
MÉMOIRE SUR LES NUMMULITES

CONSIDÉRÉES ZOOLOGIQUEMENT ET GÉOLOGIQUEMENT ;

Par MM. N. JOLY et LEYMERIE,

Professeurs à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BUT ET PLAN DE CE MÉMOIRE.

LA Nature est si riche et si féconde , le champ qu'elle offre à nos observations est si vaste , que l'on ne peut en explorer attentivement la plus faible partie , sans voir bientôt le nombre des faits s'augmenter , les aperçus se présenter en foule , et les déductions se multiplier au point de ne pouvoir plus être contenus dans les limites que l'on avait voulu d'abord s'imposer. Bien plus , un plan était tracé , où chaque partie se trouvait d'avance placée et proportionnée à l'égard des autres de manière à garantir l'unité et l'harmonie ; mais telle est la faiblesse de l'esprit humain , que bien souvent nous sommes forcés de modifier et même de changer complètement l'ordonnance et les proportions d'un travail que nous croyions avoir définitivement arrêté. Ainsi , tel point dont nous considérions l'étude comme purement accessoire , acquiert , dans bien des cas , et presque malgré nous , une importance que nous étions d'abord bien loin de lui supposer , et qui nous oblige à le reprendre en sous-œuvre et à le traiter à part.

Une circonstance de ce genre a donné naissance au *Mémoire* que nous soumettons aujourd'hui au jugement des zoologistes et des géologues. En effet , dans le principe de nos recherches , nous n'avions en vue qu'un travail purement *spécifique* , dont

le but était la description des FORAMINIFÈRES qui caractérisent les couches secondaires supérieures des Pyrénées.

Mais en nous occupant du genre *Nummulite*, le plus important de tous ceux que nous avons à décrire, nous ne tardâmes pas à nous apercevoir de l'insuffisance des ouvrages où l'on traite des corps singuliers que ce genre renferme, et des erreurs dans lesquelles la plupart des naturalistes sont tombés à leur égard. Des circonstances favorables nous ayant d'ailleurs révélé des faits propres à jeter un jour nouveau sur les points fondamentaux de leur histoire naturelle, nous n'avons pas hésité à suspendre notre premier travail (1), pour donner tous nos soins à un *Mémoire* destiné à faire connaître nos observations et nos vues touchant les *Nummulites* considérées d'une manière générale. Le désir d'être tout à la fois aussi utiles et aussi complets que possible, nous a déterminés à faire précéder ces nouvelles observations d'une *Revue* historique et bibliographique des principaux auteurs qui ont parlé des *Nummulites*, et à présenter ensuite, sous la forme d'un résumé, l'état actuel de nos connaissances sur ces fossiles embarrassants.

La partie géologique de notre travail aurait pu, à la rigueur, ne consister qu'en une indication générale des principaux gisements des *Nummulites*. Mais, prenant en considération l'actualité de la question relative à l'âge des terrains que caractérise particulièrement ce genre de débris organiques; bien convaincus, d'un autre côté, que la divergence qui existe à cet égard entre les géologues dépend beaucoup des points de vue trop locaux où ils se placent, et de l'influence qu'ils subissent de la part des théories reçues, nous avons cru rendre un véritable service en indiquant, aussi complètement que nos faibles ressources en province ont pu nous le permettre, les limites, l'étendue et les caractères généraux de ces terrains, considérés indépendamment de toute idée systématique. Une esquisse rapide des principales opinions émises au sujet du classement des

(1) La publication de ce travail suivra de près celle du *Mémoire* que nous faisons paraître aujourd'hui.

couches nummulitiques par les savants qui en ont fait une étude spéciale, nous a également paru pouvoir trouver ici une place toute naturelle.

Notre *Mémoire* sera donc divisé en deux grandes parties, l'une *zoologique*, l'autre *géologique*, et chacune de ces parties offrira des divisions dont les principales sont indiquées dans le tableau suivant.

PARTIE ZOOLOGIQUE.

SECTION A.

HISTORIQUE.

- § I. Noms variés, souvent bizarres, donnés aux Nummulites.
- § II. Revue des principaux auteurs qui ont parlé des Nummulites; opinions successivement émises au sujet de ces fossiles.

SECTION B.

EXPOSÉ DE NOS RECHERCHES.

SECTION C.

RÉSUMÉ DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES NUMMULITES.

PARTIE GÉOLOGIQUE.

SECTION A.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

SECTION B.

GISEMENT DES NUMMULITES.

- § I. Gisement septentrional ou Océanique.
- § II. Gisement méridional ou Méditerranéen.

SECTION C.

EXPOSÉ SUCCINCT DE NOS CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE TERRAIN A NUMMULITES MÉRIDIONAL.

- § I. Caractères généraux de ce terrain.
 - § II. Revue critique des principales opinions émises sur la place que ce terrain doit occuper dans l'échelle géologique.
-

I.

PARTIE ZOOLOGIQUE.

SECTION A.

HISTORIQUE.

§ I. Noms variés, souvent bizarres, donnés aux Nummulites.

DEPUIS Strabon jusqu'à nos jours, une foule d'auteurs ont parlé des *Nummulites* ; mais il faut traverser une longue série de siècles avant de trouver dans leurs ouvrages des notions raisonnables et quelque peu précises sur ces curieux fossiles. Une des preuves les plus frappantes de l'incertitude de leurs opinions à cet égard, c'est le grand nombre des dénominations qu'ils ont tour à tour appliquées à ces débris organiques dont nous allons nous-mêmes tracer l'histoire. Quelques-uns de ces noms nous paraissent curieux à citer, parce qu'ils sont à eux seuls l'expression la plus fidèle des idées scientifiques qu'on y attachait à l'époque où ils avaient cours. Comme on pouvait s'y attendre, la plupart d'entre eux consacrent une erreur ou une absurdité. Ainsi, les dénominations de *pierres lenticulaires*, *pierres numismales*, tout en rappelant la ressemblance des *Nummulites* avec une lentille ou une pièce de monnaie, rappellent aussi la pieuse crédulité des habitants de Vicence et des Transylvaniens. En effet, pour expliquer la présence des *Nummulites* dans leur pays, les Vicentins racontent sérieusement que ces corps ne sont autre chose que des lentilles de la soupe d'une vieille dévote, pétrifiées par un miracle de la Vierge, tandis que les habitants de la Transylvanie prétendent que ce sont autant de pièces d'or converties en pierres par le saint roi Ladislas, qui avait à cœur d'empêcher ses soldats de s'arrêter, au moment où les Tartares fuyaient précipitamment devant leurs armes victorieuses.

Les noms de *lentes lapideæ*, *pietra frumentale* (pierre

fromentaire) , *pietra migliara* (pierre de millet) (1) , *Kümmelstein* , *Kummelstein* (pierre de cumin ou de carvi) (2) , *folium salicis*, monnaie de saint Pierre ou de saint Boniface, monnaie du diable, deniers de sphinx, ont une origine aussi peu raisonnable, et témoignent de cette paresse si naturelle à l'homme, qui, bien souvent, aime mieux se laisser guider par de fausses apparences, que de chercher attentivement la vérité.

Malheureusement, le vulgaire, étranger à la science, n'est pas le seul à qui ce reproche puisse s'adresser. Nous voyons les savants eux-mêmes partager plus d'une fois ses erreurs, et leur prêter l'appui d'un nom célèbre et digne de faire autorité.

Ainsi, Linné conclut évidemment de la forme à l'organisation des *Nummulites*, lorsqu'il les appelle tour à tour *Madrepora*, *Helmintholitus*, et enfin *Nautilus*.

En employant les noms de *Nummulie*, de *Licophre*, de *Egèone* et de *Rotalie*, Montfort prouve incontestablement qu'il n'a pas fait une étude suffisante des fossiles pour lesquels il invente ce luxe de dénominations.

Bruguière ne préjuge rien sur la nature de ces corps restés si longtemps problématiques, lorsqu'il crée pour eux le nom de *Camérine*, que G. Cuvier a cru devoir adopter.

Lamarck les divise à tort en deux groupes, qu'il rapporte à deux familles distinctes, et qu'il range sous les dénominations génériques de *Nummulites* et de *Lenticulina*.

On pourrait adresser le même reproche à M. de Blainville, pour avoir séparé ses *Hélicites* des véritables *Nummulites*. M. Alcide d'Orbigny lui-même nous paraît n'avoir eu aucune raison valable pour changer le nom de *Nummulite* en celui de *Nummulina*, qui est pourtant assez généralement adopté aujourd'hui (3).

(1) Mots employés par les habitants de Casciana pour désigner les *Nummulites*.

(2) Dénominations en usage, du temps de Scheuchzer, chez les paysans de la Suisse et de plusieurs contrées de l'Allemagne.

(3) M. Alcide d'Orbigny affirme que certaines espèces de *Nummulites* vivent encore dans nos mers, et c'est pour cette raison qu'il a cru devoir

Enfin, Fortis était bien moins excusable encore, lorsqu'il confondait sous le nom de *Discolithe*, non-seulement les *Nummulites* et les *Operculines*, mais encore les *Alvéolines* et divers Polypiers des genres *Porpite*, *Orbitolite*, etc. (1).

§ II. Revue des principaux auteurs qui ont parlé des Nummulites ; opinions successivement émises au sujet de ces fossiles.

a. *Nature des Nummulites.* — Écoutons d'abord le géographe Strabon :

« Nous ne croyons pas, dit-il, devoir passer sous silence une des choses singulières que nous vîmes aux Pyramides. Ce sont des monceaux de petits éclats de pierre, élevés en avant de ces monuments. On y trouve des parcelles qui, pour la forme et pour la grandeur, ressemblent à des lentilles, on dirait même quelquefois à des grains déballés. On prétend que ce sont les restes pétrifiés de la nourriture des travailleurs, *et cela est peu vraisemblable*, car nous avons aussi chez nous (*Amasea*) une colline qui se prolonge au milieu d'une plaine, et qui est remplie de petites pierres de tuf, semblables à des lentilles (2). »

changer cette dénomination en celle de *Nummuline*. Avant lui, Lamarck avait déjà dit en parlant de ses *Lenticulines* : « J'en possède dans l'état frais ou marin qui ont été trouvées en avant de Ténériffe, à 125 pieds dans la mer. » (Anim. sans vert. tom. xi, p. 295). Mais, comme ni Lamarck, ni M. d'Orbigny n'ont décrit ces espèces soi-disant vivantes, nous nous croyons autorisés à ne pas les admettre, et à conserver l'ancien nom donné aux espèces fossiles, les seules dont nous ayons d'ailleurs à nous occuper dans ce Mémoire.

(1) Voyez Fortis, *Mémoires pour servir à l'Histoire naturelle, et principalement à l'Oryctographie de l'Italie*, tom. II, p. 5 et suiv. Paris, an X. 2 vol. in-8° avec figures très-médiocres.

(2) *Géographie de Strabon*, liv. XVII, p. 397 du tom. V de la traduction de Du Theil. Paris, 1819.

La plupart des scholiastes ont lu *ὄντι ἀπέριστε δὲ* ce qui n'est pas sans *vraisemblance*. Mais Guettard fait observer avec raison qu'en admettant cette interprétation évidemment fautive, les pensées du géographe grec n'ont plus ni suite, ni liaison. M. Du Theil, à la traduction de qui nous avons emprunté le passage précédent, partage, sans la connaître, l'opinion de Guettard, qui est aussi la nôtre.

« De ce que le pays de Strabon, dit-il, renferme une colline où se trouvent

Pline a très-clairement indiqué les *Nummulites de l'Égypte*, dans le passage qui suit. Il dit, en parlant du sable qui environne les pyramides : « *Arena latè pura circum, lentis similitudine, qualis in majori parte Africae* (1). »

Mais cet auteur ne s'est point expliqué sur la nature des corps dont il parlait.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire les noms de Langius, d'Aldrovande (2), de Ferrante Imperato (3), qui, tout imbus des préjugés de leur siècle, regardaient les corps dont nous nous occupons, comme des caprices bizarres de la nature. Nous ne parlerons pas davantage de Bruckmann (4) qui, après s'être demandé si les *pierres numismales* ne sont pas l'œuvre des Egipans et des Esprits souterrains, ou des jeux que la nature s'est permis pour tuer son temps, « *temporis fallendi gratiâ*, finit par avouer qu'il ne sait « parmi quelles espèces de corps il convient de les ranger. »

Nous ne dirons rien non plus du Père Kircher, pour qui les *Nummulites* étaient des feuilles de saule, ni du Père Torrubias qui les prenait pour des œufs de poisson. Quant à l'opi-

des cailloux qui ressemblent à des lentilles, ce n'est pas une raison pour que les amas de petites pierres semblables à des grains, qui existent au pied des pyramides, soient en effet les restes de la nourriture des ouvriers employés à les construire. Il est clair que Strabon, en mettant toutes ces idées en rapport, a fait le raisonnement suivant : *Cette opinion sur l'origine de ces pierres n'est pas vraisemblable ; car, comme nous avons chez nous une colline remplie de pierres lenticulaires, ce serait donc à dire qu'elles ne sont aussi que des lentilles pétrifiées ; il est plus simple de leur chercher une cause naturelle, de même qu'aux cailloux roulés de la mer et des fleuves, etc.* De cette manière seulement, ses idées se suivent et s'enchaînent ; d'après le texte, Strabon n'aurait point su ce qu'il voulait dire. Au lieu de *οὐκ ἀπίστευτε δέ*, ce qui n'est point invraisemblable, j'ai donc lu *οὐκ ἐπίστευτε δέ*, ce qui n'est point vraisemblable. »

Les voyageurs Niebuhr, Clarke, Forskal, etc., ont confirmé sur les lieux le témoignage de Strabon, dont Graves a fort mal à propos suspecté la vérité. Forskal donne aux prétendues lentilles pétrifiées le nom de *Testacea fossilia kahirensia*.

(1) *Historia mundi*, lib. xxxvi, cap. xvii, t. xx, p. 166, édit. Panckoucke.

(2) *Museum metallicum*, lib. iv, pag. 486, 843, 863.

(3) *Historia naturalis*, lib. xxiv, pag. 579, in-fol. Venetiis, 1672.

(4) *Essai sur la pierre numismale de Transylvanie*, cité par Fortis.

nion de Bourguet (1), qui voulait persuader à ses contemporains que nos fossiles étaient des *opercules d'Ammonites*, elle se réfute assez d'elle-même, pour que nous ne prenions pas la peine de la combattre. Qu'il nous suffise de dire que la présence des *Nummulites* exclut, d'une manière presque absolue, celle des *Ammonites*, celles-ci ayant déjà disparu à l'époque où les *Nummulites* ont pris leur développement. Du reste, le bon sens public a fait depuis longtemps justice des assertions de Bourguet, aussi bien que des *Archées*, de l'*Esprit architectonique*, des *Vertus actinoboliques et formatrices*, des *Idées sigillées*, des *Raisons séminales*, etc., etc., auxquelles on attribuait jadis l'origine de toutes les pétrifications, et dont l'auteur des *Lettres sur la formation des cristaux* a eu raison de se moquer.

Que dire de l'opinion de Spada (2), qui prend les *Nummulites* pour des coquilles bivalves, et de celle de Lancisi, qui voit en elles des écussons d'Oursin ?

Deluc (3) et Fortis (4) les considéraient comme les analogues de l'os qu'on trouve sous le manteau des Seiches.

Quant à Scheuchzer (5) et à Breyn (6), ils comparent ces

(1) Voyez ses *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux*, etc., et son *Traité des pétrifications*, p. 63. Paris, 1778, in-8°.

(2) *Catalogus lapidum Veronensium*, pag. 46.

(3) *Mémoire sur la lenticuline des rochers de la perte du Rhône*. (Journal de physique, an. vii, pag. 216.)

(4) *Mém. pour servir*, etc., t. 1, p. 119.

(5) *Specimen lithographiæ helveticæ curiosæ, quo lapides ex figuratis helveticis selectissimi ari incisi sistuntur et describuntur*, p. 30. Tiguri, 1702, in-8°.

Il est incontestable que c'est Scheuchzer qui, le premier, a comparé les *Nummulites* aux Mollusques Céphalopodes à test extérieur, puisqu'il les désigne sous le nom de *Novum cornuum Ammonis genus*. On a donc eu tort d'attribuer aussi le mérite de cette idée à Breyn, qui n'a fait que l'adopter. Bruguière (*Encyclopéd. méth.* article CAMÉRIEN), n'était pas non plus dans le vrai lorsqu'il a dit : « Ce n'est qu'en 1758 que Jean Gessner, savant naturaliste de Zurich, ouvrit sur leur nature un sentiment qui me paraît fondé. » Cet auteur estimable dit que les pierres *numismales* sont la pétrification des coquilles marines qui approchent des *Ammonites* et des *Nautilus* par leur spire intérieure chambrée, et par leur ouverture sur le bord de la coquille. »

(6) *De Polythalamis*. Gedani, 1732, in-4°.

fossiles, l'un aux cornes d'Ammon, l'autre au test des Nautilus. Bien qu'elle soit complètement erronée, cette opinion a longtemps trouvé faveur auprès des maîtres de la science. A quelques modifications près, Bruguière (1), Lamarck (2), Cuvier (3), de Blainville (4), ont cru devoir l'adopter.

Jusqu'en ces derniers temps, les travaux de M. Alcide d'Orbigny lui-même (5) n'ont fait que répandre de plus en plus cette erreur.

Nous ne saurions clore cette longue liste d'auteurs, sans faire connaître l'opinion de M. Ehrenberg (6), au sujet du fossile qui nous occupe.

Ressuscitant une ancienne manière de voir de Linné, il compare les *Nummulites*, sur lesquelles on n'observe point d'orifice buccal, à ces pièces cartilagineuses qui soutiennent le corps gélatineux des Méduses du genre *Porpita*, ou la crête des Vevelles. Or, personne n'ignore qu'on ne trouve, dans le disque cartilagineux des *Méduses*, ni loges, ni cloisons, ni tables spirales. Comment donc M. Ehrenberg peut-il s'étayer d'une ressemblance très-imparfaite dans la forme extérieure, pour conclure que les *Numismales* ne sont point des coquilles, mais bien de simples disques calcaires, logés dans le corps de certaines *Acalèphes*, qui auraient disparu depuis longtemps du sein des mers ?

Cette manière de voir paraîtra bien moins admissible encore, si l'on songe que M. Ehrenberg se condamne lui-même, en regardant comme une vraie coquille extérieure le test des *Nummulites*, que Lamarck avait réunies dans son genre *Lenticulina*.

(1) Voy. dans l'*Encyclopédie méthodique*, art. CAMÉRISE.

(2) *Animaux sans vertèbres*, tom. XI, pag. 294 et 304.

(3) *Règne animal*, tom. III, pag. 22. Paris, 1830.

(4) *Malacologie*, pag. 372, et *Dictionn. des sciences naturelles*, article NUMMULITE.

(5) *Tableau de la classe des Céphalopodes*. *Annal. scien. nat.*, t. VII, p. 295, première série.

(6) *Ueber die Bildung der Kreidefelsen und Kreidemergels durch unsichtbare Organismen*, pag. 111; dans *Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften*. Année 1838.

L'identité des deux genres *Nummulites* et *Lenticulina*, Lam. étant aujourd'hui bien prouvée (1), il est donc impossible de prendre le test des unes pour un *disque analogue à celui des Méduses*, et celui des autres pour une coquille extérieure.

b. *Structure des Nummulites*. — Bien qu'il écrivît à une époque éloignée de nous de près d'un siècle et demi, Scheuchzer a donné des *Nummulites* une description assez exacte, pour que nous croyions devoir la reproduire ici comme un spécimen digne de fixer un instant l'attention du lecteur.

Selon lui, les *Nummulites* ont la forme « d'une lentille biconvexe, c'est-à-dire, composée de deux segments de sphère, et tout-à-fait semblable à une lentille de verre, avec cette exception pourtant que la surface de celle-ci est lisse, extrêmement polie, et sa masse tout-à-fait diaphane, tandis que les *Nummulites* présentent, sur l'une et l'autre de leurs faces convexes, des stries qui s'étendent du centre à la circonférence, tantôt en ligne droite (fig. 43), tantôt, et le plus souvent, en formant des lignes obliques et recourbées en arc (fig. 44). Or, il est bon de faire observer que nos lentilles de pierre ne sont point solides, et qu'elles ne consistent point en une masse unique et uniforme. Elles se composent, au contraire, de 3, 4, 5, 6, 7, 8, ou d'un plus grand nombre d'enveloppes toutes striées, toutes se recouvrant les unes les autres, et dont plusieurs se voient distinctement dans certains cas, ainsi que le montre la fig. 45. Dans la fig. 42, où nous avons représenté

(1) La ressemblance des *Lenticulines* avec les *Nummulites* est si frappante, même à l'intérieur, que la présence d'une bouche chez les unes, et son absence assez fréquente chez les autres, n'ont pas paru à M. d'Orbigny et ne nous paraissent pas à nous-mêmes constituer un caractère suffisant pour maintenir la division en deux genres établie par Lamarck parmi les *Nummulites*. Nous sommes même intimement convaincus que, dans bien des circonstances, on a pris pour la véritable bouche des *Nummulites* des ouvertures purement accidentelles. Ne sait-on pas d'ailleurs que chez les FORAMINIFÈRES, de même que chez beaucoup de Polypes proprement dits, l'occlusion de la bouche ou des pores de la coquille est très-communément un effet de l'âge adulte. Jusqu'à démonstration contraire, nous continuerons donc à regarder les *Nummulites* et les *Lenticulines* de Lamarck comme appartenant à un seul et même genre.

ces lentilles divisées en deux moitiés par une section perpendiculaire, on voit que les stries parallèles ne sont rien autre chose que les vestiges des enveloppes elles-mêmes. Remarquez encore que ces enveloppes sont reliées entre elles par de petites lignes transversales, de manière que leur ensemble constitue une trame ou une espèce de réseau formé d'ovales parallèles, et de filaments, qui s'étendent du centre à la périphérie (fig. 46, 47, 48). Là ne finit point encore cette curieuse anatomie : si on les divise horizontalement, nos lentilles de pierre offrent deux lentilles plan-convexes, résultant d'une seule lentille biconvexe (fig. 46, 47). Sur la face plane de chacune d'elles, on aperçoit des canaux spiraux roulés sur eux-mêmes, à la manière des serpents, et marqués de petites stries qui traversent ces cercles petits comme elles, de manière à former un nouveau genre de cornes d'Ammon, dans lequel on distingue jusqu'à sept, huit et même neuf tours de spire (1). »

(1) Le chapitre auquel nous empruntons cet extrait est intitulé : « *Lentes lapideæ striatæ, utrinque convexæ, vitreis figurâ similes, in massâ lapideâ vario sub schemate conspicuæ.* » Voici le texte de Scheuchzer : « Quod si massæ lapideæ vinculis dextrè liberetur, et sibi, ut ita loquar, reddatur vario sub schemate ludens, et imperitis facilè imponens lapillus, patebit, esse Lentem utrinque convexam, seu è duobus sphaeræ segmentis compositam, vitreis prorsus similem, excepto quòd in his superficies sit polita seu summi lævoris, et corpus uniforme diaphanum, in illis autem utraque convexitas sit striata, striis à medio versus peripheriam nunc rectè, fig. 43, nunc et plerumque arcuatim, et obliquè excurrentibus, fig. 44. Porrò notandum, Lentes nostras lapideas non esse solidas, ut constant ex unicâ et uniformi massâ, sed conflatas esse 3, 4, 5, 6, 7, 8, pluribusve crustis itidem striatis, et invicem superinductis, quarum aliquandò plures distinctè conspiciuntur, ut in fig. 45. Patet hinc in fig. 42, delineari Lentes per sectionem perpendicularem dimidiatas, esseque stria illas parallelas ipsa crustarum vestigia, de quibus insuper notandum, illas aliquandò per transversas lineolas invicem colligari, ut texturam constituent ex ovalibus parallelis, et aliis à centro ad peripheriam tendentibus filamentis veluti reticulatam, fig. 46, 47, 48. Nondum autem hinc est curiosæ anatomies finis; exhibent Lentes nostræ Lapidæ, si dimidientur horizontaliter, duas Lentes convexo-planas, ortas ex una convexo-convexa (fig. 46, 47), et comparebunt in planâ superficie *spirales tractus serpentum instar in se convoluti, striis insuper minutis orbis hæcæ itidem exiguos trajicientibus insigniti, ita ut novum cornuum Ammonis generis, id præ orbibus seu spiris pluribus, id est septenis, octonis, novenis præditum constituent.* »

Specimen Lithographiæ helveticæ, p. 33.)

Bien des années se sont écoulées depuis Scheuchzer jusqu'à nous ; bien des auteurs , après lui , se sont occupés de la structure des *Nummulites* ; mais , dans ce long intervalle , aucun d'eux n'a découvert une particularité nouvelle ; aucun d'eux n'a décrit plus exactement ces fossiles toujours problématiques. Tous s'accordent à nous représenter les *Nummulites* comme des espèces de coquilles lenticulaires à spire interne , dont les tours sont recouverts , en dessus et en dessous , par un certain nombre de tables qui vont se réunir aux deux centres du disque. Ils nous disent que chaque tour de la spirale est divisé en une multitude de petites loges formées par des cloisons transverses qui , tantôt se prolongent entre chacune des tables jusqu'au milieu de la coquille , tantôt finissent par se perdre entre ces mêmes tables , avant d'avoir atteint la partie centrale du fossile. Du reste , Lamarck , MM. de Blainville , Deshayes , etc. , affirment que les cloisons des *Nummulites* n'offrent ni siphon , ni aucune ouverture destinée à faire communiquer les loges entre elles. Cuvier lui-même ajoute qu'on n'y trouve *aucune ouverture apparente* à l'extérieur.

Quant à M. A. d'Orbigny , il ne s'est point exprimé catégoriquement à cet égard ; mais la place qu'il assigne aux *Nummulites* (1) indique clairement qu'il admet par analogie l'existence des trous , non-seulement dans les cloisons des loges , mais encore sur les parois du test. Cependant , ni M. A. d'Orbigny , ni aucun des naturalistes qui l'ont précédé ou suivi , n'a cherché à constater , par des observations directes et d'une manière certaine , la présence de ces perforations (2) , sans lesquelles la structure des *Nummulites* , l'organisation de l'animal qui les construisait , sa manière de se nourrir et de se mouvoir , toutes ses fonctions , enfin , devaient rester autant d'énigmes indéchiffrables.

(1) Il les range parmi les FORAMINIFÈRES.

(2) Les naturalistes qui nous ont précédés croyaient même si peu à l'existence de ces perforations que , dans l'article *Nummuline* de l'*Encyclopédie méthodique* , tom. III , pag. 640 (1832) , nous voyons M. Deshayes blâmer en quelque sorte M. d'Orbigny d'avoir réuni les *Nummulites* aux FORAMINIFÈRES.

Cependant, dès qu'on eut acquis la preuve que nos fossiles avaient appartenu à des animaux, on ne tarda pas à chercher la solution des questions suivantes, qui s'offraient si naturellement à l'esprit des observateurs.

c. Forme et classement de l'animal des Nummulites. — Quelle était la forme de l'animal constructeur de la *Nummulite*? Quelle position occupait-il par rapport à son test? Comment s'y prenait-il pour l'agrandir au fur et à mesure qu'il grandissait lui-même?

Rappelons en peu de mots les diverses opinions qui ont régné tour à tour sur ces divers points de l'histoire des *Nummulites*.

Quelle était la forme de l'animal dont la dépouille a donné lieu à de si nombreuses divagations, ou bien, ce qui revient à peu près au même, à quelle classe, à quelle famille faut-il rapporter cet être embarrassant?

Nous avons vu que Scheuchzer et Breyn assimilaient les *Nummulites*, l'un aux *cornes d'Ammon*, l'autre aux *Nautilus prolythalamas*. Mais il est de toute évidence que ni l'un ni l'autre ne pouvaient avoir une idée nette de la configuration extérieure de l'animal, dont ils avaient sous les yeux la coquille, puisque ce n'est que grâce aux recherches récentes de Richard Owen, que nous avons eu connaissance du Nautilus, et que nous avons pu nous représenter, *par analogie*, la forme de l'animal des *Ammonites*. Ce n'est donc ni à Scheuchzer, ni à Breyn que nous devons nous adresser pour obtenir une réponse précise à la question qui nous occupe.

Quant à Linné lui-même, ses nombreuses hésitations, sur la place qu'il devait assigner aux *Nummulites*, prouvent assez qu'il ne savait à quoi s'en tenir sur la forme des animaux constructeurs de ces coquilles. Aussi, le voyons-nous les ranger d'abord parmi les *Madrépores*, sous le nom de *Madrepora simplex, orbicularis, plana, stellâ convexâ*. Quelques années après, il les désigne sous la dénomination d'*Helminthelitus Zoophyti Medusæ*, et il en fait des Acaléphanes, dont il croit avoir retrouvé le type dans une *Méduse* rapportée des Indes par Lagerstroem. Puis il revient à son idée première, mais il les

nomme cette fois *Helmintholitus Madreporæ deperditæ*, voulant faire entendre par là qu'il ne croyait plus à l'existence de ces corps à l'état vivant. Enfin, dans l'édition du *Systema Naturæ*, publiée par Gmelin, nous retrouvons encore les *Nummulites* sous la dénomination nouvelle de *Nautilus Helicites*, dénomination qui semble indiquer qu'ils sont alors considérés comme des *Céphalopodes* à test extérieur polythalamé.

Guettard (1), qui a longuement écrit sur les *Nummulites*, ne se prononce ni sur la nature de ces fossiles, ni sur la forme de l'animal qui les habitait.

Bénédict de Saussure le compare vaguement à l'un de ces êtres qui composent la nombreuse famille des vers ou des polypes.

Enfin, Bruguière, Cuvier, Lamarck, de Blainville, Deshayes, en classant les *Nummulites* parmi les Mollusques Céphalopodes, nous indiquent assez clairement l'idée qu'ils se faisaient de l'être auquel appartiennent ces débris.

Tel était l'état de la science au sujet des *Nummulites*, lorsque, en publiant son *Tableau méthodique des Céphalopodes* (1826), M. Al. d'Orbigny vint modifier l'opinion à peu près généralement adoptée sur la foi de ses prédécesseurs. Après avoir créé dans cette classe de Mollusques un ordre nouveau qu'il désigna sous le nom de FORAMINIFÈRES, il y plaça toutes ces petites coquilles chambrées, dont les cellules ne communiquent entre elles que par des trous, et non par un siphon, comme chez les vrais Nautilus, auxquels on les avait jusqu'alors comparées. C'est à cet ordre qu'il rapporta les *Nummulites*. Bien que M. Al. d'Orbigny n'ait pas donné de l'animal constructeur de ces coquilles une description particulière, les caractères qu'il assigne à l'ordre tout entier, prouvent qu'il comparait cet animal avec celui des Seiches de nos mers actuelles. En effet, d'après cet auteur, le corps de ces Mollusques est bursiforme, et prend quelquefois un grand volume, comparativement à celui de la tête, qui est très-petite, peu ou point saillante, distincte du reste du corps, rétractile et terminée par des tentacules nom-

(1) *Sur les pierres lenticulaires et numismales*. Mém. t. II, p. 185.

breux, formant plusieurs rangées autour de la bouche, qui est centrale. Du reste, ces animaux sont entièrement privés de locomotion, et leurs sexes sont probablement réunis sur un seul et même individu (1).

Ces assertions, uniquement basées sur des observations plus qu'imparfaites, obtinrent faveur à l'époque où elles furent émises, et elles régnèrent à peu près sans contrôle, jusqu'au moment où M. Dujardin publia ses importantes *Recherches sur les prétendus Céphalopodes microscopiques* (2), et prouva, de la manière la plus péremptoire, que les FORAMINIFÈRES de M. d'Orbigny n'étaient point des Mollusques, et encore moins des Mollusques céphalopodes. Éclairé par un guide aussi habile, l'auteur du *Tableau méthodique* abandonna l'opinion qu'il avait émise dans ce premier travail. Loin de continuer à regarder les FORAMINIFÈRES comme un ordre particulier de la classe des Mollusques, il en fait aujourd'hui une classe à part, indépendante, qu'il place dans l'embranchement des rayonnés, entre les POLYPIERS et les ECHINODERMES.

LES FORAMINIFÈRES sont maintenant pour M. d'Orbigny, « des animaux microscopiques, non agrégés, à existence individuelle toujours distincte, composés d'un corps (masse vivante de consistance glutineuse) entier et alors arrondi, ou divisé en segments, placés sur une ligne simple ou alterne, enroulés en spirale ou pelotonnés autour d'un axe. Ce corps est, dans toutes ses parties, recouvert d'une enveloppe testacée, rarement cartilagineuse, modelée sur les segments et en suivant toutes les modifications de forme et d'enroulement. De l'extrémité du dernier segment, sortent, soit par une ou plusieurs ouvertures de la coquille, soit par de nombreux pores de son pourtour, des filaments contractiles, incolores, très-allongés, plus ou moins grêles, divisés et ramifiés, servant à la reptation, et pouvant encroûter extérieurement le test enveloppant (3). »

(1) *Annal. des sciences natur.*, tom. VII, pag. 245, 1^{re} série.

(2) *Annal. des sciences natur.*, tom. III, pag. 312, 2^e série.

(3) *Foraminifères du bassin tertiaire de Vienne*, p. 3, Paris, 1846, grand in-4^o.

Malgré la métamorphose complète qu'il fait subir à ses premières opinions relatives aux FORAMINIFÈRES, M. d'Orbigny n'en continue pas moins à ranger parmi eux les *Nummulites*, qu'il nomme maintenant *Nummulina*, et dont il dit même avoir observé deux espèces à l'état vivant. Il est à regretter que ce naturaliste ait laissé échapper une aussi précieuse occasion de faire cesser les incertitudes de la science relativement à la forme et à l'organisation des animaux dont il s'agit. Quant aux *Nummulites* fossiles, comme il paraît n'avoir aperçu ni les trous du test, ni ceux qui font communiquer les cellules entre elles, il est évident qu'il ne pouvait non plus se faire une idée précise de l'animal auquel ces dépouilles ont appartenu. Aussi garde-t-il à cet égard le plus complet silence (1).

d. *Disposition du test relativement à l'animal.* — Les avis les plus divers, on pourrait même dire les plus opposés, ont été émis sur la question de savoir quelle était la place que la *Nummulite* occupait relativement à l'animal auquel on en attribuait la formation.

L'opinion la plus ancienne à cet égard paraît être celle de Scheuchzer, qui, en comparant notre fossile aux *Ammonites*, avoue implicitement qu'il la regarde comme une coquille extérieure. Breyn et Gessner se rangent aussi de cet avis.

De Saussure suppose que l'animal de la *Nummulite* vivait

(1) Dans le travail d'ensemble que nous préparons sur les *Foraminifères* du bassin sous-pyrénéen, nous ferons voir que les idées actuelles de M. Al. d'Orbigny n'ont pas été accueillies partout avec la même faveur. En Allemagne, elles ont trouvé un redoutable antagoniste dans M. Ehrenberg, dont tout le monde connaît la rare habileté comme micrographe et comme anatomiste. M. Ehrenberg ne s'est pas contenté d'assertions vagues, de déductions basées sur de simples analogies. Le scalpel à la main, il a étudié *de visu* l'organisation de plusieurs FORAMINIFÈRES qui vivent encore aujourd'hui dans nos mers, et il nous semble avoir prouvé de la manière la plus évidente que cette organisation diffère en bien des points essentiels de ce que M. Al. d'Orbigny nous annonce avoir vu. Comment se fait-il donc que les travaux du savant Berlinoïse, publiés en Allemagne il y a bientôt dix ans, aient eu chez nous si peu de retentissement, que nous ne les trouvons pas même mentionnés dans les ouvrages les plus modernes? La connaissance trop peu répandue de la langue allemande suffirait-elle pour expliquer une semblable omission?

dans la dernière loge de sa coquille, à l'extrémité extérieure du canal spiral. Bruguière ne partage point cette opinion. « Il me paraît, dit-il, plus vraisemblable de croire que la dernière loge qui constitue l'unique ouverture apparente de la coquille ne reçoit que la plus petite partie du corps de l'animal et qu'elle sert d'attache au ligament qui l'unit à sa coquille. » Puis il suppose que « quelque prolongement charnu, analogue à celui du manteau des porcelaines, se développe sur les deux faces de la coquille jusqu'à son axe, et l'enveloppe à peu près tout entière, de telle sorte que l'animal la contient plutôt qu'il n'y est contenu (1).

Après une comparaison plus ingénieuse que vraie de la *Numismale* avec l'os qu'on trouve sous le manteau des seiches, Deluc regarde ce fossile comme une coquille entièrement intérieure, opinion qui ne peut pas soutenir un instant d'examen, puisque aucun *Céphalopode* à test intérieur n'a encore présenté une disposition spirale dans les lames dont ce test est formé.

Lamarck et Cuvier pensaient, comme Deluc, que les *Nummulites* étaient enchâssées tout entières dans la partie postérieure du corps du mollusque *Céphalopode*, auquel ils rapportaient ces débris organiques.

M. DeFrance partage la même opinion (2).

Enfin, M. Al. d'Orbigny considère aujourd'hui nos fossiles comme des coquilles extérieures.

e. *Mode d'accroissement de la coquille.* — Comment l'animal de la *Nummulite* s'y prenait-il pour accroître son test? Voilà encore une de ces questions qui ont été bien diversement résolues par les naturalistes. On en jugera par les citations qui vont suivre.

Dès l'année 1789, Bruguière attribuait la formation des loges de la spire au corps de l'animal; celle des tables du test, à quelque prolongement charnu, analogue à celui des vers des

(1) *Encyclopédie méthodique*, article CAMÉRIÈRE.

(2) *Dictionnaire des sciences naturelles*, article NUMMULINE.

porcelaines, dont il supposait que l'habitant des *Nummulites* était pourvu. Selon lui, le prolongement en question se développait sur les deux faces de la coquille jusqu'à son axe, et formait par sa transsudation ces lames qui s'étendaient en tournant sur les côtés de la coquille, à mesure que l'animal, s'accroissant dans toutes ses parties, était forcé de déplacer celle qui se trouvait fixée dans la loge de l'ouverture.

« Si le mécanisme que je décris pouvait jamais être démontré vrai par l'observation, continue Bruguière, il en résulterait que la formation de la coquille aurait lieu dans les *Camérines*, d'une manière contraire à celle qu'on a observée sur tous les autres coquillages, où la juxtaposition de la matière testacée se fait de l'intérieur à l'extérieur; il en résulterait aussi que leur animal, au lieu de trouver une retraite dans sa coquille, serait au contraire fixé sur elle et placé au-dessus; mais, tout extraordinaires que semblent ces conséquences, elles ne me paraissent pas moins nécessaires, si l'on ne perd pas de vue la singulière structure de ce fossile, la petitesse de son ouverture, comparée à son volume, et les cloisons transverses dont le tuyau de la spire est obstrué.

» Elles acquièrent un plus haut degré de vraisemblance, si on considère que cet animal ne peut être logé en totalité dans la cavité de l'ouverture, sans être obligé de chercher un autre moyen pour concilier son extrême petitesse avec l'étendue de ses travaux. Puisque donc l'existence des lames extérieures, qui s'étendent des bords de la spire jusqu'au centre de la coquille, prouve la nécessité d'un travail extérieur, et suppose à cet animal une étendue qui ne pouvait cadrer avec la petitesse de la loge où il devait être contenu; il est donc nécessaire de conclure qu'il ne peut ressembler à aucun de ceux que l'on connaît déjà parmi les vers testacés, et que peut-être il enveloppe en totalité sa coquille, sans pouvoir jamais être reçu dans sa cavité (1). »

(1) *Encyclop. méthod. Hist. natur. des Vers*, tom. vi, pag. 398, article CAMÉRINE.

Par cela même que l'explication de Bruguière est en opposition avec toutes les lois connues, relativement à l'accroissement des coquilles, on pouvait déjà douter de sa justesse. L'examen attentif que nous avons fait de la structure des *Camérines*, nous a prouvé qu'elle est complètement erronée.

A la même époque que Bruguière, Bénédicte de Saussure cherchait à faire prévaloir une opinion ingénieuse, mais malheureusement peu conforme à la vérité.

« Je supposerais, dit-il, que l'habitant de la *Numismale* a été un ver, ou plutôt quelque animal marin qui vivait dans la dernière loge, à l'extrémité extérieure du canal spiral : que cet animal se propageait en poussant par sa partie antérieure un nouvel animal ; que ce nouvel animal produisait une nouvelle loge ; que, pendant ce temps, l'ancien animal périssait ; que sa cellule se formait par une cloison, qui servait de fond à la loge du nouveau-né, et qu'ainsi, il se formait successivement une continuité de loges, appliquées les unes aux autres en forme de spirale..... (1) »

« On pourrait exiger, ajoute de Saussure, que, pour confirmer cette explication, je montrasse dans les cellules quelques vestiges des animaux que je suppose y avoir été renfermés. Mais quel vestige peut-il rester d'un animal si petit, et purement gélatineux ? »

Lorsqu'il traçait ces lignes, l'illustre auteur du *Voyage dans les Alpes* était loin de penser qu'un demi-siècle après lui, les géologues exposeraient à nos yeux étonnés des traces sensibles de corps gélatineux, tout-à-fait analogues à ceux des *Nummulites*, et comme eux ensevelis depuis des millions d'années dans les entrailles du globe (2).

Quoi qu'il en soit, l'explication proposée par de Saussure s'écarte trop des faits jusqu'à présent observés, pour qu'il nous soit possible de nous ranger à l'opinion de ce naturaliste.

(1) *Voyage dans les Alpes*, tom. 1, pag. 342.

(2) Voyez plus loin, pag. 170, note (2).

SECTION B.

EXPOSÉ DE NOS RECHERCHES.

a. *Structure de la coquille.* — Une des causes principales qui se sont opposées si longtemps à ce que l'on acquît des idées nettes sur la véritable structure des *Nummulites*, c'est que les nombreux auteurs qui ont parlé de ces fossiles, ont presque tous négligé de les étudier à l'aide du microscope. Et cependant, de la connaissance de la coquille devait découler tout naturellement celle de l'animal qui l'habitait. On conçoit donc que notre attention a dû se porter tout d'abord sur ce point important de la question ; mais ce n'est qu'à force de persévérance et après des observations bien souvent répétées, que nous croyons être parvenus à l'éclaircir. Sur plusieurs individus dont les loges étaient vides, et dont la fossilisation n'avait pas confondu les diverses parties en une seule masse compacte, nous avons pu enlever une à une toutes les tables qui entraient dans la composition du test. En examinant avec une forte loupe les parties séparées par cette espèce d'anatomie, nous avons très-distinctement aperçu, tant sur la face interne que sur la face externe des tables, des granulations hémisphériques (1) ou de petits enfoncements circulaires qui

(1) Deluc a parlé de ces granulations (*Journal de Physique*, an x, tom. 1, p. 175), mais il n'en a pas même soupçonné la signification. Voici ce qu'il dit à cet égard : « La surface des jeunes Numismales est le plus souvent couverte de petits grains qui cessent de paraître dans les dernières couches : elles sont alors lisses, mais cette grainelure existe intérieurement ; car lorsqu'une Numismale est devenue en partie siliceuse, et qu'on la plonge dans l'eau seconde, ces grains qui, de même que les filets, s'imprègnent plus facilement de la substance siliceuse, se montrent en relief. »

Sur certaines Nummulites, Fortis avait aussi observé des trous et des granulations ; mais il regardait les uns et les autres comme des *anomalies individuelles* ou même comme de simples *accidents* ; selon lui, les trous sont l'ouvrage de « très-petits vers lithontriptes, qui se sont logés dans la coquille après la mort de l'animal, comme ils se logent dans presque tous les testacés, dans les madrépores, dans les coraux déserts et abandonnés au fond de la mer. » La seconde altération accidentelle de la discolithe, dit un peu plus

correspondaient à ces granulations, et qui n'étaient évidemment rien autre chose que les perforations dont la coquille était criblée durant la vie de l'animal. Les figures 3 et 4 de la planche II sont destinées à rendre sensible aux yeux cette curieuse particularité.

Restait à savoir si, comme l'ont avancé Bruguière, Lamarek, Cuvier, de Blainville, Deshayes, etc., les cloisons des loges sont réellement imperforées, ou, ce qui revient au même dans la pensée de ces grands naturalistes, s'il n'existe aucun moyen de communication d'une loge à l'autre.

Or, à l'aide de préparations faites avec soin, et en soumettant ces préparations à la loupe et au microscope, nous nous sommes convaincus que chaque cloison d'un tour quelconque de la spire forme une espèce d'arcade au-dessus du tour précédent, et donne ainsi naissance à une ouverture à peu près demi-circulaire (1). (Voy. pl. II, fig. 3, 6, 7 et 8.)

Quant au reste de la cloison elle-même, il nous a toujours paru imperforé. D'ailleurs, pourquoi aurait-il été percé de trous, puisque l'existence de ces trous n'était plus nécessaire, dès l'instant qu'une voie de communication, suffisante pour laisser passer une partie du corps de l'animal, se trouvait établie entre les différentes loges de la coquille?

Il nous a été impossible de constater sur toutes les espèces l'existence des perforations du test, et les ouvertures situées au-dessous des cloisons. Les exemplaires, dont la fossilisation a formé des masses pierreuses, dures, compactes; ceux chez les-

loin le même auteur, « n'est que le résultat de la décomposition de la partie la moins compacte de la bandelette, qui en a épargné les points les plus solides, et les a fait devenir saillants. » Fortis, *Mémoires*, etc., t. II, p. 117.

Quant aux *points élevés* remarqués par Lamarek sur les *Nummulites scabra*, et par Bruguière sur sa *Camerina tuberculosa*, ils ne sont pas autre chose que les traces encore subsistantes des perforations du test. Ces points ne sauraient donc constituer un caractère spécifique d'une bien grande valeur, puisqu'on les rencontre aussi chez d'autres espèces, différentes de la *Nummulite scabra* et de la *Camerina tuberculosa*.

(1) Nos observations ont porté principalement sur les *N. laevigata* (Lam.) *obtusa* (nobis), et *Lasca* (nobis).

quels les loges ont été complètement remplies par la matière inorganique, ont toujours résisté à cette espèce de clivage qui nous avait été si favorable et si utile dans l'examen de certains autres échantillons, appartenant quelquefois à la même espèce. Conclure de là que la structure de ces coquilles, en quelque sorte *réfractaires*, différerait totalement de celle que nous venons de faire connaître, ce serait, selon nous, violer toutes les lois de l'analogie. En usant à la meule les coquilles dont il s'agit, on voit encore assez souvent à la surface, et sur la tranche des tables, des granulations (*N. obtusa* (1), nob.) ou des espèces de cylindres (*N. spissa*, nob.), dont la couleur tranche sur le fond général, et qu'il nous paraît tout rationnel de prendre pour des indices de perforations antérieures. Du reste, qui ne comprend que ces trous si minimes ont pu être obstrués avec la plus grande facilité pendant la fossilisation? Qui sait même si l'animal de la *Nummulite* n'en bouchait pas un certain nombre, à mesure qu'il vieillissait? Qu'y a-t-il donc d'étonnant à ce qu'il soit aujourd'hui presque impossible de les reconnaître?

A ces raisons, qui nous paraissent péremptoires, nous pouvons encore ajouter une observation qui vient tout-à-fait à l'appui des idées que nous émettons en ce moment. Par ses intéressantes Recherches, insérées dans les *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, pour l'année 1846, M. Gédéon Mantell nous apprend que chez certains FORAMINIFÈRES fossiles du genre *Rotalia*, il a vu souvent les perforations du test masquées par un enduit calcaire; d'autres fois, ces trous étaient occupés par une matière noire, comme si, dit l'auteur, les bases des tentacules qui sortaient par ces trous, étaient restées à l'état de *Molluskite* (2).

(1) Nous sommes forcés de nous servir ici par anticipation des noms que nous avons dû donner aux espèces inédites ou trop incomplètement indiquées avant nous. La description de ces espèces paraîtra incessamment dans le Mémoire que nous avons annoncé plus haut.

(2) M. Mantell désigne sous ce nom la substance charbonneuse en laquelle s'est transformé le corps des Mollusques testacés qui, suivant lui, abondent dans différents calcaires. Il se sert aussi de la même dénomination pour indiquer l'état dans lequel il a trouvé quelquefois les parties molles et même les

Il y a trop d'analogie entre le fait décrit par M. Mantell et celui que nous soupçonnons avoir eu lieu pendant la fossilisation de certaines *Nummulites*, pour que nous croyions nécessaire d'insister plus longtemps sur ce point.

Nous avons dit que les cloisons se prolongent assez ordinairement sous forme de filets très-étroits, entre les diverses tables dont se compose la coquille. Les prolongements qu'elles forment ressemblent quelquefois à des rayons courbes allant de la circonférence au centre (*N. Vasca*, nob.) D'autrefois, ce sont des filets plus ou moins sinueux qui s'étendent dans la même direction (*N. Atacica*, Leym.). Ces filets se réunissent dans certains cas deux ou plusieurs ensemble, et donnent lieu à des bifurcations. (*N. Atacica*, Leym.). Enfin, il n'est pas rare de voir les prolongements des cloisons s'envoyer réciproquement des filets secondaires. Ceux-ci, venant à se rencontrer sous des angles très-variés, constituent ainsi une sorte de réseau, destiné, comme les filets principaux eux-mêmes, à augmenter la résistance des tables, en leur servant d'étais. (*N. Garansiana*, nob.)

Quant à la contexture du test des *Nummulites*, on peut, au moins, dans certains cas, y distinguer deux parties nettement caractérisées, savoir : 1° une partie d'un aspect terreux, que l'on peut appeler *substance corticale*, et qui forme presque toute l'épaisseur des tables et des cloisons ; 2° une *substance vitreuse* plus compacte, mais moins épaisse que la première, dont elle revêt toute la surface extérieure. Si l'on veut bien voir ces deux substances, il faut choisir des exemplaires dont l'état de fossilisation ressemble à celui auquel sont parvenus les Mollusques des terrains tertiaires des Landes et de Grignon. Nous avons pu les observer très-facilement sur deux espèces de *Nummulites* qui proviennent de Garans et de Biarritz (*N. Garansiana* et *N. Vasca*, nob.).

œufs des Rotulies, qui composent en grande partie la craie et le silex pyromaque du Sud-est de l'Angleterre.

Sur ces faits curieux consultez le Mémoire de M. G. Mantell, intitulé : *On fossil remains of Foraminifera discovered in the Chalk and Flint of the South-East of England*.

Loc. cit. part. iv, p. 465.

b. *Classement des Nummulites.* — A l'aide des recherches qui précèdent, nous croyons avoir clairement établi que les *Nummulites* étaient des coquilles de FORAMINIFÈRES. Voyons maintenant quelle était la forme et l'organisation de l'animal auquel on doit rapporter ces débris.

c. *Forme et organisation de l'animal des Nummulites.* — Malgré l'imposante autorité de Bruguière, de Lamarck, de Cuvier, de Blainville, etc., qui ont assimilé l'animal des *Nummulites* aux *Mollusques Céphalopodes*; malgré les premiers travaux de M. Al. d'Orbigny, qui ont tant contribué à corroborer cette erreur, presque personne aujourd'hui ne croit plus que l'animal dont il s'agit doive occuper la place que ces auteurs lui avaient primitivement assignée. Ressemblait-il aux Méduses, comme l'avait d'abord pensé Linné, comme l'a prétendu récemment encore un homme à qui ses belles recherches sur les *infusoires* ont fait une réputation si justement méritée? (Ehrenberg.)

Selon nous, l'animal des *Nummulites* offrait une grande analogie avec celui des *Rotalies* et des *Nonionines*, c'est-à-dire, qu'il était formé d'un corps gélatineux, à nombreux segments, dont chacun était renfermé dans une des loges de la coquille, et communiquait avec ceux qui le précédaient ou le suivaient, au moyen d'un tube (*siphon*) qui servait en même temps de canal digestif. Chaque segment était muni d'un double appendice en forme de languette, qui s'étendait de chaque côté entre les tables, dans les divers compartiments formés par les prolongements des cloisons. De nombreux tentacules (*pseudopodes*) servaient à opérer les mouvements de préhension et de locomotion, que voulait exécuter l'habitant de la *Nummulite*. Probablement très-extensibles, susceptibles de varier à chaque instant de longueur, de se ramifier même, ces tentacules ou pseudopodes sortaient ou rentraient au gré de l'animal, par les perforations dont sa coquille était criblée.

L'habitant de la *Nummulite* réunissait vraisemblablement en lui les deux sexes; mais on conçoit que nous manquons des données suffisantes pour en décrire ici les organes. Aussi, nous

bornerons-nous à représenter iconographiquement et par analogie la position probable de l'ovaire, que nous supposons avoir été placé au-dessus du canal digestif, où il venait peut-être déverser ses produits.

Bruguière pensait que les *Nummulites* étaient des coquilles pélagiennes, qui vivaient dans les plus grandes profondeurs de la mer. Les faits qui seront exposés dans la partie géologique de ce travail, tendent à établir, au contraire, que ces animaux se tenaient près des rivages, et à des profondeurs en général bien peu considérables.

d. *Mode d'accroissement de la coquille des Nummulites.* — Si, loin de penser avec de Saussure que l'animal de la Nummulite n'habitait à la fois qu'une seule loge, on admet avec nous qu'il les occupait toutes simultanément, il ne sera pas difficile de concevoir l'accroissement de la spire, et par suite celui de la coquille tout entière. On peut croire, en effet, qu'à la partie antérieure de l'animal, et à des époques probablement très-rapprochées, il se produisait une espèce de bourgeon qui donnait naissance à un nouveau segment, et, par suite, à de nouveaux appendices. Ce segment, et les prolongements qui lui faisaient suite, sécrétaient la substance calcaire, destinée à former les loges et les cloisons du test.

Enfin, cette matière se déposait de l'extérieur à l'intérieur, par un procédé tout-à-fait analogue à celui qui a lieu chez les *Mollusques*, et notamment chez les *Céphalopodes*.

D'après ce qui précède, on voit que notre opinion diffère essentiellement de celle de Bruguière, 1° en ce que nous admettons un nombre d'appendices double de celui des segments du corps, lesquels étaient extrêmement nombreux. Bruguière n'admettait que deux prolongements beaucoup plus grands que le corps unique, logé, suivant de Saussure et lui, dans la dernière loge de la coquille.

Nous différons encore du dernier de ces naturalistes, en ce que nous pensons que les appendices chargés de sécréter la matière des tables étaient placés au-dessous de ces dernières, et non pas au-dessus. Loin d'envelopper la coquille, ils étaient recou-

verts par elle. En un mot, selon nous, le mode de production des loges et celui de la coquille tout entière, n'offrait rien qui s'écartât des règles que suivent dans leur développement les êtres appartenant à la classe dont font partie les *Nummulites*.

Quant à la manière dont la coquille augmentait d'épaisseur, rien de plus facile à expliquer. Comme les loges s'enveloppaient en chevauchant les unes sur les autres à chaque tour de la spire, le test devenait par cela même plus épais et partant plus solide. Si les tables enveloppantes devaient être contiguës, ou au moins peu distantes de celles qu'elles recouvraient, les cloisons transversales se perdaient entre elles avant d'avoir atteint le centre de la coquille; si, au contraire, ces tables devaient être séparées par un assez long intervalle, les cloisons s'étendaient en diminuant de hauteur verticale, à partir de la circonférence jusqu'au centre du test, qui, grâce à ces espèces d'étauçons, placés de distance en distance, était, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, beaucoup mieux en état de résister à la pression considérable à laquelle il pouvait être soumis dans les eaux de l'ancien Océan.

SECTION C.

RÉSUMÉ DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES NUMMULITES.

a. *Forme des Nummulites*. — Les *Nummulites* sont des corps pétrifiés, orbiculaires, plus ou moins convexes à leur partie centrale, et ordinairement amincis vers leur bord, lequel est irrégulièrement circulaire et quelquefois très-onduleux.

b. *Dimensions*. — Beaucoup d'entre elles ont à peine 2-3 millimètres de diamètre; d'autres atteignent 40-50 millimètres.

Il en est dont l'épaisseur n'est guère plus grande que celle d'une carte à jouer. Plusieurs espèces, au contraire, sont très-

renflées au centre, quelquefois même au bord. D'autres, enfin, sont presque globuleuses.

c. *Surface*. — Leur surface est entièrement lisse, ou granuleuse, ou marquée de lignes légèrement saillantes, qui vont en rayonnant du centre à la circonférence. Assez souvent, ces lignes présentent dans leur trajet une double courbure, et, lorsqu'on les envisage en masse, on peut leur trouver quelque analogie avec des mèches de cheveux ondoyants. (Voy. pl. I, fig. 6). Quelquefois aussi, on les voit se réunir deux ou trois ensemble, avant d'avoir atteint le centre de la coquille.

d. *Structure*. — Pour se faire une idée exacte de cette structure, il faut se représenter les *Nummulites* comme des coquilles spirales à spire embrassante, non visible à l'extérieur, à *parois perforées*. Les tours de spire sont très-rapprochés, généralement nombreux, et constitués par des lames ou tables calcaires qui, du bord de la coquille, s'étendent des deux côtés, jusqu'à son centre, en chevauchant les uns sur les autres, de manière que le dernier formé enveloppe tous ceux qui le précèdent dans l'ordre de formation.

La bouche de la coquille, placée contre le retour de la spire, est le plus souvent masquée dans l'âge adulte.

Si l'on fait une section horizontale du test des *Nummulites*, ou mieux encore, si l'on examine ces fossiles après qu'ils se sont spontanément divisés en deux moitiés égales et symétriques : les tours de spire se présentent comme des demi-canaux très-étroits, contigus les uns aux autres, et divisés transversalement par une foule de cloisons qui partagent la coquille en autant de compartiments, et que tous les naturalistes ont eu le tort de dire *imperforées*. En effet, quand, l'œil armé d'une forte loupe, on regarde une quelconque de ces cloisons sur une section faite perpendiculairement au test, on la voit très-distinctement décrire, au-dessus du tour précédent, une espèce d'arcade qui établit une communication entre la loge qui la précède et celle qui la suit. Les extrémités de cette arcade, ou plutôt les parties latérales de la cloison elle-même, se prolongent de chaque côté du plan

horizontal de la coquille, dont elles atteignent assez souvent le centre, mais en diminuant de largeur, au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de la circonférence.

e. *Animal de la Nummulite*. — L'animal constructeur de la *Nummulite* offrait, comme nous l'avons déjà dit, une grande analogie avec celui des *Rotalies* et des *Nonionines*, c'est-à-dire, qu'il était formé d'un corps gélatineux, multisegmenté, qui occupait à la fois toutes les loges de la coquille. Les nombreux segments qui le composaient présentaient chacun deux appendices latéraux, portant les pseudopodes ou tentacules locomoteurs, et ils étaient unis entre eux au moyen d'un tube ou siphon, qui servait en même temps de canal digestif. Cet animal s'accroissait en produisant de nouveaux segments qui venaient s'ajouter dans un même plan à ceux qui existaient déjà, et qui étaient bientôt enveloppés par la matière calcaire qu'ils sécrétaient à l'instar du manteau des Mollusques.

f. *Classement*. — Enfin, l'habitant de la *Nummulite* n'était ni un *Polype*, proprement dit, ni une *Méduse*, ni un *Annélide*, ni un *Mollusque*, soit *Bivalve*, soit *Céphalopode*, mais bien un de ces êtres si longtemps méconnus, pour lesquels M. Al. d'Orbigny a créé le nom de FORAMINIFÈRES.

II.

PARTIE GÉOLOGIQUE.

SECTION A.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

La plupart des *Foraminifères*, parmi lesquels, ainsi que nous venons de le faire voir, on doit placer les *Nummulites*, pullulent encore de nos jours, comme ils le faisaient aux époques géologiques, dans les sables et dans les vases de nos côtes. Les Nummulites ne se trouvent qu'à l'état fossile; époque à laquelle elles ont vécu.

Néanmoins, et malgré la ressemblance assez grande qui existe entre les corps qui nous occupent et le test de certains genres actuellement vivants (*Nonionine*, *Rotalie*...), on n'a pas encore trouvé un seul individu bien authentique de *Nummulite* que l'on puisse rapporter à l'époque actuelle (1). Tous les *Foraminifères* de ce genre que nous connaissons sont fossiles et paraissent n'avoir vécu et ne s'être développés, dans les temps géologiques, si on les considère dans leur ensemble, qu'à une seule époque qui doit correspondre, ainsi que nous chercherons à le faire voir plus loin, à la *période crétacée* (spécialement la partie la plus récente) et au commencement de l'*époque tertiaire* (2).

L'analogie qui lie les *Nummulites* aux genres voisins, lesquels appartiennent à la Faune de nos mers, et leur association constante, dans les couches terrestres, avec des coquilles, des crustacés et des polypiers essentiellement marins, ne peuvent laisser aucun doute sur l'origine *marine* de ces fossiles. Ces fossiles sont marins, et le plus souvent littoraux.

Leur structure si admirable de solidité les rendait propres à résister aux plus grandes pressions, et leur permettait, sans doute, de vivre à de grandes profondeurs dans les mers; mais, si les données de la géognosie confirment quelquefois cette con-

(1) Voyez la note 3, page 153.

(2) Voyez le *nota* ci-après.

sidération zoologique, il arrive bien plus souvent qu'elles indiquent clairement un habitat *littoral* conforme, d'ailleurs, à celui des Foraminifères vivants, avec lesquels les *Nummulites* ont le plus de rapport.

Etat des Num-
mulites dans les
roches qui les
renferment.

Le test de ces fossiles est ordinairement calcaire ; quelquefois cependant il a subi une pétrification par la silice ou l'oxyde de fer.

Presque toujours, dans le *Terrain à Nummulites méridional*, les loges de ces Foraminifères ont été remplies par la matière même qui a pétrifié le test, et le tout ne forme alors qu'une masse plus ou moins solide et compacte. Mais dans certains individus, qui appartiennent généralement aux couches spécialement *tertiaires*, il arrive assez fréquemment que les vides laissés par l'animal lors de sa décomposition, sont imparfaitement remplis, et alors il est facile de reconnaître la structure intérieure du test, et d'en faire même une espèce d'anatomie, comme nous l'avons vu dans les considérations zoologiques (1).

Libres dans les roches en désagrégation, les *Nummulites* sont le plus souvent empâtées dans des calcaires de consistance variable, fréquemment compactes et marmoréens, où la présence de ces fossiles échapperait ordinairement à l'observateur, sans l'assistance du poli ou des influences atmosphériques.

SECTION B.

GISEMENT DES NUMMULITES.

De ce que le développement des *Nummulites* peut être rapporté à une seule époque, il ne faudrait pas conclure qu'il n'existe pour ces fossiles qu'un seul gisement. Il est essentiel,

(1) En raison de cette structure, la circonférence des *Nummulites* et le cercle que cette ligne circonscrit, offrent un lieu de moindre résistance suivant lequel ces fossiles tendent à se diviser en deux segments égaux. Cette division s'opère d'elle-même avec une grande netteté dans certaines espèces, lorsqu'on les plonge subitement dans l'eau froide après les avoir assez fortement chauffées.

au contraire, d'en admettre deux principaux qui doivent être soigneusement distingués, savoir :

1° Un gisement septentrional ou *Océanique*, qui se développe au N. de *Paris*, en Belgique, et dans la partie S. E. de l'Angleterre ;

2° Un gisement méridional, dont la partie un peu connue semble coordonnée à la Méditerranée et aux petites mers intérieures qui en dépendent.

Nous donnerons successivement des notions succinctes sur le développement géographique de ces deux gisements, et sur leur constitution et position géognostiques, passant rapidement sur le premier qui est bien loin d'avoir l'étendue et l'importance de l'autre. Celui-ci, d'ailleurs, mérite d'autant plus de notre part une attention spéciale, que les terrains qui en dépendent sont en ce moment l'objet de l'intérêt et des controverses des géologues.

Nota. Dans le synopsis des invertébrés fossiles du Piémont que M. Eugène Sismonda vient de faire paraître, nous trouvons quatre espèces de *Nummulites* associées à deux espèces d'Operculines et à une Alvéoline. Si les couches qui renferment ces fossiles appartiennent réellement au terrain Miocène, comme l'indique M. Sismonda, les environs de Turin constitueraient un gîte spécial que l'on devrait distinguer des deux précédents, en ne lui attribuant toutefois qu'une très-faible importance. Les quatre espèces dont il s'agit ont été signalées pour la première fois et décrites par M. Michelotti, qui les considère comme différentes de celles des gisements principaux qui viennent d'être indiqués. Voici les noms que ce savant leur a imposés :

Nummulites Fichteli.

Nummulites irregularis.

N. globulina.

N. marginata.

§ I. Gisement septentrional ou *Océanique*.

On sait que la *craye*, proprement dite, forme la charpente ou l'ossature du sol géologique des environs de Paris et de Londres, et du N. de la France. Ce terrain, depuis son dépôt, a été corrodé par les eaux et même soulevé par des actions venant de l'intérieur du globe, et c'est sur sa surface ainsi modifiée, que s'est formé un nouveau dépôt très-développé aux environs de Paris, où il a été étudié pour la première fois par MM. Cu-

vier et Brongniart, et décrit sous le nom de *Terrain tertiaire*.

Ce terrain se prolonge des environs de *Paris*, d'une part, jusqu'en Belgique, où il se montre principalement autour de *Bruxelles*; et, d'autre part, il couvre une assez grande surface en Angleterre. Il ne faut pas le considérer cependant comme formant un tout bien continu dans tout cet espace; car, d'après les observations de M. d'Archiac (1), il s'est d'abord déposé de chaque côté d'une arête proéminente de craie, qui s'étend du département des Ardennes en Angleterre, dans la direction de l'E. S. E. à l'O. N. O., sans autre interruption que le détroit de la Manche. D'où il résulte qu'on doit réellement y distinguer quatre parties que l'on désignera, si l'on veut, par le nom de *bassins*; savoir: sur le continent, le bassin de *Paris* et celui de *Bruxelles*, et, en Angleterre, le bassin du *Hampshire* et celui de *Londres*.

Jusqu'à présent, on n'a pas trouvé une seule *Nummulite* dans la craie; c'est dans le terrain tertiaire, et même exclusivement dans certaines parties de l'étage inférieur (*Eocène de Lyell*), que l'on doit chercher leur gisement. Or, cet étage, le plus important de tous dans les contrées dont il s'agit, peut être subdivisé lui-même en trois parties principales ou assises, savoir :

- 1° L'argile plastique et les sables inférieurs;
- 2° Le calcaire grossier et les sables et grès moyens (grès de Beauchamp);
- 3° La formation marno-gypseuse.

C'est la deuxième assise, c'est-à-dire le calcaire grossier et les grès qui en dépendent, qui constitue le véritable niveau des *Nummulites*. On en trouve bien, il est vrai, dans la partie supérieure des sables de la première assise, mais seulement dans certains lits adhérents au calc. grossier et qui pourraient, à la rigueur, être considérés comme lui appartenant. On n'en rencontre jamais ni dans la formation gypseuse ni dans l'argile

(1) *Essai sur la coordination des terrains tertiaires du Nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre*. Bull. Soc. géol. t. 10, p. 168.

plastique, ce qui, au reste, n'a rien de bien surprenant, puisque les couches, qui composent ces assises, sont presque entièrement lacustres, ou au moins fluvio-marines. On pourrait être plus étonné de leur absence dans le calcaire pisolitique, dépôt évidemment marin dont on ne retrouve plus que des lambeaux en certains points, à la surface de la craie, sous l'argile plastique.

Le développement géographique des *Nummulites* dans le terrain tertiaire Océanique, doit correspondre, d'après ce que nous venons de dire, à celui du calcaire grossier. Or, les affleurements de ce terrain se montrent d'une part au N. O. de Paris, parallèlement à la Seine, jusqu'à la hauteur d'Evreux, et d'autre part, suivent le cours de l'*Oise* et de l'*Aisne*, où ils s'élargissent d'une manière remarquable dans le Soissonnais. Le gîte dont *Bruxelles* est le centre, s'arrête à une petite distance du côté S.; mais il s'étend au N., jusques près d'*Anvers*, et, de l'E. à l'O., entre *Maëstricht* et *Courtray*. Nous ne donnerons aucun détail sur les gîtes d'Angleterre, qu'on pourrait presque passer sous silence, sous le rapport des *Nummulites*, puisque ces fossiles n'y ont été cités jusqu'à présent qu'en un seul point à la falaise de *Stubbington* dans le *Hampshire*.

Les espèces de *Nummulites* propres au bassin parisien et à celui de *Belgique*, se réduisent à quatre, savoir :

<i>Nummulites planulata.</i>	(Sables inf., lits supérieurs.)
(<i>Lenticulites planulata.</i> Lam.)	
(1) <i>N..... levigata.</i> Lam.	(Calcaire grossier inférieur.)
<i>N..... lenticularis.</i> Fich.	(Calcaire grossier supérieur.)
<i>N..... variolaria.</i> Lam.	(Sables et grès moyens.)
(<i>Lenticulites variolaria.</i> Lam.)	

Ces espèces sont représentées par un nombre immense d'individus, dans certaines localités, et particulièrement dans le

(1) Les *N. scabra* et *globularia* citées par Lamarck, dans le bassin de Paris, ne sont, d'après M. d'Archiac, que des variétés de la *N. levigata*. Il est probable aussi que la *Lenticulites rotulata* Lam. et les *N. numismalis* et *rotundata*, citées sans noms d'auteurs dans le grand ouvrage de MM. Cuvier et Brong. se rapportent aux espèces que nous venons de citer.

Soissonnais. Elles sont accompagnées d'Orbitolites, d'Alvéolines et d'une foule de foraminifères microscopiques, au milieu d'un nombre considérable de Mollusques et de Polypiers marins. La *N. laevigata* doit être signalée particulièrement comme formant un horizon constant à la partie inférieure du calcaire grossier (glauconie grossière). Les *N. variolaria* et *planulata* marquent aussi, d'une manière assez prononcée, les niveaux qui leur sont assignés dans la liste précédente.

On cite trois de ces mêmes espèces dans le terrain *Eocène* de la falaise de *Stubbington* ; ce sont :

N. laevigata. Lam.

N. elegans. Sow.

N. variolaria. Lam.

N. planulata. Lam.

§ II. Gisement méridional ou Méditerranéen.

Lorsque l'on étudie comparativement les terrains sédimentaires du nord de l'Europe et ceux qui constituent la partie méridionale de cette contrée et les parties voisines de l'Asie et de l'Afrique, on est frappé de la différence que présentent les caractères géognostiques des uns et des autres, différence si considérable et si brusque que le géologue habitué à l'étude des terrains du Nord se trouve tout dépaysé, pour ainsi dire, s'il vient à parcourir la région du Sud, et qu'il éprouve beaucoup d'embarras surtout quand il veut chercher à les rapporter un peu précisément aux types de l'Angleterre et des environs de Paris.

Un des principaux traits de ce *faciès* que l'on pourrait appeler *Méditerranéen*, car il paraît affecter spécialement les régions qui bordent la Méditerranée, est offert par certaines assises qui ont été observées en un grand nombre de localités appartenant aux régions dont il s'agit, et qui ont été considérées jusqu'à présent par les géologues qui ont eu l'occasion de les suivre sur un vaste espace, comme se rattachant toutes à un grand ensemble qu'ils ont désigné par la dénomination de *Système* ou *Terrain à Nummulites*, faisant, pour ainsi dire, abstraction du gisement à *Nummulites* du Nord à cause de son peu d'importance relativement à celui-ci.

Ce système Méditerranéen offre, en effet, un développement immense lorsqu'on le considère surtout sous le rapport de l'étendue géographique.

Nous allons donner d'abord une idée de cette étendue et de la distribution du terrain dont il s'agit à la surface du globe ; nous tâcherons en même temps d'indiquer, pour les principales localités, ses caractères géognostiques. Nous dirons ensuite quel est l'état de la science au sujet de son classement dans l'échelle générale jusqu'à présent adoptée.

a. *Limite de ce gisement.* — Pour l'exécution de ce plan, la marche la plus rationnelle serait d'indiquer la limite septentrionale du terrain à *Nummulites* et de marcher ensuite vers le Sud, à partir de cette ligne, dans les principales régions Méditerranéennes jusqu'aux contrées inexplorées sous le rapport dont il est ici question ; on s'occuperait ensuite d'un résumé général et enfin du classement. Or cette limite si importante puisqu'elle doit s'éloigner assez peu des anciens rivages de la mer dans laquelle s'est déposé le grand système méridional dont le terrain à *Nummulites* n'est qu'un élément, n'a pas encore été établie, et nous nous trouvons dans l'obligation, par conséquent, d'en donner, avant tout, un tracé approximatif, en nous basant sur les observations faites jusqu'à ce jour.

L'extrémité occidentale de cette ligne est réellement couverte par les eaux de l'Océan ; mais le point où elle commence à être visible et accessible a pu être déterminé d'une manière précise sur les côtes de cette mer immense. Depuis longtemps l'on sait, d'après les observations de M. Dufrenoy, que ce point se trouve dans le golfe de Gascogne, un peu au N. du phare de *Biarritz*, à l'endroit où la falaise abrupte de cette partie du littoral cède la place aux plages sableuses et aux dunes qui les accidentent.

Longitude $43^{\circ} \frac{1}{2}$. N.

Latitude 8° . O.

La position de l'autre extrémité n'est pas susceptible d'être appréciée aussi exactement ; peut-être les observations futures nous autoriseront-elles à la reporter à l'Est jusqu'en Chine ; quant à présent, nous ne pouvons la placer certainement que

vers les confins N. de la grande presque île Indienne dans les environs de *Lahore* non loin de l'*Indus*.

Longitude 32° N.

Latitude 72° E.

Entre ces points extrêmes, la limite que nous cherchons se développe sous la forme d'une ligne accidentée par des zigzags et des ondulations très-prononcées, et qui embrasse, à la latitude moyenne de 40° à peu près, plus d'un cinquième de la circonférence du globe. La direction générale de cette ligne s'élève assez rapidement à partir de son extrémité occidentale dont la longitude est 43° 1/2, vers le N. E. jusque vers le 49° de longitude (au *Tatra* des Carpathes); après quoi elle revient obliquement vers le S. jusqu'à la latitude de 35°. Il est remarquable qu'elle longe dans son cours, du côté extérieur, les principales chaînes de montagnes. (Pyrénées, Alpes occidentales, Alpes du Tyrol, Carpathes, Caucase.....)

Cherchons maintenant à ajuster les linéaments de cette limite, autant du moins qu'il est possible de le faire au moyen des travaux des géologues.

En partant de l'extrémité occidentale de cette ligne, point que nous avons dit se trouver à l'extrémité N. de la falaise de *Biaritz*, on la voit suivre d'abord le pied des Pyrénées en passant un peu au S. de *Dax*, au N. de *Montfort*, à *Saint-Séver*, au S. de *Pau*, au N. de *Bagnères de Bigorre*, au S. de *Boulogne*, à *Martres*, *Varilhes* et *Chalabre*. Vis-à-vis ce dernier point elle se transporte plus au N. sur le versant S. de la Montagne Noire, depuis *Verdun* jusqu'à *Bize* où elle semble disparaître sous les terrains plus modernes pour ressortir, un instant seulement, dans l'Hérault aux environs de *Balaruc*. Il est probable qu'elle passe ensuite sous les eaux de la Méditerranée; d'où résulte une interruption sur la terre ferme jusqu'à *Nice* où elle se montre de nouveau. Là elle change brusquement sa direction E., pour courir vers le N. le long des Alpes occidentales.

On peut la suivre sur les contreforts de ces hautes montagnes, dans les départements des Basses et des Hautes-Alpes: mais elle semble laisser une lacune dans le Dauphiné. En Savoie,

on la retrouve presque sans interruption depuis *Chambéry* jusqu'au lac de Genève, à *Thonon*. Elle se montre plus au N sur les montagnes qui bordent à l'E. la vallée de la Suisse, en passant aux environs des villes de *Thun*, de *Lucerne*, de *Schwitz* et de *Glaris*.

Elle sort de Suisse à l'E. du lac de Constance pour suivre la lisière de la Bavière par *Sonthofen* et *Traunstein*, au pied des Alpes du Tyrol; elle longe ensuite les Alpes de l'Autriche par *Gmunden* et *Wand*, et remonte, par les petites Carpathes, jusqu'à la grande chaîne Carpathique qu'elle semble longer du côté septentrional.

Il nous serait difficile d'en indiquer des traces entre cette dernière chaîne et la Mer Noire; mais presque au sein de cette mer, au S. de la presqu'île de Crimée, elle fait une apparition avant de passer en Asie où elle commence par longer le Caucase à sa base septentrionale.

Il est assez probable qu'elle traverse ensuite la mer Caspienne pour pénétrer en Perse; toutefois nous manquons de documents pour nous permettre d'en indiquer la marche de ce côté; mais nous pouvons presque à coup sûr faire arriver le terrain à *Nummulites* jusqu'à la petite chaîne qui sépare la Turquie d'Asie de la Perse à l'E. de l'Euphrate. Plus loin, notre limite semble suivre, à une certaine distance, le golfe Persique et entrer ensuite dans le Belouchistan d'où elle remonte l'Indus jusque vers *Caboul*. Le point le plus oriental où nous puissions la suivre sûrement, est sur la rive gauche de ce fleuve, aux environs de *Lahore*.

b. *Etendue; notions géognostiques.* — Le terrain à *Nummulites* se trouve tout entier au S. de la ligne dont nous venons de donner un tracé approximatif. Il s'agit maintenant d'indiquer, d'une part, les principales contrées où ce terrain a été reconnu jusqu'à présent, et de donner une idée succincte de sa constitution géognostique pour celles de ces contrées où il paraît offrir des traits caractéristiques.

En procédant, comme nous l'avons fait précédemment, de l'O. à l'E., on peut suivre ce terrain tout le long des Pyrénées Pyrénées fran

françaises dont il forme la lisière pour ainsi dire, car immédiatement après commence, au S., le grand bassin tertiaire sous-Pyrénéen.

Nous voyons d'abord cette formation se développer autour de *Bayonne*, et particulièrement au S.S.O. de cette ville sur la côte de *Biarritz*, puis suivre l'Adour et la partie inférieure du gave de Pau. A partir de là, elle s'avance beaucoup vers le N., dans les Landes; mais elle ne s'y montre que dans le fond des vallées ou des écorchures du sol tertiaire qui la couvre. Dans le département des Hautes-Pyrénées, la bande sous-Pyrénéenne se rétrécit considérablement; mais elle s'élargit dans la Haute-Garonne. Dans l'Ariège, elle redevient très-étroite. C'est dans le département de l'Aude qu'elle offre le plus grand développement. Elle s'y double, pour ainsi dire, en constituant, d'une part, la partie N. des Corbières, et, vis-à-vis, un ruban étroit sur le versant méridional de la Montagne Noire.

Dans tout cet intervalle, le terrain à *Nummulites* est loin d'offrir des caractères uniformes et constants. On peut y distinguer trois types très-différents qui correspondent aux deux extrémités et au milieu de la bande.

En combinant les observations qu'il est si facile de faire à la falaise de *Biarritz* et celles qui résultent de l'examen détaillé des marnières du département des Landes, on arrive à reconnaître dans le type occidental deux étages distincts.

L'un supérieur qui est constitué par un calcaire grossier, riche en fossiles tertiaires, la plupart à l'état de moules, souvent pétris de Polypiers et de Milliolites, associé à des marnes et même à du grès. Les espèces de *Nummulites* y ont une petite taille, et sont souvent accompagnées d'*Operculina complanata*. Ces espèces sont :

N. Garansiana, nobis. *N. Biaritzana*, d'Archiac.
N. Vasca, nobis.

L'étage inférieur renferme des *Nummulites* plus grandes et plus variées, associées à des Orbitolites (*Or. paradoxa* principalement), et à de grandes Operculines (*Op. orbitolites*).

Ici les fossiles tertiaires deviennent plus rares, et l'on trouve quelques coquilles crétacées au milieu d'espèces spéciales qui sont les plus nombreuses. Ordinairement les *Nummulites* sont dans des calcaires et les *Orbitolites* dans des marnes. Celles-ci, à Biarritz, sont supérieures au calcaire à *Nummulites*, tandis qu'elles sont inférieures, au contraire, dans les Landes. Voici les noms des *Nummulites* propres à cet étage :

N. Aturica, nobis. *N. millecaput*, B.
N. lævigata, Lam. *N. Atacica*, Leym. (celle-ci rare).
N. obtusa, nobis.

Ce terrain paraît reposer sur un calcaire crayeux, souvent chlorité, dont les principaux fossiles sont des Echinides crétacées, et sur des calcaires en partie marneux, fissiles, à *Fucoïdes*, Inocérames, Ammonites, etc. — Il se trouve recouvert, dans les Landes, par des couches calcaires et marno-sableuses riches en coquilles marines, et en débris de Poissons et de Cétacés, connues dans le pays sous le nom de *Falun bleu* et de *Falun jaune*.

A l'autre extrémité des Pyrénées, dans les Corbières, les roches qui constituent ce terrain, consistent principalement en des calcaires ordinairement compacts, souvent miliolitiques à faciès jurassique, et en marnes grises, bleues ou jaunâtres. Les marnes alternent quelquefois avec les calcaires; mais elles se développent principalement au dessus; elles-mêmes sont, en beaucoup de points, recouvertes par des grès et des poudingues. Ces couches renferment un grand nombre de fossiles propres associés à une vingtaine d'espèces de mollusques caractéristiques, pour la plupart, du calcaire grossier Parisien; ces derniers fossiles affectent principalement les marnes où nous devons signaler à part la *Turritella imbricata* qui s'y trouve souvent en nombre immense. C'est encore ici dans les calcaires que se trouvent le plus ordinairement les *Nummulites*, où elles sont accompagnées d'une prodigieuse quantité d'Alvéolines et d'Operculines. Les espèces dominantes sont :

N. Atacica, Leym. *N. lenticularis*?
N. globulus, Leym.

Gites de l'Aude
et de l'Ariège.

On doit encore citer comme un trait caractéristique de ce gîte, la présence de coquilles d'eau douce vers la partie inférieure du terrain.

Le terrain à *Nummulites* des Corbières repose, en partie, sur le système à *Hippurites*, système qui manque presque complètement dans la partie O. des Pyrénées (1). Dans la Montagne Noire ce même terrain est immédiatement plaqué sur les couches de transition. Quand il est recouvert, c'est par le terrain miocène du bassin sous-Pyrénéen.

Gîte de la
Haute-Garonne.

Le gisement de la Haute-Garonne n'est pas aussi facile à caractériser que les deux précédents, car il est intimement lié aux couches crétacées (2). Les roches en sont calcaires, en général; la plupart des fossiles sont tout spéciaux à cette contrée. Les *Nummulites* appartiennent à de petites espèces et ne s'y montrent que dans quelques couches calcaires (*Aurignac*, *Mancioux*, *Mauran*) avec des *Operculines* et des *Alvéolines* (espèces de l'Aude).

Les espèces de *Nummulites* de ces couches, sont :

N. lenticularis?

N. Vasca?

N. globulus?

Caractères gé-
néraux du gise-
ment des Pyré-
nées françaises.

Le terrain à *Nummulites* des Pyrénées françaises, souvent presque horizontal dans les Landes, est ordinairement très-redressé et bouleversé dans les Corbières et dans la Haute-Garonne, par l'influence des ophites qui s'y montrent fréquemment accompagnées de gypse et quelquefois de sel gemme et d'eaux thermales. La présence du lignite dans certaines couches

(1) On dit cependant qu'il existe des *Hippurites* aux *Eaux chaudes* (département des Basses-Pyrénées). Jusqu'à présent j'avais cru que le dernier gisement de *Rudistes* du côté de l'ouest était celui d'*Auzas* près *Saint-Martyr*, que j'ai découvert il y a deux ans. Dans cette localité, on ne trouve pas d'*Hippurites*, mais seulement des *Sphérolites* plus petites que celles des *bains de Rennes* (Aude), accompagnées de *Vénus* dans un état magnifique de conservation.

(2) Cette liaison se manifeste d'une manière bien remarquable à *Gensac* où l'on voit l'*Orbitolites paradoxa*, la *Terebratula tenuistriata* et l'*Ostrea lateralis*, si caractéristiques du terrain à *Nummulites* de Biaritz, des Landes et des Corbières, au milieu d'une faune essentiellement crétacée.

de ce terrain , et particulièrement dans des grès qui en dépendent , est assez constante pour qu'il soit permis de la considérer comme un caractère. Il atteint 500 mètres d'altitude au *Mont-Alarie* dans les Corbières , où sa puissance est d'ailleurs considérable.

Sur le versant Espagnol , une bande parallèle à la chaîne , comme la précédente , mais beaucoup plus large , s'étend même au delà de l'extrémité occidentale des Pyrénées jusqu'à l'Océan , par les Asturies et la Galice. On sait que ce gîte offre cette circonstance remarquable , que les couches qui en font partie s'élèvent sur le versant et atteignent même une des principales sommités au *Mont-Perdu* où les *Nummulites* se trouvent particulièrement dans un calcaire compacte noir.

Espagne.

Ce gîte des provinces Pyrénéennes de l'Espagne offre des caractères assez peu différents de ceux que nous avons indiqués sur le versant N. Il rappelle surtout le type des Corbières. Dans la vallée de l'Essera , ce terrain se compose , d'après M. Dufrénoy , de marnes et de grès avec *Nummulites* , *Alveolines* , *Turritelles* etc.... divisés en deux assises par un poudingue. Il constitue une grande partie de la Catalogne où il renferme des mines de sel.

On sait que le *Mont-Jouy* , à Barcelonne , est en partie constitué par des marnes à *Turritelles* identiques avec celles des Corbières. Si en partant de cette ville , on suivait les bords de la Méditerranée vers le S. , on rencontrerait , sans doute , fort souvent , à quelque distance dans les terres , le terrain à *Nummulites*. Son existence a été positivement constatée près d'*Alicante* , de *Murcie* et de *Baza* , à *Alhama* près *Grenade* et aux environs de *Malaga*. Les couches à *Térébratules* et *Oursins* que M. Leplay a signalées vers la base méridionale de la *Sierra-Morena* au N. de *Cordoue* , que cet ingénieur rapporte au deuxième étage tertiaire , appartiennent probablement à ce même terrain qui constitue aussi , sans doute , une partie des collines des environs de *Séville*.

Pour le poursuivre plus au S. , il faudrait passer en Afrique par le détroit de Gibraltar ; et on le verrait constituer en Barbarie un des éléments les plus importants des terrains secondaires

Barbarie.

supérieurs. On sait par des observations récentes de M. Coquand, qu'il joue un grand rôle dans le Maroc où il repose sur le calcaire à *Chama Ammonia* de Provence, tandis qu'un puissant dépôt de *Macigno* et d'*Albérèse* en tout semblables à ceux d'Italie, en forme la partie supérieure. Ce dernier terrain, caractérisé par les *Fucoïdes*, comme en Italie, constitue une partie des montagnes du Tétouan et semble régner uniquement dans tout l'intervalle qui sépare le grand du petit Atlas (1). Les couches à *Nummulites* proprement dites sous-jacentes au *Macigno* et à l'*Albérèse*, sont beaucoup moins développées. On y trouve de très-grandes *Nummulites* (*N. Millecaput?*) accompagnées de *Térébratules*.

Malgré l'état peu avancé de nos connaissances sur la géognosie de l'Algérie, on peut citer le terrain que nous étudions en quelques points. On sait qu'il existe, par exemple, aux environs de *Mascara* et dans la province de *Constantine* où il se trouve lié, d'après M. Boblaye, au calcaire à Hippurites. Dans le beau travail sur la richesse minérale de l'Algérie, qu'il a récemment soumis au jugement de l'Académie des Sciences de Paris, M. Fournel cite, dans cette même contrée, un calcaire compacte noir à silex dont il a recueilli des échantillons pétris de *Nummulites* au sommet du *Toumietz*. Ce calcaire repose sur un grès qui joue un rôle important dans la constitution de ce pays. — Les célèbres schistes blancs à *Ichtyolites* d'*Oran* semblent devoir être rapportés à la période nummulitique.

L'état de Tunis offre également des couches de cet âge. On sait, au moins, que des roches à *Nummulites* constituent en partie le Cap-Bon.

Nice.

Au N. de *Nice* se montrent des calcaires assez semblables à ceux des Corbières. Les *Nummulites* et les *Operculines* s'y trouvent associées à de nombreuses espèces de *Polypiers* et de *Mollusques* dont un certain nombre sont identiques avec des espèces du bassin Parisien.

(1) Ce terrain constitue notamment le sol de la ville de *Tanger*, où il paraît très-riche en impressions de *Fucoïdes*.

Parmi les *Nummulites* propres à cette localité, on peut citer le *N. Atacica* et une autre espèce très-épaisse et charnue que nous proposons de désigner par le nom de *N. spissa*.

C'est là que l'on peut placer l'origine d'une longue zone qui contourne presque tout le massif des Alpes, et dont la largeur peut atteindre jusqu'à dix lieues. Le terrain à Nummulites y présente un caractère important que nous n'avons pas rencontré dans les Pyrénées, c'est d'offrir une assise schisteuse (*flysh*), riche en impression de *Fucoïdes*, qui occupe ordinairement la partie supérieure de la formation. Je dis ordinairement, parce qu'il existe des régions où ces impressions végétales pénètrent dans les couches inférieures. Alpes françaises.

Cette zone suit généralement les contreforts du massif Alpin, où elle s'élève parfois jusqu'à une hauteur considérable, sans jamais cependant atteindre les parties centrales.

D'après M. Scipion Gras, le terrain dont il s'agit forme au pied des Alpes françaises, une bande continue d'environ sept à huit lieues de largeur et longue de vingt-sept lieues. Il atteint jusqu'à mille mètres de puissance, et forme des montagnes très-élevées. Les couches à *Nummulites* y sont essentiellement composées de calcaires ordinairement noirâtres ou gris foncé, souvent pétris de ces Foraminifères, avec marnes et grès subordonnés dans la partie supérieure. Le *flysh* qui les recouvre constamment dans ces contrées, offre une série très-puissante de schistes argilo-calcaires et de grès schisteux micacés à *Fucoïdes*. L'ensemble du terrain repose d'une manière indépendante sur le terrain jurassique ordinairement, et, lorsqu'il est recouvert, c'est, comme à la base des Pyrénées, par la molasse soit marine, soit d'eau douce, et en stratification discordante. L'étage nummulitique offre, en certains points, un grand nombre d'espèces de Mollusques dont la plus grande partie sont propres au terrain, tandis que l'autre partie se retrouve dans la Faune du calcaire grossier de Paris.

En suivant la limite du terrain à *Nummulites*, nous avons trouvé une interruption correspondant au Dauphiné. Ce terrain ne paraît donc pas exister là; mais il se représente plus loin en Savoie.

Savoie au nord de *Chambéry* où il se trouve morcelé. Au voisinage du lac de Genève, il prend une extension considérable.

Dans cette partie de la zone Alpine, les caractères géognostiques de notre terrain sont presque identiques à ceux que nous venons de signaler dans les départements des basses et hautes Alpes; seulement il paraît que le *flysh* s'y trouve lié, pour ainsi dire, aux couches à *Nummulites* par la présence des *Fucoïdes* même dans ce dernier étage (1). Les calcaires y offrent aussi des couleurs plus claires.

Dans la partie supérieure des couches à *Nummulites*, existent, comme dans les Pyrénées, des amas de lignite exploité. On y rencontre aussi très-fréquemment des dents et des écailles de Poissons qui se rapportent à des genres crétacés, d'après M. Agassiz. Ces débris de Poissons se montrent même dans le *flysh*.

Alpes Suisses.

La zone nummulitique se continue tout le long de la vallée de la Suisse qu'elle borde du côté oriental. Entre le lac de Genève et celui de Thun, elle se trouve divisée en deux bandes par un massif jurassique. C'est à la plus intérieure de ces bandes qu'appartient la localité des *Diablerets*, célèbre par les observations de M. Brongniart. Les *Nummulites* s'y trouvent dans un calcaire noir carbonifère associé à des couches riches en fossiles d'apparence tertiaire.

Entre les lacs de Thun et de Lucerne, le terrain dont il s'agit se réduit de nouveau à une seule bande assez étroite qui a été spécialement étudiée par M. Studer. Ce savant géologue y signale des calcaires et des grès à *Nummulites* recouverts par le *flysh* à *Fucoïdes* le tout reposant sur des couches à *Hippurites*. Les seules espèces citées par M. Studer sont : *N. elegans*, Sow et *N. laevigata*, Lamk. La *Nummulite* grande comme une pièce de 6 fr. qu'il se contente d'indiquer, est probablement notre *N. millicaput*.

(1) D'un autre côté, M. Favre (Biblioth. de Genève, 1847, n° 18), signale des discordances (probablement locales) entre le *Flysh* et le terrain à *Nummulites* dans ces mêmes contrées.

Au S.E. de *Glaris*, la zone Alpine offre un élargissement considérable qui l'a fait parvenir jusqu'à *Disentis*. A *Glaris*, le système à *Nummulites* offre cette circonstance particulière que les deux étages qui le constituent dans les Alpes, se trouvent séparés par une assise de schistes à empreintes de Poissons que M. Agassiz associe aux espèces crétacées.

En sortant de Suisse, au S.E. du lac de Constance, la bande nummulitique se continue au pied des Alpes du Tyrol et des Alpes Autrichiennes et forme une bordure au S. des plaines de la Bavière et de la basse Autriche, où elle prend déjà quelques caractères Carpathiques. Une partie des calcaires compactes qu'on a désignés par le nom de *Calcaires Alpines*, et les couches ordinairement arénacées à *Fucoïdes* qui leur sont superposées appartiennent à ce système. Parmi ces couches dont l'étude est ordinairement très-difficile à cause des soulèvements et des modifications qu'elles ont éprouvées, on trouve çà et là des parties pétries de *Nummulites* et d'autres à Rudistes. Ces contrées ont été d'ailleurs signalées depuis longtemps, notamment par M. Boué, comme offrant au milieu des formations précédentes, des gîtes de fossiles à physionomie tertiaire, [*Cresseberg* près *Traunstein* (Bavière), *Gosau* (Alpes Autrichiennes), *Gmunden* (Autriche) etc.] accompagnés de quelques fossiles crétacés.

Tyrol, Autriche.

Si l'on n'a pas trouvé de *Nummulites* dans les protubérances qui semblent lier les Alpes aux Carpathes en passant par *Vienne*, les caractères généraux de certaines couches qui entrent dans leur constitution, les *Fucoïdes* du *Grès Viennois* semblent autoriser à considérer ces couches comme appartenant au terrain que nous étudions.

On sait que les Carpathes, en y comprenant même les montagnes qui séparent la Transylvanie de la Moldavie, sont principalement composées de roches arénacées que l'on connaît sous le nom de *Grès des Carpathes*. Dans la partie de ce grès qui se développe principalement sur les deux versants de cette chaîne et qui offre fréquemment des empreintes de *Fucoïdes*, on trouve aussi des calcaires et des marnes riches en *Nummulites* qui doivent leur être associés. Ce terrain s'avance en Bukovine et se

Carpathes.

développe beaucoup au S. de *Kronstadt* en formant, de ce côté, la séparation entre la Transylvanie et la Valachie.

Transylvanie. L'intérieur de la Transylvanie offre un bassin très-vaste dont le sol marno-sableux est riche en *Nummulites* et en fossiles d'apparence tertiaire qui ont été décrits par Fuchsel. Nous pensons que ce bassin doit aussi appartenir au gisement général que nous cherchons à faire connaître.

Hongrie. Ce terrain à *Nummulites* existe encore dans la petite chaîne de montagnes qui, partant de *Bude* en Hongrie, va longer, au N., le lac Balaton. M. Beudant y a signalé plusieurs espèces de *Nummulites* qu'il dit être répandues avec profusion en plusieurs localités dans des calcaires blanc-jaunâtres terreux, où l'on trouve aussi des *Alvéolines* et des coquilles marines en grand nombre.

Crimée. Depuis l'extrémité des Carpathes jusqu'à la mer Noire, le terrain à *Nummulites* existe sans doute, puisqu'on le retrouve dans la presqu'île de Crimée, mais il est caché, par les dépôts tertiaires qui couvrent presque toute la Valachie et la Bulgarie. Un affleurement qui se montre à *Brahilow* vers le milieu de cet intervalle, semble bien appuyer cette supposition.

Mais il est temps de poursuivre nos recherches dans les contrées intérieures, au S. de la bande que nous avons jusqu'à présent étudiée. Après nous être acquittés de ce soin, nous reprendrons l'étude de cette bande extérieure jusqu'à la limite orientale, et nous terminerons par celle des gîtes situés au S. de cette dernière partie.

Provinces turques; Grèce. Nous avons déjà indiqué les *Nummulites* au centre de la Hongrie à l'O.S.O. de *Bude*. Si l'on quitte ce royaume pour entrer en Turquie, on voit le terrain caractérisé par des *Nummulites* et par des *Hippurites* prendre un développement extraordinaire; car il constitue presque toute la *Servie*, la *Bosnie*, la *Croatie*, l'*Herzégovine*, l'*Albanie*, l'*Epire*, la partie S.O. de la *Macédoine*, la *Livadie occidentale*, presque toute la *Morée* et l'île de *Crête* (Candie). Il paraît même que ce terrain existe sous les dépôts tertiaires qui séparent ce grand massif de la Mer Noire; car on en a reconnu des traces tout le long de la chaîne des *Balkans*.

Dans les provinces Turques, il offre comme roches dominantes, des schistes argileux, des grès et des calcaires compactes de couleur claire à rognons siliceux, calcaires qui se développent dans la partie supérieure du système et qui deviennent la roche dominante à mesure qu'on avance, vers le S., en *Albanie*, en *Épire* et en *Macédoine*. Dans cet immense massif encore si vaguement étudié et dont la détermination est d'ailleurs si difficile à cause du bouleversement des couches et du métamorphisme qui en a altéré et uniformisé les caractères originaux, les roches de l'âge du terrain dont nous recherchons les traces, sont intimement liées aux autres roches secondaires, et particulièrement à celles qui renferment des *Hippurites*, et ce n'est qu'en des points disséminés çà et là que les géologues voyageurs ont pu les reconnaître d'une manière positive. Toutefois, il paraît que des couches pétries de *Nummulites* forment une bande continue dans la partie occidentale de l'Albanie et de l'Épire; ces couches, d'après MM. Boué et Viquesnel sont principalement composées de calcaire compacte très-puissant avec des marnes et des grès subordonnés.

En Morée c'est encore dans la partie occidentale que se montrent particulièrement les *Nummulites*. On les retrouve de ce côté tout le long de la mer sur la côte ou à une petite distance. D'après MM. Boblaye et Virlet, ces fossiles y existent à deux niveaux différents comme dans les Landes. Au niveau inférieur, une très-grande espèce associée à de plus petites, se trouve dans des calcaires et des marnes bleus et noirs à *Rudistes*; l'autre niveau est principalement caractérisé par de petites *Nummulites* encore réunies à des *Rudistes*, au milieu de calcaires compactes blancs à silex et de grès gris ou verdâtres. Ces deux horizons sont d'ailleurs séparés par une autre assise de calcaire compacte et de grès sans fossiles.

Ces roches de la Grèce comme celles de la Turquie n'offrent de fossiles que par exception, soit qu'elles aient été déposées, en général, dans une haute mer, ou que les débris organiques y aient été effacés par des actions postérieures.

Nous venons de reconnaître le terrain à *Nummulites* tout le long de l'Adriatique, depuis le cap Matapan à l'extrémité S. de Dalmatie, Croatie, provinces Illyriennes.

la Morée, jusqu'aux confins de l'Albanie. Plus au N. il continue à côtoyer ce golfe de la Méditerranée sous la forme d'une bande qui occupe la plus grande partie de la Dalmatie, de la Croatie et des provinces Illyriennes. Dans ce prolongement qui embrasse notamment presque toute l'Istrie, le terrain que nous étudions est constitué par des calcaires compactes avec rognons siliceux et par des calcaires marneux très-riches en *Nummulites*. Des grès marneux plus ou moins fissiles se montrent dans la partie supérieure où ils offrent souvent des impressions de *Fucoïdes* (1). Les Hippurites paraissent encore ici se lier aux *Nummulites*. Il est évident, d'après ces caractères, que ce gîte passe au type si nettement caractérisé que nous avons indiqué sur le versant occidental des Alpes. Le gisement de l'Illyrie ressemble encore à celui des Alpes de la France, de la Suisse et de l'Autriche, en ce qu'il offre des localités spéciales où les *Nummulites* se trouvent associées à des fossiles tertiaires éocènes. La présence de lignites bitumineux est encore un nouveau trait de ressemblance.

Lombardie,
Véronnais, Vi-
centin.

Après avoir pénétré, comme nous venons de le voir, au centre des provinces Illyriennes, la bande nummulitique s'infléchit brusquement à l'O. pour longer le versant méridional des Alpes jusqu'aux environs du lac Majeur, les collines situées au N. de *Vérone* et de *Vicence* célèbres par les observations de Fortis et de M. Brongniart, de si regrettable mémoire, appartiennent à ce gîte. On sait que ces localités offrent cette circonstance remarquable que les couches sédimentaires principalement constituées par des calcaires plus ou moins coquilliers, y alternent avec des roches pyrogènes en partie tufacées.

(1) D'après M. Morlot, qui vient de faire une reconnaissance suivie de l'Illyrie sous le rapport du terrain à *Nummulites*, le calcaire caractérisé par ces fossiles recouvrirait constamment le grès à *Fucoïdes* (*fucoïdes intricatus*, *furcatus*, etc.). Bien plus, ce grès qu'il assimile (opinion bien singulière) au lias et même au keuper, serait inférieur, dans ces contrées, comme dans les Pyrénées, au calcaire crétaé à Rudistes. M. Boué, auquel nous devons la communication des observations de M. Morlot, annonce que parmi les fossiles du calcaire à *Nummulites* rapportés par ce géologue, se trouvent notre *Nummulites Atacica* et l'*Echinolampas conoïdeus*.

Parmi les fossiles qui caractérisent ces calcaires, M. Brongniart a signalé des coquilles évidemment Parisiennes et d'abondantes *Nummulites* dont l'espèce dominante doit être, d'après la description de M. Brongniart, notre *Nummulites Atacica*. Le *Monte Bolca* qui appartient à ce gîte, est célèbre par ses magnifiques Ichtyolites qui semblent indiquer, d'après M. Agassiz, un passage entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire. La localité de Trente, qui appartient à ce gîte sub-Alpin, a été récemment visitée par M. de Verneuil qui en a rapporté une belle suite de fossiles parmi lesquels on remarque des espèces caractéristiques de l'*Epicrétacé* de l'Aude (*Nummulites Atacica*, *Venericardia minuta*) et de *Biaritz* (principalement des oursins). Des couches à *Fucoïdes* se montrent encore dans cette bande. Il est assez curieux de les voir, dans la Brianza, pénétrer jusqu'au dessous de calcaires compactes pétris de *Nummulites*.

Le terrain secondaire Méditerranéen forme presque toute la charpente de l'Italie. Les couches caractérisées par les *Nummulites* ne se voient pas partout dans ce massif. Toutefois elles paraissent, avec interruption, il est vrai, dans presque toute l'étendue de la chaîne Apennine.

Italie.

Elles forment d'abord toute la Ligurie occidentale en se liant au gîte de *Nice*, déjà signalé comme point de départ de la bande occidentale des Alpes. Après une interruption, elles apparaissent de nouveau dans le pays de Gènes d'où elles passent en Toscane par le Duché de Modène, de là on peut les suivre dans les États de l'Église, surtout dans les Apennins de Bologne. Dans le royaume de Naples on les retrouve, particulièrement dans la Pouille.

Les roches qui constituent ce terrain sont des calcaires ordinairement compactes et même conchoïdes parfois (*scaglia*), contenant des *Nummulites* qui se trouvent associées, dans le bas, à des Hippurites et à des fossiles crétacés. Les couches supérieures, qui sont de beaucoup les plus développées et qui souvent constituent même le terrain à elles seules, sont formées par des grès micacés à ciment calcaire (*macigno*) souvent assez solides pour être employés comme pierre de taille (Toscane) et par des calcaires marneux et des schistes connus sous le nom

d'*Albérèse* qui occupent ordinairement le haut de l'étage et qui paraissent devoir correspondre au *flysh* des Alpes Suisses. On cite quelques *Nummulites* et même, ce qui est assez singulier, des *Ammonites* dans le macigno; mais ce sont des raretés, et les fossiles caractéristiques sont les impressions de *Fucoïdes* que nous avons déjà tant de fois signalées dans cette situation. Nous devons ajouter ici que cet ordre de superposition n'est pas absolument constant; car on cite des localités où le macigno passe sous le calcaire à *Nummulites* (1).

Sicile.

En Sicile, le terrain à *Nummulites* occupe avec interruption le côté S.O. de cette île triangulaire, entre *Trapani* et le cap *Pessaro*. Les roches que l'on cite comme éléments de ce terrain sont des calcaires blancs et des marnes blanches à rognons siliceux. Ici les *Nummulites* sont encore associées aux *Hippurites* d'après tous les géologues qui ont eu l'occasion d'étudier ce pays.

Îles d'Elbe et de Corse.

Le macigno est le terrain dominant de l'île d'Elbe. En Corse, les *Nummulites* accompagnées des fossiles tertiaires et autres occupent une bonne partie du versant oriental, d'où elles doivent passer, très-probablement, en Sardaigne.

Egypte.

Nous avons déjà indiqué le terrain à *Nummulites* dans le Maroc, en Algérie et dans le pays de Tunis. Il est probable qu'il existe aussi dans l'État de Tripoli d'où il irait former le gisement de l'Égypte. Ce dernier, le seul qui soit un peu connu en Afrique, commence à se montrer, sur les bords du Nil, aux environs du *Caire*, vers la pointe du Delta, et remonte ce fleuve à partir de ce point jusqu'à *Esné* au moins. On ne connaît pas bien ses limites dans le sens transversal; cependant on sait qu'il constitue la chaîne Libyque qui encaisse la vallée du côté occidental, et qu'au S. du *Caire*, il s'étend à l'O. jusqu'à *Syouah* et qu'il pénètre à l'E. en Arabie Pétrée, d'où il irait peut-être se lier avec les montagnes secondaires de la Palestine. Il est es-

(1) M. L. Pilla voudrait faire du macigno d'Italie un système constamment supérieur et indépendant; mais il ne nous est pas possible de voir les choses ainsi au point de vue général où nous nous sommes placés.

sentiellement composé, dans ces contrées, de calcaire compacte quelquefois subsaccharoïde de couleur claire, ordinairement blanche, et de calcaires subcrayeux et marneux subordonnés. Les *Nummulites* qui pullulent en certaines parties de ces calcaires, appartiennent, en général, à nos espèces Pyrénéennes. En consultant les figures données dans le grand ouvrage de la Commission française (1) et la collection rapportée par feu M. Lefèvre (Muséum d'histoire naturelle de Paris), il nous a été facile de reconnaître les espèces suivantes :

N. millecaput.

N. Aturica.

N. obtusa?

N. Atacica.

N. globulus?

Ces calcaires à *Nummulites* renferment aussi des coquilles marines et des Echinodermes, parmi lesquels nous avons remarqué, dans la collection déjà citée, un certain nombre d'espèces de l'Aude, et notamment un Cérîte gigantesque, la *Nerita conoïdea*, l'*Echinolampas conoïdeus*, etc.

D'après M. Lefèvre, il y aurait, en Egypte, association et même liaison intime entre les *Nummulites* et les Hippurites, observation importante que nous avons déjà faite en beaucoup d'autres lieux, et surtout en Grèce et en Italie.

Il est assez probable que le terrain à *Nummulites* existe encore au N. de l'Egypte et de la Barbarie, en Abyssinie et dans le grand désert; mais nous n'osons l'affirmer faute de données suffisamment précises. Les anciens auteurs parlent de *petites pierres lenticulaires* dont le sable de ces vastes solitudes serait en partie composé : seraient-ce des *Nummulites* ?

Reprenons maintenant et poursuivons jusqu'à son extrémité orientale notre bande nummulitique extérieure.

Nous avons dit qu'elle subissait une interruption presque complète entre les Carpathes et la Mer Noire. Dans la partie Sud

Crimée.

(1) Ces *Nummulites* se trouvent réunies sur des échantillons du calcaire qui forme la pierre de construction principale des pyramides de la Basse-Egypte.

de la presqu'île de Crimée, il en existe un lambeau sur lequel MM. Dubois de Montpéreux et de Verneuil nous ont donné d'excellentes notions, et qui offre cette particularité précieuse, que le système secondaire Méditerranéen s'y trouve, pour ainsi dire, enchevêtré avec le système Océanique. Les roches du terrain nummulitique de Crimée consistent en des calcaires marneux blanchâtres ou jaunâtres, passant, en certains points, à des marnes argileuses ou sableuses, le tout constituant un massif de 20 à 25 mètres de puissance seulement et reposant sur une véritable craie grise à *Ostrea vesicularis* et *Belemnites mucronatus* (1) superposée elle-même à des couches analogues au Greensand et au terrain Néocomien. M. de Verneuil a signalé le premier l'analogie qui existe entre ce gîte et celui de l'Égypte et des Pyrénées. On y trouve en effet le *N. millecaput* et d'autres espèces plus petites que nous pourrions encore reconnaître si elles étaient mieux et plus complètement figurées dans les planches de M. Deshayes, avec le Cérîte gigantesque déjà signalé, l'*Echinolampas conoïdeus*, *Turritella imbricata*, *Ostrea gigantea*; etc.

Caucase, Arménie, Géorgie.

Ce terrain à *Nummulites* de Crimée forme une transition à celui qui longe la chaîne Caucasienne sur les deux versants, et qui offre à très-peu près les mêmes caractères. Nous avons déjà vu, en traçant la limite septentrionale de la formation dont il s'agit, qu'elle ne s'étendait pas au delà de la chaîne du côté du Nord; mais, au Midi, elle forme une bande assez large pour embrasser la Géorgie et une grande partie de l'Arménie, et que l'on peut suivre, dans le sens de la longueur, depuis la Mer Caspienne jusqu'à la Mer Noire (Dubois de Montperreux). Ce terrain offre d'ailleurs une assez grande ressemblance avec les calcaires du Vicentin à cause de l'association des *Nummulites* et de fossiles tertiaires éocènes, d'une part, et, d'un autre côté, par l'intercalation, entre ses couches, de tufs trappéens et de roches d'éruption.

(1) D'après une récente communication de M. Dubois (Réunion de la Soc. géol. à Chambéry), les *Nummulites* (petites espèces) reparaîtraient encore sous la craie, fait qui serait extrêmement curieux.

Au S. de ce gîte , après une interruption , on retrouve le terrain à *Nummulites* très-développé dans toute la région occupée par la partie haute du cours de l'Euphrate et du Tigre d'où il passe en Natolie. Il joue aussi un rôle important dans la constitution de la grande chaîne du Taurus , et longe avec cette montagne la côte N. de la Méditerranée en Asie Mineure , d'où il passe sur la rive orientale le long des montagnes de la Syrie et de la Palestine. On ne cite pas , il est vrai , de *Nummulites* dans ces dernières contrées ; mais le calcaire à Hippurites a été observé par M. Botta dans le Liban , et nous ne serions pas étonnés que les *Nummulites* s'y trouvassent aussi en quelques points.

Asie Mineure.
Taurus , Eu-
phrate.

Nous n'osons indiquer ces fossiles dans l'Arabie Asiatique ; cependant ils pourraient bien exister à l'orient des montagnes primitives qui bordent la côte orientale de la Mer Rouge , et , du côté opposé , le long du golfe d'Oman à partir du détroit d'Ormuz.

Arabie.

De l'Asie Mineure , le terrain à *Nummulites* se prolonge en Perse le long du Golfe Persique par les montagnes de Zagros , et va former , dans le Mekran , une bande parallèle à la côte nord de la Mer des Indes. Plus loin il se montre sous la forme d'une crête sur la rive droite de l'Indus où il constitue notamment les sommités du *Mont-Hala* , et au N. O. de *Caboul* dans le Caucase Hindou. On le connaît , enfin , de l'autre côté de l'Indus , dans la contrée (Penjab) qu'arrosent les principaux affluents de ce fleuve (1) et dans le pays de Cutch (2).

Perse , M-
kran , Indus.

La liaison que nous avons fait remarquer en Crimée , entre le système secondaire du N. et celui que nous avons nommé Méditerranéen , paraît se continuer non-seulement dans le Cau-

Encluyé tra-
ment en ces
systèmes du N.
et du S. dans le
Caucase et l'Asie
Mineure.

(1) Deluc indique positivement des *Nummulites* et des Alvéolines dans le royaume de Lahore (Journal de physique , t. 54 , an x.) Des deux espèces figurées comme *Nummulites* par cet auteur , l'une nous paraît être notre *N. obtusus* ; l'autre est une Operculine , *Operc... nummiformis. nobis* ?

(2) D'après M. Boué , la formation nummulitique pourrait bien s'étendre beaucoup plus loin par l'Himalaya , l'Assam septentrional et la Tartarie Chinoise , d'une part , et , d'un autre côté , par les îles de la Sonde (Java) et l'Australie.

case , mais encore en Asie Mineure où le terrain que nous étudions est principalement constitué par des calcaires fossilifères (*Ostrea gigantea*), des grès avec gypse et sel gemme, reposant sur une craie assez analogue à celle de la Russie méridionale.

Etendue de
l'ancienne mer
à *Nummulites*.

La reconnaissance à laquelle nous venons de nous livrer, peut nous donner une idée du rôle que joue actuellement le terrain à *Nummulites* à la surface du sol ; car nous n'avons parlé que de ses affleurements. Quant à son développement réel , on doit penser qu'il est bien autrement considérable. Il suffira pour s'en convaincre de rappeler que les couches de cet âge se trouvent fréquemment au pied des montagnes qui entourent les plaines tertiaires dont elles doivent par conséquent former la base , au moins dans beaucoup de cas. D'un autre côté , les relations si remarquables de ce terrain avec la Méditerranée indiquent bien qu'il occupe une place importante dans la constitution du fonds de cet immense bassin. De là , il est facile de conclure que la mer dans laquelle le terrain nummulitique a dû se déposer , occupait , non-seulement la place de la Méditerranée actuelle , mais encore une grande partie du S. de l'Europe , de l'Afrique septentrionale et du S. O. de l'Asie. Les Pyrénées et les Alpes formaient des îles non loin des bords de cette mer (1). Quant à ces bords eux-mêmes , il serait difficile de les reconstituer un peu exactement ; souvent ils ont été effacés par les révolutions subséquentes que le globe a dû subir. Il est assez remarquable , cependant , d'en trouver une portion presque intacte sur le versant S. de la Montagne Noire. Ce gisement , l'un des plus riches en *Nummulites* et en Alvéolines associées à de nombreuses coquilles littorales , semble nous indiquer que les fossiles qui font l'objet de ce travail habitaient de préférence les côtes et les hauts fonds , malgré la solidité de leur structure , conséquence confirmée d'ailleurs par beaucoup d'autres faits de ce genre , et notamment par la circonstance que ces fossiles abondent surtout au pied des chaînes de montagnes.

(1) Ces montagnes toutefois offraient alors un relief différent de celui qu'on leur voit aujourd'hui.

SECTION C.

EXPOSE SUCCINCT DE NOS CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE
TERRAIN A NUMMULITES MÉRIDIONAL.

§ I. Caractères généraux de ce terrain.

Avant de passer à la détermination géognostique du terrain que nous étudions, il est nécessaire de chercher à reconnaître, au milieu de tous les caractères qu'il nous a présentés partout où nous venons de le suivre, ceux qui pourraient servir à donner une idée générale de ce grand système pris dans son ensemble.

D'abord, relativement à la composition géognostique, il n'y a rien ici de bien spécial; car les roches qui le constituent sont, comme dans tous les terrains de sédiment possibles, des calcaires, des marnes et des grès. Il faut remarquer cependant que les *Nummulites* se trouvent principalement dans des calcaires de pureté et de consistance variables, souvent compactes, et que la partie supérieure est fréquemment formée par des couches arénacées, calcaires et argileuses souvent schisteuses.

Si l'on considère maintenant les *Nummulites* sous le rapport de leur association avec d'autres fossiles et à leur distribution dans la masse du terrain, on peut dire que ces Foraminifères sont presque toujours accompagnés de Rudistes avec lesquels ils se trouvent liés, dans beaucoup de cas, et même mélangés dans la partie inférieure du système. Plus haut les *Nummulites* tendent à se développer seules et à se dégager, pour ainsi dire, des Rudistes qu'elles laissent alors au-dessous d'elles.

Enfin, ces couches purement à *Nummulites* sont, en général, recouvertes par les couches ordinairement schisteuses, dont nous avons déjà parlé, qui ne renferment ces Foraminifères que très-rarement, mais qui offrent en revanche de nombreuses impressions de *Fucoides* (flysh, macigno, albérèse). Nous devons dire toutefois que cette place qui est assignée

ici aux *Fucoïdes* ne doit pas être considérée comme tout-à-fait constante ; car on voit , en certaines localités , ces végétaux fossiles passer aussi dans les couches inférieures , circonstance qui vient bien appuyer l'idée que le flysh et le macigno font partie de l'ensemble de la formation nummulitique (1). Cette assise supérieure à *Fucoïdes* manque dans la zone Pyrénéenne : elle paraît d'ailleurs très-faiblement représentée , au moins avec les caractères que nous venons de lui assigner, dans la moitié orientale de toute la région (Egypte , Grèce , Caucase , Turquie).

Nous venons de dire que les couches essentiellement nummulitiques étaient ordinairement liées aux assises à Hippurites ; il faut ajouter qu'il n'en est pas ainsi partout , et que dans certaines contrées elles montrent comme des velléités d'indépendance (Montagne Noire , Alpes françaises , Toscane...). Il est bon de rappeler d'ailleurs qu'en Crimée et en certaines contrées sub-Caucasiennes , les couches spécialement nummulitiques reposent sur une assise analogue à la craie proprement dite. C'est une exception remarquable due à un enchevêtrement facile à concevoir , à la limite commune , des régions Méditerranéenne et Océanique. Il est assez curieux que l'absence des Rudistes , et la présence de couches analogues à la craie du Nord sous les couches à *Nummulites* existent encore dans les Basses-Pyrénées , à l'autre extrémité de la zone extérieure.

Lorsque des coquilles fossiles se montrent dans les couches qui renferment à la fois des *Nummulites* et des Rudistes , elles appartiennent ordinairement à des espèces crétacées ; mais les couches où règnent les *Nummulites* à l'exclusion des Rudistes ,

(1) Nous croyons devoir rappeler à cette occasion que des couches schisteuses très-puissantes , caractérisées par les mêmes espèces de *Fucoïdes*, forment un des éléments les plus importants du terrain crétacé des Pyrénées-Occidentales , où elles occupent constamment une position inférieure à celle des assises nummulitiques : ces mêmes fossiles ont d'ailleurs été signalés par l'un de nous dans l'assise supérieure du terrain Néocomien de Champagne.

offrent une Faune spéciale avec mélange assez habituel, dans leur partie supérieure, de coquilles identiques à celles qui caractérisent le calcaire grossier Parisien.

Quand la formation à *Nummulites* est recouverte, c'est presque toujours par la molasse, soit marine, soit d'eau douce, qu'on est dans l'usage de rapporter, peut-être un peu trop exclusivement, à l'étage moyen du terrain tertiaire.

Le lignite, souvent compacte et bitumineux, est un accident presque habituel du terrain à *Nummulites* où il affecte principalement des couches de grès. C'est vers la partie supérieure de ce terrain que se trouvent un assez grand nombre de gîtes de Poissons plus ou moins célèbres (Glaris, Monte Bolca, Oran, Caucase...).

La formation que nous étudions est, en général, très-puissante : elle atteint plusieurs milliers de mètres. Outre les soulèvements généraux qu'elle a eus à subir principalement à l'époque *Pyréno-Apennine* de M. E. de Beaumont, elle a été disloquée et modifiée postérieurement, en un grand nombre de points, par des roches éruptives (mélaphyres ophites, serpentines...), surtout dans les régions sous-Pyrénéennes, en Lombardie, en Ligurie, et au pied du Caucase... Les principales modifications que ces roches leur ont fait éprouver, ont produit des calcaires cristallins, des dolomies, des gypses, avec émanations de sel gemme, de bitume, de fer oligiste...

Le terrain à *Nummulites* forme ordinairement, à la base des hautes chaînes, des collines ou des montagnes d'une médiocre élévation, souvent crêtées, crénelées, pierreuses et arides. Quelquefois aussi, il s'élève sur les flancs, et même jusqu'à la crête de ces grandes protubérances (Mont-Perdu, Elbrouz...). Il est bien remarquable qu'il forme une bordure presque continue au pied des hautes chaînes de la grande région qu'il contribue si bien à caractériser (Pyrénées, Alpes, Carpathes, Caucase, Taurus, Apennins, Atlas?...).

§ II. Revue critique des principales opinions émises au sujet de la place que doit occuper ce terrain dans l'échelle géognostique.

Les Rudistes, et particulièrement les Hippurites, sont un indice certain du terrain crétacé. Ainsi il n'y a aucune difficulté pour le classement des couches à Nummulites qui contiennent des fossiles appartenant à cette famille, ou qui se trouvent dans une position inférieure relativement à des couches qui en renferment. D'ailleurs, la présence de coquilles crétacées de la région Océanique vient, dans un grand nombre de cas, confirmer cette détermination. Mais il n'en est pas ainsi pour les assises à *Nummulites* qui se montrent sans cette association dans la partie supérieure de la formation, et qui offrent ordinairement parmi des fossiles propres nombreux, des espèces de Mollusques connues pour appartenir au terrain tertiaire inférieur du bassin de Paris. Ce terrain nummulitique proprement dit, que l'un de nous a proposé de désigner par le nom d'*Épicrétacé*, il est très-difficile de le faire entrer dans le cadre préparé pour les terrains de la région Océanique; aussi les géologues sont-ils loin d'être d'accord sur la place qu'il pourrait y occuper. Notre intention ne peut être d'entrer à cet égard dans une discussion qu'on regarderait probablement, et à bon droit, comme déplacée, en se rappelant le but et le plan de ce mémoire. Nous nous contenterons de mettre sous les yeux de nos lecteurs, les opinions principales qui ont été émises sur ce difficile sujet, et de faire suivre chacune d'elles des objections les plus importantes qu'elle soulève.

Ce terrain est-il tertiaire?

Le terrain dont il s'agit étant recouvert presque partout par la molasse que l'on rapporte ordinairement tout entière, peut-être d'une manière trop générale, à l'étage tertiaire moyen (miocène), et renfermant, d'un autre côté, des coquilles tertiaires éocènes du bassin Parisien, ces fossiles s'y trouvant d'ailleurs associés, comme dans le N. de la France, à de nombreuses *Nummulites*, il paraît, au premier abord, naturel de

rapporter ce système à l'étage tertiaire inférieur (éocène), et de combler ainsi une lacune qui semblerait exister dans la région Méditerranéenne. Cette opinion serait d'ailleurs appuyée par la circonstance exceptionnelle que les couches *épicrotécées* reposent en Crimée, et même dans les Landes, sur une craie analogue, au moins par les fossiles, à la craie blanche de Meudon près Paris.

Voici maintenant les difficultés qui s'opposent à l'adoption de cette détermination. D'abord le terrain *épicrotécé*, s'il affecte en quelques localités des allures indépendantes (Aude, Toscane, Alpes françaises...), ne paraît pas pouvoir se séparer, dans la plupart des cas, des couches où l'on a trouvé les Nummulites mêlées avec des Hippurites et avec des fossiles crétacés. Le tout paraît former un grand ensemble déposé à peu près dans des circonstances analogues et sans discontinuité. Ajoutons ici qu'il existe des localités, et nous en avons reconnu et cité dans la Haute-Garonne, où les fossiles habituels du système *épicrotécé* qui ailleurs sont accompagnés de coquilles tertiaires Parisiennes, se montrent en abondance au sein de faunes où le rôle principal est joué par des fossiles très-caractéristiques des trois étages crétacés du Nord. D'un autre côté, les couches à coquilles tertiaires du terrain à Nummulites n'affectent pas toujours la position supérieure qu'elles devraient occuper si elles étaient réellement éocènes. Elles sont très-souvent recouvertes, notamment dans les Alpes, par une assise très-puissante de roches schisteuses à *Fucoïdes*, et ces *Fucoïdes* elles-mêmes passent quelquefois dans et même sous les couches dont il s'agit (Lombardie, Illyrie, Toscane, Basses-Pyrénées...). Enfin l'opinion que nous essayons de combattre ici, ne satisfait pas aux exigences du soulèvement Pyrénéo-Apennin, comme nous allons le dire ci-après.

L'idée qui a été émise en Angleterre, de faire de ce terrain un quatrième étage tertiaire inférieur aux trois étages actuels (*oldest eocen*), se rattache immédiatement à la précédente, et soulève les mêmes objections.

Dans la théorie qui vient d'être indiquée, on admet virtuelle- Est il crétacé ?

ment que le terrain tertiaire éocène a pour type les couches inférieures de *Paris* et de *Londres*, qui reposent immédiatement sur la craie, dont les caractères géognostiques et paléontologiques diffèrent totalement de ceux des couches dont il s'agit ; et c'est principalement le changement brusque de faune qui indique le changement de terrain. Mais si l'on admet avec M. E. de Beaumont que le soulèvement qui a donné aux Pyrénées et aux Apennins leur relief actuel, a eu une influence presque universelle, et que c'est à ce grand phénomène qu'il faut attribuer la fin de l'époque crétacée, et, par conséquent aussi, de l'époque secondaire, la plupart des difficultés relatives au classement du terrain *épicrotaccé* disparaissent ; car il est évident que sa place est à la partie supérieure de la formation crétacée. Telle est l'opinion de MM. E. de Beaumont et Dufrenoy, partagée par presque tous les géologues proprement dits qui ont observé le terrain dont il s'agit sur une assez grande échelle et qui regardent les classifications géologiques actuelles comme établies d'une manière définitive ; l'assimilation pure et simple au terrain tertiaire, n'étant guère soutenue que par les paléontologistes, lesquels attribuent une importance exclusive au seul caractère qui soit dans le domaine de leurs études.

M. E. de Beaumont admet que le terrain en contestation si développé, comme nous l'avons vu dans la région Méditerranéenne, n'existe dans le N. de l'Europe qu'à l'état rudimentaire (Calcaire *pisolitique*, Craie de *Maëstricht*, de *Cyphy*, du *Danemarch*.....).

La plus forte objection qu'on puisse faire à cette théorie, c'est que les fossiles crétacés ne se montrent qu'accessoirement et comme par exception, dans le terrain à *Nummulites*, tandis que les coquilles tertiaires y jouent un rôle important. Celles-ci, d'ailleurs, appartiennent, en général, à la Faune du calcaire grossier Parisien, où les *Nummulites* les accompagnent comme dans le bassin Méditerranéen. Dans l'hypothèse actuelle, il semblerait que ces Foraminifères devraient abonder plutôt dans la craie de *Maëstrich* ou de *Danemarch*, dans le calcaire *pisolitique* ;..... en un mot, dans les terrains du Nord, dont l'ensemble

a été désigné récemment par le nom de *Terrain Danien*. Or, jusqu'à présent, ces terrains n'en ont offert aucune trace. On pourrait encore objecter que, dans ce système, l'éocène Parisien n'aurait aucun représentant dans la région Méditerranéenne, où l'on voit presque toujours la molasse recouvrir immédiatement le terrain *épicrotaccé* (1).

Les couches que nous avons nommées *épicrotaccées*, ayant été affectées par le soulèvement Pyrénéo-Apennin, en même temps que les couches crétacées proprement dites, l'opinion des *Tertiaristes* ne satisfait pas, comme nous l'avons déjà dit, à la condition imposée par ce grand fait, en admettant, avec M. E. de Beaumont, qu'il ait eu lieu entre la période crétacée et la période tertiaire. Nous devons ajouter ici que cette discordance disparaîtrait, si l'on supposait, avec M. de Bouchepern, que le système de montagnes dont il s'agit a pris son relief actuel dans l'intervalle qui a séparé l'époque éocène de celle qui correspond au dépôt de la molasse. Mais, avec cette modification même, cette théorie laisse subsister les objections qui naissent de la liaison qui unit si étroitement le terrain *épicrotaccé* aux couches crétacées incontestables.

Du temps de Werner, et même assez longtemps après lui, la classification des terrains se faisait empiriquement et par régions; mais, dans ces derniers temps, la géognosie a conquis deux grandes lois, qui lui ont enfin permis d'établir une classification générale, et la divergence d'opinions que nous avons signalée tient surtout à cette circonstance que ces lois, ordinairement très-concordantes, lorsqu'elles s'appliquent aux terrains du N., cessent de s'accorder quand il s'agit de certains types dépendant de la zone Méditerranéenne, et spécialement dans la

Opinion des Tertiaristes, mise en rapport avec les idées de M. de Bouchepern.

Terrain Épicrotaccé.

(1) M. Dufrénoy a cité, il est vrai, des couches horizontales de calcaire coquiller marin à *Saint-Justin* (Landes) et dans les environs de *Dax*; mais, outre que ce fait paraît tout spécial pour l'extrémité occidentale des Pyrénées, MM. Delboy et Raulin, qui ont repris avec plus de détails l'étude de ces contrées, prétendent que ces couches doivent être rapportées à la molasse et non au calcaire grossier parisien.

question du terrain *épicrotaccé*. D'où vient cette divergence ? Ne pourrait-on pas l'attribuer à ce que ces lois sont exprimées d'une manière trop absolue, en tant qu'on veut leur assujettir toute la croûte terrestre ? Et, pour ne pas sortir des bornes de notre sujet, les considérations de géographie géologique, qui indiquent si clairement deux régions géognostiques distinctes, l'une Océanique et l'autre Méditerranéenne, ne devraient-elles pas entrer pour quelque chose dans l'énoncé et dans le développement de ces lois fondamentales ?

C'est sous l'empire de cette pensée, que l'un de nous a proposé et publié une théorie nouvelle, dont nous allons rappeler ici succinctement les bases.

La ligne de séparation des deux régions dont il s'agit n'a pas encore été déterminée ; mais elle différencierait assez peu, dans son ensemble, de la limite que nous avons tracée approximativement, pour le terrain à *Nummulites*. Si, de part et d'autre de cette ligne, on étudie comparativement les terrains sédimentaires, on est frappé de la différence qu'ils offrent dans leurs caractères les plus essentiels. Cette différence, qui n'exclut pas des analogies assez grandes, devient très-sensible pour tous les types de l'échelle géognostique, supérieurs au terrain houiller ; mais elle se manifeste surtout d'une manière frappante, à partir du groupe *Jura-liassique*. Ce dernier type présente, dans la région méridionale, un faciès tout spécial. L'étage supérieur du Nord paraît manquer ici, tandis que les deux autres étages semblent s'y confondre avec le *lias*, réduit, en général, à sa partie supérieure, et offrant, d'ailleurs, de singulières anomalies. Le terrain *crétacé* est principalement caractérisé dans ce gîte méridional, par des Rudistes appartenant, en général, à des genres et à des espèces que M. d'Orbigny considère comme caractéristiques d'une zone qu'il a désignée par le nom de *Zone Méditerranéenne*. Souvent ces Rudistes y sont accompagnés de *Nummulites*. Plus haut apparaissent ces couches si puissantes à *Nummulites* et à *Fucoïdes*, dont on ne retrouve aucun analogue dans le Nord. Pour compléter la liste de ces types Méditerranéens, citons enfin la *molasse* et le terrain *sub-Apennin*, qui

sont en relation si évidente avec la Méditerranée, et qui ne paraissent dans l'autre région qu'à titre de prolongements.

Il faut bien remarquer que ce système méridional, au moins la partie suffisamment connue, qui occupe un espace très-considérable, se trouve, pour ainsi dire, coordonné à la Méditerranée et aux petites mers qui en dépendent, comme s'il avait été déposé dans un bassin qui aurait occupé une position analogue à celle de la Méditerranée actuelle, mais avec beaucoup plus d'étendue (1). Rappelons encore que dans tout le vaste espace qu'il occupe, le système Méditerranéen forme un tout bien homogène, et toujours distinct du système Océanique. Ajoutons, enfin, cette considération fondamentale, que *les types Méditerranéens ne passent pas aux types Océaniques, par des modifications successives*, et que, au contraire, de part et d'autre de la ligne de séparation des deux régions, *les différences se montrent brusques et tranchées*. Cet état de choses peut être reconnu plus ou moins, en franchissant la limite des deux régions en un point quelconque. Nous indiquerons spécialement le passage du Périgord et du Quercy, aux Pyrénées, par le bassin miocène lacustre de la Gascogne; celui de la Bavière aux montagnes du Tyrol, de la Pologne en Hongrie, de la Russie méridionale en Turquie par le Caucase, et surtout le passage du Jura aux Alpes de la Suisse. Nulle part les différences entre les deux systèmes ne se montrent plus brusquement et d'une manière plus complète que dans cette dernière région, et cela à une distance de quelques lieues ou de quelques kilomètres. Il existe même en Suisse, d'après M. Studer, des localités où les types Océaniques et Méditerranéens se touchent, en conservant cependant leurs caractères respectifs avec leurs différences tranchées.

Ces considérations ne portent-elles pas d'une manière puissante à faire admettre que les terrains de la région Méditerranéenne

(1) Si l'on est conduit plus tard à admettre définitivement la prolongation de ce système jusqu'en Chine et en Australie, il prendrait des proportions immenses, et le nom de Méditerranéen ne pourrait plus être appliqué qu'à la partie que nous considérons presque exclusivement dans ce Mémoire.

néenne ont été déposés, ainsi que nous l'avons déjà indiqué ci-dessus, dans un bassin variable, entre certaines limites assez resserrées, aux diverses époques géologiques, et qui ne communiquait pas largement avec celui qui a reçu les dépôts du N. de l'Europe? Et, si l'on admet avec nous cette séparation plus ou moins complète, n'est-il pas naturel de penser conséquemment que les choses ne se sont pas passées identiquement de la même manière dans les deux bassins, et que le changement de Faune, qui s'est opéré brusquement après le dépôt de la craie par une catastrophe géologique, a pu avoir lieu, dans le bassin Méditerranéen, à une époque un peu antérieure, et sans cause violente immédiate. De la sorte, le terrain à *Nummulites* et à fossiles tertiaires *pourrait correspondre à la fois à la fin de la période crétacée, et au commencement de la période tertiaire* (1). Les noms de *Tertiaire* et de *Crétacé*, qui se rapportent à des époques déterminées, dans l'échelle des terrains du Nord, qui, jusqu'à présent, a servi de régulateur général, ne conviendraient donc, ni l'un ni l'autre, au terrain dont il s'agit; et il deviendrait indispensable, par conséquent, de le désigner par un nom spécial. Le nom de *Terrain Nummulites*, étant évidemment impropre, puisque ces Foraminifères manquent dans la plus grande partie des roches de ce système, et qu'il permet, d'ailleurs, une confusion avec les couches à *Nummulites* du Nord, le besoin d'un nom nouveau qui pût s'appliquer

(1) La paléontologie elle-même semble venir appuyer cette espèce de passage; car presque tous les géologues ont cité des coquilles crétacées dans le terrain à *Nummulites*. D'un autre côté, les espèces de *Fucoïdes* caractéristiques du flysh supérieur, gisent en Illyrie, à Bidache, et dans la Champagne, dans des couches crétacées inférieures. Enfin, tous les gîtes de Poissons contemporains des *Nummulites*, ou même postérieurs (ceux du flysh), étudiés par M. Agassiz, lui ont rappelé les genres et les espèces de la craie, et nullement ceux de l'époque tertiaire. Les Poissons si célèbres du *Monte Bolca* semblent même, d'après ce profond naturaliste, indiquer une *transition* entre les deux périodes. Il est assez curieux de le voir considérer le terrain dont il s'agit, comme crétacé en partant des Poissons, tandis que l'étude des Mollusques l'amène à l'assimiler au calcaire grossier Parisien; tant il est vrai que dans les questions géologiques, *un peu de géologie* est et sera toujours indispensable!

à tout l'ensemble, se faisait évidemment sentir. Celui d'*Epicrétacé* nous a paru assez bien représenter la position de ce type, et sa liaison avec le terrain crétacé incontestable. Il a du reste l'avantage de ne rien faire préjuger absolument sur son âge précis, lequel sera éternellement controversé, tant que les géologues resteront divisés en deux camps, les uns partant de la loi paléontologique, les autres de la théorie des soulèvements, sans tenir aucun compte des deux grandes régions géognostiques.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

Fig. 1. *Nummulites millecaput* (Boubée) de Bastènes, près Dax (*Landes*). Dans cette espèce, les tours de spire sont extrêmement nombreux, très-rapprochés, et les cloisons très-petites, comme on le voit sur cette coquille, dont on a enlevé la portion *a b*. *Grandeur naturelle.*

Fig. 2. Quelques tours de spire d'une jeune *N. millecaput*. *a* Cellule centrale. *Grossie.*

Fig. 3. Coupe transversale d'une *N. millecaput*, provenant de Préchat (*Landes*).

Cette figure est destinée à faire voir les tables calcaires qui composent la coquille. Ces tables ne sont pas toujours parfaitement distinctes sur les exemplaires recueillis à Bastènes.

Fig. 4. *N. Atacica* (Leymerie) de Bize (*Aude*). *Grand. natur.*

Fig. 5. Autre exemplaire de la même espèce, vu sur sa tranche.

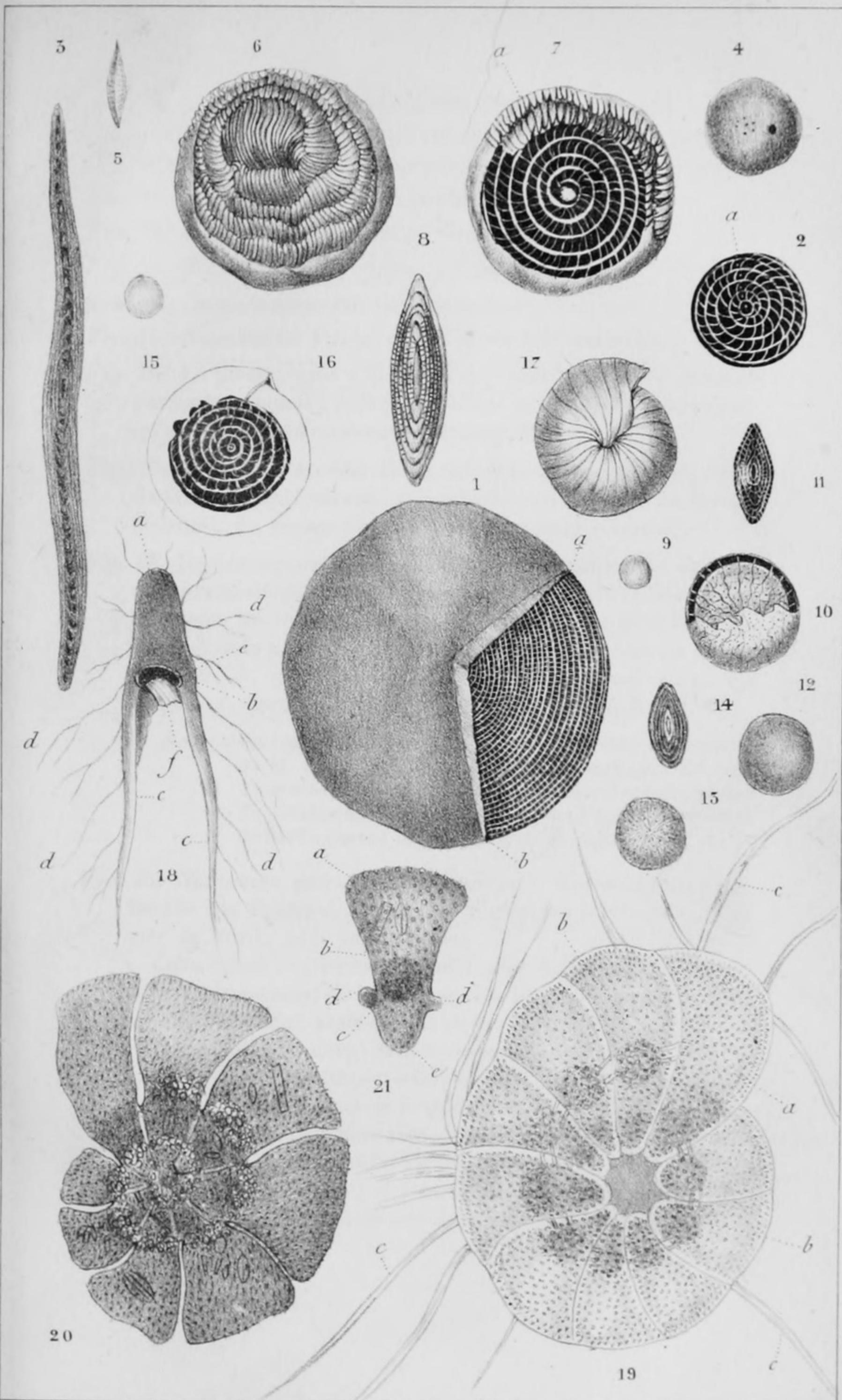
Fig. 6. Autre exemplaire dont on aperçoit quelques tables qui se recouvrent mutuellement, ou plutôt dont on ne voit que les lignes rayonnantes qui représentent le moule intérieur des loges appartenant à chacune de ces tables. *Grossie.*

Fig. 7. *N. Atacica* usée à la meule. On voit en *a* quelques lignes endoyantes analogues à celles de la figure qui précède. *Grossie.*

Fig. 8. Coupe transversale d'une *N. Atacica*, destinée à faire voir la disposition respective des diverses tables qui forment chacun des tours de la coquille. *Grossie.*

Fig. 9. *Nummulites Garansiana* (nob.), jeune, de Garans (*Landes*). *Grandeur naturelle.*

Fig. 10. La même, grossie, dont on a enlevé une portion de la table extérieure pour faire voir l'espèce de réseau formé par les ramifications des cloisons. Ces ramifications, toujours bien moins sensibles que les prolongements des cloisons qui leur donnent naissance, ne sont probablement rien autre chose



N. Joly in lapide del.

STRUCTURE ET ORGANISATION DES NUMMULITES.

que des dépôts de substance calcaire, laissés çà et là par l'extrémité libre de chacun des segments du corps de l'animal.

Fig. 11. Coupe transversale de la même. *Grossie.*

Fig. 12. *N. Garansiana*, adulte. *Grandeur naturelle.*

Fig. 13. *N. obtusa* (nob.) adulte. *Grandeur naturelle.*

Fig. 14. Coupe transversale de la même.

Fig. 15. *Nummulites Vasca* (nob.). *Grandeur naturelle.*

Fig. 16. La même, usée à la meule et grossie. Les tours de spire paraissent sinueux, parce que l'usure ne s'est pas étendue jusqu'au milieu de l'épaisseur de la coquille.

Fig. 17. *N. Vasca*, grossie. On a enlevé la table extérieure, afin de faire voir les lames qui s'étendent, sous la forme de rayons courbes, du centre à la circonférence de la coquille.

Fig. 18. Un des segments du corps de la Nummulite, vu de face. *a, b*, partie du segment qui remplit la portion de cellule placée au-dessus du tour enveloppé. *c, c*, prolongements latéraux logés dans la portion de cellule qui occupe les côtés du même tour. *d, d*, pseudopodes ou tentacules. *e*, ouverture du siphon. *f*, portion du tour enveloppé. (Voy. pl. II, fig. 2.)

N. B. Nous empruntons les trois figures qui suivent au Mémoire de M. Ehrenberg, intitulé : *Ueber noch jetzt lebende Thierarten der Kreidbildung und den Organismus der Polythalamien.* Voy. dans les Mém. de l'Acad. des sciences de Berlin (année 1839), p. 81, pl. II, fig. 1 c, 1 e, et 1 f.

Fig. 19. *Nonionina germanica* (Ehrenberg), Foraminifère de la famille des *Rotalinées* (*Rotalina* Ehrenberg), vivant dans la mer du Nord, près de Cuxhaven.

Cette figure représente l'animal avec sa coquille, et dans le mouvement de reptation. La première chambre, *a*, paraît vide; mais elle est en réalité occupée par un des segments du corps très-transparent de l'animal. Toutes les autres chambres contiennent, outre les segments, des masses de couleur jaunâtre, *b, b*, qu'Ehrenberg considère comme autant d'ovaires remplis d'œufs. La surface entière de la coquille est criblée de trous, par lesquels passent les *pseudopodes* ou organes locomoteurs de l'animal. *c, c*, quelques-uns de ces pseudopodes dans l'état d'extension.

Fig. 20. Animal de la *Nonionina germanica* retiré de sa coquille. Dans plusieurs des segments du corps, on aperçoit des *Navicules* et des infusoires de la famille des *Bacillariées*, qui ont été avalés par l'animal. L'intestin n'est qu'une vaste poche articulée, dont les articles sont réunis entre eux par des parties intermédiaires rétrécies. Ces espaces rétrécis forment une espèce de tube ou siphon par où s'introduisent les aliments. Toute la surface du corps paraît comme chagrinée, et cette apparence est due aux pseudopodes maintenant contractés.

Fig. 21. Un des segments du corps vu de profil.

De *a* en *b*, espace occupé par l'intestin. On aperçoit à l'intérieur de celui-ci des coquilles vides de *Bacillariées*. De *b* en *c*, l'ovaire placé à côté de l'intestin.

d, siphon ou canal de communication entre les segments. Son extrémité extérieure forme la bouche de l'animal.

e, un des prolongements du segment, contenant des parties d'une telle transparence, qu'il a été impossible à Ehrenberg d'en déterminer les formes et les usages.

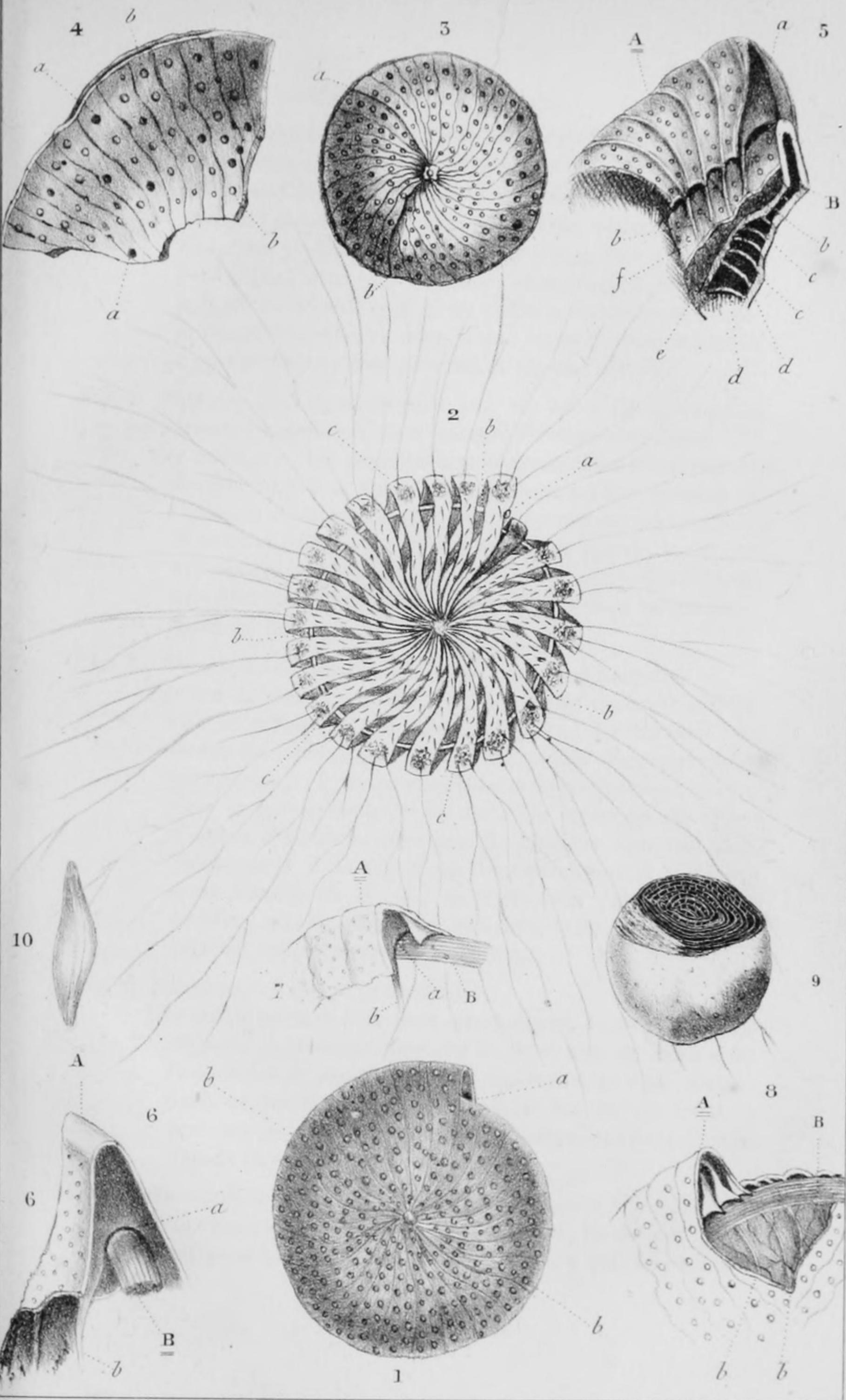
Les trois figures qui précèdent sont destinées à faire ressortir l'analogie qui existait, selon nous, entre les *Nummulites* et les *Nonionines*.

PLANCHE II.

Fig. 1. Coquille de la Nummulite supposée à l'état frais. *a*, ouverture buccale. *b, b*, trous à travers lesquels passent les pseudopodes ou tentacules.

Fig. 2. Animal de la Nummulite idéalement restauré.

Afin de ne pas trop compliquer la figure, nous n'avons représenté que les segments logés dans le dernier tour de spire de la coquille. Chacun de ces segments porte des tentacules nombreux, les uns étendus, les autres supposés, contractés ou coupés. On voit en *a* l'ouverture buccale; en *b* le siphon qui unit entre eux tous les segments et sert avec eux de canal digestif; en *c* place supposée des ovaires.



N. Joly in lapide del.

STRUCTURE ET ORGANISATION DES NUMMULITES.

Fig. 3. Nummulites obtusa (nob.), de Dax (*Landes*). *Grossie.*

On a enlevé à dessein l'une des moitiés du dernier tour de spire (sauf le centre *o*), ainsi qu'une partie de l'avant-dernier, dont la portion *a, b* est seule restée en place. Sur cette portion, de même que sur la face externe de l'antépénultième tour de spire, on aperçoit très-distinctement les granulations et les petits enfoncements circulaires qui indiquent, selon nous, les perforations dont la coquille était criblée pendant la vie de l'animal.

Fig. 4. Portion de l'avant-dernier tour de spire de la coquille précédente, vue par sa face interne. *Fortement grossie.*

Les trous *a* et les granulations ou mamelons *b* correspondaient, ceux-là à des mamelons de la surface externe de l'antépénultième tour de spire; celles-ci à des perforations de cette même surface. Nous avons dit dans le texte que ces espèces de mamelons n'étaient rien autre chose que la substance pétrifiante, déposée et moulée dans les perforations du test.

Fig. 5. Nummulites levigata (Lamarck) de Cuise-Lamotte.

Portion de deux tours de spire contigus, destinée à faire voir en *a* l'espèce d'arcade formée par les cloisons au-dessus du tour qu'enveloppe celui auquel elles appartiennent, et en *b, b*, les prolongements de ces mêmes cloisons vers la partie centrale du test. On aperçoit en *c, c*, d'autres arcades formées par chacune des lames du tour enveloppant *A* au-dessus du tour enveloppé *B*. Celui-ci nous montre en *d, d*, quelques-unes de ses cloisons brisées, en *e* sa substance corticale, et en *f* la substance vitreuse qui recouvre la première.

Fig. 6. Même espèce que la précédente.

Une petite portion d'un tour enveloppant *A*, avec une des cloisons représentée presque de face, afin de faire voir l'ouverture en arcade *a* placée au-dessus du tour précédent ou enveloppé *B*. La surface dorsale de celui-ci présente des stries parallèles. *b* prolongement de la cloison vers la partie centrale de la coquille.

Fig. 7. Nummulites Vasca (nob.) de Biarritz (*Basses-Pyrénées*).

Cette figure montre, sous un autre aspect, les mêmes particularités que la figure précédente. On y voit de plus une

cloison, spontanément brisée dans son milieu, et suspendue comme une arche de pont à demi démolie au-dessus du tour de spire enveloppé.

Fig. 8. Nummulites garansiana (nob.) de Garans (*Landes*).

Cette figure montre plusieurs cloisons à demi brisées, qui surplombent la partie dorsale du tour de spire dont on aperçoit une portion au-dessous du tour enveloppant.

N. B. Dans ces deux dernières figures, les lettres *A*, *B*, *a*, *b*, désignent les mêmes objets que dans la figure 6.

Fig. 9. Nummulites Aturica (nob.), de la Fontaine de la Médaille, près de Monfort (*Landes*). *Grand. nat.*

Fig. 10. La même, vue sur sa tranche.

Cette espèce complète la série de celles que nous croyons nouvelles, et que nous nous proposons de décrire prochainement. C'est peut-être la *N. Crassa* de M. Boubée; mais il nous est impossible d'avoir à cet égard aucune certitude, cet auteur n'ayant donné que quelques mots de description sans figures.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES,
INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES
DE TOULOUSE.

Troisième Série.

TOME IV.



TOULOUSE,
IMPRIMERIE DE JEAN-MATTHIEU DOULADOURE,
RUE SAINT-ROMB, 41.

1848.