

NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR

LE TERRAIN HÉTRURIEN.

PAR L. PILLA.

Dans le Mémoire précédent j'ai tâché de faire connaître la vraie position géologique du macigno, terrain qui occupe une place remarquable parmi les dépôts secondaires de l'Europe méridionale. Une étude spéciale et approfondie des caractères minéralogiques, de la superposition et des débris organiques de ce terrain, m'a amené à le regarder comme un système particulier, indépendant de la craie, à laquelle il est supérieur; il m'a paru pour cela convenable de lui donner un nom particulier, et j'ai proposé celui de terrain *hétrurien*. M. Élie de Beaumont, en appréciant les faits sur lesquels s'étayait mon opinion, me fit l'honneur de m'écrire qu'il regardait mon terrain hétrurien comme un système parallèle de ces terrains nummulitiques des Pyrénées et des Alpes, qui ont été dans ces derniers temps l'objet de grandes controverses parmi les géologues, dont quelques uns, et notamment M. Élie de Beaumont lui-même, les rapportent à la partie supérieure du terrain crétacé, et d'autres à la portion inférieure des terrains tertiaires. Cette manière de voir d'un géologue aussi éclairé était pour moi très satisfaisante, parce qu'elle tendait à rajeunir l'âge du macigno, ce qui s'accordait bien avec mes idées. MM. Dufrénoy et Leymerie, qui, avec leurs recherches, ont jeté une si vive lumière sur les terrains nummulitiques des Pyrénées, ont considéré de même la formation du macigno comme liée aux terrains de Biaritz et des Corbières. Tout en m'accordant sous ce rapport avec les géologues distingués que je viens de nommer, je m'écartais seulement un peu de leur opinion en regardant le macigno italien comme la *partie inférieure* de ces terrains, qui ont en même temps des caractères crétacés et tertiaires. Cependant, pour donner à mon opinion toute l'autorité des faits, il était nécessaire de trouver un endroit où le terrain nummulitique que l'on vient de signaler se trouvât en contact avec un dépôt de macigno bien caractérisé, et d'observer leurs relations. Cet avantage s'est présenté à moi d'une manière inattendue dans une excursion que je viens de faire dans l'Apennin qui sépare la Toscane de la Romagne; et, pour comble de bonheur, j'ai trouvé le terrain nummulitique non seulement en contact avec le macigno,

mais aussi avec le terrain tertiaire qu'on nomme communément en Italie *moyen* ou *miocène*.

Comme les observations que je vais rapporter peuvent éclaircir complètement les doutes sur l'âge des terrains nummulitiques contestés de l'Europe méridionale, et comme elles peuvent aussi changer une opinion aujourd'hui presque généralement reçue en géologie, je demande la permission d'exposer les faits que j'ai observés dans l'ordre où ils se sont présentés.

Lorsqu'on va de Florence à Arezzo, le chemin traverse une partie basse de l'Apennin, qui est composée de macigno bien caractérisé. Seulement, dans la belle vallée de Figline et Monteverchi, qui forme le val d'Arno supérieur, il y a le célèbre dépôt de sables ossifères, qui remplit un grand bassin de macigno. Je ne m'arrêterai pas à décrire ce dépôt, qui est si bien connu; il me suffit de dire en passant que je le regarde comme appartenant positivement à la partie supérieure du terrain subapennin.

En allant d'Arezzo à Borgo S. Sepolcro, on passe de la vallée de l'Arno à celle du Tibre. Les montagnes qui séparent ces deux vallées, et sur lesquelles est tracée la grande route qui conduit dans la Romagne, sont entièrement composées de macigno. La vallée de Borgo S. Sepolcro est environnée de montagnes qui ont partout les formes caractéristiques du macigno; elles sont un prolongement des reliefs qui bordent la vallée pittoresque et sauvage du Casentino. Lorsque de Borgo S. Sepolcro on va à la Pieve S. Stefano, en remontant la vallée du Tibre près de sa source, on voit près de ce pays un massif allongé d'ophiolite, qui traverse le calcaire du macigno dans la direction N. 60° E. Le calcaire est bien caractérisé par ses fucoïdes habituels, et par les impressions nommées communément *méandrinales*. J'ai eu occasion d'y trouver aussi quelques petites articulations de crinoïdes, et c'est la première fois qu'on a rencontré de ces fossiles dans le macigno toscan. Les couches calcaires sont entièrement brisées et redressées contre le massif d'ophiolite, ce qui démontre évidemment que cette roche a été soulevée après le dépôt du calcaire du macigno; mais en même temps on observe d'autres faits, qui semblent modifier la conséquence qu'on vient d'énoncer: car si, d'un côté, il y a des calcaires qui empâtent des fragments d'ophiolite, de l'autre, on voit des couches d'une espèce de grès ophiolitique alternant avec les marnes et le calcaire du macigno, comme le montre la fig. 1, pl. IV. Ces relations sont entièrement nouvelles pour l'Italie, car, d'après tout ce qui nous était connu jusqu'à présent, on avait conclu que l'apparition de toutes les ophiolites de notre péninsule était d'un âge postérieur à celui du macigno; mais les circonstances que je viens de faire connaître annoncent de deux choses l'une: ou que les ophiolites de Pieve S. Stefano étaient déjà formées avant le dépôt du macigno, et qu'elles furent ensuite soulevées à l'état solide après la formation de ce terrain, ou bien qu'il y a eu dans ce pays deux périodes d'éruptions ophiolitiques, l'une antérieure, l'autre postérieure au macigno. Peut-être plusieurs massifs ophiolitiques

de la Toscane et de la Ligurie se trouvent-ils dans le même cas que celui de la Pieve S. Stefano. On doit aussi remarquer que les ophiolites de la vallée du Tibre près de Borgo S. Sepolcro et la Pieve S. Stefano marquent en Toscane la limite la plus orientale des roches de cette nature.

De Borgo S. Sepolcro, en suivant la route de Romagne le long de la vallée du Tibre, on arrive à un endroit où un torrent nommé l'*Aggia* aboutit au Tibre, à la distance de presque 6 milles de Citta di Castello (voyez la petite carte, pl. IV, fig. 2). Si on remonte ce torrent depuis sa jonction et que l'on continue jusqu'à la vallée de Borgo S. Sepolcro, en passant par Trevina, Paterno, Monte S. Maria, Monterchi et Villa, on traversera des montagnes qui offrent des accidents très importants par rapport au terrain hétrurien. Afin de rendre plus intelligibles les faits que je vais exposer, j'ai représenté dans une coupe la série des roches qu'on observe dans les montagnes que je viens de citer et leur gisement relatif (voyez pl. IV, fig. 3).

Les premières montagnes qu'on rencontre à la droite du torrent *Aggia*, près de sa jonction, sont composées d'un conglomérat qui est lui-même formé en grande partie de cailloux de différentes dimensions d'une molasse compacte, que plus tard nous aurons occasion de voir en place. Sur quelques points, du côté de la ferme de *Cerreto*, par exemple, ce conglomérat présente des traces de stratification avec une direction N. 40° E. et une inclinaison de presque 20° au S. E. (*a*).

Au-dessous du conglomérat on voit succéder des couches d'une molasse très friable, ou plutôt des sables agglomérés qui dans quelques endroits renferment de gros fragments de lignite xyloïde (*b*). Après les couches de sables viennent des couches d'une marne bleuâtre qui, lorsqu'elle est exposée à l'air, se délite facilement, et donne à la surface du sol une physionomie presque subapennine (*c, c, c*). Parmi ces couches marneuses on trouve intercalés des lits d'un lignite schisteux qui, lorsqu'il a été exposé à l'action de l'atmosphère, prend un aspect tourbeux; mais il n'est pas rare d'y voir de petites couches de charbon compacte, noir, qui s'approche beaucoup de la houille de Monte Bamboli dans la maremme toscane (*d, d*). On voit ces couches tantôt à la surface des collines marneuses en décomposition, tantôt dans le fond des ravins; leur épaisseur varie d'un demi-mètre à un mètre et demi. En général, elles sont peu inclinées, et leur inclinaison semble coïncider avec celle du conglomérat. Dans une couche marneuse qui formait le mur d'un banc de lignite j'ai trouvé beaucoup d'empreintes végétales se rapportant en grande partie à des plantes dicotylédones, telles que des feuilles de chêne, de hêtre, de saule, etc.; ces débris étaient mêlés avec d'autres de plantes palustres, et peut-être aussi avec de grands fucoïdes. La présence de ces corps suffisait pour indiquer que le dépôt qui les renfermait appartenait au terrain tertiaire miocène, auquel on doit aussi rapporter le conglomérat que nous avons décrit et qui en forme la partie supérieure.

Sous le terrain marneux à lignites on voit succéder un terrain de nature un peu

différente; mais, à leur jonction, les couches de l'un se lient si intimement avec celles de l'autre, qu'il est impossible d'y observer aucune ligne de séparation. Qu'on imagine la marne devenir plus compacte, que parmi ses couches d'autres, d'une molasse solide, commencent à s'intercaler, et qu'enfin les couches de lignite manquent entièrement, on aura une idée complète de la nouvelle formation à laquelle on passe insensiblement (*e, f, e, f*). Cependant ce que je viens de dire ne se rapporte qu'aux parties rapprochées des deux formations; mais si on s'avance du côté des parties plus anciennes de la formation inférieure, on observe de proche en proche des différences très remarquables. Il est nécessaire de suivre ces différences de la formation qui nous occupe, depuis son contact avec les couches marneuses à lignites jusqu'à celles qui en sont les plus éloignées.

Les premières couches de molasse et de marne compactes qui succèdent au-dessous aux marnes miocènes sont généralement minces et peu inclinées. Dans quelques endroits, la molasse présente de petits nids et des veinules d'un charbon noir qui ressemble beaucoup à celui que l'on trouve, quoique rarement, dans le vrai macigno de l'Apennin de Toscane (Pupiglio, Vernia, Lentula, etc.); ce charbon diffère de celui des marnes miocènes par sa nature aussi bien que par sa forme; il a les caractères de la *stipite*, et il ne se trouve jamais en couches comme le lignite du terrain marneux, mais seulement en noyaux. A mesure que l'observateur s'éloigne des limites de la formation marneuse, il voit les couches de molasse qui succèdent s'épaissir, et la roche devenir plus compacte; on arrive ainsi à certains points où elle prend tout-à-fait l'apparence du macigno. Néanmoins l'alternance des couches marneuses grisâtres, l'absence du calcaire caractéristique du macigno (*alberèse*), et surtout le manque de Fucoïdes propres à cette roche, empêchent encore le géologue de confondre ce terrain avec le vrai macigno. Mais, en poursuivant les observations dans les montagnes environnantes, on arrive à voir des accidents qui jettent beaucoup d'incertitude dans l'esprit de l'observateur. Dans le ravin de *Boteto*, près de la ferme de Cerreto, on trouve dans la formation qui nous occupe des couches de calcaire pétri de petites Nummulites qui ont la forme et la grandeur de lentilles. En voyant cette roche dans un terrain qui déjà commençait à m'embarrasser, je me demandai : *Ces Nummulites sont-elles les équivalents des mêmes fossiles que l'on trouve dans le macigno de Mosciano, près de Florence, ou bien de celles que l'on rencontre dans le calcaire contesté de Gassino en Piémont, de Comabbio en Lombardie, de Val Ronca dans le Vicentin, etc.?* Pour résoudre cette question, il fallait continuer les recherches vers les points où cette formation douteuse s'approchait du macigno de Borgo S. Sepolcro. Ainsi, en gravissant les montagnes qui s'élèvent au-dessus du pays de Trevina, on remarque des accidents qui feraient rapprocher cette formation plutôt du macigno que d'un terrain tertiaire. En effet, aux couches de molasse solide et de marnes, on voit succéder des couches d'un calcaire marneux alternant avec d'autres composées de marnes friables. La stratification du terrain se montre tout-à-fait redressée; elle suit une

direction N. 45° O. avec une constance qu'on observe seulement dans les terrains secondaires. Le sol s'élève en montagnes d'une considérable hauteur. En considérant les caractères minéralogiques des roches dont nous parlons, la forme, le relèvement, la direction constante de leurs couches, enfin le *facies* général des montagnes qu'elles forment, on serait absolument entraîné à les rapporter à la formation du macigno. Dans cette incertitude, je m'adressai au pays de Trevina. Quelle surprise ne dus-je pas éprouver en voyant des couches nombreuses et bien suivies de silex noirâtre subordonnées à la formation que je venais de parcourir? Alors il me semblait sortir de tout embarras : ce terrain ne pouvait être certainement tertiaire, et je le rapportai décidément au macigno. En descendant du pays de Trevina du côté de la Chapelle, je rencontrai une autre fois les couches de silex noirâtre qui étaient superposées les unes aux autres en si grand nombre qu'elles produisaient une sous-formation subordonnée à la grande formation calcaréo-marneuse dont elles suivaient la ligne générale de stratification. La figure 4, planche IV, représente ces relations curieuses. Je pensais que les observations qui me restaient à faire achèveraient de me convaincre que je me trouvais dans un terrain de macigno ou dans quelque modification de celui-ci (1). Mais il en arriva tout autrement. Le calcaire, qui, dans les environs de Trevina, m'avait présenté tous les caractères de l'*alberèse*, commença insensiblement à offrir des variations dans sa texture et dans sa forme. Je le vis se changer en un banc d'une grande épaisseur, qui formait la partie supérieure de la montagne et qui suivait la direction générale de la stratification N. 45° O. Ce calcaire commença d'abord à se présenter composé de grandes plaques de forme lenticulaire et d'un demi-pied de diamètre : elles étaient agglutinées ensemble et disposées en plan parallèle. Cette structure, qu'on n'observe jamais dans le calcaire du macigno, suffit pour appeler mon attention. Les plaques étaient composées d'un calcaire gris sublamelleux et très solide. En suivant le prolongement du banc je voyais la roche se transformer graduellement en un calcaire nummulitique tout-à-fait semblable à celui du ravin de *Roteto*, que j'ai fait connaître précédemment. Enfin, la roche, perdant peu à peu sa structure lenticulaire, se changeait en un calcaire grossier à surface tuberculeuse et caverneuse, ayant entièrement l'aspect d'un calcaire tertiaire. Pour comble de surprise, je vis ce calcaire se remplir de Zoophytes de formes tertiaires, avec lesquels on remarquait des fragments de *Pecten*, qui étaient aussi, à n'en pas douter, des espèces tertiaires. Alors je me trouvais dans un embarras précisément inverse du précédent; je passai, dans l'intervalle de quelques heures et en suivant un même banc calcaire, d'une

(1). Je dis ainsi, parce que dans le vrai macigno on ne trouve presque jamais de silex stratifié, comme je l'ai fait remarquer dans mon Mémoire sur ce terrain. Cette circonstance m'indiquait une exception à la règle générale que j'avais établie, exception d'autant plus remarquable, que les couches de silex de Trevina ressemblent tout-à-fait à celles qu'on trouve dans les vrais terrains crétacés de l'Italie.

conviction à une autre. Les faits que j'avais précédemment observés m'avaient convaincu que le terrain de Trevina appartenait au macigno; les autres qui suivirent m'engageaient à le rapprocher des terrains tertiaires. Il me restait seulement à savoir si le banc calcaire que j'examinais, se trouvant à la surface de la montagne, pouvait appartenir à quelque formation superposée au terrain du macigno et indépendante de celui-ci. Mais, en descendant les flancs de la montagne, j'observai d'autres bancs calcaires tout-à-fait de la même nature, *alternant* avec les couches calcaréo-marneuses que j'avais rapportées au macigno (voyez la figure 5, pl. IV); j'observai ensuite en plusieurs autres endroits, et surtout au Monte S. Maria, des bancs de la même nature évidemment subordonnés à la grande formation calcaréo-marneuse. On ne pouvait donc plus douter que les bancs de calcaires nummulitiques avec fossiles tertiaires ne fissent partie de ce terrain, qui, d'après ce que j'ai dit plus haut, m'avait présenté tous les caractères du macigno.

Qu'était-ce donc que ce terrain énigmatique qui, d'un côté, présentait les roches, la stratification et toutes les formes caractéristiques du macigno, et, de l'autre, offrait des couches d'aspect tertiaire, en même temps qu'il se liait avec le terrain miocène? Pour arriver à cette connaissance qui piquait vivement ma curiosité, il ne restait d'autre moyen que de suivre ce terrain jusqu'à sa liaison avec le macigno bien caractérisé de la vallée de Borgo S. Sepolcro. Pour cela, il fallait traverser les montagnes qui, depuis le torrent de l'Aggia, se prolongent jusqu'à la vallée sus-mentionnée. Je fis cette excursion en passant par Trevina, Monte S. Maria, Monterchi et Villa (voyez la carte et la coupe n° 3, pl. IV).

Les observations que j'eus occasion de faire en parcourant les montagnes indiquées peuvent être présentées de la manière suivante :

1° Le calcaire nummulitique dont j'ai parlé ne se trouve que dans les parties de la formation arénacéo-marneuse qui s'approchent de la formation miocène à lignites.

2° Les couches de la formation arénacéo-marneuse, en s'éloignant de la formation miocène, *passent d'une manière tout-à-fait insensible* à la formation du macigno de la vallée de Borgo S. Sepolcro. Il est impossible de tracer aucune ligne de séparation entre ces deux séries de couches, *qui forment un tout continu*.

En effet, lorsqu'on traverse les montagnes que je viens de nommer, et selon la direction indiquée, on laisse les dernières couches de calcaire nummulitique près du pays de Monte S. Maria, où elles sont subordonnées au terrain arénacéo-marneux. Puis on descend et on remonte des montagnes composées de couches de macigno, de marnes et de calcaire marneux entièrement semblables à celles qui renferment les couches nummulitiques. Elles sont brisées, relevées, et elles suivent toujours la direction N. 45° O. On arrive ainsi à Monterchi, puis au hameau de Villa, où l'on rejoint le chemin d'Arezzo à Borgo S. Sepolcro, qui, d'après ce que j'ai dit précédemment, est tracé sur des montagnes de vrai macigno à Fucoïdes.

Comme il est très important de fixer ce point, que la formation arénacéo-marneuse avec couches nummulitiques renferme des roches qui ont tous les caractères minéralogiques du macigno, il ne sera pas sans intérêt d'ajouter que, dans plusieurs endroits, le grès de cette formation est taillé et travaillé pour les mêmes usages que le macigno le plus parfait de Fiesole, près de Florence, auquel il ressemble tellement qu'il est impossible de pouvoir le distinguer de celui-ci. Ainsi, dans le pays de Fratta dans la vallée du Tibre, à une petite distance du confluent du torrent Aggia, on a jeté sur l'Assina un très beau pont, dont les matériaux sont formés d'un macigno du terrain arénacéo-marneux, qui par sa couleur gris-bleuâtre, par l'homogénéité et la finesse de son grain, et par la manière avec laquelle il se prête aux travaux qui demandent le plus de précision, fait croire qu'il a été retiré de Fiesole. Les macignos qui sont employés dans les bâtiments de Fratta ne diffèrent en aucune manière de ceux dont on fait usage dans la ville de Borgo S. Sepolcro. Cependant les uns proviennent des montagnes arénacéo-marneuses à couches nummulitiques tertiaires, les autres des montagnes de la même nature appartenant au macigno à Fucoïdes.

Si je me suis arrêté un peu longuement sur l'exposition des faits qui précèdent, c'est parce qu'ils m'ont paru d'une importance digne d'attirer l'attention des géologues.

Si je ne me trompe, les circonstances géologiques que l'on observe dans les montagnes qui bordent la vallée supérieure du Tibre éclaircissent complètement la grande question des terrains nummulitiques douteux de l'Europe méridionale. Les géologues qui ont étudié les dépôts de Biaritz et des Corbières dans les Pyrénées, de Lauzanier dans les Alpes maritimes, de Gassin en Piémont, de Combabbio en Lombardie, de Ronca dans le Vicentin, peuvent déjà entrevoir toute l'analogie, je dirai même l'identité absolue qu'il y a entre ces terrains et celui que je viens de faire connaître. Il importe donc de discuter un peu la valeur des faits qui ont été observés dans ces différents endroits, en prenant pour point de départ le terrain nummulitique de la vallée du Tibre.

Lorsque l'on considère tous les traits qui caractérisent le terrain arénacéo-marneux à couches nummulitiques de la vallée précédente, on peut y envisager les trois circonstances suivantes :

- 1° Sa liaison à la partie supérieure avec le terrain miocène ;
- 2° Les couches plus récentes, qui renferment les calcaires nummulitiques avec traces de fossiles tertiaires ;
- 3° Les couches plus anciennes, qui se soudent insensiblement avec celles du macigno, caractérisées par les Fucoïdes propres à cette roche.

A ces caractères, il faut ajouter que les roches num. 2 ressemblent par leur nature minéralogique à celles du macigno; que leur stratification est identique avec celle qu'on observe dans cette dernière formation; enfin qu'elles ren-

ferment des couches de silex de la même forme que ceux que l'on trouve dans les terrains secondaires les plus récents.

Cependant il serait possible que quelque géologue, partisan exclusif des caractères paléontologiques, s'appuyant exclusivement sur la nature des fossiles tertiaires contenus dans les roches calcaires nummulitiques, et sur l'absence de fossiles plus anciens dans les couches de notre terrain, se crût autorisé à rapporter ces couches aux terrains tertiaires, et particulièrement au terrain *éocène*. J'ai la plus grande confiance sur la valeur des caractères organiques en géologie; mais on ne peut pas la pousser si loin que la considération de quelques fossiles puisse l'emporter sur l'ensemble de tous les autres caractères, tels que la composition du terrain, la stratification, la forme, le passage, etc. Et même, sans sortir du domaine des caractères paléontologiques, on peut répondre que les couches qui renferment les calcaires nummulitiques se nuancent graduellement avec celles qui renferment les *Fucoides intricatus*, *Targioni*, les *Méandrinés* et les *Encrines* caractéristiques du macigno; de manière qu'il est absolument impossible de savoir où se terminent les premières couches et où commencent les autres.

En définitif, ce terrain ne peut pas être considéré comme tertiaire, parce qu'il se joint avec le macigno à Fucoïdes; il ne peut être non plus regardé comme le macigno, parce qu'il renferme des fossiles tertiaires, et qu'il se lie avec le terrain miocène. En conséquence, on a une démonstration complète qu'il est intermédiaire entre ces deux séries de terrains. C'est en cela que je fais consister toute l'importance de mon observation. Le fait est incontestable. J'ai mis le soin le plus minutieux à le constater.

Cela posé, on se demande naturellement à laquelle des deux séries, tertiaire ou du macigno, il faut lier ce terrain. La réponse à cette demande n'est pas difficile. En effet, lorsque l'on considère :

1° Que les roches dont il est composé s'identifient par leur nature minéralogique avec celle du macigno;

2° Que la forme de ses couches et la constance de leur direction rappellent tout-à-fait les couches du macigno prochain;

3° Que les lits nombreux de silex, qu'on y trouve subordonnés, indiquent des formes plutôt secondaires que tertiaires;

4° Enfin, que la liaison entre ce terrain et le macigno est plus intime et plus nuancée qu'entre lui et le terrain miocène;

On doit, en bonne logique, conclure que tous ces caractères doivent prévaloir sur les espèces fossiles tertiaires que l'on trouve dans les calcaires nummulitiques. En conséquence, je crois très naturel de joindre ce terrain au macigno, et d'en former un étage particulier, qui constitue la partie supérieure de ce dernier. Jusqu'ici cet étage avait été reconnu d'une manière générale, mais on n'avait pas bien fixé sa *place précise* dans la série des terrains. De là les discussions continuelles sur les terrains nummulitiques avec fossiles récents, que

quelques géologues considéraient comme tertiaires et d'autres comme crétacés. Ils n'appartiennent *exclusivement* ni aux uns ni aux autres, mais à tous les deux ensemble, ou, pour parler plus exactement, ils constituent un étage particulier *immédiatement supérieur au macigno*.

J'ai déjà fait connaître l'indépendance du macigno de la craie à laquelle il avait été jusqu'ici réuni. J'ai aussi insisté sur la nécessité de désigner ce terrain avec un nom particulier, et j'ai proposé celui de terrain *hétrurien*. Dans mes premières recherches, je croyais que ce terrain formait une série unique. Les recherches nouvelles auxquelles je viens me livrer m'ont donné pour résultat qu'il est divisible en deux étages bien caractérisés, dont un *inférieur*, qui est constitué par le macigno avec ses Fucoïdes; l'autre *supérieur*, auquel se rapportent tous les terrains nummulitiques du midi de l'Europe, qui présentent un mélange de caractères tertiaires et secondaires (1).

Dans la localité que je viens de faire connaître, les deux étages se trouvent réunis ensemble; de là l'avantage de voir leurs relations. Mais, dans le plus grand nombre de cas, on trouve ou l'étage inférieur ou le supérieur isolément; dans cette dernière circonstance, comme il arrive très souvent que l'étage supérieur se lie avec les terrains tertiaires, il s'ensuit qu'on le confond avec ces terrains.

Une des localités les plus intéressantes que je connaisse où le terrain hétrurien supérieur se montre très développé, et où il est séparé de l'étage inférieur, c'est la province de l'Abruzze ultra-première dans la province de Naples. Dans un autre mémoire, j'ai eu occasion de mentionner la difficulté que j'avais éprouvée pour classer ce terrain lorsque je l'examinai (2). Il forme des montagnes très élevées qui s'appuient au *Gran Sasso* d'Italie, et qui par leur hauteur rivalisent avec cette montagne, la plus élevée de l'Italie continentale. Le *Pizzo di Sivo*, qui en est une des plus hautes sommités, atteint 8,000 pieds. Dans l'endroit dont je parle, ce terrain est composé de couches alternantes de macigno et de marne solide, qui sont superposées au calcaire néocomien du *Gran Sasso*. Je ne pouvais pas le rapporter au macigno, parce qu'il manquait complètement

(1) M. Leymerie a donné aux couches qui correspondent à cet étage le nom de *terrain épicrotécé*. D'après les faits que je viens d'établir, il semble que ce nom ne soit plus convenable, 1° parce que les couches auxquelles M. Leymerie borne son nom font partie d'un terrain plus étendu; 2° parce que son terrain épicrotécé n'est pas directement superposé à la craie, mais là où les séries sont complètes il y a le macigno interposé; 3° parce que le nom d'*épicrotécé* a la même signification que celui de *supracrétacé*, avec lequel plusieurs géologues, M. de Labèche entre autres, qualifient le terrain tertiaire en général; et comme dans le cas qui nous occupe il est essentiel d'éloigner toute réminiscence tertiaire, pour ne pas mettre de confusion dans les idées, il vaut mieux choisir un nom qui ne tienne à aucune fausse relation. D'ailleurs, le nom d'*hétrurien* réunit à l'avantage d'une signification indifférente celui d'une euphonie plus conforme aux principes de la nomenclature géologique actuelle.

(2) *Saggio comparativo de' terreni che compongono il suolo d'Italia*, § III, c.

de Fucoïdes, ni au terrain tertiaire moyen, parce que la forme de ses montagnes presque alpines empêchait de le rapporter à une époque aussi récente. Cependant, comme il se trouvait lié avec un terrain miocène à lignites, je jugeai plus à propos de le réunir à ce dernier. Mais à présent que je me rappelle sa composition, sa forme, son gisement tout-à-fait semblable à ce qu'on observe dans le terrain arénacéo-marneux de la vallée supérieure du Tibre, je n'hésite pas à le rapporter au terrain hétrurien supérieur. J'indique aussi cette localité comme très intéressante, parce qu'elle fait voir une transition bien évidente du terrain subapennin au terrain tertiaire miocène, et de celui-ci au terrain hétrurien supérieur.

D'après tout ce qui précède, on voit que la question sur l'âge géologique des terrains nummulitiques des Pyrénées et des Alpes vient d'être complètement éclairée. Les terrains de Biarritz, des Corbières, de Gassino, de Comabbio, du Vicentin, sont les étages supérieurs du terrain hétrurien. Ces gisements ont présenté des caractères en partie tertiaires, en partie crétacés. Les premiers ont été considérés d'une plus grande valeur, parce que dans les localités qu'on vient de citer manquent les relations avec le terrain inférieur ou avec le macigno, relations qu'on voit très bien dans la vallée supérieure du Tibre. De là il est résulté que leur âge, immédiatement antérieur aux terrains tertiaires, est resté masqué; de là toutes les controverses auxquelles ces circonstances ont donné lieu. Mais les faits exposés dans ce Mémoire mettent en plein jour la question en montrant que les terrains dont on parle ne sont pas vraiment tertiaires, mais qu'ils doivent être rapportés au terrain hétrurien supérieur.

Quant au terrain nummulitique du Vicentin en particulier, j'avais aussi penché jusqu'ici à le considérer comme appartenant au terrain tertiaire inférieur, en me fondant avec la plupart des géologues sur la prédominance qu'on y observe de coquilles fossiles tertiaires (1). Mais maintenant je commence à accorder un plus grand poids aux autres caractères organiques qui semblent exclure l'idée d'un âge tertiaire. On sait très bien qu'avec les espèces de coquilles tertiaires on en a trouvé dans le Vicentin quelques unes qui sont rapportées généralement à la craie, telles que la *Gryphæa columba*. Mais, sans tenir compte de cette espèce isolée, si on prend en considération les autres fossiles qui se rencontrent dans le même terrain, c'est-à-dire les poissons et les plantes du mont Bolca, on trouve que leurs caractères n'annoncent pas une période tertiaire. M. Agassiz d'une part, et M. Gœppert de l'autre, se sont accordés d'une manière remarquable en cela, que l'un a placé les poissons fossiles du Bolca et l'autre les plantes de la même localité dans une division spéciale intermédiaire entre la craie et les terrains tertiaires (2). Il

(1) *Saggio cit.*, § III, d.

(2) Agassiz, *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*; Gœppert, *Exposé sommaire du nombre des espèces de plantes fossiles* (*Comptes-rendus de l'Acad. des scienc. de Paris*, t. XX, n° 12).

paraît donc que les naturalistes que je viens de nommer ont admis tacitement, chacun de son côté, un terrain spécial dans la constitution physique du mont Bolca, et qui n'était ni tertiaire ni crétacé. Mes observations viennent confirmer d'une manière aussi précise que remarquable cette vue des deux grands naturalistes cités, en montrant par une autre voie que *cette espèce d'incompatibilité à l'égard des idées communément reçues de nos jours* est réelle. La faune et la flore spéciale qui caractérisent le mont Bolca sont propres au terrain hétrurien supérieur. Cet accord de la géologie et de la paléontologie hétruriennes, et l'arrivée par trois voies différentes à une même conséquence, sont la plus grande preuve que l'on puisse avoir de la vérité d'un fait dans notre science.

C'est une chose bien connue que, lorsque M. Brongniart fit connaître les fossiles tertiaires de la montagne des Diablerets, les géologues hésitèrent à considérer comme tertiaire ce dépôt, et depuis on a continué à le maintenir dans la craie; malgré les espèces décidément tertiaires qu'on y trouve, c'est-à-dire qu'un certain nombre d'espèces récentes dans le terrain hétrurien supérieur ne doit être jugé un caractère et une plus grande valeur que les accidents géologiques et stratigraphiques, surtout si à ces accidents se joint la présence de quelques espèces douteuses et abondantes, comme, dans notre question, les Nummulites et d'autres espèces positivement crétacées, comme la *Gryphæa columba* du Vicentin, le *Plagiostoma spinosa* de Biaritz, etc. (1).

Nous avons vu que le terrain hétrurien supérieur se lie en Italie, d'une part avec le terrain hétrurien inférieur, de l'autre avec le terrain tertiaire miocène; quoique plus intimement avec le premier qu'avec le second. Quels sont donc les caractères qui peuvent le faire distinguer de l'un et de l'autre? L'examen de cette question exige quelque détail.

Le terrain hétrurien supérieur ordinairement ne diffère pas beaucoup de l'in-

(1) Je viens de recevoir la deuxième édition de *l'Aperçu de la structure géologique des Alpes*, par M. Studer. Dans la série des terrains crétacés alpins, ce géologue distingué indique au-dessus du calcaire néocomien et du *gault* : 1° le calcaire de Sewen; 2° le calcaire à nummulites; 3° le *flysch* ou macigno alpin. Il assure que dans l'étage du calcaire de Sewen on a trouvé l'*Ananchites ovata*, si commune dans la craie blanche. Si donc le macigno alpin est supérieur au calcaire de Sewen, on a aussi dans les Alpes une preuve décisive que le terrain hétrurien est supérieur à la craie blanche, ce qui confirme l'indépendance du premier du terrain crétacé. Il reste maintenant à définir dans les Alpes les deux étages du terrain hétrurien. M. Studer place le calcaire à nummulites des Diablerets, avec *Cérithes*, *Ampullaires* et autres fossiles tertiaires, au-dessous du macigno, avec *Fucoides intricatus*, *æqualis*, *Targioni*. La même place relative est assignée par M. Sismonda au calcaire nummulitique de Lauzanier, qui est tout-à-fait identique avec celui des Diablerets. Cependant mes observations, consignées dans ce mémoire, me portent à placer le calcaire nummulitique avec fossiles tertiaires dans la partie supérieure du macigno, et à en former le terrain *hétrurien supérieur*. Je désire que mes respectables amis, que je viens de nommer, éclaircissent cette importante question, pour décider positivement si les calcaires nummulitiques, avec fossiles tertiaires, sont placés inférieurement ou supérieurement au vrai macigno.

férier, quant à sa composition minéralogique. J'ai dit dans quel embarras m'avaient placé les roches de la vallée supérieure du Tibre, qui ressemblent entièrement à celles du macigno. Cependant il y a toujours quelques nuances qu'il est impossible d'exprimer, mais qui ne se laissent pas moins saisir par un œil exercé ; cette nuance tient surtout au degré de solidité du macigno, qui est généralement moindre dans celui du terrain hétrurien supérieur ; on la reconnaît aussi dans la qualité du calcaire, qui, dans le terrain hétrurien inférieur, a ce caractère particulier qui lui a fait donner le nom d'*alberèse*. Mais ces différences ne sont reconnaissables que dans les limites de certaines régions. Dans des localités éloignées, elles ne présentent plus aucun caractère auquel on puisse se fier. On en doit dire autant des accidents stratigraphiques qui, généralement, se confondent avec ceux du terrain hétrurien inférieur ; mais il est toujours vrai que la stratification du terrain hétrurien supérieur, par son allure, par son redressement et par sa constante direction, a une empreinte plutôt secondaire que tertiaire. C'est pour cela que le terrain de cette nature des Abruzzes a été pendant un certain temps confondu avec le *quadersandstein*, que celui des Corbières a été aussi considéré comme alpin ou jurassique (1).

Mais les caractères principaux à l'aide desquels on peut distinguer le terrain hétrurien inférieur du supérieur sont les débris organiques. Les fossiles qui caractérisent le macigno sont les Fucoides, surtout les *F. Targioni*, *F. intricatus*, qui manquent tout-à-fait dans le terrain hétrurien supérieur, lorsqu'il est séparé du terrain inférieur, comme dans les Abruzzes. Je dis ceci, parce que cette différence est peu appréciable lorsque les deux terrains sont en contact, comme dans la vallée supérieure du Tibre ; on peut la reconnaître dans les parties extrêmes et opposées des deux étages ; mais, dans les points où ils sont en connexion, la présence ou l'absence des Fucoides du macigno ne suffit pas pour distinguer les deux terrains. Quoi qu'il en soit, ces fossiles sont les plus constants et les plus caractéristiques du terrain hétrurien inférieur.

Les fossiles qui caractérisent le mieux et le plus généralement le terrain hétrurien supérieur sont les *Nummulites* mêlées avec quelques espèces de coquilles tertiaires. Il est vrai que dans le macigno on trouve rarement des *Nummulites*, mais elles ne sont jamais accompagnées de coquilles tertiaires. Cette différence est jusqu'à ce moment essentielle pour distinguer les couches nummulitiques qui se rapportent au macigno de celles qui appartiennent au terrain hétrurien supérieur. Malheureusement les *Nummulites* sont les espèces fossiles qui ont été le plus négligées par les paléontologues ; la détermination de leurs espèces offre un champ tout-à-fait nouveau, et de cette détermination dépend la connaissance précise des terrains secondaires plus récents du midi de l'Europe. Il est possible que les espèces de *Nummulites* du terrain hétrurien inférieur diffèrent de celles du supérieur. En

(1) *Bull. de la soc. géol. de France*, t. II, 2^e sér., p. 15.

attendant que ce point de la science soit éclairci, nous pouvons établir en principe que les *Nummulites mêlées avec quelques fossiles tertiaires, et combinées avec des accidents géologiques et stratigraphiques secondaires*, sont les caractères les plus généraux et les plus distinctifs du terrain hétrurien supérieur. On ne prétend pas dire que la présence des Nummulites soit une condition indispensable pour la détermination du terrain hétrurien supérieur, parce qu'elles peuvent manquer, et, en effet, elles manquent dans les Abruzzes: alors on peut reconnaître ce terrain par ses caractères minéralogiques, par sa liaison avec le terrain miocène ou avec le magigno, etc. Mais, en général; les Nummulites, accompagnées des circonstances énoncées, sont le meilleur moyen d'épreuve pour reconnaître le terrain hétrurien supérieur. Dans quelques localités on peut retrouver en association avec les Nummulites d'autres espèces organiques particulières; de ce nombre seraient les célèbres poissons fossiles du Bolca et les empreintes des végétaux qui les accompagnent. Ces restes organiques, quoique appartenant au terrain hétrurien supérieur, ne doivent pas être considérés comme caractéristiques, parce qu'ils sont limités seulement à des régions particulières.

Voyons maintenant les traits caractéristiques du terrain tertiaire moyen, et qui le distinguent du terrain hétrurien supérieur. Cette distinction est nécessaire pour ce que nous allons dire tout-à-l'heure. Ces caractères peuvent se réduire aux trois suivants :

1° Les couches qui prédominent en Italie dans les terrains miocènes sont des marnes compactes d'une couleur grisâtre et stratifiées. Lorsque ces roches se délitent à l'air, elles donnent au terrain une physionomie presque subapennine. Avec les marnes il y a souvent des poudingues ou gompholites d'une nature variable selon les localités. En Toscane, par exemple, ces gompholites sont ophiolitiques; en Calabre, elles sont granitiques, etc. Il y a enfin des couches d'un calcaire compacte argileux, avec coquilles ou empreintes de végétaux; mais ces couches sont plus rares, et elles doivent être considérées comme accidentelles par rapport aux autres qu'on vient de nommer.

2° Le terrain miocène renferme presque toujours des couches de lignite schisteux intercalées dans les marnes. Le nombre, l'épaisseur et la nature de ces couches varient selon les localités. C'est dans ce terrain qu'on trouve en Italie les principaux dépôts de combustibles fossiles qui sont exploités ou qui peuvent l'être. Par rapport à la qualité de ces combustibles, on doit remarquer que généralement ils ont tous les caractères des lignites. Mais quelquefois, par des circonstances particulières, ils ont pu être transformés en vraie houille collante, semblable à celle que l'on trouve dans les terrains houillers: telle est la houille de Monte Bamboli en Toscane, dont on a tant parlé en Italie dans ces dernières années. Comme le sol de la Maremme toscane a été travaillé à des époques récentes par de puissantes actions plutoniques, dont on voit les restes dans les fameux *lagoni* du Volterran, il est facile de concevoir que ces actions ont dû contribuer

à changer en houille les amas végétaux ensevelis dans le terrain miocène (1).

3° Les fossiles plus généraux qui caractérisent le terrain miocène sont les empreintes de végétaux. Le plus grand nombre sont des feuilles de plantes dicotylédones, comme de chênes, hêtres, saules, etc. (2); avec ces empreintes on en trouve d'autres plus rares, mais non moins caractéristiques, de palmiers qui se rapportent au genre *Flabellaria*; il n'est pas rare de voir ces débris de plantes terrestres mêlés avec des Fucoïdes et avec d'autres plantes marines. Les empreintes végétales sont aussi accompagnées par des fossiles animaux, surtout par des coquilles d'eau douce et marines, et par des débris de mammifères.

Lorsque l'on compare ces caractères avec ceux du terrain hétrurien supérieur, il est très facile de voir leurs différences. Cependant, comme ces deux terrains sont quelquefois intimement liés ensemble, il arrive ordinairement qu'on les confond; et, en effet, ils ont été jusqu'ici méconnus en Italie. Cette confusion, outre qu'elle n'est pas exacte dans la science, peut être aussi la source de méprises très préjudiciables à l'industrie. La raison en est facile: lorsqu'on va à la recherche des couches de charbon renfermées dans le terrain miocène, on peut pousser le sondage jusqu'à ce qu'on soit dans les vraies couches de ce terrain; mais si on passe au terrain hétrurien supérieur, on doit s'arrêter, parce qu'il n'y a plus d'espoir de trouver du charbon, et toute recherche faite dans une telle vue serait tout-à-fait inutile.

Les distinctions que l'on vient de faire donnent lieu à une autre question. Si le terrain hétrurien supérieur n'est pas le terrain tertiaire éocène, comme on a pensé mal à propos jusqu'ici, et s'il se lie en Italie avec le terrain nommé communément *tertiaire moyen* ou *miocène*, dans quelle série faut-il envisager le *terrain tertiaire inférieur* ou *éocène*?

La réponse à cette demande est un peu embarrassante. En me bornant toujours au sol de l'Italie, je trouve que dans celui-ci on ne peut distinguer que deux séries générales de terrains tertiaires: un *supérieur*, connu généralement sous le nom de terrain *subapennin*, l'autre *inférieur*, nommé *moyen* ou *miocène*. Je ne con-

(1) Une analyse de la houille de Monte Bamboli, faite par MM. Piria et Matteucci, a donné les produits suivants:

| | |
|--|-------|
| Charbon. | 70,44 |
| Hydrogène. | 5,95 |
| Azote. | 2,68 |
| Oxygène. | 11,44 |
| Pyrite | 1,77 |
| Soufre non à l'état de pyrite. | 2,34 |
| Matières terreuses. | 5,71 |

(*Miscellanæ di chimica, fisica e storia naturale*, ann. 1, n^o 1 et 2.)

(2) Peut-être que parmi ces végétaux on peut distinguer aussi le *phyllites cinnamomeifolia*, si commun dans les terrains miocènes de la Provence.

nais dans ce moment aucun terrain de notre pays auquel puisse s'appliquer la distinction de *tertiaire inférieur* ou *éocène*. Il est vrai que presque tous les géologues ont rapporté à ce terrain celui du Vicentin ; mais M. Élie de Beaumont s'est justement et depuis longtemps opposé à cette détermination, en montrant que l'ensemble de ces caractères géologiques devait le faire appartenir au terrain crétacé. Les observations qui sont consignées dans ce Mémoire viennent justifier pleinement cette manière de voir du célèbre géologue, si ce n'est qu'il faut la modifier un peu en rapportant le terrain en question à l'étage supérieur du nouveau système auquel j'ai donné le nom d'*hétrurien*. Il semble donc qu'en Italie il n'y a pas un terrain tertiaire *éocène*, et, à ce que je puis juger, il n'y en aura pas non plus dans toute la zone méridionale de l'Europe à laquelle mes recherches peuvent s'étendre. Peut-être aussi que, lorsqu'on fera une comparaison plus exacte entre les terrains tertiaires du N. de l'Europe et ceux du midi, on aura occasion d'étendre aux premiers les conclusions qui se rapportent aux seconds. Il n'y aura probablement que deux grandes séries générales de terrains tertiaires, l'une supérieure marine, l'autre inférieure mixte, c'est-à-dire marine et d'eau douce. Plusieurs géologues, parmi lesquels se trouve M. Boué, ont soutenu la même opinion. Mais je dois borner ici ces considérations, que je soumets avec réserve et en passant, au jugement des grands géologues du N. de l'Europe.

Si les faits que je viens d'exposer dans ce Mémoire ont le bonheur d'être vérifiés par d'autres observateurs, il en résultera non seulement qu'il faut distinguer un nouveau terrain intermédiaire entre la craie et les terrains tertiaires, mais aussi qu'il est nécessaire de modifier une idée presque généralement reçue en géologie. La conséquence dernière à laquelle je fais allusion est si naturelle, qu'elle peut être déjà prévue sans que je m'arrête à l'indiquer. Le plus grand nombre des géologues sont d'opinion qu'entre la craie et les terrains tertiaires il y a une grande interruption, un *hiatus* très frappant, qui sépare les dernières couches secondaires des plus anciennes tertiaires. Cet *hiatus* est aussi considéré comme le plus tranché et le plus général qu'on observe dans la série des terrains stratifiés. Néanmoins on a parlé de temps en temps de quelques exceptions à cette loi généralement reçue ; on a assuré que dans quelques endroits on voyait une liaison intime entre les couches crétacées et les couches tertiaires. Ces assertions n'ont jamais été appréciées ; au contraire, en s'attachant à démontrer leur insuffisance, plusieurs géologues ont cru y voir une nouvelle confirmation de la règle établie. Cependant l'opinion qui tendait à modifier cette règle devait s'appuyer sur quelques faits, ou du moins sur quelques apparences observées ; il importe aussi de remarquer que le plus grand nombre de faits qu'on citait en faveur de cette opinion étaient pris dans le midi de l'Europe, c'est-à-dire dans les Pyrénées, dans les Alpes et dans l'Apennin. Les géologues du nord de l'Europe, qui, depuis le commencement de ce siècle, ont exercé une influence marquée sur la science, ont pensé devoir généraliser le fait de la séparation de la craie des terrains ter-

tiaires, parce que c'est ainsi qu'on observe à Paris, à Londres, etc. Mais il est très possible que ce qu'on croyait un phénomène général soit un accident relatif seulement à certaines régions. Il semble que la grande interruption dont on parle n'ait pas toujours été vérifiée dans les régions méridionales de l'Europe. Il est inutile de rappeler ici les grandes questions sur les dépôts de Gosau, du Kressemberg, de Biaritz, de Gap, du midi de la Sicile, etc., questions qui se lient intimement à celle des terrains nummulitiques des Alpes et des Pyrénées. Il me suffit de remarquer que les paléontologues les plus attachés à leurs principes commencent déjà un peu à céder, en déclarant que, parmi les fossiles tertiaires que renferment les calcaires nummulitiques du midi de l'Europe, on trouve quelques espèces décidément crétacées (1). On doit être bien content de cet aveu de leur part, puisqu'il annonce déjà une concession aux principes établis par eux-mêmes. Qu'on ajoute à cette circonstance d'un mélange de fossiles tertiaires et crétacés tout le poids des caractères géologiques ou de superposition, et il ne sera pas difficile de voir de quel côté va pencher la balance dans la question qui nous occupe. Ce que je puis affirmer avec la plus grande certitude, c'est que dans la localité que j'ai tout récemment examinée, il ne m'a pas été possible de voir une ligne distincte de séparation entre les couches qui renferment les calcaires à *Nummulites* et à fossiles tertiaires, et celles qui contiennent les *Fucoides intricatus*, *Targioni*, etc., si ce n'est que les unes forment la partie supérieure, et les secondes l'inférieure d'un grand système de couches continues. Ce fait, et les autres du même genre qui étaient déjà connus, semblent établir que parmi les terrains secondaires et tertiaires il n'y a pas toujours cette grande interruption sur laquelle on a tant insisté jusqu'à nos jours; en jugeant aussi à priori, cette interruption générale serait une vraie anomalie dans la structure physique du globe, parce que partout où on voit des *hiatus* dans la série des terrains stratifiés, ils sont bornés seulement à certaines portions de la surface terrestre; il n'y en a aucun qui soit général, du moins dans toute la surface de l'Europe, si ce n'est celui qu'on prétend exister entre la craie et les terrains tertiaires. Mais, après tout ce qu'on vient de dire, on peut se douter, je dirai même on peut se persuader que la grande ligne de séparation dont nous parlons est bornée seulement au nord de l'Europe. Elle peut être considérée comme tout-à-fait accidentelle à cette partie de notre continent; elle a pu être produite ou par la suppression du dépôt hétrurien entre la formation de la craie et celle des terrains tertiaires, ou bien parce que ce dépôt s'y montre avorté. Il est possible que dans ce dernier cas se trouve le terrain *pisolithique* des environs de Paris, que M. Élie de Beaumont se refuse à admettre parmi les terrains tertiaires, malgré la présence des fossiles appartenant à ces terrains; peut-être doit-il être considéré comme équivalent du terrain hétrurien supérieur, avec cette circonstance qu'il est peu développé. Ainsi, nous sommes autorisé à

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. I, p. 577.

croire qu'entre les terrains tertiaires et secondaires il arrive la même chose qu'entre ceux-ci et les primaires, c'est-à-dire que dans les limites supérieures des uns et des autres il y a des lignes de démarcation ; mais celles-ci sont placées à des niveaux variables selon les localités différentes, ou bien elles manquent tout-à-fait. Ainsi, pour ce qui regarde les terrains primaires, on observe dans le nord de l'Angleterre une discordance entre les roches dévoniennes et les siluriennes : cette interruption paraît dans le sud du même pays entre les dépôts houillers et les couches du nouveau grès rouge ; au contraire, en Thuringe et en Russie, il y a une succession régulière de couches depuis celles dévoniennes jusqu'à celles du grès rouge. De même, par rapport aux terrains secondaires, on remarque à Paris et à Londres une grande ligne de démarcation entre la craie et le terrain tertiaire éocène. A Biaritz et dans la partie occidentale des Pyrénées, on voit cette séparation entre les couches nummulitiques avec fossiles tertiaires et les couches éocènes, de manière qu'il y a une plus grande discordance entre ces deux séries qu'entre les premières et les couches crétacées (1). Dans la vallée supérieure du Tibre on voit un système continu de couches depuis le macigno jusqu'au terrain miocène. Si pour démêler ces différences on a recours exclusivement aux fossiles, il est facile de montrer qu'ils ne peuvent nous apporter de secours que jusqu'à un certain point, puisqu'ils ne suffisent même pas à déterminer avec exactitude la discordance entre la craie et les terrains tertiaires qu'on croit la plus frappante. Il faut donc examiner avec critique ces variations dans les séries des terrains, en s'aidant des caractères de gisement aussi bien que de ceux des fossiles.

Pour conclure, et malgré tout ce qu'on a affirmé récemment de contraire, nous demeurons convaincu que dans les dépôts successifs des terrains stratifiés il n'est jamais arrivé une grande et générale interruption dans toute la surface de la terre qui ait suspendu partout l'ordre de choses précédent pour donner lieu, après un grand laps de temps, à un autre ordre de choses différent. Il y a eu seulement des interruptions partielles, variables et bornées à certaines étendues du sol où les actions qui ont produit ces changements se sont propagées. Cette conclusion est confirmée chaque jour par l'expérience. On peut dire même que sous ce rapport la pratique se trouve en parfait accord avec la théorie. En effet, le célèbre auteur des *Recherches sur les soulèvements des montagnes* a démontré depuis longtemps que les lignes de démarcation et de discordance qu'on observe dans les séries des terrains sont les conséquences naturelles des mouvements du sol qui ont été produits par les ridements successifs de la surface terrestre, mouvements qui ont interrompu la formation des couches précédentes, en même temps qu'ils ont privé de vie les organismes qui préexistaient ; en sorte que ces deux ordres de phénomènes ont subi un grand changement lors de leur retour en action. Or, tous les faits nous démontrent que les fractures du sol qui ont donné naissance aux

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. II, p. 271.

rides montueuses ont été bornées dans certaines limites de la surface terrestre ; en conséquence, les effets qu'elles ont produits sur la formation successive des couches ont dû s'étendre aussi à une portion circonscrite du sol où le mouvement a fait ressentir son action. Ainsi il a dû arriver que, pendant qu'une révolution de cette nature changeait l'état des choses dans une certaine étendue de la surface terrestre, dans une autre portion, où le mouvement ne s'étendit pas, les choses continuèrent à se succéder dans la même forme que précédemment ou avec quelques faibles variations. Tout donc nous conduit à penser que dans l'édifice du globe il n'y a aucune ligne générale de démarcation ; au contraire, l'observation nous démontre que les discontinuités des couches terrestres sont placées à des niveaux variables par l'effet des époques différentes dans lesquelles arrivèrent les convulsions du sol et par l'étendue circonscrite de leurs actions. En conséquence, le grand *hiatus* qu'on prétend exister entre les terrains secondaires et tertiaires ne peut pas se soutenir en théorie ; il n'est non plus confirmé par l'observation ; il doit rentrer dans le cas de toutes les autres interruptions qu'on observe dans la structure de l'écorce terrestre.

Je ne peux pas achever ce Mémoire sans rendre justice aux savants géologues qui, avec leurs observations, ont préparé les matériaux pour la distinction du terrain *hétrurien*. Je dois nommer en première ligne MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy. On sait que le premier a toujours protesté contre toute opinion qui tendait à assimiler aux terrains tertiaires les gisements nummulitiques de Biaritz, des Corbières, des Diablerets, du Kressenberg, du Vicentin, etc. (1). Il a donné une preuve de sa sagacité ordinaire en apercevant une différence dans des terrains que tous les caractères principaux paraissaient qualifier comme tertiaires. M. Dufrénoy a contribué beaucoup à appuyer la même opinion, en faisant ressortir les caractères secondaires des terrains nummulitiques des Pyrénées, malgré la présence d'un grand nombre de fossiles tertiaires (2). Son exemple a été suivi avec beaucoup de succès par M. Leymerie, qui a continué à illustrer les mêmes terrains, en rappelant l'attention des géologues sur leurs caractères, qui indiquent un âge plus ancien que tertiaire (3). Nous avons déjà vu que MM. Agassiz et Goeppert sont parvenus par leurs travaux à placer la faune et la flore du Vicentin dans une série intermédiaire entre la craie et les terrains tertiaires. Ces idées ne sont pas restées sans faveur en Italie. MM. de Collegno et Sismonda ont insisté beaucoup pour faire rapporter aux terrains créacés les roches nummulitiques de Gassino, de Comabbio, du Vicentin, qui ont été considérées généralement comme tertiaires. C'est une chose bien remarquable que la dispute qui s'est élevée dans ces derniers temps parmi les

(1) Voyez sa note dans le *Précis élémentaire de géologie*, par M. d'Omalius d'Halloy, art. *Terrain tritonien*.

(2) *Mémoire sur les caractères particuliers que présente le terrain de craie dans le sud de la France*, § 13, 26, 27.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. II, p. 11.

géologues pour la classification des terrains ci-nommés; ceux qui tiennent aux anciennes idées sont restés fermes dans le champ de la discussion, pour ne pas déroger aux principes qu'on croit bien établis dans la science. Mais la géologie n'est pas stationnaire; parmi les sciences naturelles, c'est celle qui fait le plus de progrès, et elle en a bien le droit, parce qu'elle est la plus jeune de toutes. Dans cette importante discussion, je dois avouer que je penchais pour l'opinion générale, qui rapportait aux terrains tertiaires les roches nummulitiques des Pyrénées et des Alpes. Lorsque je m'occupai de la détermination de l'âge du macigno, et que je fis ressortir son indépendance du terrain crétacé, j'envisageai la question seulement par rapport à ce terrain; je ne songeai pas à y lier aussi les séries nummulitiques dont l'âge donnait lieu à tant de controverses. Ainsi ce ne fut pas sans quelque surprise que je vis émettre par M. Élie de Beaumont l'opinion que mon terrain *hétrurien* pouvait être un système parallèle des terrains nummulitiques en question. Je trouvais bien quelque analogie entre les deux séries, mais je ne pouvais pas me décider à voir entre elles une parfaite analogie. L'excursion que je viens de faire dans la vallée du Tibre m'a fourni l'heureuse occasion d'éclairer tous ces doutes en me montrant d'une manière incontestable que les terrains nummulitiques de l'Apennin, avec apparences tertiaires, forment un étage supérieur du terrain hétrurien. Ainsi ce terrain a reçu une sanction nouvelle, et, je crois, bien solide. Je ne croyais pas le confirmer par cette voie inattendue.

Les notices que j'ai fournies jusqu'ici sur le terrain hétrurien et sur ses divisions suffisent pour donner une idée générale de ses caractères et de la place qu'il doit occuper dans la série des terrains stratifiés. Mais il est nécessaire de donner de plus amples développements sur le même sujet, ce que je me propose de faire après avoir recueilli un plus grand nombre de faits par rapport à ce terrain.

CONCLUSIONS.

Les matières qui font le sujet de ce Mémoire peuvent être résumées de la manière suivante :

1° La distinction du terrain *hétrurien*, ou de l'indépendance du macigno en Italie, a donné l'occasion d'y rattacher les terrains nummulitiques des Pyrénées et des Alpes qui présentent les caractères crétacés et tertiaires.

2° Cette opinion a été confirmée, d'une manière aussi précise qu'évidente, dans les montagnes de la vallée supérieure du Tibre.

3° On observe dans ces montagnes de haut en bas : 1° un conglomérat; 2° une formation miocène à lignites; 3° une formation arénacéo-marneuse, avec couches nummulitiques, qui renferment des fossiles tertiaires; 4° le macigno à Fucoïdes.

4° Le conglomérat tient au terrain miocène. Celui-ci, distingué par les couches de lignite et par ses fossiles végétaux, passe inférieurement au terrain arénacéo-marneux.

5° Le terrain arénacéo-marneux renferme les couches nummulitiques, avec fossiles tertiaires, près de son contact avec le terrain miocène; mais en s'éloignant de celui-ci, il offre tout-à-fait la composition minéralogique du macigno aussi bien qu'une stratification analogue à celle de ce terrain; il renferme des couches nombreuses et suivies de silex; enfin, il se nuance insensiblement avec le macigno caractérisé par ses Fucoïdes.

6° Le terrain arénacéo-marneux se lie, d'un côté, avec le terrain miocène, de l'autre avec le macigno; mais par ses caractères il se montre lié plus intimement avec ce dernier qu'avec l'autre.

7° Le terrain susdit forme la partie supérieure du macigno. Comme on a distingué ce dernier terrain de la craie à laquelle il est supérieur, et comme on lui a donné le nom spécial de terrain *hétrurien*, il faut diviser celui-ci en deux étages, l'un *inférieur*, l'autre *supérieur*. Ainsi considéré, le terrain hétrurien est un véritable intermédiaire entre la craie et les terrains tertiaires.

8° Les deux étages du terrain hétrurien peuvent exister indépendants l'un de l'autre ou bien être réunis ensemble: ce dernier cas est plus rare. Lorsque l'étage supérieur est séparé de l'inférieur, il se trouve ordinairement lié au terrain miocène: pour cela, il a été confondu en Italie avec ce dernier.

9° Les terrains nummulitiques, jusqu'ici si vivement contestés, de Biaritz, de la montagne Noire dans les Pyrénées, de Lauzanier dans les Alpes, de Gassino, de Comabbio, du Vicentin dans l'Italie supérieure, doivent être rapportés au terrain hétrurien supérieur.

10° Le terrain hétrurien supérieur est caractérisé surtout par ses Fucoïdes et par des Nummulites.

11° Le terrain hétrurien supérieur est principalement caractérisé par les Nummulites mêlées avec quelques espèces de coquilles tertiaires, et par sa position supérieurement au macigno, inférieurement aux terrains tertiaires plus anciens. A l'aide de ces caractères, il est facile de distinguer les deux étages du terrain hétrurien.

12° Le terrain miocène se distingue facilement de l'hétrurien supérieur par sa composition minéralogique, et surtout par les couches de lignites qu'il renferme, et par les empreintes de végétaux dicotylédons et de palmiers mêlées à des plantes et à des animaux marins.

13° Lorsque le terrain miocène se trouve lié au terrain hétrurien supérieur, il est nécessaire de ne le pas confondre avec celui-ci; cette méprise peut occasionner des conséquences industrielles fâcheuses sous le rapport de l'exploitation du charbon: cette substance se trouve dans la première formation, et manque tout-à-fait dans la seconde.

14° En Italie, et peut-être dans tout le midi de l'Europe, il n'y a que deux terrains tertiaires, l'un *supérieur* ou subapennin, l'autre *inférieur* ou miocène: il n'y a pas dans cette région un vrai terrain *éocène*. Ce qu'on a pris pour ce terrain dans le Vicentin appartient au terrain hétrurien supérieur.

15° Le grand *hiatus* qu'on croit exister entre les terrains secondaires et les tertiaires n'est pas constant ni général ; il s'observe dans le nord de l'Europe, où probablement il a été produit par l'absence ou par l'avortement du terrain hétrurien. Mais dans le midi, l'intervalle entre la craie et les terrains tertiaires a été en plusieurs endroits rempli par le terrain hétrurien. Ainsi, ce terrain établit une vraie liaison entre les terrains tertiaires et les secondaires, liaison semblable à celle qu'il y a entre ces derniers et les terrains primaires.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

FIG. 1. Coupe indiquant les rapports qui existent entre les Ophiolites et le Macigno, près de l'église (Pieve) S. Stephano.

- a) Ophiolite et Granitone.
- b) Calcaire et Macigno (alberèse).
- c) Alberèse avec fragments ophiolitiques.
- d) Sable ophiolitique alternant avec l'alberèse.
- e) Marne du Macigno.

FIG. 2. Carte géologique de la vallée supérieure du Tibre.

FIG. 3. Coupe géologique des montagnes comprises entre Monterchi et la vallée du Tibre.

- a) Conglomérat composé en grande partie de cailloux roulés du Macigno e.
- b) Molasse très friable, ou Sable peu cohérent.
- c) Marne cendrée durcissant à l'air.
- d) Lignite schisteux.

FIG. 4. Coupe de la colline de Trevina.

- a) Calcaire marneux passant au calcaire nummulitique avec fossiles tertiaires.
- b) Calcaire marneux en partie semblable à l'alberèse.
- c) Strate de silex brun subordonné au calcaire marneux.

FIG. 5. Coupe du petit mont au levant de Trevina.

- a) Calcaire nummulitique avec fossiles tertiaires.
- b) Calcaire marneux jaunâtre, semblable à certains alberèses marneux.
- c) Marne durcissant à l'air, semblable en tout aux marnes du Macigno.

Positions relatives théoriques du terrain hétrurien et du terrain crétacé en Italie.

FIG. 6. Positions relatives théoriques du terrain hétrurien et du terrain crétacé en Italie.

- a) Alberèse.
- b) Macigno.
- c) Craie supérieure (Craie blanche).
- d) Glauconie et calcaire nummulitique (Grès vert supérieur).
- e) Calcaire néocomien (Grès vert inférieur).

FIG. 7. Polythalamé trouvé par Targioni dans la *Pietra forte* de Florence, réduite à 1/2 de la grandeur naturelle.

CARTE DE LA VALLÉE SUPÉRIEURE DU TIBRE.

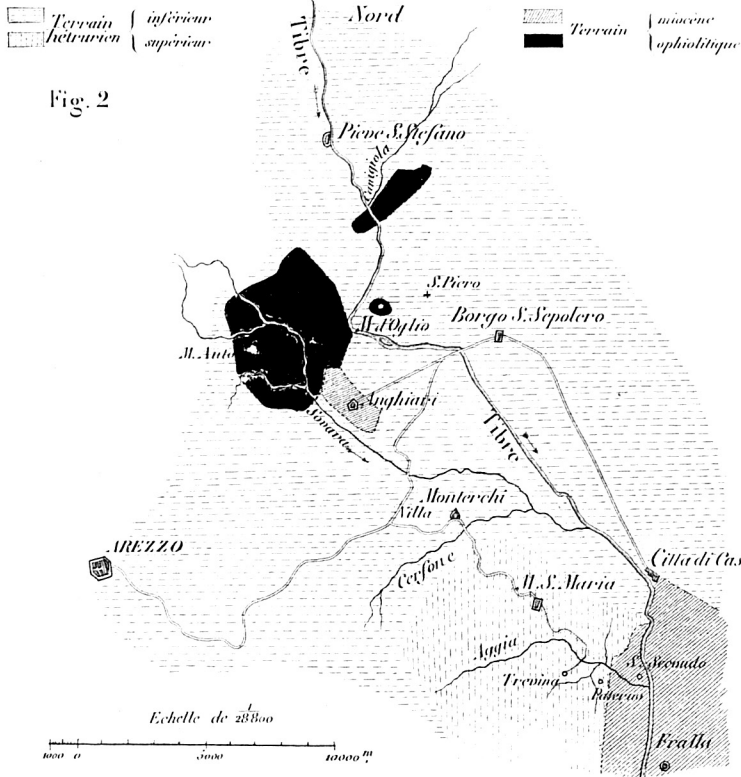


Fig. 2

Fig. 7

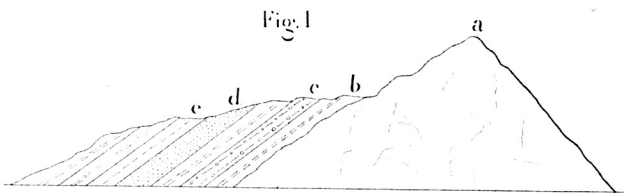
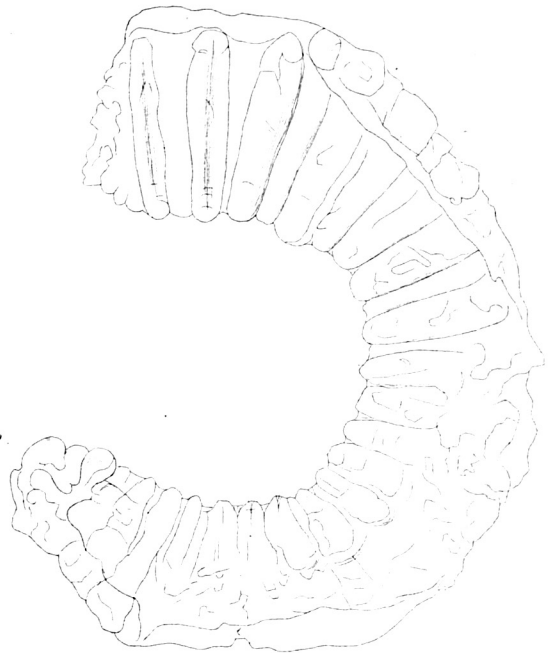


Fig. 1

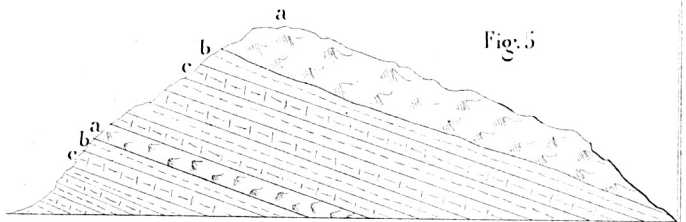


Fig. 5

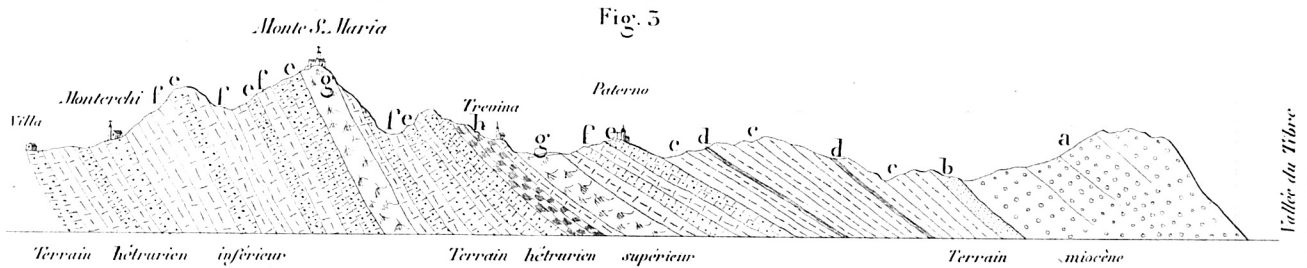


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

