater d'une façon plus rigoureuse.

Cependant (voir plus loin), plusieurs de ces filons de basalte ont été entamés par des rivières, comme le Manatangena

et ses affluents, dont le régime hydrographique paraît s'être établi avant les derniers épanchements des coulées du massif d'Ambre. On est donc amené, en s'appuyant sur ces données géomorphogéniques, à considérer ces filons eux-mêmes comme antérieurs à ces manifestations volcaniques.

Il est, par suite, plus logique de les rattacher aux manifestations volcaniques plus anciennes du Bobaomby, quoique l'on n'ait et que l'on ne puisse avoir aucune preuve de leur contemporanéité.

**Massif de Windsor-Castle.** — On est frappé, en longeant le bord

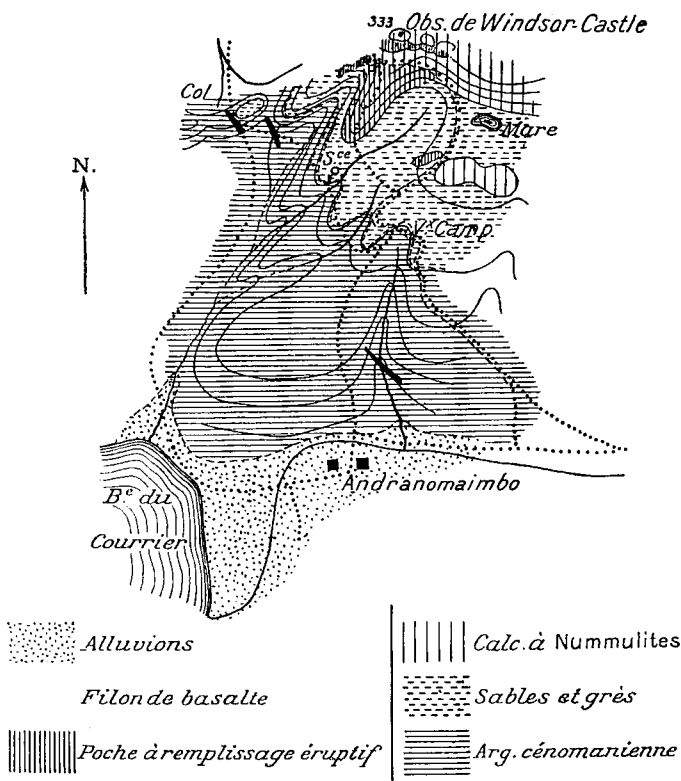


Fig. 103. — CARTE DES ENVIRONS DE WINDSOR-CASTLE.  
Échelle : 1/25 000.

ouest de la Baie de Tsiala (Baie des Cailloux-Blancs), de constater que le rivage est jalonné presque constamment par des filons de

basalte, soit au Sud-Ouest de l'île de la Tortue, soit au Nord d'Antsikazo, soit entre ce village et celui d'Ankarafabe.

Les grès emschériens du Col du Courrier sont traversés par des filons de basaltes, très décomposés, dont la direction est Nord quelques degrés Est. Je n'ai jamais vu ces filons traverser les *tinguaites* qui, en ce point, surmontent ces grès emschériens; on doit donc les considérer comme plus anciens qu'elle.

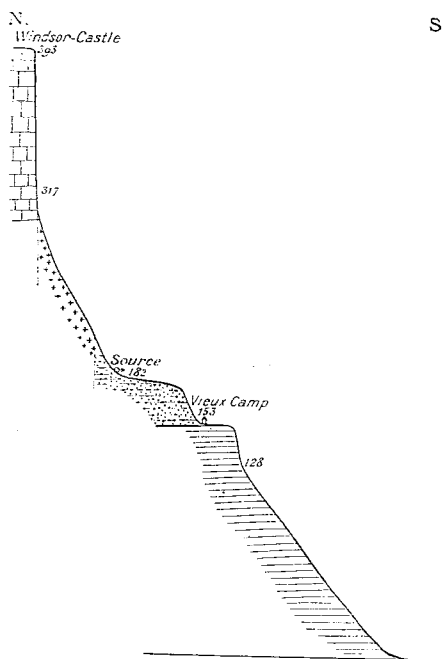


Fig. 104. — COUPE DE WINDSOR-CASTLE.

L'olivine est en grands cristaux. La pâte est finement microlithique, constituée par de la magnétite et de l'augite. Il n'y a pas de microlithes de feldspath.

Je signalerai enfin, immédiatement au bas de l'Observatoire de Windsor-Castle, un amas de tufs basaltiques ayant tout à fait l'aspect d'un filon, et dirigé 60° W. (petites croix, sur la figure 104). Il est probable qu'il s'agit d'une fissure remplie ultérieurement par des produits de projection.

La carte et la coupe ci-dessus (fig. 103 et 104) montre la disposition de cette poche à remplissage éruptif.

Au Sud-Ouest de Windsor-Castle, sur le col (alt. 110 mètres) qui permet de passer du village d'Andranomaimbo aux vallées situées plus au Nord (voir la carte, fig. 103), les argiles céno-maniennes à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. sont traversées par des filons de basalte très décomposés; ces filons ont une épaisseur très variable (de 0 m., 20 à 5 m., 00); leur direction oscille entre N. 10° W. et N. 60° W. L'un d'eux, moins décomposé que les autres, est formé par une *limburgite*.



Les calcaires à Nummulites sont eux-mêmes traversés au Sud-Est de l'Observatoire par un filon de basalte de 0 m. 50, ayant métamorphisé les calcaires sur environ 0 m. 20.

Entre le village de Andranomaimbo et celui de Bobataolana, sur le versant ouest du Massif de l'Ambongo-Abo, à une altitude d'environ 15 mètres, des marnes blanches cénomaniennes sont traversées par deux filons d'une roche extrêmement décomposée ; le filon croiseur est N. quelques degrés E. ; le filon croisé est sensiblement N. W.

Au Sud de Bobataolana, en se dirigeant sur l'embouchure de la rivière Mangoaka, le littoral de la mer est jalonné par de petits filons de basalte, épais d'à peine 50 centimètres ; ils ne paraissent pas appartenir à un seul filon, mais semblent plutôt former des séries de petits filons se relayant.

D'autres, à direction N.-E. ou à direction N.-S., s'observent au Sud de la Pointe Selle, traversant les grès aturiens.

**Plaine d'Anamakia.** — Ainsi que je l'ai déjà indiqué (p. 197), les argiles du Crétacé moyen sont traversés par de nombreux filons de basalte, dans la plaine d'Anamakia, à Ankia-Be, à Antongombato, etc.

En ce point, ils ne traversent pas les grès que j'ai rapportés à l'Emschérien.

**Presqu'île d'Oranjia.** — Sur certains points à l'Est du signal d'Oranjia, il paraît y avoir du basalte en place. Ce basalte a été remanié ensuite et on trouve, soit en descendant du signal, soit sur la route du Mamelon Vert (1), des tufs et des conglomérats basaltiques, dans lesquels M. BRUNET et moi avons recueilli quelques fossiles.

**Montagne des Français.** — MASSIF DE L'EMBRASURE. — Un filon extrêmement net s'observe dans le Massif de l'Embrasure. Il apparaît d'abord (fig. 104, 105) comme une couche de basalte intercalé dans les calcaires aturiens à *Lampadaster Gauthieri* LAMBERT.

Son épaisseur est de 9 mètres environ. Le métamorphisme des calcaires à son contact est presque nul ; tout au plus sont-ils légè-

(1) Renseignement de M. BRUNET, entrepreneur des travaux du fort d'Ankourik.

rement modifiés sur 30 centimètres d'épaisseur. On retrouve la cheminée d'ascension dans un petit ravin boisé, non loin de là, et on peut suivre complètement le filon-couche depuis cette cheminée d'ascension jusqu'à l'escarpement de l'Embrasure sur environ 150 mètres.

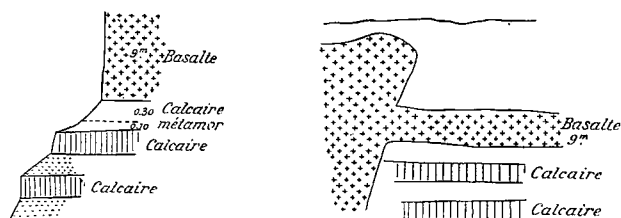


Fig. 105. — FILON ET FILON INTERSTRATIFIÉ DE BASALTE  
DANS LES CALCAIRES ATURIENS DU MASSIF DE L'EMBRASURE

MONT BARARATA. — Un autre filon très important est celui du Mont Bararata. Ce sommet, le plus élevé de la Montagne des Français, est constitué par des basaltes assez épais qui reposent directement sur les calcaires à Nummulites. Lors de ma première expédition, je n'avais pas vu la cheminée d'ascension de ces basaltes et j'avais émis l'hypothèse (1903, b) que ces basaltes du Mont Bararata étaient les restes d'une grande coulée venant du Massif d'Ambre. Il n'en est rien ; j'ai pu, en 1903, en remontant la vallée de la Grande Rivière, m'assurer qu'il existait immédiatement au dessous du Mont Bararata les traces d'une cheminée d'ascension de basaltes et de tufs basaltiques qui s'étaient épanchés sur les calcaires nummulitiques du Mont Bararata, de la même façon qu'ils l'ont fait dans les calcaires aturiens du Massif de l'Embrasure.

On y observe, au premier temps, des cristaux d'olivine, d'augite, de magnétite. Au second temps, des microlithes de magnétite, d'augite, de feldspath (surtout du labrador avec macle de l'albite) se sont formés au milieu d'une pâte vitreuse.

Ce basalte filonien du Mont Bararata a donné à l'analyse les résultats suivants :

Pour 100 parties :		
Silice, $\text{SiO}^2$ .....		49,3
Alumine, $\text{Al}^2\text{O}^3$ + sesquioxyde de fer $\text{Fe}^2\text{O}^3$ .....	34,0	
d'où Alumine, $\text{Al}^2\text{O}^3$ .....		24,9
Oxyde ferreux, $\text{FeO}$ .....		8,2
Fer, dosé .....	6,4	
d'où Sesquioxyde de fer, $\text{Fe}^2\text{O}^3$ .....		9,1

Magnésic, MgO .....	0,1
Chaux, CaO.....	8,6
Soude, Na <sup>2</sup> O .....	6,4
Potasse, K <sup>2</sup> O.....	traces
Perte au feu.....	2,0
	<hr/>
	99,5

Cette très haute teneur en soude est à noter. Ainsi que je l'ai déjà fait observer (1904, c), cette richesse en soude est un fait remarquable, assez général pour les roches et les eaux minérales de la région.

D'autres filons existent dans la Montagne des Français, en particulier dans la basse vallée de l'Antsoha où ils traversent les marnes du Crétacé moyen (altitude 96 mètres).

**Sud de la Montagne des Français.** — On observe tout d'abord au Mont-Raynaud, dans les argiles cénomaniennes, un filon de direction N. W., dont l'épaisseur atteint environ 2 mètres. C'est un filon de *diorite*.

Enfin, je signalerai un filon de basalte qui, dans le massif de l'Analatamba, traverse les grès du Crétacé inférieur (voir p. 170 ; fig. 43).

#### ROCHES ÉRUPTIVES D'ÂGE RELATIVEMENT ANCIEN DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

BARON a, depuis longtemps, fait remarquer que les anciens volcans du centre de Madagascar appartiennent à deux séries d'âge différent. Les uns, parfaitement conservés, sont relativement récents ; d'autres appartiennent à une époque plus ancienne.

Il est naturel de rapprocher ces deux séries d'éruptions volcaniques des deux séries constatées et datées dans le Nord de Madagascar. C'est pourquoi je décrirai la première série ici, tandis que le rappel de l'autre trouvera plutôt sa place après l'étude des volcans pleistocènes du Massif d'Ambre et de Nosy Be.

Le massif d'*Ankaratra* est constitué, au Nord et au Nord-Ouest, par du basalte à olivine, au Sud et au Sud-Est par du basalte à néphéline, ou plutôt par des *phonolites à néphéline* d'après les récentes données fournies par A. LACROIX. Il est possible d'ailleurs que, dans ce massif, les basaltes du Nord et des phonolites du Sud n'aient pas le même âge.

## ROCHES ÉRUPTIVES BASALTIQUES RÉCENTES

---

MASSIF D'AMBRE. — *Historique.*

*Cratères.* — Cratère Gérard. — Lac Mahery. — Pic Janson. — Mare d'Anaclet. — Petit-Lac. — Grand-Lac. — Cratères jumelés de l'Ouest. — Volcan Landais. Cratères du bord est. — Lac Antanave. — Mont de Metz. — Puy Noir. — Puy Joffre. *Constitution du Massif.* — Environs du Camp d'Ambre. — Forêt d'Ambre. — Est du Camp d'Ambre.

*Cendres éruptives silicifiées.* — Andranofanjava, près de Sancaza. — Sandrangout. — Ambararata. — Saint-Sébastien.

*Coulées extérieures.* — Coulées de la Fontaine tunisienne, d'Ambararata, de la Sankazo, de la rive droite du Rodo, du Sud du Massif d'Ambre.

*Eaux minérales.*

*Age des basaltes.*

PRESQU'ILE SAINT-SÉBASTIEN ET NOSY NOMBA.

NOSY BE. — *Historique.* — Cratères. — Coulées. — Tufs. — Petites îles au large de Nosy Be. — Age des volcans de Nosy Be. — Eaux minérales.

ROCHES ÉRUPTIVES RÉCENTES DANS LE RESTE DE MADAGASCAR.

TINGUAITES. — *Historique.* — Environs de Diego-Suarez. — Massif du Tsaratanana. — Environs d'Ampombiantombo. — Mahitsihazo.

COMPOSITION CHIMIQUE.

**Historique.** Les premiers renseignements sur la nature du Massif d'Ambre paraissent dus à CORTÈSE (1888), qui signale des roches volcaniques (Lapilli, etc.) aux environs d'Antsirane.

BARON (1895, a) a vu ensuite rapidement le massif d'Ambre (Ambohitra). Il estime à 1.200 milles carrés, soit environ 4.000 kilomètres carrés la surface couverte par les laves. Il avait découvert un cratère [probablement le Petit-Lac], et entendu parler d'un

autre lac [probablement le Grand-Lac]. BARON a constaté que la roche est remarquablement homogène partout où on la prend ; c'est un basalte à olivine, gris foncé ; sa partie supérieure est souvent celluleuse. Il n'a vu ni lapilli, ni cendres. Il signale 20 à 40 cônes parasites sur le pourtour du Massif d'Ambre et y a trouvé des breccias, contenant du basalte à olivine, de l'andésite à augite, et un grès fin arraché aux roches sous-jacentes. Ces roches sous-jacentes seraient entamées par la rivière Mariarano [probablement le Marivorano, rivière au N. du Lac Antanave]. Les échantillons rapportés par BARON ont été étudiés par HATCH.

Le commandant BOURGEOIS (1896) publia ensuite ses observations sur le Sud du Massif d'Ambre ; il fut frappé par l'alignement est-ouest des cônes volcaniques.

Enfin, on trouve çà et là dans les travaux de A. LACROIX (1901, c et 1902, c) quelques données sur la constitution des basaltes du Massif d'Ambre et sur la présence de grains de corindon, évidemment arrachés à des roches cristallines sous-jacentes (1).

\* \* \*

La Montagne d'Ambre est effectivement une énorme masse volcanique, constituée presque exclusivement par des basaltes et des tufs basaltiques.

**Cratères.** — Il existe, suivant l'axe du Massif, une ligne de cratères extrêmement nets et fort bien conservés.

Tout d'abord, au Nord du Lac Mahery existe un cirque peu profond, dont les bords sont constitués par des tufs ; j'ai proposé de lui donner le nom de *Cratère Géraud*, du nom du capitaine d'artillerie coloniale qui m'en a le premier indiqué l'existence.

Presque contigu au cratère Géraud se trouve le *Lac Mahery* (alt. 460m), cirque extrêmement profond, aux bords constitués par des tufs. Le fond, marécageux et très giboyeux, se déverse dans la rivière des Maques. C'est là qu'on a recueilli, en assez grande quan-

(1) Tout récemment la présence de basaltes sur le plateau d'Antsirane a été signalée par J. COUYAT. Ils contiennent de la calcite et de nombreux zéolites. Voir J. COUYAT. Notes sur les roches rapportées de Madagascar par M. Geay. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 1906, pp. 71-74 ; voir pp. 73-74. [Note ajoutée pendant l'impression].

tité, les petits cristaux de corindon signalés par A. LACROIX. J'en ai moi-même trouvé un grand nombre.

Sur la route du Sakaramy au Camp d'Ambre, le *Pic Janson* (alt. 550<sup>m</sup>) est aussi un ancien cratère ; les coupures de la route permettent de constater la présence (fig. 106) de scories et de cendres nettement inclinées de part et d'autre de l'axe du *Pic Janson*. Elles sont superposées à des basaltes contenant des grandes plaques vitreuses. Tout cet ensemble est superposé à des tufs basaltiques visibles en descendant dans le ravin voisin.

Au delà du Camp d'Ambre, on pénètre dans la forêt, extrême-

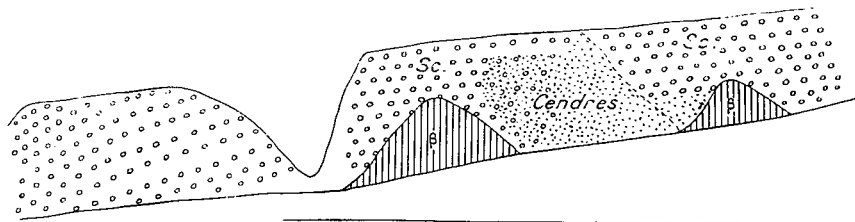


Fig. 106. — LES COUPURES DE LA ROUTE DU SAKARAMY AU CAMP D'AMBRE, A LA TRAVERSÉE DU PIC JANSON

ment dense et touffue, qui couvre le sommet du Massif. Cette forêt n'avait jamais été traversée avant 1900 ; elle l'a été, au prix de difficultés inouïes, par le lieutenant LANDAIS, chargé de la construction de la route qui doit la pénétrer. Les données géologiques et topographiques y sont extrêmement difficiles à recueillir ; aussi sont-elles encore fort rares.

La *Mare d'Anacllet* (alt. 886<sup>m</sup>), à l'entrée de la forêt, montre un petit cirque, presque à sec, sur les bords duquel la route entame quelques mètres de scories, de cendres et autres produits de projections volcaniques.

Plus loin, le *Petit-Lac* est une jolie nappe d'eau, située au fond d'un profond entonnoir de plus de 100 mètres, complètement creusé dans le basalte (sommet 1031<sup>m</sup> ; *Petit-Lac*, 947<sup>m</sup>). On trouve cependant des scories dans le fond. Le *Petit-Lac* est probablement le cratère-lac, auquel BARON (1895, a) fait allusion. Il est marqué sur la route à 1/50 000 des environs de Diego-Suarez et a été désigné depuis (1), sous le nom de La Coupe-Verte. Ainsi que je l'ai

(1) Diego-Suarez ; in-8°, Tamatave, 1902.

indiqué (1903, c), ce nom doit être abandonné pour raison de priorité.

Plus loin, le *Grand-Lac* (1), (alt. 1250<sup>m</sup>), dominé à pic par un belvédère (alt. 1150<sup>m</sup>), est un vaste cratère de près d'un kilomètre de diamètre, aux parois abruptes, formées de tufs basaltiques et de basaltes. Au moment de la saison sèche, il n'y a dans le fond que de petites nappes d'eau, isolées les unes des autres. Il semble y avoir, dans la saison des pluies, communication souterraine entre ce lac et la vallée qui se trouve au Nord, où coule un tributaire de l'Andronofanjava.

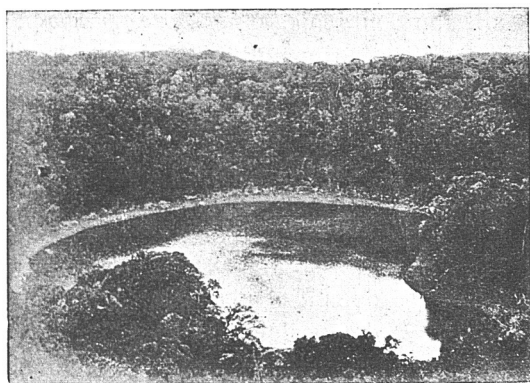


Fig. 107. — LE PETIT-LAC.  
Cratère-lac dans le Massif d'Ambre.

Un grand nombre d'autres cratères-lacs ont été découverts dans la forêt par le lieutenant LANDAIS. J'en ai déjà donné (1903, c) la liste et une carte schématique. Les *Cratères jumelés de l'Ouest* sont intéressants parce que, au lieu d'être des cratères-lacs comme les précédents, ce sont des cônes volcaniques avec parties médianes occupées par un lac plus ou moins asséché. C'est le type du *Pic Beylié*, du *Lac Antananave* (Lac Bontemps), du *Mont de Metz* et des cratères de la bordure sud-est du Massif d'Ambre. C'est ce même type que l'on retrouve à Nosy Be dans les cratères du Mont Sajoa, du Mont Jabaly et du Mont Antsahalonga (voir p. 298).

(1) Le *Grand-Lac* est désigné aussi sous le nom de : 2<sup>e</sup> Lac, Lac-Maudit, La Mare-aux-Sangsues.

Au-delà des Cratères jumelés de l'Ouest, la route laisse à l'Ouest le *Cratère Renard*. Au Nord de ce cratère, se trouve un belvédère qui le domine à pic d'environ 100 mètres ; une belle petite rivière N. S. descend en cascades jusqu'au fond du cratère, dans une sorte de marais où elle se perd. Plus loin, se trouve le *Lac de l'Étape* où l'on compte organiser un baraquement pour les troupes qui auraient à transiter à travers la forêt. A l'Ouest du lac de l'Étape, se trouvent : le *Cratère Durand*, profond, régulier de forme, dépourvu d'eau et boisé ; le *Cratère Hilge*, aux bords à pic et au fond formant une belle prairie.

De l'autre côté de la forêt d'Ambre, on trouve le *Puy Beylié*, visité par la mission Bourgeois, le *Lac Antanyambosy*, etc.

Plus au Sud s'élève le magnifique cône volcanique du *Pic Ramahatra*.

Enfin, au milieu des calcaires liasiques qui forment la chaîne

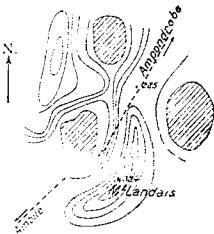


Fig. 108. — LE GROUPE DES CRATÈRES LANDAIS A AMBONDROBE.

de l'Andrafiarena à l'Est, la chaîne de l'Ankarana à l'Ouest, s'ouvre, à hauteur de Tsarakebany et de Marotaolana, une dépression où se trouvait le village actuellement détruit et abandonné d'Ampondrobe. Cette dépression est constituée par une coulée de basalte et on retrouve les anciens cratères au Sud de l'emplacement du village. Je leur ai donné (1903, c), le nom de M. le lieutenant LANDAIS. Les *Cratères Landais* (fig. 108) forment au milieu d'un plateau basal-

tique de petits monticules, constitués par des tufs ; ces petits monticules entourent soit des dépressions marécageuses, soit des étangs.

Mais ces cratères, jalonnant la ligne axiale du massif d'Ambre, sont loin d'être les seuls. Sur la bordure est du massif, au-delà de la limite de la forêt, il existe une quantité de petits cônes volcaniques, sur lesquels BARON a déjà attiré l'attention. Il me paraît tout à fait inutile de les décrire (voir les photographies, planche II).

Le *Lac Antananave* (anciennement Lac Bontemps) est le plus important d'entre eux. Il y a aussi dans son voisinage une quantité de cônes parasitaires.

On trouve encore un cône volcanique sur la rive droite du



Rodo, surgissant curieusement au milieu des calcaires qui constituent le massif d'Ambery (fig. 109).

Les basaltes qu'ils ont épanchés et les tufs qu'ils ont émis recouvrent les calcaires jurassiques de la vallée du Rodo à des altitudes d'ailleurs inégales, suivant la rive que l'on considère, de sorte que l'on doit admettre que la vallée était déjà creusée sur son emplacement actuel à l'époque de l'activité volcanique.

A l'Ouest d'Ambery, la vallée sèche, dans laquelle se trouve le village de ce nom, est occupée par une coulée de basaltes. Le volcan qui l'a émis doit être cherché dans un petit massif cratéristiforme (fig. 111), assez allongé, formé par des tufs contenant des blocs de basalte scoriacé. Ce curieux massif, absolument isolé dans la vallée, est creusé à son centre d'une vallée plus petite.

Enfin, sur le chemin du village d'Ambery, au signal d'Andriamena, le *Mont de Metz* (fig. 111) s'élève curieusement au milieu

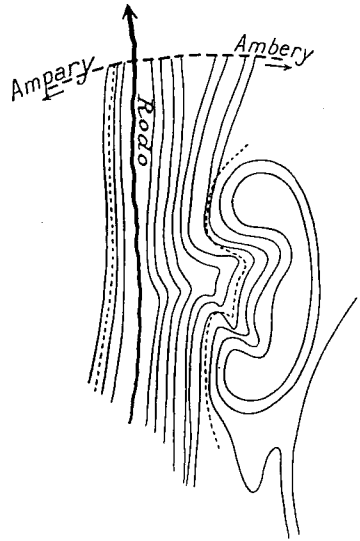


Fig. 109. — LE VOLCAN DE LA RIVE DROITE DU RODO.

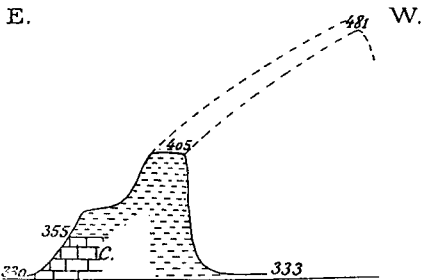


Fig. 110. — VOLCAN DE METZ, PRÈS D'AMBERY.

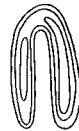


Fig. 111. — LA VALLÉE CRATÉRIFORME D'AMBERY.

de calcaires jurassiques *c* qui semblent n'avoir été nullement dérangés à son contact (fig. 110). Le fond du cratère a un diamètre

d'environ 300-400 mètres (altitude : 333 mètres) ; c'est une dépression circulaire, à peine humide pendant la saison sèche ; elle est dominée de tous les côtés par un véritable rempart, constitué par des tufs et des conglomérats basaltiques.

Son point le plus élevé atteint 481 mètres, mais l'altitude moyenne n'est guère que de 400 mètres.

Des coulées de basalte se sont épanchées de ce cratère vers Ambery.

\* \* \*

Sur le bord ouest du Massif d'Ambre, les cratères sont beaucoup moins nombreux ; ils sont surtout abondants le long de la dépression constituée par le haut Ankarana et l'Andranomandevy. Les principaux sont le *Puy Noir* et le *Puy Joffre*, cônes circulaires, égueulés à leur sommet, du côté de l'Ouest.

### CONSTITUTION DU MASSIF D'AMBRE

L'intérieur du Massif d'Ambre est, en dehors de ces cratères, constitué par des alternances de coulées de basaltes et de tufs basaltiques.

**Environs du Camp d'Ambre.** — J'ai surtout étudié ces alternances aux environs du Camp d'Ambre. Une coupe prise dans le Ravin du Potager permet de se rendre compte de la disposition des coulées de *basalte* et de *limburgite* (fig. 112) :

Basalte avec grands cristaux d'olivine. La pâte est constituée par des micro-lithes de magnétite, d'olivine, d'augite, de labrador et par de la matière vitreuse brunâtre. — Dans d'autres coulées, on observe de véritables limburgites.

Chaque coulée de basalte est constituée à la base par une roche compacte, au sommet par une roche scoriacée ; l'ensemble de la coulée a une épaisseur d'environ 5 à 6 mètres. Les coulées sont séparées par des tufs plus ou moins épais ; dans le lit des ravins, on ne voit pas ces tufs eux-mêmes, mais seulement leurs produits de décomposition, des argiles rouges contenant de nombreux blocs de basalte. Ces argiles sont facilement affouillées par

les eaux et la coulée de basalte sous-jacente reste en surplomb, déterminant une cascade. Quand plusieurs coulées de basalte sont assez rapprochées, on a souvent affaire à une cascade unique plus rapprochée.

Dans le Ravin du Potager, au Nord du Camp d'Ambre, les basaltes ne sont pas seuls; il s'y intercale à différents niveaux des roches reconnaissables à leur couleur plus bleuâtre. Ce sont des *téphrites*; leur teneur en néphéline est assez considérable, comme on peut s'en assurer.

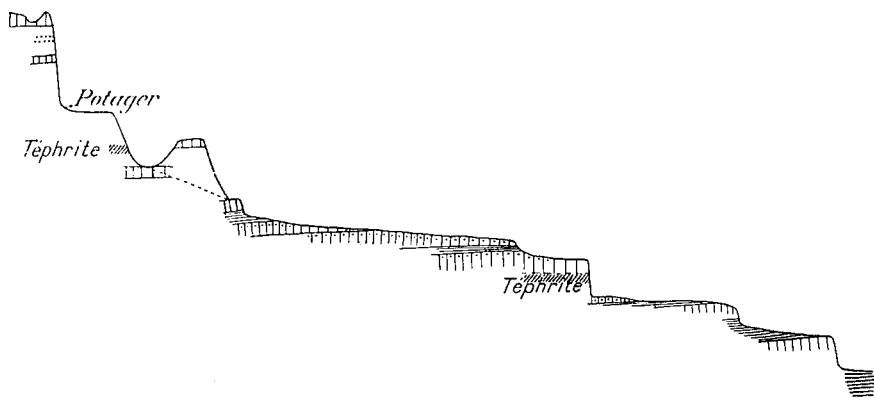


Fig. 112. — COUPE DU RAVIN DU POTAGER, AU SUD DU CAMP D'AMBRE.

Longueurs : 1/10 000.

Hauteurs : 1/2 000.

On peut compléter la coupe du Massif d'Ambre par l'étude de la Rivière des Macks, entre le Camp d'Ambre et Antongombato.

En ce dernier point, il s'agit de véritables *basaltes*.

On y observe quelques grands cristaux de feldspaths (labrador) de l'augite avec macles suivant  $h'$ , un peu d'olivine et d'abondants microlithes de magnétite, d'augite, de feldspaths plagioclases du groupe du labrador, au milieu d'une pâte vitreuse.

Ces alternances de basaltes et de tufs basaltiques se continuent dans les environs du Camp du Sakaramy et déterminent, dans le cours de la rivière de ce nom, une série de cascades; l'une d'elles a été utilisée pour produire la force motrice nécessaire à la confection de la glace, consommée à Antsirane.

D'autres plus importantes se trouvent sur le Besokatra.

Mais, d'une façon générale, la région située au Sud de Saka-

ramy est presque entièrement constituée par des tufs ; on ne peut y suivre les coulées de basalte reconnues dans les environs du Camp d'Ambre et du Sakaramy.

Je pourrais multiplier les coupes de détail de cette région, mais elles ne me paraissent pas présenter d'intérêt ; elles sont trop éloignées les unes des autres et il est impossible de les raccorder entre elles ; elles ne présenteraient d'intérêt que si on pouvait lever à grande échelle la carte géologique de ce massif, encore partiellement inconnu au point de vue topographique.

Je noterai seulement l'existence, en contre-bas du camp du Sakaramy, d'une roche blanchâtre, qui, à l'analyse, a donné les résultats suivants :

Cette roche a une odeur fétide ; en chauffant, elle dégage un sel blanc qui se sublime par refroidissement ; ce sel est du carbonate d'ammoniaque, peut-être mélangé d'un peu de sulfate ; mais, en tout cas, il n'y a pas de sulfhydrate d'ammoniaque. L'azote total est, pour 1 gramme de roche, de 0 gr. 0032.

**Forêt d'Ambre.** — Dans sa partie supérieure, le sol de la forêt d'Ambre est surtout constitué par des lapillis ; ils sont supportés par des coulées de basaltes ; une ligne de sources (source Maillard, alt. : 1102 m. ; etc.), s'établit généralement au contact des basaltes et des lapillis (1). Ce sont ces sources qui donnent naissance aux rivières qui descendent de la Montagne d'Ambre, en divergeant dans toutes les directions.

Le peu d'élévation de la température rendra difficile, au moins dans les parties hautes, la mise à exécution du projet de DESLANDRES, qui consiste à y planter des caféiers sous forêt. Ce projet ne sera pratique que sur la lisière de la forêt, vers l'altitude de 1000 mètres. Le rôle essentiel de cette région forestière est de servir de *réservoir d'eau* et de *réserve d'énergie* aux régions situées au-dessous.

Elle est constituée par des alternances de coulées de basalte et des tufs et scories ; ces alternances sont bien visibles à la Grande-Cascade (92 mètres de chute), bien qu'il ne soit pas

(1) La température est généralement assez basse aux hautes altitudes que présente la forêt d'Ambre. Il y pleut presque constamment, même pendant l'hiver austral. Les bois de cette région, rongés par les insectes, ne sont pas actuellement susceptibles d'une exploitation fructueuse.

possible d'y relever une coupe détaillée (Voir la photographie, planche I).

L'allure des lapilli est surtout très visible dans la Tranchée des Fougères (haute vallée de la Besokatra ; alt. : 1139 m.).

Ces sables et ces argiles à éléments volcaniques, à stratification irrégulière, forment tout le sol du chemin, entre la Tranchée des Fougères et le Grand-Lac.

J'ai essayé de relever une coupe dans la vallée qui descend de source Maillard ; grâce à un sentier frayé dans la forêt par les légionnaires, j'ai pu descendre de l'altitude 1145 mètres jusqu'à l'altitude 1067 mètres. J'ai noté, au milieu des tufs, l'intercalation de quatre coulées de roches éruptives.

Ce sont des *limburgites* dans lesquelles on voit, au premier temps, de grands cristaux d'olivine et des cristaux d'olivine abondants, mais plus petits ; il y a également quelques phénocristaux de magnétite. Au second temps, l'olivine prédomine, accompagnée de magnétite et d'augite, au milieu d'une pâte vitreuse.

**Est du Massif d'Ambre.** — La région à l'Est du Massif d'Ambre, entre le Camp d'Ambre et le lac Antanave, est constituée presque exclusivement par des tufs basaltiques, roches de couleur claire,

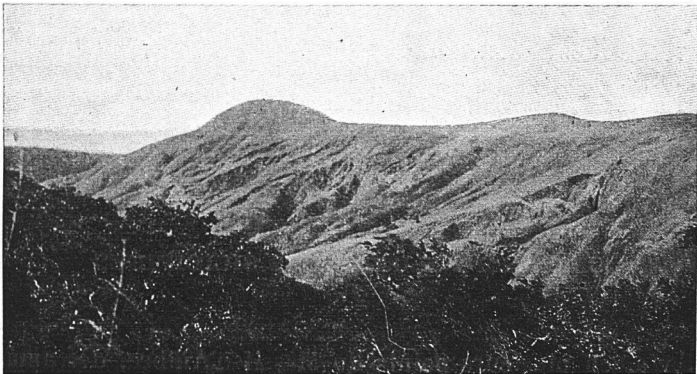


Fig. 113. — TUF BASALTIQUES A L'EST DU CAMP D'AMBRE.

alternant avec des coulées de basaltes. Ces tufs déterminent des croupes ondulées (fig. 113) avec de nombreuses vallées au fond plat, ou profil en auge, généralement sèches pendant la saison d'hiver austral. C'est une région très fertile, cultivée en rizières, où se trouvent les plus importantes agglomérations indigènes du

Massif d'Ambre. Il est cependant bon d'y ajouter un peu de potasse (cendres de cuisine) et de chaux, comme on l'a fait dans les jardins militaires du Camp d'Ambre (1).

Ces tufs sont presque toujours régulièrement stratifiés en couches horizontales ; cette stratification horizontale est bien visible en plusieurs points, en particulier aux environs du Lac Antanave, près du mamelon des Tombeaux\*. Des basaltes y sont souvent intercalés, sur une faible épaisseur, par exemple entre Anivorane\* et Tsarakibany, au sortir d'Anivorane\*.

Les résultats de l'analyse de ces tufs ont été :

	<u>a</u>	<u>b</u>
Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	40,4	42,3
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	40,9	44,0
d'où Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	19,9	25,6
Oxyde ferreux FeO . . . . .	18,9	16,5
Fer dosé . . . . .	14,7	12,9
d'où Sesquioxyde de fer Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	21,0	18,4
Magnésie, MgO . . . . .	0,5	0,8
Chaux, CaO . . . . .	0,3	1,2
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	0,7	2,9
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	0,0	0,0
Perte au feu . . . . .	17,8	11,8
	<hr/> 98,5	<hr/> 101,1

a) Tufs, à la sortie d'Antsakoa\*.

Au rouge, s'agglomère et noircit.

b) Tufs entre Anivorano\* et Tsarakibany.

Au rouge, fond facilement en une masse noir bleuâtre.

### CENDRES VOLCANIQUES SILICIFIÉES

Il y a, en plusieurs points du Massif d'Ambre, des amas de cendres volcaniques silicifiées, dont l'aspect blanchâtre attire immédiatement les yeux. Elles sont, tantôt devenues complètement compactes, tantôt restées plus ou moins pulvérulentes. Les malgaches les désignent sous le nom de *Tanyfotsy* (terre blanche) et leur prêtent des propriétés thérapeutiques : leurs femmes s'en

(1) Voir Diego-Suarez ; in-8°, Tamatave, 1902 ; p. 116.

frottent le visage quand elles ont leurs proches atteints de certaines maladies.

Ce sont simplement des cendres localement silicifiées; à *Andronofanjava*, par exemple, une importante masse de tufs se présente intercalée entre deux coulées de basalte. Dans cette masse de tufs apparaissent de petits massifs blancs qui semblent absolument dispersés et sans ordre. La silicification des tufs paraît s'être faite d'une façon irrégulière.

La « tanyfotsy » de *Sandrangout* est intercalée entre deux couches de tufs basaltiques.

Le gisement d'*Ambararata* (fig. 114) est le plus intéressant; il forme au Nord du village un mamelon isolé et plus élevé que la coulée de basalte qui s'étend au Sud et à l'Ouest du village d'*Ambararata*. Comme on ne trouve que très peu de tufs à la base de la coulée de basalte et pas du tout au dessus, il est très vraisemblable d'admettre que ces tufs sont antérieurs au basalte (voir p. 333). Dans cette hypothèse, ils se seraient étendus sur toute la région et auraient été silicifiés localement; puis l'érosion aurait fait son œuvre, enlevant ces tufs friables partout, sauf dans les points silicifiés plus résistants. Les coulées de basalte se seraient épanchées ultérieurement.

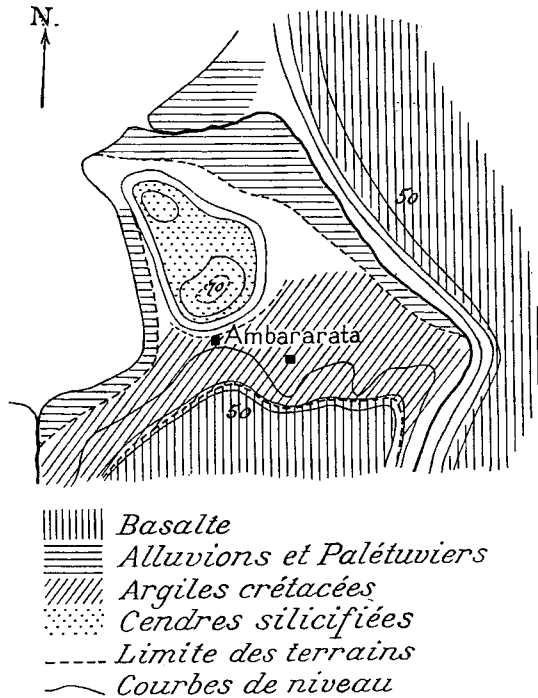


Fig. 114. — CARTE DES ENVIRONS D'AMBARARATA.

Échelle : 1/30 000.

Ces cinérites silicifiées sont très abondantes dans la presque île Saint-Sébastien; un échantillon provenant du versant ouest de la Baie d'Ambaro a présenté la composition suivante :

Silice, Si <sup>2</sup> O . . . . .	64,8
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	25,7
Chaux, CaO . . . . .	1,0
Magnésie, MgO . . . . .	0,3
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	1,0
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	0,5
Oxyde ferreux, FeO . . . . .	2,3
Perte au feu . . . . .	4,2
	99,8

D'autres gisements de ces cendres silicifiées existent en plusieurs points, à Irony, à Befotaka, etc. L'existence d'un point dénommé *Tanyfotsy*, au Nord d'Ampombiantombo, semble indiquer leur existence dans cette région.

J'en décrirai également (voir p. 301) de Sakatia, près Nosy Be.

On sait que L. GENTIL (1) a eu l'occasion d'étudier des types analogues (andésites silicifiées par des fumerolles) dans le volcan de Tifarouine (*loc. cit.*, p. 411) et dans celui des îles Habibas (*loc. cit.*, p. 448), où ces roches avaient été antérieurement considérées par CURIE et FLAMAND comme des trachytophyres.

### COULÉES EXTÉRIEURES

La carte ci-jointe met en évidence deux coulées importantes venant du Massif d'Ambre. Ces deux coulées sont absolument comparables et elles déterminent dans la topographie un aspect absolument identique, celui de grands plateaux plats et couverts de brousse. Ce sont la coulée de la Fontaine tunisienne et la coulée d'Ambararata.

**La Coulée de la Fontaine tunisienne.** — Elle ne se sépare du Massif d'Ambre et ne s'individualise au point de vue topographique qu'à partir d'Antanamitarana. Le plateau du Cap-Diego en forme

(1) L. GENTIL. Esquisse stratigraphique et pétrographique du Bassin de la Tafna. Alger, 1902.



le prolongement naturel ; elle descend lentement depuis l'altitude 150 mètres environ à Antanamitarana jusqu'à celle de 30 mètres environ. Elle est bordée, à l'Est, par la vallée de la Betaitra et par la Baie des Français ; on y aperçoit son substratum d'argile cénomaniennne. A l'Ouest, elle est dominée par le mamelon turonien de Mahatinjo (alti-

tude: 257 mètres), couronné lui-même par une coulée supérieure. Ainsi que le montre la coupe ci-jointe (fig. 115), cette coulée de la Fontaine tunisienne occupe nettement l'emplacement

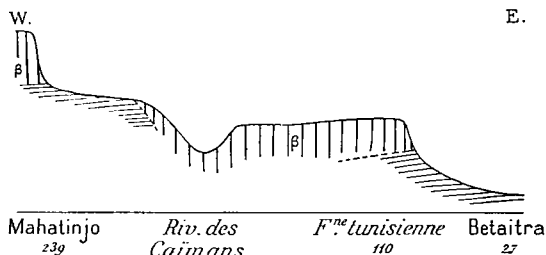


Fig 115. — DE MAHATINJO A LA BETAITRA.

Longueurs : 1/50 000.

Hauteurs : 1/10 000.

d'une vallée ancienne, précurseur de la vallée actuelle de la Betaitra, et que je désignerai sous le nom de *Prébetaitra* (voir p. 333).

La partie supérieure de cette coulée est profondément décomposée en une argile rouge, emballant d'énormes blocs de basaltes. C'est dans cette argile rouge que sont creusées les batteries et les forts qui constituent le front de terre d'Antsirane. Un échantillon de cette argile, analysé au Laboratoire de l'École Polytechnique, a donné les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	45,0
Alumine et oxyde ferrique. . . . .	40,8
dont Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,19
Chaux, CaO . . . . .	0,0
Magnésie, MgO. . . . .	0,4
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	1,2
Potasse, K <sup>2</sup> O. . . . .	0,0
Perte au feu . . . . .	12,9
	100,4

Mais le sol superficiel est plus riche, ainsi qu'il résulte des analyses de MÜNTZ et ROUSSEAU (*loc. cit.* ; analyses nos 222, 223, 321, 332, 349 ; p. 124 et suivantes).

Azote . . . . .	1,7 à 7,9
Acide phosphorique . . . . .	1,5 à 4,4
Potasse . . . . .	0,1 à 0,7
Chaux . . . . .	0,8 à 0,3

Ces terres, relativement riches par ailleurs, sont pauvres en chaux et en potasse. Il faudrait donc recommander aux nombreux concessionnaires de ces plateaux de chauler leurs terres avec les calcaires qui se trouvent à la Montagne des Français et de les enrichir en potasse au moyen d'engrais. A ce dernier point de vue, l'habitude qu'ont les indigènes de brûler la brousse, paraît avoir du bon, en ce sens qu'elle permet au sol de récupérer la potasse.

Ces basaltes, décomposés au moins superficiellement et découpés par des diaclases qui permettent le passage des eaux, sont perméables dans leur ensemble. Aussi l'affleurement des argiles cénomaniennes, qui se trouvent à leur base, détermine-t-il un niveau d'eau assez constant, constitué par des sources nombreuses, mais peu abondantes (jardin militaire de la garnison de Cap-Diego, Concession Nicolas, etc.).

C'est, à Andrakaka, un véritable basalte avec augite et beaucoup de matière vitreuse ; on y note de nombreux microlithes de feldspaths altérés.

**Coulée d'Ambararata.** — Elle est bordée, à l'Est par le massif gréseux et boisé d'Ambotsimihely, à l'Ouest par celui de Antequête. Elle est actuellement séparée en deux parties par la rivière d'Ambararata ; elle est jalonnée sur son bord est par la rivière de Mangoaka, sur son bord ouest par celle d'Andranomena.

On trouve, à sa base, comme à la base de la coulée de la Fontaine tunisienne, des argiles bleues crétacées, probablement cénomaniennes.

La roche est un basalte avec grands cristaux d'olivine, complètement décomposée. Il y a de grands microlithes allongés de feldspaths.

L'analyse de ce basalte a donné les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .		58,0
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>2</sup> + sesquioxyde de fer Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	54,0	
d'où Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .		22,0
Oxyde ferreux, FeO . . . . .		8,1 (1)
Fer dosé, Fe. . . . .	7,0	
d'où Sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	9,0	
Magnésie, MgO . . . . .		3,5
Chaux, CaO. . . . .		5,5
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .		1,8
Potasse, K <sup>2</sup> O. . . . .		0,0
Perte au feu. . . . .		2,0
		100,9

(1) Il n'y a pas d'oxyde magnétique de fer (F<sup>2</sup>O<sup>3</sup>) attirable à l'aimant. — Un basalte analogue s'observe à Andranofanjava.

**Coulée de la Sankazo.** — Parmi les nombreuses autres coulées basaltiques qui descendent du Massif d'Ambre, je citerai encore celle qui s'étend entre la Tsahareny et la Sankazo. Dans la vallée de la Tsahareny, elle repose (fig. 116) sur les grès du Crétacé inférieur. Dans la vallée de la Sankazo, en face de Bobavato, un petit ravin permet d'étudier le contact avec les argiles céno-maniennes. On trouve d'abord 8 mètres d'argile rouge, contenant de gros blocs de basalte ; au-dessous, viennent des tufs basaltiques, épais de 3 mètres, puis une coulée de basalte ayant la même épaisseur.

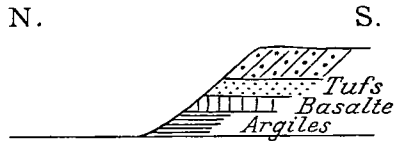


Fig. 116. — Coupe dans la vallée de la Sankazo à hauteur de Bobavato.

C'est un *basalte doléritique*. On observe de grands cristaux d'olivine et des cristaux très allongés de pl gioclases (labrador dominant, moulés opitiquement par de grandes plages d'augite. La pâte est constituée par un verre brun avec quelques microlithes de magnétite.

Le tout repose sur des argiles bleues, sans fossiles, prolongement des argiles vraconniennes qu'on peut étudier en face au Mont-Raynaud. Ces argiles sont là aussi recouvertes par un *basalte doléritique*, analogue au précédent.

**Coulée de la rive droite du Rodo.** — Une grande coulée de basalte s'étend sur la rive droite du Rodo, entre cette rivière et les

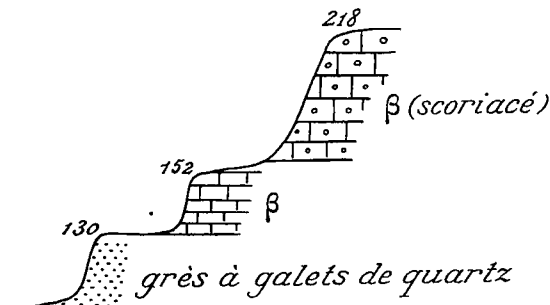


Fig. 117. — Coupe schématique de l'Ambohibory (vallée du Rodo).

premiers contreforts des monts Andrafiama. On voit l'extrémité de cette coulée près de Ankarongana ; elle forme là, vers

l'altitude 40 mètres, un escarpement qui domine la vallée du Rodo (alt. : 10 m.) et ses puissantes alluvions. Elle provient, en grande partie, des volcans des environs d'Ambery, mais peut-être aussi d'une montagne assez élevée, l'Ambohory (alt. : 218 m.), qui se trouve sur la rive droite du Rodo et qui serait un ancien cratère ; sur un soubassement formé de grès à galets de quartz repose une épaisseur de 20 mètres de basalte compact, puis plus de 50 mètres de basalte scoriacé, sans que j'aie pu apercevoir aucune alternance de cendres ou de tufs (fig. 117).

Cette montagne, absolument isolée de la coulée par une sorte de circonvallation, me paraît pouvoir être considérée comme l'un des centres d'émission du basalte.

**Coulées au Sud du Massif d'Ambre.**— Toutes les pentes au Sud du Massif d'Ambre sont également couvertes de basaltes ; ceux-ci s'étendent dans la dépression d'Ambondrobe jusqu'aux cratères Landais (voir p. 282, fig. 108).

On observe à Ambondrobe de véritables *basaltes* avec de grands cristaux d'olivine, mais non de feldspath. Au second temps, il y a, au milieu d'une pâte vitreuse, des microlithes d'augite, de feldspath et de magnétite.

De même les pentes du Sud-Ouest du massif, sur la rive droite de l'Andranomandevy, sont couvertes de coulées qui paraissent pouvoir provenir du Puy Joffre, du Puy Noir et de leurs satellites ; ces basaltes reposent directement, à l'Est du chemin d'Am-pombiantombo à Ambatoharangana, sur les argiles bleues attribuées au Jurassique supérieur (voir p. 142).

Au Nord de la Sahinana, les basaltes sont moins développés ; on est en présence d'alternances de tufs et de basaltes et en plusieurs points, on observe des éruptions de *trachytes* (voir p. 310).

## EAUX MINÉRALES

Il n'y a qu'un très petit nombre d'eaux minérales ou thermales dans le Massif d'Ambre, malgré la jeunesse et le développement des formations éruptives.

Je ne puis en citer que deux.

La source du *Sakaramy* se trouve au fond de la vallée (altitude : 330<sup>m</sup> environ), près du camp du même nom (altitude : 380<sup>m</sup>) ; sa température est de 29° et son débit faible (quelques litres à la minute) ; elle est très calcaire ; dans tout son voisinage on trouve des tufs calcaires, déposés par elle et de même origine. Toute la région est basaltique. La quantité notable de carbonate de calcium donnée par l'analyse semble donc indiquer, à une profondeur relativement faible au dessous des coulées de basaltes, la présence de couches sédimentaires calcaires, prolongement de celles de la Montagne des Français. Elle a, depuis longtemps, attiré l'attention des colons de Diego-Suarez et a été récemment mise en vente par l'administration des Domaines.

	Rodo.	Sakaramy
	g. par litre	g. par litre
Bicarbonate de sodium, CO <sup>2</sup> NaH . . . . .	0,16	0,48
» de potassium, CO <sup>2</sup> KH . . . . .	zéro	zéro
Carbonate de calcium, CO <sup>2</sup> Ca. . . . .	0,56	0,27
» de magnésium, CO <sup>2</sup> Mg. . . . .	0,09	0,30
» de fer, CO <sup>2</sup> Fe . . . . .	0,15	zéro
Anhydride sulfurique, SO <sup>3</sup> . . . . .	0,02	zéro
Chlore, Cl. . . . .	0,02	non dosé
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et oxyde ferrique, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .	0,02	0,01
Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	0,02	0,01
Résidu d'évaporation à 100°. . . . .	1,09	1,14
Recherche qualitative des <i>nitrates</i> par la diphénylamine. . . . .	} quantité minime	} quantité minime

Au même groupe paraît se rattacher la source de Nosy Be, un peu minéralisée, signalée autrefois par HERLAND et dont l'analyse n'avait pu être faite rigoureusement, par suite de son mélange avec l'eau de mer (voir p. 302).

Dans la vallée de *Rodo*, près de Boriravina, se trouve, vers 40<sup>m</sup> d'altitude, une source peu abondante, ayant une température d'environ 30°, n'ayant aucune odeur d'hydrogène sulfuré et dégageant un gaz qui doit être de l'acide carbonique (1) ; elle jaillit dans les calcaires du Jurassique ; si elle provient de terrains métamorphiques, elle aurait traversé souterrainement tous les sédiments liasiques, ce qui expliquerait sa teneur relativement forte en calcaire.

On peut, d'ailleurs, tout aussi bien, expliquer la présence de

(1) Elle ne dépose pour ainsi dire pas de carbonate de calcium, bien qu'elle en contienne une quantité notable.

cette source, en la rattachant aux manifestations éruptives récentes dont les cratères Landais et de Metz sont les traces dans cette région.

### AGE DES BASALTES DU MASSIF D'AMBRE

L'état d'extrême fraîcheur des appareils volcaniques montre, d'une façon générale, que les éruptions volcaniques du Massif d'Ambre sont relativement récentes.

Cependant, il faut remarquer que, depuis l'époque de l'épanchement, l'érosion a pu creuser à nouveau des vallées profondes à travers ces basaltes et à travers les couches sous-jacentes (Vallée de la Betaitra); je ne parle pas, bien entendu, des ravins profonds creusés dans le Massif d'Ambre lui-même par des rivières extrêmement jeunes et travailleuses. Depuis cette époque également, le Port de la Nièvre s'est ouvert entre la coulée de la Fontaine tunisienne et son prolongement au Cap-Diego.

Enfin, il ne reste dans le Massif d'Ambre aucun reste de l'ancienne activité volcanique, ni solfatare, ni dégagement d'acide carbonique, ni même source d'eau chaude (à part peut-être la source du Sakaramy). D'autre part, il est possible que des roches éruptives de divers âges se superposent dans le Massif d'Ambre et que les basaltes récents nous cachent d'autres basaltes plus anciens.

Une donnée plus précise est fournie par des raisons de géomorphogénie que je développerai plus loin (p. 334).

Sur les pentes qui descendent, à l'Est, de Dover-Castle, on trouve en beaucoup de points des tufs basaltiques, à peu près au niveau du contact des marnes aturiennes et des calcaires à Nummulites; mais le fait est loin d'être constant; l'on ne peut donc en déduire que ces tufs sont intercalés entre les deux systèmes, mais seulement qu'ils sont adossés, en ce point, à l'escarpement de calcaire à Nummulites. J'ignore d'où peuvent provenir ces tufs basaltiques, aucun cratère ne paraissant exister dans le voisinage.

Le fait qu'ils sont postérieurs à la formation par érosion de l'escarpement de calcaires à Nummulites implique pour eux un âge relativement récent. Je les rapproche donc des éruptions du Massif d'Ambre plutôt que de celles du Bobaomby.

Des tufs basaltiques et des filons de basalte s'observent sur les sommets de l'Ambongo-Abo, surtout sur le sommet du milieu.

### PRESQU'ÎLE SAINT-SÉBASTIEN ET NOSY MITSIO

La presqu'île Saint-Sébastien est formée presque entièrement par des roches volcaniques, reposant sur un substratum d'argiles bleues, appartenant au Crétacé inférieur (voir p. 173). J'y ai indiqué précédemment (p. 290), la présence de nombreuses cendres silicifiées, en particulier sur le versant ouest de la Baie d'Ambaro. En d'autres points, on constate la présence de tufs et de coulées basaltiques ; je n'y connais pas de cratère bien conservé.

De même, à Nosy Mitsio, il ne paraît pas y avoir non plus d'appareils volcaniques intacts ; les pitons d'Ankarana (alt. 234), et d'Ankareana (alt. 241), sont constitués entièrement par des basaltes appelés par les indigènes *Vato joby* (La pierre noire). Cette même roche paraît constituer tout le sol de l'île ; elle y est décomposée en une terre rouge (*Tany meny*), analogue à celle qui couvre les coulées de basalte de la Fontaine tunisienne, d'Ambararata, etc.

### NOSY BE

**Historique.** — C'est HERLAND (1856) qui, le premier, a signalé l'existence des cratères à Nosy Be. Il distingue deux sortes de cratères : « Les premiers sont les cratères d'éruption creusés au sommet ou sur les flancs de buttes de forme conique, presque toujours » isolés. Aux environs de ces volcans on trouve encore les traces » de coulées volcaniques. Les seconds, ou cratères de soulèvement, sont creusés tantôt au sommet des montagnes, tantôt à » leurs pieds. . . ; ces cratères sont partout convertis en lacs. »

VÉLAIN (1876) a donné ensuite quelques données sur ces volcans ; les cratères-lacs auraient, d'après lui, épanché des dolérites et des basaltes, riches en pyroxène.

Le même auteur (VÉLAIN, 1877, b) a donné de ces volcans, des dessins qui rendent parfaitement leur aspect.

A. LACROIX (1902, c) rappelle la fraîcheur des appareils volcaniques de Nosy Be; il signale, parmi les roches qui en proviennent, des *téphrites à olivine* (avec néphéline), des *leucitites*, des *néphélinites* à olivine.

**Cratères.** — Les cratères les plus imposants dominent Hellville; ils constituent le groupe du Jabaly et du Sajoa.

Le cratère-lac du *Jabaly* (alt. 130 mètres) m'a montré des roches à leucite et des tufs. Un autre lac qui occupe une dépression découpée comme à l'emporte-pièce dans le basalte se trouve à ses pieds (alt. 35 mètres). On trouve sur ses bords des blocs de *leucotéphrite* et des blocs de grès isolés, qui doivent avoir été arrachés aux roches liasiques sous-jacentes. De plus M. VÉLAIN a rapporté des roches de Nosy Be; dans les plaques qu'il a bien voulu me communiquer, j'ai trouvé des *téphrites* et des *néphélinites*.

On retrouve les mêmes roches éruptives et les mêmes grès, empruntés au substratum liasique, sur les bords du *cratère d'Ampobilava* (altitude 55 mètres). Il est également occupé par un lac; ses bords sont constitués par des tufs. On y recueille des blocs de *néphélinite*.

Le mont *Sajoa*, que laisse à l'Ouest la route de Helville à Ankalomponabe, et le *mont Antsahalona*, qui en est très voisin, sont des cônes de débris extrêmement nets; je n'en ai pas fait l'ascension jusqu'au sommet; ils abritent aussi, paraît-il, des dépressions lacustres.

Je n'ai pas eu l'occasion de voir la région de *Vorikiry*; il y existe, d'après le dire des indigènes, un cratère-lac; j'ai retrouvé, dans les plaques de M. VÉLAIN, un *basalte* venant de ce point.

Il est probable que la pointe d'*Ambatoloko*a représente aussi un ancien cratère.

La région la plus curieuse de Nosy Be est celle des Lacs (fig. 118); dans cette région tout entière, couverte de tufs et de produits de projection, VÉLAIN avait, d'après les indications de DEBLENNE, indiqué des grès postérieurs aux éruptions volcaniques; en réalité les grès qu'il a dû avoir entre les mains sont des blocs de grès liasiques arrachés au substratum et rejetés par les volcans. J'en ai



trouvé moi-même d'assez nombreux blocs, auxquels je ne crois pas pouvoir attribuer une autre origine.

Tous les lacs de cette région ont une forme aussi régulièrement circulaire que possible ; il est donc probable qu'ils représentent d'anciens cratères ; ce sont *Tsimangahava* ; *Antsidihy* qu'un seuil insignifiant relie à *Ampary-Be*, grand lac de 1500 mètres de longueur et de 800 de largeur, avec bords est et ouest marécageux, qui portent à plus de 1000 mètres la largeur totale de la dépression ; *Maintimasy* ; *Ankia Be* prolongé vers le Nord par une seconde petite cavité cratériforme, moins importante ; *Bemapasa* ; *Tanilat-saka* (1) d'où proviennent des échantillons de *néphéline* et d'autres de *limburgite*.

On retrouve encore d'autres cratères, dans l'Est de l'île, sur le bord sud de la grande rivière d'Andriana, à *Ampary Kola* et à *Andrafi*, grandes dépressions marécageuses de 4 à 500 mètres de largeur qu'accompagnent quelques autres plus petites.

Parmi ces dépressions lacustres, les unes sont en relation avec des rivières qui leur servent de trop-plein, les autres constituent de petits bassins fermés.

**Coulées.** — Les basaltes en coulée sont, en somme, rarement visibles à Nosy Be ; on en voit affleurer dans les fossés récemment rafraîchis de la route du centre de l'île (Hellville à Ankalompona Kely), un peu au delà de l'embranchement de la route de l'Ouest, au Sud de Sajoa.

(1) Ce mot signifie : *La terre effondrée*. De même dans la région du Lac Ifasy, MOUNEYRES et BARON (1903) ont relevé le mot *Mandentika* qui comporte le sens d'un affaissement. Je ne crois pas cependant, qu'on puisse en conclure que l'homme a été le témoin de ces phénomènes volcaniques. Sur ces questions de toponymie, voir J. SIBREE, 1895.

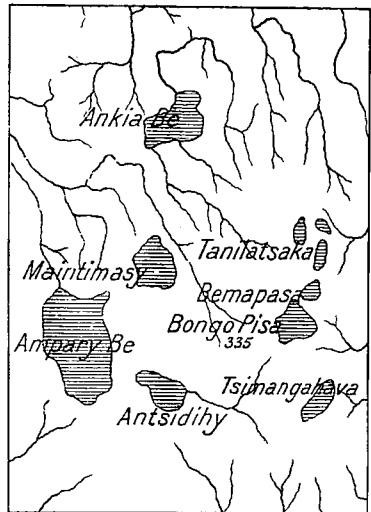


Fig. 118. — LES CRATÈRES-LACS DU CENTRE DE NOSY-BE.

Echelle : 1/100 000

D'après le plan d'ensemble des concessions accordées au 31 décembre 1901 (Echelle : 1/40 000 ; document inédit) et mes propres observations.

Ils forment également la base de Nosy Tanga et on les voit dans le fond de la vallée de Fascène, où ils constituent les deux bords de la baie. Le rocher noir, dans le milieu de cette baie, est également basaltique.

A cet égard, la route de Fascène à Hellville est intéressante parce qu'elle montre des alternances de basaltes et de tufs basaltiques se succédant à plusieurs niveaux ; la disposition de ces roches éruptives montre que la topographie existait déjà dans son état actuel, ou à peu près, au moment de leur épanchement.

Des coulées analogues s'observent aussi à Mahazandry, au Sud de Kola (vallée d'Andriana), au Sud de Navatsy, en quelques points dans le Bongo Pisa, à Ankalompona Kely. M. VILLIAUME me les a signalés à la Pointe Amporoha et à Nosy Fanihy à l'extrémité septentrionale de Nosy Be.

Ce même observateur a rapporté au Muséum d'Histoire naturelle des *leucitites*, provenant d'Ankorokaramy\*, des *néphélinites à olivine*, récoltées à Andilana\* et dans le Nord de Nosy Be, des *téphrites à olivine*, ramassées dans le centre de l'île.

**Tufs.** — Ce sont surtout les formations éruptives tufacées qui prédominent à Nosy Be ; elles couvrent presque toute l'île et contribuent pour une grande part à lui donner cette fertilité qui fait sa richesse.

L'analyse d'un échantillon que j'ai récolté à Ambalatangy a donné les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	52,0
Titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	0,2
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	20,3
Oxyde ferreux, FeO. . . . .	13,0
Magnésie, MgO . . . . .	1,1
Chaux, CaO. . . . .	0,4
Baryte, BaO . . . . .	0,0
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	0,3
Soude, Na <sup>2</sup> O. . . . .	13,0
Acide sulfurique, SO <sup>3</sup> . . . . .	0,0
Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,0
Perte au feu . . . . .	14,2
	101,5

**Petites îles au large de Nosy Be.** — Quelques-unes d'entre elles sont également d'origine éruptive.

*Tany Kely*, au Sud de Nosy Be, est un petit îlot sur lequel a été

placé une sorte de phare. La partie centrale de l'îlot est constituée par des alternances de tufs basaltiques et de basaltes. La végétation et l'épaisseur de la terre végétale empêchent de distinguer le détail de la succession des couches.

La pointe nord de l'îlot, reliée à la partie centrale par un isthme étroit, est constituée par des conglomérats volcaniques à gros éléments parmi lesquels on trouve des morceaux d'argile, souvent complètement ocreux, et des blocs de calcaire. L'abondance de ces projections indique la proximité d'un cratère, probablement actuellement caché sous la mer, et dont je n'ai pu reconstituer l'emplacement.

*Nosy Tanga* (en patois sakalava : Vario Tanga), au large de la pointe sud-ouest de Nosy Be, est formée à la base par une coulée de basalte, surmontée de conglomérats volcaniques à apparence stratifiée, prolongement des mêmes conglomérats qu'on aperçoit sur la côte en face, à la pointe de Zamanjara \*.

Le centre de l'île de *Sakatia* (1) est formé par des cendres silicifiées, d'un blanc éclatant; ces cendres contiennent un peu de quartz, de feldspath et du mica.

Il s'y intercale un *trachyte* silicifié :

On y observe, au premier temps, de la magnétite et de grands cristaux de sanidine; au second temps, de la sanidine, de la magnétite, un peu de néphéline; il y a en outre du quartz secondaire.

L'analyse de cette roche a donné les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	70,2
Oxyde de titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	0,8
Alumine, AlO <sup>3</sup> . . . . .	15,9
Oxyde ferrique, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> } . . . . .	4,3
Oxyde ferreux, FeO } . . . . .	
Magnésie, MgO . . . . .	»
Chaux, CaO . . . . .	0,2
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	5,9
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	4,6
Acide phosphorique, P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	»
Chlore, Cl. . . . .	»
Perté au feu . . . . .	2,1
	101,2

(1) L'île est couverte de maigres bois et sert de léproserie. Sur les bords de la mer, on trouve des conglomérats actuels, résultant de l'agglutination des sables et coquilles du littoral; ils s'élèvent jusqu'à 2 à 3 mètres au dessus du niveau actuel de la mer.

Elle se décompose en donnant une sorte de marne gréseuse blanche ; elle se fendille alors souvent irrégulièrement et dans les fentes se développent des produits ferrugineux.

*Banc du Touareg et Banc Nouveau.* — L'étude topographique sous-marine et la transformation en courbes des nombreuses cotes fournies par les cartes marines n'ont amené à admettre l'existence en ce point de cratères sous-marins (voir fig. 129, 130, p. 324).

**Age des volcans de Nosy Be.** — Je considère les éruptions volcaniques de Nosy Be comme récentes ; je les rapproche, comme âge, de celles du Massif d'Ambre, à cause du même état de conservation, de la même fraîcheur des appareils volcaniques.

Une autre indication sur leur jeunesse est ce fait que les basaltes et les tufs de Nosy Be, comme d'ailleurs ceux du Massif d'Ambre, se sont, en plusieurs points, épanchés dans des vallées coïncidant avec les vallées actuelles.

**Eaux minérales.** — HERLAND (1856, a et b) a signalé la présence, dans le lit de la rivière Jabaly, d'une source minérale ; il en donne l'analyse suivante :

« Acide carbonique . . . . .	0,2
Carbonate de calcium . . . . .	0,9
Sulfate de calcium, sulfate de magnésium . . . . .	0,45
Chlorure de sodium . . . . .	6,05
Hydrosulfate de sodium . . . . .	0,15
Chlorure de magnésium, sulfate de sodium, sulfate de potassium . . . . .	3,07
Hydrogène sulfuré . . . . .	»

Cette eau ne contient que des traces de nitrates et de chlorures et pas du tout de potasse.

Il faut noter sa grande abondance en carbonate de magnésium dans une proportion égale en poids à celle du carbonate de calcium. »

Je n'ai point retrouvé cette source ; il existerait, d'après les dires indigènes, à l'embouchure de la rivière Jabaly, un petit bassin actuellement presque démoli, visible seulement à marée basse : il n'y aurait pas d'eau à marée basse dans ce bassin ; mais un bouillonnement s'y produirait à marée haute.

## AU SUD DE NOSY BE

On retrouve un grand développement de basaltes au Sud de Nosy Be. Il est impossible de déterminer leur âge. Ce sont surtout de grandes coulées basaltiques, généralement sans intercalations de tufs. Je ne connais pas d'appareils volcaniques.

L'île d'Ankazoberavina est entièrement constituée par des basaltes. Dans la partie sud de l'îlot, ces basaltes contiennent d'énormes blocs de quartz, souvent creux à leur centre; il est vraisemblable qu'ils proviennent du remplissage des cavités du basalte, par des eaux chargées de silice. En d'autres points, on observe des tufs basaltiques avec amiante.

Nosy Berafia est une île qui est aussi presque entièrement constituée par des basaltes (1).

Presqu'île d'Ampasimorieka (2). — Toute la partie ouest de la presqu'île d'Ampasimorieka est couverte par des roches éruptives. Elles ont aussi un grand développement à Nosy Berafia et à Nosy Saba (3). Ce sont, par exemple à Andaveno, des *labradorites* :

Roche microlithique ne présentant pour ainsi dire pas de grands cristaux de feldspath. Au second temps, on observe de la magnétite, de l'augite, des microlithes de feldspath (*labrador*, *bitownite*), aplatis suivant *g'*.

Ces *labradorites* sont curieuses par l'abondance des concrétions quartzieuses et cuivreuses qu'elles contiennent, en particulier entre Andronjona et Ankarobe, ainsi qu'entre Ankarobe et Ampasimainty.

Les conditions paraissent être les mêmes qu'à Nosy Ankazoberavina, au Nord de la presqu'île d'Ambavatoby.

(1) M. LESUEUR, colon à Nosy Berafia, a cependant rapporté à M. COLCANAP qu'il avait trouvé dans cette île des *Nummulites* semblables à celles que j'ai recueillies à Nosy Lava; elles proviennent probablement de la portion est de l'île que je n'ai pas visitée.

(2) La presqu'île d'Ampasimorieka est située entre la Baie Ramanenaka et la Baie de la Loza.

(3) GUIGNET a signalé des calcaires à Nosy Saba.

C'est dans des conditions analogues que se présenteraient, beaucoup plus au Sud, les gisements de cuivre qu'a jadis exploités le gouvernement hova et que MOUNEYRES et BARON (1903), ont récemment étudiés.

Ces labradorites de la presqu'île d'Ampasimorieky reposent, aux environs de Berambo, sur les marnes cénomaniennes et en plusieurs points, les vallées atteignent, au dessous de la nappe éruptive, le substratum d'argile crétacée.

A Marozavavy, les basaltes alternant avec des tufs basaltiques, s'observent au dessus des marnes néocomiennes à *Duvalia*. Ils sont eux-mêmes surmontés par des grès ou plutôt par des conglomérats à gros galets de quartz roulés, sur l'âge desquels il est impossible d'émettre une hypothèse plausible.

A Anabohazo\* (signal Canine; alt. 373), des séries basaltiques, puissantes de près de 300 mètres, reposent directement sur le Cénomaniien.

### ROCHES ÉRUPTIVES RÉCENTES DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Les roches éruptives récentes sont extrêmement abondantes à Madagascar; la description des volcans éteints, des coulées de basaltes a fait l'objet, de la part de M. GAUTIER, d'une description minutieuse, d'après ses propres observations et celles des voyageurs qui l'avaient précédé (GAUTIER, 1902; ch. II, Eruptif récent, pp. 11-33). Je n'y reviendrai donc pas; on les trouvera indiqués sur la carte ci-jointe.

Je ne rappellerai que ceux sur lesquels on a des données pétrographiques certaines, en me bornant à ceux dont les appareils bien conservés attestent la date récente. Les autres ont déjà été décrits avec les basaltes aquitaniens.

Les volcans éteints de l'Itasy (voir BARON, 1885, p. 76, et 1889, p. 318) sont des cônes de scories encore en parfait état de conservation, avec des coulées fraîches, épanchées le long des vallées actuelles. Ils ont rejeté des *basaltes*, des *andésites* et des *trachytes*.

BARON et MOUNEYRES (1903) ont compté dans cette région plus de 200 appareils volcaniques.

J'ai dit précédemment (voir p. 277) comment il était possible que les éruptions phonolitiques de l'Ankaratra fussent récentes, au contraire des éruptions basaltiques, probablement anciennes, de ce même massif.

Les volcans de Betafo paraissent, en tout cas, récents; on y trouve des cônes de scories et des cratères-lacs (Lac Tritiva \*) bien conservés; les roches émises sont, d'après BARON, des *trachytes* et des *basaltes à néphéline*.

De même, des *basaltes à néphéline* ont été signalés par BARON, à Amparafaravola \*, près du Lac Alaotra, dans un petit cône volcanique bien conservé.

Il faut surtout attirer l'attention sur les petits étangs cratéri-formes, découverts par BARON près d'Ambohidratimo sur les confins de la plaine d'Ankay \*; il y a signalé, en effet, un dépôt de silice avec empreintes de plantes, qui, paraît-il, ne poussent plus actuellement dans l'Imerira.

Les épanchements de *basaltes*, avec concrétions quartzeuses et mouches *cuprifères*, analogues à ceux de l'île Ankazoberavira et de la presqu'île d'Ampasimorieky \* (p. 303 et 304) s'observent en beaucoup de points.

Dans le *Boueni*, BARON les signale dans un basalte à olivine.

Dans l'Âmbongo, PRINCE (1898), a signalé au Sud du Lac Kinkony un petit monticule basaltique avec filon cuprifère horizontal (azurite, malachite, cuivre natif d'après les analyses de A. LACROIX).

Dans le Bemara, GAUTIER (1902; p. 29) les signale en grand nombre.

Il faut probablement y rattacher les épanchements basaltiques de la côte Est.

Enfin, il est utile de rappeler que la Grande-Comore est constituée par des roches basaltoïdes, analogues à celles de Nosy Be et contenant des *leucotéphrites à olivine* (A. LACROIX, 1902 d, p. 456). On sait que le volcan de la Grande-Comore est encore en activité.

## PHONOLITES ET TINGUAÏTES (1)

**Historique.** — Des tinguaites ont été signalées par A. LACROIX, dans la région de la Baie d'Amipasindava, à la pointe d'Amipasimema (1902, d ; p. 118), à Marofotra et au Bekotapo (1903, a ; p. 227) et surtout dans le massif de Bezavona (1903, d ; pp. 198-206). Mais elles s'y présentent en filons minces dans les roches syénitiques de cette région et doivent être rapportées à cette série que j'ai déjà étudiée précédemment (chap. IX, p. 151).

La tinguaitte des environs de Diego-Suarez a été étudiée à plusieurs reprises par FOUQUÉ (1894 ; p. 565) puis par A. LACROIX (1901 ; Min. de la France ; p. 118). Mais on n'avait aucune donnée précise sur ses conditions de gisement.

Je crois qu'il est nécessaire de mettre bien à part ces roches sodiques, du groupe des tinguaites, que l'on rencontre aux environs de Diego-Suarez et dans le massif du Tsaratanana. Leur mode de gisement et probablement leur âge sont très différents de ceux des tinguaites de la région de Amipasindava. Leur nature pétrographique les met bien à part des roches basaltiques qui ont un âge comparable.

**Environs de Diego-Suarez.** — Les gisements de tinguaitte des environs de Diego-Suarez sont localisés dans les environs de l'isthme d'Andrakaka d'où provenaient les échantillons étudiés par FOUQUÉ (1894) et par A. LACROIX.

Ainsi que ALLUAUD l'avait rapporté à A. LACROIX, un gisement important se trouve dans l'isthme d'Andrakaka (2).

(1) On sait que, par définition, la tinguaitte est une phonolite à ægyrine. La tinguaitte n'est jusqu'ici connue qu'en filons. Mais, si l'on s'en tient strictement aux principes de la nomenclature française, basée sur la structure, la composition chimique et minéralogique de la roche, et pas du tout sur son mode de gisement, on ne peut refuser ce nom à une phonolite à ægyrine qui se présenterait en coulées.

(2) Cet isthme se trouve (voir la carte) entre deux découpures de la Baie de Diego-Suarez, la Baie des Cailloux-Blancs et le Cul-de-Sac Gallois, et non pas, comme l'indique A. LACROIX, « entre la Baie de Diego et celle du Courrier » point qui correspondrait à ce que j'appelle le Col du Courrier. Il y existe bien un petit gisement de phonolite ; mais ALLUAUD n'a probablement pas dû le voir ; car les échantillons qu'il a ramassés ne se rapportent pas aux types que l'on trouve au Col du Courrier.



Il constitue une crête montagneuse qui s'élève d'une centaine de mètres au dessus du niveau de la mer et au dessus des argiles (et non des calcaires) crétacés (Cénomaniens). Il est impossible, en ce point, d'établir si la tinguaitte repose sur les argiles cénomaniennes ou si elle surgit au milieu d'elles, en un mot si elle se présente en coulée ou sous forme d'un gros dyke. D'après l'impression que donne l'aspect du terrain cette dernière hypothèse est la plus vraisemblable; c'est cette impression qu'avait eue ALLUAUD et celle que j'ai également.

C'est d'ailleurs, à l'examen microscopique, une véritable tinguaitte. Il y a peu ou pas de phénocristaux de néphéline. Elle contient peu de feldspaths. Le pyroxène est de l'augyrine avec augite au centre. On y observe des zéolites (mésotype, analcime.)

Plus à l'Ouest, sur le chemin d'Andlohazompona, on observe une roche assez curieuse par les enclaves qu'elle contient :

La tinguaitte elle-même renferme de l'augite ægyrinique et du sphène en abondance. Les enclaves, qui sont des formes camptonitiques du magma, sont des *monchiquites* où la barkévécite est distribuée dans du verre ayant la composition de l'analcime.



Fig. 119. — COUPE DE L'ISTHME D'ANDRAKAKA.

Longueurs : 1/100 000. Hauteurs : 1/20 000.

- φ. — Tinguaitte.
- β. — Basalte.
- C. — Cénomaniens.

Mais d'autres gisements existent dans la région.

L'un d'eux, dans le prolongement du Massif du Bivouac, forme l'un des promontoires de la presqu'île du Cap-Diego dans l'Anse du Bivouac. On trouve, sur toute sa bordure, des argiles cénomaniennes; et la tinguaitte paraît reposer sur elles, comme le ferait une coulée, beaucoup plus que les traverser à la manière d'un filon ou d'un dyke.

Au microscope, le caractère tinguaitique de la roche est encore très net; mais les microlithes présentent déjà une certaine fluidalité.

Au N.-W de Andlohazompona, le petit massif de Andranotsara\*

s'élève, jusqu'à l'altitude 100 mètres, au dessus d'argiles cénomaniennes qu'on voit jusqu'à 60 mètres; il est dominé, à l'Ouest, par les escarpements qui forment le Cénomanién, l'Emschérien, l'Aturien et le Nummulitique. A vrai dire, ce massif n'est pas constitué par de véritables tinguaites, mais plutôt par des tufs et des conglomérats phonolitiques, très riches en néphéline.

Un autre gisement, situé au Nord du précédent, forme la presque île au Sud de l'Anse des Rafales (alt. 115 mètres); il se présente à peu près de la même façon. On trouve, sur toute sa bordure, à sa base, des argiles cénomaniennes.

Au microscope, la roche a d'ailleurs la structure qu'on est habitué à voir aux roches en coulée. La néphéline est automorphe; elle est en phénocristaux très nets: les feldspaths sont abondants (phénocristaux d'orthose). Au second temps, la néphéline est également automorphe; l'ægryrine, l'augite ægyrinique et l'augite sont allongées en aiguilles. La structure fluidale est très nette.

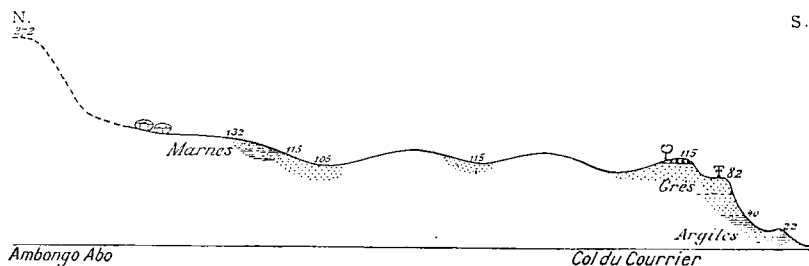


Fig. 120. — COUPE DU COL DU COURRIER A L'AMBONGO ABO.

Longueurs : 1/50 000. Hauteurs : 1/10 000.

Alt. 115 m.  $\varphi$ . — Phonolite.

Alt. 82 m.  $\mathfrak{F}$ . — Gisement de fossiles dans les grès emschériens.

Mais les gisements les plus intéressants sont certainement ceux que l'on observe près du Col du Courrier.

Tout d'abord, sur le prolongement de la chaîne d'Andrakaka, on trouve un petit mamelon constitué à son sommet par des phonolites, reposant de toutes parts sur des argiles cénomaniennes. Cette phonolite se présente tout à fait comme un lambeau de coulée et non pas du tout comme un dyke, ou un filon discontinu.

Au col même du Courrier, au Sud du point où passe le chemin qui mène à Windsor-Castle, on retrouve un gisement qui se présente

dans les mêmes conditions, la phonolite reposant, d'ailleurs, non pas sur les argiles cénomaniennes, mais sur les grès aturiens.

Mais l'hypothèse filonienne devient cette fois peu vraisemblable; car le gisement est ici séparé en deux parties par un petit vallon qui permet d'apercevoir entre les deux parties est et ouest du gisement le substratum de grès aturien (fig. 121).

Au microscope, la structure fluidale est très nette; les microlithes sont très nets.

Il est extrêmement curieux de constater, et M. A. LACROIX a bien voulu attirer mon attention sur ce fait, qu'il existe une différence de structure bien nette entre les roches d'Andrakaka,

pour lesquelles on peut admettre avec beaucoup de vraisemblance un gisement filonien, et celles à structure fluidale de la baie des Rafales ou surtout du Cap-Diego qui sont certainement en coulées.

Il résulte donc de mes observations que, au moins en certains points, la phonolite des environs de Diego-Suarez s'observe en coulées.

Mais j'avoue qu'il me paraît difficile d'étendre cette conclusion aux deux gisements de Andrakaka et du Sud de l'Anse des Rafales. Peut-être faut-il voir, dans ces deux-là, des dykes constituant la trace des cheminées d'ascension du magma phonolitique et indiquant l'emplacement des anciens centres d'émission de laves et de tufs phonolitiques.

L'analyse de la phonolite d'Andrakaka a donné les résultats suivants (a). Je lui compare une phonolite (b) de Nosy Komba dont A. LACROIX a donné l'analyse.

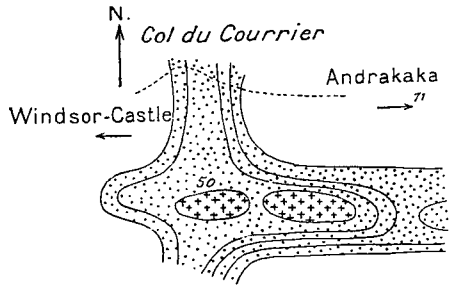


Fig. 121. — ESQUISSE DU GISEMENT DE PHONOLITE DU COL DU COURRIER. Echelle approximative 1 : 25.000. Le pointillé représente les grès emschériens. Les croix se rapportent aux lambeaux de phonolites.

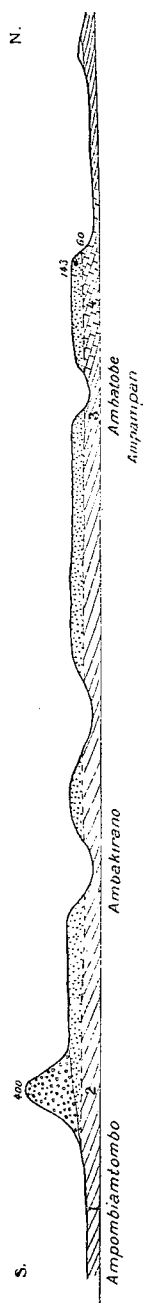


Fig. 122. — Coupe d'AMPOMBIANTOMBO A BEFOTAKA.

Echelles : Longueurs : 1/200 000. Hauteurs : 1/40 000

Le sommet 400 (signal Colonne) est constitué par des tufs trachytiques, surmontant des basaltes, lesquels recouvrent eux-mêmes toutes les roches du Crétacé inférieur.

	a	b
Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	57,2	58,62
Oxyde de Titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	»	0,06
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	12,7	21,30
Oxyde ferrique, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	10,5 (1)	0,47
Oxyde ferreux, FeO } . . . . .		3,65
Magnésie, MgO . . . . .	0,5	0,56
Chaux, CaO . . . . .	1,8	0,88
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	10,5	7,95
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	1,8	5,45
Perte au feu . . . . .	4,4	1,12
Silice soluble, SiO <sup>2</sup> . . . . .	0,1	»
Alumine soluble, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,3	»
<b>Total . . . . .</b>	<b>99,8</b>	<b>100,28</b>

Cette phonolite d'Andrakaka fond très facilement et après fusion devient une obsidienne noire.

**Environs d'Ampombiantombo.** — Aux environs d'Ampombiantombo s'observe un monticule, le signal Colonne (alt. 400 m.), qui s'élève d'un seul jet, à 200 mètres au dessus du niveau de la vallée de la Sahinana (fig. 122).

Ces tufs trachytiques ont donné à l'analyse les résultats suivants :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	67,0
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	15,7
[Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> : 21,0; Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> : 5,3]	
Magnésie, MgO . . . . .	0,6
Chaux, CaO . . . . .	0,7
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	6,4
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	3,7
Oxyde ferreux, FeO (Fer dosé : 3,7) . . . . .	4,7
Perte au feu . . . . .	2,7
Acide sulfurique, SO <sup>3</sup> . . . . .	0,1
	<hr/>
	101,7

La roche fond très facilement.

**Massif du Tsaratanana.** — On ignorait complètement la nature géologique de ce

(1) Ce chiffre correspond à 8,2 de Fer, supposé entièrement à l'état d'oxyde ferreux, FeO. Le chiffre correspondant au fer, supposé à l'état d'oxyde ferrique Fe<sup>2</sup>O<sup>3</sup>, est 11,7.

massif avant l'ascension que j'ai faite de ce sommet le plus élevé de Madagascar (Tsaratanana, alt. 2.868 mètres ; Tsiafajavona dans le massif de l'Ankaratra, au centre de l'île, alt. 2.639 mètres). GAU-  
TIER avait seulement émis l'hypothèse que, vu son altitude, il était probable que ce sommet était constitué par des roches éruptives.

On recueille, tout d'abord, dans les blocs roulés par la Haute-Mahavavy, à hauteur du Marotanga \*, des *trachytes à œgyrine*.

Les microlithes de feldspaths y sont aplatis ; les cristaux d'œgyrine, souvent transformés en limonites, sont en aiguilles ou en plages, postérieures aux feldspaths et les moulant.

Ces roches constituent vraisemblablement les sommets. Le sommet même du Tsaratanana est constitué par de grandes masses d'une roche éruptive, qui est un *trachyte phonolithique à augite*.

On y observe de l'augite œgyrinique, de l'olivine, des feldspaths alcalins (orthose, anorthose), de la néphéline, de l'apatite avec inclusions brunes ciné-  
formes.

Cette roche surmonte immédiatement le granite ; on ne peut donc rien dire sur son âge. Il ne me paraît pas cependant qu'on doive la rattacher aux roches syénitiques post-liasiques de la région de Ampasindava ; je crois qu'il y a lieu beaucoup plutôt de les rapprocher des roches, du même type, connues aux environs de Diego-Suarez.

**Nosy Kalakajora.** — On y observe, au dessus de calcaires noirs aquitaniens contenant des *Lepidocyclina*, un escarpement constitué par des *trachytes*.

Ce *trachyte* est une roche holocristalline, leucocrate, remarquablement feldspathique. Les phénocristaux de feldspaths (orthose, anorthose), sont limités par des lamelles d'un minéral brun violacé (œgyrine et éléments pyroxéniques). Il y a eu des éléments ferromagnésiens ; mais ils ont été décomposés et ont disparu.

Les petits espaces intermicrolithiques présentent la structure pecilithique ; la netteté des microlithes est ainsi soulignée par la présence des éléments ferromagnésiens qui peuvent être de l'œigmatite et appartiennent certainement à la série sodique. Il n'y a pas d'œgyrine, mais peut-être de l'augite œgyrinique et des amphiboles du groupe de la hornblende.

On recueille également dans les éboulis, à la base de l'escarpement, des *basaltes*.

Le péridot y est en petite quantité au milieu de grands cristaux de feldspaths plagioclases (du groupe du labrador), de grands cristaux d'olivine, d'augite, de feldspath. La pâte est formée de grands microlithes de labrador, moulés par de l'argile. L'ilménite est assez abondante.

Comme produits d'altérations secondaires, on observe de la chlorite fibreuse (delessite).

**Mahitsihazo.** — Je rattacherais volontiers à cette série les *trachytes ægyriniques* en blocs isolés, constituant vraisemblablement les restes d'une coulée, que l'on observe entre Mahitsihazo et Melaka\* et qui ont été étudiés déjà par BARON (1895, a) et par A. LACROIX (1903, d; p. 152-53). A. LACROIX signale, de plus, des échantillons de *microsyénites* et de *trachyte à ægyrine*, qui proviendraient d'un point situé à 10 milles au Nord de Andranosamontana.

### LES PHONOLITES DANS LE RESTE DE MADAGASCAR

Dans le centre de Madagascar, on trouve, au mont Jankiana\* et au mont Vontovorona\* (A. LACROIX, 1902, d; p. 122) des *phonolites* et des *trachytes* qui ont été décrits par BARON (1889) comme des diorites.

On en connaît également à Antsoha\*.

### COMPOSITION CHIMIQUE

Je donne, ci-joint, un résumé de la composition chimique de ces roches éruptives. J'y ai joint celle du filon de basalte du Mont Bararata dans la Montagne des Français, bien que son âge paraisse un peu antérieur.

Le premier tableau donne la composition centésimale; le second se rapporte à la composition moléculaire.

- a) Mont Bararata. — Montagne des Français.
- b) Basalte, entre Ambararata et Mangoaka. — Massif d'Ambre.
- c) Tuf basaltique, Antsako\*. — Massif d'Ambre.
- d) Tuf basaltique, entre Anivorano et Tsarakibany. — Massif d'Ambre.
- e) Tuf basaltique, Ambalatangy. — Nosy Be.
- f) Cendre silicifiée, Saint-Sébastien.
- g) Cendre silicifiée, Sakatia. — Nosy Be.
- h) Phonolite, Andrakaka. — Baie de Diego-Suarez.
- i) Phonolite, Amponbiantombo. — Massif d'Ambre.

## COMPOSITION EN POIDS

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	49,3	58,0	40,4	42,3	52,0	64,8	70,2	57,2	67,0
Oxyde de Titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	»	»	0,2	0,0	0,2	0,0	0,8	»	»
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	24,9	22,0	19,9	25,6	20,3	25,7	15,9	12,7	15,7
Sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Protoxyde de fer, FeO . . . . .	8,2	8,1	18,9	16,5	13,0	23,0	1,3	10,5	4,7
Magnésie, MgO . . . . .	0,1	3,5	0,5	0,8	1,1	0,3	»	0,5	0,6
Chaux, CaO . . . . .	8,6	5,5	0,3	1,2	0,4	1,0	0,2	1,8	0,7
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	6,4	1,8	0,7	2,9	0,3	1,0	5,9	10,5	6,4
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	»	»	0,0	0,0	0,0	0,5	4,6	1,8	3,7
Perte au feu . . . . .	2,0	2,0	17,8	11,8	14,2	4,2	2,1	1,4	2,7

## COMPOSITION MOLÉCULAIRE

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	82	96	67	70	52	108	116	95	111
Oxyde de Titane, TiO <sup>2</sup> . . . . .	»	»	0,0	0,0	—	0,0	—	»	»
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	23	21	19	25	19	25	15	12	15
Sesquioxyde de fer, Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Protoxyde de fer, FeO . . . . .	11	11	26	22	17	3	1,7	14	6
Magnésie, MgO . . . . .	25	8,7	1,2	2	2,7	0,75	»	1,2	1,5
Chaux, CaO . . . . .	15,3	9,2	0,53	2,1	0,7	1,7	0,35	3,2	1,25
Soude, Na <sup>2</sup> O . . . . .	10	2,9	1,1	4,6	0,4	1,6	9,5	16,9	0,10
Potasse, K <sup>2</sup> O . . . . .	»	»	0,0	0,0	0,0	0,5	4,8	1,9	3,0
Perte au feu . . . . .									

Ainsi que je l'ai déjà indiqué (1904, c); et *ante*, p. 277, la caractéristique de toutes ces roches est leur extraordinaire pauvreté en potasse et, au contraire, leur teneur relativement élevée en soude.

## FORMATIONS ET PHÉNOMÈNES RÉCENTS

---

Historique. — Préliminaires. — Tufs de Tsararano\*. — Alluvions.

*Calcaires récifaux.* — Calcaires du Cap Miné. — Calcaires du littoral du Bobaomby. — Récifs submergés de la côte Ouest. — Région entre Madagascar et les Comores.

*Mouvement positif.* — Cratères sous-marins. — Vallées sous-marines. — Envasement des vallées basses. — Progrès de la mer à Majunga.

*Baie de Diego-Suarez.* — Sa bathymétrie. — Sédiments actuels. — Allure du Cénomanien sous la vase. — Les massifs calcaires.

*Modifications du système hydrographique sur les bords de la Baie de Diego-Suarez.*

*Age relatif de ces phénomènes.*

**Historique.** — BARON (1895, a) a signalé, en plusieurs points de la région de Diego-Suarez, et en particulier à Antanamitarana, la présence d'animaux marins fixés (Huitres, etc.), à des altitudes relativement considérables.

Je n'ai rien retrouvé de pareil. Il existe bien, en plusieurs points, de Madagascar et jusqu'à une certaine distance de la côte des débris de coquilles de mollusques marins; mais ces coquilles appartiennent toujours à quelques espèces comestibles, en petit nombre; elles me paraissent avoir été transportées par les indigènes.

**Préliminaires.** — Après l'époque aquitanienne, nous n'avons aucune donnée précise sur l'âge des phénomènes qui se sont produits dans le Nord de Madagascar.

D'importantes éruptions volcaniques, dont je viens de donner la



description (chap. XVI ; p. 278), ont eu lieu à une époque récente ; mais aucune trace de faune ou de flore n'a pu être encore trouvée dans les tufs et cinérites du Massif d'Ambre. Il est à espérer que cette lacune sera comblée dès que la multiplication des chemins dans ce massif, aujourd'hui encore à peu près inabordable et inabordable, aura créé des coupes artificielles et surtout permis l'accès des coupes naturelles fournies par les ravins des rivières.

Des récifs coralliens soulevés se trouvent en plusieurs points de la côte.

Des traces d'un mouvement positif de la mer, ayant déterminé l'envahissement des parties basses, se voient sur tout le littoral.

Des phénomènes de capture, produits aux dépens d'un régime hydrographique ancien dont il reste encore des vestiges importants, s'observent sur tout le pourtour de la baie de Diego-Suarez.

Je montrerai comment on peut essayer d'établir, tout au moins, l'âge relatif de ces différents phénomènes.

**Tufs de Tsararano** \*. — Ces tufs étaient, en 1901 et en 1902, exploités à Tsararano \*, au débouché est de la gorge d'Andavakoera (Montagne des Français), par MM. MONTAGNE et MASSOT. Ils fournissaient une chaux assez bonne (1) ; depuis, l'exploitation a été abandonnée pour des raisons tout à fait indépendantes de la nature de la roche exploitée, qui cependant devait donner une chaux un peu grasse.

Des tufs calcaires, actuels, existent en d'autres points de la Montagne des Français, au pied du Mont Bararata, à Bekouman-kory (alt. 140 m.).

Ces tufs forment un petit plateau, large d'une centaine de mètres, et se terminant par un escarpement de dix mètres de hauteur environ ; les sources assez abondantes, qui leur donnent naissance, sont déterminées par l'affleurement des marnes aturiennes.

**Alluvions.** — Les seules alluvions que j'aie pu observer, d'une façon nette, sont celles du Rodo à Ankarongana. J'en ai observé la succession (fig. 123).

Elle montre que le régime de cette rivière, aujourd'hui assez

(1) En 1901 la fabrication a atteint 400 tonnes ; la chaux se vendait environ 60 francs la tonne.

calme, ne l'a pas toujours été et qu'il y a eu, dans son histoire, des vicissitudes de périodes de repos et de périodes de travail; ces dernières ont peut-être été corrélatives des éruptions basaltiques.

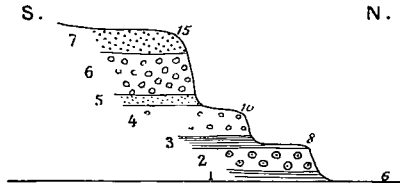


Fig. 123. — ALLUVIONS DU RODO A ANKARONGANA.

Hauteurs 1/500.

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 7. — Sable rouge.             | 3. — Argiles.                         |
| 6. — Blocs de basalte roulés. | 2. — Blocs de grès roulés.            |
| 5. — Sable fin.               | 1. — Argiles à concrétions calcaires. |
| 4. — Blocs de basalte roulés. |                                       |

Dans la Haute-Mahavavy, j'ai noté, en plusieurs points, l'existence de terrasses à 8 mètres environ au dessus du niveau actuel. Leur sol est jonché de blocs de roches diverses, provenant de l'amont. Elles sont bien visibles, depuis Ambohipily au dessus de Manambato, en amont, jusque vers Bemofa, en aval.

### CALCAIRES RÉCIFEAUX

**Calcaires du Cap Miné.** — Je rapporte, provisoirement, au Pleistocène les calcaires du Cap Miné au Nord de la presqu'île d'Oranjia.

Les argiles cénomaniennes à *Ostrea Foisseyi* P. LEM. se voient sur une dizaine de mètres; elles sont surmontées directement par les formations pleistocènes (fig. 124). Celles-ci sont constituées, à la base, par un grès calcaire jaune, très friable, épais d'environ 2 m.; au dessus, viennent sur environ 15 mètres, des calcaires gréseux, plus compacts, cristallins, avec *Tridacna* et nombreux Polypiers. Une argile rouge, sableuse, forme le sommet du mamelon et constitue le sous-sol du plateau à la Pointe de l'Aigle\*.

Cette argile me paraît résulter de la décomposition des Calcaires à polypiers sous-jacents; les parties calcaires non dissoutes font

saillie, au milieu de cette argile sableuse rouge. Le phénomène est particulièrement visible dans la tranchée qui permet d'accéder à la Batterie du Phare d'Oranjia.

Des blocs de basalte, paraissant roulés, se trouvent çà et là, assez rares à la surface de cette argile (1).

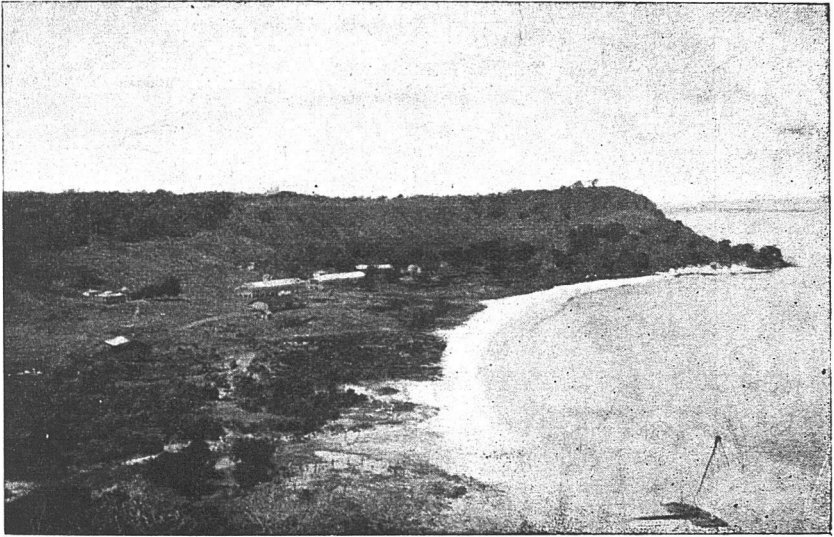


Fig. 124. — ORANJIA. LA RADE.

A la base, argile céno manienne à *O. Foisseyi* P. LEM.

Au sommet, sables et calcaires.

Une coupe analogue à celle du Cap Miné s'observe au dessous du Phare d'Oranjia ; en ce point et tout le long de la côte, il existe une ligne de sources, au contact des argiles céno maniennes et des calcaires.

Suivant cette ligne de contact, s'établit un plan de glissement facile ; d'énormes blocs de calcaires s'éboulent, tombent dans la mer et sont peu à peu enlevés par elle ; la falaise du Cap Miné et de la Pointe de l'Aigle\* recule ainsi d'une façon notable.

Dans ces calcaires du Cap Miné sont creusées des grottes assez nombreuses. L'une d'elles a été aménagée par l'Administration militaire et sert de magasin-cave ; dans son état ancien, elle ne

(1) Les sables récents superposés à cette argile sont très calcaires : 78 0/0 de carbonate de calcium,  $\text{Co}^3\text{Ca}$ , et 4 0/0 de carbonate de magnésium,  $\text{Co}^3\text{Mg}$  (Analyse de M. GEORGES LEMOINE).

communiquait avec l'extérieur que par deux puits naturels. On dit y avoir trouvé, au moment de l'aménagement, des œufs d'*Epyornis*. Une autre grotte a été découverte et explorée, en juillet 1902, par M. le lieutenant MORIN et par moi. Longue de plus de 400 mètres, elle forme un long couloir souterrain qui fait communiquer la



Fig. 125. — L'ENTRÉE DE LA GROTTÉ-AUX-PINTADES\*, ORANJIA.  
(Cliché de M. le lieutenant PETIT)

Mare aux Pintades\* avec la mer; cette galerie, haute de 1<sup>m</sup>50 à 2<sup>m</sup>, résulte très nettement de l'affouillement par les eaux de la couche de grès sableux, entre les argiles cénomaniennes à *Ostrea Foisseyi* P. LEM., qui servent de plancher, et les calcaires à Poly-

piers, qui constituent le plafond. Cette grotte communique avec l'extérieur par des puits réguliers, cylindriques, larges de 0<sup>m</sup>50 à 2<sup>m</sup>, profonds de 10 à 20<sup>m</sup> et creusés par les eaux dans la masse des calcaires à polypiers (1).

Les Calcaires à polypiers se retrouvent à Nosy Volana, ilot qui



Fig. 126. — L'ENTRÉE DE LA GROTTÉ-AUX-PINTADES, ORANJIA.  
(Cliché de M. le lieutenant PETIT)

ferme l'entrée de la Baie de Diego-Suarez ; on y observe, à nouveau, extraordinairement développés, ces grands puits verticaux.

Ces mêmes calcaires se voient au Mamelon-Vert (alt. 68 m.) ; des grottes y sont creusées ; certains malgaches avaient pris l'habitude d'y enterrer leurs morts. Ces calcaires sont recouverts par des sables calcaires (2).

(1) Il semble qu'il faille rapprocher ce phénomène de celui des piliers généralement creux à leur centre qui a été observé aux îles Chapeiroes.

Voir : SUSS, La Face de la Terre. Paris, A. Colin. 1900, II, p. 791.

(2) Je ne ferai que mentionner l'existence de grottes dans les calcaires nummulitiques au Mont Bararata et dans la gorge d'An'lavakoera à l'Anosirave, etc... Au Mont Bararata, un ruisseau, à sec pendant la saison d'été, coule au fond de la

Plus au Sud, sur la côte est, le bord des baies de Ambodivahibe et de Rigny est constitué par les mêmes calcaires (1) ; la baie de Rigny, en particulier, semble bien encore être l'homologue des dépressions fluvio-lagunaires du Bobaomby dont je vais parler.

**Calcaires du littoral du Bobaomby.** — Des formations analogues se trouvent dans une grande partie du Bobaomby.

Sur le rivage est, ils forment une longue falaise recouverte de sables et haute de près de 100 mètres. Ces calcaires ont été curieusement découpés par l'érosion en piliers et en aiguilles ; actuellement, presque complètement ensevelis sous le sable, ils donnent l'impression de vestiges enfouis de villes anciennes.

Des vallons secondaires longent le bord continental des falaises et séparent celles-ci du massif central du Bobaomby. D'autre part, ces falaises sont traversées par de véritables gorges à pic, rectilignes ou sinueuses, qui font communiquer l'Océan avec des dépressions fluvio-lagunaires (voir la photographie pl. II), couvertes de palétuviers, où la mer remonte à marée haute. Dans ces dépressions aboutissent des rivières peu importantes, dont les vallées ont un profil extrêmement aplati.

Ces dépressions fluvio-lagunaires sont sur la côte Est, au nombre de cinq :

- Dépression d'*Andovoko* ;
- de *Bedara* ;
- de *Tsismarenmakia* ;
- de *Vatozanahary* ;
- du *Sud du Phare d'Ambre*.

(La vallée d'Ampondrobe semble avoir une origine différente).

Il faut remarquer, d'ailleurs, que le sol de ces dépressions, en arrière de la falaise, n'est nullement constitué par des calcaires coralliens, mais généralement par des tufs basaltiques aquitaniens.

On retrouve ces calcaires sur le rivage ouest du Bobaomby entre

grotte ; le sol, assez accidenté, est formé par une terre sableuse rouge. On y trouve des fragments de poterie, des ossements de bœufs, de nombreux débris de rongeurs, vivant encore actuellement, d'après M. G. GRANDIDIER. Tout cela est fort récent et ne remonte probablement guère au delà de l'époque où la Montagne des Français était occupée par les Hovas (vers 1896).

(1) CACHIN (1867) y signale effectivement des calcaires avec Coraux et grands Bénitiers. Il s'agit probablement des mêmes *Tridacna* qu'à la Pointe de l'Aigle\*.

le Cap André et la baie Ampanasa. Il est probable qu'ils constituent également le littoral entre la Pointe Vedette et le cap Voailava.

Là encore, la mer pénètre très profondément à l'intérieur des terres :

- Baie *Lotsoïna* ;
- Baie *Robinson* = Baie *Ampanasa*, non baie *Lotsoïna* (1) ;
- Baie *Jenkinson* = Baie *Ampanasina* ;
- Baie *Liverpool* = Baie *Ambavanibe* ;
- Baie *Chancellor* \* = Baie *Amponkarano* ;
- Baie *du Courrier*.

**Récifs submergés de la côte Ouest.** — Au Sud du Bobaomby, on ne trouve plus de formations coralliennes ; mais on est amené à considérer comme le prolongement des calcaires du Bobaomby, la série de récifs coralliens immergés à une faible profondeur, séparés de la côte par un chenal profond que l'examen des cartes hydrographiques permet de suivre.

Ce sont d'abord des îles :

- Nosy Hao* ;
- Nosy Vaha* ;
- Nosy Fasy* à l'alt. de 0 m., 4 ;
- Nosy Faty* — 4 m., 8 ;
- Nosy Anambo (Ile boisée)* ;

puis, des récifs immergés :

- Récif au large du Cap Saint-Sébastien à l'alt. de — 7 m. ;
- Banc *Dives* — 15 m. ;
- Banc *Castor* — 14 m. ;
- Banc au Nord de Nosy Be — 13 m. ;
- Banc Nouveau* — 9 m. ;
- Banc de l'Entrée* — 4 m. ;
- Banc de Nosy Iranja — 9 m. ; — 8 m., 5 ; — 9 m.

On peut ainsi, sur les cartes du Service hydrographique, suivre ces récifs immergés jusqu'au large du Cap Saint-André. Une coupe faite entre ces bancs et la côte montre un phénomène très analogue à celui qui s'observe sur la côte Est de Madagascar, abstraction faite des valeurs absolues des altitudes (fig. 127 et 128) : une dépres-

(1) Comme toutes les cartes l'indiquent à tort.

sion, homologue des lagunes orientales (1), sépare le continent proprement dit du massif corallien ; au delà de ce massif, homologue du récif-barrière oriental, les profondeurs descendent brus-

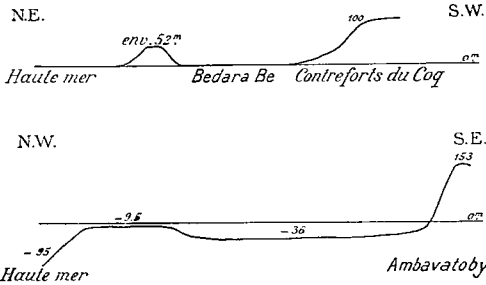


Fig. 127 et 128. — COUPES A TRAVERS UN « ANDOROKO » DU BOBAOMBY (fig. 127) ET A TRAVERS LE RÉCIF FRANGEANT DE LA CÔTE OUEST PRÈS D'AMBAVATOBY (fig. 128), MONTRANT L'HOMOLOGIE DE CES DEUX FORMES DE TERRAINS.

liennes actuelles jusqu'à une altitude de plus de 100 m., sur la côte Ouest, au contraire, un mouvement positif prépondérant les abaissait jusqu'à — 10 m. environ (2).

(1) Ces lagunes de la côte Est, bordées par un récif-barrière, sont bien connues depuis les travaux de M. Alfred Grandidier.

Voir A. GRANDIDIER. Les canaux et les lagunes de la côte orientale de Madagascar *Bull. Soc. Géogr.*, Paris, 1886, p. 132-140, 1 pl. — Voir aussi : SUESS. La Face de la Terre, t. II, Paris, A. Colin, 1900, p. 798.

Celles d'entre elles qui se trouvaient entre Tamatave et Andevorante ont été reliées les unes aux autres et forment le *canal des Pangalanes* (voir GAUTIER, 1902, Thèse, p. 278).

(2) Ce chapitre était déjà en placards lorsque j'ai eu connaissance du texte in extenso de la conférence de FICHOR (1902, a) sur les côtes de Madagascar. J'ai été très heureux d'y trouver (pp. 1026-1027) une confirmation des vues que j'expose ici : je crois ne pouvoir mieux faire que de reproduire ce passage : il emprunte une valeur particulière à ce fait que M. FICHOR est l'un des ingénieurs hydrographes qui a le plus sondé sur les côtes de Madagascar :

« Depuis l'extrémité nord de Madagascar, nous aurions pu suivre le récif pas à pas, d'abord fixé à la côte sous forme de plateau frangeant, puis s'en éloignant peu à peu..., coupé de place en place par des passes prolongeant les » thalwegs des vallées anciennes. »

En s'éloignant de la côte, FICHOR a observé d'abord « une cuvette plus ou moins » profonde..., puis au large un bourrelet offrant des têtes très élevées, et dont » l'assise plonge brusquement comme une muraille à pic. Cette déclivité est » parfois si prononcée que sur un intervalle de moins de 100 mètres, la sonde » accuse des profondeurs variant de 10 mètres à plus de 250 mètres. »



**Région entre Madagascar et les Comores.** — On peut pousser l'étude du phénomène plus loin ; mais alors, en l'absence de documents hydrographiques suffisamment détaillés, on risque de tomber dans l'hypothèse pure.

Presque tous les auteurs, qui se sont occupés de Madagascar, ont été frappés par l'alignement très remarquable des Comores et de Nosy Be. Il faut, en effet, remarquer le faible relief de ce seuil immergé qui comprend à l'Ouest de Nosy Mitsio :

le *Banc du Leven* (alt. de — 37 m.)

et le *Banc du Castor* (alt. de — 13 m.)

séparés du continent par des fonds qui ne semblent pas dépasser 100 mètres.

Le *Banc du Geysier* (alt. de — 10 m.)

et le *Banc de la Zélée*

semblent devoir être reliés au Banc du Leven et au Banc du Castor par un seuil de (— 110 m.) et de (— 42 m.) entre deux dépressions de plus de 3000 m. (— 3430 m., au Nord ; — 3320 m., au Sud). Nous n'avons, par contre, aucune donnée sur les relations du Banc du Geysier avec les Iles Glorieuses.

Les îles des *Comores* (Mayotte, Anjouan, Mohéli, Grande-Comore), d'origine éruptive, ne semblent séparées, ni entre elles, ni du Banc du Geysier, par des seuils profonds ; mais les documents précis font défaut. Les Comores, Mayotte surtout, sont entourées d'un récif frangeant, presque entièrement submergé et séparé de l'île par une dépression d'environ (— 40 m.). Les phénomènes, à Mayotte, sont donc très analogues à ceux que l'on observe sur la côte Ouest de Madagascar.

Enfin, à l'Ouest de la Grande-Comore, le *Banc Saint-Lazare* relie les Comores à la région de Quérimba (côte est d'Afrique) entre le cap Delgado et Mozambique.

Des fonds de 2231 m. et de 3035 m. se trouvent au Nord et au Sud de la passe qui sépare la Grande-Comore du Banc Saint-Lazare ; mais les documents hydrographiques font défaut sur la passe elle-même.

En définitive, à la suite d'un mouvement négatif de peu d'amplitude, cette série de bancs submergés formerait un archipel ; c'est par cette voie qu'a pu se faire le peuplement de Madagascar à différentes époques (voir plus loin).

## MOUVEMENT POSITIF SUR LA CÔTE OUEST

On peut d'ailleurs relever d'autres traces de ce mouvement positif (1).

Le tracé des courbes bathymétriques, que j'ai fait en utilisant les chiffres de sondage fournis par les cartes du Service hydrographique, permet de relever quelques autres faits intéressants.

**Cratères sous-marins.** — Les hauts-fonds qui, au large de la ligne du rivage, jalonnent le véritable bord ouest de Madagascar ne sont pas tous d'origine exclusivement corallienne. Plusieurs d'entre eux peuvent représenter des sommets éruptifs et, à défaut de données précises sur leur nature, l'étude de la morphologie du sol sous-marin fournit des renseignements précieux.

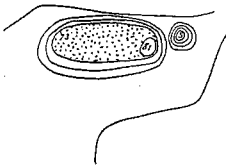


Fig. 129

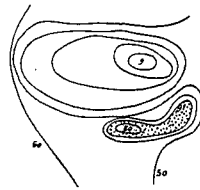


Fig. 130

CRATÈRES SOUS-MARINS DE LA RÉGION DE NOSY BE  
Courbes isobathes de 10 m. en 10 m.

(Interprétations des chiffres de sondage fournis par les cartes  
du service Hydrographique).

C'est ainsi qu'il arrive de constater la proximité immédiate de pitons s'élevant de plus de 30 mètres au dessus du niveau moyen du sol sous-marin et de dépressions s'abaissant à plus de 30 mètres au dessous. En faisant le tracé des courbes isobathes dans ces régions, on est amené à des *tracés qui donnent tout à fait l'aspect de cratères.*

(1) On sait qu'on appelle *mouvements positifs* (ou *géocratiques*) les mouvements qui paraissent élever le niveau de base, en déterminant la submersion des parties auparavant émergées, et *mouvements négatifs* (ou *hydroocratiques*) ceux qui paraissent abaisser ce niveau et se traduisent par une émergence; et cela quelle que soit l'hypothèse admise pour les expliquer: déplacement réel de la surface marine ou mouvement vertical du sol terrestre.

Dans la Baie Ampasindava, entre Nosy Be et Ambavatoby, au Sud du Banc de l'Entrée, un piton, d'ailleurs couronné par des coraux, s'élève jusqu'à — 5 m., alors que le sol sous-marin est en ce point à la profondeur moyenne de — 40 m. Une dépression atteignant — 73 mètres environ se trouve à l'Ouest de ce sommet submergé et le point le plus profond de cette dépression (— 81 m.) est précisément celui qui est le plus rapproché du sommet — 8 m. (fig. 129).

Des formes analogues se trouvent près du Banc Nouveau (fig. 130).

**Vallées sous-marines.** — Un coup d'œil jeté sur la carte (voir la carte à 1/500 000), montre en plusieurs points, et en particulier dans la région de Nosy Mitsio entre Nosy Be et le Cap Saint-Sébastien, l'existence de dépressions sous-marines allongées qui ont tout à fait l'allure de vallées sous-marines ; quelques unes prolongent d'ailleurs assez nettement les principales vallées actuelles, la Mahavavy et la Mananjely.

**Envahissement des vallées basses.** — Une autre conséquence du mouvement positif, c'est l'envahissement des vallées basses, dans les portions où leur cours avait atteint leur profil d'équilibre. C'est, précisément, ce qui existe sur toute la côte Ouest de Madagascar. Sans parler à nouveau des baies du Bobaomby, je citerai le Port Radama, la Baie de la Loza, la Baie de Navetsy qui sont envahis par la mer jusqu'au point où leur profil en long commence à se relever ; les affluents, qui se jettent directement dans la mer, ont également un profil assez accentué.

**Progrès de la mer à Majunga.** — GAUTIER (1902 ; Thèse ; p. 282) avait déjà eu cette impression d'ensemble que, sur le littoral nord-ouest, en particulier à Majunga, la mer ronge la côte. Le fait en lui-même est indéniable ; on peut se demander seulement si, comme le veut GAUTIER, l'action de l'érosion sous-marine suffit à l'expliquer ; en effet, cette côte, qui est bien protégée par un récif frangeant (1), est celle qui est la plus rongée ; au contraire

(1) Ce récif frangeant paraît avoir des tendances à s'exhausser, pour des raisons d'ordre zoologique (coraux vivants continuant à s'accroître) : voir la partie sud de la carte du Service hydrographique ; n° 1441, éd. de 1895.

la côte Est, moins protégée par ces récifs, a tendance à s'envaser. — Aussi est-ce vraisemblablement dans de faibles mouvements du sol qu'il faut chercher l'explication de ces phénomènes et de leurs différences.

### BAIE DE DIEGO-SUAREZ

Très curieusement et très profondément découpée, la Baie de Diego-Suarez comprend quatre digitations principales : La Baie des Français, le Port de la Nièvre et le Cul-de-Sac Gallois, la Baie des Cailloux-Blancs, la Baie du Tonnerre.

Son origine est encore mal expliquée ; mais je ne crois pas qu'il faille faire intervenir, à cet égard, des phénomènes tectoniques. La continuité sur tout son pourtour des argiles du Crétacé moyen empêche d'admettre des accidents d'une amplitude un peu considérable.

Il vaut mieux la considérer comme une vallée submergée au même titre que toutes les vallées de la côte Ouest.

**La bathymétrie de la Baie de Diego-Suarez.** — En effet, les courbes isobathes (d'égale profondeur) tracées dans cette baie, la montrent occupée par une fosse relativement profonde (plus de 40 m.) qui passe entre l'île de Nosy Volana et le Cap Andranomody, puis immédiatement au Sud du Cap Vatomainy. Cette fosse est bordée sur son versant sud par une ligne de points hauts : Cap Andranomody et Nosy Langoro.

Dans le prolongement de cette fosse, les isobathes de l'Océan Indien subsistent, à l'entrée de la Baie de Diego-Suarez, un infléchissement très marqué, tout au moins pour les courbes de 20 et 30 mètres, les seules qui puissent être tracées dans l'état actuel de nos connaissances hydrographiques.

**Sédiments actuels.** — Dans cette fosse, la distribution des sédiments semble obéir à des lois assez régulières. On peut dire que, d'une façon générale, les sables et graviers se trouvent sur les

bords ; au contraire les fonds, à partir de 20 à 30 m., sont occupés par de la vase ; les bancs de coraux sont disséminés un peu partout, soit sur les fonds de sable, soit sur les fonds de vase, sans paraître obéir à aucune loi, ni dans leur distribution horizontale, ni dans leur distribution verticale. La vase ne se trouve que dans les régions relativement profondes ; elle remonte cependant jusque sur les bords, en particulier à l'embouchure des rivières, au Nord d'Andrakaka, dans le Port de la Nièvre, dans le Cul-de-sac Gallois. — D'autre part les sables, généralement cantonnés sur les bords, se retrouvent dans le centre de la baie, dans les points très bas qui constituent la fosse remarquable signalée plus haut ; il semble que ces sables y aient été amenés de la haute mer par les courants marins ; en effet, à l'Est du cap Vatomainy, ils disparaissent et sont peu à peu remplacés par de la vase.

**Allures du Cénomanién sous la vase.** — Enfin, les courbes de niveau de la surface de l'argile cénomaniénne, relevées au cours des sondages (1) effectués dans la Baie des Amis\* (2), sont fort instructives aussi (fig. 131).

Elles montrent, sous la vase actuelle, un fond qui n'est pas plan, mais au contraire accidenté comme peut l'être un sol qui a été soumis aux actions atmosphériques ; elles indiquent, entre autres choses, une sorte de ravin, enfoui sous la vase, qui s'étend jusqu'à une profondeur de 35 m. environ. — Des sondages analogues ont été faits dans le Port de la Nièvre (3) ; mais ils sont beaucoup moins instructifs que les précédents, n'ayant été poussés que jusqu'à 25 m. de profondeur et sur une seule ligne seulement. On y trouve des dépôts vaseux actuels (4), de plus en plus résistants à mesure que

(1) Ces sondages ont été entrepris en vue du projet de bassin de radoub par le Service des Travaux de la Marine, sous la direction de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées MÉROUR et de M. le capitaine d'Artillerie coloniale MORVAN, qui ont bien voulu m'en communiquer les résultats. Je dois également adresser tous mes remerciements à M. l'inspecteur général RENAUD, Directeur des Travaux hydrauliques au Ministère de la Marine, dont la haute intervention m'a été précieuse.

(2) La Baie des Amis est la petite échancrure que forme le Port de la Nièvre au Sud d'Antsirane.

(3) Ils ont été effectués par le Service des Travaux Publics, et communiqués par M. le commandant du génie CAUBOUÉ, en vue de la construction d'un wharf.

(4) La distinction des dépôts vaseux actuels et des argiles cénomaniénnes est très facile à faire, quoiqu'on soit en présence, dans les deux cas, de sédiments de

l'on s'enfonce et puissants d'au moins 24 mètres. Sur le bord du rivage, ces argiles sont un peu sableuses et, à la partie supérieure, le sondage le plus rapproché du littoral a rencontré de nombreux débris de coquillages. D'après ces sondages, l'allure de l'argile cénomaniennne est approximativement la même dans le Port de la Nièvre que dans la Baie des Amis\*.

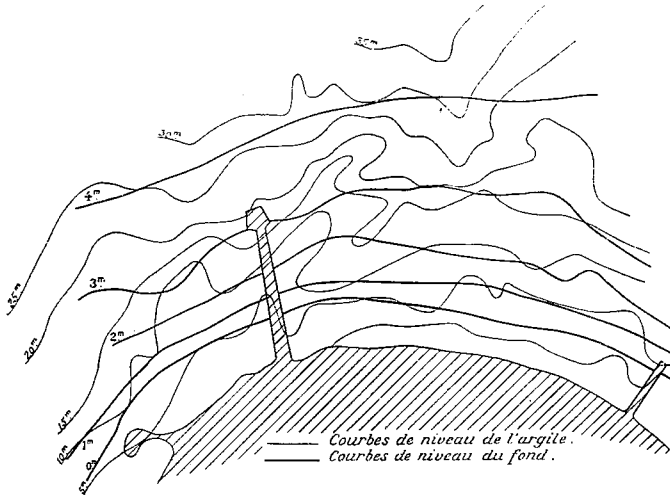


Fig. 131. — COURBES DE LA SURFACE DE NIVEAU DES ARGILES CÉNOMANIENNES AU FOND DE LA BAIE DES AMIS\*.

(D'après des documents communiqués par le Service des Travaux de la Marine à Diego-Suarez).

Ces faits sont à rapprocher d'une observation que j'ai faite. La surface de contact de l'argile cénomaniennne et des basaltes et tufs basaltiques ne semble pas, aux environs d'Antsirane, rigoureusement horizontale, alors que les couches d'argile cénomaniennne le sont. Il y a eu certainement dénudation partielle avant l'épanchement du basalte ; malheureusement les éboulis de basalte ne permettent pas de se rendre compte rigoureusement de ce phénomène par des mesures précises ; cependant le Service des Travaux de la Marine a mis à nu la côte est de la Baie des Amis\* et, en ce

même nature et de même couleur. La différence de compacité est très grande et les ouvriers ne s'y trompent pas ; ce criterium peut être confirmé par une étude, même superficielle, des organismes de la boue actuelle. J'ai eu entre les mains toutes les carottes de ces sondages, au moment de mes séjours à Diego-Suarez.

point, on pouvait constater des irrégularités, très nettes dans la surface de contact du Cénomaniens et du basalte (1). En particulier cette surface descendait presque au niveau de la mer, en face des sondages, tandis qu'elle s'élevait à plusieurs mètres en se dirigeant à l'Est vers Antsirane ; cette dépression me paraît en corrélation avec le ravin sous-marin mis en évidence par les sondages.

Il en résulte d'ailleurs que ces ravins sont antérieurs à l'épanchement des basaltes du Massif d'Ambre (1).

**Les massifs calcaires de la Baie de Diego-Suarez.** — J'ai indiqué précédemment (voir p. 241) comment l'existence des massifs calcaires de la Baie de Diego-Suarez ne pouvait guère être expliquée, simplement, que dans l'hypothèse où ils seraient des *éboulis anciens*. Leur existence implique aussi celle de vallées anciennes, d'ailleurs antérieures à l'épanchement des basaltes du Massif d'Ambre, puisque ceux-ci les ont nettement contournés, à Cap-Diego, en particulier.

#### MODIFICATIONS DU SYSTÈME HYDROGRAPHIQUE SUR LES BORDS DE LA BAIE DE DIEGO-SUAREZ

Quand, d'un point un peu élevé d'Antsirane (Voir pl. II ; Panorama), on contemple l'énorme cirque occupé par la baie de Diego-Suarez, on est frappé de ce fait que de presque tous les côtés elle est bordée par des escarpements à pic, la Montagne des Français, le Massif de Windsor-Castle, la presqu'île Tanifotsy.

Cette impression se précise et s'accroît quand on voit de près

(1) M. GEAY a récemment envoyé au Laboratoire de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle un certain nombre d'Huitres, recueillies à ce niveau entre les argiles cénomaniennes et les basaltes, grâce aux travaux entrepris pour l'exécution du bassin de radoub. M. MARCELLIN BOULE a bien voulu m'en confier l'étude. Ce sont des formes presque identiques à certaines figures données par FONTANNES de *O. cucullata* BORN 1780 et *O. gingensis* SCHLOTH. ; M. A. BOISTEL a vérifié ces déterminations et M. G.-F. DOLFFUS, qui a eu également l'amabilité d'examiner ces échantillons les rapporte à la même espèce, tout en pensant qu'elle doit, pour une raison de priorité, porter le nom de *Ostrea cornucopia* DAVILA 1767 et qu'il s'y trouve plusieurs variétés et sous-variétés nouvelles.

En Europe, ces formes seraient considérées comme *astiennes* ; dans la région de l'Océan Indien, une plus grande prudence est nécessaire parce que *O. cucullata* y est encore vivante (CHENU, p. 197, fig. 1003 .

chacun de ces escarpements. Leur existence ne peut d'abord être attribuée uniquement à leur seule nature lithologique ; car si la Montagne des Français et le Massif de Windsor-Castle sont couronnés tous deux par des calcaires à Nummulites, ce dernier,

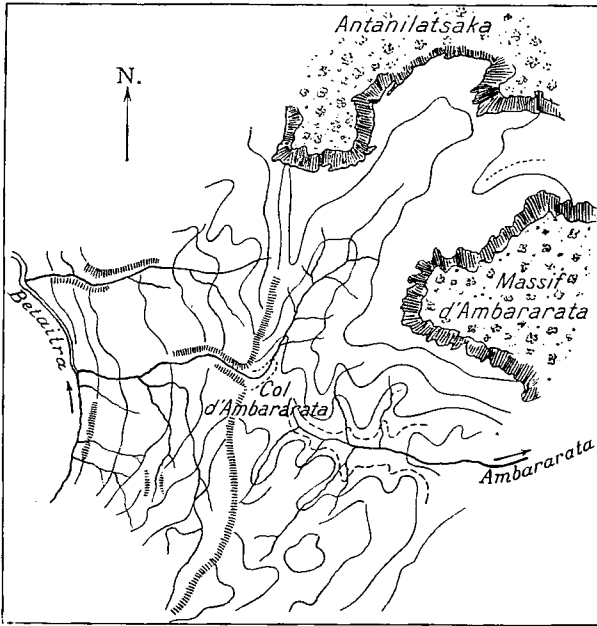


Fig. 132. — CARTE MONTRANT LA CAPTURE DE LA PARTIE HAUTE DE LA VALLÉE D'AMBARARATA PAR UN AFFLUENT DE LA BETAITRA.  
Echelle : 1/25 000.

(D'après le plan directeur à 1/20 000 de la Montagne des Français et mes observations personnelles).

Le ravin qui descend de l'Antanilatsaka est la partie amont de la rivière d'Ambararata.

par contre, ne joue qu'un rôle insignifiant ou nul à la presqu'île Tanifotsy. D'ailleurs, ces escarpements ne s'observent bien que sur les versants qui regardent la Baie de Diego-Suarez ; ils sont beaucoup moins nets sur les versants opposés ; sur la face est de la Montagne des Français, sur la face ouest du Massif de Windsor-Castle, sur les bords est et nord de la presqu'île Tanifotsy, les pentes sont relativement douces, couvertes d'éboulis, à ce point que les études géologiques y sont difficiles et que c'est à peine si



l'on peut observer les quelques affleurements nécessaires pour y établir les tracés de la carte géologique.

Mais c'est surtout l'étude de l'allure des vallées qui est la plus instructive à ce point de vue. Les rivières de la Montagne des Français présentent un caractère tout différent suivant que l'on s'adresse à celles de l'Est ou à celles de l'Ouest. Les rivières de l'Est, qui aboutissent à peu près toutes au Manatanga, sont des rivières ayant atteint leur profil d'équilibre et par conséquent très anciennes. Or leurs affluents se terminent brusquement au bord de la falaise, formée par la rive est des vallées de l'Andriamante et de la Betaitra. Ainsi que je l'ai déjà indiqué (1902, a), il y a eu capture des affluents de l'Antsoha (et du Manatanga) par la Betaitra et l'Andriamanta. Cette grande falaise abrupte est formée par les grès aturiens à *Lampadaster*; du côté ouest, c'est à dire dans la vallée de la Betaitra, des dépressions longitudinales, parallèles à cette falaise, forment de petites cuvettes sans écoulement, mais dépendant cependant de la Betaitra. L'un des affluents de la Betaitra a même poussé la capture plus loin; il remonte jusqu'à la falaise aturienne, la traverse et draine la partie supérieure d'un bassin dont toutes les relations apparentes sont avec l'Ambararata (fig. 132).

Des phénomènes analogues s'observent dans la gorge d'Andavakoera, à peu près plate à la limite où les bassins du Manatanga et de la Betaitra est très indécise.

Je désignerai, par la suite, sous le nom de *régime de l'Antsoha*, le régime hydrographique ancien constitué par ces rivières de l'Est de la Montagne des Français.

Un fait intéressant, et du même ordre que les précédents, c'est que les affluents de droite de la rivière d'Ampondrobe, dans le Bobaomby, sont coupés brusquement par la falaise de la Baie du Tonnerre; tout leur cours d'amont a été décapité.

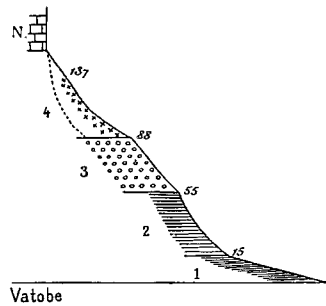


Fig. 133. — ESCARPEMENT DE VATOBE.

Longueurs 1/00 000. Hauteurs 1/0 000.

Tufs basaltiques 4 adossés à l'escarpement de Vatobe.

Le phénomène est à peine moins net dans le massif du Windsor-Castle; l'allure tranquille, le profil très abaissé des vallées, la plupart à sec, du plateau, contraste avec la rapidité de pente des ravins qui descendent directement à la baie de Diego-Suarez.

Mais, sur les bords de l'escarpement de Windsor-Castle, au dessous de Vatobe, s'observe un fait qui permet d'assigner une date relative à son origine première; c'est la présence de tufs basaltiques (1), immédiatement au dessous de la corniche formée par des calcaires ruiniformes nummulitiques, et au niveau de l'Aturien supérieur (fig. 133). Nous en déduisons donc que, tout au moins d'une façon générale, *l'existence des escarpements de Windsor-Castle est antérieure aux épanchements basaltiques du Massif d'Ambre; depuis cette époque, il n'y a eu qu'un rajeunissement et un rafraîchissement de la falaise.*

\*  
\* \*  
\*

D'autre part, il est certain que la Betaitra coulait à peu près à

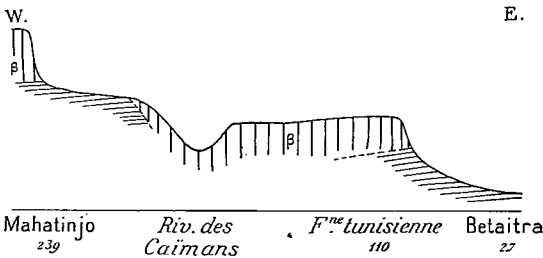


Fig. 134. — COUPE DE MAHATINJO A LA BETAITRA.

Longueurs : 1/50 000. Hauteurs : 1/10 000.

La coulée de basalte de la Rivière des Caïmans occupe l'emplacement d'une vallée ancienne, précurseur de celle de la Betaitra et creusée dans les argiles du Crétacé moyen.

creusé un nouveau lit, précisément à la limite des roches éruptives et sédimentaires; elle a été, par cela même, et elle est encore, une rivière jeune et travailleuse qui a pu continuer à *décapiter* les affluents supérieurs du Manatangena.

De même, les coulées d'Ambararata et de Mangoaka occupent

(1) Ces tufs basaltiques ne peuvent être considérés comme aquitaniens; car, au cap Tanifotsy, par exemple, l'escarpement intéresse également l'Aquitainien.

l'emplacement d'une dépression ancienne, dont les bords se voient encore au dessus d'Ambotsimihely (grès de l'Emschérien) et au dessus d'Ambararata (Cinérites silicifiées antérieures aux basaltes).

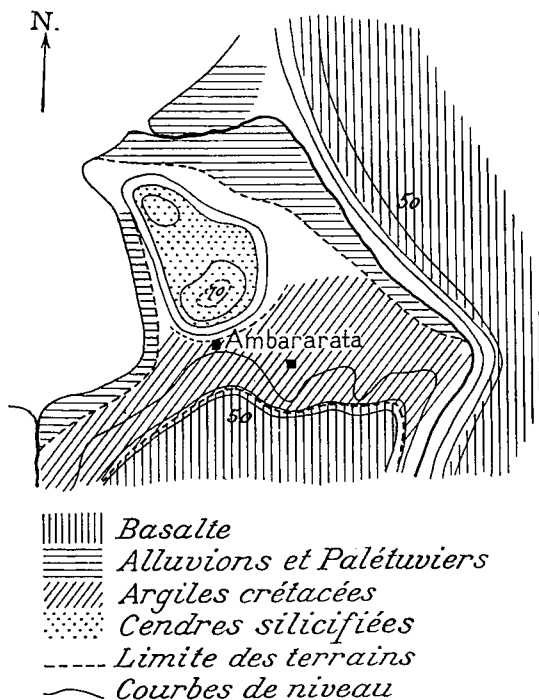


Fig. 135. — CARTE DES ENVIRONS D'AMBARARATA.

Echelle 1/50 000.

La coulée d'Ambararata (alt. 50 m.) se trouve dans une dépression dont le sommet (alt. 70 m.), au Nord d'Ambararata constitue l'un des bords.

J'appellerai *régime de la Prébettaira* le régime hydrographique, antérieur aux dernières coulées de basalte venues du Massif d'Ambre, constitué par les vallées dans lesquelles ces coulées se sont épanchées.

## AGE RELATIF DE CES PHÉNOMÈNES

Nous possédons, je crois, assez de données pour établir l'âge relatif de ces différents phénomènes.

Le plus récent est le *mouvement positif* ayant déterminé l'invasion des régions basses ; ce mouvement a eu pour effet, dans la région de Nosy Be, de submerger les cratères du Banc Nouveau et du Banc de l'Entrée ; mais cette raison est insuffisante pour le dater, parce qu'on peut objecter que ces cratères étaient originellement sous-marins. Il a eu pour effet, d'autre part, de faire pénétrer la mer jusque dans la dépression du Cul de-sac Gallois, séparant ainsi les basaltes d'Antsirano de ceux du plateau du Cap-Diego, qui en sont la continuation manifeste. Ce mouvement positif est donc postérieur aux basaltes.

D'autre part, les *éruptions du Massif d'Ambre* sont postérieures à l'établissement du régime de l'Antsoha ; ce régime suppose, en effet, des parties amont qui n'existent plus et devraient se trouver à des altitudes élevées dans les régions qui sont actuellement occupées par des basaltes à des altitudes très basses.

Il résulte de ces mêmes considérations que la capture des vallées du régime de l'Antsoha par les rivières du régime de la Prébetaitra s'est faite avant les dernières éruptions d'Ambre. Cette conclusion est absolument d'accord avec celle que j'ai tirée de la présence de tufs basaltiques à la base de l'escarpement de Vatobé dans le massif de Windsor-Castle.

Les modifications du régime hydrographique, que j'ai indiquées sur le pourtour de la baie de Diego-Suarez, sont donc, dans leur ensemble et sauf rajeunissement, antérieures aux dernières éruptions du Massif d'Ambre.

Enfin l'établissement du régime de l'Antsoha (1) est postérieur à la formation de la ceinture côtière de récifs coralliens ; car les

(1) L'établissement du régime de l'Antsoha et la formation des escarpements de l'Embrasure étant antérieurs aux dernières éruptions d'Ambre, on en déduit que les filons basaltiques de la Montagne des Français leur sont également antérieurs. On est dès lors amené, comme je l'ai fait, à les rattacher plutôt aux basaltes aquitaniens.

parties basses des vallées, constituant ce régime hydrographique, traversent, et souvent au moyen de gorges, ces falaises d'origine corallienne.

En résumé, on peut admettre que l'âge relatif de ces phénomènes est, par ordre de jeunesse décroissante :

*Mouvement positif ayant déterminé l'invasion des vallées basses.*

*Dernières éruptions du Massif d'Ambre et de Nosy Be (1).*

*Capture des rivières du régime de la Prébetaitra.*

*Etablissement du régime de l'Antsoha.*

*Récifs coralliens.*

(1) La découverte de la présence d'*Ostrea* du gr. de *O. cucullata*, faite tout récemment par M. GEAY, à la base des basaltes de Diego-Suarez, permet de dire que ces basaltes sont au moins post-astiens.

---

## GÉOLOGIE APPLIQUÉE

*La question du charbon.* — Études anciennes. — Recherches de M. Villjaume. — Recherches personnelles.  
*Ressources minérales.* — Or. — Plomb et Zinc. — Fer. — Gypse. — Calcaires. — Autres matériaux de construction.  
*Géologie agricole* — Alluvions. — Aquitanien. — Régions volcaniques. — Autres formations.  
*Résumé.*

La région, que j'ai parcourue et à laquelle je me suis volontairement borné, est surtout une région de terrains sédimentaires. Or, c'est dans le massif ancien, cristallin, du Centre de l'île que se trouvent principalement les parties minéralisées et les filons métallifères.

Cependant dans le Nord de Madagascar, plusieurs questions importantes se posent qui sont du domaine de la géologie appliquée et qui ont une importance considérable, quelle que soit d'ailleurs la solution, positive ou négative, qui doit intervenir.

La première était la *question du charbon*, longtemps controversée. Au moment de mon premier séjour à Madagascar, des recherches étaient encore entreprises, en particulier à Ankaramy, par le Gouvernement Général de la Colonie ; elles sont aujourd'hui abandonnées, avec raison, à mon avis.

Le charbon manquant à Madagascar, tout au moins là où on espérait le trouver, les ressources d'énergie devaient être cherchées ailleurs. J'ai été le premier, je crois, à indiquer quel parti la

grande Ile pouvait tirer de ses chutes d'eau, en transformant leur énergie en énergie électrique, et comment la *houille blanche*, là plus encore qu'ailleurs, pourrait être utilisée d'une façon précieuse (1).

Les argiles et les calcaires des environs de Diego-Suarez ont fait l'objet d'analyses chimiques. Elles ont montré que, parmi ces argiles et ces calcaires, plusieurs étaient susceptibles de fournir, non seulement de la chaux et des briques, largement exploitées déjà, mais encore des calcaires à ciment et des chaux hydrauliques. Il peut y avoir là pour le développement commercial futur de Diego-Suarez une ressource assez importante.

Mais c'est surtout dans l'agriculture que le Nord de Madagascar puisera les éléments de son développement économique. J'ai essayé de montrer quelle était à cet égard la valeur inégale des différentes régions du Nord de Madagascar.

### LA QUESTION DU CHARBON

La question du charbon est l'une des plus importantes qui se posent dans le Nord-Ouest de Madagascar. On a formé à ce sujet de grands espoirs ; ils ne se sont guère réalisés.

Je résumerai d'abord les recherches faites jusqu'ici ; j'exposerai ensuite les résultats auxquels je suis moi-même arrivé.

**Études anciennes.** — La première publication, relative à l'existence de charbons dans l'Ouest de Madagascar, consiste, à ma connaissance, dans les extraits de rapports (L<sup>t</sup> LOMBARDO, JANET, contre-amiral LAGNEUR), adressés au Ministre de la Marine et publiés dans les Annales des Mines en 1854. On y signale à Angadouka (Nosy Be), à Bavatoube, à Ampounhavy, des grès et des schistes avec des veines très minces de lignite (Voir les analyses, p. 345).

(1) Il ne faut pas oublier, en effet, que le prix du charbon à Madagascar est grevé de frais de transport d'autant plus lourds qu'il n'y a, pour ainsi dire, pas de fret de retour pour les navires qui l'y apportent.

GUILLEMIN rappelle de plus que « à Bavatoube (1) des tentatives de recherches avaient été effectuées, il y a dix ans (2), par DARVOY à l'instigation de LAMBERT, et avaient amené la constatation de quelques affleurements de schistes charbonneux accompagnés de minces filets de houille ».

Le rapport capital sur la question est celui de Ed. GUILLEMIN (GUILLEMIN-TARAYRE), fait à la suite de son voyage de 1863 et publié dans les *Annales des Mines* en 1866. GUILLEMIN a parcouru, rapidement, les côtes de Madagascar, depuis Tamatave jusqu'au cap Saint-André. Il a donné sur celle d'assez bons renseignements. Son attention s'est surtout portée sur la région d'Ambavatoby. GAUTIER (1902, p. 100) prétend que les « Hovas ne lui (à GUILLEMIN) ont pas permis de descendre à terre et de voyager dans l'intérieur ». Il ne me paraît pas y avoir de doute, au contraire, à la lecture de son mémoire, que GUILLEMIN ait débarqué en plusieurs points de la baie d'Ambavatoby et qu'il y ait relevé très soigneusement un assez grand nombre de coupes, qu'il ait visité des tranchées en galeries préparées à l'avance et qu'il ait eu une notion très nette de la stratigraphie du pays, si l'on met à part tout ce qui se rapporte aux directions de soulèvements, imputable aux idées d'alors. Contrairement d'ailleurs à ce que l'on a dit, son rapport in extenso montre qu'il n'a pas vu grand'chose d'important au point de vue pratique; comme tout le monde, il a remarqué un certain nombre de veines et de veinules de houille ou de lignites, épaisses de quelques centimètres, à peine, et absolument inexploitable.

Voici la succession qu'il a reconnue à partir de la pointe Magambey\* (= Makamby), à l'est de la passe d'Ambavatoby.

Grès ferrugineux . . . . .	}	15 <sup>m</sup> 00
Grès compact . . . . .		
Grès schisteux . . . . .		
Grès . . . . .	}	2 <sup>m</sup> 00
Schiste gris avec fer carbonaté . . . . .		
Grès tendre . . . . .		1 <sup>m</sup> 00
Grès charbonneux . . . . .		1 <sup>m</sup> 00
Schistes et grès schisteux . . . . .		12 <sup>m</sup> 50

(1) = Ambavatoby.

(2) C'est-à-dire vers 1853.



Grès dur . . . . .	}	10 <sup>m</sup> 00
Schiste gris feuilleté . . . . .		
Grès . . . . .	}	4 <sup>m</sup> 00
Grès dur . . . . .		
Grès ferrugineux . . . . .		1 <sup>m</sup> 00
Grès massif (grandes assises) . . . . .		12 <sup>m</sup> 00
Grès ferrugineux . . . . .		1 <sup>m</sup> 00
Grès compact . . . . .		10 <sup>m</sup> 00
Schiste gris . . . . .		0 <sup>m</sup> 40
Grès . . . . .		6 <sup>m</sup> 00

Les galeries ouvertes à l'occasion de son arrivée lui ont montré « quelques veines de houille..... ; leur ensemble ne forme pas une « épaisseur de quatre centimètres..... Tout cet étage peut être « regardé comme stérile ».

Il émet l'hypothèse, mais sans apporter aucune preuve à l'appui, que les couches s'enrichissent en profondeur. Ceci posé, il admet, par une nouvelle hypothèse, que la constitution de l'île reste identique à elle-même dans le Sud et conclut :

« Il serait intéressant de constater, par une exploration de la côte, si le terrain houiller s'étend sans interruption sur toute cette surface et s'il constitue un grand bassin allant de la Montagne d'Ambre au Cap Saint-André ; la disposition physique de cette région ne rend pas cette hypothèse tout à fait invraisemblable ».

Comme on le voit, ce sont loin d'être des conclusions formelles, et pour qui lit son mémoire avec attention, se dégage au contraire la conviction que GUILLEMIN n'a rien vu qui fût susceptible d'être exploité ou même de donner le moindre espoir. Seulement il n'a pas voulu donner de conclusions formelles dans ce sens (1).

GUINARD, en 1887, a fait une exploration sérieuse et méthodique de toute la côte entre Nosy Faly et Port Radama, publiée en 1889. Il était accompagné de THIBON et du maître mineur RIGAUD.

Il a vu, lui aussi, des lentilles charbonneuses (jusqu'à 12 centimètres) ; mais il a constaté leur irrégularité et leur inconstance ; ses conclusions sont nettement pessimistes.

BARON, qui a exploré cette région avec sa compétence ordinaire, conclut aussi nettement à l'inexistence de houille exploitable (1896, p. 71).

(1) Le rapport résumé (1864, b), imprimé par les soins de la Compagnie de Madagascar, est, au contraire, beaucoup plus affirmatif.

« I visited all the points in this bay where coal is said to exist  
« and could find nothing, but thin seams of carbonaceous shales  
« intercalated among Jurassic (?) sandstones. What there may be  
« below the surface, I cannot of course say, but am strongly  
« inclined to doubt altogether the existence of coal ».

Si, comme le dit GAUTIER (1902. Thèse, p. 100), « dans l'accumulation de motifs qui ont amené la conquête, il faut faire une part assez large à ce lignite où à cette houille », il est très vraisemblable, d'un autre côté, que les conclusions négatives d'un homme aussi autorisé que le Révérend BARON, l'éminent missionnaire anglais, n'ont pas été étrangères à l'aplanissement des difficultés diplomatiques, soulevées à ce moment.

D'après GAUTIER (1902 ; Thèse), MEURS aurait également visité ces parages et serait revenu « avec un panier d'échantillons et la ferme résolution de s'occuper d'autre chose ».

La Compagnie générale franco-malgache fit également faire, sous la direction de LOCAMUS, quelques recherches qui, comme les autres, restèrent infructueuses.

**Recherches de M. Villiaume.** — La question semblait donc définitivement enterrée quand M. l'officier d'administration d'artillerie coloniale VILLIAUME entreprit de la faire revivre. Il avait déjà beaucoup travaillé dans l'Ouest de Madagascar, toujours à la recherche de matériaux utiles. On lui doit la découverte de nombreux gisements intéressants.

Le Gouvernement général de Madagascar le chargea donc d'étudier la question de la houille et lui fournit les ressources nécessaires et des instruments de sondage. Les explorations de M. VILLIAUME ont porté d'abord sur la région de Nosy Be et sur la presqu'île d'Ambavatoby.

A Nosy Be, il a fait faire dans l'intérieur de l'île, à Andriana, un sondage de 75 mètres, qui ne semble pas lui avoir donné de résultats probants. Il y fait seulement allusion dans son rapport, publié au Journal officiel de Madagascar (1902, p. 29) et la coupe de ce sondage n'a, à ma connaissance, jamais été publiée. Dans le Nord de l'île (*Ibid.* ; p. 28), près de Ankalampona Be, il a signalé une argile filonienne, noire, bitumineuse. J'ai moi-même visité à

nouveau cette région ; dans la vallée de Belalava, en face de Ambalatangy ; j'ai revu, dans le gisement étudié par M. VILLIAUME, une argile noire un peu bitumineuse, qui n'est, à mon avis, qu'une argile liasique, normale, métamorphisée par des tufs volcaniques.

Vers 1899, M. VILLIAUME fixa, sur les environs d'Ankaramy, son choix pour l'emplacement d'un sondage, plus important, qui, d'après les résultats publiés en 1903, atteignait une profondeur de 119 mètres (1).

Au dessus de l'orifice du sondage, se trouvent 107 mètres de « grès de recouvrement » stériles, présentant cependant à deux niveaux des intercalations de schistes noirs lustrés avec nombreuses empreintes de végétaux. Le sondage a encore traversé ces grès sur une dizaine de mètres d'épaisseur ; ensuite on a trouvé de nouveaux schistes noirs lustrés, avec de nombreuses empreintes végétales ; ce sont eux que l'on aperçoit dans le lit de la rivière Bekinkini et que j'ai retrouvés dans beaucoup d'autres points de la région. Au dessous viennent des alternances de schistes et de grès avec quelques débris de végétaux. Les résultats de ce sondage ne sont donc guère encourageants. VILLIAUME considère comme des « veines de substitution à remplissage éruptif » des couches, au nombre de dix-huit, d'une épaisseur variant de 0<sup>m</sup>10 à 1<sup>m</sup>10 ; mais comme il ne donne aucun renseignement positif sur leur composition, il est impossible de faire une hypothèse quelconque sur leur nature.

Cependant, c'est probablement la présence de ces filonnets de roches éruptives qui lui ont fait conclure, en 1902 : C'est là l'acheminement lent, progressif, je « n'ose dire certain, vers quelque chose de meilleur, c'est à dire vers la zone productrice ».

Les recherches de M. VILLIAUME, si elles n'ont pas donné de résultats positifs au point de vue pratique, ont été très fructueuses au point de vue scientifique.

Tout d'abord, elles ont permis de déterminer d'une façon certaine l'âge des couches étudiées. Elles étaient considérées primitivement, sans preuves d'ailleurs, comme d'âge carbonifère ou

(1) M. VILLIAUME, très éprouvé par le climat terrible de cette région et par un travail incessant, a dû en 1903 aller passer en France un congé administratif de six mois. Comme il n'avait aucun collaborateur européen, les travaux ont été interrompus ; ils devaient être repris en 1904, avec un nouveau matériel. Ils ne l'ont pas été, le Gouvernement général ayant supprimé les crédits.

permien (CORTESE, GUINARD, etc.). Le D<sup>r</sup> JOLY avait, dès 1900, rapporté à BUREAU des débris d'*Equisetum* qui ne laissaient hésiter qu'entre le Lias et le Trias. A la même époque, les documents, dus à VILLIAUME et déterminés par H. DOUVILLÉ et R. ZEILLER, ont permis à ces deux paléontologistes d'affirmer l'âge liasique supérieur de ces dépôts (voir p. 113).

D'autre part les roches, très nombreuses et très variées, que VILLIAUME a recueillies avec un grand zèle et une grande habileté, ont fourni à A. LACROIX la matière de deux importants mémoires, qui font de la province pétrographique de Passindava une des mieux étudiées du Globe.

**Recherches personnelles.**— J'ai eu, moi-même, l'occasion d'étudier un certain nombre de points intéressants dans ces formations liasiques, que l'on soupçonnait pouvoir contenir du charbon.

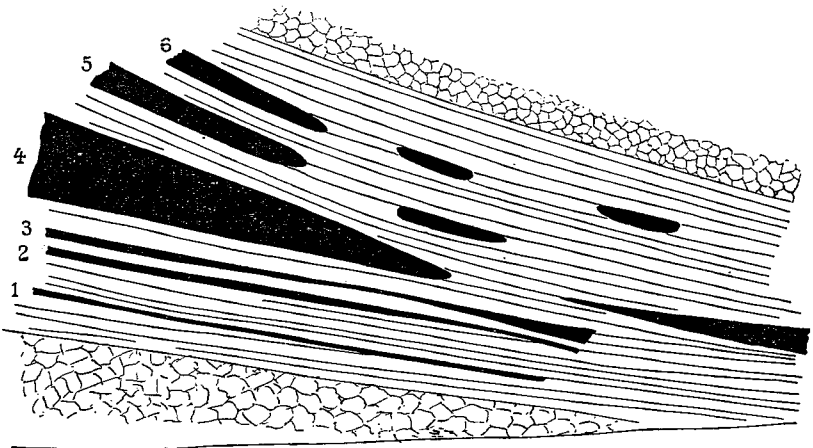


Fig. 136. — COUPE MONTRANT L'ALLURE DES LENTILLES ARGILEUSES ET SABLONNEUSES (EN NOIR) AU MILIEU DES SABLES ET GRÈS. CAP ANKATOFA \* BAIE D'AMBAVATOBY.

A la suite de ma mission de 1902, j'ai indiqué (1903, c) que; dans la presqu'île d'Ambavatoby, il y avait « à certains niveaux « de petites couches d'argile contenant des débris de végétaux « fossiles et en quelques points de véritables lignites, malheureu- « sement très localisés et très peu épais ».

Je suis retourné dans la région, et plus longuement, en 1903. J'ai visité, dans la baie d'Ambavatoby, les quelques points où l'on a signalé les soi-disant gisements de charbons.

J'y ai vu, comme tous mes prédécesseurs, des alternances de grès et de schistes, au milieu desquels on trouve des parties charbonneuses et en des points privilégiés de petits bancs de lignite de quelques centimètres d'épaisseur.

J'ai pu constater, d'ailleurs, combien ces bancs étaient peu constants ; ils disparaissent très rapidement quand on essaie de les suivre, non pas seulement à grande distance, mais même sur quelques mètres, au moyen de petites tranchées. Ce sont seulement de petites *lentilles* extrêmement minces et très limitées en surface (voir p. 115).

La Compagnie générale franco-malgache, qui ne disposait pas d'appareils puissants comme ceux de M. VILLIAUME, a fait quelques recherches dans le Nord de la presqu'île d'Ambavatoby.

M. EECKMAN, directeur de cette Compagnie, a confié ce travail à M. BENAZET qui s'en est acquitté avec beaucoup de zèle. Sur mes conseils, on a essayé de se rendre compte de l'allure des bancs de lignite, un peu plus puissants que les autres (15 centimètres environ), reconnus en affleurement. On a fait, soit de petites tranchées, soit des sondages peu profonds et par conséquent très peu coûteux ; de plus, on avait ainsi l'avantage de ne pas aller au hasard et de procéder du connu à l'inconnu. Le premier sondage, effectué à Ampasibe, n'a pas donné de résultat probant ; la couche de lignite, qu'on voyait affleurer au niveau de la mer, n'a pas été retrouvée dans le sondage à quelques centaines de mètres de là.

J'ai découvert d'autre part, non loin de Marotony, un banc d'argile contenant un certain nombre de gros troncs d'arbres fossiles, épais de 0 m. 20 environ et ayant jusqu'à 0 m. 50 de diamètre.

Ces troncs d'arbres se trouvent d'ailleurs dans des couches presque stériles ; ils n'impliquent donc nullement l'existence de points plus riches, comme le croyait GUILLEMIN, qui paraît en avoir découvert d'analogues aux environs même d'Ambavatoby.

J'ai parcouru également une grande partie de la presqu'île jusqu'à Anorotsongano et jusqu'à la rivière Bezavona ; partout j'ai vu les mêmes schistes et les mêmes grès, avec quelquefois des intercalations de calcaires et des lits très minces et peu constants de lignites.

J'ai fait aussi le trajet de Maromandia à Ankaramy et à Ambo-dimadiro et les résultats ont été les mêmes.

De plus, l'absence presque complète de fossiles dans ces formations, le manque de continuité des couches observées, rendent, dans un système aussi épais, l'étude stratigraphique très difficile ; elle serait d'ailleurs dépourvue d'intérêt scientifique, à moins de pousser l'analyse jusqu'à un détail que la nature boisée du pays, l'état défectueux des voies de communication, l'insuffisance de la carte topographique rendent actuellement impossible.

A défaut de charbon dans les couches superficielles, on en suppose dans les couches situées en profondeur ; c'est cette hypothèse qui a amené GUILLEMIN à ses conclusions optimistes ; c'est elle qui a guidé M. VILLIAUME dans ses recherches et qui a conduit M. EECKMAN à faire également de son côté des sondages.

Jusqu'à présent, ces sondages n'ont pas donné de résultats encourageants. Le premier sondage de M. VILLIAUME, à Andriana (Nosy Be), a traversé les schistes sur 73 mètres. Celui de M. EECKMAN, à Ampasibe, n'a pas permis de retrouver les couches reconnues en affleurement dans le voisinage. Le grand sondage d'Ankaramy ne montre rien qui permette de conclure à l'approche d'une zone plus riche.

L'étude stratigraphique du pays montre, d'ailleurs, que ces sondages, toujours coûteux, auraient pu être remplacés, au moins dans une certaine mesure, par des recherches en affleurement. En effet, par suite du relèvement des couches vers l'Est, vers le massif ancien de gneiss et de micaschistes, les couches que l'on recherche en profondeur doivent se retrouver en affleurement dans cette direction. Comme, d'autre part, on se rapproche ainsi du rivage présumé, les changements de faciès possibles ne peuvent que montrer des couches plus riches.

Dans la région du Sambirano et à l'Est d'Ankaramy, des recherches de ce genre n'ont pas été faites. Quoique difficiles à cause de la nature du pays, elles seraient cependant relativement peu coûteuses.

J'ai, à plusieurs reprises, en dehors, il est vrai, de la région du Sambirano, traversé toute la série des grès et schistes liasiques pour obtenir une coupe complète jusqu'aux roches anciennes,

gneiss et micaschistes, sur lesquels cette série repose en transgression. J'ai toujours trouvé les mêmes grès, les mêmes schistes, les mêmes argiles, sans fossiles et sans intercalation de niveaux charbonneux.

Les pertes de temps et les dépenses qu'occasionnaient ces études dans une série dépourvue de fossiles, et par conséquent sans intérêt au point de vue de la science pure, m'ont empêché de les multiplier et de les préciser. Au point de vue pratique et dans l'intérêt de la Colonie, il aurait peut-être été intéressant de les faire : autant et même mieux que des sondages, ces recherches stratigraphiques auraient donné des documents certains sur les couches du début de la série sédimentaire.

Le tableau suivant résume les analyses qui ont été données des charbons de cette région ; leurs résultats étaient assez encourageants ; elles n'ont plus aujourd'hui qu'un intérêt historique :

	Angadouka (RIVOR, 1854)	Ambavatoby (RIVOR, 1854)	Ambavatoby (GUILLEMIN, 1863)	Ambavatoby (GUINET, 1867 et BARON, 1889)
Matières volatiles	54.2	19.2	17	15.80
Charbon. . . . .	41.8	56.2	70	70.87
Cendre . . . . .	4.0	24.6	13	13.33

## RESSOURCES MINÉRALES

Les ressources minérales du Nord de Madagascar sont très minimes en ce qui concerne les minerais riches.

**Or.** — L'or n'existe pas, d'une façon pratique, dans la région que j'ai étudiée. Les alluvions des rivières, qui descendent des pays de granites ou de gneiss, en contiennent un peu. On en a exporté autrefois une certaine quantité de Loky ; les affluents du Sambirano en charrient de petites quantités ; le nom de l'un d'eux (*Ramena* : la chose rouge) est significatif à cet égard.

Mais je ne crois pas que, nulle part, il y en ait, d'une façon notable, susceptible d'être exploité même par des indigènes (1).

(1) Bien entendu, je n'entends nullement étendre cette appréciation au reste de Madagascar.

**Plomb et Zinc.** — Dans le Nord de Nosy Be, près d'Ankalompona Be, se trouve un filon de galène et de blende, un peu argentifère et même aurifère. Il a été signalé par M. l'officier d'administration d'Artillerie Coloniale VILLIAUME; il a donné récemment (1903) les résultats de ses analyses relatifs à ce gisement (voir p. 156).

J'ai vu moi-même ce filon, qui a été exploité partiellement et superficiellement; il traverse les marnes du Lias supérieur. Il y aurait peut-être lieu de le prospecter et, le cas échéant, de l'exploiter plus sérieusement.

Dans le massif syénitique des Deux-Sœurs, VILLIAUME a également signalé quelques filons de ce genre.

**Fer.** — Des pyrites de fer, d'origine sédimentaire, se trouvent en grande quantité dans la région. On sait que de telles pyrites sont très rarement exploitables. Cependant, à Antanamitarana (voir p. 216), un amas important de pyrite de fer se trouve dans les argiles cénomaniennes, dans des conditions analogues à celui qui est exploité à Soyons, dans l'Ardèche.

J'ai signalé aussi la présence d'hématite rouge dans les argiles vraconniennes du territoire de Diego-Suarez. Elles contiennent à Andrakaka 42 % et à Befotaka 22 % de sesquioxyde de fer et elles semblent se poursuivre sur une assez grande longueur (voir p. 198). Cette teneur ne semble pas être assez considérable pour permettre une exploitation rémunératrice, surtout dans un pays neuf.

Dans la région ancienne, des amas, quelquefois notables, de magnétite peuvent s'observer, par exemple près de Tanamvony (voir p. 166), dans la vallée de Loky et dans le haut-bassin de la Maivorano.

**Gypse.** — On trouve dans la Montagne des Français, aux environs d'Ampombiantombo, près d'Andronosamontana et ailleurs, des argiles, avec d'assez grandes quantités de pyrite de fer et de gypse. Mais ce gypse est en lamelles et, quoique abondant en certains points, n'est pas susceptible d'exploitation; c'est en effet du gypse d'origine secondaire, dû à la réaction d'eaux chargées de calcaires sur les produits d'oxydation des pyrites. Il ne se trouve qu'en affleurement, superficiellement, et n'existe pas en profondeur. On



peut s'en assurer par l'analyse chimique des argiles à la surface desquelles il se trouve.

**Calcaires.** — L'absence des calcaires à Madagascar est une des nombreuses légendes qui ont eu cours dans la colonie et surtout sur la colonie ; elle est due à des personnes qui n'avaient vu de l'île que la côte Est et la région centrale, c'est à dire Tamatave et Tananarive.

Il est connu, au contraire, depuis longtemps, depuis les voyages de Alfred GRANDIDIER (1871), que toute la côte Ouest est formée de terrains sédimentaires, dont une partie est calcaire. Les explorations de GAUTIER, et plus récemment les études de COLCANAP (1906, a), nous ont révélé l'existence dans l'arrière-pays de Majunga, de grands plateaux calcaires, véritables causses, de tous points analogues à ceux de France.

Depuis longtemps, d'ailleurs, on fabrique de la chaux à Majunga, à Analalava (Nosy Lava), aux environs de Maromandia.

A Diego-Suarez, l'exploitation de MM. IMHAUS, DUBOIS et PIVERT fournissait en 1902 une grande quantité de chaux relativement bonne et employée par l'Administration (Travaux Publics, Génie, Artillerie Coloniale). J'ai donné (voir p. 241) l'analyse du calcaire employé.

L'année précédente (1901), l'exploitation de tufs à Tsararano (voir p. 315) avait fourni également de la chaux d'excellente qualité (environ 400 tonnes) (1).

Mais ces ressources en chaux ne sont pas les seules. J'ai montré (1903, a) l'existence, dans la Montagne des Français, de calcaires (voir p. 215), qui, d'après les analyses faites sur des échantillons que j'ai rapportés seraient susceptibles de fournir des ciments à prise rapide.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Résidu insoluble dans les acides étendus .	58,2	34,5	26,0
Silice soluble dans les acides étendus . . .	0,6		
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> et sesquioxyde de fer, F <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .	1,8	6,1	21,1
Chaux dosée, CaO . . . . .	20,0	28,2	
d'où Carbonate de calcium CO <sup>3</sup> Ca. . . . .	35,7	50,4	45,8
Magnésie dosée, MgO . . . . .	0,5	4,0	

(1) Cette chaux se vendait sur place environ 60 francs la tonne.

d'où Carbonate de magnésium, CO <sup>3</sup> Mg . . . . .	0,6	2,1	1,2
Perte au feu . . . . .	18,0		
d'où Eau (différence entre la perte au feu et l'acide carbonique) . . . . .	2,0 (1)	?	?
	98,9	92,8	97,6

On a dosé à part :

Phosphate tricalcique (PO <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> Ca <sup>3</sup> . . . . .	?	0,0	0,055
Silice soluble dans la soude caustique. . . . .	1,8		
Alumine soluble dans la soude caustique . . . . .	0,2		

a) Marnes de la vallée de la Pierre (1<sup>er</sup> échantillon).

b) Marnes de la vallée de la Pierre (2<sup>e</sup> échantillon).

c) Concrétions dans les marnes de la vallée de la Pierre.

Il résulte de ces analyses que les concrétions sont plutôt moins calcaires que les marnes dans lesquelles elles se trouvent, mais que la proportion d'alumine et phosphates de chaux s'y élève d'une façon notable.

Il est à remarquer que la composition de la concrétion (c) est voisine de celle de calcaires à ciment.

Sans avoir dès à présent la qualité que ceux de France doivent à l'excellence de leur fabrication (2), ces ciments pourraient, dans beaucoup de cas, être utilisés par la consommation locale. On pourrait même entrevoir la possibilité de leur exportation (3) sur l'Afrique du Sud, où les formations sédimentaires calcaires sont peu développées.

Des calcaires, susceptibles de fournir des moellons et peut-être des pierres de taille, se trouvent, en beaucoup de points, sur les bords de la baie de Diego-Suarez, en particulier sur la côte de la baie du Tonnerre, aux environs de l'Anosirave, à Dover-Castle, dans la muraille d'Ankarana, aux environs de Maromandia.

Ce sont là des ressources qu'il ne faudra pas négliger, le jour prochain où l'on sera obligé de remplacer les baraquements provisoires en bois de Diego-Suarez par des bâtiments plus sérieux et plus solides.

**Autres matériaux de construction.** — Quand le calcaire manque, les basaltes fournissent de bons matériaux de constructions ; ils sont plus durs, plus lourds, plus difficiles à tailler ; mais en revanche, ils se trouvent souvent presque sur place (Antsirane, Hellville) ;

(1) Il part 0,3 d'eau dès la température de 255°.

(2) On sait que la fabrication des ciments a été récemment entreprise avec succès dans notre colonie de l'Indo-Chine.

(3) Voir les résultats d'une enquête faite à ce sujet :

Possibilité d'exporter des briques, tuiles et carreaux, fabriqués à Madagascar. *Bulletin économique*, 3<sup>e</sup> trim. 1905, pp. 427-428.

ils sont utilisés à Antsirane pour faire des bordures de trottoirs.

Les argiles, susceptibles d'être cuites, pour fournir des briques et carreaux, sont abondantes dans le Nord de Madagascar (Crétacé moyen, Crétacé inférieur, Jurassique supérieur). L'exploitation de MM. DUBOIS, IMHAUS et PIVERT, à Ankourik, dans la Baie de Diego-Suarez, avait, à cet égard, pris, en 1902, une grande importance.

Il n'y aurait qu'un faible surcroît de travail à utiliser des briques cuites au lieu de briques crues, c'est à dire en somme de simples mottes de terre argileuse, dans les constructions. On ferait ainsi, presque au même prix, des bâtiments définitifs, au lieu de ne faire qu'un provisoire éphémère.

**Phosphates.** — Une analyse de calcaire de la Montagne des Français, publiée par FLICHE (1900), avait donné de grands espoirs; il avait signalé, en effet, une teneur de 54 % en phosphate tricalcique. Ses échantillons provenaient du conglomérat ferrugineux à *Peroniceras* de la Montagne des Français. Mais la teneur signalée est tout à fait exceptionnelle, l'analyse ayant porté sur un débris végétal (*Araucarioxylon madagascariense* FLICHE). En réalité, il y a un peu de phosphate de calcium dans cette couche, mais assez peu; la teneur ne dépasse jamais 9 % dans les échantillons normaux (voir les analyses, p. 213).

Les couches voisines contiennent des proportions de phosphate de chaux analogues.

Il n'y a donc là, en somme, rien qui soit susceptible d'être exploité industriellement : peut-être cependant, ces phosphates pourraient ils être employés par les colons avoisinants pour l'amendement de leurs terres.

## GÉOLOGIE AGRICOLE

Le Nord de Madagascar, formé de terrains sédimentaires et de terrains volcaniques récents, n'est pas une région minière; ce sera essentiellement un pays d'agriculture et d'élevage; les roches volcaniques donnent les produits fertilisants nécessaires et les terrains sédimentaires fournissent la chaux qui manque en général

sur les hauts plateaux granitiques ou gneissiques du Centre de Madagascar.

Cependant, dans beaucoup de cas, il sera bon d'enrichir artificiellement le sol en potasse et en acide phosphorique.

Il m'a paru intéressant d'insister sur ces questions de géologie agricole, d'autant plus qu'on sait maintenant qu'une *carte géologique est le meilleur cadre d'une carte agronomique et qu'elle peut même souvent la remplacer.*

On considérera donc ce chapitre, comme étant en quelque sorte, au point de vue agronomique, la légende de la carte géologique ci-jointe.

On a eu en France longtemps le tort de considérer Madagascar comme une région homogène et, connaissant peu l'île, d'en juger par l'Emyrne et les environs de Tananarive. Or, rien n'est plus inexact; Madagascar possède une très grande variété de terrains géologiques, à laquelle viennent s'ajouter de grandes variétés climatiques. Il en résulte que rien n'est plus dissemblable que deux régions de Madagascar. Il n'y a, par exemple, aucun point de comparaison à établir entre l'Imerina et les environs de Diego-Suarez, entre la côte Est et la côte Ouest.

En prenant le gouvernement général de Madagascar, M. le général GALLIÉNI, avec la grande compréhension qu'il avait eue à cette époque de tous les besoins de Madagascar, avait demandé à M. MÜNTZ, membre de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique, de diriger l'analyse d'échantillons de terre qu'il avait fait prélever en différents points de la Colonie. En même temps, il organisait un service de Météorologie agricole.

Les résultats fournis par les analyses de Müntz et Rousseaux (1900) n'ont pas été ce à quoi les plus optimistes pouvaient s'attendre. Il s'en dégage cette donnée d'ensemble que le pays manque d'acide phosphorique et de potasse. On a essayé d'atténuer ce que ces résultats pouvaient avoir d'un peu pessimiste pour l'avenir de Madagascar. Besson (1901) a indiqué, par exemple, comment les échantillons avaient été recueillis par des autorités indigènes, quelquefois portées à la méfiance et comment ils n'avaient pas toujours été choisis parmi les meilleurs.

D'ailleurs, même prélevés par des agents zélés, ils ont été pris

au hasard, sans se guider sur la géologie, sur la nature du sous-sol. Enfin, la plupart des analyses de MÜNTZ et ROUSSEAU portent sur des points de la côte Est et du Centre, c'est à dire de la région de granite, gneiss, micaschistes, généralement peu fertiles. Presque aucun échantillon n'avait été prélevé dans l'Ouest dans la région sédimentaire; cette lacune a été récemment comblée par de nouvelles analyses de MÜNTZ (1903) et les résultats en sont beaucoup plus encourageants.

La composition chimique et géologique du sol n'est d'ailleurs pas tout; au point de vue agricole, il faut, surtout dans des pays tropicaux, faire une large part au climat.

**Alluvions.** — Les plaines d'alluvions sont assez nombreuses dans le territoire de Diego-Suarez: Anamakia, Betaitra, Mahagaga, vallée de Bessokatra, plaine de Sankazo, basse vallée de Rodo, basse vallée de l'Andranomena, vallée de la Sahinana, environs d'Ambararata, de Mangoaka. Leur constitution géologique est à peu près la même partout; leur sous-sol est formé de terrains sédimentaires (marnes et calcaires marneux de divers âges), auxquels est empruntée la chaux. Les rivières qui descendent du Massif d'Ambre y apportent les éléments fertilisants (acide phosphorique, un peu de potasse) pris aux roches volcaniques, et principalement aux tufs basaltiques.

MÜNTZ et ROUSSEAU ont donné une analyse d'une de ces terres (1900; p. 124, n° 184, Anamakia):

Pour 1000 gr. de terre :

Azote . . . . .	1.24
Acide phosphorique . . . . .	3.80
Potasse . . . . .	1.61
Carbonate de chaux . . . . .	6.20
« Elle offre un très bon fond de fertilité. »	

Les conditions climatériques sont, à très peu près, celles indiquées par les observations météorologiques d'Antsirane, c'est à dire une température à peu près constante, voisine de 27°, une saison très humide d'environ trois mois (décembre, janvier, février), une saison très sèche le reste du temps.

La présence de rivières importantes et celle de sources peu abondantes, mais nombreuses, remédie à l'inconvénient qui résulte de la présence de cette saison sèche.

Quelques travaux d'irrigation doubleraient la valeur de ces vallées d'alluvions et permettraient d'y faire facilement, au moins deux récoltes de riz par an.

Aux environs d'Antsirane, on y fait de la culture maraîchère.

Les plaines qui s'étendent au sud de la muraille de l'Ankarana, entre la mer et les premiers contreforts liasiques, la plaine du Sambirano qui en est le prolongement, ont peut-être un moins grand fond de fertilité, à cause de l'absence de roches éruptives dans le voisinage. C'est cependant, dès à présent, un pays riche, les bœufs y pullulent ; les villages y sont nombreux et très habités. Il est d'ailleurs susceptible d'être cultivé d'une façon intense et fructueuse, comme le montrent les quelques essais de colonisation, tentés surtout dans le Sambirano. Le pays manque un peu d'eau pendant la saison sèche ; mais cela n'a pas grand inconvénient, parce qu'il est complètement submergé pendant la saison humide. Il reste alors, pendant l'hiver austral, des mares et des lacs suffisants pour l'alimentation du bétail, tandis que les rivières comme l'Ankarana, la Mananjeba, la Mahavavy, le Sambirano y apportent une eau excellente et pure.

Cependant, au point de vue de la culture des canaux d'irrigation seraient de la première utilité ; ils accroîtraient, dans de grandes proportions, la richesse de ce pays et permettraient seuls de mettre toute la plaine en valeur.

**Aquitaniens.** — Les calcaires aquitaniens alternent dans le Babaomby avec des basaltes et des tufs basaltiques ; les mêmes conditions favorables que dans les plaines d'alluvions s'y observent. L'analyse chimique confirme ces données géologiques (Müntz et Rousseaux, 1900, p. 128, n° 352).

Pour 1000 grammes de terre :

Azote. . . . .	1,22
Acide phosphorique. . . . .	1,81
Potasse. . . . .	0,96
Carbonate de chaux. . . . .	205,00

« Elle présente de grandes ressources ».

Effectivement cette région nourrit de forts troupeaux de bœufs (1), comme l'indique son nom (Bobaomby : beaucoup de

(1) A la fin de la saison sèche, on conduit ces bœufs dans les environs d'Andranafanjava (Massif d'Ambre), plus humides. Cet exemple de « transhumance » est intéressant à noter.

bœufs) et la culture du riz y est assez intense dans les vallées basses, protégées du vent d'Ouest par les falaises coralliennes.

**Régions volcaniques.** — Sur les coulées basaltiques s'étend généralement une argile rouge de décomposition, dont l'analyse faite à l'École Polytechnique, au Laboratoire de M. G. LEMOINE, a donné les résultats suivants (argile de la Fontaine tunisienne) :

Silice, SiO <sup>2</sup> . . . . .	0,450
Alumine, Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , et oxyde ferrique Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,408
Chaux, CaO . . . . .	0,000
Soude, Na <sup>2</sup> O. . . . .	0,012
Potasse, K <sup>2</sup> O. . . . .	0,000
Perte au feu. . . . .	0,129
	1,000

Mais le sol superficiel est plus riche, ainsi qu'il résulte des analyses de MÜNTZ et ROUSSEAU (p. 124 et suiv., analyses 222, 223, 331, 332, 349.).

Pour 1000 grammes de terre :

Azote . . . . .	1,7 à 7,9
Acide phosphorique . . . . .	1,5 à 4,4
Potasse . . . . .	0,1 à 0,7
Chaux . . . . .	0,0 à 0,3

Ces terres, relativement riches par ailleurs, sont pauvres en chaux et en potasse. Il faudrait donc recommander aux concessionnaires établis sur ces plateaux, de chauler leurs terres avec les calcaires avoisinants, par exemple ceux de la Montagne des Français, ou même les marnes bleues du Crétacé moyen et de les enrichir en potasse au moyen d'engrais. Aussi la nécessité de récupérer la potasse des plantes justifie-t-elle l'habitude qu'ont les indigènes de brûler la brousse.

Les essais faits au Camp d'Ambre ont montré que le sol était propice à la culture des légumes, à condition de mettre des engrais et d'arroser abondamment. Il est, d'autre part, démontré (1) que la brousse, si abondante sur les parties non cultivées des plateaux, est susceptible d'être utilisée à l'état de foin et de constituer un fourrage suffisamment nutritif ; il est donc bon d'attirer l'attention sur l'utilisation possible de ces plateaux comme prairies artificielles, mais à condition de *chauler*, dans une forte proportion, les terres choisies pour cette culture.

(1) *Journal officiel de Madagascar*, sept. 1903, et Diego-Suarez, pp. 105-109.

Dans les régions de tufs basaltiques se trouvent les plus belles rizières du pays, cultivées par les indigènes à Andronafanjava, à Ambavahibe, au lac Antanave ; ce sont les seuls points du massif actuellement occupés par les malgaches ; ils ont fait déjà quelques travaux d'irrigation.

Enfin, dans les hautes parties du massif d'Ambre, on a planté de nombreux caféiers, sans beaucoup de succès. DESLANDES a indiqué très nettement les causes multiples de ces insuccès (absence d'abri, dessiccation trop considérable du sol, manque de travail de la terre), qui paraissent tenir beaucoup plus au manque d'éducation professionnelle des colons qu'à la nature même du sol.

Une chose certaine, c'est que le caféier et beaucoup d'autres cultures (vanille, etc.) prospèrent dans un sol de constitution géologique presque identique, à Nosy Be. Il est vrai que, là, les conditions météorologiques ne sont pas les mêmes ; les saisons sèches et humides sont, à Nosy Be, beaucoup moins nettement tranchées qu'à Diego-Suarez ; l'état hygrométrique de l'air reste constant et très élevé pendant toute l'année ; c'est cette humidité de l'air qui rend le climat de Nosy Be si malsain pour l'Européen et si propice à la végétation. D'une façon générale, les régions de Nosy Be, constituées par des terrains éruptifs récents, sont très fertiles et il faut espérer que, malgré la crise économique qu'elle subit actuellement, Nosy Be reprendra rapidement l'importance et la richesse auxquelles sa position et son sol la prédestinent.

**Autres formations.** — Les calcaires et les argiles du Crétacé et du Jurassique constituent des collines, à peu près incultes, utilisées presque uniquement pour la pâture des bœufs. Leur mise en culture paraît extrêmement problématique.

Les grès et schistes liasiques sont également peu fertiles et souvent boisés.

Je rappellerai que MÜNTZ et ROUSSEAU ont donné l'analyse d'une terre provenant de Loky (1900, p. 236 ; n° 406).

« Loky. Hauteur.

L'échantillon ne renfermait pas de cailloux.

1.000 grammes de terre contiennent :

Azote . . . . .	0,47
Acide phosphorique . . . . .	0,24



Potasse . . . . .	0,37
Carbonate de potasse . . . . .	traces

Cette terre jaunâtre est dure après dessiccation ; elle est pauvre en humus, en azote et en potasse, très pauvre en acide phosphorique ; elle n'offre que de très faibles ressources ».

Les dépressions monoclinales que j'ai signalées (voir p. 69) et qui sont dues à la présence de niveaux argileux sont relativement plus riches ; mais elles manquent d'eau en saison sèche. Pour cette raison, il n'y a de grosses agglomérations qu'au débouché des rivières (Mananjeba, village d'Ambakirano, Ifasy, village d'Anaborano).

Les régions de terrains anciens sont souvent occupées par des montagnes aux flancs abrupts (massif de Bejofo, massif du Tsaratanana), qui n'ont aucune importance au point de vue agricole. Il n'y a guère que les vallées qui soient occupées et cultivées par les indigènes. La haute vallée de Loky et la haute vallée de la Mahavavy sont dans ce cas. Des analyses chimiques ont été données par MÜNTZ et ROUSSEAU de terres des environs de Mangily (1900 ; p. 134, n° 221 ; et p. 136, n° 338) ; elles sont nettement défavorables à cette région.

« Mangily (3 jours au Nord).

Hauteur. Colline. Terrain boisé et pâturages.

L'échantillon ne renfermait pas de cailloux.

1000 grammes de terre contiennent :

Azote. . . . .	0.61
Acide phosphorique. . . . .	0.11
Potasse. . . . .	0.34
Carbonate de chaux. . . . .	traces

Cette terre ocreuse, d'un rouge vif, est extrêmement dure après dessiccation. Elle est pauvre en éléments fertilisants et n'offre aucune ressource pour la culture ».

et d'une seconde, provenant de la même localité (p. 136, n° 338).

« Mangily.

L'échantillon ne renfermait pas de cailloux.

1000 grammes de terre contiennent :

Azote. . . . .	0.57
Acide phosphorique. . . . .	0.27
Potasse. . . . .	0.12
Carbonate de chaux. . . . .	traces

Cette terre ocreuse est dure après dessiccation. Elle est pauvre en humus et en azote, très pauvre en acide phosphorique et en potasse. Ses ressources sont presque nulles ».

A mon avis, les conclusions qu'on peut en tirer ne doivent pas être aussi pessimistes ; il est probable que dans cette région, dirigée uniquement par des autorités indigènes, il s'est passé ce que Besson (1901) a signalé pour le Betsileo ; les indigènes se sont bien gardés d'envoyer les échantillons des meilleures terres, tout au contraire ; je ne crois pas cependant que ces régions de terrains anciens soient jamais appelées à être utilisées par des colons européens ; elles peuvent avoir de l'avenir au point de vue indigène.

### RÉSUMÉ

Comme toute la côte Ouest, le Nord de Madagascar est un pays d'élevage ; il le restera. Outre le bœuf, dont il existe d'immenses troupeaux, on pourrait y élever le cheval et l'âne, beaucoup mieux que sur les hauts plateaux où l'on s'obstine à faire tous les essais d'élevage ; étant donnée la nature géologique du sol, on ne s'y heurterait pas aux mêmes graves difficultés provenant du manque de chaux et d'acide phosphorique.

Des travaux d'irrigation faciles permettront de remédier à la sécheresse de l'hiver austral et de faire de cette région, grâce à son sol relativement riche, un pays de culture de riz.

La côte Ouest sera aussi destinée à approvisionner surtout le marché de l'Afrique du Sud, s'il n'est pas trop tard pour le disputer à la République Argentine et au Texas.

La fabrication de la **chaux** et des **ciments** peut donner également d'utiles ressources.

En l'absence du charbon, les forces hydrauliques aménagées et captées fourniront la plus grande partie de l'énergie électrique nécessaire aux différentes industries locales.

---

## NOTE SUR LES MÉTHODES SUIVIES POUR LES ANALYSES CHIMIQUES CITÉES DANS CE TRAVAIL <sup>(1)</sup>

---

- I. *Calcaires naturels*. — Silice soluble et alumine soluble. — Eau de combinaison. — Acide phosphorique. — Potasse. — Dosage spécial du fer.
- II. *Roches éruptives*. — Silice. — Alumine. — Chaux. — Magnésie. — Alcalis. — Sulfates. — Titane.
- III. *Analyses d'eaux*.

Les analyses chimiques ont été exécutées dans le Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique par M. GEORGES LEMOINE, membre de l'Institut, ou, sous sa direction immédiate, par M. ALBERT BERTHELOT et par M. MAURICE DE CHEVROZ, auxquels nous devons adresser tous nos remerciements. Il nous paraît utile de décrire sommairement les méthodes employées.

Tous les échantillons avaient été préalablement pulvérisés, puis séchés à l'étuve à 100-120°.

### I. — CALCAIRES NATURELS

L'analyse était dirigée surtout en vue de constater si le calcaire pouvait, par la calcination, donner une chaux hydraulique ou un ciment.

(1) La rédaction de cette note est due à M. GEORGES LEMOINE.

I. — On traitait par l'acide chlorhydrique étendu de cinq volumes d'eau, le plus souvent à froid.

Le résidu insoluble était isolé par filtration, séché, calciné, pesé.

Après avoir peroxydé par un peu d'acide azotique (1), on précipitait l'alumine et l'oxyde ferrique par un excès d'ammoniaque.

On précipitait la chaux par l'oxalate d'ammoniaque : on en déterminait le poids, à l'état de chaux, par calcination au rouge blanc.

On précipitait la magnésie à l'état de phosphate ammoniacomagnésien. On le dosait à l'état de pyrophosphate.

II. — La perte au feu était le plus souvent déterminée à part, par une calcination au rouge blanc.

**Silice soluble et alumine soluble.** — L'analyse des calcaires naturels examinés a montré, le plus souvent, qu'ils contiennent de la silice soluble et de l'alumine, soluble dans les acides, en proportion plus forte qu'on ne le constate d'ordinaire dans les calcaires naturels de France.

On a donc, pour beaucoup d'échantillons, examiné spécialement ce caractère, en déterminant la solubilité d'après la méthode employée par M. SCHLÖESING (2). On opérait sur un poids de matière de 3 à 5 grammes ; on faisait bouillir avec 500 centimètres cubes d'une solution de soude caustique, renfermant seulement 3 gr. 5 de soude ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) par litre et l'on suivait, pour la séparation successive de l'alumine soluble et de la silice soluble, les manipulations indiquées par M. SCHLÖESING.

Dans les analyses faites pour le *Geological Survey* des États-Unis (3), CLARKE recommande également l'emploi de la soude caustique d'après les indications de MICHÆLIS (4).

Des recherches de ce genre ont été faites d'une manière systématique sur les latérites des Seychelles par BAUER (5) ; les analyses

(1) Dans quelques cas, on a pris la précaution, pour insolubiliser la silice, d'évaporer à siccité le liquide provenant de la première filtration ; mais, la plupart du temps, avec un acide suffisamment étendu, on peut s'affranchir de cette sujétion.

(2) TH. SCHLÖESING. Recherches sur l'état de l'alumine dans les terres végétales. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXII, 1901, pp. 1203-1212.

(3) F.-W. CLARKE and W.-E. HILDEBRAND. Analyses of rocks, with a chapter on analytical methods. *Bull. of the U. S. geological survey* ; 1897, n° 148.

(4) MICHÆLIS — *Chemische Zeitung* ; 1895, XIX, p. 1422.

(5) BAUER. Beiträge zur Geologie der Seychellen, ins besondere zur Kenntniss der Laterit. *Neues Jahrbuch* ; 1898, II, p. 163.

dues à Busz avaient pour point de départ le traitement de la latérite desséchée par l'acide chlorhydrique bouillant vers 400°.

**Eau de combinaison.** — La présence de la silice soluble et de l'alumine soluble est liée à celle de l'eau de combinaison qui ne disparaît qu'à des températures élevées.

On a rarement fait des déterminations directes de cette eau de combinaison.

Généralement, on se contentait de déterminer la perte au feu, au rouge blanc, sur un échantillon préalablement séché vers 110° ; dans le cas des roches éruptives, cette perte correspondait, ou à très peu près, à l'eau de combinaison. Dans le cas des calcaires, on pouvait en déduire, d'une manière suffisamment exacte, l'eau de combinaison, en retranchant l'acide carbonique, d'après ce qui peut s'en combiner aux protoxydes, CaO, MgO, FeO.

Quelques déterminations ont été faites en chauffant dans la vapeur de cadmium à 780° l'échantillon placé dans des tubes en verre d'Iéna ; à cette température le carbonate de chaux n'éprouve encore que des pertes très minimes en acide carbonique.

Une température de 250°, prolongée 3 à 4 heures, n'élimine encore qu'une partie de l'eau de combinaison.

**Acide phosphorique.** — La recherche de l'acide phosphorique présentait un grand intérêt au point de vue pratique. Elle a été faite en suivant, ou à très peu près, les méthodes d'analyse des stations agronomiques (1). L'échantillon étant séché à l'étuve vers 110°, on en pèse 3 gr. ; on calcine au rouge sombre dans une capsule de porcelaine ; on traite par un mélange de volumes égaux d'acide azotique et d'eau ; on chauffe un quart d'heure vers l'ébullition. Dans la liqueur filtrée, on ajoute environ 5 gr. d'azotate d'ammoniaque solide ; puis, après avoir chauffé, pour le dissoudre, 50 centigrammes de nitro-molybdate d'ammoniaque, on lave, d'après les conseils de M. SCHLÖESING, avec un mélange de 200 centimètres cubes d'eau, 10 d'acide azotique, 10 de nitro-molybdate d'ammoniaque ; on sèche vers 400° et l'on pèse.

**Potasse.** — Dans les quelques cas où cette détermination a été

(1) *Bull. du Min. de l'Agriculture*, déc. 1871, p. 7-8.

faite, on a suivi la méthode d'analyse des stations agronomiques pour le dosage de la potasse soluble dans les acides concentrés.

On chauffe avec l'acide azotique concentré, on évapore à sec. On reprend par l'acide azotique, étendu de 5 volumes d'eau. On élimine les autres bases,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}^2\text{O}^3$ ,  $\text{CaO}$ , par le carbonate d'ammoniaque mêlé d'ammoniaque.

On réduit par évaporation. On élimine les sels ammoniacaux en chauffant avec un mélange d'acides azotique et chlorhydrique concentrés. On réduit par évaporation. On précipite la potasse par l'acide perchlorique en présence de l'alcool.

**Dosage spécial du fer.** — Ce dosage a été fait à part, dans quelques cas, en suivant la méthode employée dans les stations agronomiques.

L'échantillon séché, quelquefois en outre calciné vers le rouge, est traité par un mélange de 2 volumes d'acide chlorhydrique pur et 1 volume d'eau. On fait bouillir environ une demi-heure. On filtre. On lave. On ramène, par évaporation, le volume à 20-25 centimètres cubes. On fait passer dans une fiole à fond plat de 100-150 centimètres cubes, munie d'un tube étiré ; puis on ajoute 10 centimètres cubes d'acide sulfurique dilué (20 parties d'acide sulfurique, 80 d'eau). On ramène le fer au minimum, en y ajoutant du zinc. On amène ensuite le liquide à 300 centimètres cubes avec de l'eau froide, préalablement bouillie. On prélève 100 centimètres cubes et l'on verse une solution de permanganate de potasse, telle que 0 gr. 1 de fer corresponde à environ 19 centimètres cubes de cette solution.

## II. — ROCHES ÉRUPTIVES

**Silice.** — La détermination de la silice et de l'alumine a été faite en attaquant au rouge la roche, préalablement pulvérisée et séchée vers  $110^\circ$ , par un mélange équimoléculaire de carbonates de potasse et de soude : environ 4 grammes de ce mélange pour 1 gramme de matière.

On reprend par 50 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au

1/3 (1 vol. d'acide pour 2 vol. d'eau). On chauffe environ 3/4 d'heure. On évapore à siccité pendant une nuit ; on reprend par un peu d'acide chlorhydrique au 1/3 ; on filtre. La partie insoluble, calcinée et pesée, donne la silice.

Dans quelques cas spéciaux, on a fait une deuxième insolubilisation de la silice.

**Alumine.** — La liqueur filtrée, peroxydée par un peu d'acide azotique, est précipitée par l'ammoniaque. On a ainsi l'alumine, mêlée à l'oxyde ferrique.

**Chaux.** — La nouvelle liqueur filtrée, étant précipitée par l'oxalate d'ammoniaque, se trouve séparée à l'état d'oxalate de calcium. Ce précipité, étant recueilli par filtration, est calciné au rouge blanc. On pèse la chaux.

**Magnésie.** — La magnésie est précipitée dans la dernière liqueur filtrée, à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. On la dose à l'état de pyrophosphate.

**Alcalis.** — Les alcalis (potasse et soude) doivent, comme on le sait, être dosés à part. On a suivi d'abord la méthode classique de HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1) ; on chauffe l'échantillon au blanc avec du carbonate de calcium, parfaitement pur, préparé exprès au Laboratoire. On traite par l'acide azotique ; on évapore lentement au bain de sable pour insolubiliser la silice. En reprenant par l'acide azotique au 1/3, on sépare la partie soluble. On y précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque. La liqueur filtrée étant évaporée à siccité, on chauffe avec de l'acide oxalique pour transformer en carbonates et l'on reprend par l'eau : le magnésium est ainsi séparé à l'état de carbonate de magnésium. La solution qui reste comprend la potasse et la soude. On la divise en deux parties pesées : sur l'une d'elles, on détermine l'ensemble des deux alcalis, en évaporant à siccité avec de l'acide sulfurique et pesant à l'état de sulfates ; sur l'autre partie, on dose la potasse en précipitant par l'acide perchlorique en présence de l'alcool.

Les déterminations de silice faites par cette méthode sont rare-

(1) HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE. Nouvelle méthode générale d'analyse chimique. *Ann. de Chimie et de Physique*, XXXVIII, 1853, pp. 5-38.

ment satisfaisantes parce qu'il est difficile de la séparer entièrement de la chaux.

Dans les dernières analyses, on a suivi, pour doser les alcalis, la méthode de LAWRENCE SMITH (1), qu'a bien voulu nous indiquer M. LACROIX. Cette méthode a paru de beaucoup préférable.

On chauffe une heure au bec Bunsen 0 gr. 500 de matière, 4 gr. de carbonate de calcium et 0 gr. 500 de chlorhydrate d'ammoniaque.

On fait digérer deux heures avec de l'eau chaude (CLARKE préfère l'acide chlorhydrique). On filtre.

La solution est précipitée par environ 5 centimètres cubes de carbonate d'ammoniaque et 8 gouttes d'oxalate d'ammoniaque. La liqueur filtrée est évaporée à siccité. On calcine au rouge sombre et l'on pèse. On a ainsi l'ensemble des deux chlorures alcalins (KCl et NaCl), sauf une correction tenant à la présence d'une petite quantité de magnésie. On détermine cette correction en reprenant le résidu par l'eau, recueillant et filtrant l'insoluble. La partie soluble est précipitée par l'acide perchlorique en présence de l'alcool ; on détermine ainsi la potasse et par suite la soude.

**Sulfates.** — On a fait, sur quelques échantillons, la recherche des sulfates en suivant la méthode indiquée par A. CARNOT (Traité d'Analyse minérale, II, p. 671).

La matière est fondue au bec Bunsen avec le mélange équimoléculaire de carbonate de potasse et de soude (3 gr. de matière et 10 gr. du mélange). On reprend par 50 centimètres cubes d'acide chlorhydrique au 1/3. On insolubilise la silice par deux fois au bain-marie, puis à l'étuve pendant 12 heures. On reprend par l'acide chlorhydrique au 1/3. On filtre. La liqueur filtrée est précipitée par le chlorure de baryum et le sulfate de baryum est recueilli comme d'ordinaire.

**Titane.** — Dans quelques roches, on a recherché le titane dans la silice séparée au cours des analyses habituelles décrites ci-dessus.

(1) LAWRENCE SMITH. — *Annalen der Chemie u. Pharmacie*, CLIX, 1871, p. 28.

Voir aussi : A. CARNOT. *Traité d'Analyse des substances minérales*, II, p. 666, et CLARKE. *Loc. cit.*... *Bull. of the geol. Survey*, 1897, p. 148.



La méthode employée est celle décrite par A. CARNOT (Traité d'Analyse minérale, II, p. 686).

On fond 1 gramme de la silice avec 4 grammes de sulfate de potasse, chimiquement pur, au rouge sombre. On laisse digérer; pendant une nuit, avec de l'eau froide pour désagréger la matière. On ajoute environ 250 centimètres cubes; on filtre. La silice reste ainsi insoluble.

La liqueur filtrée est réduite par évaporation et saturée incomplètement par l'ammoniaque; il se fait un précipité en petits flocons étoilés, indiquant l'acide titanique; on filtre, on sèche, on calcine et on pèse.

La liqueur filtrée est additionnée de 4 gr. d'acétate de sodium dissous dans 10 gr. d'eau environ. On fait bouillir environ une 1/2 heure. Il se forme un nouveau précipité identique au premier. On le recueille par filtration; on calcine et on pèse.

La somme des deux précipités donne l'acide titanique.

### III. — ANALYSES D'EAUX

Les eaux rapportées de Madagascar étaient renfermées dans des bouteilles en verre fermées par un simple bouchon.

Leur analyse a été faite par les méthodes ordinaires avec les précautions qu'exigeait le très petit volume rapporté (de 1000 à 700 centimètres cubes; et même 300 centimètres cubes pour l'une des sources). Ce petit volume était dû aux difficultés de transport dans le pays d'origine.

Pour parer à tout accident, on faisait deux déterminations successives, une première approximative sur 150 à 200 centimètres cubes, puis une seconde définitive sur le plus grand volume d'eau possible.

Le plus souvent, pour les eaux calcaires, on produisait, par ébullition, un premier dépôt qui était calciné au rouge blanc et l'on y dosait séparément la chaux et la magnésie. La liqueur filtrée était divisée en deux portions soigneusement pesées; dans l'une, on dosait le chlore et l'acide sulfurique; l'autre portion était évaporée

à 100°, puis le résidu calciné était repris par l'eau : sur la partie soluble, séparée par filtration, on faisait un essai alcalimétrique au moyen d'acide chlorhydrique très étendu ( $1/20$  et même  $1/40$  normal), et l'on séparait ensuite la potasse et la soude par l'acide perchlorique en présence de l'alcool ; dans la partie insoluble, reprise par l'acide azotique au  $1/3$ , on dosait successivement la silice, l'alumine, l'oxyde de fer, la chaux, la magnésie.

Quelques déterminations supplémentaires ont été faites, en évaporant directement toute l'eau à siccité ; on insolubilisait la silice (souvent à deux reprises) ; on précipitait les oxydes d'aluminium, de fer, de calcium. On dosait ensemble la totalité des alcalis et on les séparait ensuite.

---

DEUXIÈME PARTIE

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DE

L'OCÉAN INDIEN

## L'AIRE CONTINENTALE AUSTRALO-INDO-MALGACHE

Les différents phénomènes géologiques dont Madagascar a été le théâtre ne peuvent être convenablement interprétés qu'à la condition de ne pas les considérer seulement en eux-mêmes, mais de les comparer avec ceux qui ont affecté les régions voisines.

L'histoire géologique de Madagascar ne peut se séparer de celle de l'aire continentale dont l'Ile a pu faire partie.

Cette aire continentale est-elle l'Afrique dont elle est voisine ou est-ce une région effondrée, occupant l'emplacement de l'Océan Indien ? C'est là une question qui a été discutée maintes fois.

Madagascar est située sur le bord occidental de l'Océan Indien ; cette terre est séparée de l'Afrique par le Canal de Mozambique que prolonge au Nord, vers la mer d'Arabie, une dépression de plus de quatre mille mètres de profondeur.

Le Canal de Mozambique a une ancienneté considérable et, sauf quelques vicissitudes, paraît avoir presque constamment séparé Madagascar de l'Afrique, depuis le début de la période secondaire. La découverte de dépôts de tous âges, toujours très analogues d'aspect, sur les deux bords du Canal de Mozambique, tant en Afrique qu'à Madagascar, vient à l'appui de cette affirmation.

Cette séparation n'a pas été cependant sans quelques intermittences et nous verrons comment, à certaines époques, des communications faciles ont dû s'établir entre les deux pays et ont pu permettre d'importants échanges de faunes.

Au contraire, et malgré la découverte de dépôts sénoniens sur la côte Est (voir p. 232), un âge très récent paraît devoir être attribué

à la grande faille de la côte Est. C'est de ce côté que doivent être cherchées les connexions continentales, plus anciennes, de Madagascar.

Sur le bord est de l'Océan Indien, le long des îles Andaman, Nicobares, Java, Sumatra, etc., se retrouve, dans une série de mers intérieures, une région géosynclinale, analogue à celle du Canal de Mozambique.

Il résulte de là que, bordé à l'Est, au Nord et à l'Ouest par des régions géosynclinales, l'Océan Indien se comporte comme occupant une vaste aire continentale dont les restes visibles seraient actuellement les Seychelles, l'Inde continentale, l'Australie et Madagascar.

Or, précisément, ces régions sont constituées par des roches anciennes, granites, gneiss, etc. (1). Les dépôts sédimentaires que l'on y trouve sont ceux qu'on a l'habitude de trouver à l'état transgressif sur les autres aires continentales.

Des considérations zoogéographiques et phytogéographiques (voir p. 430) amènent également à cette hypothèse : les zoologistes avaient ainsi admis l'existence d'une Lémurie.

L'entité, qui paraît avoir une existence propre, est une aire continentale beaucoup plus vaste, pour laquelle É. HAUG a proposé le nom de *continent australo-indo-malgache*.

Nous ne savons rien de précis sur l'histoire de cette région. Cependant, par des considérations océanographiques, nous pouvons nous faire une idée de sa structure, tandis que l'étude des sédiments marins sur ses bords et celle de la faune, qui se trouve sur les débris qui en subsistent, permet d'essayer d'esquisser son histoire.

J'étudierai donc successivement les différentes formations secondaires et tertiaires sur le pourtour de l'Océan Indien, les caractères de la faune et de la flore actuelle de Madagascar et ses analogies avec les pays voisins, les lignes tectoniques directrices de Madagascar et de l'Océan Indien.

J'essaierai ensuite d'en tirer les conclusions relatives à l'histoire géologique de Madagascar.

(1) Nous n'avons aucune donnée sur l'existence de roches sédimentaires dans les autres îles de l'Océan Indien ; cependant, d'après HÉRLAND, DUFRÉNOY (avant 1856) aurait signalé dans le sous-sol de l'île de la Réunion l'existence de sédiments calcaires, antérieurs aux roches éruptives ; le fait n'a pas été confirmé depuis.

# ÉTUDE DES DIFFÉRENTES FORMATIONS SECONDAIRES ET TERTIAIRES SUR LE POURTOUR DE L'Océan Indien

---

- Le Lias sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Iles de la Sonde. — Hindoustan. — Abyssinie. — Afrique du Sud. — Résumé.
- Le Jurassique inférieur sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Nouvelle-Guinée. — Iles de la Sonde. — Hindoustan ; Province de Cutch. — Abyssinie. — Afrique Orientale. — Afrique du Sud. — Résumé.
- Le Jurassique moyen et supérieur sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie et Nouvelle-Guinée. — Iles de la Sonde. — Hindoustan. — Pays des Somalis. — Afrique orientale. — Grands Lacs Africains. — Afrique du Sud.
- Le Crétacé inférieur sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Nouvelle-Guinée. — Iles de la Sonde. — Hindoustan. — Pays des Somalis. — Afrique Orientale. — Afrique du Sud. — Résumé.
- Le Crétacé moyen sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Bornéo. — Hindoustan. — Pays des Somalis. — Afrique Orientale. — Afrique du Sud. — Résumé.
- Le Sénonien sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Nouvelle-Guinée. — Bornéo. — Hindoustan. — Pays des Somalis. — Grands Lacs Africains. — Afrique du Sud.
- Le Tertiaire sur le pourtour de l'Océan Indien.* — Australie. — Nouvelle-Zélande. — Iles voisines de la Nouvelle-Zélande. — Nouvelle-Calédonie. — Nouvelles-Hébrides. — Nouvelle-Guinée. — Bornéo. — Christmas. — Iles de la Sonde. — Sumatra. — Java. — Birmanie. — Hindoustan. — Pays des Somalis. — Afrique Orientale allemande. — Afrique du Sud.
- Résumé.*

Je passerai ici en revue ce que l'on sait des différents étages sur les bords de l'Océan Indien et sur l'aire continentale australo-indo-malgache. Cette étude n'a pas pour but de montrer les analogies de faciès et les analogies faunistiques des terrains de Madagascar avec ces régions souvent très éloignées ; les conclusions qu'on pourrait en déduire seraient extrêmement hypothétiques. Je m'y propose de voir quels sont les terrains qui sont représentés ou quelles sont les lacunes qui s'observent dans tel ou tel pays et quelles conclusions on peut en tirer au point de vue de la connaissance des mouvements généraux des mers dans la région indienne (1).

J'ai déjà effleuré la question, en ce qui concerne le Tertiaire, dans une note sur l'Oligocène [Aquitainien] de Madagascar (1904, a).

### LE LIAS SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN

**Australie.** — Le Lias marin n'a pas été jusqu'à présent indiqué en Australie. Cependant on a signalé des espèces liasiques supérieures, trouvées dans l'Australie occidentale ; mais on doit les considérer comme bajociennes (voir p. 373).

Le Lias, absent de l'aire continentale australienne, est, au contraire, bien développé et franchement marin dans les régions géosynclinales, comme la Nouvelle-Zélande et la Nouvelle-Calédonie.

**Nouvelle-Zélande.** — En Nouvelle-Zélande, on a rapporté au Lias les « Cloanthill-beds » qui, d'après NEUMAYR, renferment du charbon et où STEPHENS (2) indique : *Macrotæniopteris lata*, *Tæniopteris Daintreei*.

La série de la rivière Catlin, qu'on a attribuée au même système, se termine par des conglomérats à plantes. Par contre, les « Bastion-beds », calcaires concrétionnés et bigarrés, renferment des fossiles

(1) Dans ce chapitre, j'ai conservé aux espèces les attributions génériques, données par les auteurs cités ; on ne s'étonnera donc pas des contradictions et des anachronismes qu'on y trouvera à ce point de vue.

(2) STEPHENS. An attempt to synchronise the Australian, South-African and Indian Coal Measures. Part. I. The Australasian and New-Zealand Formation. *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, II, IV, 1889.

marins : *Belemnites catlinensis*, *Ammonites* sp., *Athyris* [*Clavigera*] sp. ; mais il n'est pas certain que ces formes soient liasiques. Enfin, d'après VON HAAST, dans la province de Canterbury, le Jurassique inférieur serait représenté par des mélaphyres et des porphyres quartzifères.

**Nouvelle-Calédonie.** — En Nouvelle-Calédonie, DELESSE et DE LAPPARENT (1) ont rapproché, avec doute, de *Amaltheus margaritatus* un fragment d'Ammonite rapporté par le colonel CHARRIÈRE; cet échantillon doit se trouver au Muséum d'Histoire Naturelle.

Bien que M. PIROUTET (2) ne paraisse pas avoir retrouvé cette espèce, ses découvertes confirment l'existence d'un Lias très net sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie avec *Lytoceras* cf. *cornucopiæ* Y. et B., *Spiriferina*, *Zeilleria* cf. *sinemuriensis* OPP., *Megerlea* cf. *Suessi* DESL.

**Iles de la Sonde.** — Dans le Nord-Ouest de Bornéo, entre Lumar et Sepang, existe une argile avec *Harpoceras opalinum* et *Harpoceras radians* (3). WICHMANN a rapporté de Rotti : *Arietites*, *Schlotheimia*, *Harpoceras*, *Cæloceras* et *Belemnites canaliculatus*, que ROTHPLETZ (4) a décrits. Depuis, G. BOEHM (5) a complètement confirmé ces données.

Il est évident que ces découvertes infirment complètement l'hypothèse de NEUMAYR d'un continent sino-australien et celle plus récente et analogue de F. et P. SARASIN (6). — Il semble bien que ce soit ROTHPLETZ (4) qui ait montré, le premier, que la séparation de l'Australie et de l'Asie était déjà chose faite au commencement du Jurassique (7).

(1) DELESSE et DE LAPPARENT. Extraits de géologie pour l'année 1873-1875. *Ann. des Mines*, [7], VI, p. 576.

(2) M. PIROUTET. Note préliminaire sur la géologie d'une partie de la Nouvelle-Calédonie. *B.S.G.F.*, [4], III, 1903, pp. 155-177.

(3) K. MANTIN. Notiz über den Lias von Borneo. *Jaarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indie*, 1898, pp. 33-36. — KRAUSE. Ueber die Auffindung von Lias in nordwestlichen Borneo. *Z. d. d. geol. Ges.*, XLVIII, 1896, pp. 218-219, et *Jaarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost-Indie*, 1896.

(4) ROTHPLETZ. Die Perm- Trias- und Jura formation auf Timor und Rotti im indischen Archipel. *Palæontographica*, XXX-IX, 1892, pp. 57-106, pl. IX-XIV.

(5) G. BOEHM. Reisenotizen aus Ost-Asien. *Z. d. d. geol. Ges.*, LII, 1900, pp. 554-558.

(6) F. et P. SARASIN. Ueber die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung. Wiesbaden, 1901, p. 139.

(7) Voir aussi : É. HAUG. Jurassique. *La Grande Encyclopédie*, pp. 322-331 ; p. 331 et carte de la p. 330.



**Hindoustan.**— Nous savons peu de choses sur le Lias de l'Inde. Cependant KOKEN (1) nous a appris que dans le Salt-Range, le Trias était surmonté par des grès et des argiles à *Waldheimia*, *Nautilus* et ossements de *Belodon* ou de *Massaspondylus*, qu'il considère comme du Trias supérieur ou du Lias inférieur.

**Abyssinie.** — En Abyssinie, H. DOUVILLÉ a, d'après les récoltes d'AUBRY, signalé, à la base des calcaires du Jurassique inférieur (voir p. 377), des grès qui peuvent être considérés comme liasiques par analogie avec ceux de Madagascar.

**Afrique du Sud.** — HOLUB avait rapporté, du Nord de la colonie du Cap, des *Gryphæa arcuata*; le fait n'a pas été confirmé et est considéré comme très douteux par NEUMAYR (2).

**Résumé.**— Je rappellerai que du Lias, à faciès analogue à celui de Madagascar, grès et schistes charbonneux avec intercalations de calcaires gréseux, se trouve en Perse (3) avec *Harpoceras* cf. *radians*, *H.* cf. *Kurri*, *Amm.* cf. *serpentinus*, *Amm.* *opalinus* et aussi *Ludwigia Murchisonæ*. Il s'agit donc de couches appartenant au Lias le plus élevé, Toarcien et Aalénien.

Il en serait de même au Japon.

La conclusion est que le Lias marin paraît exister sur tout le pourtour de l'Océan Indien, mais qu'il y est encore fort mal connu. Des formations lagunaires, représentatives du Lias, se sont, par contre, déposées sur les aires continentales voisines (Australie, Inde péninsulaire, Afrique du Sud). Elles constituent la partie terminale des séries qui, commençant avec le Stéphanien, contiennent à leur base la flore à *Glossopteris*.

(1) E. KOKEN. Kreide und Jura in der Saltrange. *Centralblatt f. Min.*, 1903, pp. 439-444.

(2) NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Denkschr. d. math. naturw. Kl. d. kais. Akad. Wiss.*; Wien, L; 1885, pp. 57-144; voir p. 111.

(3) Voir sur ce sujet : H. DOUVILLÉ. Mollusques fossiles in J. DE MORGAN. Mission scientifique en Perse, III (4), pp. 198-199, Paris, Leroux, 1904.

H. DOUVILLÉ. Les explorations géologiques de M. J. de Morgan en Perse. *Congr. géol. Intern.*, VIII<sup>e</sup> session, 1900; Paris, 1901; pp. 440-441.

**LE JURASSIQUE INFÉRIEUR  
SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN**

**Australie.** — Le Jurassique inférieur est certainement représenté dans l'Australie occidentale, où CLARKE (1), puis MOORE (2) ont signalé: *Harpoceras radians*, *H. aalense* var. *Moorei*, *H. Walcottii*, *Belemnites canaliculatus*, *Nautilus semistriatus* QUENST., *Myacites liassicus* QUENST., *Rhynchonella variabilis*, c'est à dire un mélange de formes liasiques et méso jurassiques. Dans la même région, les mêmes auteurs et ensuite CRICK (3) et WOODWARD (4) ont indiqué, à Champion-Bay, des calcaires oolithiques, argileux, des grès ferrugineux et des conglomérats, tout à fait analogues d'aspect à ceux d'Europe et contenant *Dorsetensia Clarkei* CRICK, *Perisphinctes rubiginosus* CRICK, *P. championensis* CRICK (cf. *P. arbustigerus*), *Sphæroceras semiornatum* CRICK (= *A. Brocchi* MOORE), *Sph. Woodwardi* CRICK, *Stephanoceras australe* CRICK (= *A. macrocephalus* MOORE), *St. Blagdeni*, *Nautilus sinuatus*, *Trigonia Moorei* LYCETT (cf. *Tr. costata*), *Ostrea Marshi*, *Lima proboscidea*, *Avicula Münsteri* GOLDF., *Av. echinata* Sow., *Pholadomya ovulum* AG., *Cucullæa oblonga*. Certaines de ces espèces ont des affinités calloviennes; un certain nombre ont été interprétées par CRICK comme étant bajociennes; quelques unes d'entre elles, en effet, pourraient être des *Dorsetensia*. Ce gisement représente donc des couches élevées de l'Éojurassique. Elles reposent sur les schistes cristallins. La transgression du Jurassique inférieur a également atteint l'Australie occidentale.

NEUMAYR (5) a signalé dans l'Australie occidentale, près de la

(1) CLARKE. Marine fossiliferous secondary formations in South-Australia, *Quart. Journ.*, XXIII, 1867, p. 7-12, voir p. 8.

(2) MOORE. Australian mesozoic geology and paleontology. *Quart. Journ.*, XXVI, 1870, pp. 226-263, pl. XXVIII, carte; v. p. 231.

(3) CRICK. On a collection of jurassic Cephalopods from West-Australia, obtained by H. P. WOODWARD, with description of species. *Geol. Mag.*, [4], I, 1894, pp. 385-393, pp. 433-441, pl. XII-XIII.

(4) WOODWARD. Notes on the geology of West-Australia. *Geol. Mag.*, [4], I, 1894, pp. 545-551.

(5) NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Loc. cit*; voir pp. 140-141; pl. I, fig. 4.

rivière Glenely (probablement le district de Glenely au N. W. de Perth) à 3 degrés au Sud du gisement de MOORE : *Stephanoceras Blagdeni* Sow., *St. Leichardi* NEUM., *Perisphinctes* ? (peut-être un jeune individu du groupe de *St. Humphriesianum*), *Trigonia Moorei* LYCETT, *Myacites*, *Lima* [*Ctenostreon*] *proboscidea* Sow.

Aux environs du Lac Eyre (1), on a trouvé *Amm. fontinalis* (voisin de *A. Henrici*), *Pinna* cf. *Australis*. A Peake, au centre même du continent australien, TATE (2) a fait connaître des couches à *Bel. Canhami* TATE (voisine d'après lui de *B. australis*, espèce du Crétacique inférieur de la Nouvelle-Zélande !), *Monotis Burklyi*, *Cytherea Clarkei* ; il semble qu'il y ait eu, dans ces récoltes, mélange de formes jurassiques et crétaciques.

Enfin, dans le Queensland, MOORE (3) signale *Belemnites paxillosus*, *Ostrea Marshii*, *Lima proboscidea* ; mais ces indications ne sont pas confirmées par JACK et ETHERIDGE.

La partie orientale de l'Australie (Tasmanie, Victoria, Nouvelle-Galles du Sud) paraît être restée émergée ; peut-être seulement faut-il attribuer au Jurassique inférieur les couches à Poissons de Talbruger, dans la Nouvelle-Galles du Sud (4).

**Nouvelle-Zélande.** — Les dépôts de la Nouvelle-Zélande ont un caractère extrêmement littoral et l'on n'est pas encore fixé sur l'âge des différentes séries que les géologues locaux ont distinguées.

La série de Catlin est considérée comme liasique par la plupart des auteurs. Cependant NEUMAYR rapproche *Bel. catlinensis* de *B. callovicus*, *B. hastatus* et il est bien remarquable que cette forme se retrouve dans la série de Mataura, associée à des espèces qui sont nettement du Jurassique supérieur.

La série de Flag-Hill est également rapportée généralement au Lias ; elle contient des dépôts à coquilles marines, associées à des

(1) HUDLESTON. Further notes on some Mollusca from South-Australia. *Geol. Mag.*, [3], VII, 1890, pp. 241-246, pl. IX.

(2) TATE. Notes on the Rockformations and Minerals about Peake, Central Australasia. *Trans. Roy. Soc. South-Australia*, III, 1879-1880, pp. 179-180.

(3) C. MOORE. Australian mesozoic geology and paleontology (avec une note de PHILIPPS sur les Bélemnites, p. 258). *Quart. Journ.*, XXVI, 1870, pp. 226-263, pl. X-XVIII (carte).

(4) EDWARD E. PITTMAN. The mineral resources of New-South-Wales, Sidney, 1901.

plantes terrestres : *Belemnites*, *Spiriferina rostrata*, *Pecopteris*, *Tæniopteris*, *Taxites*.

La série de Putakaka, comprise entre celles de Flag-Hill et de Mataura, contient des plantes et des lits de charbon irréguliers : HECTOR en fait du Jurassique; mais il la synchronise, probablement à tort, avec les couches de Jérusalem, en Tasmanie, et de Rajmahal dans l'Inde, couches dont l'âge rhétien semble très vraisemblable.

Il résulte de là que nous ne savons encore rien de bien précis sur le Jurassique inférieur de la Nouvelle-Zélande; mais il n'en est pas moins certain que, s'il existe réellement, ce terrain est représenté par des couches laguno-marines (1); l'opposition est donc frappante avec l'Australie où les dépôts transgressifs du Jurassique inférieur sont si bien développés.

**Nouvelle-Calédonie.**— PELATAN (2) y avait signalé *Amm. macrocephalus* associé à des *Belemnites*; mais, d'après les recherches récentes de M. PIROUTET, cette Ammonite serait un *Virgatites* et les *Belemnites* associées seraient des *Baculites* (3).

**Nouvelle-Guinée.** — ETHERIDGE (4) y a signalé des couches avec *Stephanoceras* cf. *Blagdeni*, *Steph.* cf. *lamellosus* Sow., *Steph. linguatus* QUENST., *Steph. calloviensis* Sow., *Inoceramus concentricus* (?), *Belemnites Gerardi* (à Struckland-River).

**Iles de la Sonde.** — Le Jurassique inférieur y serait bien représenté par des couches horizontales ayant un caractère littoral (5) A Margoli, G. BOEHM y signale *Steph. Humphriesianum* et *Steph. Brongniarti*.

(1) Cependant G. BOEHM dit avoir vu au musée de Wellington une Ammonite qu'il rapporte au groupe de *Amm. macrocephalus*; voir : G. BOEHM. *Reisenotizen aus New-Zealand*, Z. d. d. geol. Ges., LII, 1900, pp. 169-178, p. 171.

(2) LOUIS PELATAN. Les Mines de la Nouvelle-Calédonie. *Le Génie Civil*, 1892; et 1 tirage à part; 84 p., 1 carte géol. en couleurs; voir p. 18.

(3) Voir plus loin, p. 386. L'association de *Virgatites* et de *Baculites* est d'ailleurs également anormale, à moins que ces *Baculites* ne soient des *Bochianites*.

(4) R. ETHERIDGE. Our present knowledge of the Paleontology of New-Guinea. *Records Geol. Survey N. S. Wales*, 1, 1889-1890, pp. 172-179, pl. XXIX.

(5) G. BOEHM. Weiteres aus den Mollukken. Z. d. d. geol. Ges., LIV, 1902, pp. 74-78.

A Timor et à Rotti, ROTHPLETZ (1), puis G. BOEHM (*loc. cit.*) ont signalé *Bellemnites dicælus* OPP., *Bel. Gerardi* OPP., *Bel. cf. canaliculatus*, *Macrocephalites macrocephalus*.

Dans l'Inde péninsulaire, dans la vallée de Godaveri, on rencontre une série de couches à végétaux et combustibles (Groupe de Koto-Maleri), appartenant encore à la partie supérieure de la formation de Gondwana. OLDHAM la considère comme du Jurassique moyen.

**Hindoustan; province de Cutch.**— La région, classique au point de vue de l'étude du Jurassique dans la région de l'Océan Indien, est certainement la province de Cutch; l'étude stratigraphique en a été faite par WYNNE (2), l'étude paléontologique par WAAGEN (3) pour les Céphalopodes; OLDHAM (4) a donné un très bon résumé de la question.

C'est la série de Patcham qui représenterait le Bathonien. La série de Patcham comprend deux niveaux: A la base, se trouvent des grès et des calcaires jaunâtres avec *Corbula pectinata*, *Astarte compressa*, *Trigonia cf. interlævigata*, *Cucullæa virgata*, *Rhynchonella cf. concinna*. Au sommet, des calcaires gris clair et des marnes contiennent, outre des bancs avec de nombreux Polypiers, un certain nombre d'espèces de Céphalopodes parmi lesquels *Macrocephalites cf. macrocephalus*, *Oppelia* [*Ækotraustes*] *serrigera*.

(Voir au Jurassique supérieur, p. 381, le tableau des couches de Cutch).

La même série est connue plus au Nord, aux environs de Jaisalmer et elle a fourni *Terebratula biplicata*, *T. intermedia*, *Pholadomya granosa*, *Corbula lyrata*, *C. pectinata*, *Trigonia costata*, *Nucula cuneiformis*, *Pecten lens*, *Macrocephalites fissum*, fossiles provenant probablement de plusieurs niveaux différents; les uns appartiennent franchement au Jurassique inférieur et sont en partie communs avec Madagascar (*C. pectinata*), les autres sont probablement déjà calloviens (*P. lens*, *Macrocephalites fissum*).

(1) ROTHPLETZ. Die Perm-, Trias- und Juraformation auf Timor, Rotti, im Indischen Archipel. *Palæontogr.*, XXXIX, 1892, pp. 57-106, pl. IX-XIV.

(2) WYNNE. The Trans-Indus Salt-Region in the Kohát District. *Mem. Geol. Surv. India*, XI, 1874, pp. 1-194.

(3) WAAGEN. *Pal. Indica*, ser. IX, 1873-1875.

(4) R.-D. OLDHAM. A manual of the geology of India, (2<sup>th</sup> edition). Calcutta, 1893.

**Abyssinie.** — Les premiers documents sur le Jurassique inférieur d'Abyssinie sont dus à BLANFORD (1), qui, dès 1869, signalait dans le calcaire d'Antalo : *Hemicidaris cf. luciensis* D'ORB., *Trigonia costata*, var. *pullus* Sow., *Modiola Bainii* SHARPE, *Ceromya concentrica* Sow., *C. similis* Sow., *Pholadomya cf. recurva* AG., *Ph. cf. punctifera* Buv. etc.

Dans le pays des Somalis (2), l'Éojurassique comprendrait d'abord du Bathonien inférieur avec *Rhynchonella lotharingica* HAAS, *Rh. Edwardsi* CHAP. et DEW., puis un Bathonien supérieur avec *Pholadomya Aubryi* H. Douv., *Modiola imbricata* Sow., *M. aspera* Sow., *Pleuronectites Aubryi* H. Douv., *Trigonia pullus* Sow.

Ces couches éojurassiques reposent sur des grès que l'on peut considérer comme liasiques ou triasiques, par analogie avec ce que l'on observe à Madagascar; il ne semble pas que AUBRY ait jamais observé la superposition directe du Jurassique inférieur à des roches métamorphiques.

GREGORY (3) y a signalé des couches avec *Rhynchonella Edwardsi* CHAP. et DEW., *Rh. subtetrædra* DAVIDSON, *Cryptocœnia Lord-Phillipsii* GREG. et de plus des Bélemnites qui, d'après CRICK, doivent être rapportées à une seule espèce et rapprochées de *B. Tangamensis* FUTT., *B. canaliculatus* SCHLOTH. (= *B. Grantianus* D'ORB.; = *B. subhastatus* ZIETEN in WAAGEN), *B. Gerardi* OPPEL. Quoi qu'il en soit de cette opinion, on doit regarder ces dernières comme appartenant au Callovien supérieur ou à l'Oxfordien inférieur.

**Afrique orientale.** — Plus au Sud, dans l'Afrique orientale anglaise et dans l'Afrique orientale allemande, le Jurassique inférieur n'est pas connu avec certitude. Les couches les plus inférieures que MÜLLER y ait signalées peuvent être considérées comme calloviennes (voir p. 382).

(1) BLANFORD. On the Geology of a portion of Abyssinia. *Quart. Journ.*, XXV, 1869, pp. 401-406.

(2) AUBRY. Observations géologiques sur les pays Danakils, Somalis, le royaume de Choa et les pays Gallas. *B. S. G. F.*, [3], XIV, 1886, pp. 201-222, pl. XI. — H. DOUVILLÉ. Examen des fossiles rapportés du Choa... *Ibid.* pp. 223-241, pl. XII.

(3) GREGORY. A note of the geology of Somali-land. *Geol. Mag.*, [4], III, 1896, pp. 289-294. — B. NEWTON. On the occurrence of an Indian jurassic shell, *Parallelodon Egertonianus*, in Somaliland. *Ibid.* pp. 294-296. — CRICK. Note on some fragments of Belemnites from Somaliland. *Ibid.*, pp. 296-298.

**Afrique du Sud.** — On ne connaît pas de Jurassique dans l'Afrique du Sud. Tout ce qui a été signalé comme tel est en réalité du Crétacé inférieur (couches de Uitenhage et de Umkvelane, voir p. 389).

**Résumé.** — En résumé, le Jurassique inférieur paraît bien représenté sur les aires continentales (Australie, Inde, Abyssinie, Madagascar) ; il manque, au contraire, souvent ou se trouve réduit à des couches littorales, dans les régions géosynclinales (Nouvelle-Zélande, etc.).

De grandes analogies paraissent exister entre les calcaires d'Andranosmontana (voir, p. 130) et les couches de même âge des environs de Cutch (Inde) et de l'Abyssinie.

#### LE JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN

**Nouvelle-Zélande.** — Le Jurassique supérieur semble bien développé en Nouvelle-Zélande. Les couches de *Mataura* sont, d'après HECTOR (1), soit des couches d'estuaires avec fossiles marins, absents ou rares, soit des marnes foncées et des calcaires à grains fins. Il les synchronise avec les couches de la rivière Clarence (Nouvelle-Galles du Sud), de Jérusalem (Tasmanie), de Rahjamahl (Inde), qui sont très vraisemblablement rhétiennes (voir p. 375).

D'un autre côté, ce même auteur indique, plus tard, dans ces mêmes couches de Mataura : *Ammonites Sisiphi*, *Aucella*, *Belemnites aucklandicus*, *Trigonia costata*, c'est à dire une partie des espèces considérées par ZITTEL (2) comme tithoniques. HUTTON (3) en indique d'autres, de sorte que la faune de la série de Mataura paraît être un mélange d'éléments appartenant à des niveaux différents. Voici quelle serait la faune des Mataura-series : *Ammo-*

(1) HECTOR. On the geological formation of New-Zealand, compared with those of Australia. *J. the Roy. Soc. N. S. Wales*, 1879, XIII. 1889, pp. 73-74.

(2) KARL A. ZITTEL. Fossile Mollusken und Echinodermen aus Neu-Seeland. *Novara-Expedition, geologischer Teil*, I. Bd., 2. Abth. Palæontologie, 1867.

(3) HUTTON. Sketch of the geology of New-Zealand. *Quart. Journ.*, XLI, 1885, pp 192-220.

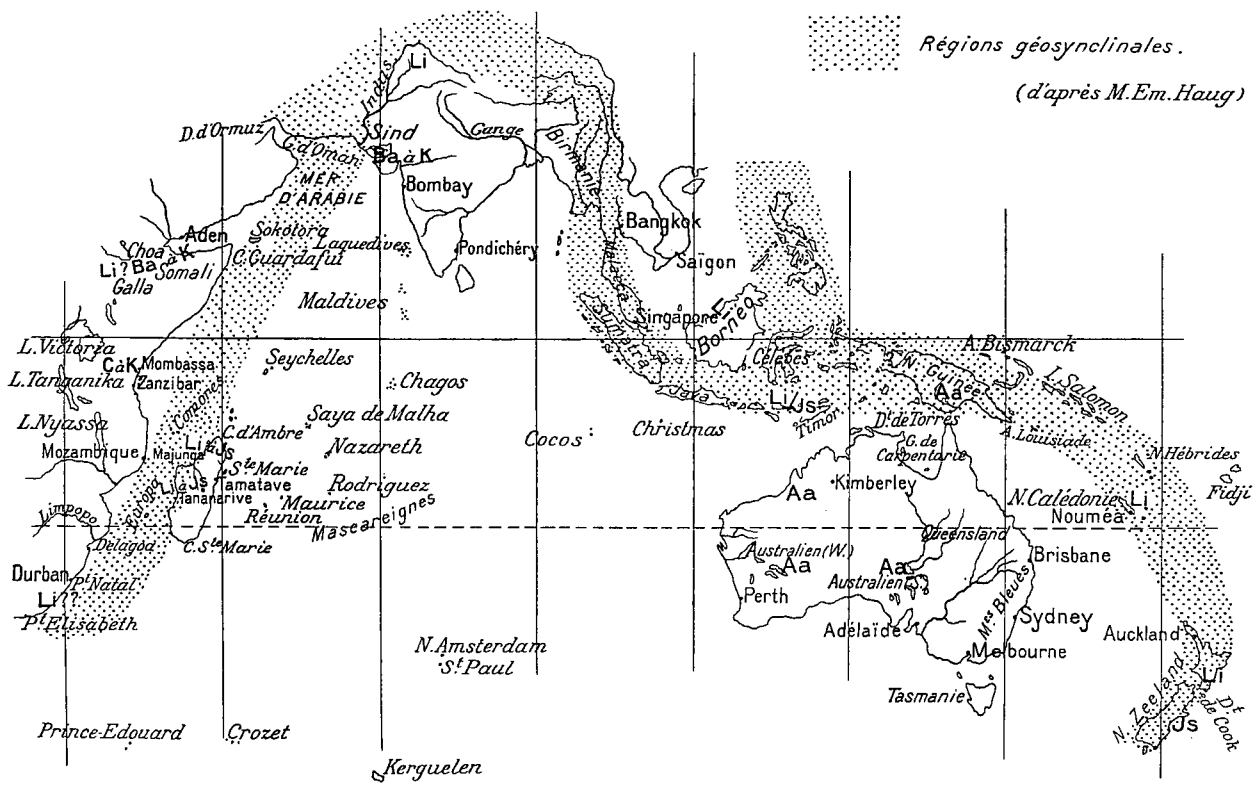


Fig. 137. — PRINCIPAUX GISEMENTS JURASSIQUES SUR LE POURTOUR DE L'Océan Indien.

- |                  |                  |                             |
|------------------|------------------|-----------------------------|
| Li. — Lias.      | Ba. — Bathonien. | K. — Kimeridgien.           |
| Aa. -- Aalénien. | C. — Callovien.  | Js. — Jurassique supérieur. |



*nites novo-zelandicus* HAUER (cf. *Hoplites neocomiensis*), *Belemnites aucklandicus* HAUER (cf. *B. canaliculatus* SCHLOTH., méso jurassique d'après NEUMAYR), *B. Hochstetteri* HECTOR, *B. Catlinensis* HECTOR (cf. *B. calloviensis*, cf. *B. hastatus*, d'après NEUMAYR), *Inoceramus Haasti* HOCHST. (cf. *In. Crispi*), *Aucella plicata* HAUER (cf. *A. mosquensis*, associée, d'après NEUMAYR, à *Bel. aucklandicus*), *Trigonia costata*, *Spiriferina rostrata*, *Epithyris*, *Cycadites*, *Echinostrotus*, *Camptopteris*, *Polypodium Hochstetteri* UNG., *Asplenium palæopteris* UNG., *Tæniopteris linearis*, *Macrotæniopteris lata*.

L'*Amm. novo-zelandicus* est certainement très voisine des *Hoplites*, et, OPPEL la rapproche de *A. transitorius*, *A. progenitor*, *A. neocomiensis*. D'autre part NEUMAYR (1) considère *Bel. Hochstetteri* comme appartenant au Jurassique supérieur. Enfin POMPECKJ (2) rapproche *Aucella plicata* ZITTEL de *Aucella crassicollis* de l'Oxfordien supérieur ou du Kimeridgien inférieur et *Aucella Bronni* LAH., de *Aucella radiata* de l'Oxfordien de Moscou.

Il résulte de là que les couches de Mataura comprennent certainement des formes du Jurassique le plus élevé, ainsi qu'il convient dans une région géosynclinale comme la Nouvelle-Zélande.

**Nouvelle-Calédonie et Nouvelle-Guinée.** — Par contre, on ne connaît actuellement rien dans ces deux îles qui puisse être rapporté au Jurassique supérieur.

**Iles de la Sonde.** — Tout récemment, G. BOEHM (3) a signalé à Taliabo la présence de *Hoplites Raulini*; puis il a décrit, de cette région, toute une faune constituant des termes de passage entre le Jurassique et le Crétacé; parmi les Céphalopodes, je citerai :

*Phylloceras strigile* BLANFORD, *Lytoceras* sp., *Baculites* [*Bochianites*] *Weteringi* G. BOEHM, *B.* [*Bochianites*] *Versteeghi* G. BOEHM, *Oppelia* [*Streblites*] *Nouhuysi* G. BOEHM, *Hoplites Wallichii* GRAY, *H.*

(1) NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation; *loc. cit.*; IX. Der australische Jura, p. 61.

(2) POMPECKJ. Ueber Aucellen und Aucellen-ähnliche Formen. *Neues Jahrbuch, Beilage-Bd.*, XIV, 1901, pp. 349-368, pl. XV-XVII.

(3) G. BOEHM. Reisenotizen aus Ost-Asien. *Z. d. d. geol. Ges.*, LII, 1900, p. 559. — Voir aussi : G. BOEHM. Beiträge zur Geologie von Niederländisch Indien. Grenzschichten zwischen Jura und Kreide. *Palæontographica*; Suppl. IV, 1904, 46 pp., 7 pl.

*Rooseboomi* G. BOEHM, *H. Asseni* G. BOEHM, *H. [Himalayites] Treubi* G. BOEHM, *H. [Himalayites] Nederburghi* G. BOEHM, formes dont quelques unes avaient déjà été trouvées à Spiti et dans la Nouvelle-Guinée hollandaise.

**Hindoustan.** — Le Jurassique supérieur est bien représenté dans le Nord de l'Inde, dans la région du Sind (environs de Cutch) par la série de Katrol, qui correspond à l'Oxfordien, au Rauracien-Séquanien et au Kimeridgien.

CÉMOMANIEN A NÉOCOMIEN	}	Umia	Lits à <i>Crioceras</i> et <i>Amm.</i> du groupe de <i>A. rothomagensis</i> .
WEALDIEN			Grès et argiles avec <i>Cycadées</i> et autres plantes.
PORTLANDIEN			Grès et conglomérats avec fossiles marins : <i>Per. eudichotomus</i> , <i>P. frequens</i> , <i>Trig. Smeei</i> , <i>Trig. ventricosa</i> , etc.
KIMERIDGIEN (Z. à <i>Rein. pseudomutabilis</i> ) (Z. à <i>Opp. tenuilobata</i> )	}	Katrol	Grès et argiles avec <i>Phyll. ptychoicum</i> , <i>Oppelia trachynota</i> , <i>Per. torquatus</i> , <i>Per. Pottingeri</i> .
RAURACIEN-SÉQUANIEN (Z. à <i>Pelt. bimammatum</i> ) (Z. à <i>P. transversarium</i> )			Grès ferrugineux rouges et jaunes (grès de Kandhot) avec <i>Macr. Maya</i> , <i>Asp. perarmatum</i> , <i>Per. virguloides</i> , <i>P. leiocymon</i> .
OXFORDIEN (Z. à <i>Card. cordatum</i> ) (Z. à <i>Pelt. athleta</i> ) (Z. à <i>Card. Lamberti</i> )	}	Chari	Oolithe (Dhosa oolite) à <i>Macr. polyphemus</i> , <i>Per. indogermanus</i> , <i>Asp. perarmatum</i> , <i>Asp. Babe anum</i> , <i>Pelt. arduennense</i> .
CALLOVIEN			Calcaires blancs à <i>Pelt. athleta</i> , <i>Oppelia bicostata</i> .
(Z. à <i>Rein. anceps</i> )			Argiles avec nodules ferrugineux et <i>Per. obtusicosta</i> , <i>Rein. anceps</i> , <i>Hect. lunula</i> , <i>Hect. punctatum</i> .
(Z. à <i>Macr. macrocephalus</i> )	}	Patcham	Argiles avec bancs calcaires et localement avec oolithe jaune (Golden oolite) : <i>Macr. macrocephalus</i> , <i>Macr. tumidus</i> , <i>Macr. bullatus</i> , <i>Oppelia subcostaria</i> , <i>Perisph. funutus</i> .
BATHONIEN			Calcaires et marnes gris clair avec <i>Opp. serrigera</i> , Coraux et Brachiopodes et <i>Macr. cf. macrocephalus</i> .
			Grès et calcaires jaunes avec <i>Trigonia</i> , <i>Corbula</i> , <i>Cucullæa</i> .

**Pays des Somalis.** — Dans le Somaliland, DACQUÉ (1) a récemment décrit une faune importante, que l'on doit considérer comme kimeridgienne (Z. à *Oppelia tenuilobata* du Château de Crussol), ou plus exactement comme séquanienne.

**Afrique orientale.** — Plus au Sud, dans l'Afrique orientale anglaise et dans l'Afrique orientale allemande, le Jurassique supérieur semble également représenté.

Il a été signalé, pour la première fois, par JÆCKEL (2), qui y a montré l'existence de l'Oxfordien à *Cidaris glandifera* GOLDF., *Rhynchonella lacunosa-dichotoma* QUENSTEDT, *Rhynch. jordanica* NÖTL., *Terebratula biplicata* BUCH, *Terebratella*, *Ostrea dextrorsum* QUENST., etc. C'est probablement à ce même niveau qu'appartient l'oolithe ferrugineuse que KOERT (3) a signalée à Tanga, où elle contient : *Phylloceras mediterraneum* NEUM., *Phylloceras Feddeni* WAAG., *Macrocephalites macrocephalus* SCHLOTH., *Perisphinctes funatus* OPP., *Sphæroceras bullatum* D'ORB.

A vrai dire, FUTTERER (4) n'en signale pas ; mais MÜLLER (5) admet la présence de ce niveau, qui contiendrait *Oppelia Futtereri* MÜLLER (du gr. de *O. tenuilobata* OPP.), *Aspidoceras Richthofeni* MÜLLER (du gr. de *A. iphiceroïdes* WAAG.), *Per. Elisabethæ* MÜLLER, *Belemn. calloviensis* OPP., *Ostrea Marshi* SOW., *Gryphæa lobata* QUENST., *Plicatula*, *Pecten subarmatus* MÜNST., *Pseudomonotis Müns-teri* BRONN, *Trigonia zonata* AG.

Ces couches reposeraient sur un niveau qui, d'après MÜLLER, contient : *Perisph. sp.* (cf. *P. funatus* NEUMAYR), *Rhynchonella sentiosa* BUCH, *Rh. varians* SCHLOTH., *Exogyra reniformis* GOLDF., *Ger-villeia* cf. *aviculoïdes* SOW., *Pseudomonotis echinata* SOW.

(1) E. DACQUÉ. Beiträge zur Geologie des Somalilandes, II Theil, Oberer Jura. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns und des Orients, XVIII, 1903, pp. 119-160, pl. XIV-XVIII.

(2) OTTO JÆCKEL. Über oberjurassische Fossilien aus Usambara. Z. d. d. geol. Ges., XLV, 1893, pp. 507-508.

(3) W. KOERT. Notiz über die Auffindung von Kelloway bei Tanga (Deutsch Ost-Afrika). Z. d. d. geol. Ges., LVI, 1904, p. 150 (Monatsberichte).

(4) K. FUTTERER. Beiträge zur Kenntniss des Jura in Ost-Afrika. Z. d. d. geol. Ges., XLVI, 1894, pp. 1-50, pl. I-VI.

(5) G. MULLER. Versteinerungen des Jura und der Kreide, 60 p., pl. XIV-XXV ; in Deutsch Ost-Afrika. Bd. VII, Berlin, Reimer, 1900.

**Grands Lacs Africains.** — MOORE (1), qui, dans plusieurs expéditions successives, s'est attaché à l'étude des problèmes que soulève la faune si spéciale du Tanganyka, a montré avec évidence la présence dans ce lac d'une faune d'origine marine (*Halolimnic fauna*, *Relikten fauna*), composée d'une Méduse *Limnocyda* (découverte par BÖHM et étudiée par GUNTHER), de Spongiaires, etc. Le problème s'est récemment étendu à la faune du Victoria-Nyanza, par suite de la découverte faite par CH. ALLUAUD (2) d'une Méduse dans les eaux de ce lac. MOORE pense que l'origine de cette faune remonte au Jurassique supérieur. En réalité, quelques uns des Mollusques, sur la présence desquels il s'appuie pour établir cette donnée d'âge, ont peut-être plus d'affinités avec des formes d'eau douce du Crétacé supérieur; mais il n'est pas impossible qu'il y ait dans ces Grands Lacs plusieurs faunes résiduelles (*Relikten-fauna*) superposées.

On sait d'ailleurs que les Grands Lacs africains ne sont pas les seuls *Relikten-See* connus, à faune archaïque marine : on peut citer encore, outre la Mer Caspienne, le Lac Baikal, certains lacs de la Trinité, etc.

**Afrique du Sud.** — TATE signale dans l'Afrique du Sud (Rivière Sunday et Zwartkop), dans la formation de Uitenhage, un grand nombre de fossiles (*loc. cit.*, p. 170-171), parmi lesquels *Ammonites subanceps* TATE, *Bel. africanus* TATE (du groupe de *Bel. sulcatus*). Il est probable que ces couches appartiennent, en réalité, au Crétacé inférieur (voir plus loin, p. 389).

## LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN

**Australie.** — Parmi les fossiles, qui semblent caractéristiques du Crétacé inférieur dans la région australasienne, il faut signaler

(1) MOORE. The Tanganyka problem. London, Hurst et Blackett, 1903, in-8°, XXIV + 372 p. — Voir aussi les critiques de BLANFORD. The Tanganyka problem. *Geog. Journ.*, XXI, 1903, pp. 288-294, et réponse de MOORE. *Ibid.*, p. 682-685.

CORNET. Le Victoria-Nyanza est-il un Relikten-See, *Mouv. géogr.*, XXI, 1904, col. 61-64 et 73-75.

(2) CH. GRAVIER. Sur la Méduse du Victoria-Nyanza, *C. R. Ac. Sc.*, CXXXVII, 1903, p. 867-869. — CH. GRAVIER. Sur la Méduse du Victoria-Nyanza et la faune des Grands Lacs africains. *Bull. Mus. Hist. nat.*, IX, 1903, p. 347-352.

*Belemnites australis* PHILIPPS (1). Cette espèce avait été rapprochée par son auteur de *Bel. hastatus* BLAINV. et de *Bel. sulcatus*, c'est à dire d'espèces dont l'une est oxfordienne et l'autre bajocienne ; mais il faut remarquer que le groupe auquel elles appartiennent remonte jusque dans le Crétacé.

Effectivement HECTOR (2) l'identifia avec *Belemnites Lindsayi* HECT. de la série d'Amuri, et la rapprocha de *Belemnites seclusus* BLANF., du groupe de l'Ootatoor, dans l'Inde (Cénomanién). Plus tard, en 1895, STEINMANN (3) arriva à une conclusion analogue, sans avoir eu entre les mains, semble-t-il, le travail d'HECTOR. Il la range dans le groupe des *Dilatati*. NEUMAYR, enfin, a considéré cette espèce comme aptienne et a indiqué son association avec le *Crioceras australe* qui, depuis, a été retrouvé par WAAGEN dans l'Aptien de Cutch, dans l'Inde (4).

Dans l'Australie occidentale, NEUMAYR (5) a signalé la présence de cette *Belemnites australis*, et WOODWARD (6) a rapporté au Crétacé inférieur des calcaires, grès et conglomérats situés à 50 milles de Perth.

Dans le centre de l'Australie, CLARKE (7) a indiqué la présence de types du Crétacé inférieur ou du Jurassique : *Ammonites*, *Belemnites*, *Crioceras*, à la rivière Kennedy ; d'autre part HUDLESTON (8) a noté des couches crétacées au Mont-Hamilton, à 20 milles au S. W. du Lac Eyre.

Plus récemment, TATE (1894) a fourni des renseignements plus

(1) C. MOORE. Australian mesozoic geology and paleontology. *Quart. Journ.*, XXVI, 1870, p. 226-263, pl. X-XVIII. (Note de PHILIPPS sur les Bélemnites, p. 258).

(2) HECTOR. On the Belemnites found in New-Zealand. *Trans. New-Zealand Institute*, X, 1877, p. 484, pl. XXII-XXIII.

(3) G. STEINMANN. Beiträge zur Geologie und Palæontologie von Süd-Amerika. III. Das Alter der Quiriquina Schichten in Chile. *Neues Jahrbuch, Beilage-Band*, X, 1895, p. 27-29.

(4) Voir : ÉM. HAUG. Néocomien. *Grande Encyclopédie*, p. 394.

(5) NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Denkschr. d. K. Akad. Wiss., Wien.*, L, 1885, p. 61-66.

(6) WOODWARD. Notes on the geology of West-Australia. *Geol. Mag.*, [4], I, 1893, p. 543-551, p. 547.

(7) CLARKE. Anniversary Adress. *Trans. Roy. Soc. N. S. W. for 1873, 1874*, p. 1-51.

(8) HUDLESTON. Note on some Mollusca from South-Australia, obtained near Mount-Hamilton and the Deak-station. *Geol. Mag.*, [3], I, 1884, p. 337, p. 339-342, pl. XI.

précis ; il a trouvé au Lac Eyre : *Crioceras australe*, *Ammonites* (cératitifforme), *Lingula subovalis*, *Belemnites parillosus* MOORE (probablement *B. eremos* TATE), *B. australis*, *B. Canhami*, *B. Selheimi*, *B. eremos*. Cette association semble indiquer soit l'Aptien, soit le Cénomaniens ; elle montre nettement que la transgression de cette époque s'est étendue sur le continent australien ; GREGORY (1) la croit progressive : « The depression during the Cretaceous period must have been gradual and of a long continuance ».

On retrouve le Crétacé inférieur dans le Queensland inférieur, où il est représenté par les « Rolling Down beds » et le « Blydes-thale limestone » (2). Ces couches reposent en discordance sur le Jurassique ; elles sont surmontées par le Desert Sandstone, également en discordance manifeste.

Les « Rolling down Beds » sont des schistes tendres, gris, s'émiettant et contenant des bandes de grès, de minerai de fer et de calcaires. Ce sont des couches marines, avec quelques lits de charbon. Tout le Crétacé y semble représenté.

Le NÉOCOMIEN par des couches à : *Amaltheus olene* TEN-WOODS (cf. *A. cultratus* D'ORB.), *Ancyloceras Taylori* ETH. FILS (cf. *A. pulcherrimus* D'ORB.) d'après JACK et ETHERIDGE, p. 409.

L'APTIEN par les couches de Flinders [WOODWARD, 1884, p. 337] à : *Aucella hughendenensis*, *Æschna* [*Nevropteris*] *flindersensis* et par d'autres couches [DAINTRÉE, 1872, p. 273] à : *Ammonites Sutherlandi* MC. COY (cf. *A. Parandieri*), *Ancyloceras Flindersi* MC. COY (cf. *A. gigas* du Lower Greensand), *Inoceramus Carsoni* MC. COY (cf. *I. mytiloides* Sow.), *Belemnites australis* PHILIPPS [MOORE, 1870, p. 258], *Crioceras australe* MOORE [NEUMAYR, 1885].

L'ALBIEN par les couches d'Hughenden [DAINTRÉE, 1872, p. 280] à : *Amm. Beudanti* D'ORB., var. *Mitchelli* ETH., *Haploceras Flindersi* MC. COY (cf. *Amm. Beudanti* JACK et ETHERIDGE, p. 409), *Haploceras Daintreei* ETH. (cf. *A. astierianus* D'ORB.), *Schlaenbachia inflata* Sow.,

(1) A. C. GREGORY. The geographical history of the Australian continent during its successive Phases of geological development (Inaugural Adress). *Austral. Assoc. Adv. Science, Brisbane*, VI, 1895, pp. 1-12; p. 8.

(2) R. L. JACK and R. ETHERIDGE. The geology and paleontology of Queensland and New-Guinea; Brisbane and London, 1892, 2 vol. gr. in-8, 1 carte géol.

Voir aussi : R. DAINTRÉE. Notes on the geology of Queensland, with an appendix containing descriptions of the fossiles by R. ETHERIDGE and W. CARRUTHERS. *Quart. Journ.*, XXVIII, 1872, pp. 271-360; pl. IX-XXVIII.

*Belemnites orys* TENISON-WOODS, *B. cremos* TATE (cf. *B. paxillosus* SCHLOTH.), *B. Selheimi*.

DE LAPPARENT (1) ne pense pas que ce que l'on peut attribuer à l'Infracrétacé dépasse le 17° sur la côte Est; cependant PITTMAN (2) le signale dans la Nouvelle-Galles du Sud (Rolling Downs beds) et HOWCHIN (3) a indiqué dans l'Etat de Victoria du Crétacé à *Gaudryina pupalis* D'ORB.

**Nouvelle-Zélande.** — On y a attribué au Néocomien un grès vert avec porphyrites et des conglomérats charbonneux, où l'on trouve *Aporrhais*.

La partie supérieure de l'Éocrétacé paraît représentée en Nouvelle-Zélande par les grès que HECTOR désigne sous le nom de Lower Greensand et que HURTON a rapportés au Crétacé supérieur; en effet ces couches, qui, sur la côte Ouest, sont formées de charbons bitumineux, montrent, sur la côte Est, des grès verts incohérents avec *Bel. australis* PHILIPPS, *Trigonia*, etc. HECTOR les synchronise avec les couches de la rivière Flinders en Australie.

**Nouvelle-Calédonie.** — GARNIER et MUNIER-CHALMAS avaient déjà mentionné du Crétacé inférieur d'après la présence d'une *Pinna* d'un type spécial. On y a également signalé des couches d'eau douce à *Podozamites*.

Au cours d'une récente mission, M. PIROUTET a rapporté une série de faits nouveaux. Tout d'abord, il n'admet pas pour les couches charbonneuses l'âge liasique ou infra-liasique, qui leur a été attribué par MUNIER-CHALMAS et par d'ARCHIAC (4). Il dénie également toute valeur aux déterminations à la suite desquelles PELATAN signale *Amm. macrocephalus* et des *Belemnites*; pour lui

(1) A. DE LAPPARENT. *Traité de Géologie*; 4<sup>e</sup> édition; Paris, 1900; p. 1267-1268.

(2) PITTMAN. *The mineral resources of New-South-Wales*, Sidney, 1901, p. viii.

(3) WALTER HOWCHIN. *A census of the fossil foraminifera of Australia*. *Austral. Assoc. Adv. Science*, V, 1893, pp. 348-374; p. 362.

(4) On peut conserver des doutes sur l'identification faite par M. PIROUTET de ses propres fossiles. Les types de Munier-Chalmas sont, en effet restés inédits; ils sont conservés au Muséum d'Histoire naturelle (Collections de Géologie), ainsi que toute la collection de Garnier. Ils sont en assez mauvais état, mais ils pourraient cependant être comparés utilement aux formes récemment rapportées.

Je saisis cette occasion de remercier M. le professeur STANISLAS MEUNIER de l'amabilité avec laquelle il a bien voulu me faire voir ces échantillons.

ces formes seraient l'une un *Virgatites*, l'autre des *Baculites*. Sans pouvoir prendre position dans la question, je rappellerai seulement que l'association de *Virgatites* et de *Baculites* est, elle-même, très bizarre; les *Baculites*, signalés à ce niveau, sont vraisemblablement des *Bochianites* du Crétacé inférieur; si ce sont vraiment des *Baculites*, ils indiqueraient la présence de niveaux plus élevés du Crétacé. Il est regrettable que M. PIROUTET n'ait pu soumettre à W. KILIAN les échantillons dont il a signalé l'existence.

M. PIROUTET (1) a trouvé dans cette région de la Nouvelle-Calédonie (déterminations de W. KILIAN): *Holcostephanus variegatus* PAQUIER, *Virgatites* cf. *virgatus* BUCH., *H.* [*Polypt.*] cf. *Kœneni* NEUM. et UHLIG, *Holcostephanus* [*Polyptychites*], *Acanthoceras* sp. ou *Parahoplites* sp., *Astieria* cf. *Baini* SHARPE, *Astieria* cf. *psilostoma* NEUM. et UHLIG. Sauf l'*Acanthoceras* qui indique la présence d'un niveau assez élevé de l'Eocrétacé, « le reste de la faune a un cachet plutôt plus ancien que l'Hauterivien ».

La présence de l'Eocrétacé dans cette colonie est donc certaine. Mais l'âge de la formation houillère de ce pays n'est pas déterminé par cela même. En admettant même qu'il faille éliminer complètement l'hypothèse liasique, due aux déterminations de MUNIER-CHALMAS (2) et de d'ARCHIAC, il reste les données, très précises, fournies par R. ZEILLER et H. DOUVILLÉ sur l'âge crétacé supérieur de cette formation houillère.

**Nouvelle-Guinée.** — A. DE LAPPARENT (*Loc. cit.*, 5<sup>e</sup> éd., p. 1320) pense que dans la Nouvelle-Guinée hollandaise, le Néocomien est représenté par des couches à *Phylloceras strigile*, qui s'étendraient jusque vers le 139°50' de longitude orientale.

**Iles de la Sonde.** — Le Crétacé inférieur y est représenté par des couches qui constituent des termes de passage entre le Jurassique et le Crétacé et que G. BOEHM a fait connaître (voir p. 380).

**Hindoustan** — Dans l'Inde, des couches analogues à celles de

(1) W. KILIAN et M. PIROUTET. Sur les fossiles éocrétaciques de la Nouvelle-Calédonie. *Bull. Soc. Geol.* (4), V. 1905, p. 113-114.

(2) MUNIER-CHALMAS, in GARNIER. Essai sur la géologie et les ressources minérales de la Nouvelle-Calédonie. *Ann. des Mines*, [6], XII, 1867, p. 1-92, pl. I-II (carte).



Uitenhage (Afrique du Sud) se trouvent près de Madras et de Cutch ; elles contiennent *Trigonia ventricosa*, *Tr. Smeei*.

La série supérieure d'Oomia, considérée comme néocomienne par WAAGEN et par OLDHAM, contient *Hoplites Deshayesi* LEYM., *Acanthoceras* du groupe de *Ac. Martini* d'ORB., *Ac. rothomagense*, *Crioceras* (1) ; elle doit donc être regardée comme l'équivalent de l'Albien. M. BOULE a d'ailleurs fait remarquer combien le *Crioceras australe*, figuré par WAAGEN, ressemblait aux *Acanthoceras* du groupe des *Nodoso-costati* qu'il a signalés dans le Sud de Madagascar.

Dans le Balouchistan, à Sembar Pass, NOETLING (2) a décrit et figuré *Belemnites subfusiformis* RASP., *Bel. latus* BLAINV., *B. dilatatus* BLAINV., *B. pistilliformis* RASP., *Gryphæa Oldhami* NOETLING. C'est, avec Madagascar, le seul gisement authentiquement connu de *Duvalia* en dehors de la région européenne (en y comprenant l'Afrique du Nord).

Par contre, le Crétacé inférieur fait défaut dans l'Inde péninsulaire, aux environs de Pondichéry, où le Crétacé débute par le Vraconnien.

**Pays des Somalis.** — MAYER-EYMAR (3) a décrit des *Hoplites* venant de la vallée du Webi (Somaliland) ; depuis, DACQUÉ (4) a décrit quelques nouvelles formes :

*Toxaster Collegnoi* SISM., *Pygaulus Kelleri* M.-E., *P. Barthi* M.-E., *Arca* [*Cucullæa*] *Gabrielis* LEYM., *Pholadomya Picteti* M.-E., *Delphinula minuta* FORBES ; *Ostrea* sp., *Astrocœnia subornata* d'ORB., *A. subornata* var. *africana* WEISSERMEL, *Ex. Couloni* DEFRE., *Cyprina*, *Vola Neumanni* DACQUÉ, *Pleurotomaria Emini* M.-E., *Trigonia Picteti* COQ., *Nerinea*, *Anomia Iskobonkiana* ROCHEBRUNE, *Gastropodes*, ind. spécif.

(1) Voir : WAAGEN. Jurassic fauna of Kutch. The Cephalopoda. *Pal. Indica*, I ; general results, pp. 214-247.

(2) F. NOETLING. The fauna of the (Neocomian) Belemnites beds. *Pal. Indica*, XVI (Fauna of Baluchistan), I, 1897.

(3) MAYER-EYMAR. Ueber Neocomian Versteinerungen aus dem Somali-Land. *Vierteljahrsschrift d. Zür naturforsch. Ges.*, XXXVIII, 1893, p. 249-265.

(4) DACQUÉ. Beiträge zur Geologie des Somalilandes. I Theil, untere Kreide. *Beitr. z. Pal. u. Geol. Österreichs-Ungarns u. des Orients*, XVIII, 1904, pp. 7-20, pl. II et III. — ROCHEBRUNE. Fossiles et observations géologiques sur la région habitée par les Somalis et plus spécialement sur les montagnes des Ouarsanguelis. in RÉVOIL. Faune et flore des pays Somalis. Paris, 1882.

Ces formes indiquent la présence du Néocomien supérieur et de l'Aptien.

**Afrique orientale.**— Le Crétacé inférieur est, d'après BEYRICH (1), bien développé aux environs de Mombassa, où il contient *Exogyra* cf. *aquila* BRONGN., *Ostrea macroptera* SOW.

Ces données ont été confirmées par l'étude des matériaux, rapportés par W. BORNHARDT au cours de sa grande expédition dans l'Est africain allemand. MÜLLER (2) signale des grès calcaires et des conglomérats, qui contiennent des faunes nettement néocomiennes : *Belemnites binervius* RASP., *Placenticeras discoidale* MÜLLER, *Trigonia ventricosa* KRAUSS, *Tr. Bornhardti* MÜLLER, *Gervilleia dentata* KRAUSS, *Ostrea minos* COQUAND, etc. (3).

NEUMAYR (4) a indiqué à Mozambique, à l'embouchure du Conducia, la présence d'un calcaire noirâtre, micacé, qui contient *Phylloceras semistriatum* D'ORB., du Néocomien. C'est vraisemblablement le gisement qui a été étudié et décrit depuis par CHOFFAT et dans lequel il faut voir du Cénomaniens (voir p. 396).

W. KILIAN (5) a déterminé un certain nombre de formes aptiennes, provenant de Delagoa Bay (Laurenço-Marquès) :

*Hamites Royerianus* D'ORB., *Acanthoceras Martini* D'ORB., *Ac. Albrechti-Austriæ* HOH., *Ac. Abichi* ANTHULA, *Oppelia Nisus* D'ORB., *Ancyloceras*, etc.

**Afrique du Sud.** — Dans le Néocomien inférieur se rangeraient les couches de Uitenhage, décrites par HOLUB et NEUMAYR (6). Leur faune est très spéciale et aucune des 80 espèces qu'elles contien-

(1) BEYRICH. Über Hildebrands geol. Sammlungen von Mombassa. *Monatsber. d. K. Akad. d. Wiss.* Berlin, 1878, p. 773.

(2) GOTTFRIED MÜLLER. Versteinerungen der Jura und der Kreide in W. BORNHARDT. *Deutsch. Ost. Afrika*, Bd. VII, Berlin 1900.

(3) Voir aussi WEISSERMEL. Mesozoische und caenozoische Korallen aus Deutsch-Ost-Afrika, in W. BORNHARDT. *Deutsch. Ost. Afrika*, Bd. VII, 1900.

(4) NEUMAYR. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Denkschr. d. math. naturw. Cl. d. kais. Akad. Wiss.*; Wien, I; 1885, pp. 57-144; voir p. 139; pl. I, fig. 2.

(5) W. KILIAN. Sur la présence de l'étage aptien dans le Sud-Est de l'Afrique. *C. R. Ac. Sc.*, CXXV, 7 juillet 1902, pp. 68-71. Errata, p. 216. — Id. Id., *Ann. de l'Université de Grenoble*, 1902, pp. 139-142. — Id. Ueber Aptien in Südafrika. *Centralblatt für Mineralogie*. . . ; 1902, n° 15, pp. 465-468.

(6) HOLUB et NEUMAYR. Ueber einige Fossilien aus der Uitenhageformation in Südafrika. *Denkschr. d. math. naturw. Cl. d. kais. Akad. Wiss.* Wien, XLIV, 1881.

ment n'a pu être tout d'abord identifiée à des espèces d'Europe. Depuis, la connaissance des faunes éocènes ayant progressé, la comparaison a pu être faite ; ce sont surtout des faunes qui se rapprochent du *Hils* de l'Allemagne du Nord, par exemple *Holcostephanus Atherstoni* ; quelques unes sont voisines de celles du Jurassique supérieur de l'Inde ; un groupe de *Trigonia*, enfin, se rapproche du groupe de *Trig. subquadrata*, signalé, par STEINMANN (1), dans l'Amérique du Sud.

Il comprend, aux environs de la Baie d'Algoa, la succession suivante (2) :

Grès, calcaires, argiles des Rivières Sunday et Bushman, avec nombreux fossiles marins.

Grès et argiles, quelquefois salifères, avec nombreuses plantes fossiles.

Grès bigarré de Zwartkop.

Conglomérat d'Enon, conglomérat sableux avec blocs de quartzite et intercalations de lentilles de grès.

Il repose en discordance sur les formations plus anciennes.

Les couches à végétaux ont fourni (3) : *Onychiopsis Mantelli*, *Cladophlebis Browniana*, *Cl. denticulata* (forma *Atherstonei*), *Sphenopteris Fittoni*, *Tæniopteris*, *Zamites recta*, *Z. Morrissi*, *Z. Africana*, *Nilsonia Tatei*, *Cycadolepis Jenkinsiana*, *Araucarites Royersi*, etc.

Les couches des rivières Sunday et Bashman contiennent *Belemnites Africanus* TATE, *Hamites africanus*, *Holcostephanus Atherstoni*, *H. Baini*, *Crioceras spinosissimum* (*Amm. subanceps* TATE) ; *Actæonina Atherstoni*, *Trigonia Cassiope* (= *Tr. Tatei* NEUMAYR) ; *Pinna Atherstoni*... Si l'on en croit NEUMAYR (*loc. cit.* ; 1889), ce sont là des formes tout à fait différentes des formes de Madagascar, caractéristiques de la région alpine. *Bel. africanus* TATE, en particulier, serait un représentant du groupe des *Absoluti* (genre *Cylindroteuthis* BAYLE), généralement limité aux régions septentrionales. Il y voit une récurrence remarquable des formes du Nord dans les régions du Sud.

(1) STEINMANN. Die Gruppe der *Trigoniæ pseudo-quadratae*. *Neues Jahrbuch*, 1882, Bd. I, p. 249.

(2) HATCH and CORSTOPHINE. The geology of South-Africa. London, Macmillan, 1905 ; 348 pp., 2 cartes ; voir pp. 238-253, fig. 64-70.

(3) SEWARD. Fossil Floras of Cape Colony. *Annals of the South-African Museum* ; IV, Cape Town, 1903.

A vrai dire, TATE (1) n'est pas de cet avis, il fait de *B. africanus* TATE une simple variété de *B. Aucklandicus* et les réunit sous le nom de *B. antipodum*. Cette espèce ne serait, d'après lui, qu'une espèce représentative de *B. canaliculatus* SCHLOTH., à laquelle elle passerait par l'intermédiaire de *B. Grantianus* D'ORB, de l'Oolithe de Cutch. Il me semble difficile de partager cette manière de voir; *B. canaliculatus* SCHLOTH., *B. Grantianus* D'ORB., *B. africanus* TATE, appartiennent à des groupes très différents et sont d'ailleurs d'âges très différents.

Aussi je crois intéressant de signaler, après NEUMAYR, l'opposition qui existe entre ce Crétacé à *Bel. africanus* TATE et le Crétacé à *Duvalia*, de Madagascar. Seulement, NEUMAYR avait conclu à l'existence d'une province australe, analogue à la province boréale, et opposait ces deux provinces à la province équatoriale. Il semble que des questions de profondeur, beaucoup plus que des questions de température, soient ici en jeu (2) et la question, pour être résolue, mériterait une revision des faunes et une étude de paléogéographie zoologique dont la place n'est pas ici.

**Résumé.** — Il est très curieux de constater que, toutes les fois que nous avons des documents un peu précis, c'est dans des régions géosynclinales (Nouvelle-Calédonie, Iles de la Sonde, Balouchistan, bord ouest de Madagascar) que nous constatons l'existence des niveaux les plus inférieurs du Néocomien.

Ailleurs, au contraire, le Crétacé inférieur débute par des couches plus ou moins récentes, inaugurant sur les aires continentales la grande transgression cénomaniennne.

(1) TATE. On some secondary fossils from South-Africa. *Quart. Journ.*, XXIII, 1867, p. 139-175, pl. V-IX.

(2) D'ailleurs, les couches à *Duvalia* de Madagascar et celles d'Uitenhage, dans l'Afrique du Sud, n'ont peut-être pas exactement le même âge. Celles d'Uitenhage paraissent déjà appartenir à l'Aptien.

**LE CRÉTACÉ MOYEN  
SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN**

**Australie.** — La transgression cénomaniennne, dont on connaît la généralité sur les aires continentales, s'est étendue sur l'Australie [voir au Crétacé inférieur, p. 383].

Dans le Queensland, DAINTREE (1), puis JACK et ETHERIDGE (2) ont signalé à Marathon : *Inoceramus Carsoni* Mc. Coy (cf. *I. problematicus* d'ORB.), *I. marathonensis* ETH., *I. elongatus* ETH. (cf. *I. striatus* MANT.), *I. pernoïdes* ETH., *I. multiplicatus* ETH., *Belemnites Canhami* (cf. *B. plena*), *B. diptycha* Mc. Coy, *Schloenbachia inflata* Sow. (du Cénomanienn).

Dans ce même État, DE LAPPARENT (*loc. cit.* ; p. 1346) rapporte au Cénomanienn des grès et des conglomérats quartzeux avec couches lacustres et Huitres, qui contiennent à la base *Schl. inflata*.

Par contre, le Cénomanienn marin ne serait pas représenté en Nouvelle-Galles du Sud et, si l'on en croit PITTMAN (3), les alluvions aurifères du Mount-Brown devraient être rapportées au Crétacé moyen.

**Nouvelle-Zélande.** — C'est encore un fait curieux qu'aucune forme marine cénomaniennne typique n'ait été signalée dans la région géosynclinale qu'est la Nouvelle-Zélande.

Par contre, sur la côte ouest, HUTTON (4) range dans le Cénomanienn les couches de charbon de Greymouth, de Pakavery, de Collingwood, qui contiennent : *Araucaria*, *Flabellaria*, *Cinnamomum*.

De même, dans la province de Nelson (5), on a recueilli : *Sassafras*, *Cinnamomum Huasti*, *Podocarpium*.

(1) DAINTREE. Notes of the geology of Queensland, with an appendix containing descriptions of the fossils by R. ETHERIDGE and W. CARRUTHERS. *Quart. Journ.*, XXVIII, 1872, p. 271-360; pl. IX XXVIII; p. 278.

(2) JACK et ETHERIDGE. The geology and paleontology of Queensland and New-Guinée. Brisbane and London, 2 vol. gr. in-8°, 1 carte géol., 1892; p. 409.

(3) PITTMAN. The mineral resources of New-South-Wales, Sidney, 1901, p. VIII.

(4) HUTTON. The geological history of New-Zealand. *Trans. a. Proc. N. Z. Inst.*, XXXII, 1899, pp. 159-183; voir p. 169.

(5) VON HAAST. Notes on the age and subdivisions of the sedimentary rocks in

Le fait de l'existence de ces couches à végétaux sur la côte ouest semble indiquer une régression à l'époque cénomanienne, dans la région néozélandaise, conformément à la loi de Haug.

Sur la côte est, on ne connaît rien qui puisse être rapporté au Cénomaniien. Le *Lower Greensand* se compose de grès quartzeux qui reposent en discordance sur le Dévonien supérieur (1). HECTOR (2) y a signalé l'association bizarre de : *Bel. australis*, *Baculites anceps*, *Inoceramus Haasti*. Ce sont les couches que DE LAPPARENT (*loc. cit.*, p. 1346) rapporte au Cénomaniien sous le nom de couches de Wharakika.

Dans l'île du Nord, les couches de Wairoa et de Kawhia ont été rapportées au même étage, mais sans preuves. Leurs fossiles, avoue HUTTON (3), n'ont jamais été comparés à ceux de l'île du Sud et la chose n'a rien d'étonnant, après ce que J. BOEHM (4) nous a révélé sur l'état des collections de l'île. Ce sont des couches très disloquées, reposant indifféremment sur le Trias, le Permo-carbonifère ou le Dévonien.

**Nouvelle-Calédonie.** — En Nouvelle-Calédonie, le Crétacé moyen ne paraît pas être représenté. PIROUTET n'en a pas signalé à la suite des études qu'il a récemment faites dans cette île.

Les auteurs néozélandais, seulement, ont dit que les couches à *Cinnamomum* se retrouvaient en Nouvelle-Calédonie. Ce sont probablement les niveaux des couches à charbons où R. ZEILLER et H. DOUVILLÉ (5) ont signalé des feuilles de Dicotylédones : *Podocarpium tenuifolium*, *Hantkenia*, *Cardium Dubuchense* et qu'ils considèrent comme du Sénonien.

the Canterbury Mountains, based upon the paleontological Researches of Prof. C. von Ettingshausen in Gratz. *Trans. a. Proc. N. Z. Institute*, XIX, 1886, p. 449-451. — Voir aussi : DE LAPPARENT. *Loc. cit.*, 4<sup>e</sup> éd.; p. 1346.

(1) COX. Geology of the Rodney and Marsden Counties. *Colonial Mus.* (1879-1880), 1881, p. 18.

(2) HECTOR. Detailed catalogue and guide to the geological exhibits including a geological map and general index to the Reports. Wellington, in-8°, 401 p., 1 carte, 1886; p. 64.

(3) HUTTON. The geological history of New-Zealand. *Trans. a. Proc. N. Z. Institute*, XXXII, 1899, p. 168-169.

(4) J. BOEHM. Reisenotizen auf New-Zealand. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, LII, 1900, p. 169-178.

(5) R. ZEILLER. Notes sur quelques empreintes des couches de charbon de la Nouvelle-Calédonie. *B. S. G. F.*, [3], XVII, pp. 443-446. — H. DOUVILLÉ. Observations. *Ibid.*, p. 446.

**Bornéo.** — Le Cénomanién inférieur existe à Bornéo où il contient entre autres *Knemoceras minax*, *Schloenbachia*. On y a signalé également des couches à *Acanthoceras* sp., à *Lytoceras* (peut-être du groupe de *L. Sacya* FORBES (? ?) et *Orbitolina concava* LMK. (1).

**Hindoustan.** — Le Crétacé moyen et supérieur de l'Inde (Région de Pondichéry) est classique depuis les beaux travaux de STOLICZKA (2) et de KOSSMAT (3). A. DE GROSSOUVRE (4) a donné récemment une interprétation nouvelle des données stratigraphiques, d'ailleurs encore insuffisamment précises, que l'on possède sur ces dépôts crétacés. Je n'y reviendrai donc pas.

D'une façon générale, le groupe d'Ootatoor correspond nettement au Crétacé moyen.

Il débute par des calcaires à Polypiers, puis par les couches vraconniennes de Maravatoor, d'Odium et de Cunum, reposant en transgressivité et en discordance sur les couches inférieures (Gneiss ou Gondwana supérieur). On y trouve *Mortoniceras inflatum* Sow., *Acanthoceras Mantelli* Sow., *Stoliczkaia dispar* STOL. non Sow. (= *St. tetragona* NEUM., etc.), *Placenticeras Warthi* KOSSMAT, *Puzosia Bhima* STOL., *Lytoceras Sacya* FORBES, *Phylloceras ellipticum* KOSSM., *Turrilites* du gr. de *T. Bergeri* BRONGN., etc.

Au dessus, viendraient les grès d'Odium à *Acanth.* cf. *rothomagensis*, représentatifs du Cénomanién.

La série d'Ootatoor se terminerait par les couches de Cunum et de Monglebady à « *Ammonites* » *superstes* KOSSM., *Neoptychites Telinga* STOL., *Inoceramus labiatus*, que A. DE GROSSOUVRE rapporte au Turonien.

Le Cénomanién serait, d'autre part, représenté par des cou-

(1) K. MARTIN. Untersuchungen über den Bau von Orbitolina. *Samml. des kön. Reichsmuseums in Leiden*, IV, 1889, et *Jaarb. van het Minjwezen in Ned. Oost-indië*, 1889. — P. G. KRAUSE. Über tertiäre, cretaceische und ältere Ablagerungen aus West-Borneo. *Jarboek van het Minjwezen in Ned. Oost-indië*, 1898, pp. 1-90. — P. G. KRAUSE. Die Fauna der Kreide von Temojoh. in West Borneo. *Samml. des kön. Reichsmuseums in Leiden*, [I], VII, heft 1, 1902.

(2) STOLICZKA. Cretaceous fauna of Southern India. *Pal. Indica*, 1865-1873.

(3) F. KOSSMAT. Untersuchungen über die südindische Kreide formation. *Beitr. z. Pal. u. Geol. Oesterreich Ungarns u. des Orients*, IX, 1895 et XI, 1897.

(4) A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la craie supérieure. *Mém. pour servir à l'expl. de la carte géolog. détaillée de la France*, Paris, 1901 ; ch. XX, pp. 709-724.

ches (1) qui, en Arabie, contiennent : *Cidaris cenomanensis* COTT., *Pseudodiadema Roemeri* DESOR, *Tetragramma depressum* ROEMER, *Cidaris scutigera* MÜNSTER, *Salenia scutigera* GRAY, *S. personata* DEF., *S. scripta* AG., *S. petalifera* BRONN, *Holcotypus cenomanensis* GUÉR., *H. planatus* ROEMER, *Pygaster truncatus* AG., *Epiaster distinctus* AG., *Hemiaster similis* D'ORB., *Cottaldia Carteri* DUNCAN. Dans la Nerbaddah le même étage renferme : *Hemiaster cenomanensis* COTT., *H. similis* D'ORB., *Nucleolites similis* DESOR, *Epiaster subquadratus* d'ORB., *Cidaris nomadicus* DUNCAN, *Salenia Fraasi* COTT., *Cyphosoma cenomanense* COTT., *Orthopsis indicus* DUNCAN (2), *Echinobrissus Goybeti* COTT.

Toute cette faune a un cachet nettement européen et diffère profondément de la faune cénomanienne d'Ootatoor, de Madagascar, du Natal et de toute la région indo-pacifique. Cette différence avait amené NOETLING à admettre une séparation entre les deux régions européenne et indo-pacifique, alors qu'il n'y a sans doute, en réalité, que des différences bathymétriques.

**Pays des Somalis.** — Le Turonien paraît représenté en Abyssinie auprès d'Harrar. NAUMANN(3) y signale des couches à *Actæonella* (*sic*). D'autre part, KOSSMAT (4) a fait connaître, à Sokotora la présence de marnes à *Inoceramus labiatus*; elles surmontent des couches à *Radiolites* et des marnes à *Placenticeras* et *Hemitissotia*; cette faune, à Sokotara comme dans la Nerbaddah, présente un cachet méditerranéen plutôt qu'indien. Je crois que les raisons à invoquer sont les mêmes que pour la Nerbaddah et qu'on ne peut en tirer de conclusions paléogéographiques.

**Afrique orientale.** — Plus au Sud, près de Dar es Salam,

(1) MARTIN-DUNCAN. Description of the Echinodermata from the strata on the South-Eastern Coast of Arabia and at Bagh of the Nerbuddah. *Quart. Journ.*, XXI, 1865, p. 349.

(2) MARTIN-DUNCAN. On the Echinoidea of the cretaceous strata of the Lower Nerbaddah Region. *Quart. Journ.*, XLIII, 1887; p. 150-155.

(3) CARLO v. ERLANGER et OSCAR NAUMANN (Briefliche Mitteilungen) über ihre Reisen in Nordost-Afrika. *Z. der Ges. für Erdkunde zu Berlin*, XXVII, 1900, p. 477-486; II. Géologie, p. 479.

(4) KOSSMAT. (Über die geologische Untersuchungen in Sokotra, Abd el Kuri und Sunha). *Sitzungsberichte der K. Akad. der Wiss. zu Wien*, IX, 1899, pp. 73-87.



MÜLLER (1) a signalé du Cénomaniien avec *Ex. columba* LMK. et du Turonien avec *Radiolites* cf. *angeiodes* LMK., *Monopleura* voisin de *M. muricida* WHITE.

**Afrique du Sud.** — CHOFFAT (2) a donné une belle description des fossiles récoltés à Conducia (Mozambique) : *Bel. minimus* LISTER, *Lytoceras* [*Gaudryceras*] *Sacya* FORBES, *Turrilites Bergeri* BRONGN., *Phylloceras* cf. *semistriatum* D'ORB. (forme très voisine de *Ph. Velledæ* MICH.), *Puzosia latidorsata* MICH., *Desmoceras Beudanti* BRONGN., *Pachydiscus conduciensis* CHOFFAT, *Mortoniceras* cf. *Candollei* P. et ROUX, *Acanthoceras* sp., *A. laticlavum* SHARPE, *A. Marques-Costai* CHOFFAT, *Ac.* cf. *Choffuti* KOSSMAT, *Nautilus* sp., *Oxyrrhina Mantelli* AG., etc.

On peut considérer ces couches comme cénomaniennes, par suite de la présence de *Bel. minimus* L., *Turr. Bergeri* BR., *Lytoceras Sacya* FORBES, *Mortoniceras*, *Acanthoceras*. Il est intéressant, comme l'a indiqué CHOFFAT, d'y constater la présence d'espèces qui paraissent plus récentes, comme *Pachydiscus conduciensis* CH. ; il faut voir dans ces espèces des ancêtres de *Pachydiscus*, genre qu'on retrouve développé dans les couches plus récentes du Crétacé de l'Inde.

Enfin, une partie des couches de Umkvelane, dans l'Afrique du Sud, qui contiennent des *Mortoniceras*, des *Anisoceras*, etc., doivent être considérées comme représentant le groupe de l'Ootatoor (Vraconnien, Cénomaniien).

**Résumé.** — L'analogie de cette faune indienne (Indes, Madagascar, Conducia) est très grande avec celle de Tunisie et d'Algérie. C'est une confirmation de faits signalés par J. LAMBERT (1906) pour le Crétacé supérieur, par A. DE GROSSOUVRE et É. HAUG, pour le Turonien, par L. PERVINQUIÈRE (3), pour le Sénonien, à l'appui de

(1) GOTTFRIED MÜLLER. Versteinerungen des Jura und der Kreide, in W. BONHARDT. Deutsch Ostafrika, Bd. VII, 1900.

(2) PAUL CHOFFAT. Contributions à la connaissance géologique des Colonies portugaises d'Afrique. I : Le Crétacique de Conducia. *Comm. géol. du Portugal*, 4<sup>e</sup> Lisbonne, 1905, 32 p., 9 pl.

(3) L. PERVINQUIÈRE. Etude géologique de la Tunisie centrale. *Thèses présentées à la Faculté des Sciences* ; Paris, Rudeval, 1903.

relations probables entre ces deux pays. Il paraît peu probable, au contraire, comme l'a supposé KOSSMAT, que la communication entre les mers indiennes et les mers méditerranéennes, à l'époque crétacée, avait lieu par le Sud de l'Afrique. Un fait à noter, en effet, c'est que les *Schlœnbachia* très spéciales (*Schl. elobiensis* SCHAZNOCHA, etc.), qui caractérisent la faune de l'Afrique occidentale, ne se retrouvent guère qu'en Tunisie (PERVINQUIÈRE, *loc. cit.*), et qu'on n'en connaît, quant à présent, aucun représentant dans la région indienne.

### LE SÉNONIEN SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN

**Australie.** — L'âge du *Desert Sandstone* n'est pas encore déterminé avec précision. GREGORY (1) a émis l'opinion qu'il y en avait de deux sortes ; il contient : *Glossopteris* [1], *Micraster Sweeti* J. et ETH., *Belemnites Canhami*, *Schlœnbachia*, *Inoceramus Sutherlandi* Mc. Coy (= *In. Cuvieri*) ; il est donc probable qu'il correspond à tout le Crétacé supérieur.

**Nouvelle-Zélande.** — C'est au Crétacé supérieur qu'il faut rapporter le *Lower Greensand* qui, d'après HECTOR (2), contient : *Belemnites australis*, *Baculites anceps*, *Inoceramus Huasti*. Ce sont des grès quartzeux et micacés, qui reposent sur le Dévonien supérieur (3). Le caractère transgressif de ces couches crétaciques supérieures est donc ici manifeste.

C'est au même niveau qu'il faudrait rapporter les couches de Wharakika (4).

(1) A. C. GREGORY. The geographical history of the Australian continent during its successive Phases of geological development. Inaugural Adress. *Rep. Austr. Assoc. Adv. Sc.*, Brisbane, 1895, VI, pp. 1-12 ; p. 8.

Sur le *Desert Sandstone* voir : JACK et ETHERIDGE. The geology and palæontology of Queensland and New-Guinea ; 2 vol. gr. in-8° ; Brisbane and London, 1892 ; pp. 403, 511-574 et surtout 557-578. — PITTMANN, *loc. cit.* 1901. — J. E. TENISON-WOODS. The *Desert Sandstone*. *Journ. and Proc. R. Soc. N. S. Wales*, XXII, 1888, pp. 290-335, 5 pl.

(2) HECTOR. Detailed catalogue and guide to geological exhibits, including a geological map and general index to the Reports. Wellington, in-8°, 101 p., 1 carte.

(3) Cox. Report of Certain Mines in the Nelson and Collingwood District and the Geology of the Kiwaka Range. *Colonial Mus.*, 1879-1880, p. 1-11 ; voir p. 18.

(4) DE LAPPARENT. *Traité de géologie*, 4<sup>e</sup> éd. ; p. 1346.

En Nouvelle-Zélande, pendant longtemps, HECTOR n'a pas distingué le Crétacé supérieur et l'Éocène supérieur ; il les réunissait en un seul système, le Crétacé-Tertiaire ; ce système aurait renfermé, dans une même couche, des fossiles, crétacés comme *Bel. superstes*, *Baculites anceps* et d'autres, tertiaires comme *Pecten Hochstetteri*.

Or, FEISTMANTEL (1885), d'après l'étude de la flore, est arrivé à admettre qu'il y avait deux couches très distinctes et que les unes contenaient des fossiles éocènes, les autres des fossiles crétacés. G. BOEHM, qui a vu certaines de ces couches, sur les lieux mêmes, considère, comme exclusivement tertiaires, celles qu'il a vues.

L'*Upper Greensand* (1) ou *Island Sandstone* est un grès ferrugineux qui surmonte des couches de charbon.

Les couches d'Amuri, de Waipara, d'Oamaru, de Mount-Brown, sont, ou des tufs (2), où *Inoceramus Cuvieri* serait à l'état roulé et où l'on trouverait *Belemnites superstes*, *Aturia zigzag* ; ou bien des grès à concrétions qui, d'après HECTOR (3), contiennent *Ammonites Mac Coyi* (4), *Baculites anceps*, *Inoceramus*, *Trigonia superstes*, *Bel. superstes* (5), *Macropneustes* (6).

Toute cette faune marine aurait, d'après STEINMANN, de grandes analogies avec celle, de la même époque, du Sud du Chili.

Enfin, ces couches de Waipara et celles d'Amuri ont fourni à HECTOR (1879, p. 169) : *Cimoliosaurus*, *Polycotylus*, *Leiodon*, et des Reptiles alliés plutôt aux Reptiles actuels de l'Amérique du Nord qu'à ceux de l'Europe. HUTTON (7) considérait ce système comme danien. A la base de ces couches, HECTOR indique des dépôts

(1) HECTOR in TENISON-WOODS, p. 11. — HECTOR. Index, 1886-1887.

(2) DE LAPPARENT. Traité de géologie, 4<sup>e</sup> éd., p. 1393. — G. BOEHM. Reise-notizen aus New-Zealand. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, 411, 1900, pp. 169-178 ; p. 173.

(3) HECTOR. Detailed Catalogue and guide to the geological exhibits... Wellington. 8<sup>o</sup>, 1886, 101 p., 1 carte ; pp. 56-57.

(4) Cette espèce est rapprochée de *Holcodiscus Emilii* par STEINMANN. Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Süd-Amerika. III. Das Alter u. die Fauna der Quiriquina Schichten in Chile. *Neues Jahrbuch, Beilage-Band X*, p. 27-29.

(5) STEINMANN rapproche cette forme de *Bel. fibula* FORBES.

(6) D'après VON HAAST. Geology of the provinces of Canterbury and Westland. Christchurch, IX-486 pp., 9 pl., 1 carte geol. ; voir p. 291.

(7) HUTTON. Synopsis of the younger formations of New-Zealand. *Reports of the geol. Explor. during 1871-1872*, pp. 182-184.

littoraux, des formations d'estuaire ou fluviales avec des restes de *Plesiosaurus* (!).

La mer sénonienne semble s'être étendue jusqu'aux îles Auckland (1) et Campbell (2); dans cette dernière, le Crétacé aurait fourni *Pentacrinus* et des Dicotylédones.

**Nouvelle-Calédonie.**— M. PIROUTET (3) n'y signale pas de Crétacé supérieur; il n'ignorait pas cependant que, après RATTE (4), H. DOUVILLÉ et R. ZEILLER (5) avaient donné cet âge aux formations charbonneuses de l'île; ils y ont déterminé: *Sassafras* (voisin d'une forme du Crétacé des États-Unis), *Podozamites lutipennis* HEER (du Crétacé de Groënland), *Podocarpium tenuifolium* ETTINGSHAUSEN (du Crétacé supérieur de la Nouvelle-Zélande), *Hantkenia*, *Cardium Dubuchense*. H. DOUVILLÉ a maintenu récemment son opinion et a déterminé à nouveau parmi les fossiles rapportés par GLASSER: *Hantkenia*, *Cardium*, *Anomia*, *Cyrena*.

*Flysch et serpentine.* — On sait que, dans les régions de plissements alpins, on constate, à la fin du Crétacé et au Nummulitique, des dépôts généralement importants de *Flysch*, accompagnés d'éruptions de serpentine.

Or, s'il n'a pas été signalé de *Flysch* en Nouvelle-Calédonie, les roches serpentineuses y sont extrêmement développées et accompagnées de très riches minerais de nickel, cobalt. Leur âge, que SUSS (6) considérait comme postérieur au Crétacique supérieur,

(1) MEINICKE. Die kleinen Inseln im Süden und Sudosten von Neu-Seeland. *Pet. Mitt.*, XVII, 1872, pp. 222-226.

(2) HECTOR. Note on the geology of the outlying Islands of New-Zealand. *Trans. a. Proc. N. Z. Institute*, XVIII, 1895, p. 736-738 (Discussion par BULLER, etc., pp. 738-743). — FILHOL. Mission à l'île Campbell; constitution géologique de l'île. *C.R. Ac. Sc.*, CXXXII, 1876, pp. 202-205. — ID. Recherches zoologiques, botaniques et géologiques faites à l'île Campbell et en Nouvelle-Zélande (Passage de Vénus... le 9 déc. 1874); 1 vol. in-4°; Atlas de 68 pl. noires et coloriées.

(3) M. PIROUTET. Note préliminaire sur la géologie d'une partie de la Nouvelle-Calédonie. *B. S. G. F.*, [4], III, 1903, p. 163.

(4) F. RATTE. Sur les roches et gisements métalliques de la Nouvelle-Calédonie. Nouméa, in-8°, 1878.

(5) ZEILLER. Note sur quelques empreintes végétales des couches de charbon de la Nouvelle-Calédonie (Observ. de H. DOUVILLÉ). *B. S. G. F.*, [3], XVII, 1888-1889, p. 443-447.

(6) SUSS. La Face de la Terre (Éd. française, E. DE MARGERIE), I, p. 734.

peut être maintenant précisé, grâce à une remarque de DEPRAT ; il est antélutétien (1). Elles viennent donc se placer, comme âge, entre le Crétacé supérieur et le Lutétien.

Il paraît bien, d'après les observations de GLASSER (2), que ces formations serpentineuses soient charriées sur les terrains sédimentaires sous-jacents. Tout ceci vient à l'appui de ce que SUSS (3) pense de la coïncidence des éruptions de serpentines avec les régions de racines de nappes de charriage.

**Nouvelle-Guinée.** — Le Sénonien serait représenté en Nouvelle-Guinée par des calcaires rougeâtres à *Lacazina* (4) et *Orbitoides* (5).

**Bornéo.** — L'Aturien paraît également exister à Bornéo (6).

**Hindoustan.** — Nos connaissances sur la Craie de l'Inde ont été récemment résumées par A. DE GROSSOUVRE (7). Je n'insisterai donc pas sur elles, bien qu'à cause de leurs très grandes analogies avec le Crétacé de Madagascar, ces dépôts soient du plus haut intérêt. Les couches crétacées reposent d'ordinaire directement sur le gneiss ou sur la partie supérieure de la série de Gondwana. On y distingue trois groupes, discordants les uns par rapport aux autres : le groupe d'Ootatoor, le groupe de Trichinopoly, le groupe de Ariyaloor ; mais la faune de ces différents niveaux n'est pas connue avec une exactitude rigoureuse ; les fossiles des différents niveaux ont pu être mélangés et la stratigraphie n'est pas encore établie avec une certitude suffisante, malgré les beaux travaux de KOSSMAT (8).

(1) J. DEPRAT. Sur la présence de la Nouméite à l'état détritique dans l'Éocène néocalédonien. *C.R. Ac. Sc.*, CXL, 29 mai 1905.

(2) GLASSER. Rapport à M. le Ministre des Colonies sur les Richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie. *Ann. des Mines*, [10], IV, 1903, p. 354.

(3) SUSS. Sur la nature des charriages. *C.R. Ac. Sc.*, CXXXIX, 1904, pp. 714-716 ; Obs. de MICHEL-LÉVY, p. 716.

(4) SCHLUMBERGER. Note sur *Lacazina Wichmanni* Schl. *B. S. G. F.*, [3], XXII, p. 295-298, pl. XII.

(5) DE LAPPARENT. *Loc. cit.*, p. 1395.

(6) K. MARTIN. Die Kreideformation von Borneo.

(7) A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la Craie supérieure. *Mémoires pour servir à l'Explic. de la Carte géol. dét. de la France*. Paris, 1901 ; ch. XX ; La Craie de l'Inde, pp. 709-724.

(8) F. KOSSMAT. Untersuchungen über die südindische Kreideformation. *Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns und des Orients*, IX, 1895 et XI, 1897.

DANIEN	Ariyaloor	Calcaires à <i>Nautilus danicus</i> .
CAMPANIEN		Sables à <i>Megalosaurus</i> . Couches à <i>Trigonoarca</i> , <i>Pachydiscus gollevillensis</i> , <i>Brahmites Brahma</i> , <i>Ostrea ungulata</i> .
SANTONIEN		Calcaires, sables et grès schisteux à <i>Br. Brahma</i> , etc., <i>Pachydiscus ariyalooensis</i> , <i>Lytoceras Indra</i> .
	Trichinopoly	Calcaire d'Ariyaloor à <i>Marsupites</i> et <i>Kossmaticeras</i> .
CONIACIEN		Couches à <i>Peroniceras dravidicum</i> .
	Ootatooor	Marbre de Trichinopoly à <i>Prionocyclus serratomarginatus</i> .
TURONIEN		Couches à <i>Mammites conciliatus</i> , <i>Acanth. superstes</i> , <i>Neoptychites Telinga</i> , <i>Inoceramus labiatus</i> .
CÉNOMANIEN		Sables et conglomérats à <i>Ac. rothomagense</i> .
ALBIEN		Couches à <i>Mortoniceras inflatum</i> , <i>Stoliczkaia tetragona</i> , <i>Phylloceras ellipticum</i> , <i>Lytoceras Sacya</i> .

L'Aturien est nettement indiqué au Balouchistan, où il contient : *Ostrea ungulata*, *Ex. pyrenaica*, *Hemipneustes pyrenaicus*, *Orbitoides socialis*, *Sphenodiscus acutidorsatus*, *Baculites binodosus*.

**Pays des Somalis.** — Dans cette région, on ne connaît guère encore de Crétacé supérieur qu'à l'île Semha, près Sokotora, où KOSSMAT (*loc. cit.*, p. 399) a signalé de l'Aturien, représenté par des calcaires blancs à *Orbitolina*, Oursins et *Terebratula carnea*.

**Grands Lacs Africains.** — La faune actuelle des grands lacs africains est intéressante à tous égards. Il semble qu'on puisse y distinguer trois éléments distincts :

1° Une faune d'eau douce, semblable à celle de toutes les nappes intérieures ;

2° Une faune très spéciale de Mollusques d'eau douce ;

3° Une faune à caractère marin archaïque.

Il est très remarquable de constater que certains Mollusques d'eau douce du Tanganyka, spéciaux à ce lac, ne se retrouvent guère qu'à l'état fossile et dans le Crétacé supérieur d'Europe et d'Amérique (groupe de Laramie). Ce sont les formes du genre *Pyrgulifera* (1) MEEK 1877 (= *Paramelania* SMITH 1881, nom créé pour les formes du Tanganyka = ? *Hantkenia* M.-CH. 1877 de

(1) G. A. WHITE. New Molluscan forms from the Laramie and Green-River groups, with discussion of some associated forms heretofore known. *Proc. of U. S. Nat. Museum*, Washington, 1883.

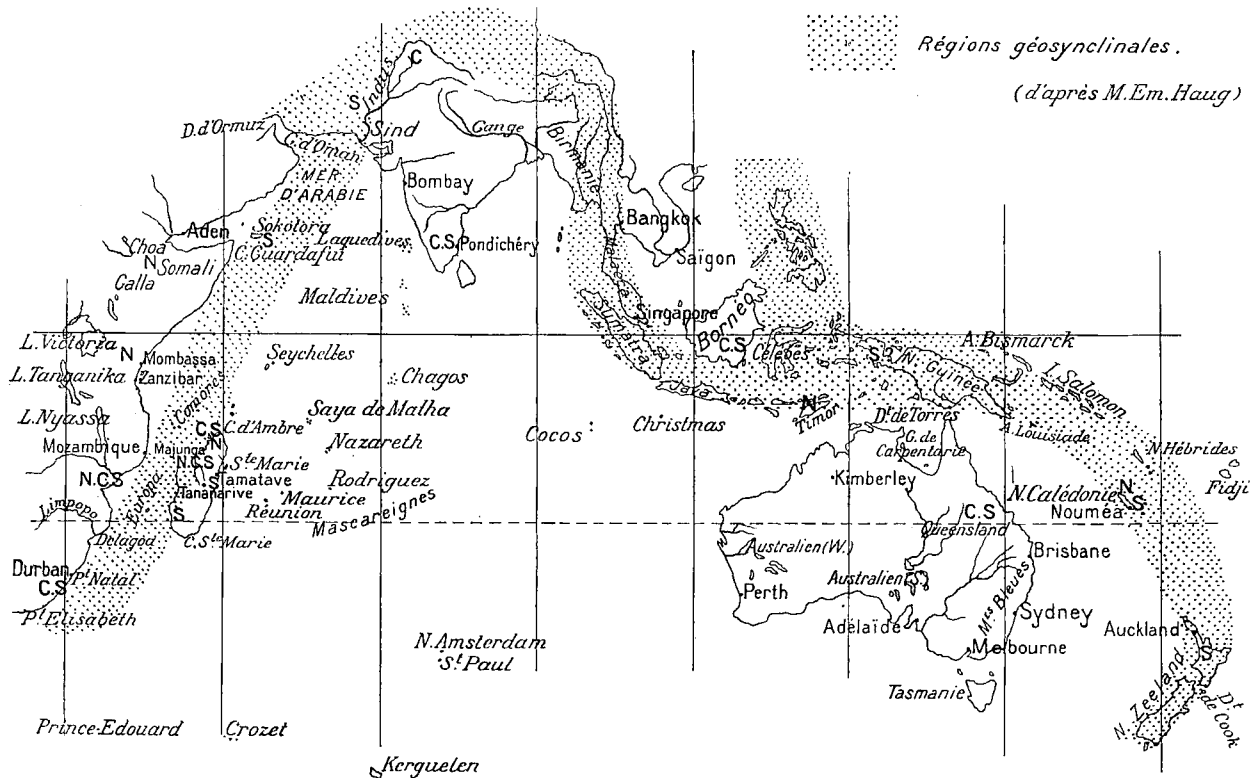


Fig. 138. — POSITION DES PRINCIPAUX GISEMENTS CRÉTACÉS SUR LE POURTOUR DE L'Océan Indien.

S. — Sénonien.

C. — Cénomanien.

N. — Néocomien.

l'Éocène), et du genre *Fascinella* (*F. eocenica*, des couches de Cosina, Dalmatie ; cf. Thanétien ?)

On est donc amené à admettre que, depuis l'époque du Crétacé supérieur, les Grands Lacs d'Afrique n'ont pas été atteints par la mer.

J'ai rappelé précédemment (p. 386) qu'à côté de ces faunes d'eau douce, le lac Tanganyka (1) et le Victoria-Nyanza renferment une faune résiduelle (*Reliktenfauna*) que MOORE pense être d'âge jurassique.

Je ne retiendrai ici que le fait de la présence d'une faune d'eau douce, d'âge crétacé supérieur, qui apporte une donnée paléogéographique importante en attestant l'émergence de cette contrée depuis cette époque.

**Afrique du Sud.** — La présence de *Alectryonia unguata* a été signalée en plusieurs points de l'Afrique du Sud ; à Sofola, près du Zambèse, à Sainte-Lucie, dans le Zoulouland.

Plus au Sud, tout le long du Zoulouland et du Zambèse, se trouve une grande bande de terrains crétacés supérieurs (2). Il faut, en effet, rapporter à ces étages les couches de Umkwelane Hill, au Zoulouland, qui ont fourni à R. ETHERIDGE (3) : *Placenticeras Kaffrarium* R. ETH., *Pl. umkwelanensis* R. ETH., *Baculites* sp., *Creniceras* sp., *Hamites* sp., *Trigonoarca Umzambaniensis*, etc.

GARDEN (4), en 1855, rapporta d'Umtavuna, sur la frontière sud du Natal, un certain nombre de fossiles qui furent déterminés par BAILY : *Mortoniceras Soutonii* BAILY (voisin de *M. texanum* ROEMER), *M. Stangeri* B., *M. Umbulazi* B. (voisin de *Amm. Requienianus*), *Hauericeras Gardeni* B. (voisin de *H. Rembda* FORBES), *Baculites sulcatus* B. (voisin de *B. anceps* et de *B. Faujasi*), *Inoceramus*.

Ces couches reposent en discordance sur le système du Karoo (5).

(1) L. TAUSCH. Über einige Conchylien aus dem Tanganyika See und deren fossile Verwandte, 1884.

(2) ANDERSON. *Geological Survey of Natal and Zululand* ; 2<sup>e</sup> Report, 1904.

(3) R. ETHERIDGE. Cretaceous fossils of Natal. Part I. The Umkwelane Hill Deposits, Zululand. *Second Report of the geol. Survey* ; West, Newman, 1904, pp. 71-93, pl. I-III.

(4) W. H. BAILY. Description of some Cretaceous Fossils from South-Africa, *Quarterly Journal*. XI, pp. 455-465, 1855.

(5) HATCH and CONSTORPHINE. The Geology of South-Africa. London, Macmillan, 1905 ; in-8° ; 336 p. ; 2 pl. Voir pp. 253-262 ; fig. 71-73.



ÉTAGES	SENS du Mouvement (1)	AUSTRALIE	NOUVELLE-ZÉLANDE	NOUVELLE-CALÉDONIE NOUVELLE-GUINÉE	ILES DE LA SONDE	INDE PÉNINSULAIRE	ABYSSINIE et EST-AFRICAÏN	AFRIQUE DU SUD	NORD DE MADAGASCAR
Aturien	+	?	Lower Greensand à <i>Buc. anceps</i> et <i>C. d'Amuri</i> à <i>In. Cuvieri</i> roulé.	Serpentine. Couches à végétaux.		Série d'Ariyaloor. Série de Trichinopoly.		Couches à <i>Hauericeras Gardeni</i> .	C. à <i>Lampadaster</i> .
Emschérien	—	Desert Sandstone à <i>In. Cuvieri</i> et <i>Micraster</i> .						Grès à Gastropodes	Conglomérat à <i>Peroniceras</i> .
Turonien	+ +	Couches de Marathon à <i>Inoceramus</i> .			C. de Bornéo à <i>Knemoceras pinax</i> .	C. d'Ootatoor.	C. de Conducia.	C. à <i>Mortonicerus</i> et <i>Anisoceras</i> .	Couches à <i>Ac. subvicinale</i> .
Cénomanién	+ +					Calc. de la Nerbadah.			C. à <i>Mortonicerus</i> et <i>Anisoceras</i> .
Albien	+	C. à <i>Crioc. australe</i> .							
Aptien	+					Série d'Umia.			
Barrémien	—	?					C. à <i>Ex. aquila</i> .	C. d'Uitenhage et d'Umkvelane.	Argile à <i>H. Deshayesi</i> .
Néocomien	+	?		C. à <i>Holcostephanus</i> .		Série de Katrol.	C. à <i>Hoplites</i> et <i>Toxaster</i> .		<i>Holc. Astieri</i> .
Portlandien	—	?	C. de Matoura à <i>Hopl. neozelandicus</i> .	?	C. à <i>Hopl. Raulini</i> .	Série de Chari.			
Kimeridgien	+						C. à <i>Aspidoceras</i> .		Argiles à <i>H. Kobelli</i> .
Argovien-Séquanien	—								C. à <i>Rein. anceps</i> .
Oxfordien	—								
Callovien	+	C. à <i>Macrocephalites</i> et <i>Per. arbustigerus</i> .	?	C. de N.-Guinée à <i>Macro. lamellosus</i> .	C. à <i>Macr. macrocephalus</i> , <i>Steph. Brongniartii</i> .	S. de Jaisalmeer.			
Bathonien	+					S. de Patcham avec <i>Corb. pectinata</i> .	C. à <i>Trigonia pulchra</i> et <i>Rh. Edwardsi</i> .		Calc. à <i>Corb. pectinata</i> .
Bajocien	+	C. à <i>Dorsetensia</i> .				C. à végétaux de Godaveri.			Calc. à Brachiopodes.
Lias	—		Série de Flag-Hill à <i>Spiriferina</i> .	C. à <i>Am. margaritatus</i> et <i>Lyt. cornucopiæ</i> .	C. à <i>Harp. opalinum</i> et <i>H. radians</i> .	?	Grès.		Grès.

(1) D'après ÉM HAUG (1900, a).

On y trouve également : *Hauericeras Rembda* FORBES, *Anisoceras rugatum*, *Trigonoarca Umzambaniensis*, etc., etc.

La succession de ces couches serait :

[Ariyaloor].	Calcaire dur à <i>H. Gardeni</i> .
[Trichinopoly].	Grès tendre, grès avec Bivalves et Gastropodes (1).
	Grès à <i>Mortoniceras</i> et <i>Anisoceras</i> .
[Ootatoor].	Grès tendre à <i>Trigonia Atherstonei</i> .
	Calcaire gréseux avec bois percé par des <i>Teredo</i> .

La faune a de très grandes analogies avec celles des mêmes étages à Madagascar et dans l'Inde. Les mêmes niveaux paraissent être représentés depuis le Vraconnien jusqu'à l'Aturien.

## LE TERTIAIRE SUR LE POURTOUR DE L'OcéAN INDIEN

Dès que l'on essaye de synchroniser des dépôts tertiaires appartenant à des bassins différents, on se heurte à de très grosses difficultés, provenant de ce que la plupart des Mollusques tertiaires sont beaucoup plus caractéristiques d'un faciès ou d'une profondeur déterminée que d'une époque.

Les auteurs anciens se sont basés, pour établir l'âge des différents terrains tertiaires dans la région australasienne et les Iles de la Sonde, sur la proportion d'espèces vivantes que contiennent les couches. Mais cette proportion varie avec le groupe d'espèces étudiées, avec le faciès du terrain observé et même avec le paléontologiste qui a fait les déterminations. On a depuis longtemps fait justice de cette méthode.

Il vaut mieux faire fond sur quelques groupes que l'expérience a montré susceptibles de donner de bons résultats stratigraphiques ; les *Voluta* paraissent être du nombre et c'est ainsi que nous verrons que *V. macroptera* Mc. Coy, *V. pacifica* SOLANDER, *V. anticingulata* Mc. Coy, sont des espèces caractéristiques du Miocène de la région australasienne.

Mais ce sont principalement certaines faunes de grands Foraminifères qui peuvent rendre des services pour établir le

(1) Ce grès qui contient *Turritella Renauxi* (= *Euchrysalis gigantea*) est rapporté par BULLEN NEWTON au Turonien.

synchronisme à distance ; parmi eux les Nummulites et les Orbitoides sont surtout précieux. D'autres paraissent pouvoir être aussi utilisés dans l'avenir (*Cycloclypeus*, *Heterostegina*) ; mais ils sont encore insuffisamment étudiés.

Les travaux de MAX VON HANTKEN et DE LA HARPE avaient permis de distinguer dans l'Éocène des zones à *Nummulites* ; ceux de HENRI DOUVILLÉ, de ROBERT DOUVILLÉ et les miens propres (1) ont précisé ces données et les ont complétées par l'établissement de zones à *Orthophragmina* et à *Lepidocyclina*. Reprises récemment par JEAN BOUSSAC (2), ces zones lui ont servi à établir le synchronisme des couches de Biarritz et du Vicentin. C'est d'accord avec ce dernier que j'ai indiqué la succession des zones qui servent d'entrée au tableau ci-joint (p. 416-417) et leur équivalence avec les étages généralement adoptés.

On peut, dès à présent, retrouver dans les pays extra-européens un certain nombre d'entre elles. Malheureusement, la détermination de ces Foraminifères a été longtemps négligée ; elle est d'ailleurs difficile, par suite de l'insuffisance des figures-types, et l'utilisation des travaux anciens est, à cet égard, souvent très délicate.

**Australie.** — En Australie occidentale, WOODWARD (3) rapporte à l'Éocène les calcaires coralliens de Shark's Bay, les argiles, grès et conglomérats de Champion Bay et les calcaires de Bight.

Dans l'Australie du Sud, l'Éocène, d'abord lacustre, puis marin, repose, d'après TATE (4), directement sur l'Archéen. Il formerait lui-même, falaise par rapport au Tertiaire plus récent. D'après DUNCAN (5), les Oursins qu'il renferme donnent à la faune le faciès

(1) HENRI DOUVILLÉ. Notice sur les travaux scientifiques de M. — Lille, Le Bigot, 1903, p. 101. — PAUL LEMOINE et ROBERT DOUVILLÉ, 1904. — HENRI DOUVILLÉ. Le terrain nummulitique du Bassin de l'Adour. *B.S.G.F.*, [4], V, 1905, p. 9.

(2) JEAN BOUSSAC. Sur le parallélisme des couches éocènes supérieures de Biarritz et du Vicentin. *C.R. Ac. Sc.*, CXXI, 1905, pp. 740-742.

(3) WOODWARD. Notes on the Geology of South-Australia, *Geol. Mag.*, [4], I, 1894, pp. 545-551.

(4) R. TATE. On the stratigraphical relations of the Tertiary formations about Adelaide. *Trans. Roy. Soc. South-Australia*, XIII, part II, Adelaide, déc. 1890 ; pp. 180-185.

(5) DUNCAN. On the Echinodermata of the Australian cainozoic (tertiary) deposits. *Quart. Journ.*, XXXIII, 1877, pp. 42-73, et *Ann. a. Mag. Nat. Hist.*, XVIII, 1876, p. 185.

du Nummulitique d'Europe et de l'Inde. COSSMANN (1) est également d'avis de ranger ces couches dans l'Éocène. HARRIS (2) suit la classification de TATE ; mais il doute de la réelle homotaxie des couches australiennes avec celles de l'Europe ; d'ailleurs le parallélisme est d'autant plus difficile qu'en beaucoup de points, comme à Muddy-Creek et à Trelissik, on ne sait pas exactement de quel niveau viennent les fossiles. A Port-Philipp, à Muddy-Creek, à Hamilton, les argiles bleues avec sélénite, qui représenteraient l'Éocène, renferment à la fois des formes du Nummulitique et du Miocène (3). Je citerai, par exemple, *Aturia Aturi* BASTEROT, *Nautilus geelongensis* FOORD, *Nummulites variolarius*, *Amphistegina vulgaris*, *Operculina complanata* DEFR. var. *granulosa*, *Quinqueloculina prisca* TERQUEM (du Calc. grossier), *Trillina Howchini*, *Orbitoides dispansus* SOW. [*Orthophragmina* ?], *O. Mantelli* MORTON [*Lepidocyclina*], *O. stellata* D'ARCHIAC [en réalité *Lepidocyclina* sp.], *Orbitolites complanatus*. Il y a de plus des fossiles spéciaux à la région australasienne : *Voluta anticingulata* Mc. COY. *V. cribrosa* TATE, *V. Mac Coyi* TENISON-WOODS, *V. pagadoides* TATE, *Drillia sandleroides* TENISON-WOODS, *Pectunculus laticostatus* QUOY, etc., *Deltocyathus italicus* M.-E. et HAIME, du Miocène, *Schizaster ventricosus* (vivant), en moyenne, 8 % d'espèces vivantes.

Cette liste montre qu'il y a certainement eu, dans les récoltes, mélange de faunes d'âges différents, l'une probablement lutétienne, l'autre aquitanaïenne.

(1) MAURICE COSSMANN. The Gasteropods of the Older Tertiary of Australia. Les Opisthobranches. *Trans. Roy. Soc. South-Australia*, 1897.

(2) HARRIS. Catalogue of Tertiary Mollusca in the Department of Geology, British Museum (Natural History). Part I. The Australasian Tertiary Mollusca ; in 8°, XXVI, 407 p., 8 pl., London, 1897 ; p. XV.

(3) R. TATE et J. DENNANT. Correlation of the marine Tertiaries of Australia ; Part I-III, Victoria, South-Australia and Tasmania. *Trans. Roy. Soc. South-Australia* ; XVII, 1893, pp. 203-226, 4 pl. ; XIX, 1895, pp. 108-121, XX, 1896, pp. 118-148, 1 pl. ; XIX, 1895, p. 119. — HOWCHIN. A census of the fossil Foraminifera of Australia. *Austr. Assoc. Adv. Science*, V, 1893, pp. 348-374 ; voir pp. 355-358. TENISON-WOODS. Palæontological Evidence of Australian Tertiary formations. *Journ. and Proc. Roy. Soc. N.S. Wales*, XI, 1877, pp. 113-128. — ID. On the tertiary deposits of Australia. *Ibid.*, p. 65. — DUNCAN. On the fossils corals of the Australian tertiary deposits. *Quart. Journ.* XXVI, pp. 284-318, pl. XIX-XXII. — W. HOWCHIN. The Foraminifera of the older Tertiary of South-Australia. *Trans. Roy. Soc. South-Australia*, 1889, etc.

Dans l'État de Victoria (1), les gisements de Schnapper-point, de Mount-Martha, de Western-Port ont fourni à TENISON-WOODS (*loc. cit.*, p. 74) une faune qu'il considère comme de l'Éocène ancien, et contemporaine de celles de West-Barton, dans le Hampshire, (Grande-Bretagne). Mais je crois qu'il faut rajeunir beaucoup cette faune ; car on y trouve *Voluta antiscalaris* Mc. Coy, *V. anticingulata* Mc. Coy, *Fusus pagadoides* Mc. Coy, formes qui paraissent caractériser le Miocène.

Je rappellerai que c'est dans ces couches que TATE (2) a indiqué la présence de *Bel. senescens*, *Salenia tertiaria*, espèces qui, d'après TENISON-WOODS, proviennent, au contraire, des couches secondaires sous-jacentes. On serait donc ici en présence de Miocène à *Voluta anticingulata* Mc. Coy transgressif.

A Spring-Creek, on trouve (3) *Maetra axiniformis*, *Ancillaria orycta*, *Dosinia Johnstoni*.

En Tasmanie, l'Éocène marin serait représenté par les couches marines de Table-Cape avec : *Turritella*, *Strophodus eocenicus*, *Sismondia moravica*, *Conoclypeus rostratus*.

Les dépôts tertiaires marins manquent sur la côte orientale de l'Australie et de la Tasmanie ; mais on y trouve des dépôts lacustres à végétaux. A Delton, près de Gunning, ils contiennent, d'après ETTINGSHAUSEN (4) : *Pteris Humei* (cf. *Pt. tremula*, vivant en Australie), *Alnus*, *Quercus Darwini* (cf. *Q. bidens* HEER du Tertiaire de Sumatra), *Q. Hookeri* (cf. *Q. laurophylla* GOEPPERT du Tertiaire de Java), *Q. drimejoides* (cf. *Q. primordialis* LESQUERUEUX du Crétacé de Nebraska), *Fagus Wilkinsoni* (espèce représentative australienne de *F. Feroniæ* UNG. de l'Éocène d'Europe et d'Amérique du Nord), *Castanopsis* (cf. *C. mephitidioides* GEY de l'Éocène de Bornéo), *Cinnamomum Laurus*. On les retrouve en Nouvelle-Galles du Sud ; ils

(1) Voir aussi : MURRAY. Victoria. Geology and Physical Geography, Melbourne, 1887, in-8°, 177 pages, 1 carte géol.

(2) TATE. On new species of *Belemnites* and *Salenia* from the middle Tertiaries of South-Australia. *Quart. Journ.*, 1877, p. 256.

(3) R. TATE et J. DENNANT. Correlation of the marine Tertiaries of Australia. Parts I-III, Victoria, South-Australia and Tasmania. *Trans. Roy. Soc. South-Australia*, XVII, pp. 202-226, 2 pl. ; XIX, pp. 108-128 ; XX, pp. 128-148, pl. II. — Voir aussi SELVIN. Notes on the Geology of Victoria. *Quart. Journ.*, XVI, 1868, pp. 145-150.

(4) C. VON ETTINGSHAUSEN. On the Tertiary Flora of Australia. *Geol. Mag.*, [3], IV, 1887, p. 359 ; et *Ibid.*, 1888, pp. 8-9.

contiennent des Diatomées et *Cinnamomum Leichardi*; PITTMANN (1) considère ces dépôts comme miocènes et signale qu'ils reposent directement sur le Paléozoïque à *Lepidodendron australe*.

De même, en Tasmanie, ETTINGSHAUSEN (*Loc. cit.*, p. 9) regarde comme miocènes les travertins jaunes de Hobart avec : *Araucaria Johnstoni*, *Myrica Eyrei* (cf. *M. Brongniarti* du Miocène), *Quercus Tasmaniæ*, *Fagus risdoniana* (cf. *F. Deucalionis* UNG. du Tertiaire d'Europe et d'Amérique du Nord).

**Nouvelle-Zélande.** — Certaines couches avaient été considérées par HECTOR comme formant le passage du Crétacé au Tertiaire et contenant à la fois des fossiles de l'une et l'autre époque, par exemple des *Belemnites* et des *Baculites*, associées à des *Pecten* du groupe de *P. Hochstetteri*, des plantes mésozoïques et des Dicotylédones tertiaires.

ETTINGSHAUSEN (2) a, le premier, fait justice de cette erreur : « I have pointed out that the strata must be referred only to the Tertiary and the others only to the Cretaceous formation... Sir James Hector's statement may be based on some mistake ».

A la suite de son dernier voyage, G. BÖHM n'est pas moins affirmatif : « Auf keinem Fall giebt es bei Oamaru ein Cretaceous Tertiary ». Les couches qu'il a vues près d'Oamaru, à Everett, à Totaro, contiennent des formes qu'il considère comme appartenant à l'Éocène supérieur.

Cette légende ainsi disparue, il n'en reste que cette conviction que les listes données par les géologues néozélandais sont sujettes à caution et qu'il faut toujours se méfier des mélanges possibles de faunes.

*Éocène à Pecten Hochstetteri.* — ZITTEL considérait comme appartenant au Tertiaire ancien les dépôts de la côte ouest de l'île du Nord (Whaingaroa ; Aoteo) et ceux de l'île du Sud (Cap Farewell) dont il avait étudié la faune rapportée par les savants de la *Novara* (3).

(1) EDWARD E. PITTMANN. The mineral resources of New-South-Wales. Sydney, 1901, p. VIII.

(2) ETTINGSHAUSEN. On the fossil flora of New-Zealand. *Geol. Mag.*, [3], IV, 1887, p. 363.

(3) KARL A. ZITTEL. Fossile Mollusken und Echinodermen aus Neu-Seeland. *Novara-Expedition, Geologischer Theil*, 1 Bd. ; 2 Abth., p. 21, Paläontologie ; Wien, 1867.

Un grand nombre de systèmes, distingués par les géologues néo-zélandais, contiennent à peu près la même faune ; je citerai, par exemple, le système d'Oomaru, qui fournit la pierre à bâtir de toute l'île, les couches de Waipara, dans le comté de Canterbury ; les « Grey-Marls » des Amury-Bluffs, à Pusky Park, dans l'Est de l'Otogo, les grès et argiles de Motatapu.

Le système d'Oomaru est transgressif sur des roches plus anciennes, ce qui expliquerait peut-être la présence de *Plesiosaurus australis*, signalé dans ces couches par HUTTON en 1887 ; la même explication devrait s'étendre à celle d'un *Plesiosaurus* dans les couches de Waipara. HUTTON l'a regardé comme de l'Éocène et même comme de l'Oligocène (1).

Les grès et argiles tertiaires de Motatapu reposent sur des breccias probablement paléozoïques. HUTTON (*loc. cit.* 1872, p. 184 ; *Trans. N.Z.I.*, 1887, p. 391 ; et 1889, p. 169) y a vu de l'Éocène et même de l'Oligocène.

L'âge de ces couches est, en réalité, très mal connu : HECTOR (1886-1887) en a fait d'abord la partie supérieure de son Crétacé-Tertiaire, puis il les a placées dans l'Éocène supérieur ; DE LAPPARENT, d'après COSSMANN, y voit de l'Éocène extrêmement ancien, G. BOEHM les range dans l'Éocène supérieur.

Il est probable qu'il y a là un complexe de couches dans lesquelles se trouve un niveau à *Pecten Hochstetteri* ZITTEL, *Schizaster rotundatus* ZITTEL, *Waldheimia lenticularis* DESH. ; en effet, Mc. COY (*loc. cit.*, p. 230 et 233) signale au dessus du système d'Amuri des couches à *Nummulites* et *Leda* ; au contraire, d'après HECTOR (*loc. cit.*, 1887, p. IV et VII ; *loc. cit.* 1880, p. 71 ; *loc. cit.* 1881, in Tenison-Woods, p. III), les couches d'Oomaru seraient à la base des couches à *Nummulites* ; celles-ci sont constituées par des calcaires, associés à des couches tufacées et à des marnes bleues avec *Turbinolia*.

En résumé, ces couches à *Pecten Hochstetteri* ZITTEL, associées à des couches à *Nummulites*, et transgressives sur des roches anciennes, peuvent être considérées comme éocènes.

(1) HUTTON. Synopsis of the younger formations of New-Zealand. *Reports of the geol. Explor. during 1871-1872*, 1872, p. 182-184. — HUTTON. On the geology of the Trelissek or Broken river Basin. *Trans. a. Proc. of the N.Z. Inst.*, XLX (1886), 1887, p. 392, 1 carte géol. pl. XXIV.

PRINCIPALES ESPÈCES	Gisements de la Novara	Oonaru (1)	Waipara (2)	Ammi Bluff (3)	Motatapa (4)
* <i>Pecten Hochstetteri</i> ZITTEL . . . . .	+	+	+	+	+
* — <i>Zitteli</i> cf. <i>P. pleuronectes</i> . . . . .	.....	.....	+	+	.....
— <i>Hutchinsoni</i> HUTTON . . . . .	.....	+	.....	.....	.....
— <i>polymorphoïdes</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Crassatella ampla</i> ZITTEL . . . . .	.....	.....	.....	.....	+
<i>Dosinia magna</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Ostrea subdentata</i> cf. <i>O. alabamensis</i> de l'Éocène d'Alabama . . . . .	.....	.....	+	.....	.....
— <i>Wullenstorfi</i> . . . . .	+	.....	.....	+	+
<i>Dentalium tenue</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Trochita neozelandica</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Voluta elongata</i> HUTTON . . . . .	.....	.....	+	.....	.....
— <i>pacifica</i> SOLANDER . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Scalaria lyrata</i> . . . . .	.....	+	.....	.....	.....
— <i>rotundus</i> ZITTEL . . . . .	.....	.....	+	.....	.....
* <i>Struthiolaria senex</i> . . . . .	.....	+	.....	+	.....
<i>Conchothyra parasitica</i> . . . . .	.....	.....	+	.....	.....
<i>Flabellum laticostatum</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Scalpellum aucklandicum</i> . . . . .	.....	.....	.....	.....	+
<i>Meoma Crawfordi</i> . . . . .	.....	.....	+	.....	.....
<i>Hemipatagus formosus</i> ZITTEL . . . . .	+	.....	.....	.....	.....
<i>Hemipatagus tuberculatus</i> ZITTEL . . . . .	+	+	+	.....	.....
* <i>Schizaster rotundatus</i> ZITTEL . . . . .	+	.....	.....	.....	.....
* <i>Waldheimia lenticularis</i> DESH. . . . .	+	+	.....	+	.....
— <i>triangularis</i> HUTTON . . . . .	.....	+	.....	.....	.....
* — <i>sinuata</i> . . . . .	.....	+	.....	+	.....
— <i>gravidea</i> SUESS . . . . .	+	.....	.....	.....	.....
<i>Terebratula Suessi</i> . . . . .	.....	+	.....	.....	.....
— <i>dorsata</i> . . . . .	.....	.....	.....	.....	+
<i>Rhynchonella nigricans</i> . . . . .	.....	.....	.....	.....	+
<i>Turritella gigantea</i> . . . . .	.....	.....	.....	+	.....
<i>Carcharodon angustidens</i> . . . . .	.....	+	.....	.....	.....
<i>Squalodon serratus</i> . . . . .	.....	+	.....	.....	.....

(1) VON HAAST, 1879, p. 295.

(2) HUTTON, *Tr. N. Z. Inst.*, 1887, p. 392.(3) HECTOR, *Index*, 1886-1887 et 1888, p. 209. — Mc. COY, 1837, p. 320-323.

(4) PARK, 1887, p. 225.

\* Formes paraissant les plus caractéristiques au point de vue stratigraphique.



D'autre part, ROBERT DOUVILLÉ (1904, b p. 32) et moi avons montré que l'Orbitoïde signalé par KARRER (1), près d'Auckland, devait être rapporté au genre *Miogypsina* (*M. orakeiensis* K.) et que, par suite, le Miocène était certainement représenté dans l'île (2).

D'ailleurs tous les auteurs (3) sont d'accord à ce sujet et pla-

PRINCIPALES ESPÈCES	PAREORA	AWATERE ETC.
<i>Pecten Hochstetteri</i> ZITTEL . . . . .	+ (4)	+
— <i>gemmulatus</i> . . . . .	.....	+
— <i>laticostatus</i> QUOY . . . . .	.....	+ (5)
<i>Pectunculus laticostatus</i> . . . . .	+	.....
<i>Ostrea ingens</i> ZITTEL . . . . .	.....	+ + (5)
<i>Crassatella ampla</i> ZITTEL . . . . .	+	+ (5)
<i>Cucullæa ponderosa</i> HUTTON . . . . .	+	.....
<i>Arca decussata</i> SOW . . . . .	+	.....
<i>Lima crassa</i> . . . . .	+	.....
<i>Chione assimilis</i> . . . . .	.....	+
<i>Cytherea Enysi</i> . . . . .	+	.....
<i>Venericardia intermedia</i> . . . . .	+	.....
<i>Lutraria solida</i> . . . . .	+	.....
<i>Natica solida</i> . . . . .	+	.....
<i>Struthiolaria cingulata</i> . . . . .	.....	+
— <i>spinosa</i> HUTTON . . . . .	+	.....
<i>Fusus triton</i> . . . . .	.....	+
<i>Voluta pacifica</i> SOL. . . . .	+	+ (5)
<i>Trochita dilatata</i> QUOY . . . . .	.....	+ (5)
<i>Murex octogonus</i> . . . . .	.....	+
<i>Carcharodon megalodon</i> . . . . .	.....	+

(1) F. KARRER. Die Foraminiferen-Fauna des tertiären Grundsandsteines der Drakeibay bei Auckland. *Novara Expedition*, I Bd., 2 Abth.; Pal. von Neu-Seeland, pp. 69-86; pl. XVI, fig. 21; Wien, 1864.

(2) Voir aussi: HUTTON. On the age of the Orakei Bay beds, near Auckland. *Trans. and Proc. N.Z. Institute*, XVII, 1884, pp. 307-313.

(3) HUTTON. The geological History of New-Zealand. *Trans. and Proc. N. Z. Institute*; XXXII, 1899, pp. 159-183; pp. 171-172. — VON HAAST, Geology of the provinces of Canterbury and Westland. Christchurch, ix-486 pp.; 9 pl., 1 carte géol.; 1879; pp. 291-316.

(4) HUTTON. On the geological position of the « Veka Pass stone » of New-Zealand. *Quart. Journ.*, XLI, 1885, p. 266-278; voir p. 269.

(5) D'après ZITTEL.

cent dans le Miocène le système de Pareora, formé d'argiles bleues et de grès, puissant de 200 mètres environ. HURTON y rattache les couches de Waitana, qu'HECTOR rangeait dans son Crétacéo-Tertiaire, ainsi que celles de Mount-Brown.

D'après HECTOR, c'est au Miocène supérieur qu'il faudrait rapporter les couches de Wanganui, de Waitotara, de Ross, d'Awatere, composées d'argiles et de sables, déposés très près du rivage, passant quelquefois à des conglomérats.

HURTON (1) rapporte également au Miocène supérieur le système d'Awatere (41 0/0 d'espèces vivantes). Il pense qu'à cette époque la Nouvelle-Zélande était réduite à un groupe d'îles, à faune tropicale, déjà différente de celle de l'Australie et que c'est avant l'époque oligocène (*loc. cit.*, 1899, p. 75) que furent creusées une partie des vallées néo-zélandaises, en particulier celle de Bakia.

Mais toutes ces données reposent sur des faits encore si peu précis qu'on ne doit pas y attacher une trop grande importance.

**Les voisins de la Nouvelle-Zélande.** — HECTOR (2) a signalé à l'île Seymour de l'Éocène supérieur fossilifère.

FILHOL (3), en 1876, a attribué à l'Éocène supérieur ou au Miocène supérieur les couches de la Baie Persévérance, à l'île Campbell, qui contiennent : *Waldheimia gravida*, *Panopæa plicata*.

Enfin, le système de Pareora se trouverait à l'île Chatham (4).

**Nouvelle-Calédonie.** — On avait attribué aux couches, qui représentent l'Éocène en Nouvelle-Calédonie, tous les âges possibles (lentilles dans les roches cristallines, Carbonifère, etc...) ; M. PIROUET avait même donné des déterminations paléontologiques à l'appui de leur âge carbonifère (*Nummulites pristina* BRADY, *Fusu-*

(1) HURTON. Synopsis of the younger formations of New-Zealand. *Reports of the geol. Explor. during 1871-1872*; 1872, pp. 182-184.

(2) HECTOR. Note on the Geology of the outlying Islands of New-Zealand. *Trans. and Proc. N.Z. Institute*, XXVIII, 1895, pp. 736-738 (Discussion par BULLER, etc., pp. 738-743).

(3) FILHOL. Mission à l'île Campbell; constitution géologique de l'île. *C.R. Ac. Sc.*, LXXXII, 1876, pp. 202-205.

(4) HURTON. Sketch of the geology of New-Zealand. *Quart. Journ.*, XLI, 1885, pp. 192-220.

lina), jusqu'au jour où J. DEPRAT (1) fit connaître leur faune éocène de *Nummulites* et d'*Orthophragmina*.

Cet Éocène est nettement transgressif. Il contient, à l'état remanié, des cristaux de nouméite; il débute par un conglomérat de base et les premières assises représentées sont celles du Lutétien supérieur, fait qui paraît général quand on a affaire à des dépôts transgressifs dans une région géosynclinale.

La succession serait la suivante (2) :

#### Poudingues.

Calcaires compacts et marnes sèches de l'Usine à gaz de Nouméa avec petites *Nummulites* : *Orthophragmina lanceolata* SCHL.

**Bartonien** : Calcaires gréseux de l'anse Ouemo à *O. varians* KAUFM., *O. nummulitica* GÜMBEL, *O. dispansa* Sow., *N. variolarius-Heberti*; Grès de Gilliés, etc., à même faune et à *N. striatus*.

**Lutétien supérieur** : Poudingues de Popideri et grès siliceux à grosses *Orthophragmina* : *O. umbilicata* DEPRAT, *O. javana minor* VERBEEK, *O. dispansa* Sow; *O. discus* RÜTIM.; *Numm. Djokdjakartæ*; *N. variolarius-Heberti* (rare).

**Nouvelles Hébrides.** — Nous ne connaissons pas d'Aquitaniens en Nouvelle-Calédonie; mais, par contre, tout récemment, FR. CHAPMAN (3) a signalé aux Nouvelles-Hébrides des calcaires avec *Miogypsina burdigalensis* GÜMBEL, *M. irregularis* MIGHT., *M. complanata* SCHLUMB., *M. neodispansa* R. J. et CH., *Lepidocyclina Martini* SCHLUMB., *L. insulænatalis* R. J. et CH., *L. sumatrensis* BRADY, *L. andrewsiana* R. J. et CH., *Amphistegina Lessoni* D'ORB., *Heterostegina margaritata* SCHLUMB., *Cycloclypeus*, etc. Il s'agit donc de Miocène ancien (Aquitaniens supérieur et Burdigalien inférieur) dans lequel il est peut-être possible de distinguer deux niveaux, l'un ne contenant pas de *Miogypsina*, l'autre en renfermant associées aux *Lepido-*

(1) J. DEPRAT et M. PIROUTET. Sur l'existence et la situation tectonique anormale de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie, *C. R. Ac. Sc.*, CXL, 1903, pp. 158-160. — J. DEPRAT. Les dépôts éocènes néo-calédoniens *B.S.G.F.*, [4], V, 1903, pp. 485-516, pl. XVI-XIX. — J. DEPRAT. Sur la présence de nouméite à l'état détritique dans l'Éocène néo-calédonien. *C. R. Ac. Sc.*, CXL, 1903, pp. 1671-1672.

(2) Je prends la succession donnée par J. DEPRAT. Celle qui a été fournie par M. PIROUTET (Sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie, *B. Soc. d'Hist. nat. du Doubs*, n° 10, p. 54-60) n'est pas appuyée sur des arguments paléontologiques et n'est que la succession observée, dans un pays à tectonique paraissant très compliquée.

(3) FR. CHAPMAN. Notes on the older tertiary foraminiferal rocks on the West-coast of Santo, New-Hebrides. *Proc. Linn. Soc. N.S. Wales*, juillet 1903, pp. 261-274, pl. V-VIII.

*cyclina*. Ces dépôts reposent sur des roches volcaniques anciennes et sont eux-mêmes traversés par une andésite à hornblende.

**Nouvelle-Guinée.** — Je ne crois pas qu'on ait signalé du Nummulitique en Nouvelle-Guinée; mais le Miocène y est bien représenté.

Dans la Nouvelle-Guinée anglaise, ETHERIDGE rapporte au Miocène les calcaires oolithiques de Bramble-Bay et les argiles et calcaires jaunes de Katan-River, de Yale-Island, de Hall's Sound. Ces couches contiennent *Voluta macroptera* Mc. Coy, *V. anticingulata* Mc. Coy, formes du Miocène australien (voir p. 411). Elles seraient synchroniques de grès ferrugineux qui, d'après Mc. Coy, reposent sur du granite porphyroïde au Cap York.

Nous savons, d'autre part, par K. MARTIN (1) qu'il existe dans l'île Koor des calcaires à *Lepidocyclina gigantea* MARTIN et *Lithothamnium* (2) et probablement d'ailleurs aussi de l'Éocène avec *Orbitoides*, *Alveolina sphaerica* FORBES, etc.

**Bornéo.** — Des Lépidocyclines, *L. verbecki* N. et H., *L. sumatrensis* BRADY, *L. (?) stellata* d'ARCHIAC, *L. formosa* SCHLUMB., ont été citées ou décrites de Bornéo par divers auteurs (3).

Mais toutes nos connaissances ont été renouvelées par le récent travail de HENRI DOUVILLÉ (4).

La série paraît complète depuis le Lutétien jusqu'au Burdigala-

(1) R. ETHERIDGE. Geology of New-Guinea. *Geol. Mag.*, [2], III, 1876, p. 428. — WILKINSON. Notes on a Collection of geological specimens collected by W. Macleay, Esq., from the Coast of New-Guinea, Cape York and Neighbouring Islands. *Proc. Linn. Soc. N.S. Wales*, Sidney 1876, I, p. 113; et in CLARKE. Remarks on the sedimentary formations of New-South-Wales; 4<sup>e</sup> ed., pp. 97-99.

(2) K. MARTIN. Eine Tertiärformation from Neu-Guinea und benachbarten Inseln. *Samml. des geol. Reichsmuseum in Leiden*, I, 1881, pp. 65-83; p. 73; et *Jaarb. van het Mijnwezen*, 1882, pp. 136-156; pl. XIII.

(3) VERBEEK. Die Nummuliten des Borneo-Kalksteines. *Neues Jahrbuch*, 1874, pp. 1-14; pl. I-III; et *Jaarb. Mijn. Ned.-O.-Indië*, 1874, II, pp. 133-161. — VAUGHAN JENNINGS. Orbitoidal Limestone of North-Borneo. *Geol. Mag.*, [III], V, 1888, pp. 529-532; pl. XV. — NEWTON et HOLLAND. On some tertiary Foraminifera from Borneo. *Ann. a. Mag. Nat. Hist.*, [7], III, 1899, pp. 245-264, pl. IX, X. — SCHLUMBERGER. Note sur deux espèces de *Lepidocyclina* des Indes néerlandaises. *Samml. des geol. Reichsmuseum in Leiden*, [I], VI, 1900, p. 128, pl. VI. — Id. Note sur un *Lepidocyclina* nouveau de Bornéo. *Id.*, [I], VI, 1902, pp. 250-260; pl. VII.

(4) HENRI DOUVILLÉ. Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. *B.S.G.F.*, [4], V, 1895, pp. 435-464; pl. XV.

lien. Les Lépidocyclines, *L. formosa* SCHLUMB. (1); débuteraient dans les calcaires du Stampien, associés à de petites Nummulites : *N. sub-Brongniarti*, *N. sublævigatus* D'ARCHIAC ; ces mêmes calcaires formeraient l'Aquitanién inférieur. L'Aquitanién moyen est constitué par des marnes à silex, qui contiennent *L. insulænatalis* R. J. et CH. et où apparaît *Spiroclypeus orbitoideus* H. DOUV. L'Aquitanién supérieur ne renferme plus que de rares *L. insulænatalis* R. J. et CH. et de petites formes de Lépidocyclines : *L. Tournouëri* P. L. et R. D., *L. sumatrensis* BRADY. Enfin, des argiles et des grès, avec intercalations de lignites, constituent la base du Burdigalien avec *L. Tournouëri* P. L. et R. D., *Miogygsina irregularis* MICH.

La succession est la même que dans l'Aquitaine et dans tous les pays où on l'a observée avec précision. Les analogies de faune sont avec la région européenne ; aucune des espèces représentatives de *Lepidocyclina*, propres à l'Amérique, n'y a été retrouvée.

**Christmas.** — L'île Christmas a été décrite par ANDREWS (2) avec la collaboration d'un grand nombre de spécialistes (fig. 139).

A la base, ANDREWS a reconnu des basaltes et des trachytes. — Au dessus, viennent des calcaires (3), qui renferment de nombreux Foraminifères et en particulier *Amphistegina Lessoni* D'ORB., *Heterostegina depressa* D'ORB., *Orbitoides dispansus* SOW. La présence de cette forme, qui semble bien être une *Orthophragmina*, me fait admettre l'âge éocène supérieur de ce calcaire (4).

Au dessus de ces calcaires éocènes, on observe un basalte vitreux, d'épaisseur variable, recouvert par des tufs palagonitiques où l'on trouve de rares Foraminifères (*Pulvinulina*). — Au sommet de la

(1) *L. formosa* SCHLUMB. n'est pas une forme étoilée, comme SCHLUMBERGER le pensait ; mais une espèce repliée en selle, plus voisine de *L. Raulini* P. L. et R. D. que de *L. Mantelli* MORTON.

(2) RUPERT JONES et FR. CHAPMAN. On the Foraminifera of the orbitoidal limestones of Christmas Island ; pp. 226-263 ; pl. XX, XXI, in CH. ANDREWS. A monograph of Christmas Island. Edited by the British Museum. London, 1900.

(3) Conformément à l'impression première d'ANDREWS, il me semble tout à fait vraisemblable d'identifier ses calcaires A et B.

(4) M. HENRI DOUVILLÉ (Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. *B.S.G.F.*, [4], V, 1905, p. 450) pense que les sections données par R. JONES et CHAPMAN pourraient aussi bien se rapporter à son nouveau genre *Spiroclypeus* aquitanién ; mais le fait que les basaltes supérieurs ont été remaniés à l'Aquitanién rend très vraisemblable leur âge anté-aquitanién et par suite l'âge éocène des calcaires inférieurs.

falaise, on trouve les calcaires à *Lepidocyclina*. Ces calcaires contiennent de nombreux fragments de basalte, couverts de *Lithothamnium* et de *Polytrema*, ce qui indique que ce basalte avait été émergé avant le dépôt des calcaires à *Lépidocyclines*. RUPERT JONES et CHAPMAN les rangent dans le Miocène ; on peut, à mon avis, préciser et

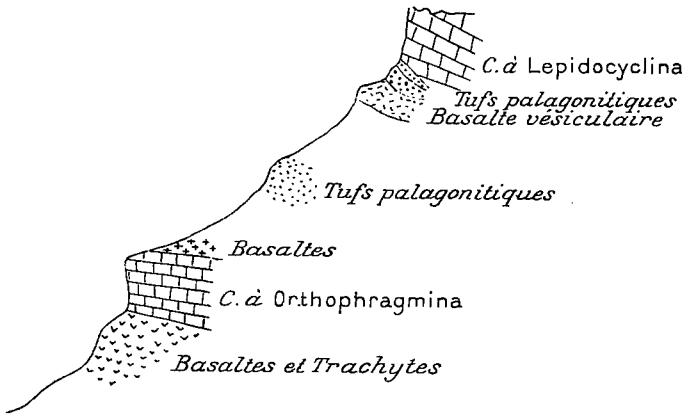


Fig. 139. — COUPE DE L'ILE CHRISTMAS D'APRÈS ANDREWS

rapporter ces calcaires à l'Aquitainien supérieur et à la base de l'Helvétien, par suite de la présence simultanée de *Lepidocyclina* et d'une forme, *L. neodispersa* R. J. et CH., que ROBERT DOUVILLÉ (1904, b ; p. 35) et moi avons pensé pouvoir être une *Miogypsina* (1).

**Iles de la Sonde.** — La classification du Tertiaire des îles de la Sonde est une des plus embrouillées qui soient, parce que les études stratigraphiques ont été faites d'une façon hâtive et peu précise, sans tenir suffisamment compte de données paléontologiques. Les déterminations sont parfois inexactes ; les classifications sont trop souvent basées sur des hypothèses erronées : âge unique attribué aux éruptions trachytiques ou andésitiques ; pourcentage des formes actuelles dans la faune, etc.

(1) Nous avons été heureux d'apprendre que l'auteur de l'espèce était arrivé à la même conclusion, indépendamment de nous, à l'occasion d'un travail alors en préparation. — FREDERICK CHAPMAN. Notes on the older tertiary Foraminiferal rocks on the West-coast of Santo, New-Hebrides. *Proc. Linn. Soc. N.-S.-Wales*, 26 juillet 1905, p. 270.

**Sumatra.** — A Sumatra, on aurait reconnu dans l'Éocène la succession suivante :

- $e_4$  — Couches de 80<sup>m</sup> d'épaisseur avec nombreux Orbitoïdes : *Orbitoides dispansus* Sow., *O. papyraceus* BOUBÉE [= *O. discus*. RÜTIMEYER] et des fossiles comme : *Conus substriatellus* WOODW., *Cypræa subelongata* WOODW., *Turbo bornensis* BOETTGER, *Phasianella Oweni* D'ARCHIAC. Il n'y a pas de Nummulites.
- $c_3$  — Grès marneux avec *Operculina granulosa* LEYMERIE [500<sup>m</sup> d'épaisseur].
- $c_2$  — Grès quartzeux, jaunes, sans fossiles autres que quelques empreintes de plantes. Quelques lits argileux, avec parties charbonneuses (1), y sont intercalés [600<sup>m</sup>].
- $e_1$  — Breccias et conglomérats de roches plus anciennes [jusqu'à 500<sup>m</sup> d'épaisseur]. Les plantes et les Poissons que ces breccias contiennent ont été étudiés par HÆER et par GÜNTHER; ils ont un aspect plutôt miocène qu'éocène.

On peut se demander si les sédiments  $e_1$  sont bien éocènes, si les nombreux Orbitoïdes signalés ne seraient pas des Lépidocyclines et si, par suite, ces couches ne devraient pas être considérées comme d'âge aquitainien. D'après VERBEEK, elles sont, en effet, en discordance sur les autres couches éocènes.

Les recherches de TOBLER (2) et les études de H. DOUVILLÉ (*Loc. cit.* p. 451) ont montré que le système ligniteux et pétrolifère du Sud de Java présente à sa base des couches avec *M. neodispansa* (?) R. J. et CH., *L. insulænatalis* R. J. et CH., *L. Tournouëri* P. L. et R. D. Il est donc également aquitainien.

Le Tertiaire tout à fait inférieur est, dans cette région, représenté par les couches lagunaires du Melawigruppe (3), qui doivent être rapprochées des dépôts tertiaires associés dans l'Inde aux formations de trapp du Dekkan. On y trouve *Melania inquinata*, *Cyrena cuneiformis*.

**Java.** — A Djokdjakarta, Kali-Progo, etc., se trouvent des marnes à Nummulites : *Nummulites Lamarcki* d'A. et H., *N. lævigatus* D'ORB., et *Orbitoides papyraceus* BOUBÉE, var. *javanus* VERBEEK. Comme elles reposent sur des trachytes (probablement andésites) qui partout, à son avis, sont post-éocènes, VERBEEK veut ranger dans le Miocène ces couches de Djokdjakarta. Leur âge éocène ne peut cependant

(1) Le district charbonneux de Oëmbilian contiendrait 200 millions de tonnes; d'autres districts sont connus plus au Sud.

(2) TOBLER. Einige Notizen zur Geologie von Süd-Sumatra. *Verh. der Naturf. Ges. in Basel*, XV, 1903, pp. 272-292.

(3) K. MARTIN. Die Fauna der Melawigruppe, eines tertiären (eocänen?) Brackwasserablagerung aus dem Innern von Borneo. *Jaarb. van het Mijnwezen*, 1898, p. 36-94, pl. XV-XVI.

pas faire de doute; on peut même les considérer comme lutétiennes d'après leurs Nummulites et leurs Orbitoïdes, surtout depuis que SCHLUMBERGER (1), dont les déterminations sont absolument certaines dans la matière, y a signalé *Orbitoïdes* [*Orthophragmina*] *dispansus* Sow.

Des dépôts miocènes, très fossilifères, sont, d'autre part, bien développés dans cette île (2) et la succession serait :

Couches à *Corbula trigonalis* Sow., *Melania Herklotsi* K. M. et à plantes.

Couches à *Cycloclypeus communis* K. M., *Orbitoïdes* [*Lepidocyclus*] *giganteus* K. M., *O. Cartosi* K. M., etc., etc.

Couches à *Cycl. neglectus* K. M. et *Terebratula javana* K. M.

Grès à *Cycl. annulatus* K. M., *C. neglectus* K. M., *Orb.* [*Lepidocyclus*]; calcaires coralliens anciens à *Orb.* [*Lepidocyclus*] sp., *Cycl. cf. annulatus*.

Toutes ces couches à *Lepidocyclus* représentent, à mon avis, l'Aquitainien.

**Birmanie.** — Le Tertiaire de Birmanie est bien connu, grâce aux travaux de NOETLING (3), qui en donne la succession suivante :

PLIOCÈNE	IRRAWADDI SERIES.	Sables jaunes 600 m., terrestres et fluviales. Au sommet peu fossilifères. A la base: Z. à <i>Mastodon latidens</i> , <i>Hippopotamus irrawaddicus</i> . Z. à <i>Hippotherium antilopinum</i> , <i>Acerotherium perimense</i> .
MIOCÈNE	ARRAKAN SERIES.	<p><i>Yenangyoungian</i> : Couches changeant rapidement de faciès et d'épaisseur 400 m., 230 m., 816 m. (dénudation, transgression ?) grès, argiles avec gypse, nombreux fossiles, faciès marin et saumâtre.</p> <p><i>Promeian</i> : Couches d'estuaire; charbon et localement pétrole, résine (Burmck.). 470 m. à 730 m. grès « poivre et sel » friable ou dur; argiles bleuâtres. — <i>Anoplotherium birmanicum</i>.</p>
ÉOCÈNE	BASSEIN DIVISION.	Argiles et grès fossilifères avec un lit de calcaire nummulitique [3 m.] ( <i>Nummulites</i> , <i>Velates Schmidelianus</i> ).
ÉOCÈNE ou CRÉTACÉ	CHIN DIVISION,	env. 200 m. à 300 m. — Argiles à faciès flysch et calcaire sans fossiles = Axialgroup [160 m.].

On remarquera que NOETLING n'a pas utilisé le terme de Oligocène; il s'élève, en effet, avec force et non sans raison, contre son

(1) CH. SCHLUMBERGER. Troisième note sur les Orbitoïdes. *B. S. G. F.*, [4], III, 1903, p. 287.

(2) K. MARTIN. Die Tertiärschichten von Java. Leiden, 1880. p. 14. — K. MARTIN. Die Fossilien von Java. Leiden, 1891.

(3) NOETLING. The Fauna of the Miocene Beds of Burma. *Pal. ind.*; New. ser. vol. I, part. 3, 378 p., 25 pl. 1901.



emploi (p. 17) : « I have purposely refrained from mentioning the « Oligocene; if we keep in mind for what series of strata the « Oligocene has originally been established in Northern Germany, « it seems almost absurd to try and recognize this division of the « Tertiaries, which is so continently a facies of the European « continent, in Burma. »

Mais la succession qu'il donne peut, à mon avis, se paralléliser parfaitement avec celle d'Europe.

La *Chin division* correspond à une époque de régression (Éocène inférieur), tandis que la *Bassin division* représente les sédiments de la transgression consécutive (Éocène moyen et supérieur à *Nummulites*); *Velates Schmidelianus* CHEMN. n'est en effet nullement caractéristique de l'Yprésien; les travaux de MUNIER-CHALMAS (1), entre autres, ont montré qu'elle remontait dans tout l'Éocène, jusque dans les couches à *Cerithium Diaboli* BRONGN.; on l'a signalée, dans le Sud de Madagascar (FISCHER; 1878), dans des couches à *Orbitoides (Orthophragmina)*.

Les couches du Proméen, à faciès d'estuaire, qui contiennent *Anoplotherium*, correspondent à la régression stampienne et la série de *Yenangyoungian* est l'équivalent des étages aquitaniens et burdigaliens, par lesquels débute la transgression du Miocène inférieur; la faune de la série de *Yenangyoungian* a d'ailleurs de grandes analogies avec la faune aquitanienne de Madagascar.

La comparaison de la faune des « *Yenangyoungian series* » avec celle des autres régions a été faite, avec le plus grand soin, par NOETLING; elle l'a conduit à conclure que, pour 100 espèces indigènes, il y a : 37 types français (de l'Éocène du Bassin de Paris), 50 types pacifiques, 3 types méditerranéens.

Il en a déduit la migration progressive des espèces d'Europe vers l'Océan Pacifique.

Le pourcentage d'espèces vivantes est le suivant : 30 espèces vivant actuellement dans l'Océan Indien, 30 espèces subidentiques, 30 espèces appartenant à des espèces évolutives; il serait plus considérable à Java qu'en Birmanie, ce que NOETLING explique par la même hypothèse de la migration vers le Pacifique.

(1) HÉBERT et MUNIER-CHALMAS. Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale. II. Terrains tertiaires du Vicentin. *C. R. Ac. Sc.*, LXXXV, 1877, pp. 259 265.

D'ailleurs, au point de vue de l'âge, ce pourcentage des espèces vivantes est peu significatif.

Il est beaucoup plus intéressant de rappeler les observations faites jadis par CARTER (1). Cet auteur avait signalé, sur la rive ouest de l'Irraouaddi des *Lepidocyclina* (*Orb. Mantelli* var. *Theobaldi*). Plus récemment, H. DOUVILLÉ (2) a fait connaître, dans la même région, les calcaires jaunes de Tenandong à *L. insulænatalis* R. J. et CH., *L. cf. Martini* SCHLUMB., *L. sp. cf. L. neodispansa* R. J. et CH. ainsi que les marnes grises de Zahachnung avec *Nummulites* et *Orthophragmina* (Bartonien?).

**Hindoustan.** — Les données que nous avons sur l'Éocène des régions indiennes ne sont pas encore précisées d'une façon satisfaisante ; elles sont souvent contradictoires, de sorte que l'on doit laisser de côté les travaux anciens et s'en tenir aux études toutes récentes de NÖETLING (3).

D'après cet auteur, la succession dans la région du Sind serait :

PLIOCÈNE	C. DES SIWALIKS.	
AQUITANIEN	C. DE GAJ.	
STAMPIEN ?	{ C. DE NAHI. <i>Nummulites</i> rares, <i>Orbitolites</i> grandes et nombreuses. (Calc. argileux.) }	Z. à <i>Turritella acuticarinata</i> . Z. à <i>Pecten Bouei</i> d'ARCH. Z. à <i>Eupatagus rostratus</i> d'ARCH. Z. à <i>Echinolampas discoideus</i> d'ARCH.
BARTONIEN		C. DE SPINTANGI. (Calcaire.)
LUTÉTIEN MOYEN	C. DE GHAZIZ. (Calc. argileux.)	Z. à <i>Nummulites lævigatus</i> (avec 4 sous-zones).
LUTÉTIEN INFÉRIEUR	C. DE LAKKI. (Calcaire.)	Z. à <i>Macropneustes speciosus</i> D. et SL. et nombreuses <i>Alveolina</i> .
THANÉTIEN ?	C. DE RANIKOT. (Grès).	

(1) H.-J. CARTER. Description of a large variety of *Orbitolites Mantelli* CARTER from the West-Bank of the River Irrawadi. *Ann. a. Mag. Nat. Hist.*, II, 1888, pp. 342-348 (pas de fig.).

(2) H. DOUVILLÉ. Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. *B.S.G.F.*, [4], V, 1905, p. 451.

(3) FR. NÖETLING. Vorläufige Mitteilung über die Entwicklung und die Gliederung der Tertiärformation im westlichen Sind (Indien). *Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal.*; 1905; pp. 129-137 et 161-171.

De même, H. DOUVILLÉ, interprétant les travaux de CARTER (1), admet que l'*Orbitoides Mantelli* signalé dans le Sind par cet auteur, n'est pas *O. Fortisi* et par conséquent pas une *Orthophragma* comme FEDDEN (2) l'avait pensé, mais bien une *Lepidocyclina*, et que la forme, que CARTER a décrite sous le nom de *Orbiculina pleurocentralis* CARTER, appartient à son nouveau genre *Spiroclypeus*. H. DOUVILLÉ est ainsi amené à admettre, pour la série de Nari, un âge stampien, pour celle de Gaj un âge aquitainien. Nous avons, d'ailleurs, déjà rappelé, ROBERT DOUVILLÉ (1904, b) et moi, que BLANFORD (3) avait signalé dans la série de Gaj des petites Orbitoïdes qui pouvaient fort bien être des *Lepidocyclina*.

Par contre, il est inadmissible que *N. lævigatus* caractérise le Lutétien moyen et *N. perforatus* le Bartonien.

**Pays des Somalis.** — GREGORY (4) a signalé dans cette région une série épaisse de calcaires, probablement éocènes : « I have « yielded an indeterminable species of *Conoclypeus* and some « foraminifera among which M. C. D. SHERBORN and E. CHAPMAN « have identified species of *Nummulites* and *Amphistegina* and « *Orbitoides dispansa* Sow. »

Dans un travail récent, NEWTON (5) a confirmé ces données et signalé aux environs de Berbera (Somaliland) des couches à *Cerithium* cf. *giganteum* LMK., avec *Operculina complanata* DEFR., *Orbitoides dispansus* Sow.

(1) CARTER. Description of some of the larger forms of Foraminifera in Scinde, with observations on the internal structure. *Journ. Bombay Branch As. Soc.*, v, n° 28, 1853, pp. 124-144, pl. II; et *Ann. a. Mag. Nat. Hist.* [2] XI, 1833, pp. 162-177, pl. VII. — Id. Further observations on the structure of Foraminifera and on the larger fossilized forms of Scinde. *Ann. a. Mag. Nat. Hist.*, [3], VIII, 1861, pp. 309-333, 336-382, 446-470, pl. XV-XVII. *Journ. Bombay Branch. As. Soc.*, VI, 1861, pp. 32-96 (pas de pl.).

(2) FEDDEN. On the distribution of the fossils described by Messrs. d'Archiac and Haime. *Mem. geol. Survey India*, XVIII, 1879, pp. 197-210.

(3) BLANFORD. The geology of Western Sind. *Ibid.*, XVII, 1879, pp. 1-196.

(4) J. W. GREGORY. On the geology and fossils Corals and Echinids of Somaliland. *Quart. Journ.*, LVI, pp. 26-43; pl. I et II.

(5) RICHARD BULLEN NEWTON. The tertiary fossils of Somaliland, as represented in the British Museum (Natural History). *Quart. Journal*, LXI, p. 155; pl. XVII-XXI.

	Étages	ZONES	N.-ZÉLANDE	N.-Hébrides N.-Calédonie	CHRISTMAS	BORNÉO	BIRMANIE	INDES	AFRIQUE ORIENTALE	MADA- GASCAR	
NÉOGÈNE	Burdigalien	Z. à <i>Miogyssina</i> seules. Z. à <i>Miogyssina</i> et petites <i>Lepidocyclina</i> .	Couches de Pareora et cal- caires à <i>M.</i> <i>orakeiensis</i> .	Cal. des N. Hébrides à <i>Miogyssina</i> et <i>L. suma-</i> <i>trensis</i> .	Calcaires à <i>Miogyssina</i> et <i>Lepidocy-</i> <i>clina</i> .	Grès et Ar- giles à <i>Mio-</i> <i>gyssina</i> , <i>L.</i> <i>sumatrensis</i> , etc.			C. de Mo- zambique à <i>L.</i> <i>Mozambi-</i> <i>quensis</i> .	C. du Bo- baomy à <i>L.</i> <i>Mantelli</i> , <i>L.</i> <i>Gallieni</i> .	
	Aquitanien	Z. à petites <i>Lepidocyclina</i> et <i>L. marginata</i> . Z. à <i>L. dilatata</i> Z. à <i>L. Raulini</i> . Z. à <i>L. Raulini</i> et <i>L. sub-</i> <i>Brongniarti</i> .				Marnes, cal- caires et mar- nes à silex à <i>L. insulæna-</i> <i>talis</i> . Calcaires à <i>Lep. formosa</i> et <i>N. sub-</i> <i>Brongniarti</i> .	.Yenangyou- ngian series — Calcaires de Tenandony à <i>L. insulæna-</i> <i>talis</i> .	C. de Gaj à petites <i>Orbi-</i> <i>toides</i> .	C. de l'Afri- que orientale allemande à <i>L. dilatata</i> , <i>L.</i> <i>Raulini</i> .	Basaltes et tufs basalti- ques.	
	Rupélien (= Stampien)	Z. à <i>N. intermedius-Fich-</i> <i>teli</i> , et <i>N. vascus-Bou-</i> <i>cheri</i> , <i>N. Bouillei</i> . Pas d' <i>Orthophragmina</i> .		Roches vol- caniques an- ciennes des Nouvelles-Hé- brides.	(Lacune; Ba- saltes et tufs basaltiques).	Grès et mar- nes à <i>N. sub-</i> <i>Brongniarti</i> .	Proméien à <i>Anoplothe-</i> <i>rium</i> .	C de Nari.	(Lacune).		
	Tongrien str. sensu (= Sanuoisien)	Z. à <i>N. contortus-striatus</i> , <i>N. intermedius</i> .									
	Bartonien supérieur	Z. à <i>N. contortus-striatus</i> .									
	Bartonien inférieur	Z. à <i>N. contortus-striatus</i> , <i>N. Lucasanus</i> , <i>N. variolarius</i> .		Cal. de Nou- méa à <i>O. lan-</i> <i>ceolata</i> . C. de Gilliès et de Nouméa à <i>O. varians</i> , <i>N.</i> <i>variolarius</i> , <i>N. striatus</i> .		Grès et mar- nes à <i>Orth.</i> <i>Pratti</i> .	Série de Bas- sein.—Marnes de Zahachung à <i>Nummulites</i> et <i>Ortho-</i> <i>phragmina</i> .				
	Lutétien supérieur	Z. à <i>N. contortus-striatus</i> , <i>N. crassus-Lucasanus</i> , <i>N. Brongniarti</i> .									
	Lutétien moyen	Z. à <i>N. complanatus</i> , <i>N. crassus</i> , <i>N. biarritzensis</i> , <i>N. aturicus</i> , <i>N. Brongniarti</i> , <i>Assilina exponens</i> , <i>A. spira</i> .	C. d'Oomaru.		Calc. à <i>Or-</i> <i>thophragmi-</i> <i>na</i> .	Calcaires à <i>N. biarritz-</i> <i>ensis</i> , <i>O. javana</i> , <i>O. omphalus</i> .		C. de Spin- tangia à <i>N. per-</i> <i>foratus</i> .	Calc. del'A- frique occi- dentale à <i>N.</i> <i>perforatus</i> , <i>N. lævigatus</i> .	Calc. de Windsor- Castle à <i>Orth.</i> <i>Archiaci</i> , <i>O.</i> <i>dispansa</i> .	
	Lutétien inférieur	Z. à <i>N. lævigatus</i> , <i>N. scaber</i> , <i>N. atacicus</i> , <i>N. Murchisoni-irregu-</i> <i>laris</i> ; <i>Assilina spira</i> , <i>A. præspira</i> .		C. de Popide- ry à <i>N. Djok-</i> <i>jakarlæ</i> et grandes <i>Or-</i> <i>thophragmi-</i> <i>na</i> .		(Lacune; Ba- saltes et tufs basaltiques).		C. de Ghazig à <i>N. læviga-</i> <i>tus</i> .	Calc. du Pays des So- malis à <i>Num-</i> <i>mulites</i> et <i>O.</i> <i>dispansa</i> .		
	Londinien (= Ypré- sien, Cuisien)	Z. à <i>N. planulatus-elegans</i> ; Pas d' <i>Assilina</i> .									
Thanétien						Chin divi- sion.	C. de Rani- kot.				

A Sokotara, KOSSMAT (1) a signalé un calcaire à Nummulites et à Alvéolines, reposant sans discordance sur la Craie.

**Afrique orientale allemande.** — Nous n'avons pas d'autres renseignements sur cette région que ceux fournis par WOLFF (2) en 1900. Il a indiqué l'existence d'une formation à *Nummulites Ramondi* DEF., *N. cf. lævigatus* LMK., *N. perforatus* MONTFORT, *N. obesus* D'ARCH., *Assilina granulosa* D'ARCH., *A. spira* DE ROISSY, dont l'âge éocène moyen ne peut faire aucun doute.

Une grande lacune existe ensuite jusqu'aux couches aquitaines, à *Lepidocyclina Verbeeki* N. et H. J'ai reconnu sur les échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. W. WOLFF que cette forme devait être rapportée, non à *L. Verbeeki* N. et H., mais à *L. dilatata* MICHT.

**Afrique du Sud.** — Aucune couche tertiaire n'a été signalée, à ma connaissance, dans l'Afrique du Sud. Mais dans la colonie portugaise de Lourenço-Marques, dans le Gazaland, sur la rivière Busi, NEWTON (3) a signalé un calcaire à *Nummulites perforatus* et *N. biarritzensis*, *Orbitoides papyraceus*, etc.

D'autre part, GÜMBEL (4) a depuis longtemps signalé à Mozambique, *Orb. mozambiquensis* MENEGHINI (manuscrit), forme qui, d'après lui, serait très voisine de *O. Mantelli*. La présence de cette espèce, qu'il faut donc rapporter au groupe des *Lepidocyclina*, indiquerait l'existence de l'Aquitainien.

## RÉSUMÉ

Ces revisions des formations jurassiques, crétacées et tertiaires sur le bord de l'Océan Indien nous amènent à des conclusions inté-

(1) KOSSMAT. (Über die geologische Untersuchungen in Sokotra, Abd el Kuri und Sunha). *Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. zu Wien*, IX, 1899, pp. 73-87.

(2) W. WOLFF. Versteinerungen des Tertiärs, in W. BORNHARDT, *Deutsch Ost-Afrika*, Band. VII; Berlin, Reimer, 1900.

(3) NEWTON. Note on the occurrence of Nummulitic Limestone in South-Eastern Africa. *Geol. Mag.*, 1896, p. 487-488, pl. XV.

(4) GÜMBEL. Beiträge zur Foraminiferenfauna der nordalpinen Eocängebilde. *Abh. d. k. bayer. Akad. der Wiss.*, II Cl., IX Bd., II Abth, 1868, p. 111.

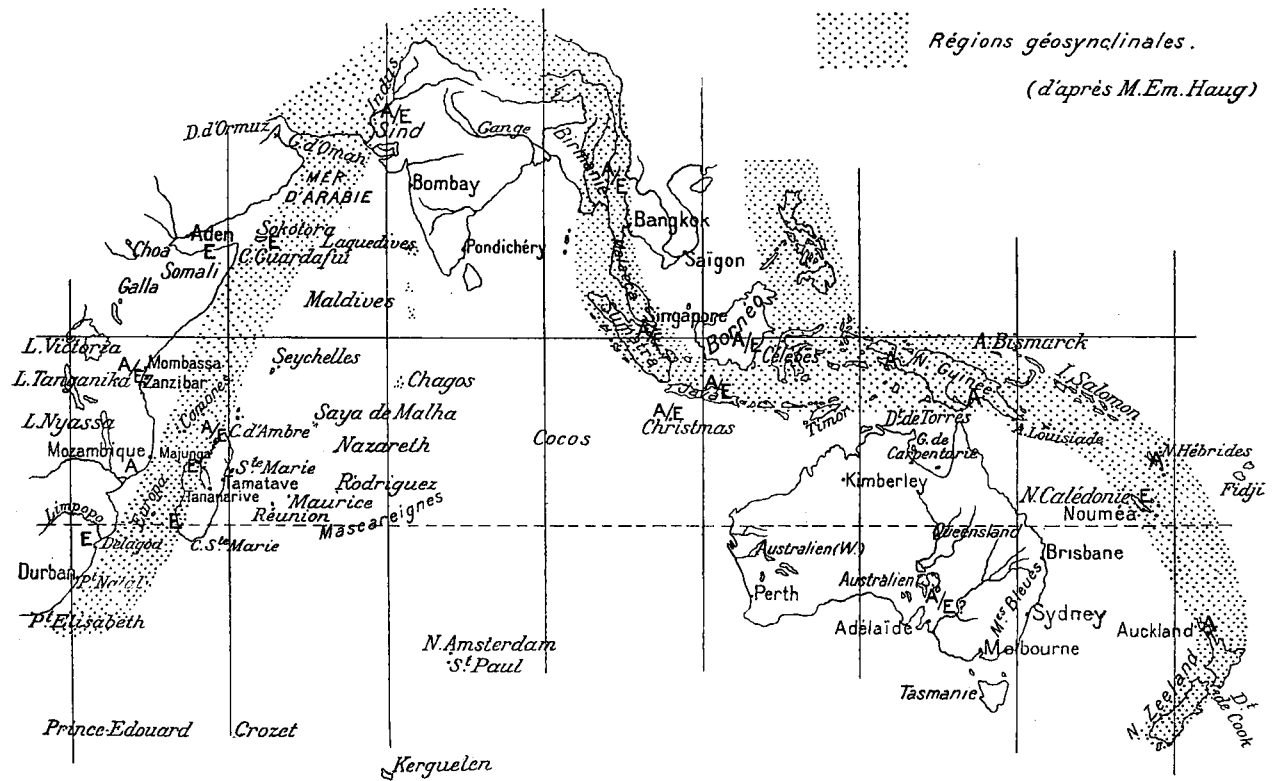


Fig. 140. — PRINCIPAUX GISEMENTS TERTIAIRES SUR LE POURTOUR DE L'Océan Indien

- A. — Aquitaniens.
- E. — Éocènes.

ressantes. Pour un même groupe d'étages, il y a en général opposition très marquée entre les régions nettement continentales et les régions géosynclinales.

Le **Lias**, qui est un terme régressif sur les aires continentales, manque effectivement en Australie. Par contre, il est très développé en Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Guinée, dans les îles de la Sonde. Il est représenté, dans l'Inde Péninsulaire et dans l'Afrique du Sud, par les couches à végétaux du Gondwana supérieur, à Madagascar et en Abyssinie par des grès, d'un faciès tout à fait littoral.

Le **Jurassique inférieur** (Bajocien, Bathonien) est, au contraire, très développé sur l'aire continentale australienne et c'est un des arguments sur lequel É. HAUG s'était appuyé pour établir sa loi. On le connaît également en Nouvelle-Guinée, île qui, en certaines de ses parties, se rattache à l'aire continentale australienne. Il manque en Nouvelle-Zélande et en Nouvelle-Calédonie. Mais dans l'Inde Péninsulaire, en Abyssinie, à Madagascar, c'est par lui que débute la série des couches jurassiques.

Le **Jurassique moyen et supérieur** est encore trop mal connu pour que l'on puisse même entrevoir la loi des mouvements marins à ses différentes époques. Cependant, on remarque que, en Nouvelle-Zélande et aux îles de la Sonde, on a signalé des couches à *Hoplites* de la partie tout à fait terminale du Jurassique.

Le **Crétacé moyen** est bien développé en Australie, où il débute par de l'Aptien à *Crioceras australe*; il en est de même à Bornéo, dans l'Inde et dans l'Afrique du Sud. Il manque au contraire en Nouvelle-Zélande et en Nouvelle-Calédonie; en ce pays la série se termine par les couches à *Acanthoceras*.

L'**Aturien** est, d'après É. HAUG, en transgression sur les aires continentales. De fait, il paraît bien développé dans l'Inde péninsulaire et à Madagascar, où il paraît effectivement transgressif. Il est en régression en Nouvelle-Calédonie; par contre, il semble transgressif en Nouvelle-Zélande.

A l'époque **tertiaire**, ainsi que je l'ai déjà indiqué (P. LEMOINE, 1904, a ; P. LEMOINE et R. DOUVILLÉ, 1904, e), rien n'est plus net que la double transgression du Nummulitique moyen (**Lutétien**) et de la base du Néogène (**Aquitanién**) sur les bords de l'Océan Indien.

Nous déduisons de ces faits que le pourtour de l'Océan Indien offre bien les caractères propres aux régions géosynclinales.

Dès lors, nous sommes amenés à admettre, et cette hypothèse est confirmée par ce que l'on observe en Australie, que l'Océan Indien, ainsi entouré par des régions géosynclinales, occupe l'emplacement d'une aire continentale (aire continentale australo-indo-malgache), dont il reste à étudier la structure et l'histoire.





## RELATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DE MADAGASCAR

---

*Faune.* — Mammifères. — Oiseaux. — Reptiles. — Batraciens. — Poissons. — Mollusques. — Crustacés. — Insectes. — Arachnides. — Myriapodes. — Hyménoptères. — Coléoptères. — Orthoptères. — Annélides.

*Flore.* — Araliacées. — Mousses.

*Présence dans la faune de Madagascar, de types communs avec d'autres régions.* — Types communs avec l'Amérique du Sud. — Types communs avec l'Afrique. — Types communs avec la région orientale. — Types communs avec l'Australie.

*Conclusions.* — Relations probables des dates d'arrivées de Faunes avec les Phénomènes de régression dans les géosynclinaux.

Les relations biogéographiques de Madagascar ont été discutées, avec une grande compétence, par de nombreux auteurs, en particulier par BLANFORD (1), BEDDARD (2), LÿDEKKER, É. HAUG (3). Il me paraît utile de rappeler ici ces exposés, en les complétant au moyen des données récemment acquises.

On pourra en tirer quelques renseignements utiles sur l'histoire géologique de Madagascar aux époques récentes.

\*\*\*

(1) BLANFORD. Anniversary adress of the president. *Quart. Journ.*, XLVI, 1890, pp. 87-93; voir aussi pp. 97-103.

(2) BEDDARD. *Textbook of Zoogeography*. Cambridge, 1895.

(3) ÉM. HAUG. Les géosynclinaux et les aires continentales. *B.S.G.F.*, [3], XXVIII, 1900, pp. 617-711; voir en particulier pp. 636-638.

La faune actuelle de Madagascar est extrêmement spéciale. On a dit qu'elle était « elle-même ».

Il est évident que dire avec MILNE-EDWARDS de la faune de Madagascar qu'elle « est elle-même » n'explique rien, si ce n'est dans l'hypothèse de centres zoogéniques distincts ; Madagascar (1) aurait été l'un d'eux. Cette hypothèse, qui pourrait être envisagée s'il s'agissait d'un *groupe unique* d'animaux, ne peut convenir puisqu'il s'agit de *toute la faune* malgache ; elle serait d'ailleurs complètement incapable d'expliquer les analogies très réelles qui existent entre certaines formes animales de Madagascar et celles d'autres pays.

En réalité, les éléments de la faune de Madagascar présentent une distribution géographique tout à fait extraordinaire ; mais, par cela même, ils peuvent être utilisés pour établir les relations anciennes de Madagascar avec d'autres parties du globe (2). M. BOULE a fait ressortir que, suivant le groupe d'êtres qu'on examine, on est amené à rapprocher Madagascar d'un pays différent. Effectivement, nous trouvons des analogies avec l'Afrique, avec la région indo-mélanésienne (3), avec l'Australie, avec l'Amérique du Sud. Mais la chose n'a rien qui doive étonner ; car ces analogies sont présentées par des groupes dont la *date d'apparition n'est pas la même* et qui, par suite, témoignent de *relations paléogéographiques différentes*.

L'encombrement de la nomenclature zoologique est d'ailleurs tel et les relations de certaines familles entre elles sont encore si mal connues, qu'il faut se borner à utiliser les données, établies par des spécialistes qui ont effectué de certains groupes une revision

(1) Quand on discute les relations biogéographiques de Madagascar, on entend celles de toute la région malgache, c'est à dire de Madagascar et des îles avoisinantes : Seychelles, Aldabra, Comores, La Réunion, Maurice, Rodriguez, etc.

Voir sur ce sujet : A. VOELTZKOW. Die von Aldabra bis jetzt bekannte Flora und Fauna. *Abhandl. der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, XXVI, 1899, p. 541.

(2) C'est sur des considérations de ce genre qu'ont été fondées les principales hypothèses, déjà émises sur les relations paléogéographiques de Madagascar (Continent Lémurien ; Lémurie réduite à un groupe d'îles de M. G. GRANDIDIER. Voir aussi JACOBI. Lage und Form biographischer Gebiete. *Z. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin*, XXXV, 1900, pp. 147-238 ; pl. VII-VIII.

(3) Le terme de *région indomélanésienne* paraît avoir été créé par A. GRANDIDIER. Ethnographie. *Hist. naturelle de Madagascar*, 1901, 1<sup>er</sup> fasc., p. 6 ; voir aussi : *Id.*, *Revue scientifique*, 11 mai 1872, p. 1085.

ARTIODACTYLES.

*Hippopotamus Lemerlei* A. GRAND (†).

*Potamochoerus larvatus* CUV. (= *P. Edwardsi* A. GRAND.) (†) et vivant.

*Hippopotamus sivalensis* FALC. et CAUTL. (†) du Miocène des Siwalicks ; *H. palæindicus* F. et C. (†) du Pleistocène de la Narbaddah ; *H. amphibius* LINNÉ ; *H. Liberiensis* MART. de l'Afrique.

*Potamochoerus* d'Afrique ; *Chæropotamus* DESM. (4 espèces).

RONGEURS.

*Brachyuromis Jamirohitra* FORS. MAJ. (†) et vivant.  
*Hypogeomys australis* G. GR. (†) et *H. antimena* vivant.  
*Bunomys* (†) ; *Grandidierina* (†) et de plus *Mus*, *Eliurus*, etc.

Les genres de cette famille se trouvent fossiles dans l'Éocène et le Miocène d'Europe (*Cricetodon cadurcensis* SCHLOSSER, etc.) ou vivants (*Cricetus*) en Europe, Asie, Afrique. On en connaît plusieurs formes en Amérique.

CARNIVORES.

*Cryptoprocta ferox* BENNET viv. [*C. ferox*, var. *spelæa* (†)].

*Viverra fossa* SCHREB., viv. [*Viv. fossa*, var. *Alluaudi* (†)].

*Calidictis striata* GEOFFROY ; *G. vittata* GRAY ; *G. elegans*

GEOFFR., etc. ; *Eupleres Gondoti* DOYER.

*Proælurus Julieni* FILH. ; *Pr. lemanensis* F. du Miocène de France.

Des formes voisines (*Helogale*, *Bdeogale*, etc.) se trouvent en Afrique ; d'autres (*Herpestes*) à la fois en Afrique, en Palestine, en Inde et à l'état fossile dans le Miocène d'Europe.

Forme voisine des *Ichneumon*.

LÉMURIENS.

*Megaladapis madagascariensis* F. M. (†) et 3 autres espèces.

*Lemur insignis* FILHOL (†) ; *L. varius* G. et 8 autres espèces, vivantes.

*Palæopropithecus ingens* (†) ; et *Propithecus diadema* BENNET, etc., vivant.

*Archæolemur Majori* F. ; *A. Edwardsi* F. (†).

*Bradylemur robustus* G. G. (†).

*Hadropithecus stenognathus* LORENZ (†).

*Mixocebus caniceps* PETERS, vivant.

*Hamalemur grisens* GEOFFROY : etc., 2 esp. ; vivant.

*Lemilemur mustelinus* GEOFFROY ; etc., 7 esp. ; vivant.

*Opolemur Milii* GEOFFROY ; etc., 7 esp. : vivant.

*Pharner furcifer* BLAINV. ; etc., 5 esp. ; vivant.

*Chiromys madagascariensis* GEOFFR. ; vivant.

Les familles des *Lémuridés*, *Indrisidés*, *Archæolémuridés* et *Chiromyidés* n'existent pas ailleurs.

La famille voisine des *Nycticebidés* comprend, outre le *Pro-nycticebus Gaudryi* G. G. (†) de l'Oligocène d'Europe, des formes du Bengale, de l'Indo-Chine et de Java (*Nycticebus tardigradus* LINNÉ), des Philippines (*N. menagensis* NACHTRIEB), de Ceylan, de l'Inde et de la Birmanie (*Loris gracilis* GEOFFR.), de l'Afrique (*Perodidicus potto* BOSMAN, 2 esp. ; *Galago galago* SCHWEBER, 9 esp.).

Celle des *Tarsidés* ne comprend comme espèce vivante que *Tarsius tarsius* FEXLER, de la Malaisie et des Philippines et (?) des formes fossiles nombreuses d'Amérique (*Anaptomorphus* (†), etc.), de l'Angleterre (*Microchærus erinaceus* WOODW. (†), du Quercy (*Necrolemur Edwardsi* FILHOL (†) ; 9 esp.), du Bassin de Paris (*Adapis parisiensis* CUV. (†), 3 esp.), etc., etc.

CENTETIDÉS.

*Centetes ecaudatus* SCHREB. († et vivant).

*Hemicentetes* (2 esp.) ; *Ericulus* (2 esp.) ; *Orizoryctes* (4 esp.) ;

*Microgale* (7 esp.) ; *Limnogale mergulus* F. M. ; *Geogale aurita* M. E. et GR. ; vivants.

Les formes voisines vivantes sont *Chrysochloris* et *Amblysomus* de l'Afrique du Sud, *Potamogale* de l'Afrique Occidentale, *Solenodon* des Antilles. On connaît des formes fossiles dans l'Éocène de France (*Diacodon Pomelii* V. LEMOINE), du Wyoming (*Ichlops*, *Mesodectes*, *Diacodon*, *Centetodon*), dans le Miocène du Colorado.

TUBULIDENTÉS.

*Plesyorycteropus madagascariensis* FILHOL (†).

On en a rapproché les formes fossiles comme : *Palæorycteropus Quercyi* FILH. des Phosphorites du Quercy, *Orycteropus Gaudryi* F. M. du Miocène de Samos et de Perse. On connaît des *Orycteropus* (3 esp.) vivants, en Afrique.

C'est à un groupe très voisin qu'appartiennent les *Necromanis* (†) de l'Éocène d'Europe, les *Manis* (vivant, 7 esp.) de l'Afrique, de l'Inde, de la Chine, de Formose, des îles de la Sonde.

*Bradytherium madagascariense* G. GRAND (†).

Les genres voisins seraient *Ericulus*, *Entelops* (†) de l'Éocène de Patagonie, *Bradypus* (7 esp. ; vivant) de l'Amérique du Sud.

Le signe (†) indique les espèces subfossiles.

détaillée. Les faits, relatifs aux autres groupes, devront être laissés de côté.

Il est donc impossible de faire ici un exposé (1), même succinct, de la faune de Madagascar, ni même de ses relations avec d'autres pays ; je me bornerai à indiquer, parmi les faits d'ordre biogéographique, ceux qui m'ont paru les mieux établis et les plus suggestifs, au point de vue des analogies et des connexions faunistiques de Madagascar.

## FAUNE

**Mammifères.** — Pour avoir une idée complète de la faune mammalogique de Madagascar, il faut considérer, outre les formes vivantes, la faune disparue, dont G. GRANDIDIER a fait une étude si approfondie. C'est à peine, d'ailleurs, si on peut la ranger dans le Pleistocène ; car ces animaux disparus se sont éteints, il y a quelques siècles seulement : ils ont été contemporains d'un homme connaissant les instruments en fer et peut-être même les armes à feu.

Les Artiodactyles se réduisent, en dehors de *Bos madagascariensis*, forme probablement importée du Golfe Persique ou d'Égypte, à *Hippopotamus Lemerlei* A. GRAND. et à deux autres espèces, puis à *P. Edwardsi* A. GRAND., voisin de *Potamochoerus larvatus* CUVIER (2).

Ces deux dernières formes sont, comme on l'a fait remarquer depuis longtemps, des animaux assez bons nageurs qui peuvent fort bien avoir passé d'Afrique à Madagascar, à la faveur d'un chapelet d'îles, séparées par des détroits d'une faible largeur. L'absence presque absolue des Ruminants, à Madagascar, est un des caractères négatifs les plus saillants de la faune de l'île.

Les Rongeurs ont des affinités, d'une part avec des formes fossiles de l'Éocène et du Miocène d'Europe, de l'autre avec des

(1) Un tel exposé ne peut être l'œuvre que d'un zoologiste. Il devra s'appuyer sur des statistiques complètes et sera, par suite, le résultat d'un travail colossal.

(2) Sur ce sujet voir : FORSITH MAJOR. On the species of *Potamochoerus*, the Bush-Pigs of the Ethiopian region. *Proc. Zool. Soc.*, 1897, pp. 359-370, pl. XXV-XXVI.

formes vivantes d'Europe, d'Asie et d'Afrique, qui n'ont pas de représentants en Amérique.

La présence des *Centétidés* ou Tenrecs est extrêmement curieuse; cette famille est isolée à Madagascar; on connaît seulement en Afrique et aux Antilles quelques espèces qui ont des analogies avec elle (1).

De même, l'un des Édentés de Madagascar, le *Bradytherium* (2), n'a de parents que parmi les Édentés vivants et fossiles de l'Amérique du Sud.

Parmi les Cheiroptères, certains genres, comme *Pteropus* et *Emballonura*, sont indo-malais et ne se retrouvent pas en Afrique; d'autre part, le genre africain *Epomorphus*, manque complètement; il est bien difficile d'admettre que ces animaux aient pu franchir toute la mer des Indes (3). Par contre, d'autres genres, comme *Coleura*, *Rhinoleptus*, etc., sont communs à Madagascar et à l'Afrique.

Enfin, la caractéristique de la faune mammalogique de Madagascar est la présence des Lémuriens, groupe qui fut développé, en Europe et en Amérique du Nord, à l'époque éocène et oligocène et dont les représentants actuels, presque identiques aux formes fossiles, sont aujourd'hui confinés à Madagascar. (Deux genres voisins vivent encore dans la région orientale). C'est surtout à ce titre que l'on a pu dire que la faune de Madagascar est une faune tertiaire, ou plus particulièrement oligocène, comme (4) on a dit que la faune d'Australie avec ses Marsupiaux si caractéristiques est une faune secondaire.

**Oiseaux.** — Si l'on fait abstraction des Oiseaux de haut vol,

(1) TROUSSERT. La distribution géographique, la classification et les affinités des Mammifères insectivores. *Rev. scientifique*, XXX, 1882, p. 513.

(2) Dans un travail récent, AMEGHINO nie que *Bradytherium* soit réellement un Édenté.

(3) Il faut noter surtout l'analogie de *Pteropus edulis*, de l'Inde, et de *Pteropus Edwardsi*, de Madagascar, et remarquer que la distance qui sépare, non pas Madagascar de l'Inde, mais seulement les Chagos des Seychelles, est de près de 2 000 kilomètres.

Voir : DOBSON. Report on the geographical distribution of the Chiroptera. 48<sup>th</sup> meeting of the Brit. Assoc. for the Adv. of Science at Dublin, 1878. London, 1879; p. 558 et pp. 158-167.

(4) ED. SUSS. Ueber den vermeintlichen säcularen Schwankungen einzelner Theile der Erdoberfläche. *Verh. k. k. geol. Reichsanstalt*, 1880, pp. 178-....

la faune ornithologique malgache « a un caractère tout particulier et..., malgré la petite distance qui sépare Madagascar du « continent africain, ses affinités sont beaucoup plus grandes « avec l'Extrême-Orient qu'avec l'Afrique (1) ».

BLANFORD a déjà insisté sur l'absence des familles africaines les plus caractéristiques (Musophagidées, Colidés, Irrisoridés). Par contre, il y a de grandes analogies avec les types indiens; ainsi, par exemple, les genres *Ixocincla* et *Tylas* sont très proches du genre oriental *Hypsipetes*. En somme, il faut conclure, avec GEOFFROY-SAINT-HILAIRE, HARTLAUB et BLANFORD, que la faune d'oiseaux des Mascareignes a plus de connexion avec les types indiens qu'avec les types éthiopiens.

Il y a, d'autre part, un certain nombre de formes voisines de celles d'Australie et de Nouvelle-Guinée : *Philepitta*, genre voisin de *Paradigallus* de Nouvelle-Guinée ; *Coracopsis* ; *Dromæocercus*, proche parent de *Stipitura* d'Australie. Le genre malgache *Mesites* a beaucoup d'analogie avec le *Rhinochætus* de Nouvelle-Calédonie et avec le *Psophia* et l'*Aramus* de l'Amérique du Sud. Une espèce, connue seulement à l'état fossile, *Tubonyx Roberti*, appartient à un genre représenté en Australie et en Tasmanie (*T. Mortieri*).

Mais il y a également, dans la faune malgache, des éléments communs avec la faune africaine. Les perroquets du genre *Palæornis* se trouvent dans l'Afrique orientale, aux Seychelles, à la Réunion, à Maurice ; il est vrai qu'ils manquent à Madagascar même. Le genre *Coracopsis*, dont je viens d'indiquer la parenté avec une forme australienne, se retrouve en Ethiopie et existerait en Europe, fossile à l'époque miocène. JACOBI (*loc. cit.* p. 174) pense que cette forme est peut-être originaire de la région malgache.

Il y a aussi des analogies avec la faune sud-américaine. Outre les relations, déjà signalées, de *Mesites* avec *Psophia* et *Aramus*, on peut noter celle des *Falculia* malgaches avec les *Xiphorhynchus* américains, etc. Le *Monias Benshi* (2), forme aberrante, récemment découverte, ressemblerait surtout à certains fourmiliers américains.

(1) A. MILNE-EDWARDS et A. GRANDIDIER Histoire naturelle des Oiseaux. *Histoire... de Madagascar publiée par A. GRANDIDIER*, XII ; Résumé, p. 737.

(2) E. OUSTALET et G. GRANDIDIER. Description d'une nouvelle espèce d'oiseau, type d'un genre nouveau, provenant de Madagascar. *Bull. Mus. d'Hist. Nat.* ; 1903, p. 10.

Les grands Oiseaux de Madagascar : *Æpyornis* (9 esp.); *Mullerornis* (3 esp.) appartiennent à la sous-classe des *Ratites* dont la distribution géographique serait intéressante; mais l'on s'est demandé si les analogies de ces formes entre elles ne sont pas dues à des phénomènes de convergence, d'adaptation à une vie similaire (1). On en connaît à la Nouvelle-Zélande (*Dinornis giganteus*, *Apteryx*), en Australie (*Dromæus*, l'Emeu), en Afrique (*Struthio*, l'Autruche), en Amérique du Sud (*Rhea*), en Nouvelle-Guinée (*Casuarius*, Casoar).

A l'état fossile, le groupe aurait des représentants dans l'Éocène de Meudon (*Gastornis*) (2), d'Angleterre (*Dasornis londinensis* OWEN, *Odontopterus*), du Fayum (*Eremopezus cocænus* ANDREWS), d'Amérique (*Diatryma*).

En résumé, les analogies de la faune ornithologique malgache, dont les éléments sont d'apparition relativement ancienne, seraient plutôt avec la région australienne et la région sud-américaine; elles seraient presque nulles avec l'Afrique.

**Reptiles.** — Les Reptiles de Madagascar n'ont pas encore été l'objet d'une étude systématique, de sorte qu'il est difficile d'avoir une idée d'ensemble de leurs relations.

Il semble cependant que les analogies herpétologiques de l'île soient surtout avec l'Afrique, bien que certains genres africains (*Trionyx*; Agamidés; Lycodontidés; Élopidés; Vipéridés) manquent complètement dans les Mascareignes, et, avec l'absence des Salamandres, c'est là un caractère négatif d'une certaine valeur.

Le genre *Acontias* (Scinques) a une répartition géographique intéressante; il est spécial à Ceylan (4 esp.), à Madagascar (3 esp.) et à l'Afrique du Sud (5 esp.).

On remarquera d'abord, avec TROUËSSART, que les Caméléons ont une distribution géographique parallèle à celle des Lémuriens;

(1) BURCKHARDT. *Über Æpyornis*. *Pal. Abhandl.*, Iena, 1893, II, pp. 128-145, 4 pl.

(2) *Gastornis* est considéré par certains auteurs comme appartenant au groupe des Anseridés. Voir HENRY WOODWARD. On flightless birds, commonly called « wingless birds » fossil and recent... *Proceed. of the geol. Association*, IX, 5, 1885.

Voir aussi : C.-W. ANDREWS On the Pelvis and Hind-limb of *Mullerornis Betsilei* M. E. et GRANT; with a note on the occurrence of a ratite bird in the Upper Eocene Beds of the Fayum (Egypt.). *Trans. of the Zool. Soc. of London*, 1904, I, p. 163, pl. V. et text.-fig. 15.

la plupart d'entre eux se trouvent à Madagascar, quelques uns seulement vivent en Afrique et dans l'Inde.

Chez les Lézards, *Hophurus* et *Chalorodon* sont des Iguanoïdes, famille confinée, par ailleurs, à l'Amérique.

Le genre *Phelsuma* (Geckonidés) est seulement représenté, en dehors des Mascareignes, par une seule espèce trouvée aux îles Andamans.

Il y a également quelques relations faunistiques avec l'Amérique.

Le genre *Hemidactylus* (*H. Mabonia* MOR. DE J., par exemple) se trouve aux Indes, à Madagascar et aux Comores (1), dans l'Afrique centrale et en Amérique.

L'île Ronde, près Maurice, contient les deux seules espèces des genres *Casaria* et *Bolieria*; ces genres, ainsi que *Corallus* et *Boa*, sont entièrement américains ou antilléens, sauf quelques espèces dans la région malgache (2).

Dans ce même ordre d'idées, JOURDRAN (3) a montré que les Ophidiens de Madagascar n'appartenaient qu'à des groupes de « formes archaïques très anciennes », aux genres *Colubrus* et *Boa* et que des types récents, comme les Vipéridés, y manquaient totalement.

Les genres *Phylodryas* et *Heterodon*, chez les Serpents, sont des types américains dont la distribution est parallèle à celle des Centétidés.

Le Crocodile de Madagascar (4), tout au moins le *Cr. robustus* V. et GR., fossile dans toute l'île et, vivant aujourd'hui seulement dans les grands lacs de l'île, aurait de grandes analogies avec la forme indienne *Cr. palustris* LEMON des Indes.

Les grandes Tortues terrestres ont une distribution géographique très spéciale. On ne les connaît guère que dans la région malgache, en Australie, en Nouvelle-Guinée, et aux îles Galapagos (O. Pacifique, sur la côte de l'Amérique du Sud). Dans la région

(1) VAILLANT. Matériaux pour servir à l'histoire herpétologique des Comores. *Bull. Soc. Phil.*, [7], XI, 1887, p. 131.

(2) BEDDARD. *Loc. cit.*, p. 46-47, p. 189.

(3) JOURDRAN. Les Ophidiens de Madagascar. *Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris*, 1903, p. 22.

(4) VAILLANT. Remarques sur le *Crocodylus robustus* VAILLANT de Madagascar. *C. R. Ac. Sc.*, XCVII, 1883, p. 1081.



malgache, elles étaient jadis extrêmement abondantes, tant à Rodriguez (1) (*T. Vosmaeri* FITZINGER, *T. pellastes* DUMÉRIL et BIBRON, *T. Commersoni* VAILLANT) qu'à Madagascar (*T. abrupta* A. GRAND., *T. Grandidieri* VAILLANT). Elles existent encore, à l'état vivant, aux îles Aldabra et aux Seychelles et l'expédition allemande de la « Valdivia » en a rapporté plusieurs exemplaires.

Les *Pélomédusidés* commencent dans l'Éocène inférieur d'Europe, de l'Inde et de Nouvelle-Zélande ; on en connaît des représentants fossiles dans le Nummulitique du Fayum (2) : *Stereogemys libyca* ANDREWS, *St. Oromeri* A. ; *Podocnemis antiqua* ANDREWS.

A l'époque actuelle, le genre *Podocnemis* n'existe qu'à Madagascar (1 esp.) et en Amérique (6 esp.). Les genres voisins *Sternotherus* et *Pelomedusa* ne se trouvent qu'en Afrique et à Madagascar. La distribution géographique de ces *Pélomédusidés* est donc extrêmement curieuse (3).

Mais, comme l'a fait remarquer SCHACHT, la nomenclature de ces formes a été établie sans aucun soin et il y règne le plus grand désordre. Lui-même, d'ailleurs, dans la bibliographie qu'il donne sur ces formes, ne cite aucun des travaux français sur les formes malgaches (4).

**Batraciens.** — Les Batraciens de Madagascar n'ont, pas plus que les Reptiles, été encore l'objet d'une étude systématique.

Cependant on peut, dès à présent, signaler à leur sujet quelques faits intéressants (5).

De nombreuses relations existent entre les Batraciens de Madagascar et ceux de la région orientale. Chez les Grenouilles, on notera, avec BLANFORD, que les genres *Rhacophorus* et *Calophrynus*

(1) VAILLANT. Les Tortues éteintes de l'île Rodriguez, d'après les pièces conservées dans les galeries du Muséum d'Histoire Naturelle. *Centenaire de la fondation du Mus. d'Hist. Naturelle ; volume commémoratif* ; 1893, p. 237.

(2) ANDREWS. *Loc. cit.* — Voir aussi : A. VON REINACH. Schildkrötenreste aus dem ägyptischen Tertiär. *Abhandl. her. von der Senckenb. naturforsch. Ges.*, XXIX, 1903, 64 p. 17 pl.

(3) BEDDARD. A Text-book of Zoogeography. Cambridge, 1895 ; p. 39-40. — Voir aussi GADOW. *Trans. Zool. Soc.*, XIII.

(4) PAUL SCHACHT. Beiträge zur Kenntniss der auf den Seychellen lebenden Elefanten-Schildkröten. *Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee Expedition auf dem Dampfer « Valdivia », 1898-1899 ; Iena, III, 1902, p. 103-129, pl. XV-XXI.*

(5) BEDDARD. *Loc. cit.* ; p. 49.

ont surtout des affinités orientales (chez *Calophrynus*, 3 espèces orientales, 1 espèce malgache.) La Grenouille, *Rana mascarina*, se trouve aux Seychelles et sa présence a été admise comme une des preuves de l'origine continentale de ces îles. Les Cœciliens, qui habitent ce même archipel, se retrouvent à Ceylan. La famille des *Discophidés* (Lézards) comprend 3 genres distribués à Madagascar et en Birmanie.

Par contre, il existe des formes communes à Madagascar et à l'Amérique du Sud. Parmi les Batraciens anoures, la famille des Dendrobatidés est remarquable par ce fait que, sur trois genres qu'elle comporte, deux (*Mantella*, *Stumpffia*, 5 esp.) sont spéciaux à Madagascar, un (*Dendrobates*) n'existe qu'en Amérique du Sud.

**Poissons.** — La caractéristique de la faune ichthyologique de Madagascar (1) est la présence des *Chromidés* ou *Cyclidés* (2).

Ces poissons sont connus à l'état fossile, peut-être depuis le Crétacé moyen, certainement depuis l'Éocène inférieur. Ils sont actuellement confinés en Amérique du Sud, en Afrique (sauf au Nord de l'Atlas), en Palestine, à Madagascar et sur les bords de la péninsule indienne. Les formes malgaches (*Paretroplus*) seraient, d'après SAUVAGE, plus voisines des formes américaines (à écailles cténoïdes) que des formes africaines (à écailles cycloïdes); PELLEGRIN (*loc. cit.*, p. 107) n'est, d'ailleurs, pas de cet avis : *Ptychochromis*, *Paratilapia*, *Paretroplus* se rapprochent plus des espèces africaines, surtout de celles des Grands Lacs. *Paretroplus* serait une transition vers *Etroplus* de l'Inde.

Par contre, les familles de Poissons, dont l'apparition remonte seulement au Tertiaire, sont peu ou pas représentées : il n'y a que 3 espèces (3) de *Siluridés*, poissons tropicaux connus depuis le début du Tertiaire, 2 espèces (4) de *Cyprinodontidés*, apparus au début du Miocène, aucune espèce de *Cyprins* : ces formes qui débutent

(1) SAUVAGE. Histoire naturelle des Poissons ; in A. GRANDIDIER. Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, vol. XVI, Paris, 1887-1891. Considérations générales sur la faune ichthyologique de Madagascar, p. 532.

(2) J. PELLEGRIN. Contribution à l'étude anatomique, biologique et taxinomique des Poissons de la famille des Cyclidés. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, Lille, 1904.

(3) Dont une seule espèce d'eau douce : *Laiumena borbonica* SAUV.

(4) La plupart des Cyprinodontidés vivent indifféremment en eau douce, en eau saumâtre ou en eau salée.

au Miocène sont répandues sur toute la surface du globe, sauf en Amérique du Sud, Australie, Madagascar (1).

On peut en déduire cette conclusion que les analogies ichthyologiques de Madagascar sont plutôt avec l'Amérique du Sud qu'avec l'Afrique et qu'elle a été séparée du continent africain, au moins depuis le Miocène, puisqu'on n'y rencontre ni *Siluridés*, ni *Cyprins*.

**Mollusques.** — La plupart des Mollusques d'eau douce de Madagascar sont des formes très spéciales, ce qui « paraît démontrer que cette île a été depuis longtemps isolée et sans communication continentale » (2).

Cette faune malacologique se relie, au point de vue générique, avec celle de Maurice, de la Réunion, des Comores et des Seychelles : mais ses affinités africaines paraissent être très faibles.

On en trouve plutôt avec la région orientale.

C'est ainsi que *Cyclotopsis* est particulier aux îles Mascareignes et à l'Inde; que *Cyathopoma*, *Leptopoma*, *Streptaxis* des Seychelles, *Glessila* des Comores ont des affinités indiennes très nettes. Une espèce de l'Inde, très particulière, *Helix barakporensis*, a été retrouvée à Madagascar. *Helicina* est une forme répandue partout, sauf en Afrique. Une espèce très inattendue est *Conchostyla viridis*, d'un genre spécial aux Philippines. Les affinités des *Cyclostomatidés* de Madagascar avec ceux de l'Inde sont considérables. Il est curieux de noter qu'aucun type des familles, orientales et mascareignes, des *Cyclophoridés* et des *Hélicinidés*, ne se trouve en Afrique.

On avait pensé que ces analogies faunistiques avec l'Inde pouvaient être attribuées à l'action des courants. BLANFORD a montré que cette hypothèse ne pouvait se soutenir.

(1) Le Cyprin doré (*Carassius auratus* LINNÉ) a été introduit à Madagascar et s'y est tellement multiplié qu'il tend à faire disparaître les formes autochtones.

C'est d'ailleurs un fait bien connu que, lorsqu'on introduit artificiellement une espèce dans un milieu qui lui est favorable, elle s'y développe avec une rapidité extrême aux dépens des espèces indigènes. C'est une preuve, entre beaucoup d'autres, que la distribution géographique des êtres ne s'explique pas seulement par les conditions de milieu (température, climat...), mais aussi et surtout par des raisons, tirées de l'isolement plus ou moins prolongé de la région et de ses relations paléogéographiques.

(2) G.-F. DOLLFUS. (Observation à une communication de H. DOUVILLÉ.) *B. S. G. F.*, [3], XXVII, 1890, p. 393.

[Sur les analogies de la faune actuelle de mollusques du Tanga-nyka avec les faunes fossiles du Crétacé le plus supérieur ; voir p. 401].

**Crustacés.** — La distribution des Crustacés d'eau douce peut fournir des renseignements très précieux.

Les Décapodes ont été étudiés, d'une façon extrêmement approfondie, par A. ORTMANN (1).

Parmi eux, les *Palæmonidés* ne peuvent fournir de renseignements bien précis (2); c'est un genre en voie d'immigration des eaux marines dans les eaux douces. Cependant, il faut insister, plus peut-être que ne l'a fait COUTIÈRE, sur les affinités sud-américaines de quelques formes comme : *Bythinis Hildebrandi* HILGENDORF de Madagascar et *B. Gaudichaudi* H. M. EDW. du Chili.

La famille des *Parastacidés* est localisée dans l'hémisphère Sud avec des genres spéciaux pour chacune des régions occupées : Australie et Nouvelle-Guinée ; Nouvelle Zélande et peut-être îles Fidji ; Amérique du Sud ; Madagascar (*Astacoides madagascariensis* M. E.).

La famille des *Potamonidés* (*Potamon Goudoti* M. E., etc.) est représentée par des types spéciaux à affinités africaines. Le genre *Deckenia* n'existe que dans l'Est-Africain et aux Seychelles. ORTMANN pense que l'immigration date, au moins, des époques les plus anciennes du Tertiaire. Mais, ce qu'il y a de très curieux, c'est que les membres de la troisième sous-famille des *Potamonidés*, les *Potamocarcinés*, sont actuellement confinés dans l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud (au Nord du fleuve des Amazones).

*Deckenia* a été signalé dans l'Est-Africain par MILNE-EDWARDS, et aux Seychelles par BOUVIER et MILNE-EDWARDS.

**Insectes.** — Beaucoup de groupes d'Insectes ne peuvent donner de renseignements utiles, à cause de leur répartition géographique étendue et de leur diffusion facile. De plus, un certain nombre d'entre eux sont encore insuffisamment étudiés.

(1) ORTMANN. The geographical distribution of freshwater decapods and its bearing upon ancient geography. *Proceedings American Philosoph. Soc.*; XLI, 1902, n° 171, pp. 267-400.

(2) COUTIÈRE. Sur quelques Macroures des eaux douces de Madagascar. *C. R. Ac. Sc.*, CXXX, 1900, pp. 1266-1268.

Les Fourmis (1) présentent beaucoup d'espèces (95 sur 115) spéciales à Madagascar ; mais presque aucun genre n'est cantonné exclusivement dans l'île : le genre *Mystrium* a été récemment retrouvé en Birmanie. D'autre part, il faut noter que la famille des *Darylidés*, si répandue en Asie et en Afrique tropicale, n'a aucun représentant à Madagascar.

**Arachnides.** — Les Scorpions de Madagascar paraissent mal connus ; on y trouve deux genres spéciaux : *Gyosphus* et *Tityobathus* (famille des Buthidés). Les Scorpions d'Éthiopie appartiennent aussi à des genres particuliers (6 genres) dont deux se trouvent aussi en Australie.

**Myriapodes.** — Les Myriapodes (2) de Madagascar ont des analogies avec ceux des régions indiennes et de l'Afrique. Il est curieux de noter que les Seychelles ont des espèces communes avec Madagascar, mais surtout avec l'Inde, tandis que les analogies des Mascareignes proprement dites sont avec l'Afrique du Sud plutôt qu'avec Madagascar.

**Hyménoptères.** — Les Hyménoptères (3) ne fournissent pas de grands renseignements, car leur distribution géographique est mal connue ; ils paraissent surtout avoir des analogies indiennes, les quelques formes africaines pouvant être considérées comme immigrées dans la période la plus récente par des accidents divers.

Un fait curieux est la présence de formes américaines (*Sphex ichneumonea*), qu'on retrouve d'ailleurs aussi dans le Sud de l'Afrique. Les Mascareignes possèdent de rares espèces autochtones, et la plupart des espèces malgaches (sauf *Icaria* et *Bolenocyste*).

Un fait intéressant et qui, d'après son auteur, viendrait à l'appui de l'existence d'un continent antarctique et de son isolement de l'aire continentale malgache, est l'absence totale des Hyménoptères constatée à Kerguelen (4).

(1) A. FOREL. Les Formicides. *Hist. de Madagascar publiée par A. GRANDIDIER*, vol. XX, 1891.

(2) H. DE SAUSSURE et L. ZEHNTER. Histoire naturelle des Myriapodes. *Hist. de Madagascar publiée par A. GRANDIDIER*, XXVII, 1902.

(3) H. DE SAUSSURE. Histoire naturelle des Hyménoptères. *Hist. de Madagascar, publiée par A. Grandidier*, XX, 1890.

(4) G. ENDERLEIN. Die Landarthropoden der von der Tiefsee-Expedition besuchten antarctischen Inseln, *Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer « Valdivia », 1898-1899* ; III, Iena, 1903, p. 199.

**Coléoptères.** — La facilité, avec laquelle se transportent les Coléoptères, fait qu'on ne peut tirer de leur étude aucune conclusion de géographie zoologique (1).

**Orthoptères.** — Mais le groupe, de beaucoup le plus intéressant au point de vue biogéographique, est certainement celui des Orthoptères (2) et DE SAUSSURE a attiré l'attention sur les relations tout à fait anormales de la faune de Madagascar.

A côté des faunes africaines et asiatiques, il y a « des types « aberrants dont on s'explique difficilement la présence à Madagascar. Je veux parler de formes particulières à l'Amérique, je « dirai même entièrement spéciales au Nouveau-Monde, dont on « ne connaît aucun représentant sur les autres continents et qui, « per suite d'une anomalie inexplicable, reparaissent à Madagascar « et à Madagascar seulement » (*loc. cit.*, p. V).

Dans la famille des Mantidés, il y a ainsi des formes à la fois asiatiques et africaines, des formes africaines, des formes indiennes, des formes strictement malgaches et des formes américaines (*Stagmatoptera*, *Liturgousa*, *Pantelica* de Madagascar = *Gonatista* des Antilles) « d'un faciès si semblable à celui du Nouveau-Monde « que si la patrie de ces espèces n'était pas connue, on les aurait « certainement décrites par analogie comme devant être américaines ».

Ce sont, suivant l'expression de DE SAUSSURE, des « formes erratiques » ; leur présence ne peut, dit-il, s'expliquer qu'en admettant que Madagascar « a dû être un jour, directement ou « indirectement, reliée aux terres américaines. . et qu'ensuite les « types américains ont dû être détruits sur la partie du sol africain qui émergeait à cette époque ».

**Annélides.** — Les Planaires d'eau douce présentent des particularités intéressantes. Le genre *Geoplana*, décrit de Rodriguez par GULLIVER, a été retrouvé par VON GRAFF, en Amérique du Sud ; les Géoplanidés sont d'ailleurs restreints à la Notogée et leur distribution ressemblerait beaucoup à celle des Marsupiaux.

(1) Voir KOLBE. Kolopteren der Aldabra Inseln. *Abhandl. her. von der Senkenb. naturf. Ges.*, XXVI, 1899.

(2) H. DE SAUSSURE. Histoire naturelle des Orthoptères. *Hist. de Madagascar*, publiée par A. Grandidier, XXIII, 1895.

Parmi les Vers de terre, la famille des Périchètes montre une distribution géographique remarquable (1) : *Perichæta* est la forme de l'Inde et de l'Archipel malais ; on la retrouve à Maurice ; *Diparochæta* est le genre australien et néozélandais ; *Megascolex* vit en Australie, à Madagascar et aux Seychelles ; *Perionyx* est africain (Zanzibar ; Durban ?). Des formes de cette famille se trouvent en Amérique.

Les *Géoscolicidés* sont des animaux surtout africains ; un genre spécial, *Kynotus*, se trouve à Madagascar (2) ; mais la famille a des représentants en Malaisie et même en Europe ; de nombreux genres se trouvent en Amérique ; aucune forme n'a été recueillie en Australie, ce qui indiquerait pour ce groupe une origine relativement moderne.

Il faut, d'ailleurs, apporter une grande prudence dans l'utilisation des données fournies par la répartition de ces Oligochètes ; beaucoup d'entre eux, et en particulier *Notiodrilus*, ne sont pas des formes terricoles, mais en réalité des formes euryhalines (3).

## FLORE

Aucun travail d'ensemble n'ayant encore été publié sur la flore de Madagascar, il est difficile de se faire une idée d'ensemble de ses relations avec celles des autres pays.

On ne peut d'ailleurs tenir qu'un compte assez restreint des relations phytogéographiques, à cause de l'extrême facilité avec laquelle les graines sont transportées soit par les courants aériens, soit par les oiseaux de haut vol.

**Araliacées.** — Les Araliacées ont fait l'objet d'une revision

(1) BEDDARD. *Loc. cit.*; p. 61, 181.

(2) BEDDARD. *Loc. cit.*; p. 63.

(3) W. MICHAELSON. Die Oligochäten der deutschen Tiefsee-Expedition, nebst Erörterung der Terricolena-fauna oceanischen Inseln, etc.; *Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer « Valdivia », 1898-1899*; III, Iena, 1900, p. 158.

récente (1). La dissémination de leurs graines par le vent ou les animaux peut être considérée comme nulle, de sorte que leur distribution géographique peut jeter une certaine clarté sur l'histoire du globe ; elle a permis, par exemple, d'apporter un argument de plus à l'hypothèse du continent pacifique, aux époques anté-tertiaires. La localisation d'un certain nombre de genres, comme *Tieghemopanax*, *Kissodendron*, *Polyscias* sur l'emplacement de l'ancien continent australo-indo-malgache est également très curieuse. D'une façon générale, cette famille est surtout développée sur les aires continentales de l'hémisphère sud ; elle manque presque complètement dans le continent nord-atlantique.

**Mousses.** — Les Mousses de Madagascar ont été assez bien étudiées (2) ; elles montrent, dans leur ensemble, des analogies surtout avec celles de la côte opposée d'Afrique (Sud-Africain ; Est-Africain) ; ces analogies constituent la caractéristique de la flore bryologique malgache.

La côte Est présente également quelques formes communes avec la région indo-malaise ; mais le nombre des espèces communes est restreint (6 espèces), pas plus considérable qu'avec l'Amérique. Il est intéressant de noter encore, dans ce groupe, la présence de types américains : *Harrisonia Humboldti*, *Angstrœmia vulcanica*, *Webera annotina*, *Rhizogonium spiniforme*, *Hedwigia ciliata*.

Enfin, un certain nombre de formes se trouvent à la fois en Amérique, en Afrique, et dans la région australienne.

*Ceratodon stenocarpus*, Amérique, Inde, Tasmanie ; *Rafidostegium leptorhynchum*, Victoria ; *Macromitrium urceolatum*, Ste-Hélène ; *Macromitrium mauritianum*, Sud-Africain, N.-Zélande ; *Ditrichum baryanum*, Java, N.-Calédonie ; *Rhacocarpus Humboldti*, Amérique, Australie, N.-Zélande ; *Ensticha longirostris*, Amérique, Tristan d'Acunha.

Les analogies floristiques de Madagascar avec l'Afrique et

(1) RENÉ VIGUIER. Recherches anatomiques sur la classification des Araliacées. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, 1906.

(2) F. RENAULD. Prodrôme de la flore bryologique de Madagascar, publié par ordre de S.A.S le prince Albert I. Vol. 4<sup>e</sup>, Monaco, 1897. — PALACKY. Bemerkungen zur Moosflora von Madagascar. *Verh. d. K. K. zool-bot. Gesellschaft*, Wien, 1899.



l'Amérique du Sud ont été mises récemment en évidence par ENGLER (1) et l'opinion de ce savant est d'autant plus importante qu'il s'est occupé d'une façon très spéciale des flores africaines et qu'il s'était jadis (2) déclaré hostile à l'hypothèse de connexions continentales entre l'Afrique et l'Amérique du Sud. Après avoir révisé les formes communes aux deux régions (3), il est arrivé à cette conclusion (p. 227) que :

A une époque où l'évolution des Angiospermes était déjà assez avancée, il a existé entre Madagascar, l'Afrique et l'Amérique du Sud une connexion continentale ou tout au moins assurée par plusieurs grandes îles.

L'hypothèse d'une connexion à l'époque jurassique lui paraît tout à fait insuffisante et il serait disposé à admettre des relations entre l'Afrique et l'Amérique du Sud pendant les époques crétacée et éocène (*loc. cit.*, p. 230).

\*  
\*\*

Le tableau ci-contre résume les analogies faunistiques de Madagascar avec l'Amérique, l'Afrique, la région orientale, la région australienne.

## TYPES COMMUNS AVEC CEUX D'AUTRES RÉGIONS

**Présence dans la faune de Madagascar de types communs avec l'Amérique du Sud.** — Il résulte, de cette revision rapide des relations biogéographiques de Madagascar, un fait très intéressant, à savoir dans presque tous les groupes, la présence de types d'animaux dont les affinités sont avec les faunes sud-américaines.

(1) A. ENGLER. Ueber floristische Verwandtschaft zwischen den tropischen Afrika und Amerika, sowie über die Annahme eines vermutheten brasilianisch-äthiopischen Continents. *Sitzungsberichte der Kön. preus. Akad. d. Wissenschaften*, Berlin, 1905, VI-VIII, p. 180-231.

(2) A. ENGLER. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, II, 1882, p. 173-178.

(3) Ces analogies entre la flore d'Afrique et d'Amérique du Sud ne peuvent être dues à des phénomènes de convergence ; car ENGLER a été frappé de ce fait que, jusqu'à des familles entières, communes aux deux régions, manquent en Asie tropicale.

Tableau montrant quelques unes des analogies de la faune de Madagascar avec celle des pays voisins.

	MADAGASCAR	AMÉRIQUE	AFRIQUE	RÉGION INDOMÉLANÉSIENNE	AUSTRALIE (A.) ET NOUVELLE-GUINÉE (N. G.)
<b>Mammifères.</b>	Lémuriens. Pteropus Phyllorhina. Emballonura Coleura (S.). Centetes. Limnogale Hippopotamus (+) Potamochærus. Plesiorycteropus (+). Bradytherium.	Solenodon.	Galago Perodicticus Phyllorhina Coleura Potamogale Hippopotamus Potamochærus Orycteropus Bradypus.	Nycticebus, Tarsius Loris. Pteropus. Phyllorhina. Emballonura. Hippopotamus (+).	
<b>Oiseaux . . . .</b>	Philepitta. Coracopsis Dromæocercus. Mesites Tubonyx Palæornis. Falculia Monias Chenalopsis	Psaphia, Aramus Xiphorhynchus Fourmiliers.	Coracopsis Palæornis. Chenalopsis.		Paradigallus (N. G.). Coracopsis ? Stipitura (A.) Rhinochætus (N. G.). Tubonyx (A.).
<b>Batraciens . .</b>	Calophrynus Cœciliens (S.) Discophidés Mantella, stumpfia	Dendrobates.		Calophrynus. Cœciliens. Discophidés.	
<b>Reptiles . . . .</b>	Iguanoides. Phelsuma. Hemidactylus Casarca. Corallus. Boa Phyllodryas. Heterodon.	Iguanoides. Hemidactylus. Casarca. Corallus. Boa. Phyllodryas. Heterodon.		Phelsuma.	
<b>Poissons . . . .</b>	Chromidés . . . . .	Chromidés . . . .	Chromidés .	Chromidés.	
<b>Mollusques . .</b>	Cyclotopsis Helix barackporensis Cyclophoridés.			Cyclotopsis. Helix barackporensis. Cyclophoridés.	
<b>Crustacés . . .</b>	Bythinis Astacoides Paraastacidés Potamocarcinés Deckenia	Bythinis. Paraastacidés. Potamocarcinés. Deckenia.			Astacoides. Paraastacidés.
<b>Insectes . . . .</b>	Mystrium Stagmatoptera Liturgousa Pantelica	Stagmatoptera. Liturgousa. Gonatista.		Mystrium.	
<b>Annélides . . .</b>	Geoplana Perichæta	Geoplana.		Perichæta.	

S indique les groupes qui ne se trouvent qu'aux Seychelles.  
+ indique les formes qui n'existent qu'à l'état fossile dans la région considérée.

BLANFORD (1), DE SAUSSURE (*loc. cit.*, 1895), HAUG (2) ont déjà fait ressortir les affinités considérables de la faune de Madagascar avec celle de la région sud-américaine (3). Il faut noter que les formes communes ont quelquefois des représentants africains, généralement refoulés, soit dans l'Afrique du Sud, soit dans les massifs montagneux (Abyssinie) ; il existe, d'ailleurs, dans ces régions africaines des types américains qui ne sont pas représentés à Madagascar. Ces formes communes sont toujours des types archaïques, sans relation avec les faunes miocènes, soit d'Europe, soit d'Amérique (Santa-Cruzien) ; elles présentent au contraire de grandes affinités avec les faunes oligocènes d'Europe, du Nord-Amérique et du Sud-Amérique (Couches à *Pyrotherium*). C'est donc une faune dont l'âge est oligocène, éocène ou anté-éocène.

Et dès lors, il est facile d'expliquer la dispersion et la distribution de ces « formes erratiques ». Restes d'une faune crétacée ou tertiaire ancienne, commune à tout le continent africano-brésilien, elles se sont maintenues à Madagascar et en Amérique du Sud (4), grâce à l'isolement de ces deux régions.

En Afrique, au contraire, elles ont été refoulées, depuis longtemps, par la concurrence de la faune mio-pliocène venue d'Europe.

Ce sont là des conclusions fort importantes au point de vue des relations paléogéographiques de Madagascar (5).

**Types communs avec l'Afrique.** — Les analogies faunistiques de Madagascar avec l'Afrique, sans être très considérables, sont cependant multiples ; elles s'observent dans des groupes d'âge très

(1) W. T. BLANFORD. Anniversary adress of the President. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLVI, 1890, Proc. p. 88.

(2) É. HAUG. Les géosynclinaux et les aires continentales, *B.S.G.F.* [3], . . . 1900, p. 88 ; voir p. 660-661.

(3) Voir aussi : PFEFFER. *Zool. Jahrbuch*, suppl. 8, 1905. ORTMANN. *The American Naturalist.*, XXXIX, 1905.

Les relations faunistiques de l'Amérique du Sud avec l'Afrique ont été niées par PFEFFER. ORTMANN montre, au contraire, combien elles sont évidentes.

(4) L'envahissement de l'Amérique du Sud par des types septentrionaux ne s'est fait qu'au Pliocène supérieur : couches de Monte-Hermoso.

(5) Des communications faciles ont pu exister entre le Sud-Amérique et l'Afrique, même après le Cénomaniens ; la présence des dépôts cénomaniens sur le bord occidental de l'Afrique n'implique pas nécessairement la dislocation du massif continental, car ce sont des dépôts transgressifs, formés dans des eaux d'une faible profondeur.

différent et ce seul fait indique la complexité des relations paléogéographiques de Madagascar avec l'Afrique.

Il faut mettre d'abord tout à fait à part les formes communes à la fois à l'Amérique, à l'Afrique, à Madagascar. Ce sont, comme je viens de le dire, les vestiges africains d'une faune fort ancienne.

Un second groupe comprend les types communs à Madagascar et à l'Afrique, et dont la présence nécessite une connexion continentale entre les deux pays. Ce sont des formes encore relativement anciennes.

Dans un troisième groupe, enfin, se rangent les deux formes récentes *Hippopotamus* (1) et *Potamochoerus*.

**Types communs avec la région orientale.** — Les analogies sont, somme toute, assez lointaines avec la région orientale (Inde, etc.).

Quelques unes s'expliquent très naturellement par le refoulement dans ces régions, comme à Madagascar, d'espèces européennes éocènes (*Viverra*, *Galidictis* et *Nycticebus*).

D'autres (*Pteropus*, Oiseaux) sont dues à des relations directes, soit par terre ferme, soit à la rigueur par des séries d'îles, à une époque relativement récente.

D'autres formes (Mollusques, Insectes) témoignent d'une connexion plus intime à une époque beaucoup plus ancienne.

**Types communs avec la région australienne.** — Il ne faut pas négliger non plus l'existence, dans la faune de Madagascar, de types voisins de formes d'Australie, de Nouvelle-Guinée, etc.

Les *Paraastacidés* sont surtout intéressants parce qu'ils sont localisés dans l'hémisphère sud avec des genres spéciaux pour chacune des régions occupées; leur différenciation est donc fort ancienne; ORTMANN pense qu'ils ont émigré d'Asie vers le milieu du Crétacé. Ils se seraient ensuite répandus sur le continent australo-indo-malgache et de là sur le continent africano-brésilien; ils auraient ensuite disparu de l'Afrique.

(1) Sur les analogies de l'Hippopotame de Madagascar avec ceux d'Afrique et sur le caractère récent de l'espèce malgache, voir : C. L. FORSITH-MAJOR. Some account of a nearly complete Skeleton of *Hippopotamus madagascariensis* GULDB. from Sirabe (Madagascar) obtained in 1895. *Geol. Magazine*, [IV], IX, 1902 pp. 193-199; pl. XII.

Les analogies de certains Oiseaux de Madagascar et d'Australie montrent également la possibilité de communications entre ces deux pays, à une époque peut-être assez récente (existence du même genre *Tubonyx*).

Le fait que les types communs, en dehors des *Paraastacidés*, ne sont que des Oiseaux, montre que les communications récentes entre Madagascar et l'Australie, ont dû rester fort difficiles. De même nous avons vu que les connexions récentes avec la région orientale n'étaient présentées que par des oiseaux et des chauve-souris. Il est possible qu'à cette époque le continent australo-indo-malgache fut réduit à un groupe d'îles, comme M. G. GRANDIDIER en a émis l'hypothèse.

### CONCLUSIONS

La comparaison des faunes de plusieurs régions entre elles est chose très délicate, parce qu'il est nécessaire de tenir compte d'un certain nombre de données, qui sont souvent imparfaitement connues.

Tout d'abord, l'âge relatif des différents éléments d'une faune est important à connaître parce que des éléments d'âge différent ont souvent une origine différente. Or, on est rarement fixé sur l'âge de ces divers éléments.

Il faut tenir compte aussi de ce qu'une faune, après avoir existé dans une région, peut n'y avoir laissé que des traces insignifiantes dans la nature actuelle, quand elle a été refoulée et concurrencée par une faune nouvelle immigrée. Dans les régions, au contraire, où elle a été préservée du contact de ces faunes nouvelles, elle a pu se maintenir pour ainsi dire à l'état *frais*; c'est ce qui est arrivé pour les faunes terrestres en Australie (Mésozoïque) et à Madagascar (Tertiaire ancien); pour les faunes marines dans le Tanganyka et le Victoria-Nyanza (Mésozoïque).

Enfin, il ne faut pas oublier que des formes qui nous paraissent semblables, peuvent en réalité avoir des origines très différentes, par suite de phénomènes de convergence, dus à l'influence de milieux identiques ou à toute autre cause. C'est pourquoi je ne

crois pas devoir tenir compte des renseignements que pourraient fournir la distribution des grands oiseaux coureurs et même celle des grandes tortues.

Tenant compte de toutes ces données, je crois que l'on peut distinguer, dans la faune actuelle de Madagascar, tout au moins cinq faunes superposées :

V. — Une faune récente, importée par l'homme ou arrivée à Madagascar par suite de circonstances fortuites (espèces cosmopolites à dispersion facile) : Bœuf, Rongeurs, etc. (1).

IV. — Des traces d'une faune apparue à l'époque mio-pliocène en Europe, ne comprenant que l'Hippopotame et le Potamochære. Ce sont des animaux un peu nageurs qui ont pu passer d'Afrique à Madagascar, à un moment où le canal de Mozambique était moins large et moins profond qu'aujourd'hui et où des îles (Comores, etc.) établissaient une communication plus facile. Nous savons d'ailleurs, par l'absence des Poissons d'eau douce de la famille des Cyprins, qu'il n'a pas dû y avoir de communication continentale complète depuis le début du Miocène. Cette communication incomplète a dû s'établir à une époque de régression dans les géosynclinaux.

III. — Une faune, apparue à l'époque éocène en Europe et dans l'Amérique du Nord, comprend les Lémuriens, les Viverridés, etc. Elle a pu passer d'Afrique à Madagascar à la fin de l'Éocène, pendant la période de régression dans les géosynclinaux qui s'étend entre le Bartonien (C. à *Nummulites*) et l'Aquitainien (C. à *Lepidocyclina*). Le petit nombre d'espèces (3), connues à Mada-

(1) On peut noter dans cette faune un certain nombre d'espèces comme :

*Felis caffra* introduit vers 1845 — *Crocidura albicauda* PETERS (indigène aux Comores ?) introduite de l'Inde vers 1890 (On peut se demander si *Crocidura auriculata* FITZING n'aurait pas été introduit de même à une époque antérieure. — *Bos madagascariensis*, dont les analogies avec le Bœuf-Apis et des types de l'Inde ont été signalées par G. GRANDIDIER, aurait été, d'après cet auteur, importé par les arabes (*loc. cit.* ; p. 47). — On peut citer aussi le Cyprin doré (*Carassius auratus* LINNÉ), dont l'origine dans les rivières du centre de l'île paraît devoir remonter aux exemplaires donnés en cadeau à la reine Ranavalona I.

Il faut probablement y ranger aussi *Felis maniculata* GRETZ, répandu dans tout le Soudan oriental et l'Abyssinie. Cette espèce paraît n'avoir été signalée qu'une fois : Voir J. CHAÏNE, Le Chat sauvage de Madagascar. *Proc. verb. Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1905.

gascon, de Poissons de la famille des Siluridés, montre que cette communication n'a pas dû être très prolongée.

II. — Ce doit être vers la même époque qu'a dû passer de la région malgache en Afrique et de là en Europe, où on le trouve fossile à l'époque miocène, le *Coracopsis*, type commun à l'Australie, à Madagascar et à l'Afrique. On sait que JACOBI considère la région malgache comme étant sa patrie d'origine. Il faisait probablement partie de toute une faune d'oiseaux, habitant le continent australo-malgache, et dont il reste des types communs dans les deux grandes îles (1).

Peut-être est-ce de cette même façon, en admettant que l'effondrement du continent n'était pas complètement terminé, qu'il faut expliquer quelques unes des analogies faunistiques des Mascareignes avec l'Inde (*Pteropus*, Oiseaux).

I. — Tout à fait anciens paraissent être les éléments communs avec l'Amérique, qui donnent, en grande partie, à la faune malgache son cachet si spécial. Ce sont des mammifères archaïques, connus à l'état fossile dans les dépôts éocènes du Fayum et de Patagonie ; à cette faune appartiendraient les Chromidés apparus dans le Crétacé moyen, et les Potamonidés dont l'immigration daterait au moins du commencement du Tertiaire.

La faune de mollusques, commune à Madagascar et à la région orientale, implique également des connexions très anciennes entre les deux pays.

(1) J'ai été heureux de trouver une confirmation de cette vue dans un travail récent de TROUËSSART qui, à la suite d'une étude des parasites des Perroquets, est arrivé à cette conclusion que « l'ordre des *Psittaci* s'est développé (et ses commensaux avec lui) à l'époque crétacique sur le continent antarctique.... ». L'Afrique « aurait reçu tardivement ses Perroquets de Madagascar (*Psittacus erythacus* qui se rapproche des *Vazas*) et de l'Australie. — Voir TROUËSSART et FAVETTE. Monographie du genre *Protolichus* et révision des Sarcoptidés plumicoles qui vivent sur les perroquets. *Mém. Soc. Zool. de France*, XVII, 1904, p. 120-196, 11 pl.

## Relations des dates probables d'arrivée de Faunes avec les Phénomènes de régression dans les Géosynclinaux

TERMES	DANS LES RÉGIONS GÉOSYNCLINALES	ARRIVÉES DES FAUNES SUCCESSIVES
Pontien	Régression	Faune V (importée) Arrivée de la faune IV ( <i>Hippopotamus</i> )
Aquitaniens à Helvétien	Transgression	
Stampien	Régression	Arrivée de la faune III (Types des phosphorites) Passage en Afrique de la faune II (Oiseaux australo-malgaches)
Lutétien supérieur à Sannoisien	Transgression	
Aturien à Éocène inférieur	Régression	Arrivée de la faune I (Types américains)
Emschérien	Transgression	



## FAILLES ET PLIS DE MADAGASCAR ET DE L'OCÉAN INDIEN

---

Les accidents Nord-Sud (phénomènes d'étirements). — Les accidents Est-Ouest.  
Lignes directrices de l'Océan Indien.

La tectonique des terrains sédimentaires malgaches est essentiellement simple ; les couches sont généralement horizontales ou affectées d'une légère inclinaison dans une direction donnée.

Leur succession n'est interrompue que par quelques failles, que j'ai signalées déjà dans le cours de ce travail.

Dans la Montagne des Français, il y a de petites failles, à peu près Est-Ouest, sans grande importance (voir p. 212).

La vallée du Rodo et celle de l'Andranomandevy, qui suivent à peu près la limite des terrains jurassiques et des terrains éruptifs, paraissent correspondre à une ligne de faille ou d'étirement approximativement Est-Ouest, qui place les calcaires du Bathonien-Bajocien à une altitude plus élevée que le Néocomien (voir p. 141).

Dans le Cercle d'Analalava, une faille, à peu près Nord-Sud, détermine le bord des falaises entre Mahitsihazo et Andranosamontana (voir p. 142, fig. 35 et p. 146).

D'autre part, j'ai indiqué (p. 72) comment le massif de Bejofo me paraissait correspondre à un axe anticlinal et la haute vallée de la Mahavavy à une région synclinale.

Enfin, c'est un accident E.-W. qui amène au jour, immédiatement sous le Jurassique inférieur, et sans intercalation de grès liasiques, les granites que j'ai signalés (voir p. 95) entre Ambodimadiro et Iraony, dans le Cercle d'Analalava.

\*  
\* \*

D'autres failles et d'autres plis ont été signalés à Madagascar. Dans l'Ouest malgache, H. DOUVILLÉ (1899) et M. BOULE (1902 ; fig. 1, p. 687) ont émis l'hypothèse que des failles parallèles, approximativement Nord-Sud, se trouvent en plusieurs points, en particulier le long de l'Ambongo.

GAUTIER (1902, Thèse, p. 105) en a indiqué un grand nombre ; mais cet auteur, surtout géographe, ne distingue pas assez ce qui est faille et ce qui est falaise, ce qui est dû à un phénomène tectonique et ce qui est dû aux phénomènes d'érosion. Nous le suivrons cependant en beaucoup de points, car c'est l'un de ceux qui ont le mieux vu Madagascar et le mieux compris sa morphologie.

\*  
\* \*

**Les accidents Nord-Sud.** — La plupart des grandes lignes de dislocation de Madagascar sont sensiblement Nord-Sud, parallèles à la direction générale de l'île.

La dislocation maîtresse est *la faille de la côte Est*. Elle s'étend de Fort-Dauphin au Cap Maroala. Je l'ai déjà étudiée (voir p. 235), et n'en reparlerai pas ici.

Elle fait probablement partie, avec la ligne des Maldives, Laquedives et Chagos, du système de cassures le long desquelles, à une époque relativement récente, s'est effondré, par compartiments, le continent australo-indo-malgache (voir plus loin).

La *vallée de Mangoro* et le *lac Alaotra* constitue une dépression extrêmement rectiligne et très curieuse, dont l'origine tectonique ne paraît pas douteuse : d'après BARON, ce serait une voûte anticlinale effondrée. Cette dépression est jalonnée par des dépôts lacustres, étudiés par BARON (1889, p. 306), d'après lequel ils se poursuivraient au Nord du Lac Alaotra jusqu'au Lac Saririaka. GAUTIER (1902, Thèse, p. 113) voit la continuation de cette dépression, au Sud, dans le Haut-Mananjary.

*Micaschistes du Nord du Betsileo.* — Ils forment, en ce point, une

bande synclinale de près de 80 kilomètres de longueur, alignée à peu près Nord-Sud.

L'*Andavakasay* ou faille de l'*Ifasy* est une longue falaise dans les terrains anciens ; elle est bordée par une rangée de volcans éteints ; il est naturel d'y voir, avec GAUTIER (1902, p. 116) une ligne de dislocation ; elle s'observerait sur une longueur de 200 kilomètres environ et la dénivellation serait de plusieurs centaines de mètres.

La *Haute-Mahavavy* m'a paru (voir p. 72) occuper l'emplacement d'un synclinal ; elle est curieusement prolongée par la Haute-Sofia.

La *faille d'Andranosamontana*, dont l'existence est certaine (voir p. 142, fig. 35), est parallèle à ces directions.

La *faille du Kamory*, dans le cercle de Maevatanana, est assez bien connue, grâce aux travaux de COLCANAP (1906, b) ; elle met en contact le Jurassique inférieur (Bathonien-Bajocien) avec le Jurassique supérieur (Séquanien-Kimeridgien à *Hecticoceras Kobelli*), de sorte que le Callovien, par exemple, paraît mal représenté dans la région. Nous savons, de plus, que cet accident n'est pas toujours une faille, mais souvent un pli-faille.

Il en est de même dans la région du Manambolo, au pied du *Bemaraha* ; l'accident n'a été marqué (voir fig. 141) que sur une faible longueur, au Nord de Manambolo, mais il semble beaucoup plus considérable, à en juger par ce que nous savons de la topographie ; il s'étendrait tout le long de la falaise qui termine à l'Ouest les causses du *Bemaraha* ; cette faille amène les terrains jurassiques supérieurs au pied des falaises constituées par les calcaires du Jurassique inférieur (calcaires de cause du Bathonien-Bajocien).

Ces accidents, sensiblement Nord-Sud, qui affectent les terrains sédimentaires de l'Ouest de Madagascar, paraissent d'ailleurs être d'une nature spéciale, différente de celle des failles de la côte Est.

Ce ne sont pas, comme ces dernières, des failles rigoureusement rectilignes, affectant tous les terrains traversés. Ce sont, au contraire, des accidents, au contour sinueux, qui paraissent coïncider avec des falaises dues à l'érosion ; les seules qu'on connaisse dans l'Ouest de Madagascar se trouvent toujours au contact des *mêmes formations*, du Jurassique inférieur calcaire et du Jurassique supérieur (Bathonien-Bajocien) argileux. C'est ce que l'on

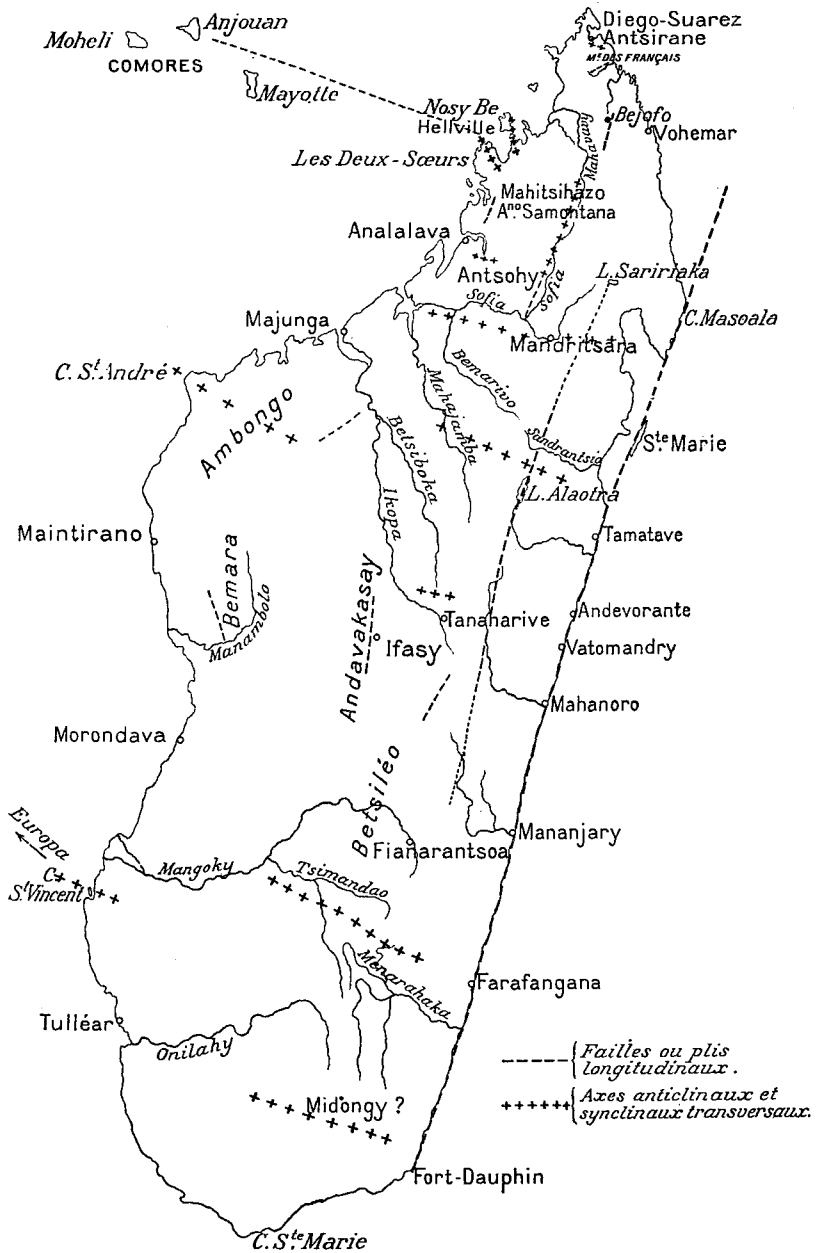


Fig. 141. — CARTE DES LIGNES DIRECTRICES DE LA GÉOLOGIE DE MADAGASCAR  
Échelle : 1/10 000 000

observe dans les failles du *Bemaraha*, du *Kamory*, d'*Andranosamontana*, de la vallée du *Rodo*. En beaucoup de points, leur contour paraît épouser celui des formes des terrains ; il ne s'agirait, non pas de *paraclases*, au sens ancien du mot, mais de zones d'étirement ; ces **phénomènes d'étirement** se sont produits le long du contact de terrains dont la texture est aussi différente que celle du Jurassique inférieur et du Jurassique supérieur. Ces accidents paraîtront pouvoir être interprétés en admettant, à une époque récente, l'élévation en masse du Massif central de Madagascar.

Des phénomènes analogues ont été indiqués par É. HAUG sur le bord Est du Massif central de la France, entre La Voulte et Aubenas (1). C'est là que, par une étude détaillée du phénomène, on aura peut-être l'explication de ces accidents d'une nature spéciale dont on ne peut encore, à Madagascar, que signaler l'existence.

**Les accidents Est-Ouest.** — Ces accidents de direction, approximativement Nord-Sud, ne paraissent pas être les seuls. Des accidents Est-Ouest paraissent également jouer un rôle assez considérable. On a déjà fait remarquer, à plusieurs reprises, l'existence de deux avancées de terrains anciens sur la côte Ouest.

C'est d'abord, au Nord, la région de Nosy Be, occupée par des syénites post-liasiques. Les terrains liasiques y affleurent dans une région où, vu la longitude, on s'attendrait à trouver du Crétacé ou du Tertiaire. Comme M. BOULE (1899, c., p. 379) paraît avoir été le premier à le signaler, on est tenté de relier cette « avancée » de Nosy Be aux îles Comores et à Mayotte, qui jalonnent une ligne de hauts-fonds dans l'Océan Indien.

En réalité, la direction de Nosy Be-Comores ne coïncide que très grossièrement avec les alignements transversaux offerts par les syénites de la région de Nosy Be et sur lesquels STANISLAS MEUNIER (1901) a attiré l'attention. A la suite des travaux du Dr JOLY (1900 et 1901), il a distingué les trois alignements suivants :

- 1° Sambirano, Ankify, Nosy Komba, Lokobe (2).
- 2° Banc du Touareg, Tany Kely, Mallaka, Ouest de Nosy Be (3).
- 3° Les Deux Sœurs, Antsoha, Kivanjy, Ancazoberavina.

(1) Communication inédite de M. É. HAUG.

(2) Le gisement de syénites, signalé par HERLAND au Nord de Mahazandry, prolonge d'une façon remarquable cet alignement.

(3) Sur le prolongement de cet alignement se trouve le Banc Nouveau.

Il a indiqué le développement que prennent les dépôts liasiques entre le deuxième et le troisième alignement, en particulier à la Pointe d'Ampihherana.

Plus au Sud, l'« avancée » des terrains cristallophylliens de l'Ambongo et du Cap Saint-André a été mise en évidence par GAUTIER et confirmée par l'exploration récente de MOUNEYRES et BARON.

Enfin, GAUTIER a fait observer que l'île d'Europa jalonne une ligne de hauts-fonds reliant Madagascar à l'Afrique. Il en verrait le prolongement dans l'arrière-pays du Cap Saint-Vincent.

Des plis Est-Ouest ont été signalés par BARON (1889, p. 308) au Nord et au Nord-Ouest de Tananarive.

C'est également un accident E.-W. qui amène au jour, immédiatement sous le Jurassique inférieur et sans intercalation des grès liasiques, les granites que j'ai signalés (voir p. 95) entre Ambodimadiro et Iraony, dans le Cercle d'Analalava.

Aux environs mêmes de Tananarive, BARON a relevé l'existence d'accidents E. W., véritables anticlinaux suivant lesquels les couches sont redressées de part et d'autre.

D'autre part, l'un des faits les plus curieux que GAUTIER ait mis en évidence dans la géographie de Madagascar, c'est l'existence de trois grands seuils transverses, de trois grands cols à travers les plateaux de Madagascar : le *seuil de Mandritsara*, jalonné par la Sofia et l'Andraotra, le seuil des *vallées Antsianaka*, le seuil du *Tsimandao-Manarahaka*, le seuil de *Midongy*.

Quelques uns au moins correspondent certainement à des directions tectoniques ; en particulier pour le seuil Tsimandao-Manarahaka, la dissymétrie du relief et de l'allure de la topographie est, paraît-il, frappante au N. et au S. du seuil.

En résumé, on peut admettre que, à Madagascar, les terrains anciens paraissent plissés suivant des directions sensiblement Est-Ouest, mais que ces accidents sont encore très mal connus.

Au contraire, les terrains sédimentaires sont surtout affectés de dislocations, à peu près Nord-Sud, ayant conservé un grand aspect de fraîcheur, jalonnées par des lignes de volcans et présentant encore des perturbations magnétiques et des agitations sismiques.

Quelque vagues que soient encore ces données, il m'a paru

intéressant de les réunir, ne serait-ce que pour attirer l'attention des géologues sur leur recherche.

\* \* \*

**Lignes directrices de l'Océan Indien.** — J'ai indiqué (p. 235) qu'un âge très récent paraissait devoir être attribué à la grande faille, presque rectiligne, qui s'étend depuis Fort-Dauphin jusqu'à Sainte-Marie-de-Madagascar. D'après les cartes marines cette faille se prolongerait même au delà, jusqu'au banc de Rajasweere et jusqu'aux Seychelles. A l'Ouest, le plateau de l'Emyrne s'élève à environ 1 500 mètres et les pitons de l'Ankaratra jusqu'à 2 600 mètres ; à l'Est, les profondeurs marines atteignent et dépassent 4 000 mètres. Il y a donc là une dénivellation très brusque, très importante, atteignant presque 7 000 mètres. Ainsi que l'a montré COLIN, cette côte rectiligne est encore agitée par des tremblements de terre et affectée d'anomalies magnétiques ; c'est une des lignes suivant lesquelles a dû s'effondrer le continent indien.

Plus à l'Est, se trouve un seuil remarquable, que SUPAN a appelé le seuil des Mascareignes ; les profondeurs y sont peu considérables ; il porte, au Nord, les archipels des Amirantes et des Seychelles (1) avec des roches granitiques et gneissiques, au centre, une série de petites îles et de hauts-fonds ; au Sud, se trouvent les îles volcaniques de la Réunion, de Maurice, de Rodriguez, où on a trouvé de grands Oiseaux fossiles, analogues à l'*Aepyornis* de Madagascar. Ce seuil des Mascareignes est un morceau, aujourd'hui presque submergé, de l'ancien continent.

Presque parallèlement à la grande faille de la côte Est de Madagascar, s'aligne l'ensemble des îles Laquedives, Maldives et Chagos, de nature volcanique (2) et corallienne, qui semble bien être aussi une grande ligne d'effondrement.

(1) CH. VÉLAIN. Notes sur la constitution géologique des îles Seychelles. *B.S.G.F.*, [2], VII, 1880, pp. 278.

A Mahé, cet auteur signale des granulites à amphibole traversées par des roches éruptives d'âge divers.

(2) Les récents sondages, faits par le « Sealack » ont montré qu'il n'existe aucune connexion sous-marine entre les Chagos et les Maldives. C'est bien là, en effet, l'idée que l'on se fait de sommets volcaniques à peine émergés. — Voir in *Geographical Journal*, XXV, 1903, p. 458, 564, 677.

Enfin, le long de Java, se trouve un *ombilic*, c'est à dire une grande fosse, extrêmement étroite, très allongée, profonde de plus de 6 205 mètres, se présentant dans les conditions habituelles des grandes profondeurs connues ; cet ombilic marque également l'emplacement d'un effondrement, important et probablement assez récent, le long du géosynclinal qui borde l'aire continentale australo-indo-malgache.

---



## HISTOIRE DU CONTINENT AUSTRALO - INDO - MALGACHE

---

Paléozoïque ; Continent de Gondwana. — Mésozoïque ; Continent australo-indo-malgache. — Cœnozoïque.

**Paléozoïque ; Continent de Gondwana.** — A l'époque primaire, un vaste continent que E. SUSS a appelé le *continent de Gondwana*, s'étendait sur l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Inde péninsulaire, l'Afrique australe et une partie de l'Amérique du Sud. Ce continent semble avoir conservé son individualité pendant tous les temps paléozoïques.

Si nous en jugeons par ce qui se passe en Australie, cette aire continentale fut soumise aux mêmes vicissitudes que les aires continentales voisines. Envahie au Cambrien et au Gothlandien, elle semble complètement émergée pendant le Dévonien inférieur. Par contre, les mers du Dévonien supérieur et du Dinantien envahissent l'Australie occidentale, tandis que des dépôts lagunaires s'établissent sur l'emplacement des Montagnes Bleues et que la Nouvelle-Zélande paraît complètement émergée.

Puis des mouvements orogéniques importants se produisent, au commencement du Carbonifère, dans la région géosynclinale de la Cordillère australienne, où le Stéphanien repose en discordance sur du Dévonien supérieur et du Dinantien énergiquement plissés.

La flore subit, à ce moment, une modification profonde ; tandis que, pendant le Paléozoïque inférieur, elle montrait de grandes analogies avec celle de l'hémisphère Nord, la flore stéphanienne et permienne est, au contraire, absolument distincte dans les deux hémisphères. L'hémisphère Sud, ou plus exactement tout ce que SUESS a appelé le continent de Gondwana, forme une région botanique bien spéciale, caractérisée surtout par les *Glossopteris*. Son individualité se maintiendra jusque vers le Rhétien (1).

Pendant la fin de l'époque carboniférienne et pendant l'époque permienne, se déposent dans toute l'Australie occidentale, et en particulier dans la Nouvelle-Galles du Sud, des sédiments d'eau douce, à la base desquels se trouvent quelquefois des intercalations marines. L'Australie, à cette époque, faisait partie d'un continent dont les limites vers l'Est ne semblent pas avoir différé beaucoup

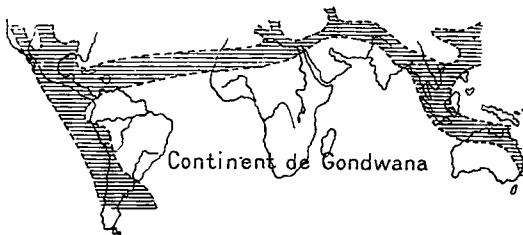


Fig. 142. — LE CONTINENT DE GONDWANA

des limites de l'Australie actuelle (2), mais qui, vers l'Ouest, s'étendait jusque sur l'Afrique méridionale et une partie de l'Inde. Sur les bords de ce continent se trouvaient des lacs gigantesques et de puissants systèmes fluviaux.

Pendant cette époque, le continent australo-indo-malgache est couvert de glaciers dont on retrouve les traces en Australie, dans l'Inde, dans l'Afrique du Sud. Il semble qu'il y ait eu plusieurs phases successives d'extension, comme cela a eu lieu à l'époque pléistocène sur le continent Nord-Atlantique.

(1) Sur ce sujet, voir ZEILLER.

(2) GREGORY. The geographical history of the Australian continent during its successive Phases of geological development. Inaugural Adress. *Rep. Austral. Assoc. for the Advanc. of Science*, Brisbane, VII, 1895, pp. 1-12; voir p. 7.

**Mésozoïque ; Continent australo-indo-malgache.** — C'est, vraisemblablement, vers cette époque que le continent australo-indo-malgache s'est individualisé, se séparant du continent africano-brésilien par suite de l'ouverture du canal de Mozambique, ouverture dont nous ne pouvons connaître la date précise, mais qui paraît postérieure au Permien et qui est certainement antérieure au Lias. A partir de cette époque, le canal de Mozambique se comporte comme une région géosynclinale, sauf qu'aucun phénomène orogénique ne s'y produit.

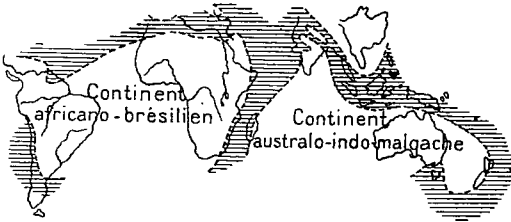


Fig. 143. — CONTINENT AUSTRALO-INDO-MALGACHE.

On sait que, d'après la LOI DE HAUG, au moment des périodes de transgression sur les aires continentales, des phénomènes de régression se produisent dans les régions géosynclinales et que ces phénomènes de régression vont, dans certains cas et dans certaines régions, jusqu'à l'émergence et jusqu'à la formation de chaînes de montagnes par suite de compressions latérales.

Les phénomènes ne paraissent pas s'être produits exactement de cette façon dans la région qui nous occupe. La LOI DE HAUG est cependant toujours vraie ; aux époques de transgression sur les aires continentales, il y a régression partielle dans le canal de Mozambique ; mais, soit que cette région géosynclinale fût moins faible que les autres, soit que les continents voisins fussent moins résistants, la régression paraît avoir été rarement jusqu'à l'émergence, jamais jusqu'au mouvement orogénique. Le canal de Mozambique a résisté aux pressions latérales provenant des continents australo-indo-malgache et africano-brésilien et ce sont, au contraire, ces derniers qui se sont effondrés, suivant d'énormes cassures rectilignes dont la côte Est de Madagascar et la cassure des Grands Lacs africains sont de bons exemples.

Il n'est pas possible, et il ne me semble pas nécessaire, de déterminer l'âge précis de ces dislocations. Il est probable, comme cela a été démontré pour les plissements dans l'hémisphère Nord, qu'elles se sont produites à plusieurs époques, si toutefois leur formation n'a pas été continue.

Ces lignes Nord-Sud d'effondrement semblent être les suivantes:

1<sup>o</sup> Une ligne parallèle aux îles Maldives, Laquedives et Chagos. Cette curieuse traînée d'îles se coordonnerait avec les très anciennes directions de plissement Nord-Sud, observées dans l'Inde et serait en relation avec les sorties de basaltes éocènes du Dekkan. Son prolongement Sud est mal connu, faute de documents hydrographiques suffisants; quelques auteurs admettent que Kerguelen se trouve sur son prolongement; je serais plutôt porté à croire que cet axe s'infléchit un peu vers l'Ouest et vient passer par Rodriguez.

2<sup>o</sup> Une ligne, correspondant à une série de hauts-fonds [Haut-Fonds Poydenot; Banc Nazareth; Ile Albatros; Carcados Carajos] et aux îles Mascareignes [Maurice; La Réunion].

3<sup>o</sup> Une ligne, coïncidant avec la côte Est de Madagascar, si remarquablement rectiligne depuis le *Cap Andovoko*\* près de Fort Dauphin jusqu'au *Cap Est*\* près de Sainte-Marie-de-Madagascar. La dislocation se continuerait au Nord par les îles Farquhar, Providence, Wizard jusqu'aux Amirantes et presque jusqu'aux Seychelles.

A ces lignes d'effondrement, se rattachent les lignes de dislocations d'Afrique, en particulier la grande fracture érythréenne. Les premières sorties éruptives qu'elle a déterminées paraissent être d'âge éocène (1); mais elle semble dater surtout de l'époque pléistocène; elle continue à jouer de nos jours et les tremblements de terre y sont fréquents.

L'affaissement a laissé en saillie des massifs, plus ou moins étendus, qui ont échappé au mouvement de descente [Madagascar; Seychelles; Inde Péninsulaire; Ceylan; Australie]. La faune et la flore de ces « résidus de continent » peuvent nous donner d'utiles indications sur l'histoire de la région.

(1) A[ug]. MICHEL-LÉVY. Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques. *B.S.G.F.*, [3], XXVI, 1898, pp. 105-121, pl. I; voir p. 114.

D'après WAAGEN, ce serait l'Australie qui se serait séparée la première du continent australo-indo-malgache. Nous n'avons aucune preuve à cet égard.

C'est probablement à l'époque crétacée que les failles devinrent assez importantes pour que la dislocation du continent commençât. H. DOUVILLÉ (1904) a appelé l'attention sur l'analogie de position des formations crétaciques aux environs de Pondichéry dans l'Inde et sur la côte Est de Madagascar ; il faut en rapprocher aussi les dépôts crétacés de la côte du Natal, dans l'Afrique du Sud. Tous ces dépôts se trouvent le long d'une ligne de faille, grâce à laquelle ils paraissent avoir été conservés ; de plus, ils ont un caractère assez nettement littoral. Il est possible que ces failles aient favorisé l'envahissement de la région par la mer crétacée aux époques de transgression ; en tous cas, après le dépôt de ces sédiments crétacés, elles ont continué à jouer, déterminant ainsi la conservation à leur pied, sur leur côté abaissé, des calcaires crétacés.

C'est vraisemblablement à la fin de l'époque secondaire que l'isolement de l'Australie a été définitif et complet. La faune de Mammifères inférieurs, qui existait en Europe à l'époque secondaire, se retrouve en Australie et en Australie seulement ; elle n'a pu s'y maintenir qu'à la condition que les vicissitudes de la lutte pour la vie contre des espèces mieux adaptées, lui furent épargnées, c'est à dire qu'à la condition que l'Australie fût fermée à l'invasion des mammifères placentaires, dont l'apparition date du commencement du Tertiaire. FEITSMANTEL est arrivé à des conclusions du même ordre en s'appuyant sur des faits d'ordre différent, sur l'évolution des plantes et en particulier du groupe du Chêne et du Hêtre ; il a montré qu'en Europe et en Australie, l'évolution s'était poursuivie, parallèlement, mais séparément depuis l'époque éocène et qu'à chaque espèce, à chaque mutation d'Europe, correspondait une espèce, une mutation représentative d'Australie. L'ancêtre commun est, au moins, de l'époque sénonienné et vraisemblablement de cette époque.

C'est aussi à la fin du Crétacé que remonte la séparation de Madagascar avec l'Inde. L'étude des Dinosauriens du Crétacé supérieur de Madagascar et de l'Inde montre qu'une ligne continue, ou à peu près continue, de rivages existait entre les deux pays ;

mais l'analogie des faunes et des flores des deux pays n'est pas très grande (BLANFORD, 1890; É. HAUG, 1900, a, pp. 657 658) et ne prouve qu'une connexion très ancienne. En tous cas, la séparation était certainement faite au moment de l'arrivée des Lémuriens à Madagascar; car on ne trouve aucune trace de ces êtres dans les dépôts pliocènes des Siwalicks.

**Cœnozoïque.** — Tandis que la partie occidentale du continent australo-indo-malgache s'effondrait peu à peu, la partie orientale, plus stable, subsistait sous la forme d'un continent australien s'étendant probablement jusqu'à la Nouvelle-Zélande et à la Nouvelle-Calédonie.

Il semble qu'il se soit passé, sur le bord oriental du continent australo-indo-malgache, quelque chose d'analogue à ce qui s'est passé sur le bord septentrional du continent Nord-Atlantique, à savoir le déplacement progressif de la région géosynclinale. D'abord, sur l'emplacement des Montagnes Bleues, une première chaîne de montagnes s'est formée à l'époque moscovienne, contemporaine et analogue de la chaîne hercynienne d'Europe. Puis, la région géosynclinale a occupé la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Calédonie, les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Guinée. Elle semble actuellement se trouver encore plus au large.

Il est curieux de constater que la faune actuelle des grands fonds de l'Océan Indien présente plus d'analogies avec celle des régions froides actuelles et surtout avec les faunes froides des époques antérieures (Marnes à Pleurotomes) qu'avec la faune actuellement vivante sur les rivages et dans les îles de l'Océan Indien (1).

On sait, d'autre part, que la découverte de Mammifères fossiles dans l'île de Lord Howe, entre l'Australie et la Nouvelle-Zélande, ainsi que des considérations zoogéographiques d'autre part, amènent à considérer l'effondrement de la mer de Tasmanie comme étant d'âge très récent.

(1) W. MARTENS. Die beschalteten Gastropoden der deutschen Tiefsee Expedition, 1898-1899, A. Systematischer-geographischer Theil. *Wissenschaftlich Ergebnisse der deutschen Tiefsee Expedition auf dem Dampfer « Valdivia », 1898-1899.*

A la fin de l'époque éocène, une régression s'est produite dans toutes les régions géosynclinales et, en particulier (PAUL LEMOINE, 1904, a) dans les régions géosynclinales qui bordent l'Océan Indien actuel; cette régression, dont on constate les traces à Madagascar et dans l'Est-Africain, s'est fait sentir dans le canal de Mozambique qui a dû être partiellement émergé. Grâce à cette émergence, la faune de Lémuriens d'Europe (Phosphorites du Quercy; Sidérolithique de Suisse) et d'Amérique (Couches du Wyoming) a pu passer à Madagascar. Elle s'y est maintenue, pour les mêmes raisons que s'est maintenue la faune de Marsupiaux d'Australie, grâce à l'isolement de l'île de Madagascar. Cet isolement a persisté jusqu'à l'époque actuelle et, depuis l'époque éocène, est resté assez parfait pour ne laisser parvenir à Madagascar aucun animal, purement terrestre.

Cependant, à la fin de l'époque miocène, des mouvements de régression ont dû se faire sentir dans le Canal de Mozambique. Mais celui-ci n'a pas émergé complètement et toute la faune, miocène d'Europe, actuelle d'Afrique, n'a pas pu passer; le Canal est seulement devenu assez étroit, des îles assez rapprochées s'y sont trouvées pour que des animaux assez bons nageurs aient pu arriver jusqu'à Madagascar. Ainsi peut-on expliquer l'existence dans la faune de Madagascar du *Potamochoerus* et de l'*Hippopotamus*.

Je crois que c'est à une époque beaucoup plus récente qu'il faut rapporter la faille de la côte Est, au moins telle qu'elle existe dans son état actuel (1). Elle a un aspect de fraîcheur indiscutable; les rivières qui aboutissent à la mer sont certainement des cours d'eau dans l'enfance, qui sont très loin d'avoir acquis leur profil d'équilibre. Les phénomènes magnétiques, très importants, qui s'y manifestent et que COLIN a mis en évidence, les tremblements de terre dont elle est le siège, parlent également en faveur de son âge récent. Enfin G. GRANDIER a considéré le morcellement de Madagascar comme la cause déterminante de la disparition de

(1) L'effondrement du Golfe d'Aden, dont l'âge au moins post-éocène est démontré (voir: J. W. GREGORY, On the geology and fossils Corals and Echinids of Somaliland. *Quart. Journ.*, LVI, 1902, p. 26), se place peut-être à la même époque.

ces grands oiseaux, tels que l'*Æpyornis* de Madagascar, le *Dronte* de l'île Maurice, dont l'existence à l'époque pléistocène dans beaucoup de points de l'Océan Indien, aujourd'hui réduits à des surfaces minimales, ne laisse pas d'être curieuse. On peut, d'autre part, rapprocher cette faille de la côte Est de Madagascar et la grande faille érythréenne, qui lui est symétrique par rapport à l'axe du canal de Mozambique et dont l'âge pléistocène semble au moins probable.

Telles sont les données, malheureusement vagues et encore très incomplètes, que l'on possède sur l'histoire géologique de la région qu'occupe aujourd'hui l'Océan Indien.

---



## RÉSUMÉ GÉNÉRAL

---

Il me paraît utile en terminant de résumer en un chapitre final les résultats de mes explorations et de mes études dans le Nord de Madagascar.

**Au point de vue géographique**, j'ai parcouru, au Sud du Territoire de Diego-Suarez, un certain nombre de régions qui étaient encore mal connues. J'ai été ainsi amené à modifier, et quelquefois d'une façon notable, la planimétrie de la carte du Nord de Madagascar ; j'ai perfectionné également les connaissances sur l'orographie et je les ai traduites par des *courbes de niveau* ; c'est la première fois que cet essai est tenté à cette échelle.

**Au point de vue stratigraphique**, les données acquises avant mon départ étaient très éparses, vagues, quelquefois contradictoires, n'étant pour la plupart étayées que sur des échantillons, récoltés un peu au hasard par des voyageurs non géologues.

J'ai pu fournir la coupe complète des terrains du Nord de l'île et étudier chacun d'eux avec suffisamment de détails pour dresser, de la région parcourue, des cartes géologiques à 1/200 000 et 1/300 000.

Les TERRAINS ANCIENS sont constitués par des gneiss et des granites ; mais on trouve à leur partie supérieure des schistes métamorphiques, qui sont peut-être des lambeaux de terrains primaires.

C'est au LIAS que je rapporte l'énorme épaisseur de grès et d'argiles qui constituent la base des terrains sédimentaires ; leur partie supérieure contient, en effet, des fossiles du Lias le plus supérieur. J'ai pu introduire, dans cette masse, des subdivisions lithologiques que j'ai suivies dans toute la région parcourue.

Dans le JURASSIQUE du Nord de Madagascar, j'ai trouvé des fossiles qui permettent de fixer l'âge des calcaires du Sud du Territoire de Diego-Suarez. De plus, dans le Cercle d'Analalava, mes recherches et celles de mon ami le capitaine COLCANAP m'ont fourni les éléments d'une faune très complète et très intéressante.

Des SYÉNITES et des roches voisines traversent toutes ces formations ; j'ai apporté quelques contributions nouvelles sur leur mode de gisement et sur leur âge ; j'ai pu compléter ainsi en quelques points la magistrale étude pétrographique qui a été faite de ces roches par A. LACROIX.

Le CRÉTACÉ INFÉRIEUR n'était pas connu dans la région : je l'y ai découvert en plusieurs points, bien caractérisé par des *Duvalia*, fossiles à faciès alpin, qui n'étaient jusqu'ici connus qu'en Europe et dans le Balouchistan.

C'est surtout sur le CRÉTACÉ MOYEN ET SUPÉRIEUR qu'ont porté mes recherches. J'ai rapporté des données stratigraphiques précises et des matériaux paléontologiques très complets sur le Céno-manien inférieur, à gros fossiles calcaires du Mont Raynaud et sur le Céno-manien supérieur, argileux, à fossiles pyriteux de la vallée de la Betaitra. J'ai reconnu que les marnes à fossiles emschériens de la Montagne des Français sont remplacées dans le massif de Windsor-Castle par des grès qui contiennent une faune différente, mais de même âge. L'Aturien débute à la Montagne des Français par un conglomérat à galets de quartz et fossiles emschériens roulés ; il est constitué par des marnes blanches gréseuses, à Oursins, très fossilifères à la Montagne des Français, très pauvres, au contraire, dans le massif de Windsor-Castle.

C'est effectivement une chose curieuse que cette *différence de faciès* de tous les étages du Crétacé supérieur à la Montagne des Français et dans le massif de Windsor-Castle.

Des grès et des sables sans fossiles séparent souvent le Crétacé supérieur du NUMMULITIQUE ; mais ils manquent quelquefois parce que le Nummulitique est légèrement discordant sur les sédiments sous-jacents.

L'AQUITANIEN, que j'ai eu la bonne fortune de découvrir à Madagascar, est, dans le Bobaomby, bien caractérisé par ses fossiles ; il est constitué par des calcaires alternant avec des tufs basaltiques ; il est contemporain d'un certain nombre d'éruptions, dont j'ai pu

retrouver quelques uns des orifices de sortie. Cet Aquitaniien est nettement transgressif.

Enfin des ROCHES VOLCANIQUES RÉCENTES (basaltes, labradorites, téphrites, phonolites) couvrent une grande partie du territoire de Diego-Suarez et de Nosy Be. Leurs cratères sont, pour la plupart, fort bien conservés : les coulées sont très nettes et les produits de projection très développés.

Des récifs coralliens soulevés s'observent également dans la région ; des phénomènes de capture de rivière s'y sont produits ; un mouvement positif de la mer a déterminé l'invasion des vallées basses. Des observations faites sur place, et des considérations de GÉOGRAPHIE PHYSIQUE m'ont permis de déterminer l'âge relatif de ces différents phénomènes.

L'un des faits, que mes études stratigraphiques dans le Nord de Madagascar ont mis en relief, c'est que la succession des faunes dans les différents niveaux est, dans ses grandes lignes, approximativement la même qu'en Europe. WAAGEN était déjà arrivé aux mêmes conclusions pour les couches de l'Inde. Ces données fourniront une base solide aux conclusions que je tirerai de l'étude paléontologique, actuellement en cours, des faunes rapportées.

**Au point de vue de la géologie appliquée**, j'ai essayé d'élucider la QUESTION DU CHARBON, qui s'était posée à un certain moment dans le Nord de Madagascar ; je suis malheureusement arrivé à des résultats négatifs. En revanche, j'ai indiqué quel parti on pouvait tirer des chutes d'eau du Massif d'Ambre et du Tsaratanana en transformant leur énergie en ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ; j'ai constaté que dans ces massifs boisés, très élevés, on peut compter sur un débit, sinon absolument constant, du moins assez régulier.

J'ai montré également la possibilité d'exploiter les argiles et les calcaires du Crétacé des environs de Diego-Suarez pour fournir non seulement de la chaux et des briques, largement exploitées déjà, mais encore des CIMENTS et des CHAUX HYDRAULIQUES. Mon opinion a été appuyée par des analyses chimiques des échantillons que j'ai rapportés.

Enfin, dans un pays où la valeur agricole des différentes terres est extrêmement inégale, il était intéressant de donner en quelque

sorte la LÉGENDE AGRONOMIQUE de la carte géologique jointe à ce travail.

Au point de vue plus général de l'histoire géologique de l'Océan Indien, j'ai complété mes résultats par la comparaison avec ceux acquis dans les régions voisines ; j'ai essayé de démêler, dans le grand nombre de faits épars sur la géologie de ces pays, ceux qui permettent de contrôler les lois de la transgression et de la régression des mers anciennes.

A la suite d'une revision sommaire des travaux sur la faune et flore actuelle de Madagascar et de l'étude de leurs relations avec celles des autres parties du globe, j'ai essayé d'établir par des CONSIDÉRATIONS DE ZOOGÉOGRAPHIE les relations continentales anciennes de Madagascar et des contrées avoisinantes.

J'ai été ainsi amené à esquisser L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE de l'Océan Indien, ou plutôt de l'aire continentale, qui, en s'effondrant, lui a donné naissance.

Ces dernières considérations comportent une large part d'hypothèse ; aussi les ai-je, dans une deuxième partie, nettement séparées des résultats positifs de mes explorations à Madagascar.

---

## ESPÈCES NOUVELLES CRÉÉES DANS CE TRAVAIL

---

- Aspidoceras Fontannesi* ; nom. mut. pro *A. acanthicum* OPPEL in FONTANNES, non (OPPEL) NEUMAYR ; p. 145, note 2.
- Belemnites* [*Cylindroteuthis*] **Gabbi** ; nom. mut. pro *B. impressus* GABB, 1864, non TRAUTSCHOLD, 1861 ; p. 147, note 1.
- **Boulei** ; citée p. 173.
  - **Lacombei** ; citée p. 145.
  - [*Pseudobelus*] **Rodoi** ; figurée pl. I, fig. 5 et 6 ; décrite p. 183 et 184.
- Holcostephanus madagascariensis* ; figurée pl. I, fig. 3 ; décrite p. 182 et 183.
- Ostrea Foisseyi* ; décrite et figurée p. 208.
- [*Liogryphæa*] **Rodoi** ; décrite et figurée p. 139.
  - **Stoliczkai** ; nom. mut. pro *O. vesicularis* LAMARCK in STOLICZKA, non LAMARCK. ; p. 208, note 1.
-

# INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

## NOMS DE LOCALITÉS MALGACHES, CITÉES DANS CE TRAVAIL

### A

*Aomby* (Nosy-) = Nosy Ankomba.

*Aborano* = Anaborano. **Jn** ; 149.

*Adriana* ; voir *Andriana*.

Aigle (Pointe de l'). 316, 317, 320.

Akao (Nosy-) = *I. How*. **Fc**.

ALAOTRA (Lac-). **Kl** ; 23, 305, 457, 459, fig. 141.

Ambadronga. 228, 232, 253, fig. 79.

Ambahabe = *Anbahabe*. **Ce**.

Ambahatra. **Ce**.

Ambahivahibe = *Ambavahibe*. **Eb** ; 86, 354.

Ambahivahy. **Df**.

Ambahibao. **Af, Bf**.

Ambajoana. **Ce, De**.

Ambakao. **Cf**.

Ambakirano. **Ce, De**.

AMBAKIRANO. **Ed** ; 6, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 70, 86, 92, 99, 333.

Ambakirano (près Ampombiantombo). 174, fig. 48, 310, fig. 122.

Ambalabongo. **Dg**.

Ambalady. **Ch**.

Ambalafotsy. **Cf** ; 98, 162.

Ambalahonko. **Bg, Bh** ; **Ce**.

Ambalakely. **Bg**.

Ambalamainty. **Be, Bf**.

Ambalarano, 121.

Ambalafotra. **Dd**.

Ambalatangy. **Bd, Cd** ; 112, 300, 312, 341.

Ambavelo. **Ce** ; **Ch**.

*Ambalia* = Ambaliha. **Bf, Bg** ; **Bg, Cg** ; **Ij**.

(1) Les noms en capitales, ANTSIRANE, désignent les points les plus importants ; ceux en italiques, *Bavaloube*, se rapportent aux orthographes fautives, quoique souvent très usitées, ou aux dénominations que je n'ai pas cru devoir adopter.

Dans quelques cas, le nom entre parenthèses après le nom de la localité indique la région dans laquelle cette localité se trouve.

Les lettres, qui suivent les noms, indiquent l'emplacement des localités sur la carte géologique ; ex. : **Ed**. Les majuscules **E** se rapportent aux lignes verticales ; les minuscules **d** aux rangées horizontales. Quand deux indications se suivent, séparées par une virgule (ex. : **Af, Bf**), elles se rapportent à une même localité dont le nom est à cheval sur les deux carrés.

Au contraire, quand elles sont séparées par un point-et-virgule (ex. : **Bh ; Ce**), elles se rapportent à deux localités différentes, portant le même nom.

Les pages ou figures, où il est traité de la localité d'une façon plus spéciale, sont indiquées en caractères gras.

- Ambaliamelopaka. **Bg** ; **Cg** .  
 Ambaliha. **Kl** ; 140, 148.  
 Ambaliha. 87.  
 Ambalihabe. **Be** ; **Ce** ; **De** .  
 Ambalitra. 146.  
 Ambalomohayo. **Bf** .  
 Ambanamitopaka. **Ce** .  
 Ambandroy. **Bg** .  
*Ambanga* = Ambanja .  
 Ambanikibo. **De** .  
 Ambanilily = *Ambanilila*. 201, 254,  
 fig. 81, **255**, fig. 83.  
 Ambaninery. **Cg** ; **Dg** .  
 Ambanisonja. **Bd** .  
 Ambanja = *Ambanga*. **Ce** ; 110, 113.  
 Ambanjivolana. **Bg** .  
 Ambanoro. 111, fig. 16, 154, fig. 37.  
 Ambaranja. **Fc** .  
 Ambararata (Baie de —). **Be** ; 74.  
 Ambararata. **Dg** ; **Ee** .  
 Ambararata (Vallée de Loky). **Ec** ; 70,  
 86, 88, 90, 91, 103, 108, fig. 14, **109**,  
 110, fig. 15, 125, fig. 24, 165, 166.  
 Ambararata (Montagne des Français).  
 216, 217, 223, **226**, 227, fig. 68, 228,  
 230, 240, fig. 73, 330, fig. 132, 331.  
 Ambararata (Terr. de Diego-Suarez).  
**Db**, **Eb** ; **Hj** ; 269, 278, 289, fig. 114,  
 290, **292**, 297, 312, 332, 333, fig. 135.  
 Ambararata (Baie de —). **Hj**, **Ij** .  
 Ambarivery. **Cg**, **Dg** .  
 Ambaro (Baie de -). **Db** ; 290, 297.  
 Ambariotelo = *Ambaritelo*, 114.  
 Ambarioloka (Ile). **Bg** .  
 Ambaridzeby. **Bg** .  
 Ambasavaka. **Db** .  
  
*Ambatafo* = Ambatohafo .  
 Ambatafara. **Ce** .  
 Ambato. **Cd** ; 71  
 Ambatoara. 168.  
 Ambatobe. **Bd** .  
 Ambatobe. alt. 403 m. **Db** ; 174, fig.  
 48, 310, fig. 122.  
 Ambatobe : alt. 1987 m. **Df** .  
 Ambatobongola. 202.  
 Ambatofangehana. 34, 42.  
 Ambatofitra **Be** .  
 Ambatoha. 33.  
 Ambatohafo = *Ambatafo*. **Ii** ; 60, 251,  
 256, 257, **259**, 261, 262, fig. 95, 263,  
 fig. 96 ; 264, fig. 97 et fig. 98, 265, fig.  
 99, 272.  
 Ambatoharanana = *Ambatoharana*, =  
 Ambatoharangana. **Dc** ; 32, 294.  
 Ambatoharara (Presqu'île). **Db**, **Eb** ;  
**Hi**, **Ii** ; 60, 271.  
 Ambatolava (Pointe-). **Bf** .  
 Ambatololo (Monts-); **Ec** ; 56, fig. 1,  
 70, 84, fig. 9, 88.  
 Ambatoloko (Pointe —). **Bd** ; 298.  
 Ambatomainty. **Cf** ; **Cg** .  
 Ambatomanaro. **Bf** .  
 Ambatomenavavy. **Cg** .  
 Ambatomitatao. **Ce** .  
 Ambatomitsanga. 27.  
 Ambatomongotroko. 146.  
 Ambatondrazaka. **Kl** ; 34, 52, 102.  
 Ambatonkina. **Bf** .  
 Ambatoria. **Dg** ; 96.  
 Ambatosamondrano. **Ce** .  
 Ambatosia. **Dg** .  
 Ambatosianaka. **Df** .  
 Ambatovitsiky. 161.  
*Ambatoumitsanga* = Ambatomitsanga.  
 Ambatovaky. **De** ; 71, 93, 163.  
 Ambatovizana. **De** .  
 Ambatozavavy = *Ambatozavy*. **Cd** .  
  
*Ambavabanja* = Tsaramborono.  
 Ambavahibe (Pic-). **Dc**, **Ec** .  
*Ambavahibe* = Ambahivahibe.  
 Ambavanahibe (Baie de -) = *Ambava-*  
*nibe* = *Ambavahibe* = Port Liver-  
 pool. **Da**, **Ea** ; **Ii** ; 58, 258, fig. 87, 321.  
 Ambavanaomby. **Ec** ; 141.  
 Ambavarana (Baie —) = B. de Rigny.  
 Ambavanikora. **Fc** .  
 AMBATAVOBY (Baie -) = *Bavatobe* ; etc.  
**Be** ; 20, 21, 29, 38, 55, 56, fig. 1, 57,  
 66, **74**, 84, fig. 9, 114, fig. 17, 115,  
 fig. 18, 116, 145, 322, fig. 127 et fig.  
 128, 325, 337, 338, **340**, 342, fig. 136,  
 343, 345.  
  
 Ambazoni. 91.  
 Ambazony. **Eld** ; 99.  
  
 Ambery ; alt. 280 m. **Ec** ; 67, 69, 86,  
 108, fig. 14, 125, fig. 23, 126, 127.

- fig. 27, 128, fig. 28 et fig. 29, 130, 132, 139, 283, fig. 109, fig. 110 et fig. 111, 284, 294.
- Ambihany. **Cf.**
- Ambihimirazona. **Cg.**
- Ambiky. **Ce.**
- Ambiky loha. **Bg.**
- Ambile* = Ambilo. 68, 126, fig. 4, 129, fig. 31.
- Ambilobe. **Cg, Dg ; Dd ; De ; Fd.**
- Ambimaninrano. **Bh ; Dg.**
- Ambinary. **Cf.**
- Ambinantsantra. **Ii ; 60, 261, fig. 94, 262, fig. 95, 263, fig. 96, 264, fig. 97.**
- Ambinany. **Cf.**
- Amboanio*, voir Ambohoania.
- Ambobangibe. **Be.**
- Ambodiadabo. **Bf.**
- Ambodiampana. **Dg.**
- Ambodibonaro. **Dd ; 165.**
- Ambodibondro. **Bf.**
- Ambodibosy. **Bg.**
- Ambodiliakarana ; alt. 50 m. **Ec ; 108, fig. 14, 109, 112, 125, fig. 24.**
- Ambodigavao. **Cf.**
- Ambodikaviky. **Ce.**
- Ambodimadiro. **Db ; Ed, Fd ; 57.**
- Ambodimadiro (au Sud d'Irony). **Bg ; 94, 95, 120, 134, 457, 461.**
- Ambodimadiro (près Befotaka). **Bg ; 133.**
- Ambodimadiro (Rodo). 171, fig. 45, 184, 186, 187.
- Ambodimadiro (Baie d'Amplasimena). **Ce ; Kl ; 113, 119, 159, 344.**
- Ambodimadiro (Mont-Raynaud). **Eb ; 187, 189, 190, fig. 49.**
- Ambodimaka. **Dd.**
- Ambodimanara ; **Ij. 223, 226, 227.**
- Ambodilamoty* = Pointe Bathurst.
- Ambodimandresy. **Bg.**
- Ambodimanga. **Bf ; Bg, Cg ; Bf, Cf ; Ed.**
- Ambodimanga. **Be ; 118, 160.**
- Ambodimanga. **Bg ; 133.**
- Ambodimany. **Ce.**
- Ambodimpamba. **Dd, Ed.**
- Ambodinanga. **Dd.**
- Ambodiriana. **Ed.**
- Ambodisakoa. **Bf ; Cg ; Bh.**
- Ambodisakoafia. **Cf.**
- Ambodisatrana. **Cg.**
- Ambodisegny. 164.
- Ambodisoa. **Be ; 163.**
- Ambodivaliibe (Baie et Pointe de -). **Eb ; Ij ; 211, 212, 320.**
- Ambodivato. **Ce.**
- Ambodivoania. **Bf.**
- Ambodivobitra. **Bg ; Cg.**
- Ambohangy. Ag.**
- Ambohibe ; alt. 300 m. **Dd ; Ed ; 68.**
- Ambohibe ; alt. 230 m. **Ii ; 60.**
- Ambohibiry = La Poule. **Ii ; 60, 251, 253, 254, fig. 80, 255, fig. 84, 256, 270, fig. 101, 272.**
- Ambohibory ; alt. 218 m. **Ec ; 141, 293, fig. 117, 294.**
- Ambohibory. **Dc, Ed.**
- Ambohibory = Mont-Roti. **Hj.**
- Ambohidratimo. **Km ; 34, 305.**
- Ambohidravina. **Ce ; 113.**
- Ambohirazana. **Fd.**
- Ambohifosa* = Ambohiposa.
- Ambohihibada. **Ee.**
- Ambohimandrosa. 102.
- Ambohimanga. 109.
- Ambohimarina ; alt. 351 m. **Ij ; Eb ; Kh ; 21, 26, 39, 79, fig. 7, 168, 169, 209, 211, 212, 213, 214, 223, 224, 225, 226, 230, 238, 239, 242, 243.**
- Ambohimarina. **Cj.**
- Ambohimataby. **Ce.**
- Ambohimarikely ; alt. 600 m. **Ec.**
- Ambohimirakitra. 102.
- AMBOHIMIRAVAVY ; alt. 753 m. = Les Deux Sœurs. **Be ; Kl ; 56, fig. 1, 74, 84, fig. 9, 159.**
- Alt. 50 m. (DE METZ) ou 15 m. (BARATIER et LANDAIS) **Ed.**
- Ambohimoko. **Fc ; 105, fig. 12.**
- Ambohinangy ; alt. 250 m. **Bg.**
- Ambohinanga. 109.
- Ambohipily. **De, Ee ; 316.**
- Ambohipiraka ; alt. 550 m. **De ; 70, 99, 109, 110.**
- Ambohipito. **Ee.**



Ambohiposa = *Ambohipotsoy* = *Ambohifosa* = **Db**; 79, fig. 7.

Ambohisaina **68**.

Ambohisesy. **63**.

Ambohisisaka **Ed**.

Ambohitra = Montagne d'Ambre **21**, **278**.

Ambohitrakoholahy = Le Coq. Voir ce mot.

Ambohitrakoholahy (Ankaratra). **Jm**, **Km**.

Ambohitramporia (Cap —). **Ii** ; **256**.

Ambohitrombikely. **Jl**, **Kl** ; 136, 231.

Ambohitromby. **35**.

Ambohitsalika. **35**.

Ambohitsambandiandro. **35**.

Ambohitsara ; alt. 550 m. **Cf** ; **Cg** ; 97.

Ambohitsitondroina ; alt. 1689 m. **Cf**.

Ambohitsosy. **Jl** ; 167.

Ambohivalana. **Bg**.

Ambohivato. **Ec**.

Ambojoana. **Ce**, **De**.

Ambojoana. **Ce** ; **De**.

Ambohoanio = *Amboanio*. **Fd** ; **Gd**.

*Amboli*... ; formes sakalaves pour *Ambodi*.

Ambolibozo. **Be** ; 112.

Ambolibozo (Cap -). **Ce** ; **Be**, **Ce**.

Ambolihonko. **112**.

Ambolimaka. **Dd**.

Ambolisatra. **22**.

Ambolivato. **Ec**.

Amboloteza. **Be**.

Ambondro ; alt. 2269 m. **Df** ; 56, fig. 1, 84, fig. 9.

Ambondro. **Ed**.

Ambondrombe. **Ag** ; **Ce** ; **Ec**, **Dc**. 282, fig. 108, 294 ; voir aussi *Ambondrombe*.

Ambondromasina. **Df**.

Ambongo. **Jl** ; 22, 31, 35, 42, 47, 49, 85, 102, 121, 137, 140, **148**, 167, 305, 457, 459, fig. 141, 461.

AMBONGO-ABO. **Eb** ; **Ij** ; 61, 209, **218**, 219, fig. 63, 220, 221, 223, **228**, **230**, 237, 242, 243, **246**, **247**, 275, 297, 308 fig. 120.

Ambongomarina. **Cf**

Ambonlava. **Bd**, **Cd**

Ambortofoka. **Be**.

Amborofoka. **Be**.

Ambaromalandy. **De**.

Amboronarivo. 88, 90.

Amboronarivo. **Ec**.

Ambotaka. **Ce** ; 60

— (Mont-). **Ec** ; **Ii**.

Ambositra. **Jm**, **Km** ; 42.

Ambotsimihely. **Eb** ; **Ij** ; 197, 217, fig. 62, 218, 233, 292, 293, 333.

Ambounlava. **Bd**, **Cd**

AMBRE, pour *Ambohitra* [Massif d'—].

**Db** ; **Dc** ; **Kk** ; 21, 26, 40, 47, 53, 56, fig. 1, 57, 60, 63, 64, fig. 4, **65** à **67**, 69, 84, fig. 9, 86, 175, 218, 223, **224**, 241, 269, 273, **276** à **279**, **281**, fig. **107** ; 282, **284** à **286**, **287**, 288, 290, **294**, **296**, 302, 312, 315, 329, 331 à 335, 339, 351, 352, 354, 474.

— [Camp d'—], alt. 710 m. **Eb** ; **Ij** ; 5, 63, fig. 3, 65 fig. 5, 66, 84 fig., 9, 86, 278, 280, fig. 106, **284**, **285**, fig. 112, **286**, **287**, fig. 103, 288, 353.

— [Cap d'—]. **Ea** ; **Ii** ; **Kk** ; 3, 56, fig. 1, 58, 78, 84, fig. 9, 272, 379, fig. 137, 402, fig. 138, 427, fig. 140.

— [Phare d'—] = *Andavakoeru*. **Ea** ; **Ii** ; 59, fig. 2, 251, **256**, fig. 85, 257, fig. 86, 258, 271, fig. 102, 320.

— [Pic d'—], alt. 1360 m ; **Db** ; **Dc** ; 63, 79, fig. 7.

Amis [Baie des —]. 327, 328, fig. 131.

Ampahofasaho (Pointe-). **Cd**.

Ampamangivano. **Dd**.

Ampamaranga. **Bd**.

Ampamonty (Baie de —). **Db**.

*Ampampam* = Ampampana. **Ce** ; 173, 174, fig. 48, 310, fig. 122.

Ampanasa (Baie de —) = *Ampanasi* = B. Robinson. **Bd** ; **Cd** ; **Ii** ; 58, 265, fig. 99, 321.

Ampanasina = Baie Jenkinson. **Da**, **Ea** ; **Ii** ; 58, 321.

Ampandobazo. 93.

Ampandrahitra (Nosy-). **Eb** ; **Fb**.

Ampandramahala. 148.

Ampandrano. **Be**.

Ampangana. **Db**.

- Ampangasinisa. **Dd**.  
 Ampangasy. **Ce**.  
 Ampangarinana = *Ampongoriny*. 153, 155, 156.  
 Ampaninana. **Be**.  
 Ampanolo. **Bf**.  
 Ampanohala. 144.  
 Ampanompiha. **Df**.  
 Ampanorano. **Bf**.  
 Amparafavola. 50, 305.  
 Amparaninany. **Fd**.  
 Amparimadinika. **Fd**.  
 Amparimanana. 168.  
 Ampary. **Hj, Ij**; 127, fig. 27, 283, fig. 109.  
 Ampari **Be**. **Bd**; **Bf**. 73, fig. 6, 299, fig. 118.  
 Ampari Kola. **Cd**; 299.  
  
 Ampasibangy. **Db**.  
 Ampasiandavenoka. **Bf**.  
 Ampasibe. 116, 343, 344.  
 Ampasibitika, alt. 640 m. (Pointe -). **Be, Ce**; 74, 118, 153, 159.  
 Ampasikely. **Ag**.  
 Ampasimainty. **Ag, Bg**; **Ed, Dd**; **Ed**; 303.  
 Ampasimangy. **Be**.  
 Ampasimanitra. **Be**.  
 Ampasimeha. **Ag**; **Be**; **Cd**; 114, 306.  
 — (Baie de -). **Db**.  
 — (Pointe -). **Be, Ce**.  
 Ampasimiravavy. **Ag**.  
 Ampasimorika. **Af, Bf**; 74, 75, 204, 205, 303 à 305.  
 Ampasimpitily. **Af, Bf**.  
 Ampasindava (Baie de -). **Be, Ce**; **Db, Dc**.  
 — (Baie de -). **Ag**; **Bd, Cd**; **Ce, De**; **Cd**; **Dc**; **Kl**; 15, 41, 43, 50, 57, 74, 151, 152, 155, fig. 38, 158, 167, 306, 311, 355.  
 Ampasindava. **Cc, Dc**.  
  
 Ampatitra. **Cf**.  
 Ampatsivona. **Ec**.  
 Ampera. **Be**.  
 Ampiambisay. **Bf**.  
 Ampiherana. 461.  
 Ampiregne. 237.  
  
 Ampiotro; alt. 1708 m. **De**  
 Ampipo. **Be**.  
 Ampiro. **Ce**.  
 Ampoahana (Pointe de -). **Be**.  
 Ampombiabo. **Bf**; **Ec**.  
 AMPOMBIANTOMBO. **Dc**; 6, 71, 129, 142, 169, 173, 174, fig. 48, 179, 278, 290, 294, 310, fig. 122, 312, 346.  
 Ampombilava. 298.  
*Ampombobe*; alt. 320 m. = Matavary.  
 Ampombomaventy. **Bf, Cf**.  
 Ampondralava. **Bg**.  
 Ampondrobe. **Bg**; **Ec, Ed**; **Ii**; 68, 69, 128 à 130, 201, fig. 57, 254, fig. 81, 255, 282, fig. 108, 320, 331, voir aussi *Ambondrobe*.  
 Amponkarano (Baie -). = Baie Chancellor. **Ij**; 59, 321.  
 Ampongorina. **Cd**.  
 Ampontsa. **Bf**.  
 Ampopo. **Be**.  
 Amporaka. **Ce**.  
 Amporoa (Pointe-). **Cd**. 300.  
 Ampounhavy. 337.  
  
 Anabohazano. **Bf**; 304.  
 Anabarano. **Jn**; 149.  
 Anaborano; alt. 50 m. **De**.  
 Anaborano; alt. 34 m. **Ed**; 86, 89, 90, 94, 110, fig. 15, 114, 205, 355.  
 Anaborano = Tsitondry. **Ag, Bg**.  
 Anaborano. **Ed**.  
 Anaclat (Mare de -); prob. pour *Anakely*; alt. 950 m. 278, 280.  
 Analabe. **Dg**; **Ij**; 213.  
 Analabe Kely. **Bf, Bg**; 204, fig. 58.  
 Analakaka; alt. 1631 m. **Df**.  
 Analamalandy. **Fc**; 105, fig. 12, 106, 107, fig. 13, 124, 125, 126, fig. 24.  
 — (M. de -); alt. 445 m. **Ec, Fc**.  
 — (Col de -); alt. 213 m. **Ec**.  
 ANALALAVA. **Jl, Kl**, 3, 5, 6, 7, 27, 45, 55, 56, fig. 1, 74, 75, 84, fig. 9, 85, 87, 94, 95, 103, 120, 123, 131, 132, fig. 32, 135, 140, 141, 142, fig. 35, 145, 146, 151, 161, 169, 170, 174, 175, 176, 180, 188, 189, 204, 347, 456, 457, 459, fig. 141, 461, 473.  
 Analalava. **Bh, Ch**.  
 Analampily. **Db**.

- Analamatsaka. 35  
 Analamazaotra ; alt. 200 m. **Fc**.  
 Analatamba. **Eb** ; 55, 56, fig. 1, **66**, **67**,  
 84, fig. 9, 169, **171**, **172**, 277.  
 Analavary. **Cf** ; **Cg** ; 97.
- Analatsaka. **Df**.  
 Anamakia. **Eb** ; **Ij** ; 66, 188, **197**, 209,  
**218**, 269, **275**, 351.  
*Anamalandy* = Analamalandy.  
 Anambo (Nosy —). **Cb**, **Db** ; 321.  
 Ananjaka. **Dd** ; **Dd**, **Ed**.
- Anbahabe* = Ambahabe.  
 Ancazo beravina. 46, 460.
- Andafia. 137.  
 Andakara (Monts —) ; alt. 70 m. **Ed** ;  
 70.  
 Andamoty. **Ce**.  
 Andampy. **Ec** ; 70.  
 Andampy. **Bg**.  
 Andantry. **Dg**.  
 Andapitany. **Ed**, **Fd**.  
 Andaravina. **Ag**.  
 Andarobe. **Ee**.  
 Andasy Be. **Be** ; 115, 117.  
 Andatsakala. **Cf**.  
 Andavakantsifotra. **Bg**.  
 Andavakasay. 458, 459, fig. 141.  
 ANDAVAKOERA (Monts —) ; alt. 569 m.  
**Ed** ; 56, fig. 1, 70, 84, fig. 9, 99, 109.  
 Andavakoera (Montagne des Français).  
**Ij** ; 62, 209, **217**, 315, 319, 331.  
*Andavakoera* = Phare d'Ambre.  
 Andavakomba (Monts —). **Cf**.  
 Andavarina. **Bg**.  
 Andaveno. **Bf** ; 303.  
 Andavakolo. **Dd**  
 Andangodroa. **Cg**.
- Andevanaomby ; alt. 500 m. **Be**, **Ce** ;  
**Db**.  
 ANDEVORANTRE. **Km** ; 28, 56, fig. 1, 84,  
 fig. 9, 102, 168, 322, 459, fig. 141.  
 Andilanala. 300.  
 Andilantany. **Cg**, **Dg** ; **Df**.  
 Andimaka. **Ce**.  
 Andimiditro. **Fd**.  
 Andingakely. **Fc**.
- Andlohazompona. **Ij** ; 6, 198, 243, 307.  
 Andohasambirano. **Df**.  
 Andohony. **Cg**.  
 Andohonko. **Ii** ; 259, fig. 89, 260, fig. 91.  
 Andolomikaika. **Ij** ; 61, 219.  
 Andongoza = *Andongazo*. **Dd** ; 168.  
 Andovoko. **Ea** ; **Ii** ; 58, 59, 254, fig. 81,  
 322, fig. 127 et fig. 128, 467.
- Andrabanga ; alt. 317 m. **Dd**.  
 Andrafiata. **Ce** ; **Cd** ; **Cg** ; 299.  
 Andrafiata be. **Be** ; **Bf** ; **Bg**.  
 Andrafiata be. **Ec** ; 69.  
 Andrafiata be. 172, fig. 47.  
 Andrafiatobotry. **Cd**.  
 Andrafiatolo. **Af**, **Bf**, **Ag**, **Bg**.  
 Andrafiatatsaka. **Bg**.  
 Andrafiatalava. **Bf**, **Bg**.  
 Andrafiamadinitika. **Fd**.  
 ANDRAFIAMENA ; alt. 765 m. **Ec** ; 55, 56,  
 fig. 1, 57, 66, **67** à **69**, 70, 81, 84,  
 fig. 9, 103, 106, **107**, 108, fig. 14, 109,  
 112, 123, **125**, fig. 24, 126, fig. 25,  
 141, 282, 283, 293.
- Andrafiamana. **Ee**.  
 Andrahibe. **Be** ; **Ce** ; 116, 117, 118, fig.  
 24, 158, 159, fig. 40, 166.  
 Andrahibobe. **Be**.  
 Andrahibokely. **Be**.  
 Andrakaka. **Ij** ; 188, **198**, fig. 54, 200,  
 202, 217, 219, 243, 292, 306, 307, fig.  
 119, 308, 309, fig. 121, 310, 312, 327,  
 346.
- Andraika. **Ii**.  
 Andramena. **Cd**.  
 Andramponga. **Bg**.  
 Andranary ; alt. 1429 m. **Ee**.  
 Andranjia. **Dd**, **Ed**.  
 Andranaomby (Baie —). **Db** ; **Dd**.  
 Andranirany (Pointe —). **Be**, **Ce**.
- Andranobe. **Bf**.  
 Andranodronga. **Df**.  
 Andranofanjava. **Db** ; **Hj** ; 6, 278, 281,  
 289, 292, 352, 354.  
 Andranofela. **Bg** ; **Ce**, **Cf**.  
 Andranofotsy. **Dc**.  
 Andranogatsangy. **Dd**.  
 Andranolava. **Cd**.  
 Andranomadido. **Ce**.

- Andranomadiro 67.  
 Andranomainty. **Ce** ; **Dc** ; 101.  
 Andranomaimbo. **Ij** ; 61, 79, fig. 7, 199,  
 fig. 55, 245, fig. 74, 273, fig. 103,  
 274, 275 ; voir aussi WINDSOR-CASTLE.  
 Andranomafana. 168.  
 Andranomafana. 91, 99, 100.  
 Andranomalaza. **Bf** ; **Cf** ; **Fd** ; 97,  
 98.  
 Andranomaloto. 173.  
 Andranomamy. **Dd**.  
 Andranomano. **Jl**.  
 Andranomandevy **Be** ; **Ce** ; **Dc** ; **Dd** ;  
 63, 66, 86, 142, 284, 294, 436.  
 Andranomandevy. 99, 100.  
 Andranomandevy. 118.  
 Andranomandry. **Be**.  
 Andranomandina. **Dc**.  
 Andranomangatsiaka. 34.  
 Andranomena 292.  
 Andranomaro. **Cf**.  
 Andranomena (près Antequete). **Hj**.  
 Andranomena (Sahinana). **Dc** ; 351.  
 Andranomena. **Kl** ; 136.  
 ANDRANOMISERANO ; alt. 686 m. **Be** ; 74,  
 118, 159.  
 Andranomitiorimena. **Cg**.  
*Andranomody* = Cap Miné.  
 Andranomody. **Be**.  
 Andranomontra ; alt. 300 m. **Fc**.  
 ANDRANOSAMONTANA. **Bf** ; **Kl** ; 6, 24, 49,  
 56, fig. 1, 84, fig. 9, 74, **75**, **76**, 119,  
**123**, **124**, **130** à **133**, **132**, fig. 32,  
 134, 136, 138, 140, **142**, fig. 35, 143,  
 144, 145, fig. 36, 146, 173 à 175, 312,  
 346, 378, 456, 458, 459, fig. 141, 460.  
 Andranosivitra. **Bg**.  
 Andranotabatra. **Dg**.  
 Andranotsara. 247, 307.  
 Andranovaliba. **Df**.  
 Andranovato. 98.  
 Andranovatobe. **Cf**.  
 Andranovondro = *Pointe Champignon*.  
**Hi**, **Ii**.  
  
*Andraombe* = Mont-Raynaud.  
 Adraotro. **Kl** ; 461.  
 Andrapamotry. **Dd**.  
 Andrarira (Pointe —) = *Pointe Andra-*  
*hinira*. **Be**, **Ce** ; 115.
- Andrave. 39, 88.  
 Andravina (Baie) = *Andravy*. **Fc**.  
 Andraviravy. **Ed**.  
 Andravy. **Ij** ; 252, 253, fig. 79.  
 Andravy (Rivière —). **Fd**.  
 Andravy. **Bf**.  
 André (Cap —). **Ii** ; 256, 321.  
 Andrevo. **Ec** ; 56, fig. 1, 69, 70, 81, 84,  
 fig. 9, 108, fig. 14, 109, 125, fig. 24.  
 Andrevorevo ; alt. 2307 m. **Df**, **Ef**.  
 Andriamalandy. 96.  
 Andriamanty. 193, 215, 293, 331.  
 Andriamena. **Fd**, **Fe**.  
 Andriana. **Cd**, **Dc** ; 73, 112, 113, 299,  
 300, 340, 344.  
 Andriana (Nosy —) = *Adriana*. **Dc** ;  
 173, 344.  
 Andribo. **Cg**.  
 Androay. **Ag**, **Bg**.  
 Androbe. **Bh**.  
 Androdo. **Db**.  
*Androfanjava* = Andranofanjava.  
 Androfela (Marais de —). **Ce**, **Cf** ; 32.  
 Androibe. **Ce**.  
 Andronjona. **Ag** ; 303.  
 Androtro. **Bg**.  
 Androrongo. 101.  
*Anejorina* = Angarony.  
 Anesiky. **Df**.  
 Anetitrabe. **Cf**.  
 Angadoug = *Angadouka*. **Be** ; 20, 337,  
 345.  
 Angalavero. **Ec**.  
 Anganaory. 119.  
 Angandra. 120.  
 Angarahanga. **Ag**, **Bg**.  
 ANGARONY = *Marotuolana* = *Anejorina* ;  
 alt. 654 m. **Bf**, **Cf** ; 86, 119, 123,  
 130, 161.  
 Angasy. 40.  
 Angokely (Rivière —). **Hj**.  
 Angongo (Nosy —). **Eb**.  
  
 Anivorano. 86, 288, 312.  
 Anivoroa. **De**.  
  
 Anjambo. **Fd**.  
 Anjanabonaro. **Dg**.  
 Anjiamanoro. **Cd**.  
 Anjango. **Ag**, **Bg** ; **Bg** ; **Cg** ; 75.

Anjanojana. **Be**  
 Anjapida. **Ed**.  
 Anjavy. **Dd** ; **Fd**  
 Anjejia. **Ed** ; 89, fig. 10 et fig. 11.  
 Anjiabary. **Ce**.  
 Anjiabe. **Dd**.  
 Anjiakely. 42, 49.  
 Anjiboray. **Be**.  
 Anjingo. 134.  
 Anjingora. 33.  
 Anjohibe. **Dg**.  
 ANJOUAN. 323, 459, fig. 141.  
 Anjozarobe. 50.

Ankadivoribe. 34.  
 Ankaizina. **Kl** ; 32.  
 Ankalomponabe. 110, 113, 155, 298, 340, 346.  
 Ankalomponakely. **Cd** ; 112, 156, 299, 300.  
 Ankandrioso. **De** ; 260, fig. 91.  
 Ankapaika ; alt. 176 m. **Ii** ; 60, 259, fig. 90, 269, 271.

*Ankar (Muraille de l'—) ; voir Ankarana. 128.*  
 Ankarabato. **Ce** ; **Jl** ; 109.  
 Ankarabato. 176.  
 Ankarafa. **De**, **Ee**.  
 Ankarafabe. **Eb** ; **Ii** ; 200, 201, 229, 245, 251, 257, 258, fig. 88, 259, 274.  
*Ankarakatova = Mont-Carré. 211.*  
*Ankaramisampana = Dover-Castle. 61.*  
 Ankaramy. **Ag** ; **Cf** ; **Ed** ; **Bf** ; **Dd**, **Ed** ; **Kl** ; 53, 74, 119, 146, 160, 176, 336, 341, 344  
 Ankaramy Kely. **Ag**.  
 Ankaramy Loha. **Ag**, **Bg**.  
 ANKARANA (Mur de l'— et rivière) ; alt. 400 m. d'après GAUTIER. **Dc** ; 26, 55, 56, fig. 1, 68, 84, fig. 9, 128, 140, 142, 282, 284, 348, 352.  
 Ankarana (Nosy Mitsio) ; alt. 134 m. **Cc**, **Dc** ; 129, 297.  
 Ankarafa. **Bf**.  
 Ankarafabe. **Ii** ; 204, fig. 58, 257.  
 Ankarankely. **Cd** ; **Cg**.  
 Ankarabato. **Jl**.  
 ANKARATRA. **Jm**, **Km** ; 22, 39, 72, 235, 277, 305, 311, 462.

Ankarcana ; alt. 280 m. **Cc** ; 297.  
 Ankarefo (Pointe —) = Ankorefo. **Ah**, **Bh** ; **Be** ; **Cd** ; **Hj**.  
 Ankarobato. **Bg**, **Cg**.  
 Ankarobe. 303.  
 Ankarongano. **Cg** ; **Ec** ; 67, 86, 128, fig. 29 et fig. 30, 136, 170, fig. 43, 171, fig. 44 et fig. 45, 184, 186, 187, 293, 315, 316.  
 Ankasandra. 102.  
 Ankatafa. **Bf** ; **Cd**.  
 Ankatahonko. **Ce**.  
 Ankatika. **Ce**.  
 Ankatofa. 114, fig. 17, 115, 342, fig. 136.  
 Ankatoko. **Dd** ; **Ed** ; 99, 100.  
 Ankatsiabe. **Db**.  
 Ankavandra. **Jm** ; 34.  
 Ankay. 305.  
 Ankazo. **Ce**.  
 Ankazobe. **Hj**, **Ij** ; 34.  
 Ankazoberavina = *Ile du Passage*. **Bd** ; 303, 305.  
 Ankazokely. **Ce**.  
 Ankazomainty (Mont — et village). **Ed**.  
 Ankazomalandy (Baie —). **Dd** ; 110, fig. 15.  
 Ankazomalemy (Pointe — et rivière). **Dc** ; 173, 181.

Ankemadozo. 99, 100.

Ankiabe. **Bd** ; **Ij** ; 73, fig. 6, 197, 218, 275, 299, fig. 118.  
 Ankify (Pointe —) **Ce** ; 46, 73, 112, 113, 151, 155, 460, 461.  
 Ankilahila. **Jl** ; 35, 121.  
 Ankingabe. **Cd**.  
 Ankingafihy. 97, 120.  
 Ankingavola. **Bg** ; 123, 133, fig. 33.  
 Ankinrabo. **Ii**.  
 Ankiraka. **Cd**, **Ce**.  
 Ankisoabe ; alt. 542 m. **Cd** ; 155.  
 Ankitokazo. **Dd** ; 81, 92, 93.  
*Ankitsika = Bekotapa.*  
 Ankivanjy. **Ce**, **De** ; **De**.  
 Ankoala. **Jl**, **Jm** ; 49, 136.  
 Ankoditrikazo (Vill. et riv.). **Dg**.  
 Ankoko **Dh**.  
 Ankokokaramy. 300.

- Ankokorobe. Db ; Ed.**  
*Ankokorono* = Pointe Berry.  
**Ankomba** (Nosy —) = *N. Aomby* ; =  
*Noshe Kakaomby. Fc.*  
**Ankopo. Dh.**  
**Ankorabato. Ed.**  
**Ankorefo** = Ankarefo. **Hj.**  
**Ankorokorono** = Pointe Berry. **Fc.**  
**Ankorabe. Ag, Bg.**  
**Ankoriko** = *Ankorikiky. Bh ; Ij ; 201.*  
**Ankoromby. Dc.**  
**ANKOURIK. Ij ; 6, 241, 275, 347.**  
**Ankosibe. Dg.**  
**Ankotoha. Ed.**
- Anontsidia** (Monts-) ; alt. 900 m. **Ce.**  
**Anoritabe. 254, fig. 81.**  
**Anorotsongano. Be ; 40, 118, 119, 130,**  
**343.**  
**Anosakay. 70.**  
**Anosirava. Ij ; 5, 63, 218, 241, 242, 319,**  
**348.**
- Antafandakana. Bh.**  
**Antalaha. 22.**  
**Antaly** (Nosy —). **Db.**  
**Antaly** (Nosy —). **Cc ; Db.**  
**Antaly Be** (Nosy —). **Ea ; fi.**  
**Antambodroa. Cd.**  
**Antampolo. Be.**  
**Antanabemoroko. 119.**  
**Antanafato. 46.**  
**Antanambo. Bg, Cg ; Cd ; Cf ; Ed.**  
**Antanamvony. 90, 91, 103, 107.**  
**Antanalabe. Bh.**  
**Antanamisandra. Ec.**  
**Antanamitarana. Ij ; 195, 216, 290, 291,**  
**314, 346.**  
*Antananarivo* = TANANARIVE (voir ce  
mot). **21, 46.**  
**Antanandava. Bf ; Bg ; 120.**  
**Antanamvony. 166.**  
**Antanave** (Lac —), alt. 516 m. ; = *L.*  
*Bontemps. Ec ; 83, 278, 279, 281,*  
**282, 287, 288, 354.**
- Antandroy. Jn.**  
**Antandriana. Cf.**  
**Antangana. Ed.**  
**Antangatangana. Dd ; 110.**  
**Antangena** (Pointe —) = *Antanguen* =  
*Antanguay.*
- Antangibe. Ce.**  
**Antankarana. Kk, Kl.**  
**Antankares. 68, 71, 124, 128.**  
**Antaninaomby. Cd.**  
**Antaniambosi** (Lac —). **Ec ; 232.**  
**Antanifotsy. Db.**  
**Antanilatsaka. 240, fig. 73, 330, fig. 132.**  
**Antanimietry. 102.**  
**Antaniloribe. Bh.**  
**Antany Mora ; alt. 146 m. Af, Bf ;**  
**237, 248.**  
**Antarevoko. De ; 94.**  
**Antelezamzomay. Cf, Cg.**  
**Antequête** (Bois de —) = *Antitikena.*  
**Hj ; 292.**  
**Anteteranaomby. Df.**  
**Antetezambato. Fd.**  
**Antetikararaja. Ag.**  
**Antigona. Fd.**  
*Antitikena* = Antequête.  
**Antoanina ; alt. 509 m. Bf.**  
**Antongona. Fd.**  
**Antobesianiaka** (Monts —) **Cf.**  
**Antodozo. Ce.**  
**Antofindrabe. Dc.**  
**Antaolana. Ij.**  
**Antoloha. 101.**  
**Antombadriha. Bg, Cg.**  
**ANTONGIL** (Baie de —). **Kl ; 21, 22, 27,**  
**38, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 85, 102, 168.**  
**Antongobato. Ij ; 197, 275, 285.**  
**Antongona** (Monts —). **Fd.**  
**Antongonomby ; alt. 2000 m. De.**  
**Antorobasy** (Cap —). **Be, Ce.**  
**Antorytory. Bd.**  
**Antoloro. Be ; Ce ; 73.**  
**Antotorona. 146.**  
**Antranovato. Ce ; Cf.**  
**Antrema. Cf.**  
**Antrema** (Monts —). **Cf.**  
**Antriba** (Pic de —). **Jl, Kl.**  
**Antsafantomby** (Monts —). **Cf.**
- Antsaha. Af, Bf.**  
**Antsaha be. Be ; 118.**  
**Antsaha be. Be ; De ; Df ; Ce ; Ec ;**  
**Ce, De ; Ed.**  
**Antsaha be** (Bobaomby). **257, 260, fig. 92**  
**et fig. 93, 261.**  
**Antsahabe. Be ; 57, 118.**  
**Antsahaboka. Dc.**

Antsahafialava. **Fd.**  
 Antsahalina. **Bg.**  
 Antsahamalo. **Ce.**  
 Antsahaloga. **Bd, Cd.** 281.  
 Antsahalona. 98, 163.  
 Antsahalona (Mont-). 298.  
 Antsahamalo. **Ce.**  
 Antsahamahavelo. **Ce, De.**  
 Antsahanomby. 168.  
 Antsahapahana. **Fd.**  
 Antsahareny. 172, fig. 46 et fig. 47, 192 ;  
 voir aussi Tsahareny.  
 Antsahariaja. **Bg** ; 74, 75.  
 Antsahazo. **Ij.**  
 Antsahatsaka. **Af.**  
 Antsahatito. **Df.**  
 Antsahavalona. 133, 134, fig. 34.  
  
 Antsakampanasa. **Ce.**  
 Antsakay (Mont — ; alt. 800 m. et col  
 de l' —) ; alt. 264 m. 110, fig. 15.  
 Antsakely. **Fd.**  
 Antsakoa. **Dd** ; 288, 312.  
 Antsakoa. **Ec** ; 36, fig. 1, 84, fig. 9.  
 Antsakoamamy. **Ce.**  
 Antsalaka. **Ec.**  
 Antsalonga. 96.  
 Antsampany. **Fd.**  
 Antsantsa. 59.  
 Antsakondrimany. **Dc.**  
 Antsalava. **Ec** ; 108, fig. 14, 109, 110,  
 fig. 15, 125, fig. 24.  
 Antsalonga. **Cg** ; 91, 95.  
 Antsamanana. **Ag, Bg.**  
 Antsambao. **Ec.**  
 Antsambala. **Cf.**  
 Antsamakao. **Dg.**  
 Antsaramihana. 22.  
 Antsararano. **Dc.**  
 Antsarakaka. **Ce.**  
 Antsatramahavelona (Pointe —) ; alt.  
 332 m. **Ag.**  
 Antsatrana. **Bg** ; **Dg.**  
 Antsatroto 98, 163.  
 Antsavary (Monts —). **Ce.**  
  
 Antserasera. **Be** ; **Ce** ; **Fc** ; 69, 88, 106.  
 Antseranana = ANTSIRANA.  
 Antsesigne. **Ec.**  
 Antseva ; alt. 332 m. **Ce** ; 100, 110.

Antsetramahavelona ; alt. 332 m. **Ag,**  
**Bg.**  
 Antsevakely. 32, 94.  
  
 Antsianaka. **Kl** ; 168, 461.  
 Antsianaka. **De, Df**  
 Antsiasia. **Dd, Ed** ; **Ed.**  
 Antsihidy. **Bd** ; 73, fig. 6, 299.  
 Antsifitry. **Ce.**  
 Antsihonko. **Ag.**  
 Antsikazo. **Ij** ; 61, 200, 229, 244, 246,  
 248, 251, 257, 258, fig. 87, 274.  
 Antsilahitra. 56, fig. 1, 84, fig. 9.  
 Antsiloa. 46.  
 Antsimiranjana. **Fd.**  
 Antsirabe. **Cf.**  
 ANTSIRABE (Betsileo). **Jm, Km** ; 22, 32,  
 101, 451.  
 Antsirakangatra = Pointe Liverpool.  
 Antsirakiakia. **Bg.**  
 Antsirambazaha = Cap Canning.  
 ANTSIRANE, pour Antseranana. **Eb** ;  
**Kk** ; **Ij** ; 56, fig. 1, 62, 64 à 66, 80,  
 fig. 8, 84, fig. 9, 109, 169, 188, 195,  
 196, fig. 53, 197, 200, 278, 279, 283,  
 291, 327 à 329, 334, 348, 349, 351, 352,  
 459, fig. 144.  
 Antsirasira. 113.  
 Antsiro. **De.**  
 Antsiskazo = Antsikazo.  
  
 Antsoha. **Hj Ij** ; 62, 117, fig. 20, 158,  
 216, 226, 277, 331, 334, 335, 459, fig.  
 141, 460, 461, 467.  
 Antsoha, 312.  
 Antsoha. **Dd.**  
 Antsoha be (Nosy). 129, fig. 31.  
 Antsohi = Antsohy = Antsohihy. **Bh** ;  
**Kl** ; 3, 6, 23, 33, 56, fig. 1, 84, fig. 9,  
 120, 123, 134.  
 Antsohy. **Ed.**  
 Antsolaitra ; alt. 1390 m. **Cf** ; 130.  
 Antsolahity. 118.  
 Antsorokaka. **Db** ; **Dc.**  
 Antsomosomo **Dd.**  
 Antsongava. **Db, Dc.**  
  
 Anzava. 151.  
 Arivonimano. 20.

Artemise (Pointe —). **Fc**.  
 Augustin (Saint.); voir Saint-Augustin.  
 Avril (Signal —). **Ij**.

**B**

**BARA. Jn, Jm.**  
 Badens (Pic —). **Eb**; 79, fig. 7.  
 Bahafaly (Baie de —). **Be**.  
 Bahala; alt. 150 m. **Fc**.  
 Ballon Loza; voir Loza.  
 Ballon (Signal —); alt. 44 m. **Ii**.  
 Banc de la Zélée. 323.  
 Banc de l'Entrée. 321, 323, 334.  
 Banc du Castor. 321, 323.  
 Banc du Geyscr. 323.  
 Banc du Leven. 323.  
 Banc nouveau. **Bd, Cd**; 302, 321, 323,  
 334, 460, 461.  
 Banc Touareg. **Be, Ce**; 46, 302, 382.  
 Banc Saint-Lazare. 323.  
 Bandakorony. **Be**.  
 Bandany. **Be**.  
 Bararata. **Ij**; 226, 240, 241, **276**, 312,  
 315, 319; voir aussi: Ambararata.  
 Barracouta (Nosy —). **Fc**.  
 Bastions (L's). **Ij**; 225, 243.  
 Bathurst (Pointe —) = *Ambodilamoty*.  
**Fc**.  
 Batily; alt. 300 m. **Fc**.  
*Batobe* = *Vatobe*.  
 Batsirsa. **Db**.  
*Bavatobe* = *Bavatoube* = *Ambava-*  
*toby*.  
 Be (Nosy —): voir *Nosy Be*.  
 Beakoholahy. **Dd**.  
 Bealalana. **Cf, Dg**. 21, 56, fig. 1, 84,  
 fig. 9, 87, **96**.  
 Beanamala. **Ec**.  
 Beandraraona. **Dg**.  
 Beangona. **Cf, Df**.  
 Beaniponja. **Be**.  
*Bearamanja* = *Beramanja*.  
*Bechokatsa* = *Besokatra*.  
 Bedarabe. **Ii**; 58, 320, 322, fig. 127 et  
 fig. 128.  
 Bedarakely. **Ii**; 58.  
 Bedrakaka. **Dd**.

*Befandriana*. **Bg**; **Kl**.  
*Befandrano*. **Ag, Bg**.  
*Befiana*. **Ce**.  
*Befiana*. **Cf**; 97.  
*Befosa*. **Cf**.  
*Befosa*; alt. 1651 m. **Cg**.  
*Befotaka* (Cercle d'Analalava). **Bg**; 75,  
 94, 120, 131, 132, fig. 32; 133, 142,  
 fig. 35.  
*Befotaka* (Nosy Be). **Bd, Cd**; 113.  
*BEFOTAKA* (Terr. de Diego-Suarez). **Db**;  
 173, 174, fig. 48, 188, 198, **202**, 290,  
 310, fig. 122, 346.  
*BEJOFO* = *Belaveno*; alt. 1167 m. **Ed**;  
 56, fig. 1, 72, 84, fig. 9, 87, **91**, 92,  
**96**, 120, 152, 163, 355, 476, 459,  
 fig. 141.  
*Bejofa*. **Cf**; 92, 97, 98.  
*Bekaka*. **Cg**.  
*Bekakidrano*. **Cf**.  
*Bekatoma*. **Cf**.  
*Bekiady*. 49.  
*Bekiaky*. 42.  
*Bekinkini*. 341.  
*Bekodoka*. 35.  
*Bekohohaka*. **Fc**.  
*Bekolosy*. **Ce**.  
*Bekonkona*. **Bg, Cg**.  
*Bekopaka*. **Jm**; 137, 149.  
*Bekororaka*. **Bg**.  
*Bekotapa*; = *Bekotapo*; = *Ankitsika*;  
 alt. 409 m. **Bf**; 167, 306.  
*Bekoumankory* = *Bekoumankoriko*. **Ij**;  
 226, 315.  
*Belalava*. 112, 341.  
*Belalitra*. **Kl**; 35, 136.  
*Belaveno* = *Bejofa*.  
*Belimabo*. **Ed**.  
*Belinta*. **Be**.  
*Belle-Eau* (Massif de —). **Ij**.  
*Belle-Etape* (Lac de —); alt. 1250 m.  
*Belogoza*. **De**.  
*Beloloha*. **Db**.  
*Belomoto*. **Ed**.  
*Bemahia* (Pointe —). **Ij**.  
*Bemabazo*. **Cg**.  
*Bemanara*. **Cc**.  
*Bemanaza*. **Ce**.  
*Bemandrona*. **Cg**.  
*Bemaneviky*. **Be**; **Db**; **Fd**.



- Bemanondro. **Cg** ; **Bg** ; 95.  
 Bemanovondro. **Bg**.  
 Bemapara. **Bg** ; 73, fig. 16.  
 Bemapasa. 299, fig. 118.  
*Bemara* = *Bemara*. 23, 35, 136, 148,  
 149, 206, 207, 303, 458, 459, fig. 141,  
 460.  
 Bemarivo. 121, 136.  
 Bemofa. **De** ; 316.  
 Bemoko. **Ij**.  
 Bemoloto. **Dg**.  
 Bemorokaka. 35.  
*Bemainyomby* = *Betainyomby*.  
 Benavona. **Ce**.  
*Bentsentsorina* = *Betsentsorina*.  
 Bepaka. **Dg**  
 Bepilapila. **Dg**.  
 Berafia (Nosy —) = *N. Ovy* ; alt. 156 m.  
**Bf** ; 248, 303.  
*Berahoda* = *Signal Porte* ; alt. 705 m.  
 Beraketa. 149.  
*Beranomasina* = *Berahoda*.  
*Beramanga* = *Beramanja* = *Biraman-*  
*ja*. **Dd** ; 6, 109, 110.  
 Berambo (Nosy Be). **Cd**.  
 Berambo (Cercle d'Analalava). **Bf** ; 175,  
 204, fig. 58, 304.  
*Berangonana* (Pointe —) = *Berongoma*.  
**Bf**.  
*Berahoda* = *Bezavony*.  
 Beraketa. **Jn**.  
*Beranomasina* = *Beranomaso*. **Dd**,  
**Ed** ; 81.  
 Beraoka. **Cg** ; 98.  
 Berija (Nosy —) = *N. Saba*.  
*Berondra* = *Beronro* = *Berondrono*.  
**Bf**.  
 Beronono. 30.  
 Berry (Pointe —) = *Ankokorono*. **Fe**.  
 Besakondry. 250.  
 Besahatra. **Cf**, **Df**  
 Besarotro. 44.  
 Beseva. **Jl**. 176.  
*BESOKATRA* = *Besok* = *Bechokatsa*. **Ij** :  
**Eb** ; 86, 193, 211, 224, 238, 285, 287,  
 351.  
 Betafo. **Jm** ; 42, 168, 305.  
 Betainyomby. **Bg**, **Cg** ; 95, 96, 163.  
 Betaitra. **Ij** ; 75, 188, 193, fig. 51, 194,  
 fig. 52, 195, 197, 200, 215 à 217,  
 fig. 61, 227, fig. 68, 240, 291, fig. 115,  
 295, 330, fig. 132, 331, 332, fig. 134,  
 351, 473.  
 Betakilotra. **De**, **Ee**.  
 Betakiniomby. **Bg**, **Cg**.  
 Betambo. **Dd**.  
 Betavaha. **De**.  
 Betavolo. 101.  
 Betomaro. **Ce**.  
 Betsabory. 149.  
 Betsentsorina. **Ec** ; 125, 132, 141.  
 Betsiaka. **Ed** ; 108, fig. 14, 125, fig. 24.  
 Betsiboka. **Jl** ; 25, 56, fig. 1, 84, fig. 9 ;  
 123, 136, 140, 148, 176, 459, fig. 141.  
*BETSILEO*. **Jm**, **Km** ; 50, 101, 356, 457,  
 459, fig. 141.  
 Betsipaka. **Df**.  
 Betsisiry. **Be** ; 28, 42.  
*Betsofo*, = *Bejolo*.  
 Bevalala **Cg**.  
 Bevato. 40.  
 Bevoay. **Bf**.  
 Bevony. **Bg** ; 144.  
 Beylié (Puy —) ; alt. 670 m. **Ec** ; 281,  
 282.  
*BEZAVONY* = *Berahoda* (Montagne ; alt.  
 700 m. ; et rivière). **Be** ; **Be**, **Bf** ; 21,  
 56, fig. 1, 74, 84, fig. 9, 103, 118, fig.  
 22, 119, 160, fig. 41, 306, 343.  
 Bezeva. 231.  
 Bezona. **Ce**, **De**.  
*Biboroaka*, alt. 300 m. = *Mabenofa*.  
*Biramanja* = *Beramanja*.  
 Bivouac (Anse du —). **Ij** ; 307.  
 Bobaala. 59, fig. 2, 60, 257, fig. 86. 269,  
 271, fig. 102.  
 Bobadronga. **Ed**.  
 Bobakilandy. **De**, **Ec**.  
 Bobankomba ; alt. 350 m. = *Bobankoba*.  
**Ec** ; 70.  
*BOBAOMBY* = *Presqu'île du Cap d'Am-*  
*bre*. **Ea** ; **Kk** ; 8, 55, 56, fig. 1, 58,  
 59 à 61, 84, fig. 9, 223, 229, 238,  
 251, 268, 269, 271 à 273, 296, 314,  
 320, 321, 322, fig. 127 et fig. 128,  
 325, 331, 352, 425, 473.  
 Bobaomby Vatobe. 61, 62.  
 Bœufs (Chemin des —). 141.

Bobasakoa. **Dc.**

Bobavato. **Eb**; 189, 190, fig. 49, 293, fig. 116.

Bobataolana. **Ij**; 61, 229, 275.

Boisée (Ile —). **Db.**

*Bolimpoba* = *Ambodipoba*.

Bombetoka. 249.

Bongo-Lava = *Bongou-Lava*. 36, 46, 102.

Bongo-Pisa; alt. 235 m. **Bd, Cd**; 73, fig. 6, 299, fig. 118, 300.

Bonne-Nouvelle (Signal —). **Ij.**

*Bontemps* (Lac —). = Lac Antanave.

Boriravina (Monts —). **Ec, Ed**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 67, 69, 70, 88, 109, 125, 128, 139, 141, 295.

Boriravina (Vallée de Rodo). **Ec**; 295.

Bouent. **Jl, Kl**; 26, 35, 36, 49, 305.

Bouquet (Signal —); alt. 330 m. **Ij.**

Bourgeois (Mont —) = Mont Rodo; alt. 600 m. **Ec.** 68, 70.

**C**

Cabrion (Signal —). **Ii.**

Caille (La —) = *Kohalala*. **Ii.**

Cailloux-Blancs (Baie des —). **Eb**; **Ij**; 59, 62, 201, 270, 273, 306, 326.

Caïmans (Mare aux —). **Ij**; 201.

Caïmans (Rivière des —). **Ij**; 291, 332, fig. 134.

Caïmans (Signal des —); alt. 358 m. **Ij.**

Canine (Signal —); alt. 373 m. **Bf**; 304.

Canning (Cap —) = *Antsirambazaha*.

**Fc.**

Canu (Concession —). **Ij.**

Caron (Pointe —). **Fc.**

CARRÉ (MONT —) = *Ankarakatova*. **Eb**; **Ij**; 26, 38, 62, 80, fig. 8, 209, **211**, 212, 214, 216, 223, **224**, fig. 67, 225, 237, **238**, fig. 72, 239, 243.

Cap —; voir le mot qui suit.

Causses. 123, **136.**

Causse du Kahavo. **Jl**; 121, 136.

Cascade (Grande —). 65.

— (Petite —). 65.

Castor (Banc —). **Cc**; 321, 323.

Champignon (Pointe du —). **Hi, Ii.**

Chancellor (Baie du —). = B. Amponkarano.

Colonne (Signal —); alt. 308 m. 310, fig. 122.

Comores. 37, 305, 314, **323**, 438, 441, 459, fig. 141, 460.

Contrefort (Pyramide —). **Ii.**

Coq (LE —). = *Ambohitrakoholahy*. **Ea**; **Ii**; 60, 79, fig. 7, 269, 271, 272, 322, fig. 127 et fig. 128.

Coquille (Ile de la —). **Ij**; 270.

Corail (Pointe du —) **Ij.**

COTE-EST. 3, 15, 21, 22, 24, 25, 28, 37, 39, 52, 85, 208, 223, **232**, 233, **235**, 236, 305, 321, 326, 347, 351, 367, 368, 457, 458, 462, 466 à 468, 470, 471.

Coupe Verte (La —). 280.

COURRIER (BAIE DU — et COL DU —). **Db**; **Hj**; **Kk**; **Ij**; 55, 59, **61**, 199, fig. 53, 209, **219**, fig. 63, 229, 245, fig. 74, 273, fig. 103, **274**, 306, 308, fig. 120, 319, fig. 121, 321.

Cratère (Ile —). **Cc.**

Cratère —; voir le mot qui suit.

Cul-de-Sac Gallois. **Eb**; **Ij**; 306, 326, 327, 334.

**D**

Dent (La —). **Ij.**

*Dent-du-Cap* (La —) = *Vatozanahary*.

DEUX SŒURS (LES —) = *AMBOHIMIRAVAVY*; alt. 753 m. **Be**; 74, 118, 152, 159, 346, 459, fig. 141, 460, 461.

Diamond (Baie du —). **Cc.**

Diego (Cap —). **Eb**; **Ij**; 6, 62, 64, 188, **197**, 198, 237, 241 à **244**, 248, 269, 290, 292, 296, 297, 307, fig. 119, 309, 329, 334.

Diego (Ile —). **Eb**; **Ij.**

DIEGO-SUAREZ. **Eb**; **Ii**; **Ij**; **Kk**; 2, 4, 5, 7, 15, 23 à 26, 33, 34, 38, 39, 44, 45, 52, 55, 56, fig. 1, 58, 59, 60, **61**, 62, 65, 66, 69, 75, 80, fig. 8, 81, 84, fig. 9, 85, 86, 135, 138, 167, 169, 175, 188, 189, 195, 196, **200**, 202 à 204, 209, 211, 224, 237 à 240, **241**, 242 à 244, 248, 249, 269, 272, 278, 280, 295, **306**,

309, 311, 312, 314, 315, 319, **326**, 328, **329**, 330, 332, 334, 335, 337, 346 à 349, 351, 354, 459, fig. 141, 472 à 474.

Voir aussi ANTSIRANE.

Dives. **Cc**; 321.

*Djabaly* = Jabaly. **Bd**.

DOVER-CASTLE; = *Ankaramisampana*.

**Db**; **Ij**; 61, 198, 200, fig. 56, 209, **220**, fig. 65, 229, 242, 244, 246, 259, 296, 348.

Dune blanche. **Ii**.

Durand (Cratère —). 282.

Droza. **Ce**.

## E

Échelle (Chemin de l'—). 212, 214, 225.

Embrasure (Massif de l'—). **Ii**; 193, fig.

51, 209, **216**, 217, 223, **227**, 228, fig.

69 et fig. 70, **275**, 276, fig. 105, 334.

Empiring. 20.

EMYRNE = Imerina. **Jm**, **Km**; 20, 28,

32, 37, 102, 305, 350, 462, 466.

Entrée (Banc de l'—). **Bd**; 325, 334.

Etape (Lac de l'—). 282.

Est (Cap —). 467.

Est (Cote —); voir COTE-EST.

Est (Massif de l'—). **Ij**.

Est (Piton de l'—); alt. 1300 m. **Eb**.

## F

Fahanjy (Nosy —). **Hi**.

Fahina (Nosy —) **Ag**

Faly (Nosy —). **Cd**; 50, 55, 56, fig. 1,

84, fig. 9, 217, 248, 339.

Famoizankova. **Jm**

Fanihy (Nosy). **Bd**; 300.

Faninana (Nosy —). **Db**.

FANIVELONA. **Km**; 24, 44, 233.

FARAFANGANA. **Kn**; 20, 56, fig. 1, 84,

fig. 9, 459, fig. 141.

Fararana. **Db**.

Fascène = *Fasina*. **Cd**; 112, 113, 237, 300.

Fasy (Nosy —). **Db**; 321.

Faty (Nosy—). **Db**; 321.

Fefarana. **Ed**.

Fenerive. **Kl**.

Fenoarino. **Jm**.

FIANARANTSOA. **Jm**, **Km**; 20, 56, fig. 1,

84, fig. 9, 459, fig. 141.

Fietri. **Ed**.

Fiherana. 85.

Fihererana. 176.

Fiherenana. 232.

Fiherenga. **Jn**; 176.

Fisaka (Nosy —). **Cb**; **Cc**.

Fontaine tunisienne. **Eb**; **Ij**; 93, fig.

51, **195**, 243, 269, 278, **290**, **291**, fig.

115, 292, 296, 329, 332, fig. 134, 334, 353.

FORT-DAUPHIN. **Jn**, **Kn**; 56, fig. 1, 84,

fig. 9, 457, 459, fig. 141, 462, 467.

Fosintanana. **Bg**, **Cg**.

Foty (Nosy —). **Db**.

Fougères (Vallée des —, et Col des —);

alt. 1250 m. 287.

FRANÇAIS (Baie des —). **Eb**; **Ij**; 24, 62,

242, 326.

— (Montagne des —). **Eb**; **Ij**; 25, 44,

55, 56, fig. 1, **62**, 63, 84, fig. 9, 198,

209, 210, 213, **215**, 221, **223**, **224**,

**225**, 229, **231**, 237, **238**, 240, fig. 73,

242, 246, 269, 272, **275**, 276, **277**,

291, 292, 295, 299, 312, 315, 320, 329

à 331, 334, 346, 347, 349, 353, 456,

459, fig. 141, 473.

## G

Gallois (Cul-de-Sac —); voir Cul-de-Sac-Gallois.

Galoka = Galoko; alt. 800 à 1200 m.

(suivant les auteurs). **De**; 56, fig. 1,

70, 71, 84, fig. 9

Geysier. 323.

Glorieuses (Iles —). 323

Grande-Cascade (Vue sur la —, alt. 857

m.; Bas de la —, alt. 740 m.). 286.

GRANDE-COMORE. 305, 323.

Grand Lac (Vue sur le —); alt. 1280 m.

278, 279, 281, 287.

Géraud (Cratère —). **Ij**; 278, 279.

Grande-Rivière. 215, 216, 226, 276.

Grande-Terre. 6, 74, 75, 103, **113**, **158**.

Grotte-aux-Pintades; voir Pintades.

**H**

Hao (Nosy —). **Da** ; 321.  
 Hara = Harana (Nosy —). **Db** ; 167, 209, 218.  
 Hazofotsy ; alt. 127 m. **Jn**.  
 HELLVILLE. **Cd** ; **Kk** ; 5, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 111, 298, 300, 348, 459, fig. 141.  
 Hiarambazaha = Pointe Tiarambazaha.  
 Hilge (Cratère —). 282.

**I**

Ibaly. **Bg**, **Cg**.  
 Ifasy. **Dd**, **De** ; 47, 51, 56, fig. 1, 70, 84, fig. 9, 94, 109, 110 fig. 15, 299, 355.  
 Ifasy = Itasy (Lac —).  
 Ikopa. **Jl** ; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 136, 459, fig. 141.  
 Iles (Pointe-aux- —) = Cap Tanjona.  
 Imaina. 20.  
 Imerina. **Jm**, **Km** ; 20, 32, 37, 305 ; voir aussi EMYRNE.  
 Iranja (Nosy —) ; alt. 72 m. **Be**. ; 158, 321.  
 Iro. **Bh**.  
 Irodo. 171, 183 ; voir aussi Rodo.  
 Iroharono. **Dd**.  
 Ironoro. **Db**.  
 Iraony = Irony. **Bg** ; **Kl** ; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 87, 94, 95, 134, fig. 34, 163, 290, 457, 460, 461.  
 Irohanoro. **Dd**.  
 Isafibelalava. **Cg**.  
 Isakondry. **Jn** ; 23, 24.  
 Isalo. 121.  
 Itasy (Mont —) ; alt. 710 m. 304.  
 Itasy (Lac —) = Ifasy. **Jm** ; 168, 355, 458, 459, fig. 141.  
 Ivohitsobe. **Jn**.  
 Ivohitsomby. 34.

**J**

Jabaly pour *Jaboady* (Sianaka) ou *Jabady* (Sakalave). 73, 281, 298, 302.  
 Jangoa. **Ce** ; 73, 113, 114, 119, 152, 160.  
 Janjina. **Jm** ; 122.  
 Jankiana, 312.

Janson (Pic —) ; alt. 550 m. **Ij** ; 278, 280, fig. 106.  
 Jenkinson (Baie —) = Baie Ampanasina. **Ii** ; 58, 321.  
 Joffre (Puy —) ; alt. 500 m. **Dc** ; 278, 284, 294.  
 Jumelés (Cratères —). 278, 281, 282.  
 Jumelles (Les —). 225.

**K**

Kahavo (Causse de —). **Jl** ; 121, 136  
 Kakamby (Pointe —). **Af**, **Bf** ; 117.  
 Kakaomby (Nosy —) = Nosy Ankomba.  
 Kakandra. **Ed**  
 Kalakajora (Nosy —) = *Karakajora* ; alt. 166 m. **Be** ; 162, 248, 251, 265, 311.  
 Kalobenono ; alt. 880 m. **Ce**, **De** ; 70.  
 Kamory. 458, 460.  
 Karoaka. 102.  
 Katsary. **Cf**.  
 Kelimavoky. **Be**.  
 Keyrousa. 151.  
 Kinjonarivo. **Fd**.  
 Kinkony (Lac —) = *Kingonia* = *Kingony*. **Dd** ; **Jl** ; 35, 49, 149, 305.  
 Kipany. 144.  
 Kipatso. 35.  
 Kiranomena. 42.  
 Kisimany (Nosy —) **Be**.  
 Kitsongano. **Bf**.  
 Kivandji = *Kivanjy* = *Kivondji*. **Ed** ; 46, 90, 142, 158, 166, 460, 461  
 Kivanji (Nosy —). **Ce**.  
 Koba (Nosy —). **Ij** ; 269, 270, fig. 100.  
 Kola. **Cd** ; 112, 300.  
 Komatsara (Pointe —). **Ag**.  
 KOMBA (Nosy —). **Cd** ; **Kk**, **Kl** ; 5, 24, 46, 73, 78, 111 à 113, 118, 151, 152, 153, 154 à 158, 166, 278, 309, 460, 461.  
 Komihevitsy. 206.

**L**

Lac ; voir le mot qui suit.  
 Landais (Cratère —) ; alt. 225 m. **Ec** ; 69, 128, 278, 282, fig. 108, 294, 296.

Lango (Nosy). **Ag**.  
 Langoro (Nosy —). **Ij** ; 326.  
 Lava (Nosy —). alt. 113 m. **Ag** ; **Kl** ;  
 237, 238, **248**, fig. 78, 249, 303, 347.  
 Lava (Nosy —). **Dc**.  
 Lava (Nosy —) = Ile Diego. **Ij**.  
 Lavalohalika = *Lavalohalohia* ; alt.  
 37 m. **Bf**.  
 Lehamasina. **Ce**.  
 Lepreux (Pont —). 131, 132, fig. 32, 142,  
 fig. 35.  
*Lesven* = Leven (Port —) = *Port de*  
*Mangerivy*. **Fc** ; 26, 104.  
 Leviky ; alt. 150 m. **Dd** ; 56, fig. 1, 70,  
 71, 84, fig. 9 ; 109.  
 Limaçon. **Hj**.  
 Liverpool (Pointe —) = *Antsirakanga-*  
*tra*. **Fc** ; 58, 321.  
 — (Baie —). = B. Ambavanaibe.  
 Lokobe ; alt. 545 m. **Cd** ; 41, 46, 73, 87,  
 94, 111, fig. 16, 113, 151 à **153**, 154,  
 fig. 37, 155, fig. 38, 156, 460, 461.  
 LOKY (Mont —, Port —, Rivière —) =  
*Looke* = *Louqui* = *Lousquez* **Ec** ;  
**Fc** ; 3, 21, 26, 27, 31, 35, 38, 55, 56,  
 fig. 1, 67, 68, **69**, 70, 84, fig. 9, 85,  
 87, **88**, 89, 91, 92, 95, 99, 103, **104**,  
 106, 107, 109, 123, **124**, 141, 151,  
**164**, 166, 345, 346, 354, 355.  
 Lorza (Col de —) ; alt. 432 m. **Ec** ; 108,  
 fig. 14, 125, fig. 24, 126, fig. 25.  
 Lotsoy. **Ii**.  
 Lotsoina = Port Robinson. 58, 321.  
*Lousquez* = *Louqui* = Loky.  
 Loza (Ballon — ; alt. 221 m. à 231 m.  
 Rivière —). **Bg** ; 33, 5, 56, fig. 1,  
**75**, 84, fig. 9, 175, 204, 303, 325.

## M

*Mabenovo* = Mahabenofy.  
*Macks* (Riv. des —) ; voir Maques.  
 Madiro **Be**.  
*Maeri* = Mahery  
*Maevarano* = Mahevarana.  
*Maevatanana* = MEVATANANA.  
*Maevinja* = Mahevahaja.  
 Maferinaina. **Ag**.  
*Magambey* = Makamby.

Mahabenofy = *Mabenovo*. **Ec** ; 107.  
 Mahabo. **Fd**.  
 MAHAFALY. **Jn** ; 85.  
 Mahagaga. **Eb** ; **Ij** ; 193, 209, **211**, 212,  
 225, 351.  
 Mahajamba. **Kl** ; 24, 26, 37, 148, 459,  
 fig. 141.  
 Mahakamba (Pointe et Ile —) = *Makan-*  
*bay* = *Makamby*. **Jl** ; 85, 249, 250.  
 Mahalaza. **Ce**.  
 Mahalevona (Baie —). **Eb**, **Fb**  
 Mahalogny. **Ce**.  
 Mahamindo. **Hj**  
 Mahambary. **Ce**.  
 Mahajambo = *Mahajamba*. 30, 37, 140.  
 Mahamoyo = *Mahamovo*. **Jl** ; 46, 231.  
 Mahamoro. 23.  
 Mahanoro. **Km** ; 22, 168, 459, fig. 141.  
 Mahara. 35.  
 Mahasoa. **Fd**.  
 Mahatera. **Bf** ; **Ce**.  
 Mahatinjo. **De** ; **Ec** ; **Ij** ; 188, 291, fig.  
 115, **197**, 332, fig. 134.  
 Mahatsandry. 461.  
 Mahavanona. **Be**.  
 Mahavavy. **Dd** ; **Kl** ; 35, 56, fig. 1, 70  
 à 72, 84, fig. 9, 87, **92** à 94, 110, 151,  
**163**, 311, 316, 325, 352, 355, 456, 458,  
 459, fig. 141.  
 Mahavelona (Baie de —). **Fc**.  
 Mahazandry. **Cd** ; 113, 155, 300, 460.  
 Mahebo. **Ag** ; **Dd**.  
 Maherivaratra (Monts —). **Ce**.  
 Mahery (Lac) = *Maeri*. **Ij** ; 218, 278,  
 279.  
 Mahevarano = *Maevarano*. 33.  
 Mahevahaja = *Mahevahinja* = *Mae-*  
*vinja*. **Cg** ; 120.  
 Mahilaka = *Mailaka*. 35, 46, 167, 460,  
 461.  
 Mahitsihazo = *Mahitsiazoo*. **Bf** ; **Df** ; 21,  
 75, 76, 131, 143, 144, 146, 161, 278,  
 312, 456, 459, fig. 141.  
 Mai (Signal —). **Ij**.  
 Maillard (Source —) ; alt. 1240 m. 286,  
 287.  
*Mailaka* = Mahilaka.  
 Maintimasy. **Bd** ; 73, fig. 6, 299, fig.  
 118.

- Maintirano. **Jm**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 459, fig. 141.
- Maivorano. **Bg**; 69, 75, 123, 132, 133, 134, 346.
- MAJUNGA. **Jl**. 16, 23, 24, 33, 46, 47, 52, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 85, 136, 169, 176, 206, 222, 230, 231, 249, 250, 314, 325; 341, 347, 459, fig. 141.
- Makambahy. 36.
- Makamby (Pointe —) = *Makambey* = *Magambey*. **Be**; 338.
- Makamby* = Mahakamba.
- Makarainga. 32.
- Malainkiambany. alt. 375 m. **Ag, Bg**.
- Malaimbandy. **Jm**.
- Malilio. **Ce**.
- Maliomanala. 35.
- Mamelon vert. **Ij**; 275, 319.
- Mamoko (Nosy —). **Be, Ce**; 114, 115.
- Mamoko. **Dd**.
- Mamora. **De**.
- Manabo. **Cg**.
- Manaly. **Db**.
- Manakolala. **Fc**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 88.
- Manambaliha. **Bf, Cf**.
- Manambaho. 206.
- Manambato (Cap —, rivière et village) = *Cap Triangulaire*. **De; Ee; Fd; Gd, Ed**; 26, 93, 163, 164.
- Manambery = *Manambero*. **Fd; Fd, Gd**.
- Mananjary. **Km**; 25, 457.
- Mananjeba. **Dd, Ed**.
- Manamboay (Nosy —) = *Manambeedy*. **Fc**.
- Manambato* = Manombato.
- Manambaho. **Jl**.
- Manambolo. **Jm**; 137, 222, 231, 458, 459, fig. 141.
- Manaboro. 145.
- Manampahana (Nosy —) = *Nosy Manampaha*. **Fc**.
- Manakolala. 104.
- Manankola. 27, 70, 109.
- Mananara. **Jn, Kn**.
- Mananjary. **Km**; 25, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 457, 459, fig. 141.
- Mananjebly, = *Mananjeba*. **Dc**. 56, fig. 1, 70, 84, fig. 9, 109, 325, 352, 355.
- Mananona. **Cb**.
- Manarahaka. 459, fig. 141, 461.
- Manasamody. **Kl**.
- Manantangena. **Ij**; 62, 272, 331, 332.
- Mandentika. 299.
- Mandiavato. 50.
- Mandridrano. 168.
- Mandritsara. **Kl**; 23, 102, 459, fig. 141, 461.
- Mandrona. **Cb, Db**.
- Manerenga. **Cf**.
- Mangabe. **Ce**.
- Mangantany. 168.
- Mangaka* = Mangoaka.
- Mangarenga. **Db**.
- Mangatry (Baie —). **Fc**.
- Mangerivy* (Port de —) = Port Leven.
- Mangiho (Nosy —). **De**.
- Mangily. **Ed**; 90 à 92, 99, 355.
- Manginankira. **Cd**.
- Mangindrano. **Df**; 95.
- Mangok* = Mangoaka = *Mangoky*. **Cg; Hj, Ij; Jm Jn**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 269, 275, 292, 312, 332, 351, 459, fig. 141.
- Mangoro. **Km**; 42, 167, 457.
- Manilazoina. **Cg**.
- Manilona. **Ec**.
- Maningombato; alt. 1250 m. **De**.
- Maningoza. 40.
- Manisakomby. **Cg**.
- Manombato. 316.
- Manombatoba. 33.
- Manombaro = *Manongania*. **Bf, Cf**; 74, 76, 94.
- Manongarivo. **Cf**; 87, 98, 145, 160, 161, 162.
- Manompatanga. **Db**.
- Mantaly. **Dd**.
- Mantilahaha. **Fd**.
- Maques (Riv. des —). **Ij**; 279, 285.
- Maramby. 28.
- Marangaka (Plateau du —); alt. 2015 m. **Df**.
- Mare; voir le mot qui suit.
- Mananjeba* = Mananjeba. 70.
- Marécage (Signal —). **Ij**.
- Mariarano* = Marivorano.
- Marie (Récif de —). **Cc**.

Marie (Sainte-); voir Sainte-Marie.  
 Mariteza (Pointe —). **Df.**  
*Marindra* = Narindra.  
 Maningory. **Kl.**  
 Maritandrano. **23.**  
 Marivorano. 68 à 70, 129, 206, 279.  
 Miroala. 437.  
 Maroanatona. **Df.**  
 Maroantsetra. 85, 168.  
 Maroarina. **Be.**  
 Marobakaka. **Ce.**  
 Marobandroka. **Bg.**  
 Marodimaka. **Ce.**  
 Marofotra. **Bf, Cf; Cf;** 98, 115, 162, 306.  
 Marohita. 31, 233.  
 Marojejy. **Ed;** 107.  
 Marokao. **Be.**  
 Marokely. **Ce.**  
 Marokibany. **Be.**  
 Marokoko. **Bf.**  
 Marolamba. **Dg.**  
 Marololo. **Jl, Kl;** 136, 148.  
 MAROMANDIA. **Bf; Kl;** 6, 56, fig. 1, 84,  
 fig. 9, 75, 76, 119, 130, 131, 132, fig.  
 32, 140, **142**, fig. 35, 143, 144, 146,  
 148, 161, fig. 42, 166, 344, 347, 348.  
*Maromandia* = Maromandry.  
 Maromokatra. **Ce, De.**  
 Maromomy (Pointe — et village). **Ag.**  
 Maropanja. **Dc.**  
 Maropapanga. 146.  
 Maropy. **Ce.**  
 Marorio. **Bf.**  
 Marotanga. **De;** 311.  
 Marosabonoro. **Bh.**  
 Marotolana. **Ag; Cf; Ec;** 69, 130, 282.  
*Marotolana*; alt. 654 m. = Angarony.  
 Marotony = *Marotany*. **Be;** 117, fig. 19,  
 118, 159, 343.  
 Marovato; alt. 1200 m. **Af, Bf; De;**  
**Cf; Dg.**  
 Marovoay. **Ce; Jl;** 26.  
 Marozevo. 102.  
 Marozazavavy. **Dd;** 174, 175, 180, 265,  
 304.  
 Masoala (Cap —). **Kl;** 27, 459, fig. 141.  
 Masompana. **Bh.**

Masovariaka. **Ce.**  
 Matavary = *Ampombobe*. **Ec; Ed;**  
 88, 90.  
 Matsavarimadio. **Df.**  
 Matsaboribe. **Cf.**  
 Matsalohimaky. **Dd, Ed.**  
 Maudit (Lac —). 281.  
 Mavetanana = MEVATANANA.  
 MAYOTTE. 47, 323, 459, fig. 141, 460.  
 Melaka. 312  
 Melville (Anse —; Signal —). **Ij.**  
 Menabe. **Jm;** 25, 35, 47, 51, 222, 231.  
 Menamaty. 121.  
 Metz (Mont de —); alt. 481 m. au som-  
 met; alt. 363 m. à la base. **Ec;** 67,  
 69, 108, fig. 14, 125, fig. 23, 126, fig.  
 26, 278, :81, 283, fig. 110, **296.**  
 Mevarano. **Jl;** 23, 206, 231.  
 MEVATANANA = *Mevetanana* = *Maeva-*  
*tanana* = *Mavetanana*. **Jl, Kl;** 5,  
 6, 28, 121, 176, 177, 458.  
 Midongy. 459, fig. 141, 461.  
 Migiko. **Ce.**  
*Milanga* = Milanja. 35, 49.  
 Milieu (Ile du —). **Fc.**  
 Miné (Cap —) = *Andranomody*. **Ij;** 314,  
**316, 317, 326**  
 Misaotra (Pointe —) **Bd.**  
*Mirvana* (Baie —) = Miravano. 59.  
 Mitakarana. **Cc.**  
 Mitsio (Nosy —). **Cc, Dc; Kk;** 56, fig.  
 1, 79, 84, fig. 9, **297, 323, 325.**  
 MOHEL. 323, 459, fig. 141.  
 Moine (Gorge du —). 62.  
 Mont; voir le mot qui suit.  
 Montagne d'Ambre; voir Ambre.  
 Montagne des Français; voir Français.  
 Morafena. **Fd.**  
 Morafenobo. **Jl;** 121.  
 Morne noir. **Cc.**  
 Morondava = *Moroundava*. **Jm;** 24,  
 30, 121, 122, 129, 137, 149, 207, 250.  
*Morotsanga*; = Anorotsongano.  
*Moroundava* = Morondava. 33, 459, fig.  
 141.  
 Morts (Ile des —). 111, 157, 158, fig. 39.  
 Mosorobe. **Ed.**

## N

- Namorako. **Jl**; 35.  
 Narendry (Baie —) = *Narinda* = *Narindra.*, **Ag**, **Ah**; **Kl**; 23, 45.  
 Nécessaire (Banc du —) **Eb**, **Fb**.  
 Nièvre (Port de la —). **Eb**; **Ij**; 26, 295, 326 à 328.  
 Navatsy = *Navetsy*. **Cd**; 113, 300, 325.  
*Norotsongana* = *Anorotsongana*.  
 Nosimbary. **Ec**.  
 Nosy **BE** = *Nossi Be*. **Kk**; 2, 5, 14, 15, 20, 24, 29, 30, 32, 33, 40, 41, 43, 45, 47, 51, 53, 55, 56, fig. 1, **72**, 73, fig. 6, 74, 84, fig. 9, 85 à 87, 93, **94**, 103, 107, 109, 110, **111**, fig. 16, 112, 151 à 154, fig. 37, 156, 158, 164, 166, 237, **247**, 277, 278, 281, 290, 295, **297**, 298, 299, fig. 118, **300**, 301, 302, **303**, 305, 312, 321, 323, 324, fig. 129 et fig. 130, 325, 334, 335, 337, 340, 344, 346, 354, 459, fig. 141, 460, 474.  
 Nosy; voir le mot qui suit.  
 Noir (Puy —). 278, 294.

## O

- Onilahy. **Jn**; 138, 459, fig. 141.  
 Oiseaux (Ile des —). **Fc**.  
 ORANJIA = *Orangea*. **Eb**; **Ij**; 6, 80, fig. 8, 188, **201**, fig. 57, 202, 237, **241**, 269, **275**, 316, 317, fig. 124, 318, fig. 125, 319, fig. 126.  
 Ovaribe. **Ag**, **Bg**.  
 Ovari Kely. **Ag**.  
 Ovy (Nosy —) = *N. Berafia*; alt. 151 m. **Bf**.

## P

- Pain-de-Sucre. 62, **241**, **242**.  
 Pana (Nosy —) = *Ile des Tortues*.  
 Pananga. **Db**.  
 Pangalanes (Canal des —). 322.  
 Pasindava (Baie de —) = *Passandava*. 7, 29, 30, **42**, **44**, 57, 342; voir aussi *Ampasindava*.  
 Passage (Ile du —) = *Ankazoberavina*.

Peropakaka. **Ed**.

- Petit Lac (Vue sur le —; alt. 1146 m.; sentier allant au —; alt. 1120 m.). 278, 280, 281, fig. 107.  
 Pierre (Vallée de la —). **Ij**; 209, **213**, 214, fig. 60, 215, 348.  
 Piton Rouge. **Ij**; 60.  
 Piton X. 265, fig. 99.  
 Pointe; voir le mot qui suit.  
 Polygone. **Ij**.  
 Potager (Ravin du —). 284, 285, fig. 112.  
 Pouce (Le —) = *Tsaramborono*.  
 Port Radama. **Bf**; 74, 174, 180, 237, 325, 339.  
 Pintades (Grotta aux- —; Mare-aux- —). 151, 152, **158**, 166, 318, fig. 125, 319, fig. 126.  
 Port (voir le mot qui suit).  
 Porte (Signal —) = *Berahoda*.  
 Poule (La —) = *Ambohibiry*. 60, 269, 270, 272.  
 Prebetaitra. 291, 333 à 335.  
 Puy-Noir. **Dc**, **Ec**; 278, 284, 294.

## Q

Quatre-Frères (Les —). **Cc**.

## R

- Radama (Port — et presqu'île). **Bf**; 56, fig. 1, 74, 84, fig. 9, 174, 180, 237, **248**, 251, **265**, 325.  
 Rafales (Anse des —). **Ij**; 308, 309.  
 Ramahatra (Pic —); alt. 680 m. **Ec**; 282.  
 Ramanenaka (Baie —). **Bf**; 303.  
 Ramena. **Ce**, **De**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 94, 100, 101, 110.  
 Rampondolo. **Db**.  
 Ranobe. **Jl**; 40.  
 Ranomafana. 28.  
 Rata (Nosy —). **Fc**.  
 Ratafinjy. **Db**.  
 Rantabe. 168.  
 RAYNAUD (MONT —) = *Andraombe*. **Eb**; 26, 38, 56, fig. 1, 62, 79, fig. 7, 80, fig. 8, 84, fig. 9, 172, 188, **189**, 190, fig. 49, 191, fig. 50, **192**, **193**, 194,



197, 198, 200, 204, 209, **211**, 218, **223**, 224, 237, 238, **239**, 277, 293, 473.

Renard (Cratère —). 282.

Rigny (Baie de —), = Baie d'Ambavara. **Eb**; 26, 320.

Robinson (Baie —) = B. Ampanasa. **Ij**; 58, 321.

Rodo (Rivière —). **Ec**; 26, 55, 56, fig. 1, 63, **66**, 67, 80, fig. 8, 84, fig. 9, 86, 125, 127, fig. 27, 128, 140, **141**, 145, 169, **170**, 171, 172, 184, 186, 187, 278, 283, fig. 109, **293**, fig. 117, 294, 295, 315, 316, 351, 456, 460.

Rodo (Mont —) = Mont Bourgeois; alt. 600 m. **Ec**.

Roti (Mont —) = Ambohivory. **Hj**.

Rouge (Mont —). **Ec**.

## S

Saba (Nosy —); alt. 50 m. = *N. Berija*. **Af**; 50, 205, 303.

Sables (Pointe des —). **Ij**.

Sahaka. 168.

Sahampana. 27, 104.

Sahantana. 251, **259**.

Sahinana. **Dc**; 66, 294, 310, 351.

SAINT-ANDRÉ (CAP —). **Jl**; 24, 30, 36, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 85, 321, 338, 339, 459, fig. 141, 461.

Saint-Augustin (Baie —). 51, 138.

Saint-Lazare. 323.

SAINT-MARIE (CAP —). **Jn**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 85, 379, fig. 137, 402, fig. 138, 427, fig. 140, 459, fig. 141.

— (Ile —). **Kl**; 29, 33, 38, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 168, 232, 379, fig. 137, 402, fig. 138, 427, fig. 140, 459, fig. 141, 462, 466, 467.

SAINT-SÉBASTIEN (CAP —). **Cb**, **Db**; **Kk**; 56, fig. 1, 84, fig. 9, 173, 202, 237, 238, **247**, 278, 290, **297**, 312, 321, 325.

SAINT-VINCENT (CAP —). **Jm**; 459, fig. 141, 461.

Sajoa. **Cd**; 73, 281, 298, 299.

Sajoavato; = *Sanjoavato*. **Eb**.

Sakalava. **Jl**, **Jm**, **Jn**, **Kl**; 123.

Sakaleo. **Km**.

Sakandrakoto. 32

Sakatia. **Bd**; 290, 301, 312.

Sakaramy (Rivière et Camp —). **Eb**; **Ij**; 5, 211, 280, fig. 106, 285, 286, 295, 296.

Sakay. **Jm**; 168.

Sakondry. 138, 149, 180, 207.

Salines (de Betaitra). **Ij**

Salampo; alt. 640 m. **Be**.

Samarofo. **Ii**.

Sambao. 35, 102, 167.

Sambarivo. **Cf**.

Sambirano **Ce**; **Df**; 32, 46, 56, fig. 1, 71, 72, 84, fig. 9, 94, **100**, **101**, 109, 110, 113, 344, 345, 352, 460.

Samson (Pointe —). **Eb**, **Fb**.

*Sancazo* = Sankazo.

Sandrampihanakely **Hj**; 66.

Sandrakoto. **Cg**; 120.

Sandrangoty = *Sandrangoute*. **Db**; 193, 211, fig. 59, 218, 278, 289.

Sandrantsia. 459, fig. 141.

Sangajira (Pointe —). **Be**.

Sangalana. **Bg**, **Cg**.

Sangsues (Mare-aux- —). 281.

Sankazo = *Sancazo*. **Eb**; 173, 278, **293**, fig. 116, 351.

Saolonga; alt. 640 m. **Be**.

Saririaka (Lac —). **Kl**; 457, 459, fig. 141.

Satrana (Nosy —) = Ile Shatta. **Fc**.

Selle (Pointe —) = Point 154, dans **Ij**; 218, 275.

Sépulcre. 62, 241.

Sesy. **Dd**.

Shatta (Ile —) = Nosy Satrana.

Singaloko. **Dd**.

*Sirabe* = Antsirabe.

Soalala. **Jl**; 149.

Soaniniera. 102.

Sofia. **Kl**; 35, 56, fig. 1, 72, 84, fig. 9, 458, 459, fig. 141, 461.

Sommet calcaire (Vallée de Rodo). 128 fig. 29 et fig. 30.

Sorabanga. **Bf**.

Soromaina. 207.

Soromaray. 35.

Sosy (Nosy —). **Ag**.

Suarez (Ile —) **Eb** ; **Ij**.  
 Sucre (Pain de —) **Ij** ; 241.  
 Sud (Pointe —) **Cc**.

## T

Tabarano. 138.  
 Table (La —) **Ea** ; **Ii**. 5<sup>4</sup>, 60, 85, 261,  
 269, 272.

Tafiambiti. 40, 237, 244, 247.

Tafondro (Pointe —) **Cd** ; 87, 88, 94,  
 157.

TAMATAVE. **Km** ; 23, 28, 46, 52, 56, fig.  
 1, 84, fig. 9, 235, 236, 322, 338, 347,  
 379, fig. 137, 402, fig. 138, 427, fig.  
 140, 459, fig. 141.

Tambato. **Dg**.

Tambory. **Bg**.

Tampokatsa. 32.

Tanala. **Jm**, **Km**.

Tanambo. **Ed**.

Tanamvony. **Ed** ; 90, 165, 346.

TANANARIVE. **Km** ; 21, 23, 27, 28, 32, 34,  
 38, 44, 47, 56, fig. 1, 66, 72, 78, 79,  
 84, fig. 9, 101, 102, 168, 347, 350,  
 379, fig. 137, 402, fig. 138, 427, fig.  
 140, 459, fig. 141, 161.

Tandraka (Nosy —) **Cd**.

Tandromaina (Baie de —) **Ii**.

Tanga (Nosy —) **Bd**, **Db** ; **Ij** ; 300, 301.

Tanjona (Cap —) = *Pointe aux Iles*.  
**Fc**.

Tanifotsy (Cap —) **Eb** ; **Ij** ; 62, 80, fig.  
 8, 251, 252, 253, fig. 79, 259, 288,  
 329, 330, 332.

Tanifotsy d'Irono ; — d'Andranofanjava.  
 57, 290.

Tanilatsaka ; alt. 325 m., 335 m., sui-  
 vant les auteurs. **Bd**, **Cd** ; **Ij** ; 73,  
 fig. 6, 299, fig. 118.

Tanikely. **Bd**, **Cd** ; 46, 300, 460, 461.

Tanneverse. **Ij** ; 218.

Télégraphe (Signal —) ; alt. 265 m. **Ij**.

Tendromaina. 256.

Texier (Lac —) **Ec**.

Telo (Nosy —) **Ij**. 157.

Tiarambazaha (Pointe —) = *Hiaram-  
 bazaha*.

Tirailleuse (Signal —) ; alt. 109 m. **Ii**.

Toky (Baie de —) **Ec**.

Tolie. **Ah**, **Bh**.

Toloho (Nosy —) **Cc**.

Tombeaux. 288.

Tompanketsa. **Jl** ; 26, 32.

Tonnerre (Baie du —) **Eb** ; **Ij** ; 159, 209,  
 221, 223, 228, 237, 241, 252, 334,  
 348.

Tortues (Ile des —) = N. Pana. 274.

— (Riv. des —) **Ij** ; 217, fig. 62, 218.

Touareg (Banc —) **Be**, **Ce** ; 302, 460,  
 461.

*Triangulaire* (Cap —) = Cap Maman-  
 bato.

Tritiva. 305.

Trois Frères (Les —) **Fd**.

Tsahareny. **Eb** ; 67, 169, 170, fig. 43,  
 171, fig. 44, 172, 173, 293.

Tsarakibany. 282, 312.

Tsaratsara. **Dg**

Tsarabajina. **Cc**.

Tsaramborono ; = *Tsaramboro* ; = *Tsa-  
 rambozano* ; = *Tsaravorono* : = *Le  
 Pouce* ; alt. 683 m. ; **Fc** ; 70, 88, 104,  
 106, 107.

Tsararano. 57, 217, 218, 314, 315, 347.

Tsaratanana ; alt. 2886 m. **Df** ; **Kl** ; 32,  
 56, fig. 1, 72, 81, 84, fig. 9, 93, 94,  
 278, 306, 310, 311, 355, 474.

Tsaravosy. **Df** ; 93.

Tsarakibany. **Ec** ; 282, 288.

Tsatrabe. **Dd**, **Ed**.

Tsiafajavona ; alt. 2639 m. **Jm**, **Km** ;  
 42, 72, 311.

Tsiala. 59, 258, fig. 87, 273.

Tsiandava. **Jm** ; 23, 35, 149, 207.

Tsiankazo ; alt. 62 m. **Db**.

Tsiarambazaha (Pointe de —) **Fd**, **Gd**.

Tsimaranga. **Bd**.

Tsimaitondrano ; alt. 2400 m. **Df**, **Ef**.

Tsimandao. **Jm** ; 459, fig. 61, 461.

Tsimangahava. 73, fig. 6, 299, fig. 118.

Tsimarenmakia. **Ii** ; 58, 320.

Tsimipaika (Baie de —) **Cd**, **Ce** ; 113.

Tsimandao. 461.

Tsingita (Baie de —) **Ii** ; 256.

Tsirangana. **De**.

Tsiribina = *Tsiribihina*. **Jm** ; 34, 222,  
 231.

Tsiringidringitra (Nosy —). **Dc**.  
 Tsitondrony = Tsitondroina. **Ed** ; **Jl** ;  
 148, 231.  
 Tsonrony. **Be**.  
 TULEAR = TULLEAR. **Jn** ; 23, 24, 30, 33,  
 38, 56, fig. 1, 84, fig. 9, 85, 138, 149,  
 249, 459, fig. 161.  
 Tunisienne (Fontaine —) ; voir Fontaine  
 tunisienne.

## V

Vaha (Nosy —). **Da** ; 321.  
 Valiha (Nosy —) ; alt. 174 m. **Bf**.  
 Valiha (Nosy —) ; alt. 145 m. **Db**.  
 Vakinankaratra. 20, 168.  
 Vario telo. 157.  
 Vary (Nosy —). **Db**.  
 Vatobe ; alt. 240 m. **Ed** ; **Ij** ; 61, 200,  
 220, fig. 66, 229, fig. 71, 244, 246,  
 fig. 77, 331, fig. 133, 332, 334.  
 Vatomainty. **Ag** ; **Ij** ; 57, 62, 251, **253**,  
**254**, fig. 81 et fig. 82, 272, 326, 327.  
 Vatomandry. **Km** ; 22, 102, 168, 232,  
 459, fig. 161.  
 Vatozanahary = *La Dent du Cap*. **Ea** ;  
**Ii** ; 58, 59, fig. 2, 60, 79, fig. 7, 256,  
 257, fig. 86, 269, 271, fig. 102, 272,  
 320.  
 Vavato. 22.  
 Vavatobe = Vavatoby = Ambavatoby.  
 29, 57.  
 Vazaona (Nosy —) **Cc**.  
 Vedette. **Hi**, **Ii** ; 321.  
 Venaisanira. **Ec**.  
 Vert (Lac —). **Gd**  
 Verte (Ile —). **Fd**, **Gd**.  
 Vestal (Banc —). **Be**.  
 Vidilamba. **Ec**.

Vigie (Pointe —). **Bd**, **Cd**.  
 Vinanjary. **Fd**.  
 Vincent (Cap Saint —) ; voir Saint-Vin-  
 cent.  
 Voalava (Cap -) = *Voailava*. **Da**,  
**Ea** ; **Hi** ; 321.  
 VOHEMAR = Vohimarina. **Fd**, **Gd** ; **Kk** ;  
 5, 39, 56, fig. 1, 66, 69, 70, 84, fig. 9,  
 85, 86, 88, 92, 99, 101, 459, fig. 141.  
 Vohinambo. 20.  
 Volafotsy. 32.  
 Volana (Nosy —). **Eb** ; **Ij** ; 319, 326.  
 Volucear. 26.  
 Vombohitra. **Kl** ; 102.  
 Vontovorona. 312.  
 Vorikiry. **Cd** ; 298.

## W

WINDSOR-CASTLE ; alt. 393 m. **Eb** ; **Ij** ;  
 6, 61, 188, **198**, 199, fig. 55, 200, 209,  
 211, 219, fig. 64, **220**, 221, 223, **229**,  
 230, 237, **244**, 245, fig. 74, 246, fig.  
 75, 251, 259, 269, 272, **273**, fig. 103,  
 274, fig. 104, 308, 309, fig. 121, 329,  
 330, 332, 334, 425, 473 ; voir aussi  
 Andranomaimbo.

## Z

Zaimangiro. **Be**.  
 Zamanjara. 301.  
 Zarahinizipo. **Ef**.  
 Zarambary. **Ef**.  
 Zarandahy. **Df**.  
 Zarandalahy. **De** ; 71, 93, 163.  
 Zarandavavy. **Ee** ; 71, 93, 163.  
 Zelée (Banc de la —). 323.

# LISTE

## DES ESPÈCES ET DES GENRES CITÉS COMME PROVENANT DE MADAGASCAR (1)

### A

#### *Acanthoceras*

- Alluaudi* BOULE, LEMOINE et THEVENIN [*Prionotropis*]; 205, 221.  
*australe* WAAGEN [*Crioceras*]; 207.  
*mammillare*; 31, 206.  
*Mantelli* SOW. [*Douvilleiceras*]; 39, 188, 195, 205.  
*Martimpreyi* COQUAND [*Douvilleiceras*]; 195, 205.  
*Milletianum* D'ORB.; 198, 205.  
*naviculare* MANTELL [*Douvilleiceras*]; 191, 192, 195, 205.  
*Newboldi* KOSSMAT [*Douvilleiceras*]; 198, 200, 205.  
*Newboldi* K., var. *spinosa* KOSSMAT; 195, 205.  
*prenodosoides* BOULE, LEMOINE et THEVENIN [*Mammites*]; 195, 205.

- rothomagense* DEFRANCE; 23, 207.  
*Stobieskyi*; 206.  
*subvicinale*, BOULE, LEMOINE, THEVENIN; 195, 196, 197, 203, 210, 405.

#### *Acrosalenia*

- sp.; 24, 146.

#### *Alectryonia*; voir *Ostrea*.

#### *Alaria*

- seminuda* HEBERT et DESLONGCHAMPS; 150.  
sp.; 137.

#### *Alveolina*

- elliptica* SOW; 31, 237, 244, 247, 249.  
*frumentiformis* SCHW.; 247, 249.  
*longa* GUJZEK; 250.  
*oblonga* D'ORB.; 244.  
*ovoidea* D'ORB.; 250.  
*pyrenaica* LEYMERIE; 249.  
*subpyrenaica* LEYM.; 244, 249.  
sp.; 33, 137, 246.

(1) Cette liste comporte les espèces recueillies par moi dans le Nord de Madagascar et celles citées par les auteurs qui se sont occupés de la géologie de l'île, comme se trouvant à Madagascar ou y étant représentés par des formes voisines. J'en ai éliminé seulement les noms des espèces de Vertébrés subfossiles; sur ce sujet: voir G. GRANDIDIER, 1905.

Pour faciliter les recherches, j'ai réuni les espèces par grands genres, sans prendre parti sur leur attribution sous-générique, laissant en cela à chaque auteur la responsabilité de la détermination.

Les chiffres en italiques (205) renvoient aux listes d'espèces, que j'ai établies par terrains pour le Nord de Madagascar.

Les chiffres en caractères gras (183) se rapportent aux descriptions d'espèces.

*Alveopora*  
*gracilis* TORNQUIST ; 249.

*Ammonites*; voir aux différents genres.  
*Dumortieri* THIOLLIÈRE ; 111, 115, 120.  
*fibriatus* SOW. [*Lytoceras*] ; 121, 137.  
*heterophyllus* [*Phylloceras*] ; 121, 137.  
*metallarius* DUMORTIER ; 111, 115, 120.  
*Parkinsoni* ; 137.  
*serpentinus* REINECKE ; 111, 114, 115, 120.

*Ampullina*  
*Mariæ* D'ORB ; 30, 231.

*Anatina*  
*arcuata* FORBES [*Cercomya*] ; 25, 233.

*Anisoceras*  
*armatum* SOW. ; 188, 189, 191, 192, 198, 206.  
*Oldhamianum* STOL. ; 188, 192, 206.  
 sp. ; 203.

*Apiocrinus* sp. ; 149.

*Aporrhais* sp. ; 233.

*Aptychus* sp. ; 146, 147, 149.

*Araucarioxylon*  
*madagascariense* FLICHE ; 33, 213, 221, 349.  
*mahajambense* FLICHE ; 33.  
*Grandidieri* CRIÉ ; 29, 232.  
 sp. ; 31, 121.

*Araucarites*  
*Kutchensis* FEISTM. ; 115, 120.  
*gracilis* OLDHAM et MORRIS ; 112, 120.  
 voir aussi *Sphenolepidium*.

*Arca* sp. ; 150.

*Archiacina* sp. ; 250.

*Arius*  
*Baroni* NEWTON ; 49.

*Aspidoceras*  
*acanthicum* (OPPEL) NEUMAYR ; 144, 145, 147.  
*Fontannesi* P. LEMOINE ; 145, 147.  
*Rogosnicense* ZEUSCHNER ; 148.  
 sp. ; 47.

*Assilina*  
*granulosa-Leymeriei* D'ARCHIAC ; 244, 246, 247, 249.  
*spira* ROISSY ; 236, 237, 247, 249.

*Astarte*  
*alta* GOLDFUSS ; 137.  
*angulata* MORRIS et LYCETT ; 135, 155.  
*Baroni* NEWTON ; 21, 48, 95, 133, 155, 136.  
*depressa* (GOLDFUSS) MÜNSTER ; 128, 155, 137.  
*excavata* SOW. ; 137.  
*minima* (GOLDFUSS) MÜNSTER ; 135.  
*minima* PHILIPPS ; 137.  
*Phyllis* D'ORB. ; 137.  
 sp. ; 121, 150, 207.

*Aturia*  
*Aturi* BASTEROT ; 253, 255, 262, 267.

*Avicula* sp. ; 150.

## B

*Baculites*  
*baculoides* MANTELL ; 195, 206, 207.  
*Gaudini* PICTET et CAMPICHE ; 195, 198, 206.  
*gracilis* (STANTON) SCHUMARD ; 195, 196, 206.

*Barroisiceras*; voir *Schlœnbachia*.

*Belemnites*  
*binervius* RASPAIL ; 176.  
*Boulei* n. sp. ; 173.  
*clavigera* WAAGEN ; 31, 145, 147, 149.  
*conicus* BLAINVILLE ; 176, 195.  
*fibula* FORBES ; 196, 200, 205.  
*fusticulus* WAAGEN ; 145, 147.  
*giganteus* SCHLOTHEIM ; 145, 147.  
*haslatus* BLAINV. [*Belemnopsis*] ; 145, 147, 149.  
*Lacombei* n. sp. ; 145, 147, 173, 175.  
*minimus* LISTER ; 196, 254.  
*pistilliformis* BLAINV. ; 148, 176.  
*polygonalis* BLAINV. ; 176.  
*Puzosi* ; 148.  
*Sawanausius* ; 145, 146, 147.  
*seclusus* BLANFORD ; 195, 205.  
*semicanaliculatus* BLAINV. ; 171, 175.

*stilus* STOLICZKA ; 195, 205.  
*sulcatus* MILLER [*Belemnopsis*] ;  
 137, 149.

*tangamensis* FÜTT. ; 144 à 147, 147.  
*ultimus* D'ORB. ; 195, 205.  
 sp. 144, 149, 150, 173, 175, 191, 197,  
 209.

voir aussi *Duvalia* ; *Pseudobelus*.

*Belemnopsis* ; voir *Belemnites*.

*Bostrychoceras* ; voir *Turritites*.

*Bouleiceras*

*nitescens* THEV. ; 121.

*Brachyphyllum*

*Papareti* SAP. ; 112, 115, 120.

*Moreanum* BRONGN. ; 112.

*nepos* SAPORTA ; 112.

*Brahmaïtes*

*Brahma* KOSSMAT ; 212, 213.

sp. ; 38.

*Branoceras* ; voir *Schlœnbachia*.

*Bulla*

*angylostoma* DESBAYES ; 255, 266.

## C

*Cadoceras*

*Herveyi* ; 31, 149.

*Campanile* ; voir *Cerithium*.

*Cardiaster* sp. ; 224.

*Cardium*

*consobrinum* ; 136.

sp. ; 233.

*Cassis*

*mammillaris* GRATELOUP ; 262,  
 266.

*d'Archiaci* NOËTL. ; 262, 266.

*vicentinica* FUCHS ; 266.

*Cedroxylon* sp. ; 31, 121.

*Ceromya* ; voir *Anatina*.

*Cerithiopsis* sp. ; 262, 266.

*Cerithium*

*Eribote* D'ORB. ; 138.

*Lallierii* ; 206.

*russienne* D'ORB. ; 137.

*trimonile* [*Campanile*] ; 206.  
 sp. ; 207.

*Ceromya*

*concentrica* ; 135.

*excentrica* J. de C. SOW ; 155, 148.

*plicata* ; 137.

*Cicatræa* ; voir *Cyprina*.

*Cidaris*

*acicularis* D'ARCHIAC ; 253, 267.

*cervicornis* SCHAUROTH ; 256, 267.

*halensis* D'ARCHIAC ; 256, 257, 267.

*Kœchlini* COTTEAU ; 127, 155.

*meandrina* AGASSIZ ; 127, 155.

*spinigera* ; 256, 267.

*striatogranosus* D'ARCH. ; 253, 267.

*sublævis* ; 149.

*verticillatus* LAMARCK ; 256, 267.

sp. ; 250, 256, 257, 262.

*Conoclypeus* sp. ; 248, 249.

*Corbula*

*Grandidieri* NEWTON ; 95, 119, 125,  
 131 à 134, 155, 136.

*pectinata* J. de C. SOW ; 131, 133,  
 155, 405.

sp. ; 136.

*Cosmoceras*

*calloviense* ; 149.

*Crioceras*

*australe* WAAGEN [*Acanthoceras*?] ;  
 207.

*Jöffrei* BOULE, LEMOINE et THEVE-  
 NIN ; 198, 206.

*Cryptomeria* sp. ; 120, 112.

*Ctenostreon* ; voir *Lima*.

*Cylindroteuthis* ; voir *Belemnites*.

*Cyphosoma* sp. ; 30, 231.

*Cypræa*

*Kayeï* FORBES ; 29, 231.

*prunum* D'ARCH. et HAIME ; 262,  
 266.

sp. ; 257, 262.

*Cypricardia*

*bathonica* ; 136.

*rostrata* J. de C. SOW ; 136.

*Cyprina*

*cordialis* STOL. [*Cicatræa* ; *Rou-  
 dairia*] ; 31, 233.

## D

*Dendracis*

*meridionalis* ; 249.

*Desmoceras*

*Beudanti* BRONGNIART [*Puzosia*] ;  
 204, 205.

*Charrierei* [Puzosia]; 206.  
*compressa* KOSSMAT [Puzosia];  
 191, 192, 205.  
*diphyллоides* [Puzosia]; 206.  
*Emerici* [Puzosia]; 206.  
*Gaudama* FORBES [Puzosia]; 214,  
 215, 226, 221.  
*insculpta* KOSSMAT [Puzosia]; 192.  
*planulatum* SOW. [Puzosia]; 188,  
 191, 192, 205, 207.  
*planulatum* SOW., var. *otacodense*  
 KOSSMAT [Puzosia]; 204, 205.  
*Raynaudi* BOULE, LEMOINE et THE-  
 VENIN; 192.  
 sp., 221.  
 sp. [Puzosia]; 212.  
 sp.; 31, 188.  
 Voir aussi *Hauericeras*; *Pachy-*  
*discus*.

*Dicyclina*

*tenuicostata* ; 148.

*Discoides decoratus* LAMBERT; 44.

*Douvilleiceras*; voir *Acanthoceras*.

*Duvalia*

*dilatata* BLAINVILLE; 171, 173, 174,  
 186, 175.

*Hoheneggeri* UHLIG; 175.

*Silesiaca* UHLIG; 174, 185, 175.

**E**

*Echinanthus* sp.; 250.

*Encrinus* sp.; 227, 250.

*Eopecten*; voir *Pecten*.

*Epiaster*

*nutrix* LAMBERT; 25, 44, 233.

sp.; 206.

*Epismilia*

*Grandidieri* DE FROM.; 137.

*Equisetum*

*Jolyi* BUREAU; 26, 115, 120.

sp.; 109, 342.

*Eulima*; 135.

*Euspatangus*

*Croizieri* COTTEAU; 256, 267.

*Exogyra*; voir *Ostrea*.

**F***Fibularia*

*Veltzkowi* TORNQUIST; 249.

*Fibulina*

*gracilis* TORNQUIST; 249.

*Flabellothyris*; voir *Terebratula*.

*Fusus*

*bulbus*; 75.

*Renauxianus* D'ORB.; 207.

*excavatus* BL. [*Neptunea*]; 25,  
 233.

sp.; 260.

**G**

*Gaudryceras*; voir *Lytoceras*.

*Gauthiericeras*; voir *Schlenbachia*.

*Glycimeris*

*orientalis* FORBES; 25, 233.

*Gervilleia*

*iraonensis* NEWTON; 134, 135.

*Gresslya*

*peregrina* MORRIS et LYCETT; 131,  
 155.

sp.; 115, 137.

*Gryphæa*; voir *Ostrea*.

*Guettaria*

*Rocardi* (COTT.) LAMBERT; 224,  
 225, 227, 250.

**H***Hamites*

*bohemicus* FRITSCH; 200, 206.

*Haploceras*

*deplanatum* WAAGEN; 148.

*Harpa*

*conoidalis* LMK.; 267.

*Harpoceras*

*crassifalcatum* DUMORTIER [*Hildo-*  
*ceras*]; 121.

sp.; 121.

*Hauericeras*

*Durga* STOL; 222.

*Gardeni* BAILY; 222.

*Rembda*; 213, 221.

sp.; 38.

*Hecticoceras*

*Kobelli* OPPEL; 31, 144 à 147, 147,  
 148, 149, 405, 458.

Voir aussi *Oppelia*.

*Helvillea**Lapparenti* CRIÉ ; 29.*Hemiaster**phrynus* ; 206.*tanulicus* KOSSMAT ; 233.

sp. ; 44.

*Hildoceras* ; voir *Harpoceras*.*Holcodiscus**Theobaldianus* STOL. ; 214, 221.

sp. ; 20, 207.

*Holcostephanus**Astierianus* D'ORB. ; 174, 175, 181, 182, 405.*madagascariensis* P. LEM. ; 182, 171, 175.*Homæaster**Ardouini* LAMBERT ; 44.*Hoplites**Andreæi* KILIAN ; 173, 175, 178, 179.*campylotoxus* UHLIG [*Sarasinella*] ; 174, 180, 175.*Deshayesi* LEYMERIE ; 173, 180, 181, 175, 405.*neocomiensis* ; 176.*phorcus* FONTANNES ; 173, 175.

## I

*Idalina* sp. ; 250.*Infulaster**Boulei* LAMBERT ; 227, 250.*Inoceramus**concentricus* SOW. ; 207.*Cripsi* MANTELL ; 222, 227, 250.

sp. ; 201, 223, 224, 228 à 230, 253, 258.

*Isaster* sp. ; 227, 250.*Isastræa**Fischeri* DE FROM. ; 137.*Isocardia**minima* SOW. ; 13, 51, 124, 155.*Isopneustes* sp. ; 150, 227.

## K

*Kingena* sp. ; 206.

## L

*Lampadaster**Gauthieri* LAMBERT ; 224, 250, 275.*Grandidieri* (COTTEAU) LAMBERT ; 225, 227, 250.

sp. ; 21, 224, 229.

*Laurinoxylon**albiense* FLICHE, 33.*Leda**Doris* D'ORB. ; 112, 120.*rostrata* SCHLOTH. ; 112.

sp. ; 149.

*Lepidocyclus**dilatata* MICHELOTTI ; 252, 262, 266.*Gallieni* P. LEM. et R. DOUV. ; 45, 252, 253, 256, 257, 261, 264, 266, 425.*Joffrei* P. LEM. et R. DOUV. ; 45, 252, 266.*Mantelli* MORTON ; 252, 257, 266, 425.*Morgani* P. LEM. et R. DOUV. ; 45, 252, 266.*Raulini* P. LEM. et R. DOUV. ; 45, 252, 253, 266.*sumatrensis* BRADY ; 261, 264. sp. ; 261.*Lepidotus* sp. ; 121.*Lima**iraonensis* NEWTON ; 134, 155.*proboscidea* SOW. [*Ctenostreum*] ; 149, 150.*rigida* DESHAYES ; 150.

sp. ; 121, 125, 127, 128.

*Liogryphæa* ; voir *Ostrea*.*Lissoceras**Stasszygii* ; 31, 149.*Lithothamnium**Achersoni* SCHWAGER ; 245, 249.

sp. ; 253, 268.

*Littorina* sp. ; 149.*Lopha* ; voir *Ostrea*.*Lucina**Bellona* D'ORB. ; 135, 155.

sp. ; 211, 221.

*Lunuloceras* sp. ; 148.*Lyria**Edwardsi* D'ARCHIAC ; 255, 266.



**Lytoceras**

- epigonum* KOSSMAT; 192, 205.  
*glaneggense* REDT. [*Gaudryceras*];  
 210, 212, 221.  
*Indra* FORBES; 24, 25, 232, 233.  
*multiplexum* KOSSMAT [*Gaudry-*  
*ceras*]; 214, 221.  
*Rex*; 149.  
*Raynaudi* BOULE, LEMOINE et THE-  
 VENIN; 192, 205.  
*Sacya* FORBES; 195, 204, 205.  
*timotheanum* MAYOR [*Tetrago-*  
*nites*]; 188, 192.  
 sp. [*Gaudryceras*]; 200.

**M****Macrocephalites**

- dimerus* WAAGEN; 146, 147.  
*macrocephalus* SCHLOTH; 146, 147,  
 149.  
*Maya* SOW.; 144, 147.  
*subcompressum* WAAGEN; 150.  
 sp.; 31, 144, 145.

**Magilus**

- grandis* TORNUST; 85, 249, 250.

**Mammites**; voir *Acanthoceras*.**Mathilda** sp.; 253, 255, 266.**Mayeria** sp.; 262, 267.**Megalosaurus**

- crenatissimus* DEPERET; 30, 206,  
 222.

**Menuthiaster**

- Cotteaui* LAMBERT, 227, 250.

**Metula** sp.; 262, 267.**Micraster**

- turonensis* BAYLE; 222.  
*Meunieri* LAMBERT; 227, 250.  
 sp.; 30, 227, 250, 231.

**Millepora**

- cylindrica* REUSS; 249.

**Mitra**

- Aizyensis* DESHAYES; 255, 266.

**Modiola**

- angustissima* NEWTON; 128, 131,  
 133, 155.  
*imbricata* SOW.; 131, 155, 136.  
 sp.; 207.

**Montlivaultia**

- trochoides* EDW. et HAIME; 137.

**Mortonicerias**; voir *Schlœnbachia*.**Myoconcha** sp.; 150.**Myopsis**

- dilatata* PHILIPPS; 135, 155.

**Mytilus**

- madagascariensis* NEWTON; 131,  
 155.  
*Sowerbyanus* D'ORB; 132, 155.

**N****Natica**

- auriculata* GRATELOUP; 262, 266.  
*canaliculata* MORRIS et LYCETT;  
 137, 138.  
*Canovæ* OPPENHEIM; 262, 266.  
*cincta* PHILIPPS; 134, 155.  
*Clio* D'ORB.; 138.  
*costulata* NEWTON.  
*dubia* REISSER; 138.  
*grandis* MORRIS et LYCETT; 133,  
 155.  
*intermedia* MORRIS et LYCETT;  
 134, 155.  
*Verneuilli* D'ARCHIAC; 134, 155.  
 sp.; 121, 133, 155, 136.

**Nautilus**

- Bouchardianus* D'ORB.; 212, 213,  
 221.  
*elegans*, SOW.; 214, 227, 250.  
*lævigatus* D'ORB.; 222.  
*neocomiensis*; 206.  
 sp.; 38, 121, 219.

**Neitheia**

- quadrucostata*; 206.  
*trucostata*; 206.

**Neptunea**; voir *Fusus*.**Nerinea**

- bathonica* SAUV. et RIG.; 137.  
*Eudesi* NEWTON; 137.  
*leiogyra* FISCHER; 33, 138.  
*Voltzii* DESLONGCHAMPS; 136.  
 sp. [*Stygmatis*]; 137.

**Nerit**

- Bumignieri* MORRIS et LYCETT; 136.

**Neritina**

- Schmiedeliana* CHEMNITZ; 33, 250.

*Neumayria* sp. ; 148.

*Nætlingia*

*Boulei* LAMBERT ; 25, 233.  
sp. ; 25.

*Nucula*

*nucleus* ; 136.  
*ovalis* ZIETEN ; 137.  
sp. ; 121.

*Nummulites*

*biarritzensis* D'ARCHIAC ; 31, 248,  
249, 249.  
*Carteri* D'ARCHIAC ; 31, 248, 249.  
*helvetica* KAUFMANN ; 244, 249.  
*lævigatus* D'ORB.  
*Lucasanus* ; 244, 246, 248, 249.

○

*Opis*

*trigonalis* Sow. ; 135.  
sp. ; 121, 155.

*Oppelia*

*conjungens* ; 149.  
*hectica-nodosa* QUENSTEDT ; 148.  
*punctata* ; 148.  
*subcostaria* ; 149.  
sp. ; 148.  
Voir aussi *Hecticoceras*.

*Orbitoloides* ; voir *Orthophragmina* ; *Le-  
pidocyclina*.

*Orbitolites* sp. ; 246.

*Orthophragmina*

*Archiaci* SCHLUMB. ; 245, 249, 425.  
*Chudequi* SCHLUMB. ; 248, 249.  
*Colcanapi* R. DOUV. ; 31, 248, 249.  
*discus* RÛTIMEYER ; 244 à 247, 249,  
249.  
*dispansa* Sow. ; 245 à 247, 249, 425.  
*Douvillei* SCHLUMB. ; 249.  
*lanceolata* SCHL. ; 244, 249.  
*papyracea* BOUBÉ ; 33, 250.  
*Pratti* MIGHT. ; 244, 248, 249.  
*stellata* D'ARCHIAC ; 246, 249.

*Orthoceras* sp. ; 9.

*Ostrea*

*arduennensis* [*Exogyra*] ; 206.  
*Beaumonti* ; 114, 120.  
*biauriculata* LAMARCK ; 231.  
*brantrutana* THARMUNN [*Exo-  
gyra*] ; 146, 147.

*canaliculata* ; 30, 231.

*columba* ; 46, 231.

*cornucopia* DAVILA ; 329.

*costata* [*Lopha*] ; 136, 149.

*cucullata*, BORN ; 329, 335.

*Deshayesi* ; 231.

*edulis* ; 250.

*Foisseyi* P. LEM. ; 194, 195, 197, 198,  
200 à 202, 206, 208, 216, 218,  
226, 228, 229, 241, 274, 316, 318.

*frons* ; 46, 231.

*gingensis* SCHLOTH. ; 329.

*Grandidieri* FISCHER ; 250.

*gregarea* [*Lopha*, *Alectryonia*] ;  
136, 149.

*hippocastanum* FISCHER ; 250.

*imbricata* KRAUSS [*Pycnodonta*] ;  
176

*lamellosa* [*Liogryphæa*] ; 149.

*macroptera* ; 206.

*Marschii* Sow. ; 150.

*Nicaisei* COQ. ; 25, 233.

*pelecydion* FISCHER ; 250.

*proboscidea* ; 231.

*pulligera* GOLDFUSS ; 146, 147.

*Rodoi* P. LEM. [*Liogryphæa*] ; 128,  
130, 155, 139, 143, 149.

*Santonensis* D'ORB. ; 30, 46, 231.

*Sowerbyi* MORRIS et LYCETT ; 134.

*ungulata* SCHLOTH. [*Alectryonia*] ;  
25, 30, 31, 49, 222, 231, 233.

*vesicularis* LAMARCK [*Gryphæa*] ;  
25, 30, 222, 231, 233.

sp. [*Alectryonia*] ; 231.

sp. [*Gryphæa*] ; 150.

sp. ; 131, 155.

sp. ; 23, 33, 121, 128, 211, 217, 221.

P

*Pachydiscus*

*Jimboi* KOSSMAT ; 199, 211, 218 à  
220, 221.

*Linderi* DE GROSSOUVRE ; 211, 219.

*rotalinus* KOSSMAT ; 25, 188, 210,  
214.

*Twenianus* ; 222, 231, 232.

sp. ; 207.

- Pagiophyllum*  
*rigidum* POMEL ; 114, 120.
- Pecopteris*  
*exilis* PHILIPPS ; 112, 115, 120.
- Pecten*  
*aduncus*, 264, 267.  
*annulatus*, 150.  
*nummularis*, 150.  
*tuberculatus* [*Eopecten*] ; 114, 120.  
 sp. [*Eopecten*] ; 137.  
 sp. 150, 262, 267.
- Pectunculus* sp. ; 220, 229, 262, 267 ;  
 voir aussi *Glycimeris*.
- Pellastes* sp. ; 206.
- Pentacrinus* sp. ; 146.
- Perisphinctes*  
*balinensis* NEUMAYR ; 143, 147.  
*Beyrichi* FÜTTERER ; 148.  
*biplex* ; 148.  
*fluctuosus* PRATT ; 144, 147.  
*frequens* OPPEL ; 145, 147.  
*indicus* SIEMIR. ; 143, 147.  
*Martelli* OPPEL ; 24, 150.  
*omphalodes* WAAGEN ; 143, 147.  
*Orion* 149.  
*plicatilis* SOW. ; 144, 150.  
*polygyratus* REIN. ; 21, 146, 147.  
*trimerus* OPPEL ; 145, 148.  
*ulmensis* OPPEL ; 145, 147.  
 sp. [*Virgatites*] ; 148.  
 sp. ; 47, 144, 146, 148, 149.
- Perna*  
*latoconvexa* NEWTON ; 131, 155.  
*orientalis* C. F. HAMLIN ; 134, 155.  
*quadrilatera* ; 150.
- Peroniceras* ; voir *Schlœnbachia*.
- Pholadomya*  
*ambigua* J. de C. SOW. ; 134, 135,  
 155.  
*angustata* ; 137.  
*ovulum* ; 114, 120, 136, 137.  
*Protei* AG ; 127, 155, 144, 147.  
*Vollzi* ; 114, 120.
- Phyllacanthus*  
*imperialis* 253, 256, 262, 267.
- Phylloceras*  
*Adelæ* ; 206.  
*Diegoi* BOULE, LEMOINE et THEVENIN ; 195, 205.  
*Forbesianum* D'ORB. ; 195, 205.
- heterophyllum* ; 149.  
*mediterraneum* NEUMAYR ; 144,  
 147.  
*Puschi* OPPEL ; 149.  
*Velledæ* MICH. ; 192, 194, 195, 197,  
 204, 205, 210, 211, 221.  
*vicarium* WAAGEN ; 149.  
 sp. ; 145, 147.  
 sp. ; 212, 221.
- Pinna* sp. ; 211, 221.
- Placentieras*  
*Warthi* KOSSMAT ; 191, 192, 206.  
*Fritschii* DE GROSS. ; 210, 221.
- Plagiostoma*  
*cardiforme* ; 137.
- Pleuromya* sp. ; 114, 120.
- Pleurotomaria*  
*Münsteri* RÖMER ; 150.  
 sp. ; 207, 233.
- Plicatula* sp. ; 191, 192, 206, 206.
- Posidonomya*  
*alpina* A. GRAS ; 112, 120.  
*ornati* QUENSTEDT ; 112.
- Prionotropis* ; voir *Acanthoceras*.
- Protocardium*  
*striatulum* ; 114, 120.
- Pseudobelus*  
*bipartitus* BLAINV. ; 171, 175.  
*Rodoi* P. LEM. ; 183, 184.  
*semicanaliculatus* ; 206.
- Pseudomelania* sp. ; 136.
- Pseudotrapezium*  
*depressum* NEWTON ; 131, 133, 155.  
*elongatum* NEWTON ; 131, 133, 155.  
*ventricosum* NEWTON ; 131, 155.  
 sp. ; 131.
- Pteroperna*  
*costulata* NEWTON ; 128, 134, 155.
- Ptychoceras*  
*gaultinum* PICRET et CAMPICHE ;  
 195, 206.
- Pugnellus* ; voir *Strombus*.
- Puzosia* ; voir *Desmoceras*.
- Pycnodonta* ; voir *Ostrea*.

## R

- Reineckea*  
*anceps* ; 144, 405.  
*Reissi*, STEINMANN ; 144.

*Rhynchonella*

- badensis* OPPEL ; 128, 135.  
*concinna* KITCHIN ; 137, 149.  
*concinna* SOW., in M. CLERC ; 126,  
 134, 135, 137.  
*decorata* ; 31, 149.  
*euryptycha* KITCHIN ; 149.  
*Herveyi* ; 30.  
*indica* D'ORB. in KITCHIN ; 126, 135.  
*lacunosa* ; 137.  
*lotharingica* HAAS et PIETRI ; 128,  
 135.  
*obsoleta* J. DE C. SOW. in M. CLERC ;  
 126, 135, 137.  
*Orbigny* ; 149.  
*platicatella* J. DE C. SOW. ; 136.  
*sulcatus* ; 206.  
*tetraedra* SOW. 137.  
*variabilis* SCHLOTH. ; 136.  
*versatilis* ; 137.  
 cf. *varians* SCHLOTH. ; 128, 135.  
 sp. ; 31, 121, 125, 127, 136, 229.

*Rhyncholites*

*gigantea* D'ORB. ; 137.

*Rostellaria* sp. ; 207.

## S

*Salenidia Boulei* LAMBERT ; 34.

*Sarasinella* ; voir *Hoplites*.

*Scalaria*, sp. ; 262, 266.

*Scaphites*

- æqualis* SOW. ; 195, 196, 206, 212,  
 221.  
*binodosus*, 212, 221.  
*Geinitzi*, 212, 221.  
*hippocrepis* DEKAY ; 222, 231.  
*Meslei* 212, 221.  
*pulcherrimus* 212, 221.  
 sp. ; 38, 211.

*Schizaster*

*Hova* TORNQUIST ; 249.

*Schloenbachia*

- acutocarinata* SHUMARD ; 205, 206.  
*bajuvaricum* REDT [*Gauthierice-*  
*ras*] ; 221.  
*Bravaisiana* D'ORB. ; 219, 221.  
*Buarquiana* WHITE ; 192, 205, 206.

*dravidicum* KOSSMAT [*Peronice-*  
*ras*] ; 213.

*Haberfellneri* VON HAUER [*Barroisice-*  
*ras*] ; 24, 188, 209, 210, 221,  
 222.

*Harlei* SCHLOENBACH [*Barroisice-*  
*ras*], var. de *Haberfellneri*  
 VON HAUER ; 221.

*inflata* SOW. [*Mortoniceras*] ; 25,  
 39, 188, 192, 193, 203, 204, 205,  
 209, 210, 214, 221.

*Laferreri* BOULE, LEMOINE et THE-  
 VENIN [*Brancoceras*] ; 198, 206.

*Margæ* SCHLOENBACH [*Gauthierice-*  
*ras*] ; 213.

*mirapeliana* D'ORB. ; 205, 206.

*Nicklesi* DE GROSS. (var. de *Ha-*  
*berfellneri* v. H.) [*Barroisice-*  
*ras*] ; 221.

*propinqua*, SOW. in STOL. ; 24, 188,  
 191, 192, 206, 210, 221.

*Roissyi* ; 204, 206.

*Schneeblii* BOULE, LEMOINE et THE-  
 VENIN ; 210, 214, 221.

*tectoria* WHITE ; 195, 206.

*texanum* RŒMER [*Mortoniceras*] ;  
 222.

*tridorsatum* SCHLÜTER [*Peronice-*  
*ras*] ; 213, 221.

*Scleropteris* sp. ; 115, 120.

*Serpula*

- ootaloorensis*, STOL. ; 191, 192, 195,  
 197, 199, 200, 206.  
 sp. ; 146, 171, 175, 233.

*Siphonalia* sp. ; 262, 266.

*Solarium*

*polygonum* D'ARCHIAC ; 137.

*Sonninia*

*decora* BUCKMAN ; 31, 136.

*Sphæra*

*madagascariensis* NEWTON ; 48,  
 137, 149.

*Sphenolepidium*

*Choffati* SAP. ; 112, 115, 120.

*gracilis* OLDHAM et MORRIS [*Arau-*  
*carites*] ; 112, 120.

*liasinum* KURR. ; 112, 120.

*Spiriferina* sp. ; 114, 120, 121.

*Spondylus*

*calcaratus* FORBES ; 233.

- gæderopus* LINNÉ ; 267.  
mut. *tenuispina* SANDB. ; 260, 262, 267.
- Steneosaurus*  
*Baroni* NEWTON ; 49, 131, 155.
- Stephanoceras* ; voir *Macrocephalites*.
- Stoliczkaia*  
*Grandidieri* BOULE, LEMOINE et THEVENIN ; 191, 192, 205.
- Stomechinus*  
*bigranularis* LAMARCK. ; 31, 137.
- Straparollus*  
*Martini* D'ORB. ; 205, 206.
- Strombus*  
*Bonellii* BRONGNIART ; 262, 267.  
*crassicosatus* NEWTON [*Pugnellus*] ; 25, 233.  
*Junghuhni* K. MARTIN ; 266.  
sp. ; 262, 267.
- Stygmatis* ; voir *Nerinea*.
- Stylaster* sp. ; 249.
- Stylophora*  
*annulata* REUSS ; 249.

## T

- Terebellum*  
*obtusum* SOW. ; 250.
- Terebra*  
*acuminata* ; 262.  
*subacuminata* WOODWARD ; 253, 255, 256, 262, 267.
- Terebratula*  
*bradfordiensis* ; 149.  
*circumdata* E. DESL. [*Waldheimia*] ; 126, 135.  
*dichotoma* KITCHIN [*Flabellothyris*] ; 149.  
*Dutemplei* ; 206.  
*fimbria* ; 137.  
*intermedia* ; 149.  
*maxillata* J. de C. SOW. 137.  
*perovalis* SOW. ; 121.  
*sarthacensis* [*Zeilleria*] ; 114, 120.  
sp. [*Waldheimia*] ; 126, 135.  
sp. ; 121, 127, 128, 144, 147, 227, 229, 250.
- Tetragonites* ; voir *Lytoceras*.
- Thuyites* sp. ; 112.

- Titanosaurus*  
*madagascariensis* DEPERET ; 30, 206, 222.
- Toxorrhina*  
*madagascariensis* F. MEUNIER ; 46.
- Tridacna* sp. ; 316, 320.
- Trigonoarca*  
*Gadama* FORBES ; 200, 211, 220, 221, 229.
- Trigonia*  
*costata* ; 31, 134, 155, 136, 137, 149.  
*longa* ; 176.  
*monilifera* ; 150.  
*pullus* NEWTON ; 128, 131, 155.  
*scabra* LMK. ; 233.  
sp. ; 31, 146, 147.
- Triloculina*  
*trigonula* D'ORB. ; 209, 250.
- Trochactæonina*  
*Richardsoni* NEWTON ; 75, 131, 133, 155.  
sp. ; 131.
- Trochus*  
*euagalma* OPPH. ; 255, 262, 267.  
*Ibbetsoni* MORRIS ; 137.  
*Vilaplancæ* NICKLÈS ; 191, 192, 206.
- Turricula*  
*gembanaca* K. MARTIN ; 262, 266.
- Turritiles*  
*circumtæniatus* KOSSMAT ; 191, 192, 206.  
*Colcanapi* BOULE, LEMOINE et THEVENIN ; 195, 206.  
*costatus* LMK. ; 195, 266.  
*Emscherianus* PICTET et CAMPICHE ; 195.  
*Gallieni* BOULE, LEMOINE et THEVENIN, 195, 206.  
*Gresslyi* PICTET et CAMPICHE ; 191, 192, 195 à 197, 206.  
*indicus* STOL [*Bostrycoceras*] ; 25, 39, 214.  
*Majori* ; 31, 206.  
*polyplocus* RÖMER [*Bostrycoceras*] ; 214, 221, 222, 231.  
*puzosianus* D'ORB. ; 195, 206.  
*tuberculatus* BOSQ ; 25, 39, 188, 207.  
sp. ; 194, 211, 221.

*Turritella*

- asperula* BRONGNIART ; 256.  
*Breantiana* D'ORB. ; 25, 31, 233.  
*difficilis* ; 25, 233.  
*nodosa* ROEMER ; 233.  
*pondicherrensis* FORBES in STOL. ;  
 29, 30, 231.  
 sp. [*Haustator*] ; 255, 266.

**U**

- Unicardium* sp. ; 150.

**V**

- Virgatites* ; voir *Perisphinctes*.

*Volutilithes*

- fanivelonensis* BOULE et THEVENIN ; 25, 233.

**W**

- Waldheimia* ; voir *Terebratula*.

**Y***Yuccites*

- angustifolius* SAP. ; 114, 115, 120.  
*hettangensis* SAP. ; 115, 120.

**Z**

- Zeilleria* ; voir *Terebratula*.

# TABLE DES MATIÈRES (1)

INTRODUCTION . . . . .	1
------------------------	---

## PREMIÈRE PARTIE

### ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS LE NORD DE MADAGASCAR

I. HISTORIQUE DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES RELATIFS A MADAGASCAR . . . . .	13
II. BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES RELATIFS A MADAGASCAR . . . . .	17
Liste des principales abréviations . . . . .	18
Liste des travaux par ordre alphabétique de noms d'auteurs . . . . .	20
III. DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE . . . . .	55
Sens des principaux mots malgaches, 56. — <i>Fig. 1. Carte schématique du Nord de Madagascar (1/2 000 000)</i> , 56.	
I. <b>Bobaomby</b> . . . . .	58
<i>Fig. 2. De Vatozanahary au Phare d'Ambre (1/50 000; 1/10 000)</i> , 59.	
II. <b>Isthme du Courrier</b> . . . . .	61
III. <b>Baie de Diego-Suarez</b> . . . . .	61
IV. <b>Montagne des Français</b> . . . . .	62
V. <b>Montagne d'Ambre</b> . . . . .	63
<i>Fig. 5. Tufs basaltiques au Sud du Camp d'Ambre</i> , 63. — <i>Fig. 4. Le sentier de la Forêt d'Ambre</i> , 64. — <i>Fig. 5. Tufs basaltiques à l'Est du Camp d'Ambre</i> , 65.	
VI. <b>Vallée de Rodo et Analatamba</b> . . . . .	66
Massif de l'Analatamba, 67.	

(1) On trouvera de plus un sommaire en tête de chaque chapitre.

VII. Chaîne de l'Andraflamena. . . . .	67
La muraille de l'Ankarana, 68.	
VIII. Vallée de Loky . . . . .	69
IX. Région côtière occidentale. . . . .	71
X. Région de terrains anciens. . . . .	71
Le Tsaratanana, 72.	
XI. Nosy Be . . . . .	72
<i>Fig. 6. Les cratères-lacs du centre du Nosy Be (1/100 000), 73.</i>	
XII. La presqu'île d'Ambavatoby. . . . .	74
XIII. Cercle d'Analalava . . . . .	74
Presqu'île d'Ampasimorieky, 74.— La Vallée de la Loza, 75.— Région au Sud d'Andranosamontana, 75.— Au Nord d'Andranosamontana, 76.	
 IV. NOTE SUR LES CARTES ANNEXÉES A CE TRAVAIL. . . . .	 77
<b>Critique des cartes existantes.</b> . . . . .	77
Géodésic, 77. — <i>Fig. 7. Esquisse montrant, d'après les différentes cartes, la position des principaux points trigonométriques (1/1 000 000), 79.</i>	
— <i>Fig. 8. Comparaison du rivage aux abords de Diego-Suarez d'après les différentes cartes existantes (1/500 000), 80.</i> — Topographie, 81.	
<b>Méthode d'exécution.</b> . . . . .	81
Géodésic, 81. — Planimétrie, 82. — Altitudes, 82. — Carte géologique, 83.	
— <i>Fig. 9. Itinéraires effectués dans le Nord de Madagascar (1/2 000 000), 84.</i>	
<b>Documents consultés</b> . . . . .	85
I. Documents publiés, 85. — II. Documents inédits, 86.	
 V. ROCHES ANCIENNES. . . . .	 87
<b>Les roches anciennes dans le Nord de Madagascar.</b> . . . . .	87
Historique, 87. — Vallée de Loky, 88. — <i>Fig. 10 et 11. Contact du gneiss granulitique et des schistes près d'Anjeja (1/50), 89.</i> — Massif de Bejofa, 91. — Haute-Mahavavy, 92. — Environs d'Anaborano, 94. — Région de Nosy Be, 94. — Cercle d'Analalava, 94. — A l'Est d'Iraony, 95. — Environs de Bealalana, 96. — Environs de Bejofa. 96. — Environs de Manongarivo, 98.	
<b>Eaux thermo-minérales de la région ancienne</b> . . . . .	99
<b>Les roches anciennes dans le reste de Madagascar.</b> . . . . .	101
 VI. LIAS . . . . .	 103
<b>Le Lias dans le Nord de Madagascar.</b> . . . . .	103
Historique, 103. — Basse Loky, 104. — <i>Fig. 12. Carte géologique des environs d'Analalamandy (1/100 000), 105.</i> — <i>Fig. 15. Coupe de la Montagne d'Analalamandy (1/50 000; 1/10 000), 107.</i> — Coupe de Antanamvony à l'Andraflamena, 107. — <i>Fig. 14. Coupe d'Ambararata à Ambery (1/200 000; 1/40 000), 108.</i> — A l'Ouest d'Ambararata, 109. — <i>Fig. 15. Coupe d'Anaborano à Ankazomalandy (1/100 000; 1/20 000), 110</i> — Nosy Be, 111. — <i>Fig. 16. Coupe des abords de Lokobe, Nosy Be (1/100 000; 1/20 000), 111.</i> — Grande-Terre, 113. — <i>Fig. 17. Coupe de la falaise du Cap d'Ankatofa (1/200; 1/40), 114.</i> — <i>Fig. 18. Coupe</i>	



montrant l'allure des lentilles argileuses et charbonneuses au Cap Ankatofa (1/20), 115. — Fig. 19. Filon de phonolite de Marotany, 117. — Fig. 20. Faille de la pointe d'Antsoha, 117. — Fig. 21. Syénite de la pointe Andrahibe (1/10.000; 1/2.000), 118. — Fig. 22. Contact des syénites et des schistes au Mont Bezavona, 118. — Au Sud de la Bezavona, 119. — Cercle d'Analalava, 120. — Listes des espèces recueillies dans le Lias du Nord de Madagascar, 120.

**Le Lias dans le reste de Madagascar.** . . . . . 121

## VII. JURASSIQUE INFÉRIEUR. . . . . 123

**Le Jurassique inférieur dans le Nord de Madagascar** . . . . . 123

Historique, 123. — Environs de la Loky, 124. — Fig. 23. Coupe de la montagne d'Analamalandy (1/50.000; 1/10.000), 124. — Fig. 24. Coupe d'Ambararata à Ambery (1/200.000; 1/40.000), 125. — Col de l'Andrafiarana, 125. — Fig. 25. Vallée d'Andrafiarana à hauteur du col de Lorza (1/50.000; 1/10.000), 126. — Fig. 26. Mont de Metz, 126. — Fig. 27. Coupe du chemin d'Ambery à la vallée de Rodo et à Ampary (1/25.000; 1/5.000), 127. — Fig. 28. Coupe du Col d'Ambery (1/25.000; 1/5.000), 128. — Fig. 29 et 30. Sommets calcaires entre Ankarongana et Ambery (1/25.000; 1/5.000), 128. — Ankararana, 128. — Fig. 31. Montée d'Ambile (1/25.000; 1/2.500), 129. — Angarony, 130. — Environs d'Anorontsongano, 130. — Environs d'Andranosamontana, 130. — Fig. 32. Carte géologique schématique des environs d'Andranosamontana (1/100.000), 132. — Région de la Maivorano, 132. — Ankingavola, 133. — Fig. 33. Gisement d'Ankingavola (1/5.000; 1/1.000). — Région entre la rivière Maivorano et Antsohy, 134. — Fig. 34. Coupe d'Iraony à Antsahavalona (1/20.000; 1/4.000), 134. — Liste des fossiles recueillis dans le Jurassique inférieur du Nord de Madagascar, 135.

**Le Jurassique inférieur dans le reste de Madagascar.** . . . . . 136

Au Nord de la Betsiboka, 136. — Région des Causses, 136. — Résumé, 138.

**Ostrea (Liogryphæa) Rodoi** n. sp. (fig.) . . . . . 139

## VIII. JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR . . . . . 140

**Le Jurassique moyen et supérieur dans le Nord de Madagascar** . . . . . 140

Historique, 140. — Vallée de Rodo, 141. — Nord de l'Ankarana, 142. — Environs de Maromandia et d'Andranosamontana, 142. — Fig. 35. Carte schématique des environs d'Andranosamontana (1/100.000), 142. — Callovien, 143. — Séquanien-Kimeridgien, 144. — Fig. 36. Route circulaire d'Andranosamontana (1/10.000; 1/2.000), 145. — Considérations sur la faune du Jurassique supérieur, 146. — Liste des espèces recueillies dans le Jurassique moyen et supérieur du Nord de Madagascar, 147.

**Le Jurassique moyen et supérieur dans le reste de Madagascar** . . . . . 148

Au Nord de la Betsiboka, 148. — Région de l'Ambongo, 148. — Sud de Madagascar, 149.

IX. SYÉNITES . . . . .	151
<b>Les syénites dans le Nord de Madagascar . . . . .</b>	<b>151</b>
Historique, 151. — Lokobe et Nosy Komba, 153. — <i>Fig. 37. Coupe des abords de Lokobe (1/100 000; 1/20 000)</i> , 154. — <i>Fig. 38. Allure des filons dans les schistes métamorphiques de Lokobe (Concession de Ampasindava)</i> , 155. — Filons, 156. — <i>Fig. 59. Schéma de la pointe nord de l'Ile des Morts (1/1 000)</i> , 158. — Grande Terre, 158. — <i>Fig. 40. Syénite de la pointe Andrahihe</i> , 159. — <i>Fig. 41. Contact des syénites et des schistes au Mont Bezavona</i> , 160. — Cercle d'Analalava, 161. — <i>Fig. 42. Gisement de syénite de Maromandia</i> , 161. — Haute-Mahavavy, 163. — Vallée de Loky, 164. — Age des syénites, 166.	
<b>Les syénites dans le reste de Madagascar . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>Analogies avec d'autres régions . . . . .</b>	<b>168</b>
XII. — CRÉTACÉ INFÉRIEUR. . . . .	169
<b>Le Crétacé inférieur dans le Nord de Madagascar . . . . .</b>	<b>169</b>
Historique, 169. — Vallée de Rodo, 170. — <i>Fig. 45. Carte des environs d'Ankarongana (1/100 000)</i> , 170. — <i>Fig. 44. Coupe suivant le chemin d'Ankarongana à Tsahareny (1/30 000; 1/10 000)</i> , 171. — <i>Fig. 45. Coupe suivant le chemin d'Ankarongana à Ambodimadiro (1/30 000; 1/10 000)</i> , 171. — Massif de l'Analatamba et vallée de la Tsahareny, 171. — <i>Fig. 46. Coupe des grès d'Antsahareny (1/10 000; 1/5 000)</i> , 172. — <i>Fig. 47. Esquisse des environs de Antsahareny</i> , 172. — Environs d'Ampombiantombo à Befotaka (1/100 000; 1/20 000), 174. — Cercle d'Analalava, 174. — Liste des espèces recueillies dans le Crétacé inférieur, 175.	
<b>Le Crétacé inférieur dans le reste de Madagascar . . . . .</b>	<b>176</b>
XIII. DESCRIPTION DES FOSSILES DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR ET DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR. . . . .	177
<b>Hoplites</b> , 178. — <i>Hoplites Andreaei</i> KILIAN, 178. — <i>Hoplites campylotoxus</i> UHLIG, 180. — <i>Hoplites</i> cf. <i>Deshayesi</i> LEYM., 180. — <b>Holcostephanus</b> , 181. — <i>Holcostephanus madagascariensis</i> n. sp., 182. — <b>Pseudobelus</b> , 183. — <i>Pseudobelus Rodoi</i> n. sp., 183. — <b>Duvalia</b> , 184. — <i>Duvalia</i> cf. <i>silesiaca</i> UHLIG, 185. — Groupe de <i>Duvalia dilatata</i> BLAINVILLE, 186.	
XIV. CRÉTACÉ MOYEN. . . . .	188
<b>Le Crétacé moyen dans le Nord de Madagascar . . . . .</b>	<b>188</b>
Historique, 188. — Préliminaires, 189. — Mont Raynaud, 189. — <i>Fig. 49. Carte du Mont-Raynaud (1/30 000)</i> , 190. — <i>Fig. 50. Coupe du Mont-Raynaud (1/25 000; 1/5 000)</i> , 191. — Liste des fossiles recueillis au Mont-Raynaud, 192. — Au Nord du Mont-Raynaud, 193. — Vallée de la Betaitra, 193. — <i>Fig. 51. Coupe transversale de la vallée de la Betaitra (1/10 000; 1/2 000)</i> , 193. — <i>Fig. 52. Carte des gisements céno-maniens fossilifères de la vallée de la Betaitra (1/100 000)</i> , 194. — Principales espèces trouvées dans les argiles de la Fontaine tunisienne,	

195. — Antsirane, 195. — *Fig. 55. Coupe du Cénomaniien des environs d'Antsirane (1/500)*, 196. — Mahatinjo et Anamakia, 197. — Cap-Diego, 197. — Andrakaka, 198. — *Fig. 54. Coupe du Cénomaniien d'Andrakaka (1/500)*, 198. — Massif de Windsor-Castle, 198. — *Fig. 55. Carte des environs de Windsor-Castle (1/25 000)*, 199. — *Fig. 56. Coupe de Dover-Castle*, 200. — Nord de la Baie de Diego-Suarez, 200. — Presqu'île d'Oranjia, 201. — *Fig. 57. Oranjia. La rade*, 201. — Befotaka, 202. — Résumé, 203. — Cercle d'Analalava, 204. — *Fig. 58. Coupe schématique des environs de Berambo (1/1 000 ; 1/200)*, 204. — Liste des espèces du Crétacé moyen du Nord de Madagascar, 205.

<b>Le Crétacé moyen dans le reste de Madagascar.</b> . . . . .	206
<b>Ostrea Foisseyi n. sp.</b> . . . . .	208

#### XIV. EMSCHÉRIEN. . . . . 209

##### **L'Emschérien dans le Nord de Madagascar** . . . . . 209

Historique, 209. — Préliminaires, 210. — Mont-Raynaud, 211. — *Fig. 59. Coupe des environs de Sandrangoul*, 211. — Mahagaga, 211. — Mont-Carré, 211. — Ambohimarina, 212. — Vallée de la Pierre, 213. — *Fig. 60. Coupe de la Vallée de la Pierre (1/25 000 ; 1/5 000)*, 214. — Est de la Montagne des Français, 215. — Massif de l'Embrasure, 216. — *Fig. 61. Coupe suivant la Betaitra d'Ambararata (1/25 000 ; 1/5 000)*, 216. — *Fig. 62. Coupe d'Ambotsimihely à la Rivière des Tortues (1/50 000 ; 1/10 000)*, 217. — Gorge d'Andavakoera, 217. — Environs d'Anamakia, 218. — Nosy Hara, 218. — Massif de l'Ambongo-Abo, 218. — *Fig. 65. Coupe du Col du Courrier à l'Ambongo-Abo*, 219. — Col du Courrier, 219. — *Fig. 64. Coupe de Windsor-Castle*, 219. — Environs de Windsor-Castle, 220. — *Fig. 65. Coupe de l'escarpement de Dover-Castle*, 220. — Environs de Dover-Castle, 220. — *Fig. 66. Coupe de l'escarpement de Vatobe (1/25 000 ; 1/5 000)*, 220. — Baie du Tonnerre, 221. — Résumé, 221. — Liste des espèces de l'Emschérien du Nord de Madagascar, 221.

<b>L'Emschérien dans le reste de Madagascar.</b> . . . . .	222
--	-----

#### XV. ATURIEN. . . . . 223

##### **L'Aturien dans le Nord de Madagascar.** . . . . . 223

Historique, 223. — Mont-Raynaud, 223. — Montagne d'Ambre, 224. — Montagne des Français, 224. — *Fig. 67. Coupe du Mont-Carré*, 224. — Mont-Carré, 224. — Ambohimarina, 225. — Est de la Montagne des Français, 225. — Col d'Ambodimanara, 226. — Massif de l'Embrasure et col d'Ambararata, 227. — *Fig. 68. Coupe suivant la Betaitra d'Ambararata (1/25 000 ; 1/5 000)*, 227. — *Fig. 69 et 70. Filon et filon-couche de basalte dans l'Aturien du Massif de l'Embrasure*, 228. — Baie du Tonnerre, 228. — Massif de l'Ambongo-Abo, 228. — Massif de Windsor-Castle, 229. — *Fig. 71. Coupe de Vatobe (1/25 000 ; 1/5 000)*, 229. — Bobaomby, 229. — Résumé, 229. — Liste des espèces de l'Aturien du Nord de Madagascar, 230.

<b>L'Aturien dans le reste de Madagascar.</b> . . . . .	230
---	-----

Côte Ouest, 230. — Les dépôts sédimentaires de la Côte Est, 232. — La faille de la Côte Est de Madagascar, 235.

## XVI NUMMULITIQUE. . . . . 237

**Le Nummulitique dans le Nord de Madagascar. . . . . 237**

Historique, 237. — Mont Raynaud, 238. — Mont-Carré, 238. — Montagne des Français, 238. — *Fig. 72. Coupe du Mont-Carré, 239. — Fig. 75. Carton montrant la disposition des calcaires nummulitiques au dessus des marnes crélacées (1/25 000), 240. — Presqu'île d'Oranjia, 241. — Baie du Tonnerre, 241. — Massifs isolés dans la Baie de Diego-Suarez, 241. — Cap-Diego, 243. — Massif de Windsor-Castle, 244. — Fig. 74. Carte des environs de Dover-Castle (1/100 000), 245. — Fig. 76. Coupe de Windsor-Castle, 246. — Fig. 77. Coupe de Vatobe (1/25 000; 1/5 000), 246. — Massif de l'Ambongo-Abo, 246. — Presqu'île Saint-Sébastien, 247. — Nosy Be, 247. — Iles de Port Radama, 248. — Nosy Lava, 248. — Fig. 78. Coupe de Nosy Lava (1/10 000; 1/2 000), 248. — Résumé. — Liste des espèces du Nummulitique dans le Nord de Madagascar . . . . . 249*

**Le Nummulitique dans le reste de Madagascar . . . . . 249**

## XVII. AQUITANIEN . . . . . 251

Historique, 251. — Aquitaniens de la presqu'île Tanifotsy, 252. — Coupe du Cap Vatomainity à Ambohibory, 253. — *Fig. 79. Coupe de l'Aquitaniens du Cap Tanifotsy (1/25 000; 1/5 000), 253. — Fig. 80. Coupe aux environs du four à chaux Imhaus (1/25 000; 1/5 000), 253. — Fig. 81. Coupe du Cap Vatomainity à Ambohibiry, 253 — Fig. 82. Coupe du Cap Vatomainity (1/25 000; 1/5 000), 254. — Fig. 83. Coupe du mamelon d'Ambanilila (1/25 000; 1/5 000), 255. — Fig. 84. Disposition des tufs basaltiques et des calcaires aquitaniens sur le flanc de l'Ambohibiry (1/10 000; 1/2 000), 255. — Phare d'Ambre, 256. — Fig. 85. Coupe de la falaise du Phare d'Ambre, 256. — Plateaux d'Antsikazo et d'Ankarafabe, 257. — Fig. 86. Coupe de Vatozanahary au Phare d'Ambre (1/50 000; 1/10 000), 257. — Fig. 87. Carte géologique schématique du plateau d'Antsikazo (1/50 000), 258. — Fig. 88. Plateau d'Ankarafabe (1/50 000; 1/2 000), 258. — Coupe de la Sahantana à Ambatohafo, 259. — Fig. 89. Colline au Sud d'Andohonko (1/5 000), 259. — Fig. 90. L'Ankapaika (1/5 000), 259. — Fig. 91. L'Ankapaika, vu d'Andohonko (1/50 000; 1/10 000), 260. — Fig. 92. Carte schématique des environs d'Antsahabe (1/20 000), 260. — Fig. 93. Coupe des environs d'Antsahabe (1/10 000; 1/2 000), 260. — Fig. 94. Gisement du Col de l'Ambinantsantra (1/400), 261. — Fig. 95. Col de l'Ambinantsantra (1/25 000; 1/5 000), 262. — Fig. 96. Carte des environs du Col de l'Ambinantsantra (1/25 000), 263. — Fig. 97. Coupe du Col de l'Ambinantsantra au Piton X (1/25 000; 1/5 000), 264. — Fig. 98. Escarpement dans la rivière d'Ambohatafo (1/200), 264. — Fig. 99. Carte géologique schématique de la Basse-Vallée d'Ambatohafo (1/50 000), 265. — Nosy Kalakajaro, 265. — Presqu'île Radama, 265. — Liste des principaux fossiles recueillis dans l'Aquitaniens, 266. — Résumé, 268.*

## XVIII. BASALTES AQUITANIENS DE BOBAOMBY . . . . . 269

Age, 269. — Cratères, 270. — Nosy Koba, 270. — *Fig. 100. Coupe de*

Nosy Koba (1/10 000 ; 1/2 000), 270. — <i>Fig. 101. Disposition des tufs basaltiques et des calcaires aquitaniens sur le flanc de l'Ambohibiry (1/10 000 ; 1/2 000), 270. — Fig. 102. De Valozanahary au Phare d'Ambre (1/50 000 ; 1/10 000), 271. — Coulées de basaltes, 271.</i>	
<b>Filons d'âge indéterminé . . . . .</b>	<b>272</b>
Massif de Windsor-Castle, 273. — <i>Fig. 105. Carte des environs de Windsor-Castle (1/25 000), 273. — Fig. 104. Coupe de Windsor-Castle, 274. — Plaine d'Anamakia, 275. — Presqu'île d'Oranjia, 275. — Montagne des Français, 275. — Massif de l'Embrasure, 275. — Fig. 105. Filon et filon-couche interstratifié dans l'Aturien, 276. — Mont-Bararata, 276. — Sud de la Montagne des Français, 277.</i>	
<b>Roches éruptives d'âge relativement ancien dans le reste de Madagascar . . . . .</b>	<b>277</b>
<b>XIX. ROCHES ÉRUPTIVES BASALTIQUES RÉCENTES. . . . .</b>	<b>278</b>
Historique, 278. — Cratères, 279. — <i>Fig. 106. Les coupures de la route de Sakaramy au Camp d'Ambre, à la traversée du Pic Janson, 280. — Fig. 107. Le Petit-Lac, 281. — Fig. 108. Le groupe des cratères Landais à Ampondrobe, 282. — Fig. 109. Le volcan de la rive droite du Rodo, 283. — Fig. 110. Volcan de Metz, près d'Ambery, 283. — Fig. 111. La vallée cratéristiforme d'Ambery, 283.</i>	
<b>Constitution du Massif d'Ambre. . . . .</b>	<b>284</b>
Environ du Camp d'Ambre, 284. — <i>Fig. 112. Coupe du ravin du Potager au Sud du Camp d'Ambre (1/10 000 ; 1/2 000), 285. — Forêt d'Ambre, 286. — Est du Massif d'Ambre, 287. — Fig. 115. Tufs basaltiques à l'Est du Camp d'Ambre, 287. — Cendres volcaniques silicifiées, 288. — Fig. 114. Carte des environs d'Ambararata (1/50 000), 289.</i>	
<b>Coulées extérieures . . . . .</b>	<b>290</b>
La coulée de la Fontaine tunisienne, 290. — <i>Fig. 115. de Mahatinjo à la Betaitra (1/50 000 ; 1/10 000), 291. — Coulée d'Ambararata, 292. — Coulée de la Sankazo, 293. — Fig. 116. Coupe dans la vallée de la Sankazo, à hauteur de Bobavato, 293. — Coulée de la rive droite de Rodo, 293. — Fig. 117. Coupe schématique de l'Ambohibory (Vallée de Rodo), 293. — Coulées au Sud du Massif d'Ambre, 294.</i>	
<b>Eaux minérales. . . . .</b>	<b>294</b>
<b>Age des Basaltes du Massif d'Ambre . . . . .</b>	<b>296</b>
<b>Presqu'île Saint-Sébastien et Nosy Mitsio . . . . .</b>	<b>297</b>
<b>Nosy Be . . . . .</b>	<b>297</b>
Historique, 297. — Cratères, 298. — <i>Fig. 118. Les cratères-lacs du centre de Nosy Be (1/100 000), 299. — Coulées, 299. — Tufs, 300. — Petites îles au large de Nosy Be, 300. — Age des volcans de Nosy Be, 302. — Eaux minérales, 302.</i>	
<b>Au Sud de Nosy Be . . . . .</b>	<b>303</b>
L'île d'Ankazoberavina, 303. — Nosy Berafia, 303. — Presqu'île d'Ampasimorieka, 303.	
<b>Roches éruptives récentes dans le reste de Madagascar . . . . .</b>	<b>304</b>
<b>Phonolites et tinguaites . . . . .</b>	<b>306</b>
Historique, 306. — Environ de Diego-Suarez, 306. — <i>Fig. 119. Coupe de l'Isthme d'Andrakaka (1/100 000 ; 1/20 000), 307. — Fig. 120. Coupe du Col du Courrier à l'Ambongo-Abo (1/50 000 ; 1/10 000), 308. — Fig.</i>	

121. *Esquisse du gisement de phonolite du Col du Courrier (1/25 000)*, 309. — Environs d'Ampombiantombo, 310. — Massif de Tsaratanana, 310. — *Fig. 122. Coupe d'Ampombiantombo à Befotaka (1/200 000 ; 1/40 000)*, 310. — Nosy Kalakajora, 311. — Mahitsihazo, 312.

**Les phonolites dans le reste de Madagascar** . . . . . 312  
**Composition chimique.** . . . . . 312

**XX. FORMATIONS ET PHÉNOMÈNES RÉCENTS** . . . . . 314

Historique, 314. — Préliminaires, 314. — Tufs de Tsararano, 315. — Alluvions, 315. — *Fig. 125. Alluvions du Rodo à Ankarongana (1/500)*, 316. — Calcaires récifaux, 316. — Calcaires du Cap Miné, 316. — *Fig. 124. Oronjia. La Rade (Photo)*, 317. — *Fig. 125 et 126. L'entrée de la Grotte-aux-Pintades, Oronjia (Photo)*. 318, 319. — Calcaires du littoral du Bobaomby, 320. — Récifs submergés de la côte Ouest, 321. — *Fig. 127 et 128. Coupes à travers un « andovoko » du Bobaomby et à travers un récif frangeant de la côte Ouest, près d'Ambavatoby*, 322. — Région entre Madagascar et les Comores, 323.

**Mouvement positif sur la côte Ouest** . . . . . 324  
 Cratères sous-marins, 324. — *Fig. 129 et 130. Cratères sous-marins de la région de Nosy Be.* 324. — Vallées sous-marines, 325. — Envasement des vallées basses, 325. — Progrès de la mer à Majunga, 325.

**Baie de Diego-Suarez.** . . . . . 326

La bathymétrie de la Baie de Diego-Suarez, 326. — Sédiments actuels, 326. — Allure du Cénomanien sous la vase, 327. — *Fig. 131. Courbe de la surface de niveau des argiles cénomaniennes au fond de la Baie des Amis*, 328. — Les massifs calcaires de la Baie de Diego-Suarez, 329.

**Modifications du système hydrographique sur les bords de la Baie de Diego-Suarez.** . . . . . 329

*Fig. 132. Carte montrant la capture de la vallée haute de la vallée d'Ambararata par un affluent de la Betaitra (1/25 000)*, 330. — *Fig. 133. Escarpement de Vatobe (1/25 000 ; 1/5 000)*, 331. — *Fig. 134. Coupe de Mahatinjo à la Betaitra (1/50 000 ; 1/10 000)*, 332. — *Fig. 135. Carte des environs d'Ambararata (1/50 000)*, 333. — Age relatif de ces phénomènes, 334.

**XXI. GÉOLOGIE APPLIQUÉE** . . . . . 336

**La question du charbon.** . . . . . 337

Études anciennes, 337. — Recherches de M. Villiaume, 340. — Recherches personnelles, 342. — *Fig. 136. Coupe montrant l'allure des lentilles argileuses et sablonneuses (en noir) au milieu des sables et des grès. Cap Ankatofa, Baie d'Ambavatoby*, 342.

**Ressources minérales.** . . . . . 345

Or, 345. — Plomb et Zinc, 346. — Fer, 346. — Gypse, 346. — Calcaires, 347. — Autres matériaux de construction, 348. — Phosphates, 349.

**Géologie agricole** . . . . . 349

Alluvions, 351. — Aquitanien, 352. — Régions volcaniques, 353. — Autres formations, 354. — Résumé, 356.

<b>XXII. NOTE SUR LES MÉTHODES SUIVIES POUR LES ANALYSES</b>	
<b>CHIMIQUES CITÉES DANS CE TRAVAIL. . . . .</b>	<b>357</b>
<b>I. Calcaires naturels. . . . .</b>	<b>357</b>
Silice soluble et Alumine soluble, 358. — Eau de combinaison, 359. —	
Acide phosphorique, 359. — Potasse, 359. — Dosage spécial du fer, 360.	
<b>II. Roches éruptives. . . . .</b>	<b>360</b>
Silice, 360. — Alumine, 361. — Chaux, 361. — Magnésic, 361. — Alcalis,	
361. — Sulfates, 362. — Titane, 362.	
<b>III. Analyses d'eaux. . . . .</b>	<b>363</b>

## DEUXIÈME PARTIE

# CONTRIBUTION A L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE L'Océan Indien

<b>XXIII. L'AIRE CONTINENTALE AUSTRALO-INDO-MALGACHE. . . . .</b>	<b>367</b>
<b>XXIV. ÉTUDE DES DIFFÉRENTES FORMATIONS SECONDAIRES ET TER-</b>	
<b>  TIAIRES SUR LE POURTOUR DE L'Océan Indien . . . . .</b>	<b>369</b>
<b>Le Lias sur le pourtour de l'Océan Indien. . . . .</b>	<b>370</b>
Australie, 370. — Nouvelle-Zélande, 370. — Nouvelle-Calédonie, 370. —	
Iles de la Sonde 371. — Hindoustan, 372. — Abyssinie, 372. — Afrique	
du Sud, 372. — Résumé, 372.	
<b>Le Jurassique inférieur sur le pourtour de l'Océan Indien. . . . .</b>	<b>373</b>
Australie, 373. — Nouvelle-Zélande, 374. — Nouvelle-Calédonie, 375. —	
Nouvelle-Guinée, 375. — Iles de la Sonde, 375. — Hindoustan; pro-	
vince de Cutch, 376. — Abyssinie, 377. — Afrique orientale, 377. —	
Afrique du Sud, 378. — Résumé, 378.	
<b>Le Jurassique moyen et supérieur sur le pourtour de l'Océan</b>	
<b>  Indien . . . . .</b>	<b>378</b>
Nouvelle-Zélande, 378. — <i>Fig. 157. Principaux gisements jurassiques</i>	
<i>sur le pourtour de l'Océan Indien</i> , 379. — Nouvelle-Calédonie et	
Nouvelle-Guinée, 380. — Iles de la Sonde, 380. — Hindoustan, 381. —	
Pays des Somalis, 382. — Afrique orientale, 382. — Grands Lacs	
Africains, 383. — Afrique du Sud, 383.	
<b>Le Crétacé inférieur sur le pourtour de l'Océan Indien. . . . .</b>	<b>383</b>
Australie, 383. — Nouvelle-Zélande, 386. — Nouvelle-Calédonie, 386. —	
Nouvelle-Guinée, 387. — Iles de la Sonde, 387. — Hindoustan, 387. —	
Pays des Somalis, 388. — Afrique orientale, 389. — Afrique du Sud, 389.	
— Résumé, 391.	
<b>Le Crétacé moyen sur le pourtour de l'Océan Indien. . . . .</b>	<b>392</b>
Australie, 392. — Nouvelle-Zélande, 392. — Nouvelle-Calédonie, 393. —	

Bornéo, 394. — Hindoustan, 394. — Pays des Somalis, 395. — Afrique orientale, 395. — Afrique du Sud, 396. — Résumé, 396.

**Le Sénonien sur le pourtour de l'Océan Indien . . . . . 397**

Australie, 397. — Nouvelle-Zélande, 397. — Nouvelle-Calédonie, 399. — Nouvelle-Guinée, 400. — Bornéo, 400. — Hindoustan, 400. — Pays des Somalis, 401. — Grands Lacs Africains, 401. — *Fig. 138. Position des principaux gisements crétacés sur le pourtour de l'Océan Indien*, 402. — Afrique du Sud, 403. — [Tableau de synchronisme des étages du Jurassique et du Crétacique sur le pourtour de l'Océan Indien], 404, 405.

**Le Tertiaire sur le pourtour de l'Océan Indien . . . . . 406**

Australie, 407. — Nouvelle-Zélande, 410. — Iles voisines de la Nouvelle-Zélande, 414. — Nouvelle-Calédonie, 414. — Nouvelles-Hébrides, 415. — Nouvelle-Guinée, 416. — Bornéo, 416. — Christmas, 417. — *Fig. 139. Coupe de l'île Christmas d'après Andrews*, 418. — Iles de la Sonde 418. — Sumatra, 419. — Java, 419. — Birmanie, 420. — Hindoustan, 422. — Pays des Somalis, 423. — Afrique orientale allemande, 426. — Afrique du Sud, 426. — *Fig. 140. Principaux gisements tertiaires sur le pourtour de l'Océan Indien*, 427. — [Tableau de synchronisme des étages du Tertiaire sur le pourtour de l'Océan Indien], 424, 425.

**Résumé . . . . . 426**

**XXV. RELATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DE MADAGASCAR . . . . . 430**

**Faune . . . . . 434**

Mammifères, 434. — Tableau montrant les relations de la faune mammalogique de Madagascar, 432. — Oiseaux, 435. — Reptiles, 437. — Batraciens, 439. — Poissons, 440. — Mollusques, 441. — Crustacés, 442. — Insectes, 442. — Arachnides, 443. — Myriapodes, 443. — Hyménoptères, 443. — Coléoptères, 444. — Orthoptères, 444. — Annélides, 444.

**Flore . . . . . 445**

Araliacées, 445. — Mousses, 446.

**Présence dans la faune de Madagascar, de types communs avec d'autres régions . . . . . 447**

Types communs avec l'Amérique du Sud, 447. — Tableau montrant quelques-unes des analogies de la faune de Madagascar avec celle des pays voisins, 448, 449. — Types communs avec l'Afrique, 450. — Types communs avec la région orientale, 451. — Types communs avec la région australienne, 451.

**Conclusions . . . . . 452**

Relations des dates probables d'arrivée de Faunes avec les Phénomènes de régression dans les géosynclinaux . . . . . 455

**XXVI. FAILLES ET PLIS DE MADAGASCAR ET DE L'Océan Indien. 456**

Les accidents Nord-Sud, 457. — *Fig. 141. Carte des lignes directrices de la géologie de Madagascar (1/10 000 000)*, 459. — Les accidents Est-Ouest, 460. — Lignes directrices de l'Océan Indien, 462.



XXVII. HISTOIRE DU CONTINENT AUSTRALO-INDO-MALGACHE. . . .	464
Paléozoïque; continent de Gondwana, 464. — <i>Fig. 142. Le continent de Gondwana</i> , 465. — Mézozoïque; continent australo-indo-malgache, 465. — <i>Fig. 143. Le continent australo-indo malgache</i> , 466. — Cœnozoïque, 469.	
RÉSUMÉ GÉNÉRAL . . . . .	472
ESPÈCES NOUVELLES CRÉÉES DANS CE TRAVAIL . . . . .	476
INDEX ALPHABÉTIQUE DES LOCALITÉS MALGACHES CITÉES . . . .	477
LISTE DES ESPÈCES ET DES GENRES DE FOSSILES, CITÉS A MADAGASCAR. . . . .	499
TABLE DES MATIÈRES. . . . .	510

---

PLANCHE I. — FOSSILES DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR ET DU CRÉTACIQUE INFÉRIEUR.

PLANCHE II. — PHOTOGRAPHIES DES PAYSAGES CARACTÉRISTIQUES (Terrains sédimentaires).

PLANCHE III. — PHOTOGRAPHIES DES PAYSAGES CARACTÉRISTIQUES (Terrains éruptifs).

PLANCHE IV. — COUPES A TRAVERS LE NORD DE MADAGASCAR (5 coupes en noir et 1 carte).

(Hors texte). — ESSAIS DE CARTES GÉOLOGIQUES (en 17 couleurs).

1/200 000. Environs de Diego-Suarez.

2/500 000. Nord de Madagascar.

1/5 000 000. Madagascar.

---

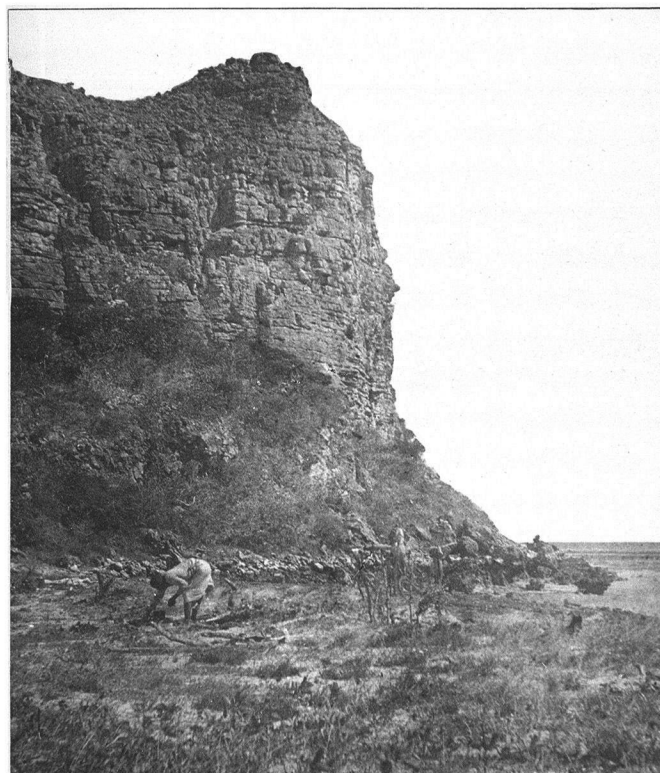
## PLANCHE I

- FIG. 1, 1<sup>a</sup>. — *Hoplites Andreæi* KILIAN, d'Ampombiantombo (Ouest du Massif d'Ambre); p. 178.
- FIG. 2, 2<sup>a</sup>. — *Hoplites* cf. *Deshayesi* LEYMERIE, d'Ankazomalemy (Ouest du Massif d'Ambre); p. 180.
- FIG. 3. — *Holcostephanus madagascariensis* n.sp., entre Ankarongana et Ambodimadiro (Vallée du Rodo); p. 182.
- FIG. 4, 4<sup>a</sup>. — *Duvalia dilatata* BLAINV., entre Ankarongana et Ambodimadiro (Vallée du Rodo); p. 186.
- FIG. 5, 5<sup>a</sup>, 5<sup>b</sup>. — *Pseudobelus Rodoi* n.sp., entre Ankarongana et Ambodimadiro (Vallée du Rodo); échantillon grossi deux fois; p. 183.
- FIG. 6, 6<sup>a</sup>, 6<sup>b</sup>. — *Pseudobelus Rodoi* n.sp., entre Ankarongana et Ambodimadiro (Vallée du Rodo); autre échantillon grossi deux fois; p. 183.
- FIG. 7, 7<sup>a</sup>. — *Duvalia silesiaca* UHLIG, entre Ankarongana et Ambodimadiro (V. du Rodo); grandeur naturelle; p. 185.
- FIG. 8, 8<sup>a</sup>. — *Duvalia silesiaca* UHLIG, Ampampam (Ouest du Massif d'Ambre); grandeur naturelle; p. 185.
- FIG. 9, 9<sup>a</sup>, 9<sup>b</sup>. — *Duvalia dilatata* BLAINV., p. 187.
-



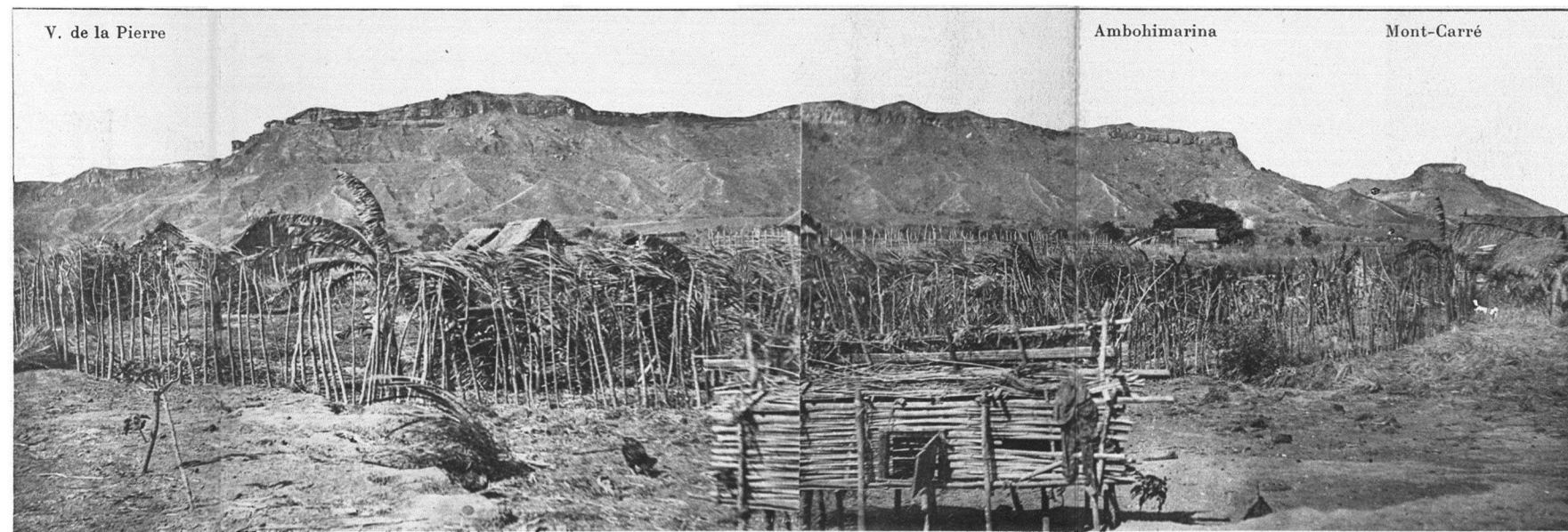
Baie de Diégo Suarez (Port de la Nièvre); vue prise d'Antsirane

(Au premier plan, plateaux constitués par des argiles cénomaniennes recouvertes de basaltes récents et rocher nummulitique du Cap Diégo; A l'horizon, massifs nummulitiques de l'Ambongo-Abo et de Windsor-Castle)



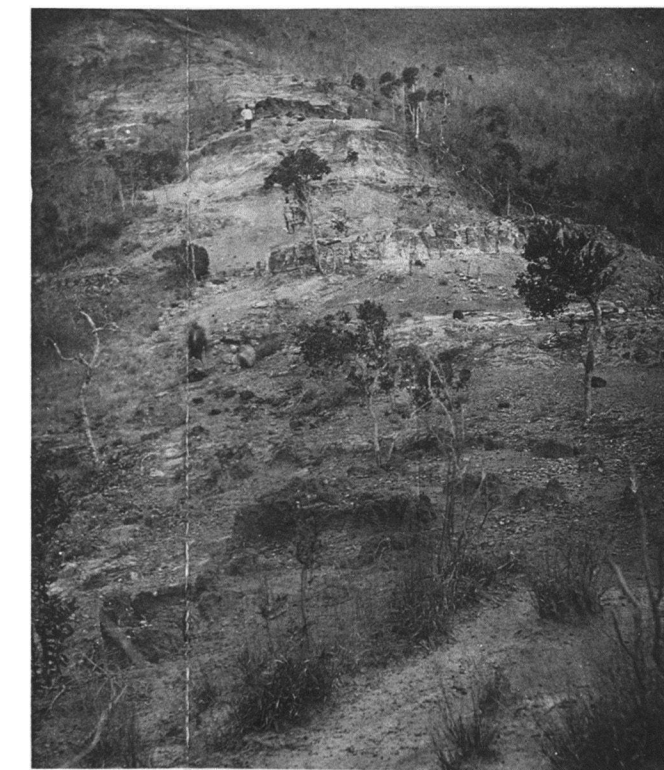
Nosy Harana

(Falaise de grès crétacés)



Montagne des Français et Mont-Carré

(A la base, argiles du Crétacé moyen; au sommet, escarpement de l'Aturien; au Mont-Carré, escarpement du Nummulitique)



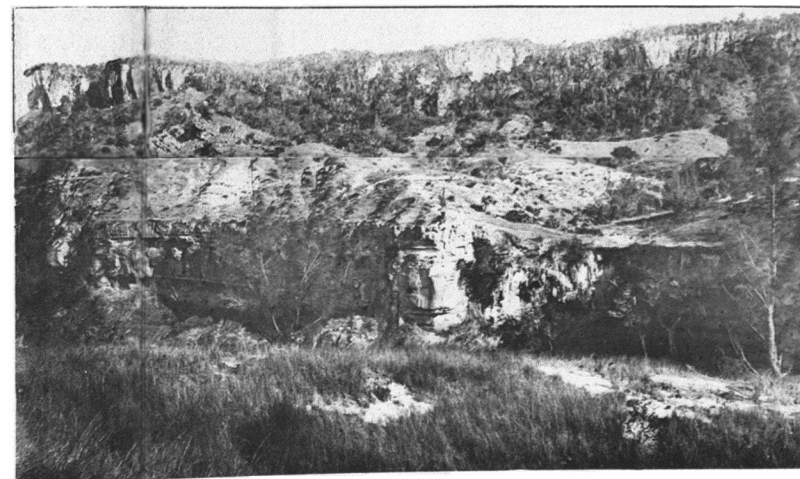
Traversée de l'Andrafiarana à Ambavanaomby

(Grès liasiques)



Rocher nummulitique du Cap Diégo

(Premier plan, plateau basaltique; Deuxième plan, calcaire nummulitique; Troisième plan, plateau basaltique d'Antsirane; A l'horizon, Montagne des Français).



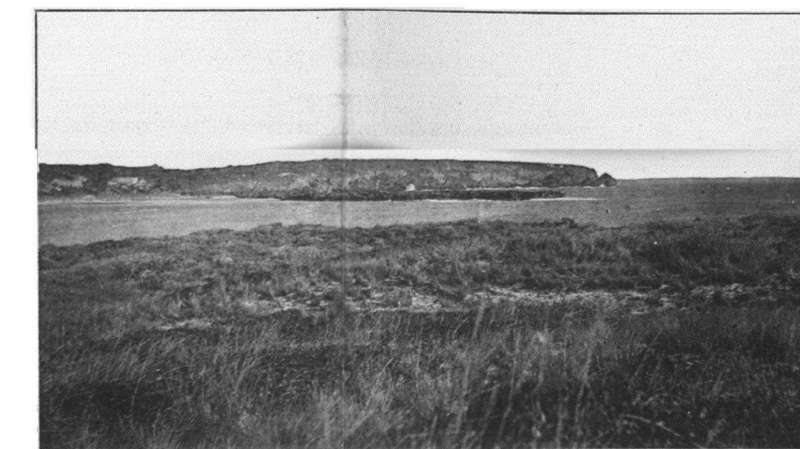
Montagne des Français

(A la base : calcaires aturiens; au sommet : calcaires nummulitiques).



Montagne des Français

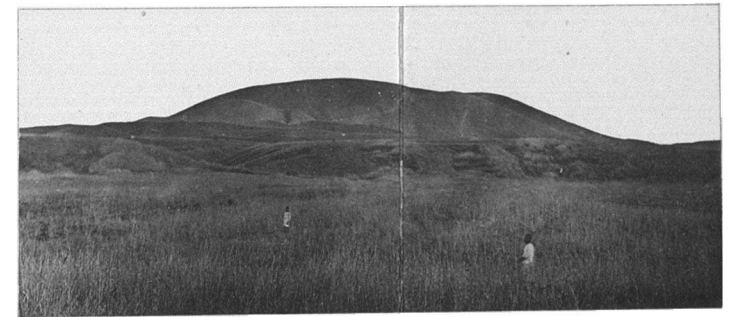
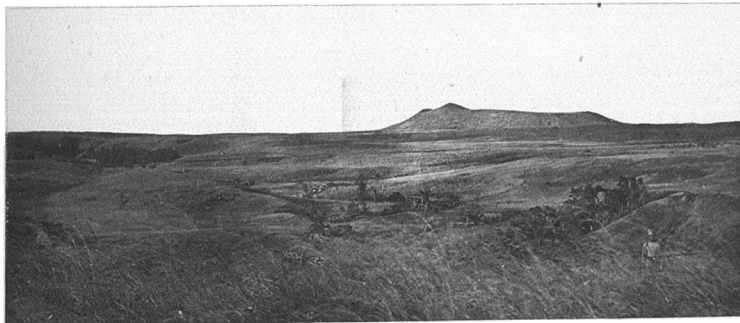
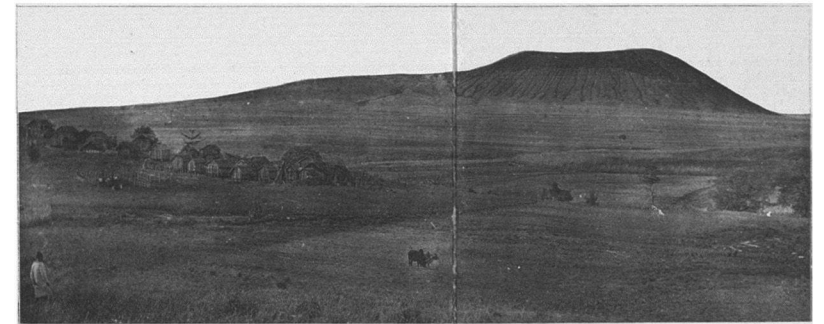
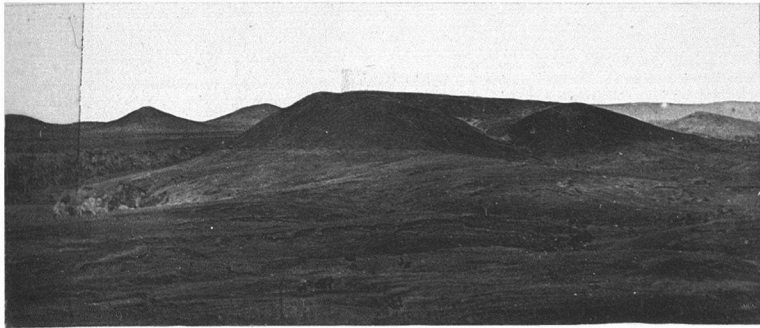
(Gorge et tunnel de l'Anosirave dans les calcaires nummulitiques).



Un « Andovoko » dans le Bobaomby

(Vallée submergée au milieu des calcaires coralliens)

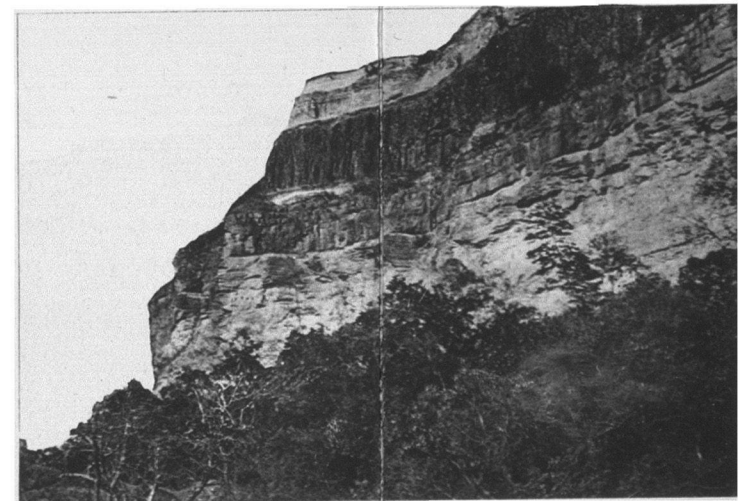
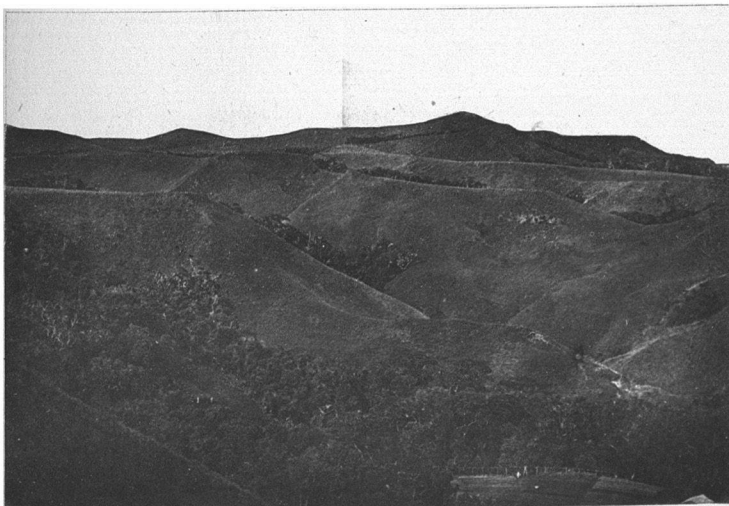




Cratères du bord est du Massif d'Ambre

Massif d'Ambre  
(Grande cascade de 92 m.)

Cratères du bord est du Massif d'Ambre



Environs du Camp d'Ambre  
(Tufs basaltiques)

Bobaomby  
(Filon de basalte dans l'Aquitainien)

Montagne des Français  
(Filon-couche de basalte dans les calcaires aturiens)

