

LE LIGURIEN ET LE TONGRIEN EN EGYPTÉ (1),

par le professeur **MAYER-EYMAR.**

INTRODUCTION.

Les étages Ligurien et Tongrien de ma classification des terrains tertiaires, rectifiée en 1887 (2), correspondent désormais exactement, le premier, à l'Oligocène inférieur, le second, à l'Oligocène moyen de M. Beyrich. Trompé, comme du reste bon nombre de géologues français, suisses et italiens, par les rapports paléontologiques qu'ont le falun blanc de Lesbarritz et la mollasse serpentineuse de la Ligurie avec les marnes bleues de Gaas et le calcaire à Astéries de Bordeaux, j'avais, jusqu'à l'année citée, conservé l'arrangement du « Prodrôme » d'Alcide d'Orbigny, où le Tongrien correspond au Miocène inférieur, non pas de Deshayes ni même de Lyell, mais tel que le concevaient Elie de Beaumont et Hébert, et comprend ainsi, pour la France, en outre des sables et des grès de Fontainebleau, les marnes à *Cyrènes* et le gypse supérieur de Montmartre, plus, le falun de Lesbarritz et certains dépôts du sud-ouest confondus avec ce falun. Cette fois encore, c'est à la découverte de la loi cosmique de la division de l'écorce sédimentaire du globe en

(1) Cette communication a été faite dans la séance du 6 février 1893; le manuscrit est parvenu au Secrétariat le 2 février et le bon à tirer a été donné par l'auteur le 22 juin 1893.

(2) Verzeichn. der Verstein. der Umgeg. von Thun. (*Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse*, 24^e livrais., seconde partie, p. XXII). Berne, 1887.

étages à deux sous-étages que je dois d'avoir enfin ouvert les yeux au sujet de la délimitation des deux étages en question et d'avoir reconnu qu'au lieu de former, le premier, un seul sous-étage et le second trois, chacun se divise de fait en deux séries de couches particulières. Quoique j'aie, à plusieurs reprises (1), depuis bientôt six ans, donné un aperçu des groupements que comporte la classification rectifiée, je ne crains guère de me répéter trop souvent en rappelant encore une fois, et cette fois en français, les données stratigraphiques relatives à nos deux étages, parce que d'abord mes écrits à ce sujet ne sont répandus qu'à un petit nombre d'exemplaires et aussi parce que certains géologues que mon thème intéresse ne paraissent pas consulter les ouvrages en allemand où il en a été traité.

CONSTITUTION DU LIGURIEN INFÉRIEUR OU LATTORFON (2).

ZONE NORD. — Le Ligurien inférieur du nord de l'Europe se compose, comme on sait, de trois sortes de dépôts, à savoir : 1° des gypses inférieur et moyen du bassin de Paris, avec marnes intercalées, dont la faune offre un mélange d'espèces du Bartonien et du Tongrien du même bassin (3) : dépôts du delta du fleuve Loire-et-Seine, alimenté par de nombreuses sources thermales; 2° des marnes alternativement marines et fluviatiles de l'île de Wight (Colwell Bay, etc.) : dépôts également de delta; 3° des sables marins, plus ou moins marneux et glauconieux, du sud de l'Angleterre (Brockenhurst, Lindhurst, Roydon), de la Belgique (Lethen, Vliermael, etc.), du nord de l'Allemagne (Calbe, Lattorf, Osterweddingen, etc.) et de la rive nord du lac Aral (4). Or, cette distribution des terres et des mers, dans le nord de l'Europe, en même temps qu'elle accuse un nouvel envahissement de la mer, du nord vers le sud, après l'époque bartonienne supérieure où la mer était restreinte à une faible partie du bassin anglo-parisien, prouve, cette fois encore, que c'est bien au mouvement

(1) Loc. cit. — Uber das Tongrian von Cairo (Egypten). (*Vierteljahrsschr. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich*). 1889. — Tableau des terrains de sédiment. (Glasnik Hrvatscoga naravoslovnoga druztva). Agram, 1889.

(2) Je remplace par le nom de la localité typique de Lattorf celui de Montmartre, nom mal choisi, puisqu'il y a là trois sous-étages successifs et que les deux premiers n'y sont pas franchement marins.

(3) DESHAYES, *B. S. G. F.*, 2^e sér. t. 23, p. 327, 1866.

(4) VON KOENEN, *Unteroligocène Fauna vom Aralsee*. (*Bul. Soc. Nat. Moscou*), 1868.

de bascule de l'axe de la terre qu'a été dû cet envahissement de la moitié de l'Allemagne et de l'ouest de la Sibérie, car l'explication par un mouvement du sol serait, dans le cas présent, par trop fantaisiste. Du reste, la formation des dépôts liguriens inférieurs du sud de l'Europe (Alpes comprises), dépôts en général d'eau profonde et à faciès constant du golfe de Gascogne à la mer Caspienne, ne saurait aussi être expliquée simplement que par l'amplitude de la Méditerranée de l'époque, survenue après l'époque des eaux basses des couches bartoniennes supérieures. Et de fait, le faciès côtier ou de mer peu profonde de ces couches, à Biarritz, au Schimberg (bancs de *Nullipores*), près d'Interlaken (bancs de *Nullipores*), aux environs de Nice et de Vicence, de même que leur remplacement à Reit im Winkel et à Hæring par un dépôt d'eau douce (à flore identique) prouvent assez, ce me semble, que le niveau de la Méditerranée d'alors était beaucoup plus bas qu'aux époques précédente et suivante.

ZONE SUD. — Abstraction faite des formations d'eau douce et saumâtre du midi de la France et de la série de couches des environs de Gran et de Budapest, dont le faciès pétrographique et paléontologique, déterminé, je pense, par quelque communication du bassin hongrois avec la mer du Nord, n'est pas celui du flysch, le Ligurien inférieur de la zone sud de l'Europe est nécessairement constitué par le flysch à *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii* et par les marnes à *Foraminifères*, caractérisées d'ordinaire par le gros *Clavulina Szaboi* Hantk., qui, en beaucoup d'endroits (Le Righi, Alpnach, le Schimberg, la vallée de Habkeren, la Palarea, la Mortola, Hæring, Budapest), occupent la base de ce flysch. Je dis nécessairement, parce qu'en effet, le flysch véritable succède régulièrement à des dépôts dont j'ai démontré, dans mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoun, le synchronisme avec les deux sous-étages bartoniens du Nord. C'est ainsi, je le répète, qu'à Biarritz, le flysch, sous le faciès d'un grès gris-foncé, riche en *Chondrites intricatus*, est enclavé entre les marnes à *Orbitoides* de Très Pots-Cachaou, qui succèdent aux masses bartoniennes inférieures du port des Basques, et les sables et mollasses à *Nummulina intermedia* et *N. Fichteli* de Très Pots, de l'Atalay et du Casino. C'est ainsi que, dans la chaîne du Hohgant, au Niederhorn, au Schimberg, il succède au Bartonien le mieux caractérisé. Il en est de même aux environs de Nice, où, à Puget-Têniers et à la Mortola, il recouvre directement le Bartonien de la contrée. Enfin, c'est nécessairement à ce niveau qu'appartiennent les grès schisteux,

avec bancs de poudingues, de la coupe de la Brenta, au dessus de Bassano, puisque ces grès sont enclavés entre les Bartonniens I et II et le Ligurien supérieur, représenté ici par une large coulée de Basalte correspondant au tuf basaltique de Sangonini (1) et de Montecchio Maggiore. Or, si, en Ligurie et en Piémont, le flysch véritable n'a point le Bartonien pour base (2), mais d'ordinaire les roches éruptives anciennes comprises sous le nom de Serpentine, il est là-bas aussi immédiatement recouvert par la mollasse à *Nummulina intermedia* et *N. Fichteli*; et du reste sa flore marine, abondante à San Frutuoso et à Gênes même, plus éparpillée aux environs de Busalla, flore dans laquelle dominant, comme toujours, les *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii*, ainsi que l'*Helminthoidea labyrinthica*, ne permet point de le séparer du flysch des Alpes. Quant au fait que le flysch du Piémont contient en certains endroits (Gassino, Marmorito, Monte, etc.), dans sa partie supérieure, des lentilles calcaires ou des bancs plus ou moins riches en restes d'animaux marins, il n'a rien de surprenant, puisqu'il faut bien qu'il y ait eu, à l'époque ligurienne inférieure, des endroits dans le bassin du Piémont où existaient des hauts-fonds formés peu à peu par le gonflement et le plissement des roches serpentineuses et des rivages peu abrupts. Bien au contraire, ce fait n'est que la répétition nécessaire de ce qui se voit en Suisse, dans le flysch inférieur et moyen du Righi, par exemple (3). Or, cette présence en grand nombre, dans le flysch de Righi, de *Nummulines* et d'*Orbitoides*, accompagnées de quelques huitres, peignes et spondyles, de même que l'apparition, depuis longtemps constatée par Gumbel, de la plupart des *Orbitoides* du Bartonien dès le Parisien inférieur des Alpes et leur réapparition dans le Ligurien de Hongrie (4), auraient dû, tout d'abord, prévenir M. Sacco (5) qu'il ne suffit pas de nombreuses *Nummulines* et *Orbitoides* éocènes pour faire qu'un dépôt nummulitique soit Bartonien, d'autant moins que les espèces qui

(1) A. SECCO, Note geologica sul Bassanese, p. 21. Bassano, 1883. — J'ai relevé depuis la même coupe.

(2) N'ayant point, moi-même, étudié la stratigraphie du Bas-Monferrat, en dehors de la colline de Turin, je me suis, en 1889 (loc. cit.), laissé induire en erreur par la notice de M. Portis sur le soi-disant Bartonien de Gassino.

(3) KAUFFMANN, Geologie des Rigi (*Matériaux p. la Carte géol. de la Suisse*, 11^e livr., p. 160). Berne, 1872.

(4) VON HANTKEN, Fauna der Clavulina Szaboi-Schichten (Journ. de l'Institut. géol. hongrois, 1875, p. 84).

(5) F. SACCO, Carta geol. del bacino terziario del Piemonte. Turin, 1889. — Le Ligurien (*B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XVII, 1889, p. 212), etc., etc.

accompagnent ces *Foraminifères*, ou sont particulières aux localités piémontaises, ou passent à peu près toutes dans le Ligurien supérieur et même dans le Tongrien inférieur de l'Italie; je citerai : *Ostrea gigantea* Sol., *O. Martinsi* Arch., *Pecten Bernensis* M.-E., *Lima miocænica* Sism., *Pholadomya Puschi* Goldf., *Xenophora extensa* Sow. (Troch.), *Cassidaria depressa* Buch, *Nautilus decipiens* Mich^{ti}, *Aturia zigzag* Sow. (Naut.), *Rhynchonella deformis* Seg., *Rotularia spirulea* Lam. etc.; j'ai moi-même recueilli récemment la plupart de ces espèces à Gassin.

En consultant la littérature que je viens de citer, ou encore la Géologie de la Suisse de B. Studer et le Traité de Géologie de M. de Lapparent (page 1151 de l'édition de 1885), on voit nettement que le flysch à *Chondrites Targionii* et *Ch. intricatus* et à *Helminthoidea labyrinthica*, c'est-à-dire le flysch exactement synchronique de celui du Bas-Monferrat et de la Ligurie, est toujours le dernier terme de la série nummulitique de nos Alpes. D'autre part, l'étude approfondie de la stratigraphie des environs de Nice nous montre que le Bartonien est composé de deux sous-étages bien distincts quoique toujours liés ensemble, et qu'il est situé, sans lacune, au-dessus du Parisien supérieur de Branchai et au-dessous du flysch du Puget-Théniers et de la Mortola. Je ne puis donc admettre les conclusions de M. Sacco, et peu avant la réunion des géologues italiens à Bergame, j'ai protesté contre elles dans une lettre adressée au président, M. le professeur Taramelli, et j'ai envoyé à M. Sacco la coupe de la Brenta. De fait, dans les récents mémoires géologiques de mon collègue et confrère de Turin règne, à mon avis, une déplorable confusion de niveaux et de noms d'étages.

CONSTITUTION DU LIGURIEN SUPÉRIEUR OU HÉNISIS.

ZONE NORD. — Si la composition et la position stratigraphique des couches de Hénis du nord de l'Europe sont depuis longtemps bien connues (1), les conclusions à tirer de leur absence en Allemagne et de leur faciès, envisagé sous le rapport de son contraste avec celui des deux sous-étages encadrants, ont trop d'importance pour le triomphe de la classification que je préconise, pour que je ne saisisse pas la présente occasion de les mettre dûment en relief, après les avoir seulement touchées au congrès de Berlin. Or donc

(1) DEWALQUE, Géolog. de la Belgique, p. 241. Bruxelles, 1883. — DE LAPPARENT, Traité de Géologie, p. 1166. Paris, 1885.

et d'abord, comment expliquer l'absence du Ligurien supérieur au-dessus du Ligurien inférieur dans tout le bassin du nord de l'Allemagne, sinon par le retrait complet de la mer? Dira-t-on que ce Ligurien supérieur doit avoir été foncièrement détruit par la mer tongrienne, dont les dépôts recouvrent encore, en quelques endroits, le Ligurien inférieur, tandis que cette même mer a épargné le premier des trois en Belgique? Comme si la mer, même la plus envahissante et la plus agitée, pouvait détruire radicalement ses derniers dépôts, dans un bassin aussi vaste que la Prusse: cette première hypothèse est insoutenable. Ou bien, est-ce que ce Ligurien de la Prusse réunirait par hasard les deux sous-étages, sans ligne de démarcation sensible, sans quelque changement de faciès pétrographique et paléontologique? Mais, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que ce bassin ligurien eût été, à l'instar du bassin aquitanien du Piémont, assez profond pour qu'un abaissement du niveau de la mer de quelques centaines de mètres n'eût eu aucune influence sur ses dépôts; et encore! Or, ceux-ci prouvent, au contraire, qu'il n'était pas profond du tout (ce qui, naturellement, a facilité le retrait complet de la mer ligurienne inférieure): cette seconde et dernière hypothèse est aussi insoutenable que la première. Donc, c'est bien la mer du Nord qui s'est retirée de l'Allemagne, au commencement de l'époque ligurienne supérieure, pour revenir ensuite, au commencement du Tongrien inférieur; cela est clair et évident. Du reste, ensuite, il en a été de même, quoique à un moindre degré, dans la partie ouest du bassin du Nord: partout, en effet, à Tongres, à l'île de Wight, à Montmartre, le Ligurien supérieur ne se présente plus que sous le faciès fluvial ou fluvio-marine, preuve que les embouchures des fleuves qui se déversaient de ce côté dans la mer du Nord empiétèrent de suite et de beaucoup sur son territoire; et ce faciès fait même quelquefois place au faciès lacustre (Brie, Bembridge), preuve encore plus forte que le continent s'agrandit aussi de ce côté, au commencement de la nouvelle époque.

ZONE SUD. — L'unité stratigraphique des dépôts marins liguriens supérieurs de la zone méridionale ressort, non seulement de leur position identique, mais encore, d'une part, de l'abondance à leur niveau, des deux *Nummulines* associées, les *Nummulina intermedia* d'Arch. et *N. Fichteli* Mich^{ti} (1). (Biarritz, Garans, Lesbarritz, Tuc du Saumont, etc., Branchai (rive droite), tout l'Apennin, de Céva à la

(1) DE LAHARPE, Nummulites de la zone supérieure de Biarritz. (*Bull. Soc. Borda*). Dax, 1879.

Trebbia, le Bas-Monferrat, Priabona (tuf supérieur), Oberaudorf? Nagy Kovacs, Klausenburg) et d'autre part, des affinités de faune du falun de Lesbarritz et du grès de Barrême avec les mollasses serpentineuses de la Ligurie centrale et avec les tufs basaltiques supérieurs du Vicentin (Gnata, Montecchio-Maggiore, Sangonini, Soglio di Brin). Or, cette fois encore, la nature sableuse de la plupart de ces dépôts, leur faune côtière ou de mer peu profonde et l'absence de relations directes entr'eux et le Ligurien supérieur du Nord, nous indiquent assez clairement qu'ils se sont formés à une époque de mer relativement basse, en comparaison des mers des couches qui les encadrent.

CONSTITUTION DU TONGRIEN INFÉRIEUR OU RUPÉLON.

ZONE NORD. — L'erreur dans laquelle j'ai persisté dans mes deux derniers tableaux des terrains tertiaires, même après avoir reconnu la loi de constitution des étages, erreur qui consiste en l'admission de l'argile à septaires du nord de l'Europe comme membre et type du sous-étage supérieur du Tongrien, tout en étant la preuve peu flatteuse que je n'avais pas jusqu'alors étudié comme il faut la stratigraphie du dépôt, a pour faibles excuses, d'abord, l'exemple des géologues belges, dont le « système » rupélien se compose des deux « étages » des sables de Klein-Spauwen et des argiles de Boom, et ensuite, ma répugnance, encouragée par l'opinion de M. Sandberger (1) à considérer le calcaire à *Helices* de Mayence comme Aquitaniens inférieurs, à cause de la grande rareté de l'*Helix Ramondi* Bronn. dans ce calcaire. Quoique singulièrement contrarié par le faciès de mer profonde de l'argile à septaires et de sa continuation vers le sud (l'argile ou schiste à *Amphisyle Heinrichi* Bronn et *Meletta crenata* Heck. de la Haute-Alsace, de Bâle, du pied des Alpes et des Carpathes), je faisais, pour une fois, bonne mine à mauvais jeu, en admettant que la mer tongrienne ne s'était pas retirée de l'Allemagne, au début du Tongrien supérieur et que, par exception, c'était bien à un grand « krach », survenu du pied sud des Vosges, à travers le nord du Jura, le long des Alpes et jusqu'au bout des Carpathes, qu'était due l'extension extraordinaire de la zone nord de ce Tongrien soi-disant supérieur. En abordant aujourd'hui de nouveau les questions de stratigraphie et de paléontologie relatives à la constitution du Tongrien, j'ai la grande joie de recon-

(1) SANDBERGER, Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, p.437. Wiesbaden, 1863.

naître tout d'abord ma méprise au sujet de la position des marnes à *Cyrènes* de Mayence, c'est-à-dire de la place que je leur avais assignée dans l'Aquitanien inférieur, et de voir, en conséquence, l'étage tongrien parfaitement soumis, lui aussi, à la loi cosmique des étages, c'est-à-dire à la règle de l'alternance des dépôts de mer ample avec des dépôts de mer plus petite, en opposition sur chaque hémisphère.

Le Tongrien inférieur du Nord se trouve donc composé, comme du reste bon nombre de sous-étages, tant inférieurs que supérieurs (1), de deux niveaux principaux, différents, dans le centre de l'Europe, par leurs faciès pétrographiques et par conséquent par quelques espèces propres à ces faciès, mais étroitement liés par la même extension géographique et par la grande majorité de leurs faunes (2). Le premier niveau, ayant pour type les sables de Klein-Spauwen, de Berg et de Rupelmonde, en Belgique, s'étend déjà sur un immense espace à l'est et au sud, sous les aspects divers de sables blancs (Königsberg), de sables gris foncé (Stettin, Magdebourg, Scëllingen, Leipzig), de sables jaunes (Alzey, Kreuznach, Eguisheim), de marnes jaunes ou bleues (Stetten, Aesch, Laufon, près de Bâle, Neucul près de Delémont, Cœuve, près de Porrentruy, les Brenets, près du Locle, Noirvaux, près de Boudry) (3), et de calcaire gréseux jaunâtre (Courgenay, Paplemont près de Porrentruy); il revêt ensuite, au pied du Salève, le faciès du grès de Fontainebleau. Il occupe en même temps une grande partie du bassin éocène de Paris, où il se présente aussisous les aspects pétrographiques les plus divers (4). Il réapparaît dans l'île de Wight (marnes marines de Hempstead), et il est nécessaire qu'il ait jadis occupé une dépression allant de Paris à Rennes, parce que c'est le seul chemin qu'ont pu prendre le *Natica crassatina* et le *Deshayesia cochlearia* pour passer du Golfe de Gascogne dans la mer du Nord et parce que la faune du Tongrien supérieur de Rennes n'a guère pu s'enrichir de tant d'espèces du Tongrien infé-

(1) Tels, entr'autres, le Thuringien inférieur (a. Schiste cuprifère, b. Zechstein), le Toarcien supérieur (a. Zone à *Belemnites acuarius*, b. Zone à *Ammonites Jurensis*), le Bartonien inférieur (a. Niveau des sables de Beauchamp inférieurs ou Lower Barton, b. Niveau des sables de Beauchamp moyens ou Middle Barton), le Langhien inférieur, l'Helvétien supérieur, etc.

(2) SANDBERGER, loc. cit. — VON KOENEN, Das marine Mitteloligocœn Norddeutschlands, I. (*Palæontographica*, vol. 16, Cassel, 1867). — LEPSIUS, Das Mainzer Becken. Darmstadt, 1883.

(3) JACCARD, Géolog. du Jura vaudois et neuchât. (*Matériaux p. la carte géolog. Suisse*, 6^{me} livr.) 1869.

(4) MEUNIER, Géolog. des environs de Paris. — DE LAPPARENT, loc. cit.

ricur de Paris ou de Mayence que par ce chenal temporaire. Or, comme sur tout ce vaste espace le Ligurien supérieur ou fait défaut, ou n'a plus le faciès marin, cette distribution des premiers dépôts tongriens indique derechef une nouvelle et grandiose, quoique peu puissante, invasion de la mer du Nord et permet déjà de présumer les deux faits suivants, que les faunes de Santa-Giustina et d'Oberaudorf vont nous prouver : 1° que cette mer se réunit à la Méditerranée par le chenal de la vallée du Rhône; 2° qu'elle traversa le Jura et la dépression nord-subalpine, pour se réunir aussi à la Méditerranée par le bassin du Danube (1), puisque dans la faune d'Oberaudorf, près de Kufstein, le *Cardium anguliferum* Sandb., le *Cyrena semistriata* Desh., le *Corbula Henkeliusi*? Nyst. et le *Corbula subpisiiformis* Sandb., espèces du Nord, accompagnent dans les marnes et mollasses bleues, superposées au Ligurien supérieur, le *Diastoma Grateloupi* d'Orb. et le *Cerithium calculosum* Bast., espèces du Sud.

Le second niveau du Tongrien inférieur, l'argile de Boom ou à septaires, suit le premier niveau dans toute sa région orientale, tout en le débordant sur plusieurs points (Kreuznach, pied sud du Taunus, Eckardroth, Cassel), grâce à l'amplitude majeure de la mer qui le déposait. Mais, dans le bassin jurassique, au lieu de suivre le Jura comme son prédécesseur (à moins d'y avoir été complètement détruit, comme à l'est de Bâle), il tourne de Belfort, comme lui, vers l'Est, pour se prolonger, par Obersiegsdorf, près de Traunstein (schistes à *Meletta crenata* sous l'Aquitancien inférieur du Thalberg), jusqu'en Carinthie, en Moravie et dans le sud de la Galicie, contrée d'où les schistes à *Amphisyle Heinrichi* et *Meletta crenata* sont connus depuis longtemps et signalés en beaucoup d'endroits. Il n'est donc pas douteux non plus qu'à la seconde phase de l'époque tongrienne inférieure, la mer du Nord se déversa aussi et par un plus large canal, puisqu'elle était encore plus ample, dans la partie est de la Méditerranée.

Dans le bassin de Paris, où le fond de la mer devint de plus en plus sableux, grâce à la destruction des concrétions siliceuses des dépôts antérieurs et sans doute aussi à la silice qu'apportait la Loire, le niveau de l'argile à septaires est, tout naturellement, encore représenté par des sables et dès lors moins nettement séparé du niveau inférieur. Néanmoins, c'est nécessairement à lui qu'appartiennent les sables peu coquilliers de la ville d'Étampes et de la

(1) Ne pas confondre ce Tongrien inférieur d'Oberaudorf avec l'Aquitancien inférieur qui longe le pied des Alpes, beaucoup plus au Nord.

côte Saint-Martin, puisque ces sables font suite, vers le haut, aux couches de Jeurre et de Morigny et finissent par être recouverts par le Tongrien supérieur d'Ormoy. Or, comme ces couches intermédiaires se retrouvent en maint endroit élevé, autour de Paris, à Montmartre, Romainville, Argenteuil, La Ferté-Aleps, il s'ensuit que, dans le bassin de l'ouest aussi, la mer du Nord a augmenté sa colonne d'eau à la seconde phase du Rupélon.

ZONE SUD. — Comme les nombreux dépôts de cette zone n'ont encore été, que dans bien peu de cas, distingués comme ils le méritent de ceux qui les encadrent, je crois devoir m'arrêter, cette fois, un peu plus longtemps à leur sujet, car il est important de démontrer qu'eux aussi tranchent presque partout, par leur faciès de dépôt de mer profonde, sur les assises qui les supportent, comme sur celles qui les recouvrent.

Commençons nos investigations par l'Aquitaine. Tandis qu'à l'époque ligurienne supérieure le bassin de Bordeaux était occupé par un grand lac, dans lequel se formèrent le calcaire et la mollasse à *Nystia Duchasteli* dits du Fronsadais, ce bassin se transforma subitement, au début de l'âge tongrien, en un golfe, où se déposa le calcaire à *Astéries* inférieur, constitué aux environs de Bourg par des marnes blanchâtres et, à Bordeaux même, par des marnes bleu foncé, identiques par leur faune avec les marnes bleues de Gaas et avec celles de la Chausserie, près de Rennes (1). Voilà, certes, un bel exemple de l'invasion de la mer et d'une mer assez profonde, au début d'un nouvel âge géologique ! Tandis encore qu'à Biarritz le Ligurien supérieur consiste en un dépôt sablonneux peu puissant, le Tongrien inférieur qui lui succède sous le Casino est constitué par plus de deux cents mètres de marnes et mollasses bleues pauvres en fossiles, démontrant la nouvelle amplitude de la mer de Gascogne. De même encore à Gaas : des marnes bleues, à faune pauvre et composée surtout de quelques Gastropodes communs (*Natica crassatina* Desh. (*Ampullina*), *N. angustata* Grät., *Turbo Parkinsoni* Bast., *Collonia marginata* Lam., var., etc.) et d'un banc d'*Ostrea rudicula* Delb. et Raul., forment ici aussi contraste avec les sables ou les calcaires à *Nummulines* du Ligurien supérieur, aussi bien qu'avec les marnes sableuses à *Cardita Basteroti* du Tongrien supérieur. Toutes ces données témoignent donc dans le même sens.

Passons maintenant à la chaîne des Alpes, puisque le Tongrien

(1) **TOURNOUER**, Terrain tert. des env. de Rennes (*B. S. G. F.*, 2^e série, t. 29, p. 481, 1872).

du pied des Pyrénées centrales est une formation d'eau douce. Ici, nous tombons d'abord sur la coupe de Barrême, relevée par Garnier et Tournouër (1). Or, rien n'est plus clair que cette coupe; elle nous offre, en effet, au-dessus du flysch et des grès et poudingues à faune de Lesbarritz, une série d'assises marno-schisteuses, contenant à leur base le *Melania semidecussata* Lam., espèce très caractéristique du Tongrien, et au-dessus, une nouvelle série, plus calcaire, avec *Bythinia Dubuissoni* Bouill. (*Melan.*) et *Cerithium submarginaticeum* Braun, c'est-à-dire le Tongrien supérieur, identique à celui d'Aix en Provence (2). Ainsi donc, ici encore, le Tongrien débute soit par des roches marneuses, soit par un dépôt d'eau profonde, tandis que le Ligurien supérieur est constitué par des roches sableuses et le Tongrien supérieur par un calcaire d'eau douce.

Étudions ensuite la belle coupe de la colline du Vit, près de Castellane (3), localité des plus intéressantes sous plusieurs rapports et surtout sous celui du mélange qu'offre la faune du Tongrien inférieur, à l'instar de celle du Tongrien supérieur de Biarritz. Il y a là, au-dessus des quelques mètres visibles de marnes à *Favosites*, une trentaine de mètres de grès marneux et schisteux, verdâtres et jaunâtres, riches par trainées en petites *Nummulines* et correspondant ainsi au flysch de Barrême; puis viennent trois mètres de mollasse jaune, à moules de coquilles indéterminables, mollasse que l'on peut placer, sans risque d'erreur, au niveau du grès jaune de Barrême. Dès lors, il faut bien que les douze à quinze mètres de marnes bleues qui succèdent représentent le Tongrien inférieur, puisqu'elles sont à ce niveau stratigraphique, qu'elles en ont le faciès de dépôt d'eau profonde et une bonne partie de la faune méridionale et enfin puisqu'elles sont, à leur tour, recouvertes par les quinze mètres et plus de calcaire blanc à *Bythinia Dubuissoni*, qui forment le sommet du Vit.

Arrivés enfin en Italie, ne nous arrêtons point dans le Vicentin, puisque, par exception, cette contrée volcanique ne nous offre point, sauf à Monteviale, de types de dépôts de mer profonde, mais hâtons-nous de passer à l'Apennin ligurique, où nous attendent des faits éminemment concluants.

Par un contraste frappant avec le Ligurien supérieur de la Ligurie

(1) TOURNOUER, *Ibidem*, p. 503.

(2) FONTANNES, *Études stratigraphiques, etc.* Le groupe d'Aix, p. 127. Lyon et Paris, 1885.

(3) TOURNOUER, *Loc. cit.*, p. 707.

et du Bas-Monferrat, (constitué, comme on sait, par des masses de poudingues (1) avec des bancs de mollasse et, surtout vers le haut, des marnes micacées, vert-grisâtre), le Tongrien inférieur, au moins celui de la première région, et à l'exception de Santa-Giustina et de Sassello — localités du détroit qui, à cette époque, réunissait le bassin du Pô au bassin méditerranéen proprement dit — est formé par une série quelquefois puissante de marnes blanc-verdâtre, très fragmentables, singulièrement homogènes et extrêmement pauvres en fossiles, sauf à leur base où il y a passage insensible au Ligurien supérieur (2). Les quelques espèces suivantes, que j'ai recueillies sans chercher longtemps, au beau milieu de la série, au sud de Ponzone et à Castel dei Ratti à l'est de Serravalle : *Cytherea splendida* Mer., *Tellina Nysti* Dsh., *Corbula subpiformis* Sandb., *Teredo anguina* Sandb., *Bulla crassiplicata* M.-E. *Pleurotoma Parkinsoni*? Dsh. et *Austria Aturi* Bast. (Naut.), ne prouvent, pour le moment, qu'une chose, c'est que le dépôt est bien du Tongrien marin. Or, cette masse de marnes homogènes, pauvres en fossiles, indique de la manière la plus certaine une mer ample succédant à une mer beaucoup plus restreinte. La preuve que cette augmentation de la colonne d'eau a été due surtout au flux envahisseur des mers du Nord nous sera donnée par la coupe et la faune tongrienne inférieure de Santa-Giustina.

Le petit bassin de Santa-Giustina, au-dessus de Savone, est creusé dans la serpentine et aussi aux dépens du flysch, dont une étroite bande l'entoure encore en demi-cercle, du côté ouest, c'est-à-dire sur le versant est du mont Tamburro. Le fond de ce bassin, en aval et à l'ouest du village, est occupé par le Ligurien supérieur, à faciès ambigu, peut-être de lagune et en tout cas d'eau peu profonde, et constitué par des alternances de poudingues et de mollasse verdâtre, la mollasse contenant à trois niveaux successifs (3) une flore terrestre abondante et des plus remarquables sous tous les rapports.

(1) La grande inégalité de profondeur de la mer, qui devait renfermer de nombreux écueils et des hauts-fonds de roches serpentineuses et schisteuses, ainsi que l'époque de chaleur (dont la preuve est la faune lacustre de l'île de Wight) et par conséquent de tempêtes (la preuve en est la flore terrestre de Santa-Giustina), expliquent suffisamment la masse de conglomérats sans qu'il soit absolument besoin d'avoir recours à des deltas de torrents.

(2) Il est fort regrettable que les faunes du Ligurien supérieur, du Tongrien inférieur (Dego, en partie; Santa-Giustina, Sassello, en partie) et même du Tongrien supérieur (Mornese) soient confondues dans les ouvrages *ad hoc* des Paléontologues piémontais.

(3) Ces trois niveaux correspondent aux numéros 3, 6 et 9 de la coupe relevée par Dom Perrando et que j'ai revue avec lui, en 1877.

En admettant comme dernière assise de ce Ligurien supérieur les trois mètres de mollasse brunâtre qui, ici comme entre Sassello et la Maddalena, contiennent un grand nombre de fragments de feuilles, le Tongrien inférieur qui succède se trouve constitué de la manière suivante : dix mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à parties légèrement concrétionnées, comme partout en Ligurie à ce niveau, mollasse à peu près sans fossiles, sauf dans la partie supérieure (couche n° 11 de la coupe), où il y a une trainée de *Natica crassatina* ; environ trente mètres de mollasse plus tendre, gris-clair, à peu près sans fossiles, au-dessus desquels on trouve trois mètres de marnes schisteuses et micacées, gris-foncé, dans lesquelles abondent les *Psammobies*, le *Cyrena Michelottii* et le *Cytherea incrassata* (n° 13) ; viennent ensuite huit mètres environ de marnes gris-bleuâtres, sans fossiles, un banc coquillier (n° 15), épais de deux à trois mètres et constitué par une mollasse grossière, passant par place à un conglomérat de petits cailloux, de même couleur brunâtre. A ce banc, très riche en *Natices*, en *Cérithes* et en *Mélongènes*, succèdent cinq mètres de mollasse grise, avec quelques trainées de cailloux ; un banc de coraux, du genre *Calamophyllia*, je crois ; dix-huit mètres de mollasse grise avec de petits cailloux épars ; un petit lit de poudingues bruns, à *Cerithium margaritaceum* ; enfin, vingt mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à bancs alternativement plus durs ; et la coupe se termine, aux environs des nouveaux forts, par environ vingt-sept mètres de poudingues roux, à gros éléments, avec, au-dessus des treize premiers mètres (n° 23), quelques plaques de mollasse gréseuse riches en *Nummulina aquitanica* M.-E., seu *complanata*, Bast. (*Operculina*), non Lam., et une faune très remarquable dans la partie supérieure, malheureusement aujourd'hui enlevée ou cachée par le fort qui barre la route. Or, pour des raisons de stratigraphie aussi bien que de paléontologie, je considère ces vingt-sept mètres de poudingues rougeâtres comme du Tongrien supérieur et comme le dépôt d'une baie de la Méditerranée et non du bassin piémontais de l'époque.

Maintenant qu'il est démontré, par les faciès pétrographiques, que le Tongrien inférieur de Santa-Giustina contraste selon la règle avec le Ligurien supérieur et le Tongrien supérieur de l'endroit, sa faune va nous donner cette autre preuve que la mer du Nord de l'époque communiquait directement avec le bassin méditerranéen. Voici donc les espèces de ce Tongrien inférieur que j'ai recueillies jusqu'à présent (sauf une seule, le *Cytherea splendida*, au Musée universitaire de Gênes) et qui se trouvent définitivement classées au Musée fédéral de Zurich. (Les espèces nouvelles sont publiées dans le *Journal de Conchyliologie*. Paris, 1893).

	S ^e Guistina	Plus bas	Ton. Inf. Nord	Tong. Inf. Sud	Plus haut
1. <i>Ostrea (Gryphæa) Brongniarti</i> Bronn.....	1	4		5	
— <i>cyathula</i> Lam.....	1		5	4	4
— — var. = <i>imbriata</i> Grat.....	5		2	5	
— <i>rudicula</i> Delb. et Raul.....	1	3		5	
5. <i>Pecten (Neithea) arcuatus</i> Broc. (<i>Ostr.</i>).....	3	5		4	2
— <i>Bernensis</i> M.-E.....	2	4		2	
— <i>Biarritzensis</i> d'Arch.....	3	4-5		4-5	
— <i>Gravesi</i> d'Arch.....	2	2		2	
— <i>tripartitus</i> Dsh. = <i>subtripartitus</i> d'Arch..	2	5		4-5	
10. <i>Lima Sandbergeri</i> Dsh.....	1		2		
— <i>triangula</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	1				
<i>Arca kurracheensis</i> d'Arch. = <i>anceps</i> ? Mich ^{li}	2	2		?	
— <i>pretiosa</i> Dsh.....	1		2		
— <i>rustica</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	1				
15. <i>Pectunculus bormidianus</i> M.-E. = <i>Lugensis</i> Fuchs.	2	5		?	3
— <i>Brongniarti</i> M.-E.....	2	3		4	4
<i>Astarte scabra</i> ? Mich ^{li}	1	2			
<i>Lucina gracilis</i> ? Nyst.....	3	3	?		
— <i>miocœnica</i> Mich ^{li} , p.p.....	3	3			4
20. — <i>Omaliusi</i> ? Dsh.....	1		3		
— <i>Perrandoi</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	2				
<i>Axinus sinuosus</i> Don. (Ven.) = <i>unicarinatus</i> Nyst.	2	4	3		4
<i>Cardium comatulum</i> ? Bronn.....	1		2		2
<i>Isocardia (Callocardia?) corrugata</i> M.-E. Esp. nouv.	1				
25. <i>Cyrena circumsulcata</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	3				
— <i>Michelottii</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	5	2-3		2	
<i>Cytherea incrassata</i> Sw. (Ven.).....	5	4	5	3	4
— <i>splendida</i> Mer.....	1	3	5	2	3
<i>Venus Justinensis</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	3				
30. — <i>Michelottii</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	1				
<i>Tapes sabaginus</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	1				
— <i>virgatus</i> Sow. (Pull.).....	3	?		?	
<i>Psammobia aquitana</i> M.-E. = <i>Stampinensis</i> Dsh.	4-5	?	3	4	5
— <i>plana</i> Brongn. (<i>Cyth?</i>).....	3		5		
35. — <i>protracta</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	3				
— <i>Sandbergeri</i> Kœn.....	4	4		4-5	
<i>Tellina colpodes</i> Bay.....	1	3			
— <i>elliptica</i> Broc.....	1	2			3-4
— <i>Nysti</i> Dsh.....	1		3-4	3	3-4
40. — <i>Perrandoi</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	4				
— <i>reducta</i> M.-E. Espèce nouvelle.....	1				
<i>Thracia Crossei</i> M.-E.....	1	2		2	
<i>Corbula bijugata</i> Sandb.....	1				1
— <i>cuspidata</i> Sow.....	3-4	3	3		

	S ^a Giustina	Plus bas	Tong. Inf. Nord	Tong. Inf. Sud	Plus haut
45. <i>Corbula gibba</i> Ol. (Tel.) = <i>subpisiiformis</i> Sdb. et <i>deleta</i> Dsh.	4	4	4	5	5
<i>Teredo anguinea</i> Sandb., em.	3		2		
<i>Natica Josephinæ</i> Ris.	2	3		2	5-4
— <i>Nysti</i> d'Orb.	2	4	5	3	3
— <i>Saccoi</i> M.-E. Espèce nouvelle.	1				
50. — (<i>Ampullina</i>) <i>crassatina</i> Dsh. (<i>Ampul.</i>)	5	3	4	4	3
— — <i>gibberosa</i> Grat. = <i>Garnieri</i> Bay, var.	2	4		3	4-5
<i>Melania</i> (<i>Bayania</i>) <i>semidecussata</i> Lam.	3		4-5	4	
<i>Cerithium Charpentieri</i> Bast. = <i>Trinitense</i> Fuchs., var.	1			3	4
— <i>trochleare</i> Lam., var. = <i>Diaboli</i> Brongn.	4	4	5	3	
55. — <i>lamellosum</i> Brug., var. = <i>aquitanium</i> M.-E.	2	4-5		3	3
— (<i>Potamides</i>) <i>bidentatum</i> Deffr., var. = <i>gibberosum</i> Grat.	2	3		3	4
— — <i>Lamarcki</i> Brongn. (<i>Pol.</i>)	2		4		5
— — <i>margaritaceum</i> Broc. (Mur.), typus.	4	3	3	4	5
— — — var. <i>monilifera</i>	3	3	?	3	3
60. — — — var. <i>calcarata</i> (1)	5	?	?	?	5
— — <i>plicatum</i> Lam.	4	5	5	4	5
<i>Melongenæ</i> (<i>Myristica</i>) <i>laevecarinata</i> Mich ¹¹ (Fus.) ..	4				
<i>Strombus Perrandoi</i> M.-E. Espèce nouvelle.	1				
<i>Nummulina Fichteli</i> Mich ¹¹	3	5			3
65. — <i>intermedia</i> d'Arch.	2	5			

Si déjà un premier coup-d'œil sur cette liste nous montre le fait significatif que dix de ses espèces, à savoir les numéros 10, 13, 20, 23, 34, 39, 43, 46, 57 et 60, ne sont connues que du Tongrien du Nord ou plus haut, et manquent ainsi au Tongrien inférieur tant du sud-ouest que du sud-est de l'Europe, l'étude plus détaillée de la distribution et des rapports de certaines espèces va nous indiquer de la manière la plus sûre le chemin que ces espèces ont pris pour venir à Santa-Giustina, ou pour aller de là dans le Nord. Examinons, par exemple, de plus près, l'*Ostrea cyathula* et sa variété méridionale, l'*O. fimbriata* : Les deux fossiles ne se distinguent, comme on sait, ni par la taille, ni par la forme, ni par la charnière, ni par l'impression musculaire, et la valve supérieure,

(1) C'est sans doute par suite d'une confusion de localités de la part de M. Michelotti que M. Sandberger cite cette variété du Ligurien supérieur ou du Tongrien inférieur de Dégo, car je ne l'y ai jamais trouvée, pas plus qu'à Mioglia ou aux Carcare. Je ne connais de même le *Cerithium margaritaceum*, ni de Gaas, ni d'une autre localité ligurienne ou tongrienne du département des Landes.

en particulier, est exactement la même de part et d'autre ; mais le type parisien n'a d'ordinaire que de trente-cinq à quarante côtes, assez larges, peu élevées, arrondies, inégales et légèrement écailleuses, tandis que l'*O. fimbriata* a d'ordinaire une cinquantaine de côtes, étroites et élevées, assez égales et plus ou moins crénelées. Or, j'ai sous les yeux un exemplaire de l'Huitre de Jeurre qui a, lui, quarante-cinq côtes, assez étroites sur le dos et légèrement crénelées sur le côté antérieur ; j'ai, de Romainville, un *Ostrea cyathula* qui a au moins cinquante côtes, en partie très serrées ; enfin, j'ai d'Aesch, près de Bâle, entr'autres, une valve d'*O. cyathula* à quarante-cinq côtes, étroites et élevées, sensiblement carrées et partant plutôt crénelées qu'écailleuses, tout à fait à l'instar de maint *O. fimbriata* : l'ensemble de ces faits prouve donc à l'évidence que l'*O. fimbriata* n'est que la variété méridionale de l'*O. cyathula*, et la valve d'Aesch citée indique en second lieu, déjà à elle seule, que c'est bien le long du Jura et des Alpes occidentales qu'avait lieu la communication entre la mer du Nord et la Méditerranée de l'époque. Prenons un autre exemple, tout aussi topique : Puisque le *Tellina Nysti* n'est connu, au-dessous de l'Aquitanién, ni dans le sud-ouest, ni dans le sud-est de l'Europe, tandis qu'il est répandu dans les deux sous-étages tongriens, aussi bien du Nord que de l'Apennin ligurique, il est clair qu'il a passé de Delémont à Santa-Giustina par le canal rhodanique (1). Prenons encore *Tellina reducta* M.-E. L'espèce n'est, à vrai dire, qu'une variété extrême et rabougrie du *Tellina Nysti*. Or, c'est justement à Neucul, près de Delémont, que ce dernier présente des spécimens plus courts en arrière que le type. Prenons enfin *Tellina Perrandoi* M.-E. : l'on peut dire que c'est la variété du climat chaud du *T. Raulini*, puisqu'il ne s'en distingue que par sa taille un peu plus forte et par sa largeur. Or, le *T. Raulini* n'est connu que du Tongrien inférieur de Mayence et de Paris. Et comme si toutes ces données ne suffi-

(1) Les grandes différences de faunes et de roches que présentent chacun des sous-étages inférieurs du Londinien, du Parisien et du Bartonien sur les deux versants des Alpes centrales prouvent absolument que cette partie de la chaîne était, à ces époques, déjà assez haute pour empêcher la mer de la traverser. De même, l'absence du flysch sur le versant italien des Alpes, depuis le Mont-Viso jusqu'au Bassanaï, indique sans doute l'existence de la même barrière à l'époque ligurienne inférieure. Enfin, les particularités du Tongrien inférieur du bassin du Pô sont trop extraordinaires pour qu'il soit permis d'admettre que la mer du Nord de l'époque ait traversé les Alpes suisses et piémontaises. Quant aux petits dépôts liguriens supérieurs du pied du Pilate (Eigentlial) et de Kufstein (Oberaudorf), je suis intimement persuadé qu'ils proviennent d'un bras de mer basse qui contour-
nait les Alpes par l'Est.

saient pas, je puis encore annoncer que je connais maintenant du grès blanc du pied du Salève cité par M. M. Favre à la réunion de la Société géologique de France à Genève, en 1875, en outre de nombreux *Cerithium plicatum*, de nombreux *Corbula subpisiiformis*, et quelques empreintes étirées qui ne peuvent guère appartenir qu'à *Cytherca incrassata*, jalonnant ainsi, jusque dans la vallée du Rhône, le canal jurassique de la mer tongrienne. Par les démonstrations que je viens de faire, je pense avoir prouvé aux géologues les plus exigeants qu'à l'époque tongrienne inférieure la mer du Nord communiquait directement, c'est-à-dire à travers la partie ouest du centre de l'Europe, avec le bassin méditerranéen, tout comme elle l'avait, du reste, déjà fait aux premières époques des quatre derniers des âges nummulitiques précédents.

CONSTITUTION DU TONGRIEN SUPÉRIEUR OU LANGONIN.

ZONE NORD (1). — En se retirant de nouveau du nord de l'Allemagne, de la Belgique et du nord de la France, la mer laissa remplis les trois bassins réduits de Mayence, de Paris et de Rennes, bassins plus ou moins vite complètement clos, dans lesquels la faune, tout en gardant un nombre considérable d'espèces du Tongrien inférieur, ne tarda pas à se modifier par ses nombreuses pertes, ainsi que par l'arrivée ou le développement d'espèces des eaux douces et des eaux saumâtres. En effet, l'âge tongrien supérieur des marnes à *Cyrènes* de Mayence, en premier lieu, est fixé par leur faune marine toute tongrienne, par leur transition lente au Tongrien inférieur sous-jacent ; enfin, par leur identité de position avec les sables d'Ormoy, sans parler de l'abondance, de part et d'autre, du *Cerithium Lamarcki* et du *Bythinia Dubuissoni*, espèces caractéristiques du Tongrien supérieur, au moins par le grand développement qu'elles y ont pris. Il va de soi, de même, que les sables d'Ormoy constituent le niveau supérieur du Tongrien, puisqu'ils sont, eux aussi, recouverts par l'Aquitanier inférieur à *Helix Ramondi*. Quant au calcaire blanc de la Chaussérie et de Saint-Jacques près de Rennes, la preuve qu'il dépend du Tongrien supérieur est encore bien facile à donner. D'abord il en a

(1) Voyez SANDBERGER, loc. cit., p. 432. — LEPSIUS, loc. cit., p. 78. — MEUNIER, loc. cit., p. 340 (Dans cette coupe, le Tongrien supérieur commence avec la couche n° 2 et finit avec la couche n° 4). — DE LAPPARENT, loc. cit., p. 1169. — TOURNOUËR, in *B. S. G. F.*, 2^e série, 1868, p. 367.

les deux espèces les plus caractéristiques, à savoir : le *Cardita Basteroti* (1) et le *Cerithium Lamarcki* ; ensuite il repose sur les marnes bleues, à *Natica crassatina* et *N. angustata*, du Tongrien inférieur, et de plus, sa faune compte un grand nombre d'espèces bien plus caractéristiques du Tongrien supérieur du sud-ouest de la France que du Tongrien inférieur de cette contrée. Et du reste, ce calcaire marin passe, à la Chausserie, vers le haut, à un calcaire lacustre, dont l'âge ne peut pas être plus récent que l'Aquitainien inférieur.

ZONE sud. — Dans l'Aquitaine, abstraction faite de Biarritz, le Tongrien supérieur se distingue du Tongrien inférieur, d'abord par certaines espèces caractéristiques et communes, telles, avant tout, le *Cardita Basteroti* et le *Cerithium Charpentieri*, puis, par l'apparition ou la réapparition d'un certain nombre d'espèces soi-disant miocènes (sensu primitivo), telles : *Lucina columbella*, *L. incrassata*, *Lutraria latissima*, *L. sanna*, *Protoma cathedralis*, *Turritella Desmaresti*, *Xenophora Deshayesi*, *Natica helicina*, *Cerithium calculosum*, etc. Sous ces deux rapports, la faune du calcaire à Astéries supérieur du département de la Gironde (Bourg, Castillon, Léognan, la Brède, Saint-Morillon, Langon) a beaucoup de ressemblance avec celle des marnes *sableuses* bleu clair ou grisâtres de la métairie du Tartas, à Gaas, qui surmontent les marnes bleues *argileuses*, tongriennes inférieures, du même endroit et des environs. Or, la roche déjà un peu siliceuse, dans l'est de la Gironde, aussi bien que les fossiles plus abondants, démontrent que ce Tongrien supérieur de l'Aquitaine s'est, lui aussi, déposé dans une mer moins profonde qu'elle ne l'était immédiatement auparavant.

Il est sans doute plus difficile de reconnaître à Biarritz et d'y limiter le Tongrien supérieur, vu que, en opposition avec les dépôts du golfe girondin-landais de Gaas-Lesperon, les sédiments du Tongrien de la ville balnéaire se sont formés dans un bassin vaste et profond, où la diminution de hauteur de la colonne d'eau n'a eu d'influence sur eux que dans le voisinage de l'ancienne côte. En admettant néanmoins comme vraisemblable que le Tongrien supérieur existe encore à Biarritz, le mieux sera, je pense, de le faire commencer au phare et tout en bas du cap, là où les bancs calcareo-

(1) L'identité spécifique de *Cardita Basteroti* et *C. Bazini* de Deshayes est trop importante, au point de vue de la Stratigraphie, pour que j'omette d'affirmer ici que l'étude réitérée de mes nombreux et beaux matériaux concernant les deux soi-disant espèces m'a donné chaque fois la preuve flagrante que l'une n'est qu'une très légère variété de l'autre, et que de part et d'autre, il y a des individus parfaitement identiques.

gréseux dominant déjà de beaucoup sur les marnes bleues intercalées.

Après ce que j'ai rappelé ci-dessus au sujet du Tongrien supérieur de la Provence, je n'ai plus à m'en occuper ici et je puis en venir au dernier paragraphe de ma démonstration stratigraphique, à l'exposition concluante des caractères du sous-étage dans la Haute-Italie.

Sans m'arrêter à citer tout au long la belle et curieuse faune mélangée des poudingues roux de Santa-Giustina, je rappellerai seulement que déjà le faciès pétrographique du dépôt prouve, une fois encore, qu'ici aussi la mer tongrienne a dû beaucoup perdre en profondeur au début de la seconde époque, et je ferai remarquer en passant que cet amas de poudingues, par son contraste avec les calcaires blancs ou les marnes calcaires grises de l'autre côté de l'Apennin, prouve que le bassin de Santa-Giustina était, à la nouvelle époque, séparé de celui du Piémont; et j'en arrive aux données prégnantes qu'offre de nouveau à ma thèse la constitution du Tongrien supérieur piémontais et vicentin.

Comme je l'ai montré, tant sur ma carte géologique de la Ligurie centrale, exposée à Paris en 1878, que dans les deux notices à son sujet (1), il y a tout le long de l'Apennin piémontais, au-dessus de la masse homogène du Tongrien inférieur, comme un ruban et quelquefois comme un mur de soubassement d'une roche toute différente, dure tout à coup, mais de constitution très variable, à savoir : tantôt à bancs de mollasse et lits de poudingues (Arquata); tantôt calcaire et blanche ou grise, à grains verts (environs d'Acqui), riche alors en *Nullipores*; tantôt marno-schisteuse, à concrétions gréseuses multiformes (environs de Dégo, de Spigno, etc.); cette roche sépare ainsi de la manière la plus claire la masse sous-jacente de l'énorme masse, à alternances interminables de bancs de mollasse et de marne, qui constitue l'Aquitainien de la Ligurie et du Haut-Monferrat. Or, ce niveau stratigraphique, par ses roches toutes à faciès littoral, aussi bien que par ses fossiles en maints endroits aussi nombreux que variés, porte, lui aussi, le franc cachet d'une époque de mer peu profonde. Mais ce Tongrien supérieur subapennin, en même temps qu'il reflète si bien les circonstances nouvelles dans lesquelles a eu lieu son dépôt, offre aussi, sous le rapport paléontologique, un intérêt particulier. Et d'abord, il pos-

(1) Sur la carte géolog. de la Ligurie centrale (*B. S. G. F.*, 2^e sér., t. V, 1877). — *Zur Geologie des mittl. Ligurien. (Vierteljahrsschr. Zürcher. naturforsch. Gesellsch., 1878).*

sède un bon nombre d'espèces plus anciennes, telles : *Nummulina Fichteli* (1) Mich^{ti} (Acqui-M^{te} Cavatore), *Ostrea gigantea* Sol. (Arquata), *Pecten arcuatus* Broc. (Molare), *P. deletus* Mich^{ti} (Visone, Acqui-M^{te} Cavatore), *Pectunculus bormidianus* M.-E. (Acqui), *P. Brongniarti* M.-E. (Acqui-M^{te} Cavatore), *Trigonocelia Goldfussi* Nyst. (Arquata), *Cytherea incrassata* Sow. (Acqui), *Tellina Nysti* Dsh. (Sale), *T. subrotunda* Lam. (Sale), *Thracia Crossei* M.-E. (Acqui), *Natica auriculata* Grat. (2) (Acqui-M^{te} Cavatore), *Natica Nysti* Dsh. (Arquata), etc.; ce qui prouve, certes, que c'est bien encore du Tongrien. Mais, outre ces espèces, on en rencontre un certain nombre d'autres se trouvant à ce niveau pour la première fois, ou plus communes plus haut que plus bas, telles : *Limna miocænica* Sism. (Visone), *Arca Fichteli* Dsh. (Acqui, Arquata), *Thracia pubescens* Pult. (Acqui-M^{te} Cavatore), *Dentalium Bouei*? Dsh. (Arquata), *Ficula Burdigalensis* Sow. (Molare), etc. C'est donc exactement le même mélange d'espèces nummulitiques et d'espèces mollassiques, en moindre nombre, que nous a déjà offert le Tongrien supérieur du sud-ouest de la France. Et comme personne ne songe à placer le calcaire à *Astéries* supérieur dans l'Aquitainien, c'est à grand tort que quelques géologues italiens y ont englobé son analogue du Piémont, sans tenir compte au moins de la grande différence de roches qui existe entre les quelques mètres de ce dépôt et les centaines de mètres de l'Aquitainien qui y succèdent.

Mais si le calcaire à *Nullipores* des environs d'Acqui et sa prolongation à l'ouest et à l'est représentent le Tongrien supérieur, il doit nécessairement en être de même de celui du Vicentin, puisque celui-là occupe une position identique, c'est-à-dire puisqu'il succède immédiatement aux couches de Castelgomberto, comme à Bocca d'Oro, près de Monteviale et à San Michele, près de Bassano. Au surplus, ici aussi la faune parle en faveur d'un dépôt nummulitique. Et d'abord, les deux espèces les plus communes des couches dites de Schio, le *Lithothamnium torulosum* Gumb. et le *Pecten deletus* Mich^{ti}, sont les mêmes qui abondent aux environs d'Acqui. Il y a, en outre, dans ces couches de Schio, au moins trois espèces essentiellement nummulitiques, à savoir : à côté du *Pecten deletus*

(1) N'ayant, dans mes longues recherches, jamais trouvé de *Nummulines* dans l'Helvétien inférieur de la colline de Turin, je crois pouvoir affirmer que le *N. Fichteli*, que M. Michelotti en cite, provient du Ligurien supérieur de la contrée.

(2) C'est par erreur que Grateloup donne comme gisement de cette espèce le Langhien de Saint-Paul; elle ne se trouve, dans les Landes, qu'à Gaas. Des erreurs semblables sont nombreuses dans l'Atlas de Grateloup.

qui apparaît dans le Ligurien supérieur, à Dégo, le *Pecten corneus* Sow. et le gros *Teredo Tournali* Leym. Quant aux autres espèces actuellement connues de ces gisements : *Scutella subrotunda* Lam., *Echinolampas conicus* Laube, *Clypeaster Michelottii* Laube, *Cl. placenta* Mich^{ti}, *Cl. regulus* Laube, *Cytherea incrassata* Sow., *Venus nur*, Gmel., *Thracia pubescens* Pult., *Xenophora extensa* Sow., *Turritella Sandbergeri* M.-E., elles remontent toutes des terrains nummulitiques, lorsqu'elles ne sont pas locales. Dès lors, il est à peine besoin de rappeler qu'il y a plusieurs espèces de *Scutelles* et de *Clypeâstres* nummulitiques, et qu'entr'autres le *Scutella subrotunda* et le *Clypeaster placenta* apparaissent dès le Ligurien supérieur du Piémont, pour détruire la légende que le calcaire à *Nullipores* du Vicentin inaugure le système mollassique, lui qui n'a aucune ressemblance avec l'Aquitainien de quelque contrée que ce soit.

Je répète donc ce que j'ai déjà dit ailleurs : Les étages Aquitainien, Langhien et Helvétien, partie inférieure, mauquent dans le Vicentin et ce n'est qu'à partir de l'Helvétien moyen (mollasse à nombreuses dents de *Squales*), qui, aux environs de Bassano, recouvre les couches de Schio, que reprend, dans la Vénétie, la série des dépôts tertiaires.

NOMENCLATURE STRATIGRAPHIQUE.

Aucun des soixante-six étages à distinguer aujourd'hui dans la série purement sédimentaire n'a une nomenclature aussi embrouillée que les deux étages dont il est ici question. Sans parler de la terminologie surannée, où les limites assignées aux groupes Eocène, Oligocène et Miocène varient presque suivant chaque auteur qui l'adopte et chaque bassin géologique (1), la nomenclature uniforme et homophone, introduite dans la Géologie par Alexandre Brongniart et généralisée par Alcide d'Orbigny, nous offre elle aussi, au sujet du Ligurien et du Tongrien, une synonymie assez compliquée. Si nous remontons à la source de cette complication, nous la trouvons en la nomenclature employée par Dumont, dans sa carte géologique, pour ses « étages » locaux et qui, pour la plupart, se trouvent mal délimités. C'est que cette nomenclature, n'ayant de prime abord pas eu d'autre destination que celle de fixer dans la mémoire

(1) Voyez entr'autres DE LAPPARENT, Traité de Géologie, 1885, p. 1164. — FONTANNES, cité au n° 21.

TABLEAU des principaux dépôts liguriens

	N. DE LA FRANCE	BELGIQUE	MAYENCE ET JURA
Langonin	Grès de Fontainebleau; sables à <i>Cardita Basteroti</i> et calcaire d'eau douce d'Ormoy. Calcaire à <i>Cardita Basteroti</i> des environs de Rennes.	—!	Marnes à <i>Cyrena semistriata</i> des environs de Mayence, de la Wetterau et du Grand-Duché de Bade.
Rupelon	n. Sables blancs entre Etampes et Ormoy. A. Sables fossilifères, dits de Fontainebleau. Marne bleue, à <i>Natica crassalina</i> des environs de Rennes.	b. Argile à <i>Leda Deshayesi</i> de Boom, Bassele, Rupelmonde. A. Sables de Berg, Klein - Spauwen, Vieux-Jonc, etc.	b. Argile à <i>Leda Deshayesi</i> des environs de Mayence. Marnes à <i>Amphisyle</i> de Belfort. A. Sables fossilifères des environs de Mayence. Marnes et calcaires tongriens des environs de Bâle, Delémont, Porrentruy, Neuchâtel et Genève.
Henisin	Calcaire d'eau douce et meulière de la Brie. Marnes vertes ou jaunes, à <i>Cyrena semistriata</i> , de Montmartre, etc. Gypse supérieur de Montmartre, etc.	Argile verte et sables fins, à <i>Bythina Duchasteli</i> et <i>Cyrena semistriata</i> , de Henis, Vieux-Jonc, Vliet, Klimmen, etc.	Calcaire à <i>Bythina Duchasteli</i> de Therswyl, près de Bâle.
Lattorfon	Gypse moyen et inférieur avec lits de marnes à faune mélangée d'espèces bartoniennes et d'espèces tongriennes, de Montmartre, la place de l'Europe, Argenteuil. Calcaire de Ludes, près Reims.	Sables glauconifères, à <i>Ostrea ventilabrum</i> , etc., des environs de Bruges, Louvain, Termonde, Hasselt, Saint-Trond, Tirlemont, etc.	Terrain sidérolitique supérieur, à <i>Pulcotherium</i> , du Jura bernois et soleurois.

et tongriens du centre de l'Europe.

N. DE L'ALLEMAGNE	S.-O. DE LA FRANCE	PROVENCE	HAUTE-ITALIE
— !	Calcaire à <i>Astéries</i> supérieur à <i>Cardita Basteroti</i> . Marnes sableuses de Gaas, à <i>Cardita Basteroti</i> . Mollasse supérieure de Biarritz.	Calcaire d'eau douce, à <i>Bythinia Dubuissoni</i> , du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes (Barrême et Castellane).	Poudingues roux, à <i>Cardita Basteroti</i> , de Santa-Giustina. Calcaire à Nullipores d'Acqui, etc. Calcaire à Nullipores (couches de Schio) du Vicentin.
B. Argile à <i>Leda Deshayesi</i> (argile à septaires), du nord de l'Allemagne. A. Sables roux ou bruns de Stettin, Neustadt - Magdebourg, Leipzig, Søllingen, etc.	Calcaire à <i>Astéries</i> inférieur et marnes bleues, à <i>Natica crassatina</i> , de la Gironde. Marnes bleues de Gaas, Cazordite, Lesperon. Marnes bleues, à bancs gréseux, du Casino au Phare, à Biarritz.	Marnes supérieures à peu près sans fossiles, des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis. Marnes marines supérieures de Barrême. Marnes bleues à <i>Ostrea Brongniarti</i> , de Castellane.	Marnes à <i>Natica crassatina</i> de S ^{te} -Giustina et de Sassello. Marnes gris clair - verdâtre, pauvres en fossiles, sauf à leur base, de l'Apennin piémontais et du Bas-Monferrat. Couches dites de Castelgomberto, du Vicentin, etc.
— !	Calcaire du Fronsadais, à <i>Bythinia Duchasteli</i> . Marnes à <i>Patwothërium</i> de Bonzac. Sables à <i>Numm. intermedia</i> et <i>Fichteli</i> du Tuc du Saumon, de Lesbarritz et de Biarritz. Falun blanc de Lesbarritz, à Gaas.	Calcaire à <i>Cyrena semistriata</i> . Calcaire à <i>Bythinia Duchasteli</i> des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis, etc. Grès à <i>Numm. Fichteli</i> et <i>intermedia</i> de Branchai. Grès jaune de Barrême. Mollasse jaune de Castellane.	Poudingues et Mollasse serpentineuse inférieure de l'Apennin ligurique et du Bas-Monferrat. Tuf basaltique de Gnata, Montechio-Maggiore, Sangonini, Soglio di Brin, etc.
Sables glauconifères, à <i>Ostrea ventilabrum</i> du nord de l'Allemagne. Grès ferrugineux, à <i>Ostrea ventilabrum</i> , des environs de Kœnigsberg.	Mollasse du Fronsadais. Marnes inférieures de Civrac. Grès à <i>Chondrites Targionii</i> de Très Pots-Cachaou, à Biarritz.	Marnes noires d'Aix. Argile et sables gypseux d'Apt. Flysch des Hautes-Alpes, des Basses-Alpes (Barrême, Castellane) et des Alpes - Maritimes, (de Puget, La Mortola), etc.	Macigno, à <i>Chondrites intricatus</i> et <i>Ch. Targionii</i> , de l'Apennin, à bancs calcaires fossilifères, dans le Bas-Monferrat. Grès et poudingues de Laverda et de Valrovina, près Bassano.

la série des dépôts tertiaires de la Belgique, ne fut point accompagnée de listes de fossiles au moins suffisantes pour permettre aux géologues non belges de reconnaître de suite chez eux les niveaux distingués ; et, défaut encore plus grave, Dumont ne lui donna aucune synonymie propre à fixer dans l'ordre chronologique général les niveaux qu'il distinguait. Or, de ces faits, il résulte qu'à l'instar d'un nom d'espèce sans diagnose, ses noms d' « étages » n'ont aucun droit à la priorité.

Quoi d'étonnant dès lors que d'Orbigny, n'ayant pour se guider en Belgique que l'ouvrage paléontologique de Nyst (1), où le Tongrien est constitué par le Tongrien supérieur, le Rupélien inférieur, le Rupélien supérieur et le Boldérien de Dumont, adopta, dans son Prodrôme de Paléontologie, le nom de Tongrien pour le Miocène inférieur d'Elie de Beaumont. Et c'est ainsi que, pendant près de quarante ans, ce terme et sa signification précise ont été admis par les écoles géologiques de France et de Suisse, et le seraient encore pour longtemps, si la découverte de la loi cosmique des étages n'était pas venue mettre de l'ordre, à ce sujet aussi.

Je fus donc, de mon côté, dans mon plein droit lorsque, en 1857, je proposai le nom d'étage Ligurien pour les dépôts intermédiaires entre le Bartonien et le Tongrien, tel qu'on le comprenait alors, en repoussant le terme d'étage Sextien, employé par E. Dumas puis par M. de Rouville, pour les assises à peu près du même âge, pour les raisons suivantes : d'abord, parce qu'en bonne logique, le type d'un étage doit être un dépôt marin ; ensuite, parce que ce terme est trop savant ; enfin, parce que le Sextien de Dumas comprenait plus de Tongrien que d'autre chose (2) et que, même aujourd'hui, personne ne sait au juste quelles sont à Aix les couches qui lui appartiennent certainement (3). Or, tout au contraire, il y a peu de noms d'étages aussi caractéristiques et excellents que celui de Ligurien, puisque ses deux sous-étages réunis dominant infiniment sur les autres étages représentés en Ligurie.

Maintenant, s'il résulte des faits stratigraphiques mieux fixés que le Tongrien de d'Orbigny, comprenant les trois sous-étages de Hénis, de Rupel et de Langon, doit être réduit aux deux derniers, il n'en est pas moins de toute justice de conserver ce nom à l'étage, au lieu de le remplacer par le terme de Stampien, comme le font

(1) Description des Coquilles et Polypiers des terr. tert. de la Belgique, p. 646.

(2) FONTANNES, loc. cit., p. 134.

(3) FONTANNES, id. p. 116 et suivantes.

quelques géologues ; et la preuve, c'est que personne ne songe à remplacer par un nouveau terme le nom de Sinémurien, parce que l'étage primitif a été amputé du tiers inférieur, qui a passé au Rhétien, de même que personne ne voudra changer le nom de l'avant-dernier étage jurassique, sous prétexte qu'il faut distraire de celui-ci le sous-étage Virgulien, pour en faire du Portlandien inférieur. C'est donc au nom de la Science, c'est-à-dire de l'ordre et de l'internationalisme dans la Géologie, que je prie les géologues belges de se soumettre à la nécessité, en employant à l'avenir les termes de Ligurien et de Tongrien dans le sens nouveau pour eux, mais absolument logique, que ces noms ont désormais acquis. Sans doute, il leur sera pénible, non seulement de s'habituer à la signification nouvelle pour eux du mot Tongrien, mais de refaire à ce sujet une grande quantité d'étiquettes (1); mais qu'ils s'y résignent, puisqu'ils seront bien aussi forcés d'abandonner le terme de Wemmélien, synonyme tardif de mon étage Bartonien, de ne plus distinguer le Panisélien, terme qui ne s'applique qu'à un demi sous-étage, et de fondre sous le nom de Parisien, leur Bruxellien et leur Lækenien (2). Et de fait, à quoi bon nos congrès géologiques internationaux, si là comme en dehors d'eux, nous ne nous décidons pas à adopter une terminologie internationale, c'est-à-dire identique, juste, exacte et commode ?

LE TONGRIEN INFÉRIEUR D'ÉGYPTE

C'est pendant mon premier séjour au Caire, durant l'hiver de 1885-86, que, frappé par l'analogie fortuite des concrétions multiformes du Saharien inférieur du pied du Mokattam avec celles du Tongrien supérieur de la vallée de la Bormida, en Piémont, je fis des recherches et découvris, dans la sablière qui faisait face à la mosquée de Kait-Bey, du véritable Tongrien sous la forme d'un banc de grès calcaire brunâtre, riche en fossiles d'eau douce mélangés avec quelques espèces de genres marins (3). Si, au premier abord, influencé

(1) Parmi les ennuis des collectionneurs, le plus grand, en cette fin de siècle, est sans contredit la nécessité fréquente de refaire les étiquettes, à cause des changements des noms de genre qui viennent s'imposer. Eh ! bien, il faut en prendre son parti et travailler.

(2) Tout en conservant, je ne demande pas mieux, le nom de Lækenien pour le sous-étage parisien supérieur, en remplacement du terme de Grignonin, terme mal choisi, puisqu'il s'est vérifié que les couches qui affluent à Grignon n'appartiennent qu'aux Calcaires grossier inférieur et moyen.

(3) MAYER-EYMAR. *Zur Geologie Egyptens*, p. 20 (*Vierteljahrsschr. Zürch. naturforsch. Gesellsch.*), 1886.

par le voisinage immédiat de ce dépôt et des concrétions, je me trompai sur son âge exact, j'eus dès l'automne suivant l'occasion de rectifier ma première impression, en étudiant mieux la nature et les relations des couches environnantes et en recueillant un plus grand nombre de fossiles dans le grès tongrien. Aussi, dès que j'eus corrigé les épreuves de mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoune, je m'occupai de la rectification que demandait ma première notice, et j'ai publié cette rectification au commencement de 1889 (1).

Dans cette seconde notice sur la Géologie de l'Égypte, j'ai pu citer et figurer dix-huit espèces de Mollusques recueillis dans le banc de grès en question, à savoir : 1. *Astarte ? plicata* Mer. (1) ; 2. *Cyrena Cairensis* M.-E. (3-4) ; 3. *Cyrena Dawsoni* M.-E. (2) ; 4. *Tellina (Arcopagia) Heberti* Dsh. (3) ; 5. *Tellina ? Fridolini* M.-E. (1) ; 6. *Tellina Nysti* Dsh. (2) ; 7. *Syndosmya sufficiens* M.-E. (1) ; 8. *Maetra Forbesi* M.-E. (3) ; 9. *Corbula Sandbergeri* M.-E. (2) ; 10. *Hydrobia dactylodes* Sdb. (4-5.) ; 11. *Hydrobia Nysti* M.-E. (5) ; 12. *Melanopsis subcarinata* Morr. (4-3) ; 13. *Melanopsis subulata* Sow. (2-4) ; 14. *Melania Nysti* Du-Chât. (4) ; 15. *Potamactis turritissima* Forb. (1) ; 16. *Pupa Schweinfurthi* M.-E. (2) ; 17. *Pupa tongriana* M.-E. (1) et 18. *Helix Cairensis* M.-E. (2).

« Or, disais-je, il n'y a guère de faunule fossile qui permette de tirer de son gisement et de sa composition tant et de si importantes conclusions que celle-ci. En effet, il est d'abord clair qu'elle appartient au Tongrien inférieur, puisqu'au moins six de ses espèces (les numéros 4, 6, 10, 13, 14 et 15) sont de cette époque et qu'il ne peut être question d'en retrouver un jour la plupart, mêlées à quelques-unes des espèces nouvelles, soit dans le Ligurien supérieur du Nord, en compagnie des *Melanopsis subcarinata* et *Melania Nysti* qui y apparaissent, soit dans le Tongrien supérieur ou l'Aquitaniu inférieur, à côté du *Tellina Nysti* qui y remonte. En second lieu, le mélange des espèces indique un dépôt de delta, puisqu'il ne compte que six espèces marines (les numéros 1, 4, 5, 6, 7 et 8) vis-à-vis de huit espèces des eaux douces (les numéros 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14 et 15). Le grand nombre relatif des espèces terrestres (six exemplaires trouvés dans moins d'un mètre cube de roche) prouve, en troisième lieu, que dès l'époque tongrienne première, la vallée du Nil était sujette à des inondations de la part du fleuve. En somme, notre faunule démontre qu'à l'époque qu'elle indique, la Méditerranée baignait le pied du Mokattam et que le Nil ou tout au moins un de ses bras se déversait là dans la mer.

(1) Uber das Tongrian von Cairo (Egypten) (Eodem loco, 1889, p. 191).

Mais notre faunule nous amène à des conclusions bien plus importantes et tout aussi évidentes : Tandis que ses éléments marins viennent corroborer le fait que la mer du Nord tongrienne première communiquait avec la Méditerranée directement, c'est-à-dire à travers l'ouest de l'Europe centrale et non pas seulement en contournant l'ouest de l'Europe, l'origine de ses espèces fluviatiles demande naturellement une explication à part. Pour toutes sortes de raisons, en effet, il faut nier la possibilité que ces mollusques d'eau douce, *Melanopsis subulata*, *Melania Nysti*, *Hydrobia dactyloides* et *Potamoclis turritissima*, se soient propagés peu à peu et par terre (bien entendu à l'aide des animaux vertébrés) de l'île de Wight et d'Anvers jusqu'au Caire. Il nous faut donc admettre qu'ils ont été transportés du Nord de l'Europe en Egypte par des oiseaux hydrophiles émigrants, collés à l'état d'œuf ou à peine éclos, avec des particules de vase, à leurs plumes, pieds, becs ou crins du col, ou de toute autre manière. Or, de ce que certains oiseaux des ordres des Grues, Cigognes et Lamellirostres émigraient à l'époque en question, de l'Europe en Afrique, il ressort que dès cette époque, les cours d'eau et marais de l'Europe ne leur livraient point la nourriture en hiver, c'est-à-dire, que cette saison était déjà froide chez nous, à savoir même si elle n'était pas plus froide qu'actuellement, par suite de la grande extension de la mer du Nord. Ces conclusions sont du reste corroborées par la faune marine du Tongrien inférieur du Nord. Cette faune est en effet pauvre en espèces ; elle est singulièrement uniforme ; elle compte beaucoup de petites espèces et fort peu de grosses ; enfin, elle possède déjà beaucoup de types septentrionaux, tels : les Astartes, les petites Cardites triangulaires, les Saxicaves, les Cyprines, les Trophons, les Buccins. Elle a donc déjà le cachet de faune septentrionale. Si nous mettons en regard de ces faits ces autres remarques, qu'à l'île de Wight les calcaires d'eau douce de Headon-Hill, Tottland et Colwell Bay, avec leurs Mollusques analogues à des espèces récentes des Indes, (*Planorbis euomphalus*, *Limnæus fusiformis*, *longiscatus*, *pyramidalis* etc.) appartiennent au Bartonien supérieur (Lower Headon) et au Ligurien supérieur (Upper Headon), tandis que la faune alternativement marine et saumâtre du Ligurien inférieur (Middle Headon), présente les mêmes caractères de décrépitude, pour ainsi dire, que la faune du Tongrien inférieur, nous obtenons une nouvelle confirmation de la loi des étages, dont la conséquence est que chaque seconde époque d'un âge géologique a dû se distinguer de la première, non seulement par des mers plus restreintes, mais encore, et ceci en est

sans doute en partie une conséquence, par un climat plus chaud, même bien avant la fin de la période nummulitique. »

Tel était l'état de nos connaissances, au sujet du Tongrien inférieur d'Égypte, lorsque, l'année dernière, j'eus l'occasion de continuer mes recherches sur ce terrain. Si déjà la seconde notice de M. Schweinfurth sur la Géologie des environs du Fayoum (1) m'avait convaincu que certaines des assises « miocènes », observées par lui sur les hauteurs à l'ouest de Dimé, devaient être tongriennes, sa notice suivante parue en 1889 (2) m'intrigua à un tel degré, par la citation de fossiles dans les mêmes collines « miocènes », à l'ouest des Pyramides de Ghizeh, qu'à mon retour du voyage d'occasion à Assouan, je m'empressai de faire, moi aussi, une excursion dans l'ouest des Pyramides.

Malheureusement, lorsque j'arrivai aux collines en question, (localité fossilière que je nomme les collines de Sandberger), le vent du nord-ouest, fort et froid, qui s'était levé la veille, était accompagné d'ondées à l'avenant, de sorte que je ne pus que fixer à la hâte la position de la couche fossilière et recueillir quelques échantillons de roches, sans m'attarder à faire la coupe du gisement. Heureux néanmoins, mais non satisfait du résultat de ces premières recherches, je refis l'excursion en avril et j'eus alors le loisir d'étudier comme il faut l'intéressante localité nouvelle et d'y recueillir, en trois endroits, une assez grande quantité de fossiles, tous à l'état de moules il est vrai, mais cependant presque tous déterminables. Or, parmi une douzaine de formes différentes, je reconnus de prime abord les trois types tongriens *Tellina Nysti* Dsh., *Psammobia aquitanica* M.-E. et *Natica crassatina* Dsh. (*Ampna*), réunis au surplus dans un banc analogue au banc de Tongrien inférieur du Caire, de sorte qu'à ma grande joie, mes prévisions se trouvèrent justifiées par les faits. Voici maintenant la description stratigraphique de la nouvelle localité :

Les collines de Sandberger, à une vingtaine de kilomètres à l'ouest des grandes Pyramides, ont pour type la colline à laquelle M. Schweinfurth a donné le nom de « Walther-Hugel », colline en forme de pyramide tronquée qui, à l'instar d'un chef, domine d'environ un mètre et a sa place isolée à une centaine de mètres au

(1) G. SCHWEINFURTH, Reise in das Depressionsgebiet im Umkreise des Fajum, im Januar 1886 (*Zeitschrift des Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. Bd. 21, Heft 2, p. 141).

(2) G. SCHWEINFURTH, Über die Kreideregion bei den Pyramiden von Gizch. (*Petermanns Mittheilungen* 1889, Heft. 2).

nord de la chaîne. Large à la base et du côté de l'est d'environ quarante mètres, cette colline n'a guère que seize mètres de haut (et non vingt-et-un que lui attribue M. Schweinfurth) et se compose des assises suivantes, mesurées par à peu près, au bâton de quatre-vingt-dix centimètres :

En bas et se perdant dans le sable du désert : 1° trois mètres visibles d'argile sableuse tendre, de couleur rouge de tuile; 2° deux mètres de sable fin ou argileux, couleur lie de vin; 3° deux mètres et demi d'argile sableuse, bleu-verdâtre clair, avec un ruban de sable rouge au-dessous du milieu; 4° un mètre et demi de marne sableuse *fossilière*, de couleur jaune foncé, à parties concrétionnées, calcaréo-gréseuses, blanchâtres et jaunâtres, légèrement tachetées de brun et à fentes remplies de petites concrétions blanchâtres; 5° un mètre de beau sable rose; 6° un mètre dix de sable gris clair; 7° un mètre et demi de sables multicolores, en minces couches jaunâtres, violettes, blanches et bleu clair; 8° deux mètres cinquante ou soixante de tuff brun et gris-verdâtre, à taches ou ponctuations brunes et à petits biscayens de dolérite; 9° le sommet du tertre est formé par un demi-mètre et moins de basalte, caractérisé par ses nombreux cristaux d'olivine et d'augite comme de cette variété qui s'appelle la dolérite.

Cette série de couches horizontales se répète, naturellement, dans les collines voisines, avec cette différence que la base est encore plus ensablée et que la cime de dolérite est souvent entamée ou affaissée, par suite de l'érosion, de manière que ses débris recouvrent par place, à peu près directement, la couche fossilière. Celle-ci, du reste, paraît être également riche sur plusieurs points, et si, à la colline de Walther, elle abonde en *Lucines*, elle offre, plus au sud, de nombreuses *Tellines* et possède en ces endroits quelques Gastropodes d'au moins trois genres différents. Voici, du reste, la liste provisoire des espèces que j'ai recueillies dans cette assise n° 4, sans parler des empreintes et moules de coquilles sur ou dans les parties dures de la roche :

Tellina Espèce nouvelle, du Parisien supérieur de Branchai (Bass.-Alp.), de Grancona (Vicentin) et du Bartonien inférieur d'Allons (Bass.-Alp.). Un exemplaire.

— Espèce nouvelle. Onze exemplaires.

— *Nysti* Dsh. Deux exemplaires.

Psammobia aquitanica M.-E. Cinq exemplaires.

Cytherea ? Un exemplaire.

Lucina Espèce nouvelle. Vingt-deux exemplaires.

— Une ou deux espèces, pour le moment indéterminables.

Cardita ? Un exemplaire.

Turritella rotifera Lam. Un exemplaire.

Natica (Ampullina) crassatina Dsh. Un exemplaire.

Cerithium (Potamides). Un exemplaire.

Comme on sait, et je le répète, trois des espèces certaines de cette faunule appartiennent au Tongrien inférieur du Nord; de plus, ces espèces ne se trouvent nulle autre part que là réunies en même abondance. Si, à ces faits, nous ajoutons que notre assise fossilifère est, dans ses parties endurcies, assez semblable au banc dur, à fossiles tongriens, des Tombeaux des Chalifes et que, de part et d'autre, l'assise en question surmonte la même série de couches marno-sableuses versicolores, rien n'est plus certain que l'âge géologique du nouveau dépôt marin.

Cela posé, il reste d'abord à savoir où placer, vers le haut de notre coupe, la limite du Tongrien inférieur. Il me semble que le fait que la roche à fossiles est tachetée par place de brun-verdâtre vient nous renseigner à cet égard. Il est, en effet, tout naturel de considérer ces petites taches comme le produit de cendres volcaniques tombées dans la mer, ou de parcelles de tuf volcanique détachées par les vagues d'un cône sous-marin. Or, comme ces produits se répètent et se développent dans le tuf qui supporte la dolérite, toute la partie supérieure de nos collines doit être de même âge géologique, c'est-à-dire appartenir au Tongrien inférieur.

Mais à cela ne se bornent pas les conclusions à tirer de notre nouveau gisement. Il résulte en effet, en premier lieu, de l'inspection sommaire de la contrée en son sud-est, que les collines abruptes qui surgissent de la plaine, le Kum-el-Chachaf et nécessairement aussi le petit massif derrière ce monticule auquel Schweinfurth a donné le nom de collines de Whitehouse, sont, elles aussi, composées de couches horizontales, sableuses et versicolores, couronnées, en partie au moins, par un banc de dolérite. Il ressort, en second lieu, assez clairement des observations de M. Schweinfurth sur les hauteurs qui séparent le lac du Fayoum de la plaine libyque, à l'ouest de Dimé, que là aussi une série de couches marno-sableuses et versicolores est terminée par une masse siliceuse noirâtre qui ne peut être que la dolérite. Grâce à ces données, il est dès maintenant permis d'admettre que le Tongrien inférieur a jadis occupé un très grand espace, dans la partie nord-est du désert libyque, et d'espérer dès lors que la couche fossilifère prouvant cette extension se retrouvera, en cherchant bien, sur tous les points élevés que couronne la dolérite.

D'un autre côté, la fixation de l'âge de la dolérite des collines de Sandberger entraîne nécessairement celui de tous ces jalons de roches dolériques, de composition chimique très semblable (1), qui s'étendent en ligne droite du fond nord de l'oasis Béhariéh jusqu'en Syrie, en passant par les hauteurs signalées, et par Abou-Zabel sur le canal Ismaïlia. Et comme cette ligne d'éruptions correspond assez bien, jusqu'au canal de Suez, à l'axe de l'emplacement qu'a dû occuper la mer tongrienne, l'on est tenté d'admettre une connexion quelconque entre les deux sortes de faits.

Quant, en dernier lieu, à la grande différence de niveau que présente actuellement le Tongrien inférieur d'Égypte des deux côtés du Nil, différence que l'on peut évaluer à cent mètres pour le moins entre le banc fossilifère des Tombeaux des Chalifes et celui des collines de Sandberger, il va sans dire qu'elle est due à l'affaissement des trois côtés du Mokattam qui a eu lieu après le séjour de la dernière mer helvétique dans la contrée; une preuve évidente de cet affaissement nous est fournie par la plaine du Ouadi-el-Tih, entr'autres, avec ses couches parisiennes supérieures moins élevées de soixante mètres au moins que sur le sommet ouest du Mokattam; l'explication inverse, c'est-à-dire, un exhaussement du sol du désert libyque, sans que le pied ouest du Mokattam y ait pris part, n'aurait pas de sens commun.

LE TONGRIEN SUPÉRIEUR D'ÉGYPTE (2).

Comme je vais le démontrer, le Tongrien supérieur est représenté en Égypte, d'une part par les forêts et le bois pétrifiés du coin nord-ouest du désert libyque et de la montagne du Mokattam, de l'autre, par le monticule de grès et quartzites du Djebel Achmar, tout près du Caire, et les pitons des mêmes roches, épars au pied et sur les flancs nord et est du Mokattam. Il se pourrait en outre que quelques dépôts de cette époque, c'est-à-dire soit des grès ou quartzites, soit même quelque calcaire d'eau douce, existassent dans le nord du désert libyque égyptien, vu que l'exploration de cette région est loin d'être terminée et que quelques géologues, entr'autres Unger, en ont cité de rares coquilles d'eau douce fossiles.

(1) BEYRICH, *Über. geogn. Beobacht. Schweinfurths zwischen Cairo and Suez.* (*Bull. Acad. Berlin*, 1882), p. 18.

(2) Voyez plus particulièrement: SCHWEINFURTH, in *Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft*, 1882, p. 139. — Idem, *cod. loco*, 1883, p. 718. — MAYER-EYMAR, *loc. cit.*, pages 31 et 32.

En ce qui concerne d'abord l'âge et le mode de formation du bois pétrifié, voici l'explication que la découverte du Tongrien inférieur marin sur divers points de la Basse-Egypte permet désormais d'en donner :

La mer s'étant retirée et les volcans sous-marins s'étant du même coup éteints, le territoire tongrien, fertilisé par les nouvelles roches, après avoir été à l'état de désert sableux durant l'âge bartonien, se couvrit bientôt d'épaisses forêts d'arbres pour la plupart de l'ordre des *Sterculiacées* et de l'espèce nommée *Nicolia aegyptiaca* Unger, auxquels, à ce qu'il semble par les emplacements de leurs innombrables débris, convint particulièrement le sol doléritique. Mais voilà que les eaux souterraines, arrêtées, soit par le long pli sénonien Djebel Ataka-Abou Roach-désert, soit par les masses volcaniques internes, et chauffées par ces dernières, se mirent à sourdre à droite et à gauche du bas-fleuve d'alors, sous forme de sources thermales siliceuses et vinrent baigner le pied de sarbres, là où ceux-ci occupaient quelque dépression du sol. Or, ces arbres, en absorbant de l'eau chargée de silice, se pétrifièrent peu à peu sur place ; et c'est ainsi qu'ont été conservées la petite et la grande forêt de l'arrière-Mokattam, et celle non moins importante de Moghara, tandis que de beaucoup d'autres qui furent aussi pétrifiées, il ne reste que des troncs ou des morceaux de bois épars, indiquant leurs anciens emplacements par le nombre.

Les preuves des deux propositions avancées dans cette explication nous seront fournies par les faits suivants, parfaitement constatés et faciles à contrôler en Egypte.

D'après tous les témoignages — et pour ma part je puis citer, en ce qui concerne le désert arabique, la région depuis Hélouan jusqu'au Ouadi Siout, et sur différents points jusqu'à plusieurs lieues dans l'intérieur — la seule région du bois pétrifié superficiel tertiaire, sauf les grandes oasis, forme un triangle dont la pointe sud touche presque ou peut-être l'oasis de Béhariéh, tandis que la base se perd dans le delta, la limite sud-est de ce triangle ne passant le Nil qu'à la hauteur de Tourah, entre le Caire et Hélouan. Or, cette région est à peu près la même que celle qu'a dû occuper la mer tongrienne. D'autre part, entre la dolérite ou, lorsque celle-ci manque, le falun coquillier et le bois fossile, il n'y a dans la partie explorée du territoire en question pas trace d'un dépôt intermédiaire sur lequel les forêts ont pu croître — car le sable du désert sans eau ne peut point entrer en compte — il en résulte donc clairement que l'époque des arbres pétrifiés suivit immédiatement celle des éruptions volca-

niques. Quant au mode de pétrification des arbres, il est, de son côté, parfaitement établi par la découverte faite en premier lieu par M. Schweinfurth et constatée depuis par MM. Cramer, Kaiser, Sickenberger et par moi : au beau milieu des forêts pétrifiées du Mokattam, on peut voir des tuyaux verticaux, de trois à quatre centimètres de diamètre, avec un, deux ou trois petits canaux au milieu, tuyaux irréguliers, de couleur brune, et formés par la cimentation siliceuse d'un sable ferrugineux, plus ou moins fin et pauvre en calcaire, détritrus de la dolérite. La connexion entre ces tuyaux de sources siliceuses et la pétrification par la silice des arbres qui les entourent est, en effet, évidente et dès lors l'explication de la cause et du mode de cette pétrification définitivement donnée (1).

Quant, en dernier lieu, au mode et à l'époque de dépôt des grès et quartzites du Djebel Achmar et des quelques pitons plus à l'est, j'estime que les raisons qu'a données M. Schweinfurth pour les identifier avec ceux du bois pétrifié sont parfaitement concluantes, quant au fond, sinon quant à tous les détails. De l'avis, je pense, de tous les géologues qui les ont examinés et notamment de celui de MM. Schweinfurth et Sickenberger, les grès et quartzites du Djebel Achmar, etc., sont des dépôts, dans de petits bassins, d'une eau thermale siliceuse. Ces messieurs admettent que ce sont les produits de véritables geysers ; mais tout me semble contredire cette explication. Il manque, en effet, partout, ces petits cratères ou grands trous de geysers, bouchés seulement par du détritrus ou du sable, et les canaux des nombreux tuyaux que j'ai vus sont trop étroits pour que l'eau ait pu en jaillir, même à un mètre de haut. Il manque, aux environs des masses de quartzites, de ces plaques étendues et stalagmites de silice, comme en dépose la pluie des geysers. Enfin, certaines parties du Djebel Achmar étant conglomératiques dénoncent l'action d'une eau courante. Je crois donc, avec M. Schweinfurth, que la formation de ces pitons de quartzites, avec leurs cailloux roulés et leurs morceaux de bois pétrifié, s'explique, tout simplement, par des ruisseaux d'eau plus ou moins chaude et siliceuse, descendant des forêts du Mokattam, et par la destruction par l'érosion des parois de calcaire grossier des petits bassins que ces ruisseaux remplirent sur leur chemin vers le Nil. L'unité du

(1) Il serait bon de faire quelques fouilles dans les forêts pétrifiées du Mokattam, pour y chercher les racines des arbres. J'ai du reste trouvé, moi aussi, plusieurs racines authentiques de bois pétrifié au pied des collines de Sandberger, preuve que les arbres y croissaient directement sur la dolérite,

phénomène thermal étant de la sorte assez évidente, l'époque du dépôt des quartzites des environs du Caire serait aussi celle du Tongrien supérieur.

LE LIGURIEN SUPÉRIEUR D'EGYPTE

L'âge tongrien inférieur du banc marin des Tombeaux des Châlifés et des collines de Sandberger étant certain, il s'ensuit que les sables marneux versicolores auxquels ledit banc fait suite appartiennent au Ligurien supérieur, à moins, bien entendu, qu'il n'y ait dessous un premier banc marin, tongrien inférieur lui aussi. En attendant que de nouvelles recherches dans le nord-est du désert libyque nous aient fixé à cet égard, et abstraction faite des raisons que va nous livrer la coupe de la partie supérieure des montagnes de Dimé, relevée par M. Schweinfurth, la comparaison de ces couches avec les dépôts analogues les mieux connus semble confirmer notre premier jugement. En effet, le faciès de ces sables versicolores, en couches horizontales bien stratifiées, n'est ni le faciès fluviatile, comme celui des marnes feuilletées du Danien supérieur, du Garummien supérieur et du Sénonien supérieur de la Haute-Egypte, dépôts du Nil après chaque retraite de la mer, ni le faciès marin ou des dépôts des plages sableuses. Force est donc de les considérer comme dépôts d'estuaires fort peu profonds et ici inhabitables, à cause de l'invasion des sables du désert. Or, ces sables marneux versicolores ont, malgré leur surcharge arénacée, une grande analogie avec les dépôts d'estuaires de certains sous étages supérieurs, par exemple, avec les marnes vertes et rouges du Parisien supérieur de la villa Bruce, à Biarritz, et avec les marnes supérieures du Parisien supérieur de Ronca. Ils sont même fort semblables, abstraction faite de leur manque de fossiles plausiblement expliqué, aux sables marneux du Ligurien supérieur de Hénis. Il est donc d'ores et déjà extrêmement vraisemblable qu'ils représentent le Ligurien supérieur.

LE LIGURIEN INFÉRIEUR D'EGYPTE

Comme M. Zittel l'a montré dans son introduction géologique à la Paléontologie de l'Égypte, le Bartonien inférieur existe, assez développé, tout près et à l'est de l'oasis de Siwah. Quant au Bartonien supérieur, sa présence dans cette contrée n'est rien moins que cer-

taine, les quelques *Orbitoides* rencontrées là-bas pouvant tout aussi bien provenir du Bartonien inférieur que du Bartonien supérieur. Du reste, l'absence du sous-étage II dans ces parages ne serait que toute naturelle, puisqu'elle indiquerait que, suivant la règle, la Méditerranée était, à cette époque, de ce côté aussi, moins étendue qu'auparavant. Quoi qu'il en soit, cet emplacement du Bartonien inférieur dans le coin nord-ouest de l'Égypte, loin d'être dû à quelque cataclysme, a son explication dans le fait que c'est dans cette direction que la mer du Parisien s'est retirée. Ce fait est facile à prouver, et comme il a certain rapport avec les conclusions qui vont suivre et qu'il est, en même temps, important pour la démonstration de la loi des étages, je tiens à le démontrer dès maintenant, quitte à le traiter de nouveau, avec plus de détails, dans le travail sur la stratigraphie des terrains nummulitiques d'Égypte, dont j'aurai bientôt à m'occuper.

Tandis que le Parisien inférieur existe, comme on sait, au pied du Siwaï et sur le Djebel Ataka, près de Suez; qu'il occupe à peu près la moitié du désert arabe, jusque au moins à Béni Hassan; qu'il remonte, de l'autre côté du Nil, jusque près de Siout, et, en une pointe, jusqu'à assez près, au Nord-Est, de l'oasis de Farafrah, redescendant ensuite pour contourner, d'assez loin à l'Est et de plus près à l'Ouest, l'oasis de Béharieh, formant plus loin un large sinus dont le fond s'approche derechef de Farafrah, pour se perdre enfin vers le Nord, dans les sables du désert, le Parisien supérieur, lui, ne commence qu'au Djebel Auwébéd et au Djebel el Wohr, à l'ouest de Suez, ne dépasse pas, au sud, la plaine affaissée d'Hélouan, contourne ensuite, au nord et à l'ouest, le Fayoum, suit de là, assez loin, la route de Béharieh et contourne de loin, au nord, cette oasis, pour s'en aller, par les collines d'Ehrenberg et de Minutoli, rejoindre le Bartonien vers Siwah. Comme on le voit, la surface occupée par le Parisien supérieur n'est donc guère que la moitié de celle que recouvre le Parisien inférieur, preuve, en tout cas, du grand retrait de la mer à la fin de cette dernière époque; et la limite sud de cette surface du Parisien supérieur forme une ligne peu ondulée allant du sud-ouest au nord-est, preuve demandée de la direction vers Siwah, c'est-à-dire vers l'océan, de ce retrait de la mer ample parisienne. Or, et c'était là l'un des buts de cette petite digression, puisque l'emplacement du Bartonien n'est pas accidentel, c'est-à-dire le reste d'un dépôt jadis beaucoup plus étendu vers l'est, et qu'il est en même temps fort éloigné du bord est du désert, nous n'avons, de prime abord, point à craindre que tel ou tel dépôt sur-

montant le Parisien supérieur dans cette dernière région, puisse lui appartenir.

Cherchons maintenant, en théorie, l'emplacement qu'a dû occuper la mer ligurienne, si tant est qu'elle a pénétré en Egypte. Nous avons, comme bases certaines de notre raisonnement, la présence du Tongrien inférieur au Caire sous le faciès de delta et aux collines de Sandberger, sous le faciès marin. Mais nous avons aussi, comme argument éventuellement décisif, l'existence vraisemblable du Ligurien supérieur aux mêmes endroits, sous le faciès de dépôts d'étangs salins. Or, si de nos premières données nous pouvons déjà conclure qu'à l'époque tongrienne inférieure la côte et la vallée du Nil avaient la même direction qu'actuellement, mais que cette vallée était moins encaissée que de nos jours, il résulte encore, du second ordre de faits, au moins trois choses, à savoir : d'abord, qu'à l'époque immédiatement antérieure des marais salins, le Nil avait son delta en aval du Caire; ensuite qu'il devait couler de l'autre côté de la vallée, large de dix à douze kilomètres entre le Mokattam et Abou Roach; enfin, et c'est là le point capital, que la mer a dû s'avancer une première fois au moins jusqu'à la hauteur du Fayoum, puisque les sables marneux versicolores n'ont pu se déposer que dans ses estuaires. Or, la coupe qu'a donnée M. Schweinfurth (loc. cit. in p. 34, note 1) de la partie supérieure des hauteurs à l'ouest de Dimé va nous confirmer complètement toutes ces conclusions et nous permettre ainsi de découvrir le Ligurien inférieur.

En effet, M. Schweinfurth a trouvé, là-bas, immédiatement au-dessus de la lumachelle blanche qu'il considère avec moi comme le dernier dépôt parisien supérieur : 1° six mètres d'un calcaire jaune clair, sans fossiles à première vue, calcaire qu'il regarde comme la première assise du « Miocène »; 2° quelques mètres d'une marne sableuse grise; 3° une roche concrétionnée jaune et ocracée; 4° surmontant le petit plateau couvert de bois pétrifié que forme ce dernier banc, les marnes sableuses versicolores que nous connaissons, très développées ici, à ce qu'il dit, et couronnées, elles aussi, par une nappe de dolérite.

Or, puisqu'il ne peut être question ici de Bartonien, de deux choses l'une : ou toute cette série « miocène » — série dont la puissance est estimée par M. Schweinfurth à cent mètres environ — est du Tongrien inférieur, avec alternances de couches marines et d'eau saumâtre, ou les premiers dépôts sont liguriens inférieurs. Or, les considérations suivantes vont nous permettre de résoudre la question, sans avoir, cette fois, aucunement besoin de l'aide de

la Paléontologie : D'abord, la présence du flysch en Égypte concorde à souhait avec sa grande extension sur tout le pourtour de la Méditerranée et ce serait de fait comme un miracle s'il manquait dans le bassin nummulitique du Nil. Ensuite, ces marnes grises (sableuses ici à cause des ondées de sable du désert), vont très bien avec les marnes du flysch d'Algérie. En troisième lieu, enfin, et c'est là la considération décisive, il est tout à fait inadmissible que, dans le petit et peu profond bras de mer du nord-est du désert libyque, la mer tongrienne inférieure ait pu déposer cent mètres (320 pieds), voire même cinquante mètres (160 pieds) de couches. Il y a donc, dans la coupe en question, trois sous-étages et le premier, celui qui nous manquait encore, est nécessairement le Ligurien inférieur.
