

ÉTUDE
du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire
DU VICENTIN

PAR M. MUNIER-CHALMAS

1891

Précédée d'une série de Notes sur les Terrains tertiaires du Vicentin,

par MM. HÉBERT & MUNIER-CHALMAS

1877-1878

INTRODUCTION

L'étude des terrains tertiaires du Nord de l'Europe avait conduit M. Hébert à admettre que les faunes successives de l'Eocène, du Miocène et du Pliocène, soumises aux mêmes lois que celles qui avaient régi les êtres des temps primaires et secondaires, devaient conserver les mêmes caractères généraux à de très grandes distances ; il en avait déduit que les principales divisions tertiaires de l'Europe septentrionale devaient se retrouver dans l'Europe méridionale, avec les mêmes caractères et dans le même ordre de superposition.

Ayant adopté, dès le début de ses études, les grandes divisions que Lyell avait introduites dans les terrains tertiaires, M. Hébert pensait, avec juste raison, que le type des étages qu'il considérait comme des unités stratigraphiques devait être pris dans le Nord, puisqu'en réalité c'était en Angleterre, en Belgique et dans le bassin de Paris, que Lyell avait puisé les principaux éléments de sa classification.

Pour confirmer son opinion, M. Hébert entreprit de nombreux voyages en Angleterre, dans les bassins de Londres et du Hampshire ; en Belgique, dans le Limbourg et dans le Brabant ; en Allemagne, dans le bassin de Mayence ; en France, dans le bassin de Paris, dans l'Aquitaine, la Chalosse, les Basses-Pyrénées, la Provence, les Alpes Maritimes.

De ces excursions dans les différentes parties de l'Europe, M. Hébert rapporta des documents qui lui permirent de publier les remarquables et importantes études qui en ont fait le chef de notre école française de stratigraphie.

En 1876, désireux d'étendre encore le champ de ses investigations, il visita la Hongrie où, guidé par M. de Hantken, le savant directeur de l'Institut géologique, il parcourut le Bakony et les comitats de Gran et de Pesth ; puis il se rendit en Italie pour étudier le Vicentin : il m'engagea à l'accompagner dans cet intéressant voyage, où il sut mettre en évidence le puissant intérêt qui s'attachait à l'étude des terrains tertiaires.

A la suite des recherches communes que nous venions de faire, il m'admit comme collaborateur ; le résultat de nos observations fut présenté à l'Académie des Sciences, en 1877.

Vers la fin de la même année, je retournai explorer les environs de Valdagno et le Vicentin ; les documents que je rapportai nous permirent de compléter nos premiers travaux.

Pendant les années 1878, 1879, 1882, 1883 et 1887, je poursuivis mes recherches dans les Alpes ; partant des bords du lac de Garde, je gagnai ensuite le Véronais, le Vicentin, le Bellunais, l'Alpago, le Frioul, l'Istrie, et enfin la Dalmatie.

Le résultat de ces voyages sera publié successivement ; le premier travail que je présente aujourd'hui est plus spécialement consacré à l'étude du Vicentin. J'ai dû citer, dans le cours de cet ouvrage, un certain nombre de fossiles nouveaux, intéressants au point de vue stratigraphique et paléontologique ; un mémoire annexe de paléontologie, en cours de publication, fera connaître ces formes. D'un autre côté, une étude détaillée sur les Alvéolines des régions alpines, faite avec la collaboration de M. Schlumberger,

montrera le rôle important que ces Foraminifères jouent dans les terrains nummulitiques.

J'ai dû également étudier les roches volcaniques du Vicentin, encore très imparfaitement connues, et sur l'âge desquelles on n'avait pas de données précises.

Je suis heureux, à ce propos, d'exprimer à M. Fouqué toute ma gratitude pour la bienveillance avec laquelle il m'a toujours donné de précieux conseils et d'utiles renseignements pour mes recherches.

Je remercie également M. Michel Lévy, dont j'ai souvent mis à contribution le savoir et l'extrême obligeance.

Je n'oublierai pas non plus M. Lacroix, qui a bien voulu se charger de l'étude des zéolites, ainsi que mes collaborateurs du Laboratoire, MM. Bergeron, Haug, Dereims, Nicklès, que je remercie aussi sincèrement du concours gracieux qu'ils ont bien voulu me prêter.

Comme introduction au travail qui va suivre, j'ai reproduit les notes que j'ai publiées en collaboration avec M. Hébert dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences et dans le Bulletin de la Société Géologique de France.

RECHERCHES

SUR LES

Terrains tertiaires de l'Europe méridionale

PAR MM. HÉBERT & MUNIER-CHALMAS

1877-1878

RECHERCHES

SUR LES

Terrains tertiaires de l'Europe méridionale

Par MM. HÉBERT et MUNIER-CHALMAS.

1877-1878

DEUXIÈME PARTIE.

TERRAINS TERTIAIRES DU VICENTIN.

1877

Nous suivrons, pour le Vicentin, le même ordre que celui que nous avons adopté pour la Hongrie : nous étudierons les couches, en allant des plus anciennes aux plus récentes.

Dans ce résumé succinct, il ne nous sera pas toujours possible, faute de place, de séparer nos observations personnelles des faits qui ont déjà été mis en évidence par d'autres géologues, notamment par MM. Suess et Bayan.

Notre but est surtout d'établir aussi clairement que possible la

succession des couches, et de chercher à jeter quelque lumière sur un sujet qui laisse encore dans l'obscurité un certain nombre de points importants. Nous devons dire cependant que, depuis les travaux remarquables d'Alex. Brongniart sur les terrains tertiaires du Vicentin, le mémoire de M. Suess peut être considéré comme le plus grand progrès apporté à la géologie de cette région. D'un autre côté, il est bien à regretter que l'éminent professeur de l'Université de Vienne n'ait pas encore publié les nombreuses coupes géologiques qu'il a relevées, et qui ont servi de base à la succession stratigraphique qu'il a publiée.

I.

CALCAIRES A NUMMULITES BOLCENSIS, MUN.-CH., ET RHYNCHONELLA POLYMORPHA, MASSAL. (1).

La partie la plus ancienne des couches tertiaires du Vicentin se voit dans le voisinage immédiat de la craie, près de Bolca, au pied de Monte Spilecco, au hameau de Gracchio, situé sur le chemin de Crespadoro à Bolca, et sur la route qui conduit de Chiampo au col de Croce-Grande.

Ce groupe inférieur, qui est visible seulement sur une épaisseur de 20 à 25 mètres, est en général formé de calcaires blancs, grisâtres, très-compacts, renfermant en abondance des *Bourgueticrinus* et une espèce nouvelle de Nummulite qui paraît avoir complètement échappé aux autres observateurs.

Au Monte Spilecco, le contact de ces calcaires avec la craie n'est pas visible: une faille relativement peu importante vient se placer entre les deux; mais sur la route de Chiampo à Croce-Grande, où il n'existe pas de faille, les couches crétacées et les assises tertiaires, qui sont concordantes, ne se trouvent séparées que par une très faible épaisseur de strates invisibles.

A Gracchio, ces calcaires renferment de nombreux silex compactes. A Monte Spilecco on observe, vers le milieu de ces assises, environ 3 mètres de calcaire ferrugineux et fendillé, dans les parties terreuses duquel on peut recueillir en grande quantité :

Rhynchonella polymorpha, Massalongo,
Bourgueticrinus Suessi, M.-Ch.,
Nummulites Bolcensis, M.-Ch.,

Plus, de nombreuses dents de Squales, des valves d'*Ostrea* et

(1) Tuf de Spilecco de M. Suess.

des radioles d'Echinides. On retrouve ces mêmes fossiles dans les calcaires qui sont au dessus et au-dessous du banc rouge dont nous venons de parler.

Dans ce travail, nous laisserons de côté tout ce qui touche aux rapports qui existent entre les couches volcaniques et les assises sédimentaires ; nous nous sommes fait sur ce sujet une opinion tout à fait différente de celle qui a été émise par les auteurs qui nous ont devancés. Sans entrer dans plus de détails, nous dirons seulement que nous espérons pouvoir démontrer que, dans toutes les localités dont nous parlerons, les éruptions volcaniques sont postérieures aux couches tertiaires, et que les alternances tant de fois citées des basaltes avec les bancs de calcaire, ne sont qu'apparentes.

II.

COUCHES A POISSONS DE MONTE BOLCA ET COUCHES A ALVÉOLINES DE MONTE POSTALE.

Le val del Fiume, profonde vallée qui part de Monte Bolca et sépare Monte Postale de Monte Vallico, montre, sur son versant gauche, au-dessous de Monte Postale, une épaisse série de calcaires fissiles, dont quelques bancs sont pétris d'Alvéolines. Ce système renferme le célèbre gisement de Poissons décrits par Agassiz, et dont notre Muséum possède une si belle collection.

Les gisements de Poissons sont accidentels, mais les Alvéolines abondent partout où ce deuxième système existe. C'est ainsi qu'en montant de Chiampo au col de Croce-Grande, on le rencontre à un niveau bien supérieur à celui qu'occupent les calcaires à *Rhynchonella polymorpha*. La situation relative des deux systèmes est tout à fait inverse à Bolca, par suite d'une faille considérable qui a abaissé les calcaires à Alvéolines bien au-dessous de la craie.

Calcaire de Monte Postale à Cerithium gomphoceras. — Immédiatement au-dessus des couches précédentes, et se reliant intimement avec elles, se trouvent les calcaires exploités à Monte Postale. Ici encore, la roche est pétrie d'Alvéolines ; mais une faune nouvelle apparaît : d'abord quelques rares Nummulites et la *Nerita Schmiedelliana*, puis, vers le sommet, des fossiles plus nombreux dont les principaux sont :

<i>Cerithium gomphoceras</i> , Bayan,	<i>Trochus Zignoi</i> , Bayan,
» <i>paleochroma</i> , Bayan,	<i>Strombus pulcinella</i> , Bayan,
» <i>vicetinum</i> , Bayan,	<i>Rostellaria Postalensis</i> , Bayan,
» <i>Chaperi</i> , Bayan,	
<i>Pyrena</i> , <i>Terebellum</i> , <i>Lucina</i> , <i>Cardium</i> , <i>Avicula</i> , etc.	

C'est une faune tout à fait spéciale ; on y rencontre cependant quelques espèces du bassin de Paris :

Natica cæpacea,
» *hybrida*,

Nerita Schmedelliana,
Hipponyx cornucopiæ.

On n'y a pas trouvé d'Échinides.

III.

CALCAIRES A NUMMULITES PERFORATA, N. SPIRA ET N. COMPLANATA.

A une très faible distance de Monte Postale, à Brusa-Ferri, on voit des couches à Nummulites avec Échinodermes (*Cyclaster amarus*, *Periaster verticalis*, etc.) alterner avec des calcaires à Alvéolines. Leur partie supérieure renferme les espèces dont la réunion constitue un horizon si bien marqué en Hongrie, savoir : *Nummulites perforata*, *N. spira*, *N. complanata*, mais toutefois de taille plus petite. Ici malheureusement, les rapports stratigraphiques entre les systèmes II et III ne paraissent pas très clairs ; mais nous retrouvons, auprès de Malo, à quelques lieues au Nord-Est, dans le ravin de la Ghichelina, les calcaires à Alvéolines, d'abord seules, puis associées à la *Nummulites spira* de petite taille ; à 45 ou 50 mètres au-dessus de la base de ces couches vient, au sommet du ravin, une assise épaisse de 12 mètres, où abondent les trois espèces de Nummulites de grande taille, et, en outre, le *Conoclypus conoideus*.

La localité où cette assise supérieure fournit le plus de fossiles est San-Giovanni Ilarione. Là, dans le calcaire désagrégé par les émissions volcaniques, se trouvent un grand nombre d'espèces identiques à celles du Calcaire grossier inférieur de Paris.

A la liste déjà donnée par l'un de nous (1) nous ajouterons les espèces suivantes :

Diastoma costellata, Lamk. sp.,

Nerita Schmedelliana, Chemn.,

Cerithium lamellosum, Brug.,

» *Leufroyi*, Mich.,

» *striatum*, Brug. (*C. nudum*

Lamk.),

Murex tripteroides, Lamk.,

Strombus Bartonensis, Sow. (*S. ornatus*, Desh.),

Crassatella plumbea, Desh.,

Cardium obliquum, Lamk.,

Les Échinodermes, nombreux à ce niveau, diffèrent des espèces du bassin de Paris ; mais ce sont en grande partie les mêmes que

(1) HÉBERT, Terrain nummulitique de l'Italie septentrionale, etc. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 7 août 1865).

ceux que l'on rencontre auprès d'Einsiedeln (Suisse), dans des couches qui renferment également beaucoup de fossiles du Calcaire grossier inférieur. Nous citerons notamment :

<i>Pygorynchus Mayeri</i> , Ag.,	<i>Pericosmus spatangoides</i> , Desor sp.,
<i>Echinolampas subcylindricus</i> , Desor,	<i>Prenaster alpinus</i> , Desor,
<i>Hemiasster nux</i> , Desor,	<i>Amblypygus dilatatus</i> , Ag.

IV.

COUCHES DE RONCA.

Sous ce nom nous comprenons :

- 1° Des couches saumâtres, remplies de Cérîtes, qui sont à la base ;
- 2° Des couches complètement marines qui recouvrent directement les précédentes.

Ces deux systèmes, intimement liés entre eux au point de vue paléontologique, renferment une faune extrêmement riche, qu'on n'a pas encore retrouvée ailleurs dans le Vicentin.

Jusqu'ici on n'a pu établir stratigraphiquement leur véritable position par rapport aux autres assises.

Dans la note citée ci-dessus, les couches de Ronca ont été considérées comme plus récentes que celles de San-Giovanni Ilarione, en raison de l'affinité que présente la faune de l'assise inférieure avec celle du Calcaire grossier supérieur de Paris.

Ce classement est maintenant justifié par les observations faites en Hongrie, où ces diverses faunes se retrouvent dans un ordre facile à constater.

Les couches saumâtres à Cérîtes et à *Strombus Fortisii*, terminées par un banc d'Anomies et d'Huitres, sont recouvertes par des calcaires, quelquefois bitumineux, où abondent de grandes espèces de Mollusques. Parmi les principales, nous citerons :

<i>Natica capacea</i> , Lamk.,	<i>Phorus agglutinans</i> , Lamk.,
» <i>perusta</i> , Brong.,	<i>Cerithium lamellosum</i> , Brug.,
» <i>epiglottina</i> , Lamk.,	<i>Chama calcarata</i> , Lamk.,
» <i>Studeri</i> , Quenst. sp.,	<i>Corbula exarata</i> , Desh.,
<i>Nerita Schmiedelliana</i> , Chemn.,	<i>Corbis lamellosa</i> , Lamk.,
<i>Hipponyx dilatatus</i> , Defr.,	<i>Crassatella plumbea</i> , Desh.,
» <i>cornuopisæ</i> , Defr.,	<i>Nummulites complanata</i> , Lamk.,

Bien que cette faune se rapproche de celle de San-Giovanni Ilarione, ou plutôt de celle du Calcaire grossier parisien, par un

bon nombre d'espèces communes, elle s'en distingue cependant par beaucoup de formes particulières, comme :

<i>Fusus pachyraphe</i> , Bayan,	<i>Strombus Tournoueri</i> , Bay.,
<i>Cerithium Bedechei</i> , Bay.,	<i>Voluta Besançoni</i> , Bay.,
» <i>Lachesis</i> , Bay.,	<i>Fimbria major</i> , Bay.,
<i>Strombus Suessi</i> , Bay.,	Etc.;

par quelques espèces des couches à Cérîtes :

<i>Fusus subcarinatus</i> , Lamk.,
<i>Cerithium corvinum</i> , Brong.,
<i>Helix damnata</i> , Brong.,

et par l'absence d'Echinodermes si abondants à San-Giovanni Ilarione. La faune des couches supérieures de Ronca semble être la continuation de celle de San-Giovanni Ilarione, après un intervalle pendant lequel des affluents d'eau douce ont favorisé le développement de la faune saumâtre des couches à Cérîtes.

C'est ainsi que, dans le bassin de Paris, nous trouvons entre les faunes marines du Calcaire grossier inférieur et des Sables de Beauchamp beaucoup d'espèces communes, bien que les dépôts qui renferment ces faunes soient séparés par les couches saumâtres du Calcaire grossier supérieur.

Nous avons vu précédemment que la faune de Ronca se retrouve en Hongrie dans les couches à *Nummulites striata*. De part et d'autre, sont réunies dans le même banc les espèces suivantes :

<i>Fusus roncanus</i> , Brong.,	<i>Nerita Schmiedelliana</i> , Chemn.,
<i>Pyrena combusta</i> , Brong.,	<i>Bayania lactea</i> , Lamk. sp.,
<i>Cerithium calcaratum</i> , Brong.,	<i>Diatoma costellata</i> , Lamk. sp.,
» <i>corvinum</i> , Brong.,	<i>Corbula exarata</i> , Desh.,
<i>Strombus Tournoueri</i> , Bayan,	<i>Crassatella plumbea</i> , Desh.

De part et d'autre aussi, c'est au-dessus de ce niveau que commence le grand système des couches à Orbitoïdes.

Tous ces faits établissent d'une manière certaine que le système de Ronca est postérieur à celui de San-Giovanni Ilarione, contrairement à ce qui avait été dit par plusieurs géologues.

Les couches qui succèdent aux précédentes dans l'ordre chronologique sont celles que M. Suess a comprises sous le nom de *groupe de Priabona*. C'est au sud-ouest de Malo, sur la route qui conduit au village de Priabona, que se montre ce groupe avec un très beau développement.

Or, les couches à grandes Nummulites (*N. spira*) du haut du ravin de la Ghichelina peuvent se suivre au sud, jusqu'à un monticule bas et allongé qui précède la butte escarpée du Moulin de

Granella (Boro), sous laquelle ces couches plongent ; mais la continuité est interrompue par une dislocation qui, à l'est de cette butte, a relevé les couches à la verticale, tandis que celles de la butte sont restées horizontales.

C'est ici que viendraient se placer les couches de Ronca.

V.

COUCHES A CERITHIUM DIABOLI.

On observe, à la base de la butte de la Granella, des calcaires qui ont une épaisseur d'environ 40 mètres.

Leur partie inférieure, qui est formée par des bancs marneux et schisteux, renferme en assez grand nombre

Cerithium Diaboli, Brongn.,
Cerithium Granellense, M.-Ch.,

Bayania semidecussata, Lamk.,
Ostrea, sp., *Anomya* sp.

On y trouve, en outre, de nombreuses pinces de Crustacés et des débris de végétaux.

Vers leur partie supérieure ces calcaires, qui forment des bancs plus épais, renferment deux espèces de Nummulites dont la plus petite est identique à celle qui se trouve à Faudon. On doit encore signaler dans ces assises la présence de *Schizaster*, de *Spondylus* et du *Nerita Schmiedelliana*.

Nous voyons dans cet horizon l'équivalent des calcaires à petites Nummulites de Faudon et des Diablerets, qui n'avaient pas encore été signalés dans le Vicentin, et qui là, comme dans les Alpes, viennent se placer immédiatement au-dessous des couches à Orbitoïdes et Operculines, dont ils forment la base.

Bientôt on voit, en effet, sans qu'il y ait un grand changement dans la nature de la roche, la faune se modifier peu à peu, et l'on arrive aux couches du *groupe de Priabona*.

VI.

CALCAIRE MARNEUX A ORBITOÏDES (GROUPE DE PRIABONA DE M. SUESS).

Cette division, qui a une épaisseur de plus de 60 mètres dans cette région, commence par des calcaires schisteux qui présentent encore les mêmes Nummulites que dans les couches inférieures, mais où apparaissent les Orbitoïdes, les Operculines, les Echinides, la *Serpula spirulæa*. L'épaisseur de ces couches est de 12 mètres; puis les bancs deviennent marneux et renferment en abondance des Orbitoïdes sur 46 mètres de hauteur. Plus haut se présentent des marnes à nombreuses Operculines et *Spondylus cisalpinus* Brongn., etc., qui se rattachent intimement aux précédentes. La même série peut être suivie dans tout son développement sur la route de Priabona, jusqu'au village; on voit qu'elle présente à la partie supérieure des calcaires marneux renfermant des Bryozoaires, dans lesquels les Orbitoïdes et les Échinodermes se trouvent encore en grand nombre, et qui sont recouverts par les marnes à Bryozoaires dont nous allons parler.

Marnes à Bryozoaires de Brendola. — Ces marnes à Bryozoaires font essentiellement partie du même ensemble et ne peuvent que constituer une division très secondaire.

Le val Scaranta, sous le château de Brendola (Monti Berici), offre un beau développement de cette partie supérieure du système précédent, riche en Bryozoaires, en Operculines, *Ostrea Brongnarti*, *Terebratulina tenuistriata* Leym. Ici, comme à la Casa Fortuna, à l'est de Castel Gomberto, on peut évaluer à 60 mètres l'épaisseur de ces marnes, dont la base seule était visible à la butte de la Granella.

La faune de ce système est exactement la même que celle des calcaires et marnes de Bude et de Biarritz. Une nouvelle liste des fossiles serait presque la reproduction de celles que nous avons données (*C. R. Ac. Sc.*, tome LXXXV, p. 182 et 183).

VII.

CALCAIRES A LITHOTHAMNIUM ET A POLYPIERS DE CROSARA ET DE SAN-LUCA.

La superposition de ces calcaires aux marnes à Bryozoaires se voit très-bien dans les localités citées ci-dessus. A la Casa-Fortuna,

ces calcaires ont au moins 60 mètres de puissance. Ils renferment des Nummulites et des Échinodermes (*Echinolampas similis*, Ag.).

Le passage de ces calcaires à Polypiers aux marnes à Bryozoaires est tellement insensible qu'il faut encore nécessairement considérer ces couches comme la continuation des précédentes. Il en résulte que nos divisions V, VI et VII font partie d'un même ensemble, tout à fait comparable au système nummulitique des Hautes-Alpes de Suisse et de France, à celui de Branchai et d'Allons (Basses-Alpes), système qui pour nous représente l'Éocène supérieur du bassin méditerranéen.

VIII.

MARNES DE LAVERDA. — TUF DE SANGONINI ET DE SALCEDO.

Au-dessus des calcaires à Polypiers de Crosara et de San-Luca se montre une série de marnes alternant avec quelques bancs de grès argilo-calcaires. A diverses hauteurs, on rencontre les mêmes fossiles : *Pholadomia Pushii*, Goldf., *Sanguinolaria*, *Panopæa angusta*, Nyst. (*P. Heberti*, Bosq.), *Rostellaria ampla*, Brand., *Cardita Lauræ*, Brong., *Turritella*, etc.; les Nummulites abondent dans certains bancs. Les espèces que nous venons de citer se retrouvent à Gnata (Salcedo), en face du coteau de Laverda, et à Sangonini, près Lugo, dans des couches qui, pour nous, appartiennent sans aucun doute possible à la partie supérieure des marnes de Laverda.

Ce système des marnes de Laverda a été rapproché du *Flysch* des Alpes centrales; mais ce rapprochement ne nous paraît pas justifié.

La faune de ce système renferme quelques espèces éocènes, parmi lesquelles nous remarquons :

Cassidaria ambigua, Brand.,
Pyrula nexilis, Brand.,

Murex tricarinatus, Lamk.,
Fusus subcarinatus, Lamk.,

un nombre plus considérable d'espèces du niveau de Gaas ou des sables de Fontainebleau, dont les principales sont :

Natica auriculata, Grat.,
Calyptra striatella, Desh.,
Voluta modesta, Merian.,
» *elevata*, Sow.,
Cypræa splendens, Grat.,

Cassis mammillaris, Grat.,
Fusus costellatus, Grat.,
Ancillaria anomala, Schl.,
Cardium anomale, Math.,
Cytherea splendida, Merian.

Plusieurs de ces espèces se retrouvent dans la zone à *Natica crassatina* de Castel-Gomberto, dont la faune est intimement liée à la précédente.

IX.

CALCAIRES A NATICA CRASSATINA.

A Crosara, comme à Sangonini, les marnes de Laverda sont surmontées de calcaires qui contiennent la *Natica crassatina* et autres fossiles du même horizon géologique; mais c'est aux environs de Castel-Gomberto (Monte-Grumi, etc.), et surtout au-dessus de Gambugliano (Monte-Cariolo) qu'on peut prendre une juste idée de l'importance de ce dépôt et de la faune qui le caractérise. Ces calcaires, épais, à Gambugliano, de près de 150 mètres, renferment par place, en abondance, les fossiles dont les principaux sont :

<i>Natica crassatina</i> , Desh.,	<i>Delphinula scobina</i> , Brong.,
» <i>Delbosi</i> , Héb.-Ren.,	<i>Bayania semidecussata</i> , Lamk. sp.,
<i>Cerithium plicatum</i> , Brug.,	<i>Strombus auricularius</i> , Grat.,
» <i>trochleare</i> , Lamk.,	<i>Cassis mammillaris</i> , Grat.,
» <i>conjunctum</i> , Desh.,	<i>Terebellum subconvolutum</i> , d'Orb.,
» <i>elegans</i> , Desh.,	<i>Cardium anomale</i> , Math.,
» <i>calculosum</i> , Bast.,	<i>Spondylus cisalpinus</i> , Brong.,
<i>Deshayesia parisiensis</i> , Raulin.	etc., etc.

C'est la faune de nos sables de Fontainebleau et des faluns de Gaas. Dans le Vicentin, elle est accompagnée de nombreuses Numulites comme à Gaas, tandis que ce fossile est extrêmement rare dans les sables de Fontainebleau, et qu'il n'a pas encore été rencontré en Hongrie à ce niveau.

En plusieurs points, notamment à Monte-Viale, au-dessous d'un tuf résultant de la désagrégation des calcaires précédents, et renfermant de nombreux fossiles arrachés à ces calcaires, se trouvent des lignites où nous avons recueilli : *Natica crassatina*, *N. Delbosi*, et des fragments de mâchoire d'*Anthracotherium magnum*.

Déjà nous avons signalé en Hongrie la présence de ce Mammifère dans les lignites associés aux argiles à *Cyrena convexa*.

Au-dessus du calcaire à *Natica crassatina* viennent, dans le Vicentin, des calcaires où abonde une Orbitoïde gigantesque de 9 centimètres de diamètre qui paraît avoir échappé jusqu'ici aux explorateurs. Ces calcaires sont surmontés par des couches qui renferment en grande quantité des Clypeasters, des Scutelles, des Peignes. Nous ajournerons à un autre moment l'étude de ces couches.

1878

Depuis nos dernières publications (1) sur les terrains tertiaires du Vicentin, cette intéressante région a été, à l'étranger, l'objet de nouveaux travaux, et l'un de nous (2) a pu y faire, en 1877, un séjour qui a eu pour résultat un accroissement considérable de documents de toute nature. Nous avons été amenés à constater des faits que nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre, en même temps que nous aurons à compléter ceux de notre premier voyage.

I. — LIMITE ENTRE LA CRAIE ET LE TERRAIN TERTIAIRE

Les couches tertiaires les plus anciennes reposent en stratification qui paraît concordante sur la craie (*scaglia*), en chaque point particulier. Cette partie supérieure du terrain crétacé est partout, dans ces régions, caractérisée à la fois par les nombreux lits de silex qu'elle renferme et par les mêmes fossiles, qui sont des Inocérames, de grands *Holasters* appartenant à plusieurs espèces, l'*Holaster pilula*, des *Infulaster*, la grosse variété d'*Ananchytes gibba* que l'on trouve à Tercis, et surtout le *Stenonia tuberculata*; c'est le niveau de la craie de Bidart (Basses-Pyrénées). Dans le Véronais, comme dans le Vicentin et dans les Sette-Comuni, à Gallio, près d'Asiago, nous avons partout constaté la même faune, qui ne représente en aucune façon la fin des dépôts crétacés.

Au contact du calcaire crétacé et des couches tertiaires, la surface du premier est érodée, souvent percée de trous de lithophages.

Les couches tertiaires, qui reposent immédiatement dessus, ne sont pas toujours les plus inférieures, c'est-à-dire celles de Monte-Spilecco à *Rhynchonella polymorpha*. A Gallio, la base du terrain tertiaire est certainement plus récente que l'horizon de Monte-Postale. Il y a, dans ces faits divers, des preuves incontestables d'une lacune considérable entre la fin du dépôt de la série crétacée de cette région et le commencement de la série tertiaire.

(1) *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 259 et 320.

(2) M. Munier-Chalmas, à qui M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu accorder une subvention.

Si les couches crayeuses de la scaglia n'ont point été soumises à de grands dérangements ou à des dislocations avant le dépôt de la première assise tertiaire, il n'en est pas moins établi : que ces couches ont été exondées, corrodées avant ce dépôt ; qu'à ce moment elles avaient acquis la dureté qu'elles possèdent aujourd'hui ; qu'elles ont été alors perforées par des lithophages et que dans certaines régions, comme dans les Sette-Comuni, elles n'ont été recouvertes par les eaux marines tertiaires que longtemps après la contrée de Bolca et de Valdagno.

Le système crétacé et le système tertiaire ne sont donc pas en concordance absolue, il y a en réalité une vraie discordance ; mais la différence d'inclinaison est tellement faible, qu'en chaque point particulier les couches des deux systèmes paraissent parallèles.

Toutefois, à Monte-Postale, la surface de la craie présente de très fortes érosions. La roche a été creusée irrégulièrement jusqu'à une profondeur de près de 10 mètres, et ces poches sont remplies par le tuf de Spilecco, beaucoup plus épais là qu'ailleurs.

En général, la scaglia se présente en lits minces ; mais, à la partie supérieure, elle se termine par des bancs à grains noirs moins fins, contenant beaucoup de fragments d'Inocérames et de débris d'Holaster. Ces bancs, d'une épaisseur moyenne de 3 mètres, forment, dans les escarpements, une corniche saillante ; ils manquent lorsque la craie a été fortement ravinée.

Contrairement à ce qui a été souvent énoncé, il y a dans la scaglia des intercalations de basaltes, qui présentent les apparences de couches interstratifiées, exactement comme celles qui existent au milieu des assises tertiaires.

Ces intercalations peuvent être vérifiées dans nombre de points ; ainsi, en montant de Crespadoro à Bolca par le petit chemin qui part du moulin, on rencontre, à peu de distance de la vallée, une couche de basalte sensiblement horizontale, intercalée dans la craie en concordance parfaite ; un peu plus haut, une intercalation semblable se montre sur plus de 200 mètres de longueur ; la nappe de basalte a 1^m50 à 2 mètres d'épaisseur. La craie est légèrement modifiée au contact sur une très faible épaisseur. Il est évident que ce sont des filons couches, que l'on voit d'ailleurs, dans d'autres endroits, couper la craie plus au moins verticalement. Tantôt ces filons couches sont simples, tantôt ils se ramifient, comme on peut le voir près de Valdagno, dans le ravin situé directement au-dessous de Bergamini del Fundo.

Ce n'est pas seulement dans la craie que ces intrusions basaltiques semblent intercalées régulièrement. La route qui monte de Pedescala au plateau de Sette-Comuni traverse une épaisse masse de calcaire jurassique compacte, qui est coupé par des dykes verticaux ou obliques de tufs basaltiques ou de basalte décomposé. Au contact de ces dykes, le calcaire désagrégé laisse apparaître des fossiles que la compacité de la roche empêche même d'apercevoir. Or, on rencontre dans les assises supérieures un lit de Gervillies (*G. Buchi*), dont le test libre se dégage aisément du lit mince qui renferme ce fossile en abondance. Nous avons reconnu que la roche de ce lit présente le même phénomène de désagrégation que les salbandes des dykes. Il n'y a donc pas de doute qu'il n'y ait, même au milieu de la série jurassique, des lits de tufs fossilifères, résultant d'actions thermales, dont l'âge n'a aucun rapport avec l'époque indiquée par les fossiles renfermés dans ces tufs, ni avec la place occupée par ces lits dans la série stratigraphique.

Nous pouvons dire de suite que ces émissions, qui ont accompagné et suivi les éruptions basaltiques, ont agi avec une bien plus grande intensité sur les calcaires tertiaires ; mais les circonstances ont été exactement les mêmes, comme nous le montrerons, et, dans tous les cas, la formation des tufs dans tous les points que nous avons examinés est certainement postérieure aux calcaires entre lesquels ils sont intercalés. Nous ne saurions donc admettre des éruptions basaltiques contemporaines d'aucune des assises tertiaires du Vicentin, jusques et y compris les couches de Castel Gomberto, et les calcaires à Clypeâstres de Schio.

II. CALCAIRES A NUMMULITES BOLCENSIS MUN.-CH. ET RHYNCHONELLA POLYMORPHA MASS. (HORIZON DE MONTE SPILECCO).

Nous avons déjà donné, dans nos premières communications, des indications sur ces couches pour les environs de Bolca. Elles sont très développées dans plusieurs ravins à l'est de Valdagno. Là, sur de grandes distances, on peut observer le contact de la craie et du tuf de Spilecco, qui renferme ici des bancs de calcaire intercalés, et dont l'épaisseur est de 8 à 10 mètres ; souvent ce n'est pas du véritable tuf, mais bien une argile bariolée.

Lorsque le tuf ou cette argile paraît manquer, et que la craie, comme aux environs de Vérone, est directement recouverte par du calcaire, la compacité de ce calcaire est souvent telle, qu'il n'est

pas possible d'en extraire de fossiles, et par suite d'en étudier la faune et de reconnaître si ce calcaire correspond ou non au tuf de Spilecco.

Les localités les plus intéressantes sont, indépendamment des ravins à l'est de Valdagno : Contra di Scola, entre Novale et Monte di Malo, sur le versant oriental ; Bertoldi, au nord de Crespadoro ; Mussolino, au sud-est de San Pietro ; puis, près de Vestena-Nuova, entre Pesali et Monte-Sivieri.

Cette assise est très-variable dans sa nature minéralogique et dans son épaisseur. A Monte-Sivieri, par exemple, elle se compose à la base de plus de 15 mètres de tuf, qui supportent une assise calcaire en bancs minces, à texture compacte, épaisse de 20 mètres, renfermant des silex, très semblable à la scaglia avec laquelle on pourrait confondre ce calcaire, s'il ne contenait des Nummulites et la *Rhynchonella polymorpha*. Toutefois ces fossiles y sont rares, et il faut y regarder de près pour les rencontrer.

Jusqu'à présent, on n'a cité de l'horizon de Spilecco qu'un petit nombre de fossiles ; nous y avons observé 38 espèces dont la liste suit :

Espèces	Espèces		
Lamna.....	2	Report.....	20
Scalpellum.....	1	Rhynchonella Bolcensis, M.-Ch..	1
Cypræa.....	1	Crania.....	1
Terebellum.....	1	Pyrina.....	1
Cerithium.....	1	Cyclaster oblongus, Dames.....	1
Teredo.....	2	Cidaris Spilecensis, Dames.....	1
Cytherea.....	1	Spileccia (1).....	1
Lucina.....	1	Bourguetticrinus Suessi, Héb. et	
Anomia.....	1	M.-Ch.....	1
Ostrea.....	3	Tetracrinus.....	1
Terebratulula Fumanensis, Men..	1	Pentacrinus.....	1
» Bayaniana, Dav.....	1	Pentagonaster.....	1
» n. sp.....	1	Nummulites Bolcensis, M. Ch....	1
Waldeimia, n. sp.....	1	» n. sp.....	1
Terebratulina.....	1	Orbitoides.....	5
Rhynchonella polymorpha, Mass..	1	Operculina.....	1
20		38	

Cette faune est pauvre en Mollusques, soit comme espèces, soit comme individus, et les exemplaires, en fort petit nombre, que nous en possédons sont peu déterminables ; elle est, au contraire, très riche en Brachiopodes, en Crinoïdes, en Nummulites et en Orbitoides, dont certains lits sont littéralement pétris.

(1) Genre nouveau voisin des *Cœlopleurus*.

Une autre remarque à faire, c'est que nous ne connaissons jusqu'ici rien de commun entre cette faune et les autres faunes tertiaires. C'est un ensemble d'espèces tout à fait particulier.

Le groupe de couches que nous venons d'examiner se présente souvent à l'état de tufs sans bancs calcaires, mais souvent aussi il renferme des lits calcaires, tantôt continus sur d'assez grandes distances, tantôt de peu d'étendue, et qui sont alors comme noyés dans le tuf. Une observation attentive nous a conduits invariablement à considérer ces tufs, toujours voisins de dykes basaltiques, non comme des couches sédimentaires déposées au commencement de la période tertiaire, mais comme le produit d'une désagrégation sur place de calcaires compactes ou argileux par des agents aqueux venant de l'intérieur du sol. Lors même que le tuf ne renferme pas de bancs calcaires, on y trouve toujours des nodules plus ou moins volumineux, qui ne sont autre chose que le résidu des bancs désagrégés. Cette désagrégation, en détruisant les tests de la plupart des Mollusques, a laissé intacts les Brachiopodes, les Échinodermes, les Nummulites, etc.

La prédominance de ce tuf au contact de la craie et des couches tertiaires s'explique naturellement par la grande perméabilité de la surface de contact. Les eaux thermales ont trouvé là un passage naturel, et elles ont agi avec plus d'efficacité sur la base des couches tertiaires, dont le grain grossier permettait une désagrégation facile ; tandis que la scaglia, à texture plus serrée, ne nous a jamais montré de couches de tuf.

EXTRAIT DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE
DES SCIENCES, tome LXXXVI, séance du 17 juin 1878.

III. — COUCHES A ALVÉOLINES DE MONTE-VALLECO ET DE MONTE-POSTALE.

Nous substituons le nom de Monte-Valleco à celui de Monte-Bolca, parce qu'il indique avec plus de précision la position des couches dont nous voulons parler.

La superposition immédiate de ce système sur le précédent (celui de Monte-Spilecco) peut être observée à Mussolino et à Monte-Sivieri près de Bolca : il y a concordance entre les deux systèmes, mais les bancs inférieurs des couches à Alvéolines ont une structure bréchoïde. Les coupes, d'une grande netteté, ne laissent aucune incertitude sur la disposition relative des couches.

A Monte-Postale, les couches à Alvéolines sont très développées. Nous avons déjà dit que ce système se subdivise naturellement en deux, savoir : III *a.* Couches de Valleco; III *b.* Calcaire de Monte-Postale.

III *a.* *Couches de Valleco.* — A la base, ces couches présentent des calcaires pétris de Nullipores et de petites Nummulites, et certains lits renferment d'assez nombreux Crustacés. Dans les couches moyennes, les Alvéolines abondent. C'est dans la partie supérieure que se trouvent les couches à Poissons (dits poissons de Bolca) et à Végétaux, couches qui paraissent locales, car on ne les retrouve plus ni à Monte-Sivieri, ni à Mussolino.

III *b.* *Calcaire de Monte-Postale.* — La division supérieure, dont

nous avons déjà donné les principaux caractères, a fourni en Octobre dernier, à l'un de nous, une abondante récolte de fossiles d'une admirable conservation. Parmi ces fossiles, nous mentionnerons, en outre des espèces déjà citées, les suivantes :

Cerithium giganteum,
Terebellum sopitum,
Lucina gigantea,
Corbis lamellosa,

qui se retrouvent dans le Calcaire grossier parisien, une très grosse ovule (*O. Hantkeni*, n. sp.), et un certain nombre d'autres espèces nouvelles.

Dans la partie moyenne de cette série sont des lits remplis d'*Orbitoides complanata*.

Les couches supérieures sont saumâtres, elles contiennent des Cyrènes, d'assez nombreux Cérîtes, des Potamides et des Cyclostomes.

Dans le voisinage des dykes basaltiques, le calcaire est plus friable, plus désagrégé, et les fossiles ont conservé leur test. Loin de ces dykes, la roche, plus compacte, ne renferme que des moules.

IV. — CALCAIRES A ÉCHINIDES DE BRUSA-FERRI ET LIGNITES DE MONTE-PULLI.

Les explorations exécutées en octobre 1877, par l'un de nous, nous obligent à introduire un nouveau système de couches dans la série décrite dans nos précédentes communications. Ce système sera composé de deux parties : l'une inférieure, IV *a*, constituée par les calcaires à Échinides et à Nummulites de Brusa-Ferri; l'autre, supérieure, IV *b*, très-développée au Monte-Pulli, près de Valdagno, et formée de couches généralement saumâtres, avec lignites intercalés.

IV *a*. *Horizon de Brusa-Ferri*. — Les fossiles caractéristiques de cet horizon sont : *Nummulites Pratti*, d'Arch.; *Ranina Marestiana* Kœnig. Les Échinides y sont nombreux : *Periaster*, *Schizaster*, etc.; les Alvéolines deviennent rares et se réduisent à une seule espèce.

Au milieu des bancs calcaires, on rencontre des lits à empreintes de palmiers, et c'est probablement là l'horizon des palmiers de Bolca (Monte-Vegroni). Ce système est très puissant auprès de Bolca, au *colle di Bataglia*.

La superposition des couches de Brusa-Ferri au calcaire de Monte-Postale, qui ne peut être observée à Monte-Postale, à cause d'une faille qui sépare ces deux localités si voisines, se voit très bien à Monte-Sivieri et à Mussolino.

IV *b*. *Lignites de Monte-Pulli*. — A Monte-Pulli, les couches à

Nummulites Pratti sont d'abord recouvertes par des couches à *N. granulosa*; puis les *Nummulites* disparaissent peu à peu, et l'on voit bientôt des couches à fossiles d'eau saumâtre alterner avec des lits marins remplis de Cérites et d'*Orbitoides complanata*, et renfermer encore des Alvéolines. Il y a même, mais très rarement, de minces couches lacustres.

Certains bancs schisteux sont bitumineux et fournissent, par la distillation, une quantité assez considérable de pétrole : des assises de lignites y sont depuis longtemps l'objet d'une exploitation régulière.

Ce système renferme quelques-unes des espèces de Monte-Postale, notamment : *Natica caepacea*, *Ovula Hantkeni*; mais ce qui est plus digne de remarque, c'est qu'on y rencontre plusieurs des espèces des lignites inférieures de la Hongrie; nous citerons entre autres : *Anomya dentata* Hantk. (1); *Pyrena Hantkeni*, Mun.-Ch.; *Natica cochlearia*, Hantk.; *Cerithium pentagonatum*. Nous possédons de ce système une assez nombreuse série d'espèces, la plupart nouvelles.

Nous ne saurions douter du synchronisme de cet horizon avec les couches tertiaires les plus inférieures de la Hongrie, savoir les lignites à *Cyrena grandis*, les couches à *Cerithium Bakonicum* et celles à *Nummulites subplanulata*, car l'horizon qui vient ensuite (2), en Italie comme en Hongrie, est celui que caractérisent si nettement les trois espèces de *Nummulites*, toujours associées ensemble à ce niveau : *N. perforata*, *N. spira*, *N. complanata*.

Nous devons en conclure que la base du terrain tertiaire de l'Italie manque en Hongrie.

Puisque les lignites inférieurs de Hongrie correspondent si bien à ceux de Monte-Pulli dans le Vicentin, malgré la grande distance qui sépare ces contrées, il y a lieu d'espérer qu'on retrouvera le même horizon dans les points intermédiaires. Toutefois, les dépôts ligniteux sont des accidents éminemment locaux, car en face de Monte-Pulli, et séparée seulement par la vallée de l'Agno, se trouve une série de hauteurs, comme Bergamini di Sopra, où l'on peut observer la même succession qu'à Pulli, depuis la Scaglia jusqu'aux couches à *Nummulites perforata*, avec cette différence que le système saumâtre de Pulli et les lignites manquent complètement. Ce peu de continuité des dépôts d'eau saumâtre et d'eau douce est un fait assez général et tout naturel.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 126.

(2) *Ibid.*, p. 127.

Jusqu'ici, les lignites de Pulli n'avaient point été classés géologiquement ; ils n'avaient pas même été l'objet d'une étude sérieuse ; les observations qui précèdent permettent d'en fixer la position d'une manière précise, et de faire connaître un horizon nouveau pour l'Italie septentrionale, en même temps qu'elles fournissent un nouveau point de raccordement avec la série tertiaire de la Hongrie

M. **Hébert** expose, au nom de M. **Munier-Chalmas** et au sien, la première partie des résultats de leurs *recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin* :

1878

Dans cette première communication, il ne sera question que des couches tertiaires les plus anciennes (groupe de Spilecco) et de la Craie qui les supporte.

1^o La *Craie* (ou *Scaglia*) la plus récente de cette région et des régions voisines est caractérisée par : *Stenonia tuberculata*, *Ananhytes gibba* (grosse variété de Tercis), *Holaster pilula*, grandes espèces d'*Holaster*, *Infulaster*, Inocérames, etc. Elle est donc plus ancienne que la Craie supérieure du Midi de la France, et à plus forte raison que celle du Nord.

Au contact avec le terrain tertiaire, la surface de la Craie est ravinée, souvent même profondément, et recouverte quelquefois (Asiago) par l'Éocène supérieur. La concordance avec le terrain tertiaire n'est donc que locale et apparente.

La Craie peut reposer, sans dislocation aucune, sur le basalte, de manière à paraître s'être déposée par dessus ; elle renferme des lits

réguliers et étendus de cette roche, mais on reconnaît qu'on a affaire à des filons-couches qui, souvent, conduisent aux cheminées d'éruption.

De pareilles observations peuvent être faites, même dans le terrain jurassique.

2° *Groupe de Spilecco*, composé de calcaires, d'argiles et de tufs, dont la faune, quoique peu riche, a fourni 38 espèces. C'est un ensemble tout particulier de fossiles, sans liens avec aucune autre faune connue.

Les tufs sont tantôt à la base, tantôt au-dessus des calcaires ; ils sont stratifiés, renferment des débris corrodés des calcaires, soit en petits nodules, soit en amandes allongées, encore en place, et présentent une ou plusieurs couches. Il y a toute évidence que les tufs résultent de la désagrégation des calcaires. Cette désagrégation a été probablement le résultat d'émissions aqueuses thermales, acides, ayant précédé, accompagné et suivi les éruptions basaltiques. La présence fréquente de ces tufs à la base du terrain tertiaire s'explique par le passage facile ouvert aux sources à la surface inégale et ravinée de la Craie, et par la plus grande porosité des couches tertiaires inférieures, qui permettait une désagrégation plus facile.

La postériorité de ces phénomènes est prouvée par le voisinage immédiat de dykes de basalte, dans lesquels on peut voir des lambeaux de calcaire verticaux ou repliés en V.

M. Hébert cite un grand nombre de localités, où les faits consignés dans ce travail ont été observés par M. Munier-Chalmas et par lui.

Il annonce que la suite de ce travail démontrera que les éruptions basaltiques de ces régions sont postérieures aux couches à Clypéastres de Schio.

M. Hébert termine l'exposé des recherches qu'il a entreprises avec M. Munier-Chalmas sur les terrains tertiaires du Vicentin :

1878

3^o Couches à Alvéolines du Monte Vallico (Bolca) et Monte Postale.

— La superposition au n^o 2 serait, à Mussolino et à Monte Sivieri (Bolca) : à la base, couches à structure bréchoïde, nombreux *Nullipores*, *Crustacés*, petites *Nummulites* ; puis, couches à Alvéolines proprement dites, avec lits de *Poissons* et de *Végétaux* à la partie supérieure.

Le calcaire de Monte Postale, qui termine ce système, nous a donné une belle série de fossiles avec le test, dont un certain nombre du Calcaire grossier inférieur parisien : *Cerithium giganteum*, *Natica cæpacea*, *N. hybrida*, *Terebellum sopitum*, *Hipponix cornucopiæ*, *Lucina gigantea*, *Corbis lamellosa*, *Orbitolites complanata* et beaucoup d'espèces nouvelles. — En haut, couches saumâtres avec *Cyrènes*, *Cyclostomes*, etc.

4^o Calcaires à Échinides de Brusa-Ferri et Lignites de Monte Pulli, près Valdagno. — La base de ce système est marine (*Nummulites Pratti*, d'Arch., cc, *Ranina Marestiana*, *Kœnig*, *Periaster*, *Schizaster*, etc.) ; lits de *Palmiers*, Alvéolines rares ; puis couches à *Nummulites granulosa*?, recouvertes à Monte Pulli par des bancs saumâtres et des lignites renfermant quelques espèces de Monte Postale, avec *Orbitolites complanata*, mais surtout une riche faune nouvelle. Plusieurs espèces (*Anomya dentata*, *Pyrena Hantkeni*, *Natica cochlearia*, etc.), caractérisent les lignites inférieurs de la Hongrie.

5^o Horizon de San Giovanni-Ilarione, caractérisé en Italie, comme en Hongrie, par l'association des mêmes *Nummulites* (*N. perforata*, *N. spira*, *N. complanata*) ; nombreux Échinides (*Prænaster Alpinus*, *Pericosmus spatangoides*, *Conoclypus conoideus*, *Amblypygus dilatatus*, *Cyphosoma Blangianum*, etc.).

6^o Horizon de Ronca, avec les couches saumâtres à *Cérîtes* à la base et les calcaires à *Corbis major* en haut. En Hongrie, cet horizon est nettement compris entre le n^o 5 et les couches équivalentes au système de Priabona. Sa place, qu'il n'a pas été possible d'observer en Italie, se trouve donc rigoureusement fixée.

De nombreux faits démontrent que toutes les éruptions basaltiques sont postérieures aux assises précédentes.

ÉTUDE
du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire
DU VICENTIN

PAR M. MUNIER-CHALMAS

1891 (1^{er} Mars)

PREMIÈRE PARTIE

STRATIGRAPHIE

TERRAINS JURASSIQUE SUPÉRIEUR, CRÉTACÉ & TERTIAIRE DU VICENTIN

GÉNÉRALITÉS

Les Alpes Vénitiennes ont été l'objet d'importants et remarquables mémoires de la part des géologues et des paléontologistes les plus distingués, dont je rappellerai ici les noms : Fortis, Brongnart, Murchison, Lyell, Agassiz, marquis de Zigno, Massalongo, Suess, Pazini, Schauroth, Taramelli, Pirona, Bittner, Dames, marquis de Gregorio, Reuss, Hébert, Hörnes, Parona, Bassani, Nicolis, Mojsisovics. Ces travaux ont contribué pour une large part à faire connaître la constitution géologique de cette région.

Dans le Vicentin, à partir du Jurassique supérieur jusqu'au Tertiaire, les mouvements du sol qui ont affecté la région doivent être considérés comme sans importance. Toutes les assises se succèdent avec une extrême régularité ; nulle part on ne peut constater de solution de continuité entre les différents étages.

Les mers où se sont déposées les assises tithoniques et crétacées étaient certainement peu profondes ; cependant, les couches à silex de la Scaglia (*Sénovien, Danien*) qui renferment par places de nombreuses Globigérines, ont été considérées comme s'étant formées dans des eaux profondes ; je démontrerai qu'il n'en est rien, car les calcaires de la Scaglia se sont déposés à la même profondeur que les couches à *Gastéropodes* et à *Rudistes* de l'Alpago.

Les premiers mouvements importants que l'on constate datent de la fin de la période crétacée. Ils ont déterminé la formation d'un grand synclinal dont je parlerai plus loin, et l'exhaussement temporaire du Vicentin. La mer, qui a déposé plus à l'est les derniers sédiments crétacés et les premières assises tertiaires, n'a pas pénétré dans cette région.

Il est probable qu'il y a eu un déplacement très accentué des lignes de rivage lorsque la mer est revenue dans le Vicentin, vers la fin de l'Eocène inférieur.

La présence de brèches renfermant de nombreux fragments de Scaglia (Danien), à la base de l'Eocène moyen, fait présumer qu'il y a eu aussi des oscillations importantes entre l'Eocène inférieur et l'Eocène moyen, oscillations qui ont amené une transgressivité entre ces deux termes.

La plus grande extension de la mer vers le nord et vers le sud, c'est-à-dire du côté des Alpes et dans les Monts Euganéens, paraît correspondre à la fin de l'Eocène moyen. Jusqu'à la fin de l'Oligocène, les différentes assises nummulitiques se sont déposées sans aucune interruption.

Les dépôts miocènes débutent par des bancs qui indiquent un autre régime. Les mouvements du sol qui se sont produits d'une manière générale dans la région pré méditerranéenne ne semblent pas avoir affecté le Vicentin avec une très grande énergie, car il n'existe certainement pas de lacune entre l'Oligocène et le Miocène; seulement des courants plus rapides, ayant une nouvelle origine, ont amené les dépôts sableux à *Clypeâstres*, ainsi que la faune miocène, au milieu de laquelle ont encore survécu quelques espèces oligocènes.

Il est certain cependant que le ridement alpin se continuant, la mer miocène s'est déplacée vers le sud par suite de l'exhaussement des couches éocènes.

Le plus grand mouvement orogénique des temps tertiaires, comme on le sait, s'est fait sentir dans toutes les régions pré méditerranéennes à la fin de l'Helvétien. Il a déterminé en grande partie le relief actuel du globe.

Par suite de l'exhaussement des Alpes, la *mer tortonienne* a été rejetée dans le *Bassanais*, au pied des chaînes subalpines; un peu plus tard, les mouvements *post-tortoniens*, qui ont plus ou moins redressé les *couches prépliocènes* du Bassanais, semblent s'être généralisés dans les Alpes.

Il paraît également probable qu'il y a eu aussi de nombreuses modifications orogéniques dans les régions subalpines à la fin du Pliocène, mais il est encore impossible de les préciser avec certitude.

Après ce court exposé de l'histoire géologique de la région, je vais étudier successivement chacun de ces terrains en insistant plus particulièrement sur l'Eocène et l'Oligocène.

TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Dans les Alpes Vénitiennes, il n'y a pas de lacune entre la partie supérieure du terrain jurassique et la base du terrain crétacé ; c'est là, du reste, un fait qui a été reconnu sur un grand nombre d'autres points : Alpes, Cévennes, Iles Baléares, etc. Dans la région étudiée, il y a non seulement continuité absolue au point de vue stratigraphique entre ces deux grandes époques, mais encore passage presque insensible au point de vue paléontologique. C'est ainsi qu'il est bien difficile de mettre une limite précise entre les assises de Berrias, dernier terme de la série jurassique, et le Néocomien proprement dit.

Il n'en est pas de même lorsque l'on examine les relations stratigraphiques qui existent entre le Tithonique et les couches jurassiques qui lui sont inférieures ; on y constate souvent des lacunes et une discordance transgressive. Les travaux de M. Zittel (1) dans les Apennins, de M. Haug (2) dans le Tyrol méridional, de M. Zaccagna (3) et de M. Kilian (4) dans la Haute Ubaye, mettent en évidence un fait important : la transgressivité, sur certains points, du Tithonique sur les autres étages jurassiques. Il en résulte que, dans la généralité des cas, le changement de faune est beaucoup plus accentué entre le Tithonique et le Jurassique, qu'entre le Tithonique et le Crétacé. On peut admettre que les causes qui ont amené cette différence de faune entre deux termes du terrain jurassique, ont pour origine les mouvements (5) et les oscillations qui ont déterminé la transgressivité du Tithonique. On peut même dire que si la ligne de séparation des terrains jurassiques et des terrains crétacés avait été établie primitivement dans les Alpes Vénitiennes elle ne coïnciderait pas avec celle qui s'est imposée dans le Nord.

Ce sont ces considérations qui ont, en grande partie, déterminé M. Hébert à placer le Tithonique à la base de la série crétacée.

(1) K. Zittel in Benecke, *Geogn.-pal. Beitr.* t. II. p. 141 (332).

(2) Haug, Neoc. Puez. *Jahrb. Geol. R. Anst.* t. XXXVII, p. 278.

(3) Zaccagna. *Boll. Com. geol. ital.*, 1887, p. 391. (304).

(4) Kilian, *B. S. G. F. C.-R. somm.* 2 févr. 1891.

(5) Ces mouvements et ces oscillations ont probablement déterminé la formation des courants qui ont amené la faune tithonique dans les Alpes, etc.

Les récifs coralligènes synchroniques du Tithonique sont beaucoup moins développés sur le versant sud des Alpes que sur le versant nord où je ne connais guère que l'intéressant gisement du M^{te} Cavallo, découvert par M. Pirona, qui l'a si bien décrit au point de vue stratigraphique et paléontologique.

Les calcaires coralliens à *Terebratula moravica* du M^{te} Cavallo, que j'ai eu occasion de voir, renferment une faune semblable à celles des Carpathes, des Cévennes et des Alpes Françaises.

TITHONIQUE

Le Tithonique doit être considéré comme le faciès pré-méditerranéen des couches qui correspondent dans le Nord au *Kimméridgien supérieur* (*Astartien*), au *Portlandien* et au *Purbeckien*.

Actuellement tous les géologues paraissent d'accord pour admettre que le Tithonique est incontestablement synchronique du *Portlandien*. Mais il y a divergence de vue au sujet de sa contemporanéité avec le *Virgulien* et le *Purbeckien*.

Les couches de Solenhofen ont été placées par la majorité des géologues et des paléontologistes dans le *Virgulien*, c'est-à-dire dans le *Kimméridgien supérieur*; elles renferment, comme on le sait, des espèces qui se retrouvent à la base du Tithonique, notamment *Oppelia lithographica*; elles correspondent donc d'une manière indiscutable à la partie inférieure du *Diphya-Kalk*.

Cependant d'autres stratigraphes pensent que les couches de Solenhofen doivent appartenir à la base du *Portlandien*. Je crois néanmoins que le désir de voir les grandes divisions du Midi coïncider avec les grandes divisions du Nord, n'aura aucune influence sur les décisions qui seront prises relativement à cette question importante.

Il y a eu autrefois divergence de vues au sujet de la position stratigraphique qu'il convenait d'assigner au *Purbeckien* du Jura; quelques géologues le plaçaient dans le *Crétacé inférieur*; aujourd'hui l'opinion qui prédomine de beaucoup, tend à considérer le *Purbeckien* d'Angleterre et du Jura, comme correspondant à la fin du *Jurassique* et par conséquent à la partie terminale du Tithonique. Cette manière de voir me semble être en parfaite conformité avec tous les faits connus.

Dans le Vicentin et surtout dans les Sette-Comuni, le Tithonique est très bien représenté; on peut étudier sans aucune discon-

tinuité stratigraphique les différentes assises qui le composent, jusqu'aux couches néocomiennes les mieux caractérisées.

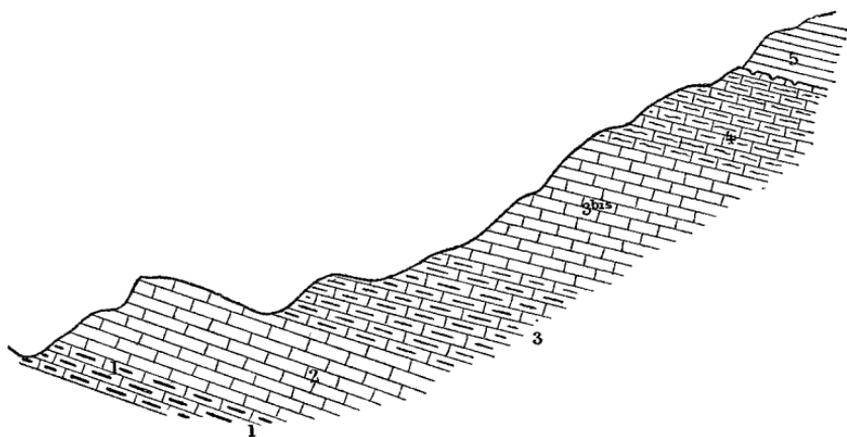
Dans beaucoup de points de la région qui nous occupe, on rencontre des assises fossilifères qui permettent de préciser les rapports des principales subdivisions qu'on est en droit d'établir dans cet ensemble de couches calcaires, dont la partie inférieure a été désignée sous le nom de *Diphya-Kalk*, et la partie supérieure (*pro parte*) sous celui de *Biancone*.

La partie terminale du *Biancone*, comme l'a si justement fait remarquer M. le baron de Zigno (1), appartient, seule, franchement au Néocomien.

Les géologues autrichiens et italiens ont recueilli, dans les Alpes Vénitiennes, beaucoup de documents sur cet important et intéressant sujet. Je citerai d'abord les anciens mémoires de Catullo, et les belles recherches de M. le baron de Zigno, puis les travaux de MM. Benecke, Neumayr, Hörnes; enfin je rappellerai plus spécialement, pour le point qui m'occupe, les études et les nombreux documents recueillis par MM. Parona, Secco, Rossi, Balestrio. J'ai eu l'occasion d'étudier aussi, à plusieurs reprises, le Tithonique des Alpes Vénitiennes; mes premières observations dans cette région ont été faites en 1876, en compagnie de M. Hébert.

Fig. 1.

Coupe schématique des terrains jurassiques et crétacés des Sette Comuni.



1. — Couches à *Oppelia compsa*.
2. — Tithonique.
3. — Néocomien.

- 3 bis. — Assises devant représenter le Gault, le Cénomanién, le Turonien et le Sénonien.
4. — Danien.
5. — Eocène moyen.

(1) de Zigno, Atti. d. R. Ist. Ven. 1846 (308).

En partant de Ponte di Ghelva pour se diriger vers Aziago, l'ancienne capitale de la République des Sette-Comuni, on coupe successivement toutes les assises à partir du Kimméridgien jusqu'au Danien inférieur.

Les assises jurassiques supérieures (fig. 1, n° 1) qui supportent les premières couches tithoniques sont constituées par des calcaires marneux rouges caractérisés par

Oppelia compsa Oppel.
Perisphinctes polyplocus Reinecke.
Phylloceras Loryi Mun.-Ch.

Le Tithonique, qui est en concordance avec ces dernières assises (fig. 1, n° 2), débute également par des calcaires rouges qui deviennent de moins en moins marneux et de plus en plus compactes, à mesure que l'on s'élève dans la série ; vers le haut ils deviennent blancs et passent insensiblement au Biancone qui appartient en partie au Tithonique et en partie au Néocomien. Il m'a paru nécessaire d'y introduire trois subdivisions principales et quelques divisions secondaires :

1° Les bancs inférieurs dont je viens de parler ont, dans les Alpes Vénitiennes, à peu près la même faune que dans les Cévennes, ainsi qu'il résulte des observations que j'ai pu faire et des intéressants travaux que M. Toucas a publiés dans le Bulletin de la Société géologique (1), travaux dans lesquels il précise avec une grande netteté, au point de vue paléontologique, les limites séparatives des différentes assises qui constituent cette série en France. Les fossiles principaux de cet horizon sont :

Waagenia Verestoica Herbig.
— *hybonota* Opp. sp.
Phylloceras Loryi Mun.-Ch.
Oppelia compsa Oppel.
Lytoceras Liebigii Zittel.
Aspidoceras longispinum Sow.
Perisphinctes Geron Zittel.
Haploceras veruciferum Menegh.
Pygope diphya Colonna.
— *triangulus* Lamarck sp.
Nombreux *Perisphinctes*.

Les *Pygope* se rencontrent surtout à la partie supérieure des assises à *Waagenia hybonota*.

2° Puis se développe une succession d'assises qui renferment la faune si classique du *Diphya-kalk* proprement dit :

(1) B. S. G. F., 3^e sér. T. XVIII, p. 560. (294).

Holcostephanus Stenonis Gemmellaro.
— *Albertinus* Catullo sp.
Perisphinctes Venetianus Zittel.
Simoceras strictum Cat. sp.
— *Volanense* Oppel. sp.
Haploceras verruciferum Meneghini.
Phylloceras Calypso d'Orb. sp.
— *ptychoicum* Quenst. sp.
Pygope diphya Colonna.
— *triangulus* Lamk. sp.

3° A. — Vers la partie supérieure du Diphya-Kalk, on trouve des couches qui paraissent bien correspondre au niveau de *Stramberg* proprement dit. Elles sont caractérisées par :

Perisphinctes transitorius Oppel.
— *micracanthus* Oppel.
Phylloceras ptychoicum Quenst sp.
— *Silesiacum* Oppel.

B. — Les couches de *Roverè di Velo* doivent représenter un niveau un peu supérieur, c'est-à-dire l'horizon de Berrias et non celui de *Stramberg*; elles paraissent correspondre à celles de *Koniakau* (1) qui ont été assimilées à tort, selon moi, au niveau de *Stramberg*, dont on peut facilement les différencier paléontologiquement.

Les espèces prédominantes de *Roverè di Velo* que j'ai recueillies sont :

Haploceras Grasianum d'Orb. sp.
— *Carpathicus* Zittel.
Phylloceras ptychoicum Quenst. sp.
— *Calypso* d'Orb. sp.
Holcostephanus polytroptychus Uhlig.
Pygope janitor Pictet.
— *triangulus* Lamk. sp.

(1) Les espèces spéciales à *Koniakau* sont :

Hoplites carpathicus Zittel.
Perisphinctes Lorioti Zittel.

Mais le caractère paléontologique le plus important ressort de l'absence des espèces suivantes, qui sont spéciales aux assises de *Stramberg* :

Lytoceras municipale Oppel.
— *quadrisulcatum* d'Orb.
Haploceras tithonicum Opp.
Hoplites abscissus Opp.
— *Moravicus* Opp.
Perisphinctes transitorius Opp.
— *eudichotomus* Opp.
— *senex* Opp.
Simoceras Volanense Opp. (très rare).

C — La séparation de ces assises d'avec les couches néocomiennes est très difficile à faire; il y a, comme je l'ai déjà dit, passage insensible entre le Tithonique et le Néocomien; l'assise limite entre les deux formations renferme principalement dans le grand ravin à l'ouest d'Asiago (Sette-Comuni) :

Phylloceras ptychoicum Quenst. sp.

— *Rouyanum* (1) d'Orb. sp.

Holcostephanus Astierianus d'Orb. sp.

Haploceras Grasianum d'Orb. sp.

La présence ou l'absence du *Phylloceras ptychoicum* me paraît être d'une très grande utilité pour séparer, dans un grand nombre de cas, le Néocomien proprement dit du Tithonique, car cette espèce disparaît complètement ou devient d'une extrême rareté dans les couches néocomiennes les plus inférieures; là elle est remplacée par une forme représentative: le *Phylloceras semisulcatum*.



(1) *Phylloceras Rouyanum* d'Orb. = *Ph. Beneckeii* Zittel, de Koniakau = *Ph. Ladinum* Uhlig, du Néocomien du Tyrol septentrional. On peut les considérer comme de simples variétés.

TERRAIN CRÉTACÉ

NÉOCOMIEN

Les assises néocomiennes (fig. 1, n° 3) qui se relieut insensiblement aux couches de Berrias, se présentent souvent sur des points où leur superposition est difficile à voir.

Il y aura encore de nombreuses et longues recherches à faire pour établir sûrement les relations stratigraphiques et paléontologiques qui existent entre les différents termes de cette série ; malgré cela, les observations de MM. Parona, Secco, Rossi, jointes à celles que j'ai faites en 1878, 1879 et 1882, permettent déjà d'admettre les principales divisions suivantes :

1° A. — Le Néocomien proprement dit (Valangien) présente à sa base des bancs dans lesquels j'ai recueilli des fragments de Bélemnites plates (*Duvalia*) avec des Ammonites indéterminables du groupe de l'A. *Calypso* et de l'A. *Neocomiensis*.

B. — On trouve ensuite des couches de calcaire plus ou moins compacte, d'un blanc grisâtre, avec

Crioceras Duvalii Léveillé.

Holcostephanus Astierianus d'Orb. sp.

Ce sont ces assises dans lesquelles les géologues dont je viens de parler, ont recueilli à Vignola, etc. :

Belemnites (Duvalia) dilatatus d'Orb.

Crioceras Duvalii Léveillé.

Holcostephanus bidichotomus Leymerie. sp.

Phylloceras infundibulum d'Orb. sp.

etc.

2° Les couches barrémiennes seraient représentées par des assises correspondant à celles de Nogaredo et de Collalti di Sologna, où ont été recueillis :

Holcostephanus Carteroni d'Orb. sp.

Silesites Seranonis d'Orb. sp.

Macroscaphites Yvani Puzos sp.

Le Barrémien est du reste bien développé dans le Tyrol méridional ; M. Haug (1) en a fait connaître la faune dans un important mémoire.

3° Dans les Alpes Vénitiennes, l'Aptien est encore inconnu,

(1) Haug, Ammonit. d. Puezalpe. *Beitr. z. Pal. Ost.-Ung.* t. VII. n° 3. 1889.

cependant cet étage y existe peut-être, car on cite l'*Ancyloceras Matheronianus* provenant du Vicentin, mais sans désignation de localité. Malgré les nombreuses recherches que j'ai faites dans ces régions, je n'ai pu rencontrer un seul fossile dans les couches qui doivent être attribuées à l'Aptien.

M. Haug pense que l'*Ancyloceras Matheronianus* d'Orbigny, qu'il a trouvé à la partie supérieure des assises barrémiennes du Tyrol, pourrait bien représenter la base de l'Aptien.

ALBIEN, CÉNOMANIEN, TURONIEN, SÉNONIEN

Au-dessus du Néocomien s'élève un ensemble puissant d'assises composé de bancs calcaires peu épais, souvent même très minces (fig. 1, n° 3 bis), qui deviennent de plus en plus compactes et qui passent insensiblement aux bancs également peu épais de calcaire à silex, que les Italiens désignent sous le nom de *Scaglia* (fig. 1, n° 5). J'attribue au Danien la partie supérieure de ces dernières assises.

Il est certain, comme je le démontrerai à propos du Bellunais et de l'Alpago, que les étages *Albien*, *Cénomanien*, *Turonien* et *Sénonien* sont représentés dans cette série considérable de couches (fig. 1, n° 4) qui ne renferme d'autres fossiles que des Foraminifères, des Radiolaires et des Diatomées, cantonnés par places dans les silex.

J'ai cependant pu exceptionnellement constater deux ou trois fois la présence d'empreintes d'Ammonites indéterminables, à la surface des bancs de la *Scaglia* inférieure et supérieure.

DANIEN

Les données paléontologiques que nous possédons sur l'Espagne, grâce aux travaux de MM. de Verneuil (1) et Nicklès (2), et sur les Pyrénées, par suite des persévérantes recherches de M. Seunes (3), permettent de fixer l'âge encore très contesté des couches à *Stenonia tuberculata* qui terminent la *Scaglia* dans les Alpes Vénitiennes, et d'affirmer qu'elles correspondent dans leur ensemble au Danien. Cependant, la partie inférieure de ces assises appartient peut-être au Sénonien supérieur.

Les géologues qui se sont occupés de ces assises les ont rapportées

(1) De Verneuil, Expl. carte géol. Esp. 1869. (298).

(2) Nicklès, B. S. G. F. 3^e sér. t. XVII, p. 824. (214).

(3) Seunes, Thèse. (264).

soit au Turonien, soit au Sénonien; des couches synchroniques, dans la province de Cadore, ont même été considérées comme pouvant appartenir au Cénomaniens (1).

Lorsque l'on poursuit vers l'est ces dépôts, on voit qu'ils se relient à des assises qui appartiennent par leur position stratigraphique au Danien.

La partie terminale de la Scaglia conserve les mêmes caractères pétrographiques que la Scaglia typique; mais elle renferme des Echinides très intéressants, caractérisant une faune alpine qui se poursuit avec les mêmes caractères sur une très grande étendue des Alpes Vénitiennes et qu'on retrouve jusque dans l'Alpago; plus loin, dans le Frioul autrichien, elle est remplacée par une faune tout à fait différente, où abondent de nombreuses espèces de *Rudistes* (2) et quelques *Echinides nouveaux* (3).

En dehors de l'Italie, vers l'ouest, elle se retrouve en Espagne, dans les environs de Mancha Real (4). J'ai été frappé, en examinant la collection de M. de Verneuil, de retrouver dans le Danien d'Espagne provenant de cette dernière localité, une partie des Echinides alpins de la Scaglia supérieure :

Stenonia tuberculata Defr. sp.
Ovulaster Gauthieri Cotteau.
Coraster sp.

Les principales localités où j'ai étudié ces assises sont: Monte Pulli et les environs de Valdagno, Monte Magre, près Schio, les environs de Chiampo, Monte Bolca, Galio dei Sette Comuni et les environs de Vérone. On y recueille en assez grande abondance :

Ananchytes Beaumonti Bayan.
Stenonia tuberculata Defr. sp.
Scagliaster concavus (Catullo spec.) Mun.-Ch.
— *Italicus* (Ag. sp.) Mun.-Ch.
Ovulaster Zignoanus d'Orb. sp.
Coraster sp..
Inoceramus Italicus Mun.-Ch.
— aff. *regularis* d'Orb.
Radiolites.

Catullo est le premier auteur qui ait décrit assez exactement les principaux fossiles de cet horizon. Depuis cette époque, Desor, Agassiz et la plupart des géologues, sauf M. Pomel, y ont cité des

(1) Taramelli, Prov. di Belluno. (290).

(2) Pirona, Le Ippur. d. Colle di Medea (239).

(3) Munier-Chalmas, *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX. (210).

(4) Munier-Chalmas. *B. S. G. F.*, 1888, 3^e sér., t. XVI, p. 820.

Holaster ; mais les formes qu'ils désignent sous ce nom appartiennent à un nouveau genre voisin des *Stegaster* Pomel (1), que je désigne sous le nom de *Scagliaster* (2). Le genre *Stegaster* n'est bien connu que depuis les intéressants travaux de M. Seunes (3). Les *Stegaster* et les *Scagliaster* appartiennent au groupe qui a pour chefs de file les *Ananchytes* et non les *Holaster*.

L'absence complète des autres sections d'Echinides, notamment des *Micraster* et des *Hemipneustes*, qui sont si caractéristiques du Danien de Belgique, des Pyrénées françaises, d'Espagne et d'Algérie, est un fait qui doit être mis en évidence ; du reste, c'est la règle pour les dépôts crétacés supérieurs du versant sud des Alpes, où ces genres n'ont jamais été rencontrés.

Les Gastéropodes paraissent manquer complètement ; les Acéphales ne sont représentés que par des *Inoceramus* et quelques *Radiolites* ; on trouve aussi, mais très rarement, à l'intersection des bancs, quelques traces d'Ammonites. Dans la région du Cadore, les Céphalopodes sont plus abondants.

Les couches à *Stenonia tuberculata*, qui se présentent partout avec la même faune, sont fossilifères sur 50 à 100 mètres. Elles terminent, dans les Alpes Vénitiennes, la série crétacée.

Dans les environs de Bolca, la grande falaise de Lago di Gracchio est formée par des calcaires daniens dans lesquels on a trouvé les plus grands exemplaires connus de *Scagliaster concavus* Catullo sp.

La partie terminale des couches crétacées présente des bancs durs, grenus, rougeâtres, souvent fissiles, qui font corniche dans les escarpements. Ces assises, qui renferment encore très rarement l'*Ananchytes Beaumonti*, ont été ravinées ou détruites par les érosions tertiaires. Elles supportent les premières assises éocènes qui commencent en général par des tufs volcaniques.

Les nombreuses coupes que l'on peut relever dans tout le Vicentin montrent bien, comme nous l'avons déjà indiqué, M. Hébert et moi, la lacune qui existe entre les dépôts tertiaires et les dépôts crétacés ; je reviendrai sur cette lacune à propos de l'Éocène inférieur.

Je terminerai en rappelant que sur plusieurs points de cette région, j'ai constaté, contrairement à l'opinion admise, la présence de coulées de basalte paraissant très régulièrement interstratifiées entre les bancs de Scaglia.

(1) Pomel, *Classif. et genera des Echin.* (246).

(2) Munier-Chalmas, *B. S. G. F.*, 3^e sér., t. XIX, (210).

(3) Seunes, *B. S. G. F.* 3^e sér. t. XVII. p. 811.

Ce fait, sur lequel M. Hébert (1) et moi avons déjà appelé l'attention, a une très grande importance, car il démontre que l'intrusion des basaltes dans la Scaglia *n'amène pas la formation de breccioles et de tufs* semblables à ceux que l'on peut constater dans les terrains tertiaires.

(1) Hébert et Mun.-Ch. *C. R. Ac. Sc.* t. LXXXV. 27 mai 1878. (136).

TERRAINS TERTIAIRES

GÉNÉRALITÉS

Les terrains tertiaires des Alpes Vénitiennes ont été étudiés au point de vue stratigraphique par d'éminents géologues tels que Fortis, Brongniart, Murchison, Lyell, marquis de Zigno, Pazini, Schauroth, Suess, Taramelli, Hörnes, Pirona, Bittner, etc. Mais le mémoire de M. Suess est sans contredit celui qui a fait faire le plus grand progrès à la géologie de cette région.

Les savants qui se sont occupés de travaux paléontologiques sont également très nombreux; je citerai MM. Fortis, Brongniart, Agassiz, Hörnes, d'Achiardi, marquis de Zigno, Massalongo, marquis de Bassani.

Je ne dois pas non plus oublier de rappeler ici le nom de Meneguzzo, le guide si connu de tous les géologues; ses recherches infatigables ont amené la découverte des localités les plus fossilifères et les plus classiques des Alpes Vénitiennes.

A la suite d'un voyage en Italie et en Hongrie, nous avons publié, M. Hébert et moi, dans les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, en 1877, une première série de notes (1) donnant le résumé de nos études sur les terrains tertiaires.

Les observations que j'ai faites en 1877, pendant le cours d'un second voyage, nous ont permis de donner une deuxième série de notes (2) complétant nos premières observations.

Les explorations que j'ai eu l'occasion de faire depuis cette époque, en 1879, 1880, 1882 et 1888, m'ont conduit à des résultats qui me permettent de compléter et de modifier, sur quelques points, nos premiers travaux.

Avant de résumer mes observations personnelles, je crois nécessaire de reproduire ici les principales divisions stratigraphiques que nous avons admises dans nos premiers travaux, afin de faciliter la comparaison des différentes régions tertiaires entre elles.

I. EOCÈNE INFÉRIEUR

1^o Calcaire à *Nummulites Bolcensis* Mun.-Ch. et *Rhynchonella polymorpha* Mass. (*Horizon de Monte Spilecco* de M. Suess).

(1) Rech. s. l. terr. de la Hongr. et du Vic. (135).

(2) Nouv. rech. s. l. terr. tert. du Vic. (136).

H. ÉOCÈNE MOYEN

2° Couches à *Alvéolines* de Monte Vallico et de Monte Postale.

3° a) Calcaire à *Echinides* de Brusa-Ferri.

b) Lignites de Monte Pulli.

4° Calcaires à *Nummulites perforata*, *Num. spira*, *Num. complanata* de San Giovanni Harione.

5° Couches de Ronca.

III. ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

6° Couches à *Cerithium diaboli*.

7° Calcaire marneux à *Orbitoides* (Groupe de *Priabona* de M. Suess).

IV. OLIGOCÈNE

8° Calcaire à *Lithothamnium* et à *Polypiers* de Crosara et de San Luca.

9° Marnes de Laverda.

10° Calcaires à *Natica crassatina*.

Si l'on cherche à former des groupes naturels avec toutes ces assises, en s'aidant de la paléontologie, on voit que les *Nummulites* peuvent entrer pour une large part dans la constitution de ces groupes.

Les nouveaux travaux que je fais en collaboration avec M. Schlumberger sur les *Alvéolines*, les *Flosculines* et *Semiflosculines* montrent que ces foraminifères sont également appelés à jouer un grand rôle au point de vue de la classification des terrains nummulitiques.

Les terrains éocènes et oligocènes du Vicentin, et, en général, ceux du versant sud des Alpes, ne présentent que cinq grandes divisions nummulitiques, qui correspondent aux mouvements orogéniques les plus importants de la région pré-méditerranéenne.

Ces cinq grands horizons se subdivisent facilement en niveaux secondaires plus ou moins régionaux, mais toujours d'une très grande utilité pour les études géologiques locales.

Ils peuvent se résumer ainsi :

I. — Groupe des assises à *Nummulites Spileccensis* Mun.-Ch. et *Num. Bolcensis* Mun.-Ch., etc.

II. — Groupe des assises à *Nummulites lævigata* Lamk., *Num. Atacica* Leym., *Num. Pratti* d'Arch. et faciès à *Alvéolines*.

III. — Groupe des assises à *Nummulites perforata* d'Orb., *Num. spira* Brong., *Numm. Brongniarti* d'Arch., etc.

IV. — Groupe des assises à *Nummulites striata* d'Orb., et *Num. contorta* Desh.

V. — Groupe des assises à *Nummulites Tournoueri* Mun.-Ch. et *Num. intermedia* d'Arch.

Le premier groupe, qui est le moins riche en espèces, correspond à l'Eocène inférieur. Les nummulites y sont relativement assez rares, elles peuvent même faire défaut.

Le second horizon représente la base de l'Eocène moyen ; il est contemporain des couches à *Nummulites lævigata*, du bassin de Paris. (Lutétien inférieur).

La troisième division, qui est certainement la plus importante et la plus constante, correspond à la partie moyenne et supérieure de l'Eocène moyen, c'est-à-dire au Lutétien moyen et supérieur et aux sables de Beauchamp du bassin de Paris.

Le quatrième groupe est l'équivalent de l'Eocène supérieur ; il a beaucoup de rapports avec l'Oligocène.

Enfin le cinquième groupe, qui termine la série nummulitique, est synchronique de tout l'Oligocène (Infra-tongrien, Tongrien, Aquitanien).

CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES GÉNÉRAUX DES FORMATIONS NUMMULITIQUES DU VICENTIN.

Lorsque l'on étudie au microscope les calcaires nummulitiques, on voit que les Foraminifères et les fragments d'algues calcaires, de Polypiers, de Bryozoaires, d'Echinodermes et de Mollusque sont contribué pour une large part à leur formation ; mais parmi tous ces êtres, ce sont surtout les Foraminifères dont la contribution a été la plus considérable. En effet, on rencontre souvent des bancs entiers presque uniquement formés de *Miliolida* (*Pentellina*, *Trillina*, *Heterellina*, *Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Spiroloculina*) ; les autres genres principaux qui s'y trouvent associés sont : *Orbulina*, *Globigerina*, *Tinoporos*, *Textilaria*, *Dentalina*, *Rotalina*, etc., etc.

Je vais passer très brièvement en revue les algues et les principaux groupes d'invertébrés fossiles qui caractérisent les formations nummulitiques du Vicentin, laissant en dehors, pour le moment, les autres régions.

I. Algues. — Les *Algues calcaires*, à part les *Lithothamnium*, sont toujours très rares. Les espèces qui appartiennent à ce genre et qui atteignent souvent des dimensions relativement assez grandes, se montrent presque à tous les niveaux de la série tertiaire. Elles forment quelquefois presque à elles seules des bancs qui se poursuivent à de grandes distances. Toutes les espèces de *Lithothamnium* sont excessivement voisines les unes des autres, et malgré la belle conservation de leur tissu cellulaire, il est

presque impossible de trouver des caractères précis pour les délimiter. M. Gümbel (1) a décrit dans un important travail un certain nombre d'espèces intéressantes. Il reste à faire une monographie générale de ce groupe, qui commence avec le Néocomien ; les matériaux relatifs à ce sujet abondent dans la plupart des collections. Les autres algues calcaires sont rares ; elles appartiennent aux sections des *Siphonées verticillées* (2) et des *Siphonées dichotomes* (3) ; elles sont représentées par les genres *Larvaria*, *Polytrypa*, *Dactylopora*, *Coralliodendron* (*Ovulites*).

J'ai pu constater leur présence dans presque toutes les assises nummulitiques ; ce fait a une très grande importance au point de vue bathymétrique, car il démontre que toutes les couches éocènes dont je vais parler se sont déposées dans des mers très peu profondes.

II. Foraminifères. — Les grands foraminifères, *Orbitolites*, *Alvéolines*, *Orthophragmina*, *Nummulites* et *Operculines* sont presque les seuls qui puissent être utilisés dans la grande généralité des cas pour les études stratigraphiques. Malgré les nombreux et importants travaux qui ont été faits sur ces genres, il reste encore un nombre considérable d'espèces à revoir ou à décrire. Les espèces nouvelles d'Alvéolines, indiquées dans ce travail, seront publiées en collaboration avec M. Schlumberger, dans un mémoire que nous préparons sur ce sujet.

Je ne citerai parmi les petits foraminifères que les *Globigérines* et les *Orbulines*. Les espèces qui appartiennent à ces deux sections sont relativement rares et souvent associées aux autres genres. Cependant, dans certaines couches de calcaire compacte à silex de la Scaglia (Sénonien et Danién), et dans les calcaires de l'Eocène inférieur de Berghamini, qui ont les mêmes caractères pétrographiques, les *Globigérines* et les *Orbulines* dominant et excluent pour ainsi dire les autres foraminifères. D'après certaines données actuelles, on serait tenté de voir dans ces calcaires des dépôts de mer profonde ; il n'en est rien, comme on le verra plus loin.

Les *Orbitolites* (4), qui débute avec l'Eocène inférieur, sont beaucoup moins abondantes que les *Nummulites*, les *Orbitoïdes* et les *Alvéolines*. Elles occupent seulement deux niveaux principaux, l'un dans les assises à *Nummulites levigata*, l'autre dans les

(1) Gümbel. Die sogen. Nulliporen. (115).

(2) Mun.-Ch. Observ. s. l. Algues calc., I. (204).

(3) Mun.-Ch. Id. II. (205).

(4) Les *Orbitolites* citées dans le Jurassique appartiennent au nouveau genre *Orbitopsella* Mun.-Ch. ; les formes vivantes se répartissent entre deux autres genres : *Taramellina* Mun.-Ch. et *Bradyella* Mun.-Ch. B. S. G. F., 3^e s. T. XIX.

couches à *Nummulites perforata*. Elles ne présentent pas de caractères qui permettent de les distinguer spécifiquement (1). Les études que j'ai faites en collaboration avec M. Schlumberger, nous ont démontré que les différentes formes rencontrées dans les Alpes depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la partie supérieure de l'Eocène moyen, ne sont que de simples variétés de l'*Orbitolites complanata* Lamk. dont le type provient de l'Eocène moyen du bassin de Paris.

Les Alvéolines (2) qui apparaissent avec l'*Eocène inférieur*, jouent un rôle des plus importants dans l'*Eocène moyen* du Vicentin et des régions voisines. Elles ont été décrites dans différents travaux parmi lesquels il faut citer un mémoire de M. Schwager (3). Dans une nouvelle étude préliminaire faite en collaboration avec M. Schlumberger, nous avons donné les caractères des principales espèces, au moyen de photographies faites d'après des sections longitudinales. Les différentes espèces, étudiées ainsi, et reproduites par ce procédé, présentent des caractères spécifiques très nets.

Les Alvéolines (4) et leur sous-genre *Flosculina* (5) qui se modifient très rapidement dans le temps, atteignent leur maximum de développement à la base de l'Eocène moyen (horizon de la *Nummulites lævigata*) ; elles sont encore relativement abondantes dans les couches à *Nummulites perforata*.

Les *Orthophragmina* (6) qui correspondent à la plupart des espèces décrites sous le nom d'*Orbitoides* (7) pullulent dans certaines assises de l'Eocène et de l'Oligocène ; après les Nummulites ce sont ces foraminifères qui jouent le rôle principal dans les formations nummulitiques. Malheureusement, malgré le travail intéressant de M. Gümbel (8), c'est peut-être parmi les foraminifères, le groupe qui

(1) Munier-Chalmas et Schlumberger.

(2) Gümbel, Beitr. z. Foraminiferenfauna d. nordalpinen Eocängeb. *Abh. d. k. bayer. Akad. d. Wiss.*, t. X, 1868.

(3) Schwager. Die Foraminiferen aus den Eocaenablagerungen der libyschen Wüste und Aegyptens. *Palæontogr.*, t. XXX, 1883.

(4) Les Alvéolines sont déjà connues dans le Cénomanién de Provence.

(5) Les *Flosculines* arrivent avec l'Eocène.

(6) Munier-Chalmas *B. S. G. F.*, 3^e s. T. XIX, 1891. Les *Orbitoides* se distinguent facilement des *Orthophragmina* par la forme arquée du bord externe des grandes loges médianes. Elles sont surtout abondantes dans le Danien, tandis que les *Orthophragmina* ont leur maximum de développement dans les terrains tertiaires et disparaissent de nos mers après le Miocène.

(7) Les *Orbitoides* se montrent pour la première fois dans le Danien du Nord et du Sud-Ouest de l'Europe, où elles deviennent très abondantes.

(8) Gümbel. loc. cit.

a été encore relativement le moins étudié et qui est cependant représenté par le plus grand nombre de formes.

Il reste encore à faire connaître et à décrire la presque totalité des espèces. Les *Orthophragmina* forment quatre niveaux principaux :

1° Dans les assises de Spilecco (Eocène inférieur).

2° Dans les couches à *Nummulites perforata* (Eocène moyen).

3° Dans l'horizon de Priabona (Eocène supérieur).

4° Dans les calcaires d'Isola di Malo (Aquitainien), où elles atteignent leur maximum de grandeur.

Les *Orthophragmina* de l'Eocène inférieur et de l'Eocène supérieur présentent une analogie des plus curieuses au point de vue du nombre des individus et des formes qu'affectent les différentes espèces.

Les *Nummulites* sont, comme on le sait, indispensables pour établir les différentes zones des terrains nummulitiques. Elles se rencontrent presque partout en très grande abondance, et leur détermination spécifique se trouve singulièrement facilitée par les travaux anciens et récents (1).

Dans le Vicentin on trouve les *Nummulites* à partir de l'Eocène inférieur, où elles ne sont encore représentées que par trois espèces. Elles deviennent plus abondantes dans l'Eocène moyen, pour atteindre, comme dans toute la région pré-méditerranéenne, leur maximum de développement à l'époque où se sont déposées les

(1) Depuis la monographie de d'Archiac et J. Haime, des recherches importantes ont été faites sur les *Nummulites* et les *Assilines*.

M. de Hantken a donné une série de notes intéressantes sur les nummulites de la Hongrie, en indiquant leur répartition stratigraphique.

M. Ph. de la Harpe a publié aussi plusieurs travaux sur les nummulites, en précisant les différents horizons qu'elles occupent; en 1888, il a fait paraître un remarquable mémoire sur les Nummulites recueillies en Lybie par M. Zittel; cette grande monographie est presque la seule qui ne renferme pas d'erreurs chronologiques, grâce aux importantes et aux savantes recherches que M. Zittel a faites en Egypte.

En 1880, j'ai démontré que les nummulites étaient dimorphes et que chaque espèce était représentée par deux formes, ce qui conduit à réduire de moitié le nombre des espèces.

M. Ficheur, dans un intéressant travail qu'il vient de publier, a adopté cette opinion, en indiquant la répartition des Nummulites dans l'Eocène moyen de l'Algérie.

J'ai encore à signaler une note toute récente de M. Ach. Tellini sur les *Nummulites* de l'Eocène moyen des Iles Tremiti.

Malgré tous ces travaux, on n'arrivera à une détermination spécifique rigoureusement certaine, que lorsqu'un paléontologiste aura repris l'étude de toutes les espèces

couches du grand horizon de San Giovanni Ilarione ; puis elles diminuent très rapidement dans l'Eocène supérieur et dans l'Oligocène.

Les Nummulites ne disparaissent pas avec l'Oligocène ; elles sont encore représentées dans le Miocène, le Pliocène et dans les mers actuelles, par trois ou quatre petites espèces toujours très rares. Ces espèces, qui forment un groupe bien défini, peuvent être considérées comme représentant des quantités négligeables au point de vue de leur rôle stratigraphique et paléontologique.

Les *Assilines*, que l'on a eu raison de séparer génériquement des vraies *Nummulites*, renferment les espèces du groupe de la *Nummulites spira*. Elles ont une importance très grande pour la classification des couches de l'Eocène moyen où elles se trouvent cantonnées.

Les *Operculines* se rencontrent déjà en France dans le Néocomien (1) ; mais dans le Vicentin elles n'apparaissent pas avant l'Eocène inférieur. Elles se continuent presque avec les mêmes caractères spécifiques, à travers toute la série des terrains tertiaires, jusque dans les mers actuelles. Les espèces sont ordinairement rares et toujours difficiles à délimiter les unes des autres, ce qui explique les erreurs stratigraphiques qu'elles ont pu faire commettre. Il est nécessaire que dans un travail de révision toutes les espèces soient de nouveau étudiées et figurées.

III. Polypiers.—Les *Polypiers* ont été étudiés dans de nombreux travaux par différents paléontologistes et notamment par MM. Reuss (2) et d'Achiardi (3). Ce dernier auteur s'est occupé de leur répartition dans les différents étages, où ils sont surtout représentés par le grand groupe des *Hexactiniaires*.

déjà décrites et reproduit, au moyen de la photographie, la structure du test et la disposition générale des cloisons, ce qu'aucun dessinateur, quel que soit du reste son talent, ne peut faire avec assez d'exactitude.

Les premières Nummulites connues proviennent du Calcaire carbonifère d'Angleterre, de Belgique et de Russie. Elles ont été décrites par MM. Eichwald (*Lethæa rossica*, t. I, p. 353. Pl. 22, fig. 16) et Brady (*Ann. Mag. Nat. Hist.* 1874). Malgré de nombreuses recherches, elles n'ont pas encore été retrouvées dans les formations intermédiaires entre le Carbonifère et le Danien.

Dans les Pyrénées, d'après des échantillons recueillis par M. Hébert et M. Seunes, elles apparaissent déjà avec le *Danien supérieur*.

(1) Les espèces crétaées sont en général d'une extrême rareté.

(2) Reuss. Pal. Stud. über die ält. Tertiärsch. d. Alpen. (249).

(3) D'Achiardi (2-5).

Dans l'Eocène inférieur ils sont encore très rares et à peine connus génériquement.

Dans l'Eocène moyen, surtout au niveau de San Giovanni Ilarione, ils deviennent déjà plus abondants et sont représentés par 30 ou 35 genres environ, dont les principaux sont :

(Turbinoliens). — *Trochocyathus*, *Paracyathus*, *Leptocyathus*, *Smilotrochus*.

(Astréens). — *Favia*, *Goniatræa*, *Heliatræa*, *Parasmilia*, *Dasyphyllia*, *Stylocænia*, *Astrocænia*.

(Fungiens). — *Cycloseris*, etc.

(Madréporides). — *Porites*, *Madrepora*.

Associées à ces formes on rencontre quatre ou cinq espèces d'*Hydrozoaires* appartenant aux *Millepora*, *Axopora*.

Les genres communs avec l'Eocène moyen du bassin de Paris sont très peu nombreux : *Trochocyathus*, *Paracyathus*, *Stylocænia*, *Madrepora*, *Porites*, *Axopora*, etc.

C'est surtout vers la partie terminale de l'Eocène supérieur, dans les couches de Crosara et de San Luca, que les polypiers atteignent leur maximum de *développement individuel*. Je signalerai principalement les genres :

(Astréens). — *Montlivaultia*, *Leptophyllia*, *Dasyphyllia*, *Heliatræa*, *Stylophora*, *Prionatræa*, *Latimæandra*, *Phyllangia*.

(Fungiens). — *Cyathoseris*.

(Madréporides). — *Astræopora*, *Actinacis*.

(Hydrozoaires). — *Porites*, *Millepora*.

Dans l'Oligocène, les polypiers jouent un rôle important ; ils sont associés à la faune des sables de Fontainebleau et acquièrent leur maximum de *développement générique*. Je citerai :

(Astréens). — *Trochosmilia*, *Parasmilia*, *Montlivaultia*, *Calamophyllia*, *Hydnophora*, *Goniatræa*, *Cladocora*, *Phyllocænia*, *Heliatræa*, *Stylophora*, *Astrocænia*, *Prionatræa*, *Latimandræa*.

(Fungiens). — *Thamnastræa*, *Cyathoseris*, *Oroseris*, *Comoseris*, etc.

(Madréporides). — *Madrepora*, *Astræopora*, *Dendraxis*, *Actinacis*.

(Hydrozoaires). — *Actinacis*, *Porites*, *Dictyaræa*, *Alveopora*, *Millepora*.

A la partie supérieure de l'Eocène et à la base de l'Oligocène, on rencontre par places des bancs de calcaire qui ont une tendance à devenir subcoralliens ; mais je n'ai pu constater à aucun niveau la présence de *véritables calcaires construits*, c'est à dire de calcaires analogues à celui qui se forme dans les récifs madréporiques actuels.

IV. Crinoïdes. — Les *Crinoïdes* (1) sont représentés surtout par les quatre genres *Pentacrinus*, *Conocrinus*, *Cintedon* et *Cyathidium*; les trois premiers sont surtout abondants dans l'Eocène inférieur et dans l'Eocène supérieur, mais ils peuvent se rencontrer dans toute la série éocène; le quatrième est spécial aux calcaires de Spilecco. Les *Pentacrinus* paraissent seuls passer dans l'Oligocène.

On pourrait déduire de l'abondance des *Pentacrinus*, des *Conocrinus* et des Brachiopodes, dans les couches de Spilecco et de Priabona, que les mers de l'Eocène inférieur et de l'Eocène supérieur étaient profondes. Les *Nummulites*, les *Algues calcaires* et les *Mollusques gastéropodes* et *acéphales* qui les accompagnent démontrent le contraire. Les couches de Priabona sont celles qui renferment le plus de *Lithothamnium*.

V. Echinides. — Les *Echinides* prennent dans l'Eocène une extension considérable. Les trois grands groupes sont inégalement représentés. Les *Gnathostomes homognathes* (Echinides réguliers) sont très rares. Les quelques genres que l'on trouve dans les terrains nummulitiques du Vicentin sont, pour la plupart, identiques à ceux du terrain crétacé. Les *Gnathostomes hétérognathes* (Echinides irréguliers dentés), en dehors des *Conoclypeus*, n'acquièrent une véritable importance que dans le Miocène. Les *Atélostomes* (Echinides irréguliers non dentés) prédominent de beaucoup sur les autres groupes; ils sont représentés, comme on le sait, par de nombreux genres spéciaux aux terrains tertiaires; il n'y a d'exception à signaler dans la région dont je parle, que pour le genre *Pyrina* qui passe des terrains crétacés dans l'Eocène (2).

Les principaux genres d'échinides du Vicentin sont :

I. — EOCÈNE INFÉRIEUR : (Hom.) *Cidaris*, *Cyphosoma*, *Spileccia*; (At), *Pyrina*, *Echinanthus*, *Cyclaster*.

II. — EOCÈNE MOYEN : (Zone à *Nummulites perforata*) (Hom.) *Poro-*

(1) Meneghini. *Trinoidi terziari* (190).

(2) De nombreux travaux ont été publiés sur les Echinides; deux monographies principales, celles de Dames (a) et Bittner (b) permettent d'en étudier la répartition. Il faut encore signaler les ouvrages de MM. Cotteau (c), Pomel (d), de Loriol (e) Laube (f).

(a) Dames. *Die Ech. d. Vicent. u. Verones. Tertiärabl.* (97).

(b) Bittner. *Beitr. z. Kenntn. alttert. Echinidenf. d. Südalpen.* (43).

(c) Cotteau. *Pal. fr. Terr. tert. Ech. éoc.*

(d) Pomel. *Classif. méth. et gen. des Echin.* (246).

(e) De Loriol. *Echin. d. env. de Camerino* (156).

(f) Laube. *Ein Beitr. z. Kenntn. d. Echinod. d. Vicentin.* (147).

cidaris, *Cidaris*, *Cyphosoma*; (Hét.) *Conoclypus*, *Echinocyamus*; (At.), *Amblypygus*, *Echinolampas*, *Pygorhynchus*, *Oriolampas*, *Oviclypeus*, *Ilarionia*, *Pyrina*, *Nucleolites*, *Prenaster*, *Cyclaster*, *Pericosmus*, *Ditremaster*, *Linthia*, *Schizaster*, *Macropneustes*, *Peripneustes*, *Gualteria*, *Euspatangus*, *Metalia*.

III. — EOCÈNE SUPÉRIEUR : (Hom.) *Cidaris*, *Leiocardis*, *Cælopleurus*, *Cyphosoma*, *Leiopedina*; (Hét.) *Sismondia*; (At.) *Echinolampas*, *Echinanthus*, *Linthia*, *Cyclaster*, *Metalia*, *Euspatangus*, *Brissopataqus*, *Breynia*.

IV. — OLIGOCÈNE : (Hom.) *Leiocardis*, *Cidaris*, *Cyphosoma*, *Psammichinus*; (Hét.) *Echinocyamus*, *Laganum*; (At.) *Schizaster*, *Lövenia*, *Brissus*, *Palæopneustes*.

C'est à ce niveau qu'apparaissent les genres *Clypeaster* et *Scutella*.

V. — MIOCÈNE MOYEN : (Hom.) *Cidaris*, *Leiocardis*; (Hét.) *Scutella* (1), *Amphiope*, *Clypeaster* (2), *Echinocyamus*; (At.) *Spatangus*, *Pericosmus*.

Comme on le voit, les échinides sont en petit nombre dans l'Eocène inférieur; ils atteignent leur maximum de développement pendant l'Eocène moyen pour décroître assez rapidement dans les étages supérieurs.

VI. **Brachiopodes.** — Les *Brachiopodes* sont presque des exceptions dans les mers nummulitiques où ils sont représentés par les six genres suivants : *Rhynchonella*, *Magellania*, *Terebratula*, *Terebratulina*, *Lacazella* (*Thecidæa*), *Crania*.

Les *Rhynchonelles* caractérisent pour ainsi dire l'Eocène inférieur de Spilecco; elles disparaissent ensuite des mers de la région pré-méditerranéenne pour ne reparaitre qu'avec le Miocène.

Le genre *Magellania* (*Waldheimia*) n'est représenté que par une seule espèce de l'Eocène inférieur.

Les *Terebratules* ne sont pas très rares; elles se trouvent au nombre de cinq espèces dans l'Eocène inférieur et moyen.

Les *Terebratulines*, sans être jamais abondantes, traversent toute la série tertiaire. Il est presque impossible de les séparer spécifiquement.

Les *Lacazella* (*Thecidæa*) ne sont encore connues que par deux espèces de l'Eocène inférieur et de l'Eocène supérieur, qui doivent être considérées comme étant les formes proancestrales de l'espèce vivant dans la Méditerranée, (*Lacazella mediterranea*).

Les *Crania*, toujours très rares, peuvent se rencontrer dans toute

(1) Agassiz. Monogr. d'Echinod. II. Scutelles. In-4°. 1841.

(2) Michelin Monogr. g. Clypeast.

la série tertiaire ; elles appartiennent au groupe *Crania turbinata* qui se trouve dans la Méditerranée.

VII. Mollusques. — Les *Mollusques marins gastéropodes et acéphales* pourraient fournir d'excellents documents pour l'étude stratigraphique et paléontologique des couches nummulitiques ; malheureusement ils sont, dans la presque totalité des cas, empatés dans la roche et indéterminables ; les seuls gisements où l'on puisse les recueillir en bon état, sont, à quelques exceptions près, formés par des breccioles et des tufs volcaniqués.

Ce qui frappe lorsque l'on étudie les mollusques éocènes du Vicentin et de la région pré-méditerranéenne en général, c'est la très grande analogie qu'ils présentent avec ceux du bassin de Paris (1).

On peut faire la même remarque à propos de la faune de l'Oligocène, qui est identique dans ses traits généraux à celle de nos sables de Fontainebleau. Celle de l'Eocène supérieur n'a pas son analogue dans le Nord de l'Europe. Les documents concernant ces mollusques sont très nombreux, mais ils n'ont encore été utilisés qu'en partie ; depuis le travail de Brongniart (2) et les notes de M. Mayer (3) et de Bayan (4), il n'y a guère à signaler qu'un mémoire de M. Fuchs (5) sur la faune tongrienne et la première partie d'un grand travail de M. le Marquis de Gregorio (6) relatif aux Mollusques éocènes de San Giovanni Ilarione.

Les Mollusques saumâtres, d'eau douce et terrestres, ne commencent qu'avec l'Eocène moyen.

Les *Mollusques saumâtres* sont très abondants à partir de l'Eocène moyen, mais ils sont toujours localisés ; ce sont surtout les *Cérithes*, les *Cyrènes*, etc., qui dominent ; presque toutes les espèces sont à décrire.

Les *Mollusques d'eau douce* n'ont pas encore été étudiés ; ils sont souvent mal conservés et ne sont en général représentés que par les genres *Limnaea*, *Planorbis*, *Cyclas*. Les Mollusques terrestres ne sont encore connus que par le travail de Sandberger (7). Les seules formes décrites proviennent de l'Eocène moyen de Ronca et de Santa Catarina.

(1) Hébert et Munier-Chalmas, (136).

(2) Brongniart. Mém. s. l. terr. de séd. sup. calc.-trapp. du Vicentin (55).

(3) Mayer. Journ. de Conchyl., T. XVIII, p. 323.

(4) Bayan. B. S. G. F. 2^e s. t. XXVII. 1870. p. 444.

(5) Fuchs. Verh. k. k. Reichsanst. 1868, p. 80. 1874, p. 30.

(6) Marquis de Gregorio. Fauna di S. Giov. Ilarione (114).

(7) Sandberger. Land- und Süßwasser-Conchylien.

Les *Céphalopodes tétrabranchediaux* sont représentés par les genres *Nautilus* et *Aturia*; le groupe des *dibranchiaux* par les *Bayanoteuthis* et les *Vasseuria*.

Les *Aturia* sont assez répandus dans l'Eocène et l'Oligocène; ils disparaissent avec le Miocène. Les *Nautilus* ont la même distribution stratigraphique; ils quittent la région pré-méditerranéenne après le Tortonien. Le genre *Vasseuria*, trouvé d'abord à Ronca, a été rencontré ensuite en Bretagne, par M. Vasseur (1), dans l'Eocène moyen. Les *Bayanoteuthis* rencontrés dans la même localité italienne ont été ensuite signalés par moi dans le bassin de Paris (Sables de Beauchamp), d'après un échantillon recueilli par M. Hébert; ces Céphalopodes, qui avaient été pris pour des *Bélemnites tertiaires* (2), appartiennent en réalité à la famille des *Belopteridæ* (3), groupe exclusivement éocène. Les *Vasseuria* et les *Bayanoteuthis* sont cantonnés dans les couches à *Nummulites Brongniarti*, de Ronca.

VIII. Crustacés. — Les *Crustacés* ne se rencontrent que dans quelques localités exceptionnelles; ils ont été plus particulièrement étudiés par MM. Milne-Edwards (4) et Bittner (5). Ils n'acquièrent une réelle importance que dans la zone à *Nummulites perforata*, où ils sont représentés par des formes qui se retrouvent dans tous les terrains nummulitiques et par des genres spéciaux à la région. Il faut surtout citer parmi les genres les plus répandus de l'Eocène moyen : *Ranina*, *Notopus*, *Calappa*, *Hepatiscus*, *Lambrus*, *Periacanthus*, *Micromaiia*, *Palæocarpilius*, *Harpactocarcinus*, *Titanocarcinus*, *Panopæus*, *Palæograpsus*, *Eumorphactæa*, *Galenopsis*, *Phlyctenodes*.

Dans l'Eocène supérieur on a signalé : *Palæocarpilius*, *Harpactocarcinus*, *Galenopsis*, *Palæograpsus*.

Dans l'Oligocène : *Neptunus*, *Achelous*, *Goniosoma*, *Cæloma*, *Galenopsis*, etc.

Les *Ranina* et les *Harpactocarcinus* sont les seuls genres que l'on rencontre en assez grande abondance dans l'Eocène.

Je n'ai pas parlé des *Spongiaires*, qui ne sont représentés que par quelques genres à spicules calcaires, encore très mal connus et presque toujours très mal conservés; du reste, ils jouent dans les formations nummulitiques un rôle tout à fait secondaire.

(1) Vasseur. Terr. tert. France occid.

(2) Schlœnbach, 1868. Jahrb. K. K. g. Reichs, T. XVIII, p. 455.

(3) Munier-Chalmas. B. S. G. F., 3^e sér., T. VIII, p. 291.

(4) Milne-Edwards. Hist. des Crust. podophthalmaires fossiles.

(5) Bittner. Die Brachyuren d. vicent. Terliärg.— Beitr. z. Kenntn. tert. Brachyurenfaunen,

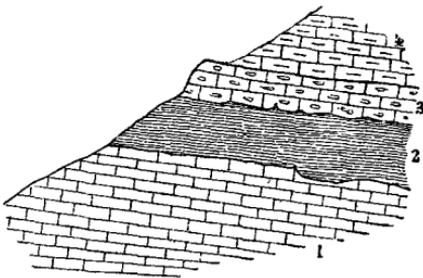
DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE DES TERRAINS NUMMULITIQUES & DES FORMATIONS VOLCANIQUES

EOCÈNE INFÉRIEUR

L'étude des relations stratigraphiques entre les terrains créacés et les terrains tertiaires démontre, d'une manière incontestable dans le Vicentin, comme je l'ai dit plus haut et comme nous l'avons déjà indiqué dans nos premiers travaux (1), l'existence d'une très grande lacune entre le Danien et l'Eocène.

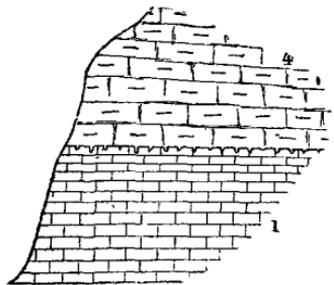
L'étendue de cette lacune, dont je vais pouvoir préciser les limites, peut varier avec les régions que l'on étudie. Les mouvements du sol, qui se sont fait sentir vers la fin de l'époque danienne, ont déterminé l'émersion du Vicentin, pendant le *Garumnien* et la *première partie de l'Eocène inférieur*. En remontant vers le nord, c'est-à-dire en se rapprochant des anciennes lignes de rivage, on voit disparaître l'Eocène inférieur et même la base de l'Eocène moyen. La coupe de *Gallio* dans les *Sette Comuni* montre avec une admirable netteté

Fig. 2
Coupe prise à l'Est de Mussolino



1. — Scaglia.
2-3. — Tufs et calcaires de Spilecco.
4 — Eocène moyen.

Fig. 3
Coupe de Gallio dei Sette Comuni.



que, sur la Scaglia danienne à *Stenonia tuberculata*, percée de nombreux trous de lithophages, il n'y a pas trace de tufs volcaniques

(1) Héb. et Mun.-Chalm. Rech. s. l. terr. tert. de la Hongrie et du Vic. (135).

ni de calcaire de Spilecco, c'est-à-dire d'Eocène inférieur. Les premières assises éocènes qui reposent sur le Danien sont constituées par des calcaires qui renferment, avec l'*Orbitolites complanata*, de nombreux Cérithes se rapprochant du *Cerithium Lachesis* Bayan, de Ronca (groupe du *Cerithium giganteum*). Ces couches appartiennent à la partie supérieure de l'Eocène moyen.

En se rapprochant un peu du Sud, c'est-à-dire en gagnant les environs de Monte-Bolca, de Crespadoro ou de Valdagno, on rencontre sur la Scaglia (fig. 2, n° 1), souvent très fortement ravinée, la partie supérieure de l'Eocène inférieur représentée, comme on le sait, par les tufs volcaniques (fig. 2, n° 2), et les calcaires de Spilecco (fig. 2, n° 3). Au-dessus se présentent successivement, sans discontinuité, toutes les assises de la série tertiaire jusqu'au Miocène.

Si l'on continue à s'éloigner du Nord pour se diriger beaucoup plus au Sud vers les monts Euganéens, on voit disparaître successivement l'Eocène inférieur et une grande partie de l'Eocène moyen. La partie supérieure de l'Eocène moyen ou la base de l'Eocène supérieur peuvent reposer directement sur la Scaglia.

Il est très important, au point de vue de la distribution des mers éocènes, de mettre ces faits en relief, car l'étude stratigraphique des terrains tertiaires du Frioul et de l'Istrie, jointe à celle des Alpes vénitiennes, montre que, pendant l'Eocène inférieur, la mer occupait le fond d'un synclinal qui longeait le pied des Alpes, tandis qu'une grande partie de la région pré méditerranéenne était émergée. Je reviendrai du reste plus tard sur ce sujet.

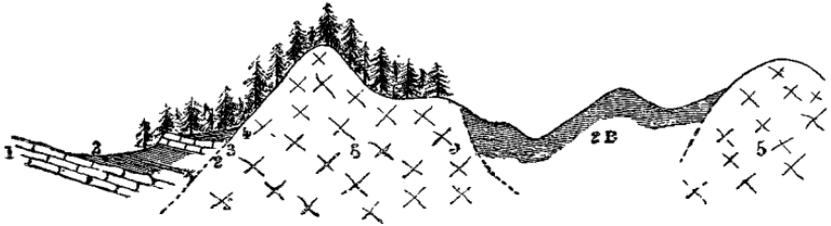
Les observations stratigraphiques qui vont suivre ont pour but de montrer les relations qui existent entre les basaltes, les breccioles volcaniques et les différentes assises nummulitiques. L'étude des roches éruptives sera faite dans la deuxième partie de ce travail. Je me contenterai ici, de rapporter les conditions de gisement de ces différentes roches.

Monte Spilecco, près de Bolca, forme un petit monticule constitué par un dyke conique de basalte qui traverse les tufs de l'Eocène inférieur, en dérangeant par places leur régularité et leur horizontalité; du reste, sur beaucoup de points de Monte Bolca, les fractures et les éruptions basaltiques ont singulièrement tourmenté et disloqué les dépôts éocènes.

A partir de la Via di Campo, tracée à l'ouest de Monte Spilecco,

on voit, sur la Scaglia à *Stenonia tuberculata* (fig. 4 n° 1), des breccioles verdâtres (fig. 4 n° 2), souvent sans fossiles à leur base, qui passent à des tufs très fossilifères. Ces tufs volcaniques forment par places, sur

Fig. 4.
M^o Spilecco.



1. — Scaglia.
- 2, 2 B, 3, 4. — Tufs et calcaires de Spilecco.
5. — Labradorite.

le pourtour de Monte-Spilecco, des couches très fissiles pouvant se déliter en petits feuilletés de 5 à 10^{mm}. Elles sont constituées par de très petits fragments vitreux de roches volcaniques à olivine et à andésine, provenant de projections. Leur composition minéralogique est la même que celle des breccioles de l'Eocène inférieur et de l'Eocène moyen.

Très fréquemment ces breccioles et ces tufs présentent soit des fragments plus ou moins corrodés, soit des lits de calcaire de Spilecco régulièrement interstratifiés ; à Monte-Spilecco, un lit de 5 à 10 cent. (fig. 4, X) se trouve intercalé entre deux bancs de breccioles.

Les dépôts volcaniques stratifiés atteignent environ 8 mètres d'épaisseur, mais sur d'autres points très voisins, ils acquièrent souvent un bien plus grand développement.

Ces assises se relient insensiblement, par leur partie supérieure, au calcaire de Spilecco qui les recouvre dans la généralité des cas. Ces calcaires (fig. 4 n° 3) ont de 4 à 5 mètres de puissance ; par places, ils ont été altérés et corrodés par les actions chimiques qui ont accompagné les éruptions basaltiques qui les traversent. Ils peuvent être surmontés par de nouveaux tufs (fig. 4, n° 4) semblables à ceux que l'on observe à leur base. Dans certains points, comme on le verra, ces calcaires disparaissent localement.

Leur faune a déjà été donnée en grande partie dans le travail que M. Hébert et moi avons publié sur le Vicentin (1).

(1) Hébert et Munier-Chalmas, loc. cit. (135).

A Monte-Spilecco, les calcaires sont grenus et remplis de *Nummulites*; mais sur certains points des environs de Bolca, ils deviennent compactes, homogènes et se chargent de silex; ils ne renferment plus alors de Nummulites et montrent au microscope de nombreuses *Globigérines*; ils ressemblent à s'y méprendre à la Scaglia. Le passage des deux faciès se voit très bien au nord-ouest de Bolca: les courants des mers nummulitiques ont amené, au milieu des calcaires compactes à Globigérines, des calcaires grenus à Nummulites.

Les tufs de Spilecco sont, par places, très régulièrement stratifiés et très fossilifères. J'ai cherché avec beaucoup de soin les fossiles qu'on y rencontre; ils sont identiques à ceux qui caractérisent les calcaires de Spilecco, avec lesquels ils sont en relation. Les tufs, comme les calcaires, présentent des zones où l'on constate la prédominance de certaines formes.

Les espèces communes aux tufs volcaniques et aux calcaires sont:

- Orthophragmina Taramellii* Mun.-Ch. (1).
- » *stellifera* Mun.-Ch.
- » *Bayani* Mun.-Ch.
- » *Stachei* Mun.-Ch.
- Nummulites Bolcensis* Mun.-Ch.
- » *Spileccensis* Mun.-Ch.
- Bourgueticrinus Suessi* Héb. et Mun.-Ch.
- Pentacrinus Spileccensis* Mun.-Ch.
- Spileccia* (2) *Cotteaui* Mun.-Ch.
- Cidaris Spileccensis* Dames.
- Pyrina* sp.
- Cyclaster oblongus* Dames.
- Rhynchonella polymorpha* Massal.
- » *Bolcensis* Massal.
- Terebratula Fumanensis* Menegh.
- » *Bayaniana* Davids.
- Magellania* sp.
- Crania* sp.
- Lacazella* sp.
- Lamna Bolcensis* Héb. et Mun.-Ch.
- etc., etc., etc.

Cette faune se retrouve avec les mêmes caractères, dans tous les points où l'on rencontre le faciès nummulitique des tufs et des calcaires de Spilecco.

Les calcaires et les tufs de Spilecco se retrouvent sur le pourtour du dyke basaltique qui forme le Monte-Spilecco. On les observe

(1) Munier-Chalmas, *B. S. G. F.* 1891.

(2) Genre nouveau d'Echinide voisin de *Cælopleurus*, Munier-Chalmas, *B. S. G. F.* 1891.

également dans plusieurs points du voisinage où ils sont souvent traversés par des filons de basalte.

En montant par la route de Gracchio à Bolca, on voit encore des dykes de basalte traverser l'Eocène.

En face des maisons du petit hameau de Gracchio, le long de la



route, à gauche, en montant à Bolca, on rencontre des tufs verdâtres fossilifères (fig. 5, n° 1) recouverts par 50 à 60 centimètres de calcaire à silex de Spilecco (fig. 5. n° 2). Comme l'indique la coupe de Gracchio, ces calcaires sont fortement corrodés à leur base; il en résulte une inégalité très sensible dans leur épaisseur. On peut attribuer cette dissolution du carbonate de chaux, à l'action des eaux chargées d'acide carbonique qui ont circulé dans les breccioles et qui ont cimenté leurs éléments avec la calcite provenant en grande partie des bancs calcaires qui les surmontaient.

Le dyke de basalte labradorique qui traverse ces différentes assises, a emprisonné des fragments de calcaire (fig. 5. n° 2) arrachés aux couches de Spilecco. Il est donc très nettement postérieur à l'Eocène inférieur, mais comme il n'est pas recouvert, il est impossible de fixer son âge absolu.

Les fragments de calcaire, ainsi emballés au milieu de la roche éruptive, sont altérés et imprégnés de matière organique noirâtre.

Les dislocations qui sont survenues dans cette région sont considérables; les grandes failles, plus ou moins rectilignes, sont associées à des cassures souvent irrégulières, par lesquelles sont sortis les basaltes, comme à Monte-Postale.

Près de Lago di Gracchio, une faille importante a amené la formation d'une grande falaise de Scaglia (fig. 6, n° 1) dépassant 50 mètres de hauteur, contre laquelle viennent buter les tufs de Spilecco (fig. 6, n° 2) traversés par un dyke de basalte à olivine, très riche en augite. Les tufs dont je viens de parler ont encore la même composition que ceux de Spilecco. Les nombreux dykes qui traversent les tufs et les calcaires de Spilecco, dans les environs de Monte-Bolca, appartiennent

nent en grande majorité aux différentes sections des basaltes à olivine et à labrador microlithique. Je n'ai rencontré qu'un seul dyke de limburgite.

Fig. 6.



1. — Scaglia.
- 2, 3. — Tufs et calcaires de Spilecco.
4. — Labradorite à olivine.

En descendant de Monte-Bolca dans la vallée de Chiampo, on trouve, dans les environs de Crespadoro et de San-Pietro, de nombreuses coupes qui montrent la grande extension des tufs de Spilecco ainsi que de nombreux dykes de basalte traversant l'Eocène; j'y reviendrai un peu plus loin.

Pour se rendre de la vallée de Chiampo dans celle de l'Agno, on traverse une chaîne de collines criblées de dykes et bouleversées par des éruptions basaltiques. Les environs d'Altissimo présentent surtout un immense développement de roches volcaniques, très intéressantes au point de vue pétrographique.

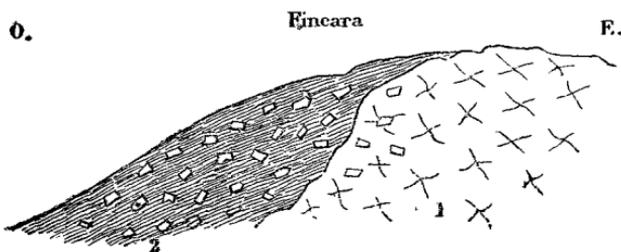
En remontant le petit torrent qui passe à Crespadoro, on rencontre près de Bertholdi, dans un lieu désigné sous le nom de Fincara, le gisement qui a fourni aux différents musées d'Europe, les Brachiopodes de l'horizon de Spilecco.

Là, sur le flanc ouest d'un petit monticule, on trouve des basaltes plus ou moins vacuolaires (fig. 7, n° 1), très altérés, associés à des tufs (fig. 7, n° 2) qui renferment de nombreux fragments de calcaire plus ou moins anguleux ou corrodés, dont quelques-uns contiennent en grande abondance :

- Rhynchonella polymorpha* Mass.
- *Bolcensis* Mass.
- Terebratula Fumanensis* Meneg.
- *Bayaniana* Dav.
- Lamna Bolcensis* Héb. et Mun.-Ch

Au microscope on voit que la roche est dépourvue de Nummulites mais qu'elle renferme de nombreuses *Globigérines* et *Orbulines*. Ces fragments de calcaire, irrégulièrement disséminés au milieu du

Fig. 7.



1. — Basalte.
2. — Tufs avec fragments de calcaire de Spilecco

tuf, indiquent des actions volcaniques, postérieures à l'Eocène inférieur, dont il est d'ailleurs impossible de fixer l'âge. Cependant ils renferment déjà eux-mêmes de petits fragments de tufs volcaniques anciens et des cristaux de péridot développés par métamorphisme (1). Les roches volcaniques de la région appartiennent surtout aux basaltes labradoriques à olivine.

Plus au nord-est, dans le val Tomba, les tufs et les breccioles de l'Eocène inférieur sont bien développés ; en suivant les sentiers qui conduisent à Valdagno, on les rencontre sur un grand nombre de points, associés au calcaire de Spilecco et traversés par les basaltes à olivine.

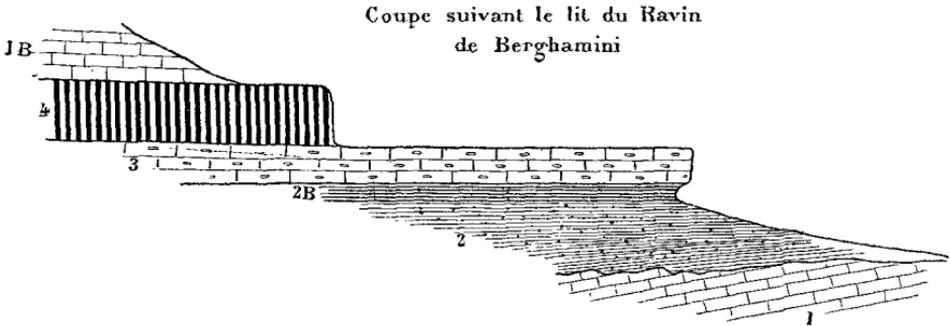
Dans le massif de Monte-Altissimo, des éruptions très intenses, suivies de formations de breccioles relativement récentes, ont bouleversé, disloqué et remanié les tufs et les calcaires éocènes. Les dykes basaltiques provenant de ces éruptions sont nombreux ; mais comme ils ne sont en général recouverts par aucune couche stratifiée, il est impossible de fixer leur âge ; quelques-uns appartiennent peut-être à l'Eocène ou à l'Oligocène, mais il me paraît beaucoup plus probable qu'ils sont plus récents.

L'étude stratigraphique de la région et son orographie générale démontrent que les grandes dislocations qui ont affecté cette contrée sont incontestablement plus récentes que l'Oligocène et peuvent être considérées comme post-helvétiques.

(1) Voir au chapitre consacré au métamorphisme.

Dans le val de l'Agno, on retrouve encore, avec les mêmes caractères minéralogiques et paléontologiques, les tufs de Spilecco. Les environs de Valdagno permettent d'étudier leurs relations stratigraphiques avec les basaltes considérés comme appartenant à l'Eocène. En remontant le torrent qui passe au-dessous de Berghamini, après avoir gravi les escarpements de Scaglia (fig. 8, n° 1), on voit apparaître directement au-dessus de ces calcaires à *Stenonia*

Fig. 8.



1 B. — Scaglia.

2, 2 B, 3. — Tuf, argiles versicolores et calcaire de Spilecco.

4. — Basalte.

tuberculata et *Scagliaster concavus*, 2 mètres 50 de breccioles volcaniques (fig. 8, n° 2), supportant près d'un mètre de couches excessivement intéressantes au point de vue de leur coloration (fig. 8, n° 2B); ce sont de très petits lits d'argile, variant de 2 à 6 cent. d'épaisseur, d'une extrême régularité, colorés par les teintes les plus vives, vert, rouge, brun, gris noirâtre. Puis se montre une couche de calcaire de Spilecco (fig. 8, n° 3), de 2 mètres 50 cent. de puissance renfermant :

Nummulites Spileccensis Mun.-Ch.

Orthophragmina Taramellii Mun.-Ch.

Ces calcaires à *Orthophragmina* et à *Nummulites*, supportent une coulée de basalte (fig. 8, n° 5) qui paraît très régulièrement interstratifiée. Elle forme sur 80 mètres de longueur une couche assez régulière de 4 mètres de puissance.

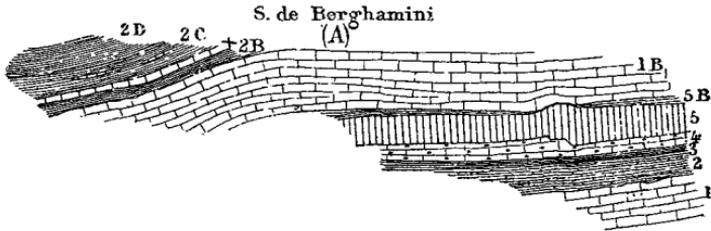
Le torrent qui entame toutes ces assises forme des cascades assez espacées, indiquant la différence de résistance des matériaux qu'il traverse.

La partie supérieure de la nappe basaltique présente (fig. 9, n° 5), de chaque côté d'une petite proéminence, cinquante à soixante

centimètres de tuf de Spilecco (fig. 9, n° 5 B) d'un vert foncé très prononcé, sur lequel reposent environ 8 mètres de calcaire compacte *ayant tous les caractères de la Scaglia* (fig. 9, n° 1 B).

Ces assises crétacées, qui reviennent ainsi par dessus la série

Fig. 9.



- 1. — Scaglia.
- 1. B. — Scaglia supérieure au basalte.
- 2, 3, 4, 5B, 2B, 2 C, 2 D. — Eocène inférieur.
- 5. — Basalte.

tertiaire, sont un peu contournées, irrégulières dans leur allure et par places leur partie supérieure est rubéfiée.

En continuant à remonter le torrent, on rencontre de nouveau sur la Scaglia les *couches éocènes*. Elles commencent par une série d'argiles, de calcaire rouge, de tuf verdâtre se terminant par un mètre d'argile verte (fig. 9, n°2 B), sur laquelle repose un petit banc fossilifère de calcaire de Spilecco de dix centimètres de puissance. Au-dessus se trouvent deux mètres de tufs également fossilifères avec petits lits de calcaire rougeâtre intercalé par place (fig. 9, n° 2 C).

La coupe que je viens de donner montre qu'il y a des couches de *Scaglia* (Danien) intercalées entre des assises qui appartiennent incontestablement à l'Eocène inférieur. Les bancs crétacés qui paraissent ainsi interstratifiés dans les tufs de Spilecco, sont un peu tourmentés ; on voit qu'ils ont dû subir des pressions latérales.

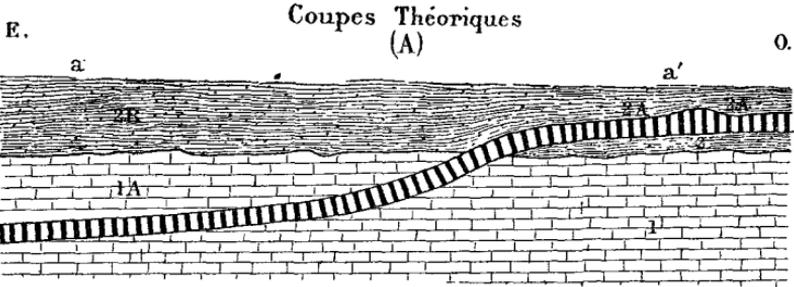
Les deux figures ci-dessous me semblent suffisantes pour faciliter les explications théoriques.

Profitant d'une fracture, le basalte s'est introduit d'abord vers l'est (fig. 10), en suivant à peu près le plan de stratification des couches daniennes (fig. 10, n° 1 A) ; puis continuant sa marche vers l'ouest, il s'est relevé pour pénétrer dans les tufs et les calcaires de Spilecco (fig. 10, n° 2-2 B).

Il suffit maintenant, pour expliquer la superposition de la Scaglia à l'Eocène inférieur, de supposer que, par suite de pressions laté-

rales exercées de l'est à l'ouest sur le faisceau supérieur, des couches crétacées et tertiaires situées au-dessus du basalte, ces assises aient cheminé du point a au point a', en glissant sur la surface supérieure de la roche éruptive déjà consolidée.

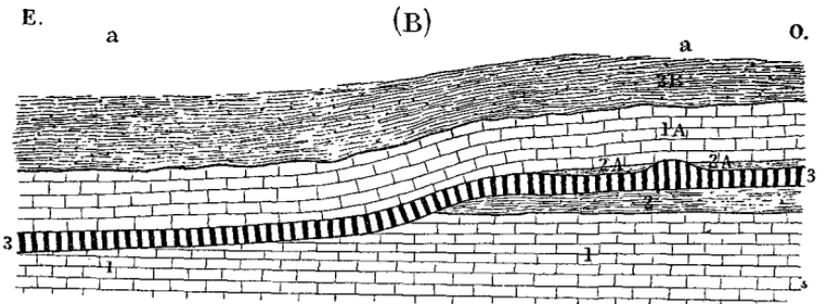
Fig. 10.



- 1. — Scaglia.
- 2. — Tufs et calcaire de Spilecco.
- 3. — Basalte.

Les couches de la Scaglia (fig. 10, n° 1 A) avec le lambeau de terrain tertiaire (fig. 10, n° 2 A) qu'elles supportent, viendront alors, par suite de leur déplacement de l'est à l'ouest, se placer sur la partie inférieure des couches de Spilecco (fig. 11, n° 2) et se substituer ainsi aux couches supérieures du même système, dont il ne restera,

Fig. 11.



- 1 — Scaglia.
- 2. — Tufs et calcaire de Spilecco.
- 3. — Basalte.

comme témoins, que deux petits lambeaux (fig. 11, n° 2 B) protégés par un renflement de la nappe basaltique.

On peut admettre aussi, dans une seconde hypothèse, que le

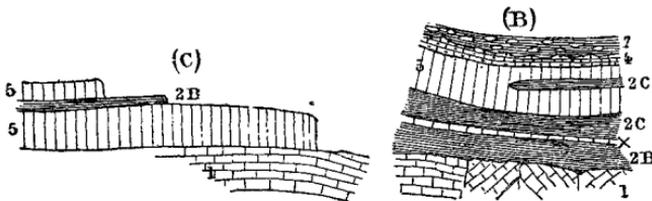
recouvrement des terrains tertiaires par les terrains crétacés, s'est effectué avant l'arrivée de la roche éruptive. Une faille oblique aurait permis au faisceau supérieur (fig. 10, n° 1 A et 2 B) de glisser sur le faisceau inférieur. Le basalte ne serait alors arrivé que plus tard, en suivant la fracture ancienne.

En continuant l'ascension du ravin, on retrouve sur la Scaglia les tufs fossilifères de Spilecco (fig. 12, nos 2 B, 2 C) présentant vers leur milieu un petit lit calcaire (fig. 12, n° X).

Plus haut la coulée de basalte se divise en deux couches d'inégale épaisseur; la partie inférieure, plus puissante, atteint deux mètres; la partie supérieure ne dépasse pas 1 mètre 10.

Les calcaires de Spilecco (fig. 12, n° 4), reposent sur le basalte; ils sont altérés et tuffacés à leur base, et ravinés à leur partie supérieure. Ils supportent un banc de galets pliocènes ou quaternaires (fig. 12, n° 7).

Fig. 12.
Coupes relevées au Sud de Berghamini.



1. — Scaglia.
- 2 B, 2 C. — Tufs de Spilecco.
4. — Calcaire de Spilecco.
5. — Basalte.
7. — Galets pliocènes ou quaternaires.

En arrivant à la partie supérieure du ravin, près du pont qui se trouve sur la route de Schio, les deux couches de basalte sont encore distinctes; l'inférieure augmente d'épaisseur; elle atteint 4 mètres et repose *directement sur la Scaglia*. Les tufs de Spilecco qui séparent les deux nappes basaltiques ont un mètre de puissance et sont très riches en *Orthophragma*.

On voit que la nappe basaltique n'occupe pas toujours le *même niveau*, comme devrait le faire une coulée provenant d'une éruption contemporaine de l'Eocène inférieur. Elle se comporte sans aucun doute possible comme une *coulée d'intrusion*. D'un autre côté, les tufs qu'elle traverse ont la composition des breccioles de l'Eocène inférieur et sont dépourvus d'augite, ce qui éloigne toute idée de

rapprochement entre les tufs et le basalte à olivine, qui, en réalité, les coupe obliquement.

Les tufs volcaniques fossilifères de Spilecco qui affleurent vers la partie supérieure du ravin, sont remarquables par la grande abondance de *Nummulites* et par la prodigieuse quantité d'*Orthophragmina* bien conservées qu'on y trouve; c'est une des localités les plus riches. Je citerai :

- Orthophragmina Taramellii* Mun.-Ch.
- » *stellifera* Mun.-Ch.
- » *Bayani* Mun.-Ch.
- » *Stachei* Mun.-Ch.
- Nummulites Spileccensis* Mun.-Ch.

EOCÈNE MOYEN.

Avant d'entrer dans la description stratigraphique détaillée des tufs et des breccioles volcaniques fossilifères interstratifiées au milieu des calcaires de l'Eocène moyen, je pense qu'il est nécessaire de donner une coupe d'ensemble qui permette de préciser les rapports stratigraphiques des premiers horizons nummulitiques. Les collines situées sur la rive gauche de la vallée de Chiampo, montrent dans plusieurs points des coupes très nettes qui facilitent cette étude.

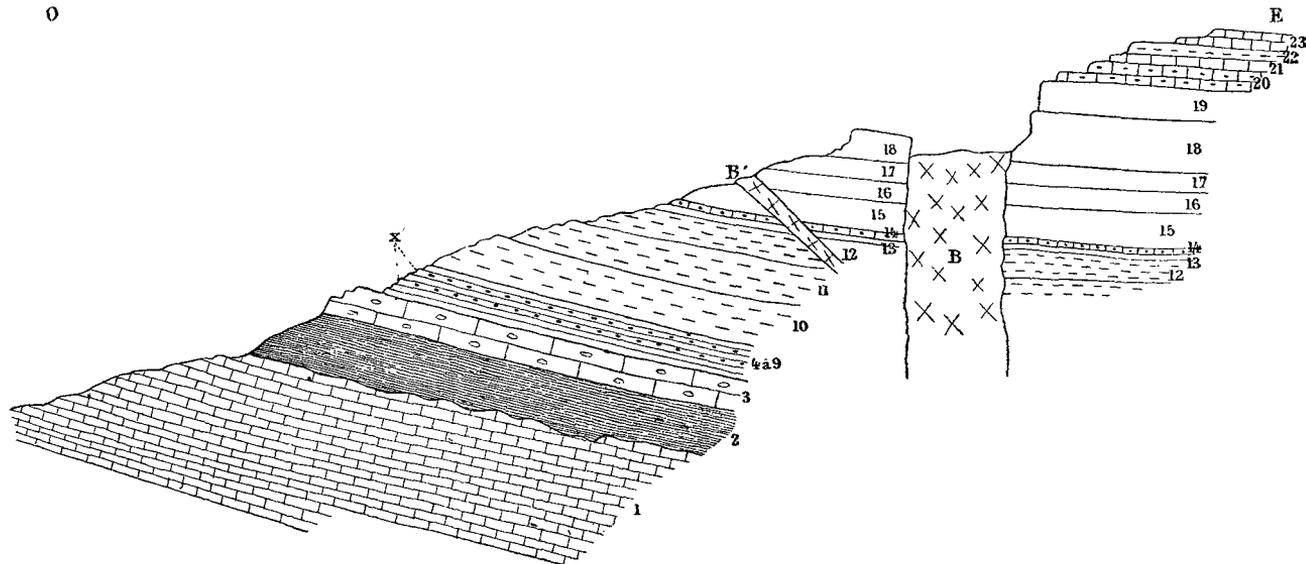
I. — A l'est de San-Pietro-Mussolino, après avoir franchi les premiers escarpements formés par la Scaglia à *Stenonia tuberculata* (fig. 13. n° 1), on arrive aux tufs fossilifères de Spilecco (fig. 13. n° 2) (Eocène inférieur) régulièrement stratifiés, ayant une épaisseur de 10 mètres. Les calcaires de Spilecco à silex et à *Nummulites Spileccensis* qui les surmontent n'ont guère que 4 à 5 mètres de puissance (fig. 13. n° 3). Ils sont bien caractérisés et renferment la même faune qu'à M^{te} Bolca. On y rencontre :

- Rhynchonella polymorpha* Massalongo.
- Pentacrinus Spileccensis* Mun.-Ch.
- Nummulites Spileccensis* Mun.-Ch.
- Orthophragmina Bayani* Mun.-Ch.
- *Spileccensis* Mun.-Ch.

II. — Le deuxième groupe nummulitique, par lequel débute l'Eocène moyen, présente les trois subdivisions principales suivantes:

- 1^o Calcaire à *Lithothamnium Bolcense* Mun.-Ch.
- 2^o Calcaire à *Alveolina Postalensis* Mun.-Ch. et Schlumb.
- 3^o Calcaire à *Nummulites Pratti* d'Arch.

Fig. 13.
Coupe relevée à l'est de Mussolino.



- 1 — Scaglia (Danien).
 2, 3 — Tufs et calcaires de Spilecco (Eocène inférieur).
 4, 5, 6, 7, 8. — Calcaire marneux, compacte ou bréchoïde à *Lithothamnium Bolcense*.
 9, 10, 11, 12, 13. — Calcaire à *Alvéolines*.
 14. — Calcaire à *Nummulites Pratti*.
 15, 16, 17, 18, 19. — Calcaire sans fossiles.
 20, 21, 22 et 23. — Couches à *Nummulites perforata*.
 B. Basalte.
- } Eocène moyen

1° La subdivision inférieure commence par 1^m 50 de calcaire marneux décomposé (fig. 13, n° 4), au-dessus duquel se présente 1^m 20 de calcaire compacte (fig. 13, n° 5) à *Nummulites Atacica*, *Terebratula* sp. puis viennent des calcaires bréchoïdes (fig. 13, n° 6) à *Lithothamnium Bolcense* épais d'environ 2^m 30 à 2^m 50, surmontés par des calcaires compacts (fig. 13, n° 7) peu épais (1^m 30) sans fossiles. De nouveaux calcaires bréchoïdes (fig. 13, n° 8) à *Nummulites Atacica* et à *Lithothamnium Bolcense* de 1^m 20 de puissance terminent la subdivision inférieure.

2° La subdivision moyenne débute par des calcaires à *Alvéolines* semblables à ceux de Monte Postale et de Monte Vallico. On y trouve :

- Alveolina Stachei* Mun.-Ch. et Schlumb.
 - » *Bolcensis* Mun.-Ch. et Schlumb.
 - » *Postalensis* Mun.-Ch. et Schlumb.
 - » *Vallecensis* Mun.-Ch. et Schlumb.
- Nummulites Atacica* Leym.

Le premier banc (fig. 13, n° 9) d'*Alvéolines* qui se présente est un peu compacte ; il est surmonté par 10 à 11 mètres de calcaires à *Alvéolines* (fig. 13, n° 10) présentant à leur base des parties durcies ; au-dessus on trouve des couches à *Alvéolines* plus tendres (fig. 13, n° 11) d'une puissance de 8 mètres ; puis de nouveau des calcaires (fig. 13, n° 12) à *Alvéolines* assez durs (8 à 10 mètres) et enfin deux strates de calcaire (fig. 13, n° 13) sans fossiles, en petits bancs.

Le faciès si caractéristique des couches à Poissons de Monte-Bolca ne s'est pas prolongé jusque dans les environs de San-Pietro-Mussolino où a été relevée la coupe que je décris.

3° La subdivision supérieure présente à sa base 1^m 50 de calcaire (fig. 13, n° 14) dans lequel on trouve :

- Nummulites Pratti* d'Arch.
 - » *Atacica* Leym.
 - » *Murchisoni* Brünner.
- Alveolina Brusensis* Mun.-Ch. et Schlumb.

Au-dessus de ce banc fossilifère se montrent 7 à 8 mètres de calcaire (fig. 13, n° 15) semblable au calcaire à *Nummulites Pratti*, mais ne renfermant par places que des *Miliolidae* ; à ces bancs succèdent d'autres calcaires (fig. 13, n° 16) sans fossiles (5 à 6 mètres) surmontés eux-mêmes par 4 à 5 mètres de calcaire à silex (fig. 13, n° 17) également dépourvu de fossiles.

Avant d'arriver aux couches à *Nummulites perforata* on rencontre encore deux masses importantes de calcaire non fossilifère, d'une puissance de 15 mètres (fig. 13, n° 18) et de 8 mètres (fig. 13, n° 19).

Une partie des assises dont je viens de parler appartient peut-être

au groupe qui va suivre ; l'absence de fossiles rend toute assimilation impossible ; du reste c'est un détail peu important.

III. — Le troisième groupe nummulitique se subdivise en :
1° Couches à *Num. perforata* et 2° Couches à *Num. Brongniarti*.

A la base on observe 8 à 9 mètres de calcaire à *Nummulites perforata*, montrant sur leurs tranches une prodigieuse quantité de sections d'*Orthophragmina* et de quelques *Alvéolines*, etc ; au-dessus se trouvent d'autres calcaires (fig. 12. n° 21) avec *Natica cœpacea*, *Pecten*, *Orbitoides*, *Nummulites spira*, *Nummulites complanata*, etc. (4 mètres). Un banc intéressant à signaler (fig. 12. n° 22) renferme de nombreux individus de *Galenopsis* (2 mètres). Enfin la coupe se termine par 4 mètres de calcaire (fig. 12. n° 23) à *Nummulites spira*, *Nummulites perforata*, *Echinolampas*, *Schizaster*, *Ditremaster nux*, *Amblypygus dilatatus*, *Serpula spirulæa*, qui supportent les dernières assises de calcaire à *Nummulites perforata*.

Parmi les fossiles les plus importants je citerai :

- Conoclypus conoideus*, Agass.
- Echinolampas subcylindricus* Desor.
- Cyclaster subquadratus* Desor.
- Ditremaster nux* Desor. sp.
- Prenaster Alpinus* Desor.
- Amblypygus dilatatus* Agass.
- Nummulites perforata* d'Orb.
- *spira* Roissy.
- *complanata* Lamck.
- Orthophragmina patellaris* Schloth. sp.
- *tenella* Gumbel sp.
- Natica cœpacea* Lamarck.
- Serpula spirulæa* Lamarck.

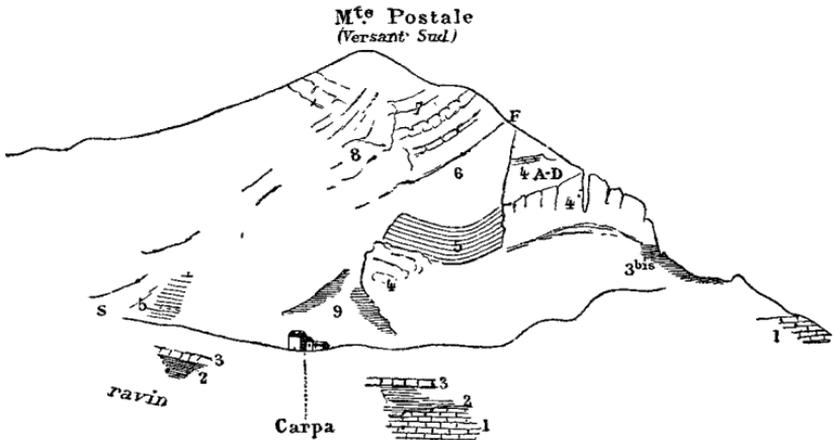
La partie supérieure du troisième groupe nummulitique, qui correspond aux couches de Ronca, pourrait être représentée dans cette localité par des calcaires à *Velates Schmideliana* et à *grands cérithes* voisins du *Cerithium Lachesis* Bayan, mais je n'ai pu y trouver de *Nummulites Brongniarti*.

Les caractères généraux de l'Eocène, tout en restant les mêmes, peuvent présenter un très grand nombre de variations locales. Dans le point que je viens d'étudier il n'y a pas de tufs volcaniques interstrafés dans l'Eocène moyen ; cependant à peu de distance on voit des intercalations de breccioles très fossilifères se présenter à plusieurs niveaux dans les assises à *Nummulites perforata*. Le dyke de basalte à olivine (fig. 12, B) qui traverse les couches précédentes, ne donne naissance à aucun lit de breccioles d'intrusion. La coupe

générale de Mussolini m'a promis d'établir stratigraphiquement les différents horizons nummulitiques de l'Éocène moyen. Je vais les étudier dans d'autres localités.

Monte-Postale, la localité si célèbre au point de vue paléontologique, est à peine connue au point de vue stratigraphique. Les éruptions volcaniques ont en partie disloqué ou interrompu la régularité des couches et, la végétation aidant, l'étude en est assez difficile. Cependant le versant sud se prête assez bien aux recherches, lorsque la végétation a complètement disparu.

Fig. 14.



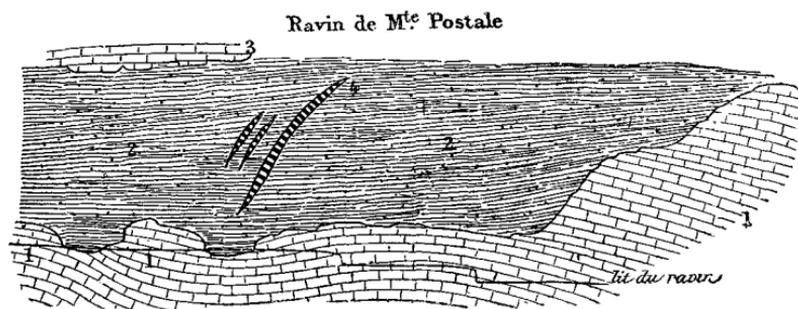
- | | |
|--|--|
| 1. — Scaglia. | 6. — Calcaires à Alvéolines. |
| 2. — Tufs et breccioles de Spilecco. | 7. — Calcaire à faune saumâtre. |
| 3. — Calcaire de Spilecco. | 8. — Calcaire à Alvéolines cristallin avec nombreux filons de basalte. |
| 3 bis. — Breccioles à <i>Lithothamnium</i> . | 9. — Breccioles postérieures remaniées. |
| 4. — Calcaire à <i>Lithothamnium</i> . | F. faille. |
| 4 bis. — Couches à Crustacés. | |
| 5. — Calcaires à Poissons. | |

Au sud de la route de Carpa se trouve un ravin assez profond qui entame le Danien. A partir de ce point on peut étudier, en gagnant le sommet de Monte-Postale et en suivant les affleurements, les différents niveaux fossilifères qui se montrent sur le pourtour de cette colline.

A la base du ravin, la Scaglia à *Stenonia tuberculata* (fig. 15, n° 1), se présente avec ses caractères habituels; sa surface de contact avec l'Éocène inférieur est fortement ravinée et corrodée; l'érosion a amené sur certains points du ravin des dénivellations qui atteignent près de 20 mètres.

Les tufs et les calcaires de Spilecco (fig. 13 et 15, n^{os} 2,3) qui reposent sur la Scaglia, prennent un développement important ; ils sont traversés par de nombreux filonnets non continus de basalte, qui ne sont en réalité que des apophyses des grands dykes qui affleurent dans le voisinage. Sur plusieurs points de Monte-Postale, les calcaires de l'Eocène inférieur disparaissent ; les tufs de Spilecco se prolongent alors jusqu'au contact d'autres breccioles volcaniques (fig. 13, n^o 3 bis) à *Lithothamnium Bolcense*, qui forment la base de l'Eocène moyen.

Fig. 15.



1. — Scaglia.
- 2, 3. — Tufs et calcaire de Spilecco.
4. — Basaltes.

En suivant attentivement les affleurements du versant sud, on voit que les dislocations nombreuses qui affectent le Crétacé et toute la série tertiaire de Monte-Postale (Eocène inférieur et moyen) sont contemporaines des éruptions volcaniques.

Les calcaires de Spilecco (fig. 13, 14, 15 n^o 3) qui surmontent les tufs sont quelquefois corrodés ou noyés dans les breccioles. On peut facilement constater là l'influence de phénomènes volcaniques postérieurs aux tufs anciens, qui ont amené par place la formation de breccioles d'intrusion dont il est impossible de fixer l'âge.

A.)—La partie inférieure de l'Eocène moyen, qui nous avait échappé dans nos premières recherches sur le Vicentin, est constituée par des calcaires compacts (fig. 13, n^o 4) très durs, à stratification peu visible ; ils ont une épaisseur d'environ 20 à 25 mètres. Leur étude microscopique montre que, par places, ils contiennent en abondance des *Lithothamnium*, des *Nummulites*, des *Miliolites*, etc., et des algues calcaires appartenant aux genres *Dactylopora* et *Polytrypa*. Les fossiles y sont assez rares ; on peut y recueillir :

- Lithothamnium Bolcense* Mun.-Ch.
Nummulites Atacica Leym.

Vers la partie est du versant sud, ces calcaires reposent sur *des tufs dont la partie supérieure renferme la même faune* (fig. 15 n° 3 bis) ; c'est là le gisement des *Lithothamnium* qui se sont développés sur des fragments de roche volcanique et dont je parlerai plus loin.

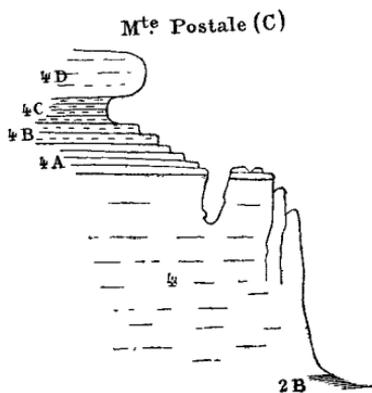
Les calcaires à *Lithothamnium Bolcense* présentent vers leur partie supérieure 5 à 7 mètres de couches plus tendres (fig. 16, n° 4 A) dans lesquelles j'ai trouvé des *Dactylopora* et des *Crustacés* nouveaux parmi lesquels je citerai une espèce nouvelle de *Titanocarcinus*. Au dessus se trouve un banc calcaire (fig. 16, n° 4) à *petites Alvéolines* (*Alv. Bolcensis*) surmonté d'assises à plus *grandes Alvéolines* (fig. 16, n° 4) (*Alv. Postalensis*) recouvertes elles-mêmes par des calcaires à *Lithothamnium Bolcense* (fig. 16, n° 4 D) formant corniche.

Cette série peut être considérée comme le passage des calcaires à *Lithothamnium Bolcense* au grand massif calcaire à *Alvéolines* de Monte-Postale.

Les calcaires à *Lithothamnium Bolcense* et à *Nummulites Atacica* deviennent bréchoïdes dans plusieurs localités de la vallée de Crespadoro, notamment dans les environs de San-Pietro.

Entre Capello et Montana, ils forment une *véritable brèche* ren-

Fig. 16.



- 2 B. — Tufs à *Lithothamnium Bolcense*.
- 4 — Calcaire compacte à *Lithothamnium Bolcense*.
- 4 A. — Couches à *Crustacés*.
- 4 B et 4 b. — Couches à *Alvéolines*.
- 4 D. — Calcaire compacte à *Lithothamnium*.

fermant de nombreux *fragments de Scaglia*. Ce fait important démontre qu'il y a eu dans cette région, entre l'Eocène inférieur et l'Eocène moyen, des mouvements du sol assez importants, pour

amener un déplacement des lignes de rivage. Il en est résulté une transgressivité de l'Eocène moyen sur l'Eocène inférieur.

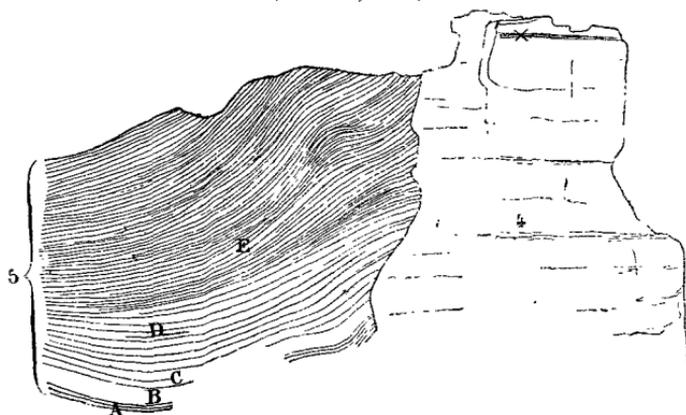
B.) — A Monte-Postale au-dessus des calcaires à *Lithothamnium Bolcense*, comme je l'ai déjà indiqué, on trouve un développement exceptionnel de calcaire à *Alvéolines* présentant trois subdivisions principales :

1° La partie inférieure de ce système correspond aux assises qui renferment la faune si célèbre de Monte-Bolca ; les poissons qu'on y trouve sont, comme on le sait, d'une admirable conservation. Les couches fissiles et fossilifères ne sont pas toutes riches en poissons ; ceux-ci se rencontrent principalement à la base de ces assises, où ils forment *trois niveaux principaux*. C'est à Monte-Valleco que ces couches peuvent être facilement étudiées ; elles sont formées de petits lits de calcaire fissile et compacte, sans fossiles, sur lesquels on trouve ordinairement des empreintes de poissons. Elles alternent avec des bancs de calcaire à *Alvéolines* plus ou moins épais.

A l'ouest et à l'est de Carpa, on peut étudier facilement la base du système dont je viens de parler ; il commence par 1 mètre 50 de

Fig. 17.

M^{te} Postale (B)



4. — Calcaire compacte à *Lithothamnium Bolcense*.

5. — Couches à *Alvéolines* avec les trois niveaux principaux de *Poissons* en A, C et D.

marnes ou de calcaires (fig. 17. n° 5 A), très riches en poissons, avec quelques plantes, quelques insectes et de rares crustacés voisins des *Sphæroma* ; c'est le niveau le plus important. Au-dessus se présentent 3 mètres de calcaire à *Alvéolines* (fig. 17, n° 5 B) en gros bancs, séparant le niveau inférieur à poissons du niveau moyen ; ce

dernier est formé par une alternance (fig. 17, n° 5 C) de bancs plus ou moins épais de calcaire à *Alvéolines* et de petits lits de calcaire fissile, ayant une puissance d'environ 12 mètres; mais c'est surtout dans les couches inférieures de ce deuxième groupe que les poissons sont le plus abondants.

Le niveau supérieur à poissons (fig. 17, n° 5 D) renferme aussi quelques plantes; il atteint une épaisseur d'environ 10 à 11 mètres; les couches qui le constituent sont à peu de chose près semblables à celles que l'on rencontre dans le niveau moyen.

La série se termine par 25 à 30 mètres de couches plus ou moins fissiles (fig. 17, n° 5 E) renfermant très peu de poissons.

Par suite d'une faille amenant une dénivellation de 50 à 60 mètres les bancs fissiles à poissons viennent buter contre les calcaires compactes à *Lithothamnium Bolcense* (fig. 17, n° 4) qui présentent en X, à deux mètres au-dessous de la surface du sol de l'escarpement, la couche à *Crustacés* dont j'ai déjà parlé (fig. 16, 4 A.)

L'abondance et la belle conservation des poissons, à certains niveaux des couches de Monte Valleco, indiquent nettement que leur mort est due à une cause accidentelle et locale qui s'est renouvelée plusieurs fois dans les mêmes conditions.

On peut émettre à ce sujet deux hypothèses. Dans la première, ainsi que M. Dieulafait l'a admis pour expliquer la présence de nombreux poissons dans les schistes cuprifères du Zechstein de la Thuringe, les couches à poissons de Monte-Valleco se sont déposées dans une lagune où l'évaporation, à certains moments, n'était plus compensée par l'arrivée de l'eau de mer; alors il y a eu un excès de salure qui a pu déterminer la mort brusque de ces animaux. Dans la seconde hypothèse, basée sur la présence de nombreux végétaux au milieu de ses assises, on peut admettre que les circonstances ont été inverses de celles de la première hypothèse, et supposer que la destruction des poissons a eu lieu par suite de la dessalure rapide des eaux, dessalure due à l'irruption plus ou moins brusque dans la lagune, d'eaux douces provenant de fleuves qui descendaient des régions alpines.

2° La subdivision moyenne des calcaires à *Alvéolines* correspond aux couches qui renferment la faune si curieuse de Monte-Postale (1).

(1) Cette faune a été décrite en partie par M. Mayer et par Bayan; une note en collaboration avec M. Hébert est en cours de publication; voir Hébert et Munier-Chalmas: *Sur quelques espèces nouvelles de mollusques de Monte-Postale*, B. S. G. F. 3^e série, t. XIX, 1891.

Les *Nummilites*, dans la grande majorité des cas, manquent dans les bancs où pullulent les *Alvéolines*. Je signalerai aussi l'absence complète de *Flosculines*, qui sont si répandues au même niveau dans le Frioul et l'Istrie.

Ce système est formé de bancs calcaires, ordinairement blancs, plus ou moins tendres et remplis d'*Alvéolines*. Toutes les couches ne sont pas également riches en mollusques; c'est seulement sur quelques points isolés qu'il faut les rechercher.

La faune de Monte-Posta le renferme soit des espèces spéciales au Vicentin, soit des formes caractéristiques du même niveau dans la région pré-méditerranéenne, soit des espèces rencontrées dans les assises plus élevées de San-Giovanni-Ilarione ou dans le Lutétien du Bassin de Paris.

Les principales formes communes avec San Giovanni Ilarione et le Bassin de Paris sont :

Cerithium cf. giganteum Defr.
Ampullaria hybrida Lamk.
Cæpa cepacea Lamk.
Nerita Schmideliana Chemn.
Hipponyx cornucopiæ Lamk.
— *dilatatus* Desh.
Lucina (Miltha) gigantea Desh.
Corbis lamellosa Lamk.

Les formes spéciales au Vicentin sont :

Cerithium Chaperi Bayan.
— *Vicetinum* Bayan.
— *gomphoceras* Bayan.
— *Nicolisi* Héb. et Mun. Ch.
Ovula Hantkeni Héb. et Mun. Ch.
Neritopsis Bergeroni Héb. et Mun. Ch.
Pyrena palæochroma Bayan sp.
Strombus Pulcinella Bayan.

Les cérithes du groupe du *Cer. giganteum* font leur apparition à cette époque dans le Vicentin.

3°. La partie supérieure des couches à *Alvéolines* de Monte-Postale renferme, avec de nombreuses *Alveolina Bolcensis*, quelques mollusques marins et beaucoup de mollusques saumâtres qui n'ont pu vivre dans les mêmes eaux que les *Alvéolines*.

J'ai trouvé dans ces assises une faune nouvelle, présentant quelque analogie avec celle que j'ai découverte à Monte-Pulli; parmi les formes marines les plus importantes, je citerai, avec la plus grande espèce connue de *Lithocardiopsis*, des *Nérites*, des *Cérithes*, et l'*Ampullina cochleata* Hantken (sp), qui se retrouve en Hongrie au même

niveau, dans les couches à *Nummulites lævigata*. Les formes saumâtres appartiennent à des *Cyrènes*, des *Mélanies*, des *Cérithes*.

J'indiquerai aussi la présence de *mollusques terrestres* appartenant à des formes très voisines du *Cyclostoma mumia*.

Les espèces les plus abondantes de ce niveau sont :

- Ampullina cochleata* Hantken. Spec.
- Cerithium Pulliense* Mun-Ch.
- Lithocardiopsis Fouquei* Mun-Ch.
- Aveolina Heberti* Mun-Ch. et Schlum.
- *Postalensis* Mun-Ch. et Schlum.
- *Vallecensis* Mun-Ch. et Schlum.
- Orbitolites complanata* Lamarek.

Là encore nous sommes obligé d'admettre que des courants, partant du continent alpin, ont amené au milieu des eaux marines dans lesquelles vivaient les Alvéolines, soit des mollusques terrestres, soit des mollusques saumâtres habitant les estuaires.

Si l'on étudie maintenant les roches éruptives qui sont en intrusion ou en filons dans les assises à Alvéolines, on voit qu'aucune d'elles ne peut être considérée comme contemporaine de ces assises. Les tufs volcaniques occupent plusieurs niveaux et ont une distribution très inégale ; à l'ouest de la maison de Carpa, ils supportent les calcaires à Alvéolines appartenant au système des couches à poissons ; un peu plus loin ces mêmes calcaires reposent sur le basalte qui a disloqué plus ou moins toutes les assises. En continuant à gagner le sommet de la colline, on trouve dans les assises moyennes à Alvéolines, de nombreux petits filons de basalte qui traversent ces couches dans tous les sens et emprisonnent des masses de calcaire plus ou moins considérables (1 mètre à 2 mètres). A partir de ce point, la stratification est impossible à suivre. Les couches à *Lithocardiopsis Fouquei* Mun.-Ch. descendent le long d'un petit dyke de basalte, et c'est seulement dans les blocs de calcaire altéré qui ont été en contact avec la roche volcanique que l'on peut trouver, dans le niveau supérieur des couches à Alvéolines, des fossiles avec le test.

Dans les points qui sont criblés par le basalte (fig. 14, n° 8), les calcaires à Alvéolines, comme je l'ai déjà dit, ont été transformés plus ou moins partiellement en calcaire saccharoïde, très probablement sous l'influence d'eau chargée d'acide carbonique accompagnant les émissions volcaniques.

C.) — *Les couches à Nummulites Pratti* affleurent sur un grand nombre de points de Monte-Bolca ; elles sont parfois formées uniquement de calcaire ; dans d'autres cas elles montrent une association de tufs et de calcaire ou bien elles sont encore constituées presque uniquement par des tufs.

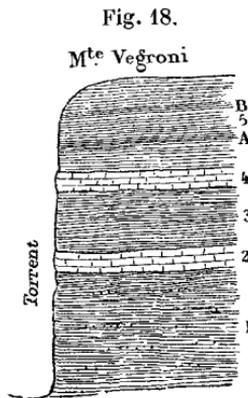
A Brusa-Ferri, où nous avons pris le type de ces couches, il est impossible de fixer stratigraphiquement leur âge ; mais les recherches que j'ai faites à Monte Sivieri, à Mussolino et à Valdagno, m'ont permis de déterminer rigoureusement leur position stratigraphique.

Ces assises sont caractérisées par un grand nombre de *Nummulites* et de *Crustacés* appartenant au genre *Ranina* ; on trouve déjà la *Serpula spirulæa*. Les principaux fossiles que l'on y rencontre sont :

- Ranina Marestiana* Kœnig.
- Serpula spirulæa* Lamk.
- Nummulites Murchisoni* Brûnner.
- *Pratti* d'Arch.
- *Atacica* Leym.
- Alveolina Bruzensis* Mun.-Ch.et Schlumb.

Je vais passer très brièvement à l'étude des tufs volcaniques.

A Monte Vegroni, près Bolca, on trouve un escarpement assez abrupt formé par les tufs et les calcaires à *Nummulites Atacica* et *Nummulites Pratti*. Le ravin qui entame ces assises, permet de relever la coupe suivante :



- 1-5. — Tufs et calcaires à *Nummulites Atacica*.
- 5. A, B, C. — Lits à *Palmiers*.

A la base on rencontre environ 35 mètres de tufs (fig. 18, n°1),

avec quelques lits de calcaire intercalé; ce calcaire paraît souvent altéré; on y trouve en assez grande abondance la *Nummulites Atacica*. Au-dessus viennent des bancs de calcaire à *Nummulites* (fig. 18, n° 2) de 3 à 5 mètres de puissance, qui supportent 15 mètres de nouveaux tufs volcaniques, très régulièrement stratifiés (fig. 18, n° 3). En continuant à remonter, on rejoint un deuxième niveau de calcaire à *Nummulites* (fig. 18, n° 4) épais d'environ 4 à 5 mètres, sur lequel reposent les tufs renfermant la faune si curieuse de Monte Vegroni.

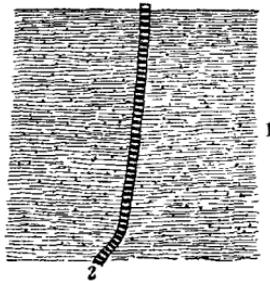
Au milieu de cette formation volcanique supérieure, on peut distinguer trois lits principaux de tufs au milieu desquels on a recueilli des *palmiers* entiers, des *Musacées* et des *Pandanées* (1).

A la base des couches qui renferment ces empreintes végétales, on rencontre des assises qui ressemblent au sol ancien (Terre végétale) sur lequel auraient vécu les plantes dont je viens de parler :

Musophyllum, *Musacites*, *Latanites*, *Sabalites*.

Les tufs volcaniques de l'horizon de Brusa-Ferri sont très variables comme épaisseur; ils sont souvent disloqués localement par les éruptions récentes et, sur beaucoup de points, ils sont souvent traversés par des dykes très étroits de basalte.

Fig. 19.
Coupe relevée entre Valleco et Brusa-Ferri.



- 1. — Tuf volcanique.
- 2. — Basalte labradorique.

Un exemple peut être pris sur la route entre Valleco et Brusa-Ferri, où l'on voit un dyke de basalte, de 80 centimètres de largeur, traverser les tufs sur 25 à 30 mètres de hauteur.

(1) Un propriétaire du pays, Atilio Cerato, qui dirigeait l'exploitation des poissons de Monte-Bolca, s'était adonné très activement à la recherche de ces plantes; c'est lui qui les a cédées aux différents musées d'Europe.

D.) — La coupe générale que j'ai donnée p. 38, fig. 13, montre d'une manière indiscutable la superposition des calcaires à *Nummulites perforata* sur les assises caractérisées par la *Nummulites Pratti*.

Cet horizon n'est encore bien connu que dans ses traits généraux; il y aurait un grand travail à faire sur les modifications pétrographiques et paléontologiques qui sont survenues pendant les différentes phases de cette période; je ne ferai que donner une brève analyse des relations des tufs volcaniques avec les calcaires. Je reviendrai sur ce sujet, dans un travail plus étendu.

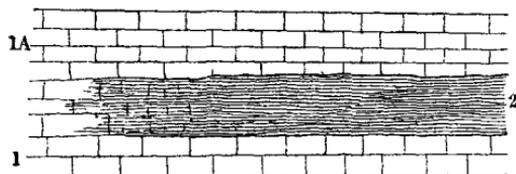
Les différents gisements fossilifères que j'ai étudiés sont tous situés dans les tufs et les breccioles volcaniques. Je vais passer en revue les principaux d'entre eux.

Au val Ciupio, et dans les environs de San-Giovanni-Ilarione, se trouve une couche de brecciole volcanique verdâtre qui a fourni les principaux fossiles de l'horizon qui porte le nom de cette dernière localité.

Cette assise est constituée par de petits fragments verdâtres de roche vitreuse à olivine et à andésine ou à labrador, mais *sans augite*; ils sont semblables du reste à ceux que l'on trouve dans les autres breccioles du même niveau.

Fig. 20.

San Giovanni Ilarione
Val Ciupio



- 1-1 A. — Calcaire compacte à *Nummulites perforata*.
2. — Brecciole verdâtre fossilifère.

Ces couches de tufs, qui sont très fossilifères (fig. 20, n° 2), se trouvent intercalées au val Ciupio, entre les bancs de calcaire à *Nummulites perforata* et *Num. spira* (fig. 20, n° 1 A). A gauche de l'escarpement, comme l'indique la coupe, les breccioles disparaissent et sont remplacées par des calcaires fossilifères. Les calcaires qui recouvrent les tufs volcaniques sont très compactes; ils sont caractérisés par le *Conoclypus conoideus* ou une forme très voisine; les

nombreux mollusques dont on voit la section, indiquent une faune identique à celle qui se rencontre dans les tufs.

Non loin de là, ces breccioles sont entamées par un ravin qui forme une série de cascades dans les calcaires à *Nummulites perforata*.

Cet horizon est surtout caractérisé par une grande abondance de *Mollusques gastéropodes* et *acéphales* très bien conservés, qui ont été déjà décrits en partie par M. le marquis de Gregorio (1) et qui sont, comme on le sait, en grande partie identiques à ceux que nous trouvons dans le bassin de Paris (2); les *Crustacés* ne sont pas communs, ils sont représentés par les mêmes espèces que celles que l'on trouve au même niveau, à Pozza; les *Polypiers*, sans être très nombreux, fournissent un nombre relativement assez élevé de genres dont j'ai déjà donné en partie la liste (V. p. 21); les *Nummulites* sont d'une extrême abondance.

Je citerai parmi les crustacés :

Ranina n. sp.
Ranina Marestiana König.
— *laevifrons* Bittner.
Palæocarpilius anodon Bitt.
Micromäia tuberculata Bitt.
Etc., etc.

Parmi les foraminifères :

Nummulites perforata d'Orb.
— *complanata* d'Orb.
— *Murchisoni* Bröüner.
— *spira* Boissy.
Alveolina Ilarionensis Mun.-Ch.
— *Giovanniensis* Mun.-Ch.
Orbitolites complanata Lamck.
Orthophragmina patellaris Schloth.sp.
— *tenella* Gümbel sp.

Les roches volcaniques sont très nombreuses dans les environs de San-Giovanni-Ilarione; elles sont représentées surtout par des basaltes à labrador et à olivine. Tous les dykes dont j'ai pu étudier les relations stratigraphiques étaient postérieurs aux tufs à *Nummulites perforata*; du reste, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, la composition des tufs ne permet en aucune façon d'attribuer leur origine aux roches volcaniques qui sont dans le voisinage.

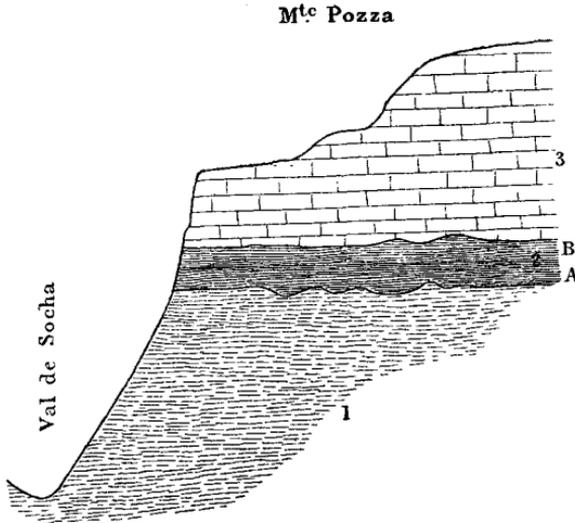
En suivant la nouvelle route d'Arziniano jusqu'au pont du val di

(1) Marquis de Gregorio. Fauna di S. Giov. Ilar. (114).

(2) M. Hébert et moi avons déjà donné la liste des principales espèces.

Rugolaro, où les basaltes affleurent, on traverse des tufs et des argiles volcaniques. En quittant la route pour gagner la petite vallée du Val di Socha, où est située la localité que les gens du pays désignent sous le nom de Pozza di Janini ou Gianini, on arrive à un petit monticule appelé Monte-Pozza. Les flancs de la vallée sont fortement entamés par le petit torrent qui coule dans le fond.

Fig. 21.



1. — Breccioles volcaniques.
- 2 A et 2 B. — Tufs fossilifères.
3. — Calcaire.

A la base de l'escarpement, des breccioles volcaniques (fig. 21 n° 1), se montrent sur une épaisseur de 7 à 8 mètres; leur surface supérieure est irrégulière. Des tufs gris, jaunâtres, assez compactes, sont superposés aux breccioles; ils se subdivisent en deux bancs : le banc supérieur (fig. 21, n° 2 B), qui est d'un jaune moins foncé, est beaucoup plus fossilifère que l'inférieur (fig. 21, n° 2 A); c'est là que l'on rencontre en assez grande abondance des *Nummulites*, des *Echinides* et des céphalothorax de *Crustacés* d'une admirable conservation.

Les premiers bancs de calcaire (fig. 21, n° 3) qui surmontent les tufs sont plus ou moins irrégulièrement altérés, surtout à leur base; ils renferment aussi en abondance des *Nummulites* et des *Echinides* appartenant aux mêmes espèces que celles que l'on trouve dans les tufs. Les calcaires situés au-dessus du petit chemin qui

longe le torrent, renferment encore les mêmes espèces, mais elles sont beaucoup plus rares.

Les fossiles provenant des tufs sont en général très bien conservés; les principales formes que j'ai pu y recueillir sont :

- Ranina Marestiana* König.
Hepaticus Neumayri Bittner.
— *pulchellus* Bittner.
Micromaia tuberculata Bittner.
Periacanthus horridus Bittner.
Micropsis Lusseri Desor sp.
Cyphosoma Blangianum Desor (sp.)
Prenaster Alpinus Desor.
Nucleolites testudinarius Brongniart.
Ditremaster nux Desor.
Amblypygus dilatatus Agassiz.
Nummulites perforata d'Orbigny.
— *spira* Boissy.
Alveolina Ilarionensis Mun.-Ch.
Orbitolites complanata Lamck.

A un kilomètre environ de Pozza, au-dessus d'un petit torrent tributaire du val di Socha, se trouve une petite fontaine désignée sous le nom de Busa del Prate ; à droite en montant, on rencontre un petit affleurement de tufs très riches en *Echinides* ; c'est un des gisements les plus importants au point de vue des *Echinolampas* : je signalerai :

- Echinolampas Falloti* Mun.-Ch.
» *Vasseurii* Mun.-Ch.
Alveolina Ilarionensis Mun.-Ch.
Orthophragmina patellaris Schl. sp.
» *tenella* Gumbel sp.
Orbitolites complanata Lamck.
Nummulites spira Boissy.
» *perforata* d'Orb.

Les *Lithothamnium* sont d'une abondance extrême.

Les breccioles de Pozza, de Busa del Prate et de Castione, etc., se relient à celles de San-Giovanni-Ilarione, qui appartiennent au même horizon.

Le gisement de Croce-Grande, qui n'est éloigné que d'un kilomètre de la Busa del Prate, paraît à priori assez difficile à expliquer. Dans une petite ravine on trouve à droite en montant des tufs volcaniques (fig. 22, n° 2) très fortement inclinés vers le sud ; ils sont adossés contre un escarpement de calcaire nummulitique (fig. 22, n° 1) formé de couches à peu près horizontales. La surface de ces calcaires, au contact des tufs, est irrégulière et corrodée par les eaux qui ont circulé dans les tufs.

Il y a deux hypothèses admissibles pour expliquer cette disposition : dans la première, on peut supposer que la fracture est un peu antérieure aux tufs fossilifères et que l'escarpement de calcaire

Fig. 22.

Croce Grande

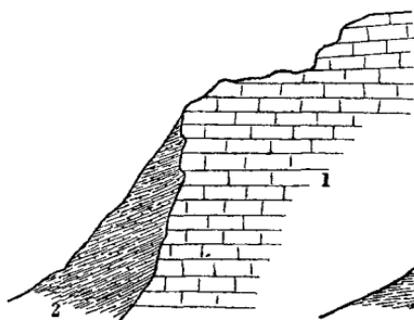
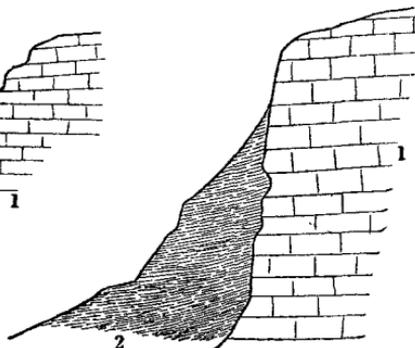


Fig. 23.

Val di Fosse



1. — Calcaire à *Nummulites perforata*.
2. — Tufs fossilifères.

1. — Calcaire à *Nummulites Atacica*.
2. — Tufs fossilifères.

nummulitique a servi de falaise; dans la seconde, qui me paraît la plus probable, on peut admettre que les tufs, par suite d'une fracture plus ou moins récente, sont venus butter contre la partie surélevée de la faille.

Les fossiles qu'on peut recueillir à Croce-Grande sont assez nombreux; on y trouve surtout des *Gastéropodes* et des *Acéphales*; quelques-unes des espèces sont spéciales, les autres sont semblables à celles de San-Giovanni-Ilarione. Les *Echinides* sont rares.

Les *Nummulites* les plus abondantes sont :

Nummulites perforata d'Orb.
» *complanata* d'Orb.

Les exemples d'une semblable disposition stratigraphique ne sont pas très rares.

En partant de Novale et en passant par le cirque formé par le val di Torre, on arrive au col qui conduit à Valle Grande; le petit chemin qui la traverse passe sur des tufs (fig. 23, n° 2) à *Nummulites Atacica* qui viennent butter à gauche et à droite contre des falaises de calcaire renfermant la même espèce de Nummulite; un effondrement qui serait le résultat de deux failles parallèles ayant délimité une

bande assez étroite de calcaire qui se serait abaissée, aurait déterminé la formation du col.

E.) — L'Eocène moyen du Vicentin doit se terminer, d'après les observations que M. Hébert et moi avons publiées, par les assises à *Nummulites Brongniarti* (1) d'Arch.

Nous avons admis, dans notre travail, la superposition probable de ces couches sur celles de San-Giovanni-Ilarione par suite de déductions tirées, d'une part, de l'analogie qui existe entre la faune de Ronca et celle qui recouvre les couches à *Nummulites perforata* dans la Hongrie, aux environs de Tokod, Dorogh et Bajna, etc., et d'autre part, de la présence au milieu de ces assises d'espèces semblables à celles qui caractérisent dans le bassin de Paris, les sables de Beauchamp.

Les nouvelles recherches que j'ai faites, à l'ouest de San Pietro Mussolino, m'ont fait reconnaître au-dessus des couches à *Nummulites perforata*, des assises calcaires qui paraissent appartenir au niveau de Ronca; j'ai pu y recueillir de grands cérithes voisins du *Cerithium Lachesis* Bayan et la *Nerita Schmideliana*; mais je n'ai pu y trouver la *Nummulites Brongniarti*.

Les dykes basaltiques qui paraissent en relation avec les breccioles ou avec les couches de Ronca sont constitués par des *basaltes labradoriques à olivine* ou par des *limburgites*. Il est facile de démontrer que, quels que soient du reste la valeur et le mérite des savants qui ont admis leur contemporanéité avec l'Eocène, ce sont des coulées d'intrusion dont il est impossible de fixer l'âge, mais qui sont, sans aucun doute, bien postérieures aux couches de Ronca.

Les divers affleurements à étudier sont très faciles à trouver. En quittant Ronca, pour se diriger vers le torrent que l'on remonte, on arrive aux gisements classiques après un parcours de deux kilomètres.

On rencontre d'abord, sur sa gauche, des affleurements de calcaires disloqués *très fossilifères*. On y constate la présence de deux niveaux qui ont été signalés par MM. Suess et Bayan : à la base des calcaires se trouvent des tufs renfermant une faune, en grande partie saumâtre, des plus intéressantes; quelques espèces sont spéciales à la localité, comme :

(1) Cette espèce a été désignée par DeFrance, dans l'ouvrage de Brongniart sur le Vicentin, sous le nom de *Nummulites nummiformis*.

Strombus Fortisi Brongniart.
Cerithium lemniscatum Brg.
— *baccatum* Brg.
— *Roncanum* Brg.
Deshayesia fulminea Bayan.
Helix damnata Brg.
Cypricardia cyclopæa Brg.
Cyrena sirena Brg. sp.
— *Baylei* Bayan.

Les autres se retrouvent en Hongrie, au même niveau, comme nous l'avons déjà indiqué (1) :

Fusus polygonus (var. *Roncanus* Brong.) Lamck.
Cerithium calcaratum Brong.
— *pentagonatum* Schlotheim.
— *corvinum* Brong.
Velates Schmideliana Chemnitz.
Bayania lactea Lamk. sp.
Ampullina incompleta Zittel. sp.
Etc., etc.

ou dans le bassin de Paris (plus spécialement dans les sables de Beauchamp).

Fusus polygonus (var. *Roncanus* Brong.) Lamck.
— *subcarinatus* Lamarck.
Delphinula lima Lamarck.
Cerithium corvinum Brongniart.

On y rencontre encore des mollusques terrestres appartenant aux genres *Cyclophorus*, *Cyclostoma*, *Helix* (*H. damnata* Brongniart.)

Ce premier niveau se termine par un banc à grosses *Ostrea* dans lequel on rencontre déjà quelques rares *Nummulites Brongniarti* et une seconde forme très voisine de la *Nummulites variolaria*.

Fortis, qui habitait Arzignano, gros bourg situé à dix kilomètres environ de Ronca, a le premier fait connaître et décrit, en 1802, cette localité devenue célèbre dans la suite. La vue que Fortis donne du val Néra démontre qu'il était un excellent et intelligent observateur.

Vingt-et-un ans après, Brongniart, dans son remarquable travail sur les terrains calcaréo-trappéens du Vicentin, étudie avec beaucoup de soin le *Val Nera* et le *Val Ronca* ; les coupes qu'il en donne sont bien l'expression des faits qui avaient frappé Fortis ; il cherche

(1) Hébert et Munier Chalmas : *C. R. Ac. Sc.* 16 juillet 1877. Il faut ajouter à la liste ci-dessus *Strombus Tournoueri* Bayan, et *Corbula exarata* Desh. qui se trouvent dans le niveau supérieur de Ronca.

en effet à démontrer que les basaltes et les breccioles (1) volcaniques en couches plus ou moins régulières, qui alternent avec les calcaires à *Nummulites*, sont de la même époque.

Buckland, qui visitait le Vicentin en même temps que Brongniart, arrive aux mêmes conclusions.

Plus tard Suess, dans un très intéressant travail, considère également les breccioles et les basaltes de Ronca comme étant contemporains des couches éocènes. Bayan (2) formule la même opinion.

Les calcaires et les couches volcaniques fossilifères du val Ronca, où se trouvent situés tous les gisements classiques, ont été très fortement disloqués par les éruptions basaltiques.

Les breccioles volcaniques éocènes qui sont bouleversées par places présentent cependant des bancs qui ont échappé au remaniement; on trouve alors dans ces assises des fragments relativement assez grands (5 à 10 cent. de diamètre) de *basalte à olivine et andésine*, très peu riche en *augite microlithique*, sur lesquels se sont développés des Polypiers, des Serpules et des Spondyles.

Les breccioles à éléments irrégulièrement calibrés, au milieu desquelles se rencontrent ces fragments, ont la même composition; cependant l'*augite microlithique*, qui est déjà très rare dans le basalte dont je viens de parler, peut complètement disparaître.

Les assises à *Nummulites Brongniarti* présentent dans les environs de Ronca un grand développement; on y voit des couches de breccioles volcaniques fossilifères et de nombreuses coulées horizontales de basaltes.

Le niveau supérieur est formé de calcaires marins caractérisés surtout, comme je l'ai reconnu, par la *Nummulites Brongniarti*. Il contient toute une faune de grands mollusques très bien conservés, appartenant soit à des espèces spéciales dont quelques-unes ont été déjà décrites par Bayan, comme :

- Bayanoteuthis rugifera* Mun.-Ch. (3)
- Cerithium tricorum* Bayan.
- *Lachesis* Bayan.
- Trochus Sæmanni* Bayan.
- Strombus Tournoueri* Bayan.
- *Suessi* Bayan.
- Corbis major* Bayan.

(1) Nom créé par Brongniart en 1823 pour désigner les roches formées par de petits fragments de basalte plus ou moins altéré et modifié.

(2) Bayan. Sur les terr. tert. de la Vénét. (32).

(3) Je rappellerai que c'est dans ces assises que se trouvent les céphalopodes qui ont été pris par Schloenbach pour des bélemnites tertiaires: *Bayanoteuthis rugifera* (Schl. sp.) Mun.-Chalm.

soit à d'autres formes qui sont semblables à celles de San-Giovanni-Ilarione ou bien encore à celles qui caractérisent l'Eocène moyen du bassin de Paris ; je citerai parmi ces dernières :

Vasseuria occidentalis Mun.-Ch.

Bayania lactea Lamck. sp.

Hipponyx dilatatus DeFrance.

» *cornucopiæ* DeFrance.

Natica cæpacea Lamck.

Corbula exarata Desh.

Corbis lamellosa Lamk.

Venus texta Lamk.

Les cérithes voisins du *Cerithium Lachesis* (groupe du *Cerithium giganteum*) sont très abondants.

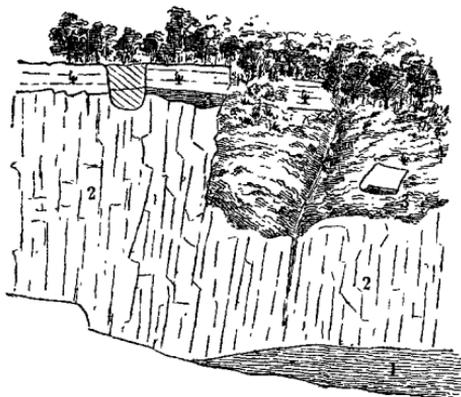
Les échinides font presque complètement défaut, ainsi que les algues calcaires du groupe des *Lithothamnium* ; cependant des coupes minces faites dans le calcaire nummulitique montrent des sections d'algues calcaires verticillées et dichotomes appartenant aux genres *Chypeina*, *Polytrypa*, *Dactylopora*, et *Ovulites* (*Coralliodendron*).

Les couches à *Nummulites Brongniarti* présentent par places de petits lits très fissiles avec empreintes de palmiers (*Latanites*, *Sabalites*).

En continuant à remonter le torrent, on rencontre deux petits affluents ; celui de droite conduit à une cascade où l'on voit très nettement deux coulées de basalte séparées par des calcaires à *Nummulites Brongniarti*.

Fig. 24.

Cascade (Vue)



1. — Argile rougeâtre.

2. — Basalte inférieur.

3. — Couches à *Pyrena combusta*.

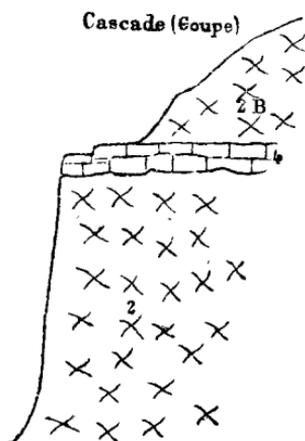
4. — Calcaire à *Nummulites Brongniarti*.

On a devant soi un grand escarpement de basalte (fig. 24) qui repose sur des argiles volcaniques et qui supporte les assises tertiaires.

Vers la droite, on trouve sur le basalte le premier niveau fossilifère à *Strombus Fortisi* avec de nombreuses *Anomya dentata*; vers la gauche, le deuxième niveau à *Nummulites Brongniarti* repose directement sur le basalte.

En montant sur le plateau de la cascade on voit que les calcaires sont recouverts par une deuxième coulée basaltique (fig. 25, n° 2 B).

Fig. 25.



2, 2 B. — Basalte.

4. — Calcaire à *Nummulites rongniarti*.

Là, les assises sont assez régulièrement disposées, quoique les couches à *Strombus Fortisi* aient déjà disparu sur la rive droite de la cascade; mais dans le voisinage, toutes ces assises sont bouleversées et traversées par ces mêmes basaltes.

A l'intersection des deux petits affluents dont j'ai parlé plus haut, on voit encore le basalte inférieur former une muraille d'environ 30 mètres de hauteur qui supporte les couches à *Nummulites Brongniarti*; ce lieu, désigné sous le nom de Soglio di Zambon, est un des points les plus fossilifères.

Lorsque l'on quitte ce gisement pour se rendre tout à côté, dans le second affluent dont j'ai parlé, on voit à sa gauche, de suite en entrant, que le basalte inférieur visible sur une épaisseur de quinze mètres pénètre, en les séparant, entre les couches inférieures et supérieures de Ronca. Les assises inférieures (fig. 26 et 27, n° 2), à *Strombus Fortisi* sont brisées, contournées, altérées et très incom-

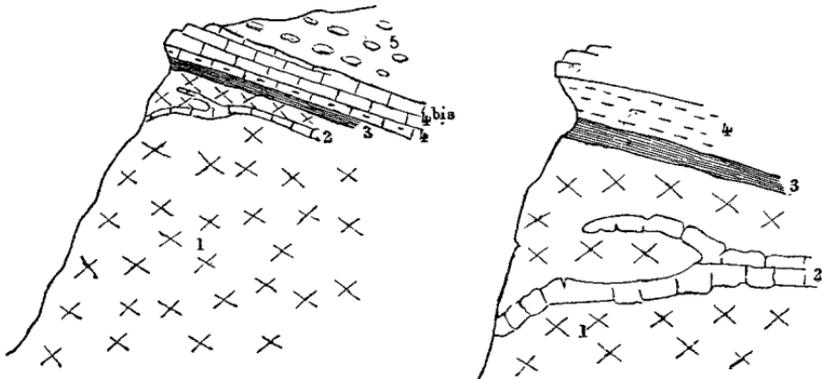
plètes; elles sont réduites à une épaisseur variant de 20 à 40 centimètres, et, comme le montrent les coupes d'ensemble et de détail, elles sont complètement emprisonnées par la coulée de basalte. Les couches à *Ostrea* manquent en ce point.

Le basalte qui surmonte les assises à *Strombus Fortisi* a 1 mètre 20 de puissance; il se termine par une couche de tufs décomposés

Fig. 26

Fig. 27.

Ronca (Pérasolo di Brenton)



1 B. — Basalte.

2. — Calcaires à *Pyrena combusta*.

3. — Tufs altérés.

4 et 4 bis. — Calcaire à *Nummulites Brongniarti*.

5. — Brèche basaltique supérieure.

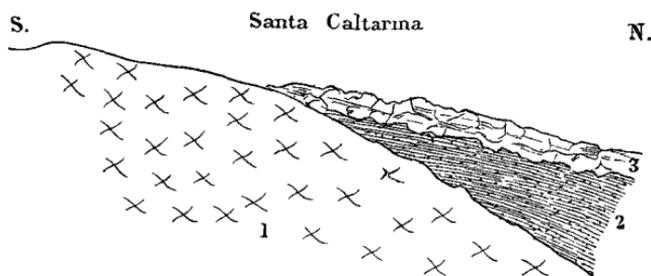
(fig. 26 et 27, n° 3), épaisse de 35 à 40 centimètres, qui supporte les calcaires à *Nummulites Brongniarti* (fig. 26 et 27, n° 4^{bis}). Ces calcaires (1^m70), très riches en fossiles, sont altérés à leur base (fig. 26 et 27, n° 4) sur une épaisseur de 35 à 40 centimètres. Ils sont couronnés par une brèche basaltique (fig. 26 et 27, n° 5), à gros éléments.

En remontant les deux affluents et en étudiant les environs, on voit facilement que les couches calcaires ont été soulevées, disloquées et souvent séparées; ce sont en réalité des lambeaux, souvent isolés, qui sont supportés par le basalte et qui flottent, pour ainsi dire, sur de grandes coulées volcaniques.

Je terminerai le paragraphe relatif à l'Eocène moyen par l'étude de l'affleurement de Santa Catarina. Entre Valdagno et Bertholdi, à Santa Catarina, sur un dyke de basalte labradorique (fig. 28, n° 1), en général très décomposé, reposent des tufs volcaniques (fig. 28, n° 2) supportant des calcaires lacustres (fig. 28, n° 3), très riches en gastéropodes terrestres. La position stratigraphique de ces

assises n'a jamais été bien établie ; on les a rapportées quelquefois à l'Eocène inférieur ; je pense qu'elles appartiennent à la partie supérieure de l'Eocène moyen, car j'ai pu y recueillir l'*Helix damnata* Brongniart, et des *Megalostoma* très voisins du *Megalostoma*

Fig. 28.



1. — Basalte.
2. — Tufs volcaniques.
3. — Calcaire à *Helix radula*.

(*Cyclostoma*) *formosum* de l'Eocène supérieur du sud-ouest de la France ; on doit donc très probablement considérer ces dépôts comme un équivalent lacustre de l'horizon de Ronca ; on y trouve :

- Helix damnata* Brongniart.
- » *radula* Sandb.
- Pupa simplex* Sandb.
- Cyclostus* (*Cyclost.*) *obtusica* Sandb.

Ces couches lacustres formées de calcaire compacte ont été réduites à l'état de fragments par une éruption basaltique postérieure et elles ont été recimentées ensuite par du calcaire plus ou moins cristallin ; des faits semblables ont été signalés par M. Michel Lévy dans ses études sur les pépérites de l'Auvergne, et notamment pour les breccioles volcaniques de Gergovie, que j'ai eu occasion d'étudier sur le terrain avec lui.

Il est facile, en examinant de près cette brèche, de démontrer que, sur ce point, il y a eu deux éruptions successives, l'une antérieure aux dépôts lacustres, l'autre postérieure. L'éruption antérieure est indiquée par la présence de petits fragments de basalte vacuolaire, non augitique, empâtés au milieu des parties non altérées ; la seconde est mise en évidence par les fragments de basalte augitique que l'on trouve entre les fragments calcaires recimentés par de la calcite.

L'étude rapide que je viens de faire des breccioles volcaniques qui

forment les principaux gisements de l'Eocène moyen montre que ces roches, qui sont constituées en grande partie par des projections vitreuses, riches en labrador ou en andésine microlithique, ne renferment pas d'augite dans la généralité des cas, sauf les breccioles à andésine de Ronca, où l'augite est relativement très rare. Au contraire, les basaltes qui paraissent en relation avec ces assises sont presque toujours caractérisés par l'abondance de l'augite.

ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

L'Eocène supérieur est beaucoup moins développé dans le Vicentin que dans les Colli Berici où se trouvent situés une grande partie des beaux gisements fossilifères.

Il se divise, comme M. Hébert et moi l'avons établi, en trois groupes principaux (1):

- 1° Couches à *Cerithium Diaboli* de la Granella.
- 2° Couches de Priabona.
- 3° Marnes de Brendola.

1° — Couches à *Cerithium Diaboli*.

Les premières assises qui reposent sur l'Eocène moyen dans les environs de la Granella, près de Priabona, sont formées par une alternance de dépôts saumâtres et de couches marines.

Les couches saumâtres qui sont situées à la base de ce système sont caractérisées par des espèces identiques ou presque semblables à celles que l'on rencontre plus haut dans l'Oligocène. Une pareille association a déjà été mise en évidence par MM. Hébert et Renevier dans les Alpes Vaudoises à propos de leur travail sur les Diablerets.

Il est intéressant, comme nous l'avons fait remarquer, M. Hébert et moi, de retrouver cet horizon dans les Alpes italiennes.

Les formes les plus abondantes sont :

- Cerithium cf. plicatum* Brng.
- *Diaboli* Brongniart.
- *cf. margaritaceum* Brocchi.
- Bayania semidecussata* Lamarck.

Les calcaires marins sont souvent marneux ; ils renferment encore de grands cérithes du groupe du *Cerithium giganteum*. En

(1) Je remplacerai seulement le groupe supérieur de Crosara par celui de Brendola.

remontant vers Priabona, on rencontre dans les bancs supérieurs des Echinides souvent très mal conservés (*Schizaster*, *Euspatangus*) des Nummulites, des Crustacés (*Harpactocarcinus*) et des Mollusques (*Spondylus*, *Turritella*, *Velates Schmideliana*) etc., etc.

Les assises fossilifères à *Cerithium Diaboli* et *Bayania semidecussata* renferment des breccioles volcaniques très altérées.

Dans les bancs calcaires qui sont la continuation des couches volcaniques et qui n'en sont séparés que par une petite fracture, il est presque impossible de pouvoir isoler des fossiles; ceux que nous avons recueillis, M. Hébert et moi, dans notre premier voyage, proviennent des tufs basaltiques.

2^o Couches de Priabona.

Les couches que je viens de décrire passent insensiblement à des calcaires qui deviennent plus marneux et qui présentent par places de prodigieuses quantités d'*Orthophragmina* (*Orbitoides*); ces assises ont été réunies par Suess sous le nom de « groupe de Priabona ». Elles n'ont jamais été décrites en détail; elles renferment une faune nouvelle, assez semblable à celle de Biarritz; il serait très utile de la faire connaître.

Les fossiles sont très variables et très inégalement répartis dans les différents bancs, le niveau le plus constant et le plus facile à suivre, dans les environs de Priabona et de Lonigo, est formé de marnes ou de calcaires marneux remplis d'*Orthophragmina* (*Orbitoides*); on y rencontre aussi de nombreuses articles de *Conocrius*, des *Porocidaris*, des *Sismondia*, des *Schizaster*, des *Bryozoaires*, des *Térébratulines*, des *Cranies*; l'analogie avec la faune de l'Eocène inférieur (calcaire et tuf de Spilecco) est assez frappante.

Dans d'autres assises, on rencontre en assez grande abondance des Echinides (*Schizaster*, *Echinanthus*, etc.), ou bien des Gastéropodes et des Acéphales (*Turritella*, *Pleurotoma*, *Cassidaris*, *Voluta*, *Cerithium*, *Terebellum*, *Chama*, *Crassatella*, *Venus*, etc.)

Les mollusques, en général, ont un faciès bien différent de ceux qui caractérisent l'Eocène moyen; à Ponte del Bove, dans des marnes bleuâtres, on trouve une assez grande quantité de *Pleurotomes* avec des *Turritelles* et des *Dentales* qui rappellent les *Turritella Archimedis* et *Dentalium inaequale* du Miocène supérieur de Tortone et de Saubrigues.

Les fossiles les plus répandus dans les couches de Priabona sont :

Ostrea gigantea Brander.
— *Brongniarti* Bronn.
Spondylus Cisalpinus Brongniart.
Serpula spirulæa Lamk.
Crassatella cf. *plumbea* Desh.
Crania *Æhlerti* Mun.-Ch.
Terebratulina tenuistriata Leymerie.
Leiopedina Tallavignesi Cotteau.
Sismondia rosacea Leske (sp.).
Echinolampas sp.
Echinanthus scutella Lamarck sp.
Schizaster lucidus Laube.
— *vicinalis* Agassiz.
Metalia Lonigensis Dames.
Euspatangus ornatus Agassiz.
Conocrinus sp.
Pentacrinus sp.

3^o Couches de Brendola.

Les calcaires marneux de Priabona se relieut étroitement et sans qu'il soit possible de tracer une limite, aux marnes de Brendola qui forment dans les Colli-Berici un horizon constant. Ces assises renferment surtout des Bryozoaires très bien conservés. Parmi les foraminifères qui, localement, sont aussi très abondants, il faut citer la *Clavulina Szaboi* qui caractérise en Hongrie les marnes de Bude; ces dernières couches occupent également le même niveau stratigraphique.

Les marnes de Brendola passent insensiblement aux calcaires qui forment la base de l'Oligocène. Il ne faut pas songer à mettre une limite absolue et invariable entre l'Eocène supérieur et l'Oligocène qui renferment, dans leurs couches limites, un certain nombre d'espèces communes.

Les fossiles les plus abondants sont :

Spondylus Cisalpinus Brongniart.
Ostrea Brongniarti. Bronn.
— *gigantea* Brander.
Nummulites cf. *Tournoueri*. Mun.-Ch.
Clavulina Szaboi Hantken.

Sur le versant sud des Sette Comuni, à Crosara San Luca, les marnes de Brendola paraissent être remplacées par des calcaires plus ou moins marneux très riches en polyptiers.

Nous avons, M. Hébert et moi, considéré ces assises comme étant supérieures aux marnes de Brendola; mais les calcaires

marneux de Montecchio-Maggiore que nous avons cru pouvoir paralléliser avec les calcaires à polytiers de Crosara qui appartiennent à l'Oligocène et non à l'Eocène supérieur.

Les principales espèces que j'ai recueillies dans cet horizon sont :

Montlivaultia Grumi Catullo. sp.
Dasyphyllia Meneghiniana Achiardi.
Heliastroæa Lucasana Reuss.
Prionastroæa Michelottiana Menegh.
Latimeandra tenera Reuss.
Astræopora subplana Reuss.
Actinacis arborescens Reuss.

Les basaltes qui traversent l'Éocène supérieur et qui sont en intrusion dans les calcaires nummulitiques supérieurs, sont très nombreux, mais c'est surtout dans les Colli Berici qu'ils atteignent leur maximum de développement. Ils sont représentés surtout par des basaltes à labrador, à augite et à olivine; les basaltes à andésine et les ophites basaltiques sont très rares.

Les breccioles volcaniques sont assez abondantes dans les différents niveaux qui correspondent aux couches de Priabona; quelques-unes d'entre elles, sont certainement postérieures aux assises avec lesquelles elles paraissent alterner, et ne sont en réalité que des couches d'intrusion. Les Colli Berici, se trouvant en dehors de la région que j'étudie dans ce travail, je ne m'occuperai que du dyke d'ophite basaltique de Brendola. Les environs de Brendola permettent d'étudier les marnes à *Clavulina Szaböi*, qui prennent dans le voisinage de ce bourg, un très beau développement. Ces marnes, qui terminent l'Eocène supérieur, supportent les calcaires marneux à *Cyphosoma cribrum*, qui forment la base de l'Oligocène.

Au nord du vieux château de Brendola, se trouve le val Squarento qui permet d'étudier les relations stratigraphiques existant entre les basaltes ophitiques et les marnes.

Cette petite vallée, très étroite, montre à droite en entrant, la partie supérieure d'un dyke assez puissant, visible par suite d'érosion sur 15 à 20 mètres de hauteur. A gauche, en face, on aperçoit, sur environ 30 mètres de longueur, un affleurement de marnes de Brendola, recouvert par une coulée de la même roche. La partie des marnes qui est ainsi recouverte, se trouve complètement métamorphisée sur 5, 9 et 12 mètres, d'épaisseur visible.

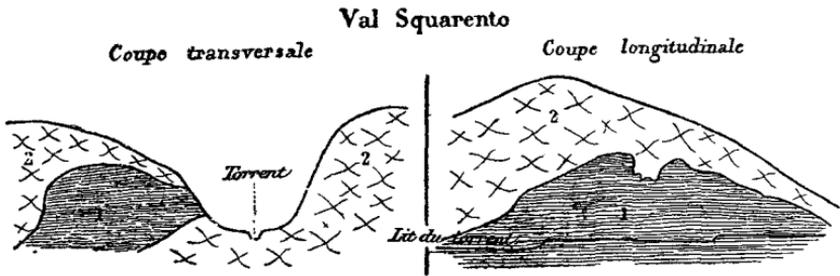
Les marnes modifiées sont teintées en brun, comme je l'ai déjà dit, par de la matière organique, et sont formées de sphéroïdes. Ces sphéroïdes, qui ont été étudiés par M. Lacroix, appartiennent

à une espèce nouvelle de zéolithe (v. à la Pétrographie), à un axe optique où à deux axes optiques très rapprochés.

Lorsque l'on examine la roche en plaque mince, à un fort grossissement, on voit que de très petits cristaux de grenat se sont développés en prenant la forme si caractéristique du rhombododécaèdre.

Fig. 29.

Fig. 30.



1. — Marnes métamorphiques à zéolithes.
2. — Ophite basaltique.

La même modification s'observe aussi un peu plus loin, directement sous l'église de Brendola ; là, les fossiles, qui ont disparu dans les marnes non modifiées, se trouvent très bien conservés dans les couches métamorphiques, où l'on peut recueillir des *Pectens*, des *Spondyles*, des *Cardites*, des *Cythérées*, des *Dentales*, etc., etc.

J'ai déjà eu l'occasion de dire que le test des fossiles avait disparu après l'éruption basaltique, puisque les marnes métamorphiques sont les seuls sédiments dans lesquels les Gastéropodes soient conservés ; mais on ne peut utiliser ce renseignement pour préciser l'âge de l'éruption de l'ophite basaltique de Brendola.

L'étude des breccioles volcaniques de l'Oligocène, va nous montrer qu'il a existé dès le début de cette période, des éruptions ayant amené au jour des roches analogues.

OLIGOCÈNE.

L'Oligocène acquiert dans le Vicentin et les régions voisines une très grande extension. Il présente trois subdivisions principales : l'*Infratongrien*, le *Tongrien* et l'*Aquitancien*, qui se relient entre eux par des couches de passage.

Les assises oligocènes renferment aussi à différents niveaux, des intercalations considérables de breccioles et de tufs volcaniques ; elles sont également traversées, comme les dépôts éocènes, par un grand nombre de dykes basaltiques.

Lorsqu'après avoir parcouru les points où affleurent les couches volcaniques fossilifères de l'Eocène, on arrive dans une région où les breccioles oligocènes sont développées, on est de suite frappé dans la généralité des cas, par le changement de faciès qui s'opère.

Dans l'Eocène, ces formations ont une teinte noir verdâtre, jaune verdâtre ou verdâtre, assez caractéristique, tandis que les breccioles oligocènes sont en général plus foncées et colorées en noir ou en gris noirâtre ou jaunâtre.

L'étude microscopique révèle aussi des modifications importantes; les fragments volcaniques qui constituent les breccioles oligocènes sont plus polygéniques et souvent mieux conservés.

Ces formations atteignent leur maximum de développement dans l'Infratongrien et le Tongrien. Les dépôts aquitaniens sont encore très peu connus.

Pendant l'époque infratongrienne, les projections cinéritiques prennent pour la première fois une très grande extension dans les environs de Salcedo.

INFRATONGRIEN.

Les marnes de Brendola supportent dans le val Squarento près Brendola et dans les environs de Montecchio-Maggiore, des calcaires marneux ou compacts qui appartiennent à la base de l'Oligocène; ces assises sont recouvertes directement par les couches tongriennes, qui renferment une faune analogue à celle qui caractérise nos sables de Fontainebleau.

Les escarpements qui sont à l'est de Montecchio-Maggiore, permettent d'étudier en détail ces premiers dépôts oligocènes, que je désigne sous le nom de *couches de Montecchio-Maggiore*. Je parlerai un peu plus loin des breccioles volcaniques qui jouent également dans l'Infratongrien un rôle important.

A la base des escarpements, cachées en grande partie par la terre végétale et les cultures, affleurent les marnes de Brendola qui se relie sans transition brusque aux calcaires marneux, que je considère comme devant former le premier horizon oligocène. Je suis arrivé à cette conclusion, en étudiant comparativement la faune des couches de Montecchio-Maggiore, qui a, dans ses traits généraux, plus d'analogie avec le Tongrien qu'avec les assises de Priabona. C'est aussi à ce niveau qu'apparaissent pour la première fois, dans le Vicentin, les *Clypeaster*.

En gagnant le plateau où est bâti l'ancien château qui domine la ville de Montecchio-Maggiore, on coupe successivement toutes les

couches de l'Infratongrien, dans lesquelles j'ai recueilli de nombreux *Lithothamnium*, des *Nummulites Tournouer* et des Echinides, représentés surtout par *Cyphosoma cribrum*, *Clypeaster Breunigi*, *Toxopneustes Fouquei* et de nombreux *Echinolampas*, etc., etc.

En arrivant sur le plateau, on constate dans la partie supérieure des calcaires infratongriens, la présence de silex jaunâtres qui semblent s'être développés postérieurement, sous l'influence d'actions volcaniques, car ils paraissent localisés dans le voisinage des dykes de basalte qui traversent les dépôts oligocènes.

Les couches de Montecchio-Maggiore peuvent se poursuivre facilement le long des collines qui bordent, à l'est, la vallée de Poscola jusqu'au delà de Castel-Gomberto; par places, elles sont formées par des calcaires très compactes, qui laissent apercevoir de nombreuses sections de polypiers se répartissant entre les genres les plus répandus dans le Tongrien : *Trochosmilia*, *Parasmilia*, *Lati-mæandra*, *Stylina*, *Dimorphastræa*, *Heliastæa*, *Isastræa*, etc.

L'Infratongrien des environs de Montecchio-Maggiore, renferme une faune relativement pauvre dont les principales espèces peuvent se répartir ainsi :

1° Espèces communes avec l'Eocène supérieur.

Spondylus cisalpinus Brongniart.

Ostrea Brongniarti Bronn.

— *gigantea* Brander.

2° Espèces caractérisant plus spécialement l'Infratongrien.

Cyphosoma cribrum Ag.

Clypeaster Breunigi Laube.

Echinolampas Montecchiensis Mun.-Ch.

— *Maggiorensis* Mun.-Ch.

Euspatangus Meneguzzoi Mun.-Ch.

Toxopneustes Fouquei Mun.-Ch.

3° Les mollusques que l'on trouve dans les bancs qui terminent les couches de Montecchio-Maggiore, rappellent les espèces tongriennes. Je signalerai notamment, des formes appartenant aux groupes du *Cerithium Charpentieri*, *Cer. plicatum*, *Cer. trochleare*, etc.

Sur le versant sud des Sette Comuni, dans les environs de Laverda, de Gnata, de Salcedo, on rencontre, superposé aux calcaires à polypiers de Crosara que je considère comme pouvant être l'équivalent des marnes de Brendola, un système puissant formé d'assises argilo-gréseuses se terminant par des lits de *cinérites très fossilifères*.

Cette formation paraît bien correspondre, comme nous l'avons indiqué, M. Hébert et moi, dans nos premières notes, à la partie inférieure de l'Oligocène.

Les couches de Salcedo sont, par leur faune, intermédiaires entre l'Eocène et l'Oligocène ; on y rencontre, associées à de nombreuses espèces spéciales, des formes éocènes et tongriennes.

Les principales espèces éocènes sont :

Diastoma costellata Lamk.
Janira arcuata Brocchi sp.
Ostrea Brongniarti Bronn.

Parmi les formes spéciales, je citerai :

Morio abnormis Bayan.
Natica scaligera Bayan.
Murex Fuchsi Bayan.
Terebra Speyeri Fuchs.
Venus Lugensis Fuchs.
Cardita Lauræ Brongniart.
Cardium fallax Menegh.

Parmi les espèces tongriennes les plus abondantes il faut signaler :

Fusus costellatus Grateloup.
Eburnea Caronis Brg.
Cerithium Meneguzzoi Fuchs.
Voluta elevata Sow.
Cytherea incrassata Desh.
— *splendida* Merian.
Panopæa angusta Nyst.
Nummulites Tournoueri Mun.-Chalm.

Je dois, à la suite de cette liste, faire remarquer l'absence dans ces assises, des Cérithes du groupe du *C. trochleare*, groupe ordinairement si répandu dans les marnes saumâtres de l'Oligocène.

Les environs de Montecchio Maggiore, qui sont devenus classiques depuis les études de Fortis, de Marzari (1), de Breislak (2) et de Brongniart, sont également très connus des minéralogistes ; c'est là le gisement classique d'une grande partie des zéolithes du Vicentin.

Les breccioles et les tufs de l'Infratongrien sont très développés à Montecchio Maggiore même, où on les exploite comme pierre de construction. Elles forment dans les environs de cette ville plusieurs niveaux fossilifères. Les éléments polygéniques qui les constituent varient suivant les assises : ce sont tantôt des produits de projection sans augite, mais avec olivine, fer oxydulé et microlithes de labrador, rarement d'andésine, tantôt des fragments provenant égale-

(1) Les observations de Marzari ont été consignées en partie dans l'ouvrage de Brongniart sur le Vicentin et en partie dans le grand travail de Breislak.

(2) Breislak, Institutions géologiques, t. III.

ment d'éruptions volcaniques et appartenant aux basaltes labradoriques ordinaires, quelquefois aux limburgites, aux basaltes à olivine avec grands cristaux de labrador microlithique et avec quelques microlithes de hornblende, ou encore aux ophites basaltiques.

Les couches de breccioles, qui proviennent de cette dernière roche, sont très riches en zéolithes. Brongniart(1) avait déjà constaté, sur les indications de Mazzari, que les zéolithes ne s'étaient développées que dans les fragments d'une roche vacuolaire, qu'il désigne sous le nom de *Spilite*; cette observation est juste. En effet, les zéolithes sont cantonnées dans les vacuoles d'une ophite qui peut provenir soit de l'éruption du dyke de Brendola, situé dans le voisinage, soit de dykes plus rapprochés, que des recherches ultérieures pourront peut-être faire connaître.

L'étude microscopique de la roche qui renferme des zéolithes, montre que ces fragments, plus ou moins arrondis, n'ont pas été arrachés à un dyke démantelé par les courants marins, mais qu'ils ont été projetés; car la plupart renferment de la matière vitreuse plus ou moins altérée, au milieu de laquelle on peut, en étudiant une série d'échantillons, suivre le développement progressif de l'*augite*.

Ce minéral se montre d'abord en petits grains plus ou moins irréguliers, puis en cristaux qui se sont formés au milieu de la matière vitreuse, entre les grands microlithes de labrador, et qui finalement, arrivent quelquefois à prendre la structure ophitique, c'est-à-dire à mouler les autres éléments.

Dans certains échantillons où les cristaux d'*augite* ne sont pas très développés, on trouve des plages où ce dernier minéral paraît s'être formé simultanément avec le labrador.

Les zéolithes que l'on rencontre très communément dans cette roche ont été étudiées par M. Lacroix; il y a reconnu les principales espèces que l'on y avait déjà citées : *analcime*, *mésotype*, *chabasie*, *harmotome*, *gmélinite*.

J'ai recueilli aussi de nombreux cristaux de calcite; le rhomboèdre ordinaire est rare; le cuboïde d'Haüy y est très fréquent.

La célestine se présente quelquefois en petites masses lamellaires d'un beau bleu.

Dans plusieurs localités et notamment entre Castel Gomberto et Montecchio-Maggiore, les breccioles volcaniques, au lieu de se présenter en couches plus ou moins régulières, constituent des amas sans

(1) Brongniart. Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trapéens du Vicentin, 1823, p. 9.

aucune stratification. La zone périphérique de ces dépôts est formée de sphéroïdes à couches concentriques, se désagrégant au contact des agents atmosphériques. Ces formations renferment des fragments anguleux de calcaire dur, avec *empreintes de polypiers* provenant de couches qui devaient se déposer latéralement ou d'assises oligocènes un peu plus anciennes et démantelées.

Les calcaires plus ou moins inclinés à *Lithothamnium* et à *Nummulites Tournoueri*, qui supportent les couches volcaniques, sont un peu altérés vers leur partie supérieure; leur surface de contact est assez irrégulière et la délimitation des deux formations se fait assez difficilement.

Sur le versant sud des Sette Comuni, à l'est de Lugo, un peu en dehors de la région dont je m'occupe, vers la partie supérieure des marnes argilo-gréseuses de Salcedo et de Gnata dont j'ai parlé plus haut, apparaissent des couches très fossilifères formées de *projections cinéritiques très décomposées*.

Certains bancs sont presque entièrement formés de *Nummulites Tournoueri* cimentées par la cendre volcanique tellement altérée qu'il est impossible d'en reconnaître les éléments constitutifs; dans certains points, on peut cependant trouver quelques échantillons où l'on reconnaît encore la présence de l'olivine transformée en serpentine, et de l'oligoclase plus ou moins imprégné de chlorite.

TONGRIEN.

On passe progressivement des couches infratongriennes aux assises tongriennes qui sont si développées dans les environs de Montecchio-Maggiore, depuis Bastia jusqu'au nord de Castel-Gomberto.

Le Tongrien du Vicentin est formé de couches calcaires, qui renferment localement de puissantes intercalations de breccioles volcaniques souvent très fossilifères et d'importants dépôts de combustible.

En général, les couches qui dominent sont formées de calcaires marneux ou compactes, les uns très riches en mollusques, les autres renfermant de nombreux polypiers. La localité de Monte Grumi est intéressante à ce point de vue; dans les mêmes bancs on peut recueillir de très nombreux et très beaux *Hexacoralliaires*, avec les principaux mollusques qui caractérisent les sables de Fontainebleau ou le Tongrien de l'Aquitaine (Gaas). Les Echinides sont extrêmement rares; ils manquent même très souvent.

Dans les environs de Castel-Gomberto et de Gambughiano, on observe par places dans le Tongrien, des bancs formés de calcaire compacte dans lequel on ne trouve guère que des Polypiers et des Spondyles; cependant je n'ai observé nulle part de véritables formations coralliennes.

Les polypiers les plus caractéristiques de ces couches sont :

Trochosmilia profunda Reuss.
Parasmilia crassicosta Reuss.
Placophyllia calliculata Reuss.
Hydnophora longicollis Reuss.
Latimæandra dimorpha Reuss.
Cyathoseris multisinuosa Reuss.
Stylophora conferta Reuss.
Stylina Suessi Reuss.
Stylocœnia microphthalma Reuss.
Dimorphastræa depressa Reuss
Heliastræa inequalis Reuss.
Comoseris alternans Reuss.
Dendracis nodosa Reuss.
Hamnastræa heterophylla Reuss.
Isastræa affinis Reuss.

Les couches qui renferment les mollusques tongriens sont très nombreuses. Les principales localités fossilifères sont : San-Trinita di Montecchio-Maggiore, Bastia, Monte-Grumi (Castel Gomberto), Monte-Cariole (Gambughiano), Riva Mala, San-Valentino, Monte-Spiade, Monte-Crocetta (Vicenza).

Toutes ces localités offrent une très grande homogénéité au point de vue de la faune; mais dans chacune d'elles on trouve un certain nombre de formes spéciales qui indiquent soit des différences de niveau, soit des modifications dans l'habitat. Les formes dominantes appartiennent soit à des espèces du Nord de l'Europe, soit à des formes spéciales à la faune pré-méditerranéenne. On y trouve encore quelques rares mollusques qui ont apparu dans l'Eocène comme

Diastoma costellata Lamarek sp.
Spondylus Cisalpinus Brongniart.
Ostrea gigantea Brander.

Les principales espèces spéciales à la région sont :

Cassis Vicentina Fuchs.
Strombus Vialensis Fuchs.
Turbinella rugosa Fuchs.
Eburnea (Nassa) Caronis Brongniart.
Cerithium Meneguzzoi Fuchs.
— *Trinitense* Fuchs.

Cerithium Delbosi Michelo.
— *Venigloi* Michelo.
Trochus Lucasanus Brongniart.
Xenophorus cumulans Brongniart.
Cardium anomale Michelo.
Venus Aglauræ Brongniart.
Trachypneustes Meneghini Desor sp.

Parmi les mollusques qui se trouvent dans les sables de Fontainebleau, je citerai :

Bayania semidecussata Lamk. sp.
Deshayesia Parisiensis Raulin.
Natica crassatina Deshayes.
Cerithium plicatum Lamarck.
— *conjunctum* Deshayes.
— *elegans* Deshayes.
— *trochleare* Lamarck.
— *Charpentieri* Basterot.
Cytherea incrassata Deshayes.
— *splendida* Mérian.
Pectunculus obovatus Lamk.

Les principales formes communes avec la faune tongrienne de Gaas (Aquitaine) sont :

Natica crassatina Deshayes.
— *angustata* Grateloup.
Cerithium trochleare Lamarck.
— *margaritaceum* Brocchi sp.
— *Charpentieri* Basterot.
— *Meneguzzoi* Fuchs.
— *calcaratum* Br.
Strombus auricularis Grateloup.
Cassis mamillaris Grat.

Je rappellerai que le Tongrien renferme de nombreuses couches de charbon. Les principales localités où sont exploités les lignites sont Zovencedo, M^{te} Viale, etc.

Les bancs de lignite sont compris généralement entre des assises saumâtres ou marines dans lesquelles on peut recueillir

Natica crassatina Desh.
— *angustata* Grateloup.
Anthracotherium magnum Cuv.

Les assises tongriennes, près de Montecchio-Maggiore, présentent aussi de nombreuses intercalations de breccioles volcaniques très fossilifères. La localité de Bastia est un exemple intéressant à citer; on peut y recueillir un très grand nombre de mollusques admirablement conservés; je citerai :

Natica angustata Grateloup.
— *crassatina* Deshayes.
Cerithium trochleare Lamk.
Deshayesia Parisiensis Raulin.
Pectunculus obovatus Lamk.
etc.

Je signalerai encore les nombreuses couches de breccioles dans les formations ligniteuses de Monte-Viale, de Zovencedo, de Val del Ponte; elles forment souvent des lits minces d'une extrême régularité qui alternent, soit avec les couches saumâtres ou marines, soit avec des bancs de charbon.

Ces formations volcaniques se présentent également dans ces mêmes points sans stratification visible; elles renferment alors très souvent des fragments de calcaire compacte avec empreintes de polypiers ou de grands mollusques bien conservés (Strombes et Natices), arrachés à des couches tongriennes un peu plus anciennes et remaniées.

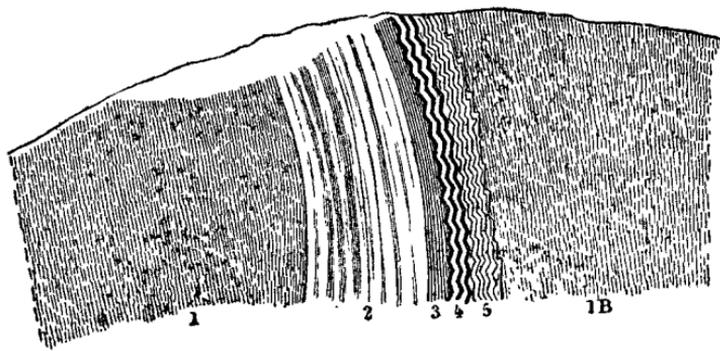
Les éruptions qui les ont produites ont également ramené au jour de petits fragments de Scaglia et de calcaire tertiaire avec Milio-lites, Alvéolines ou Nummulites, qui appartiennent aux différentes assises du terrain crétacé ou aux dépôts éocènes.

Dans le val del Ponte, commune de Mure, district de Marostica, on voit une très belle intercalation de couches saumâtres ou d'eau douce avec lignites, au milieu des tufs volcaniques.

Les couches, dans la région où est relevée la coupe, sont presque

Fig. 31.

Val del Ponte



- 1, 1 B. — Tufs volcaniques.
2. — Schistes siliceux.
3. — Schistes noirs avec empreintes de Poissons.
4. — Lignites.

verticales, comme je l'ai déjà dit. On observe à gauche des galeries d'exploitation, plus de 100 mètres de tufs volcaniques (fig. 31, n° 1) qui supportent 7 à 8 mètres de schistes siliceux (fig. 31, n° 2), dont quelques bancs fournissent des pierres à aiguiser ; ils alternent par places avec des tufs volcaniques.

Ces assises sont recouvertes par des schistes noirs carburés (fig. 31, n° 3) *non plissés*, renfermant des *Poissons* et des *Batraciens* (*Rana*). Les bancs de lignites (fig. 31, n° 4) qui surmontent les couches à poissons sont *très plissés* ; ils sont recouverts par des schistes noirs (fig. 31, n° 5) également ondulés. Les tufs volcaniques (fig. 31, n° 1 B) s'observent aussi à droite de la coupe ; il résulte de cette disposition, que les couches à combustibles sont placées entre deux grandes formations de tufs éruptifs. Les plissements qui affectent les lignites et les schistes qui les surmontent, ne se sont pas fait sentir dans les couches inférieures ; cela tient à ce que les pressions qui ont amené le refoulement des couches supérieures, ne se sont pas exercées sur les schistes qui sont situés au-dessous.

Les breccioles volcaniques de l'Oligocène offrent, comme on vient de le voir, un très grand intérêt, puisqu'elles permettent de constater avec certitude, que les différents types basaltiques dont j'ai parlé, avaient déjà fait leur éruption dès le début de cette période.

AQUITANIEN.

Il existe des divergences de vue assez grandes à propos de l'Aquitanién ; je vais d'abord indiquer la position des principales couches que je rapporte à cet étage ; je rappellerai ensuite l'opinion émise par M. Hörnes.

Dans les collines situées à l'ouest d'Isola di Malo et dans celles qui avoisinent Schio, on observe au-dessus des couches tongriennes, un système assez puissant d'assises, formées de calcaire compacte et de calcaire marneux, renfermant quelquefois des lits plus ou moins sableux. Les *Lithothamnium* sont excessivement abondants dans certains lits. Les mollusques que j'ai rencontrés dans l'Aquitanién sont en général mal conservés ; je signalerai quelques rares empreintes de *Cytherea*, voisine de *C. incrassata* et des Cérithes dont quelques-uns sont très voisins des *C. plicatum*, *C. trochleare*. Les Echinides sont très rares et aussi très mal conservés.

Les bancs qui terminent cette série sont formés de calcaire blanc compacte, homogène, très dur et subcorallien. Il renferme quelques grains de sable quartzeux, disséminés au milieu de la masse ; ce sable quartzeux devient de plus en plus abondant, à mesure que

l'on se rapproche de la partie supérieure. C'est dans ces couches, que j'ai rencontré la plus grande espèce connue d'*Orthophragmina* (*Orbitoides*) *elephantina* ; les grands individus atteignent un diamètre de 8 à 10 cm.

En résumé, ces couches dont la faune est très pauvre, correspondent, par leur position stratigraphique entre le Miocène le plus inférieur et le Tongrien, aux assises qui constituent l'Aquitanien.

MIOCÈNE.

LANGHIEN.

Sur la surface un peu irrégulière de l'Aquitanien, c'est-à-dire sur les couches à *Orthophragmina elephantina*, apparaissent des sables quartzeux qui indiquent un changement très important dans le régime sédimentaire et dans la faune marine ; ils correspondent aux courants rapides qui ont amené dans la région pré-méditerranéenne les *Clypeaster*, les *Scutella*, et les autres Echinides miocènes.

Ils renferment encore l'espèce de *Lithothamnium* qui est si abondante dans les calcaires aquitaniens sous-jacents.

M. Fuchs (1) a considéré ces assises comme correspondant à l'Aquitanien ; il s'est basé sur la présence d'un certain nombre d'espèces aquitaniennes, (2) pour établir leur synchronisme avec les dépôts oligocènes supérieurs : cela n'a rien d'étonnant puisque dans le Vicentin, il n'y a pas eu de lacune entre l'Aquitanien et le Langhien.

Cependant, il ne me paraît pas possible d'admettre cette manière de voir, car le type de l'étage aquitaniens a été pris dans l'Aquitaine Saint-Avit ; les assises qui le constituent ont une faune qui rappelle par ses traits généraux une faune tongrienne modifiée, mais, comme dans le bassin de Bordeaux, il y a un passage insensible entre l'Aquitanien et le Miocène ; il y a des couches limites qui renferment une faune mixte.

Les Echinides des couches d'Isola di Malo et de Schio n'appar-

(1) Fuchs. Die Stellung d. Sch. v. Schio (113).

(2) *Pholadomya Puschi*, *Cytherea incrassata*, etc. Cette dernière espèce me paraît être différente du type.

raissent qu'à la base du Miocène, c'est-à-dire dans le Langhien et non dans l'Aquitaniens ; je citerai parmi les Echinides :

- Scutella subrotunda* Lamarck.
- Clypeaster formosus* Seguenza.
- *scutum* Laube.
- *Michelini* Laube.
- Echinolampas conicus* Laube.
- Spatangus Euglyphus* Laube.

Au-dessus des assises inférieures du Langhien, dont je viens de donner en partie la faune, s'élève une série de couches à faciès très variable. Leur partie supérieure me paraît correspondre à l'Helvétien. Les formations plus récentes sont rejetées en dehors de la région montagneuse, mais comme l'étude des dépôts néogènes n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage, je n'en parlerai pas ici.

RÉSUMÉ

Les terrains tertiaires du Vicentin se relient insensiblement vers l'ouest à ceux du Véronais ; à l'est, ils sont séparés des formations tertiaires du versant nord des Sette Comuni, par une grande ligne de rupture qui a été décrite par Schauroth (1). Sa direction générale est N.O.-S.E. Elle part de *Schio* pour gagner *Malo, Isola di Malo, Vicence*. En s'avancant vers le sud, elle passe dans la plaine lombardo-vénitienne, à l'est des Colli Berici et des Monts Euganéens. Cette ligne de rupture est très probablement composée de plusieurs failles parallèles.

Le Vicentin présente de nombreuses collines séparées par des vallées profondes, les unes produites par érosion, les autres par failles. Ces vallées, qui permettent d'étudier le sol, montrent que les chaînes montagneuses sont, en grande partie, constituées, soit par le terrain jurassique, soit par le terrain crétacé couronné par les formations tertiaires. Les fractures plus ou moins importantes qui ont presque partout dérangé la régularité des strates, ont été accompagnées de nombreuses émissions volcaniques. Les environs de Valdagno, de Ronca, de San-Giovanni-Ilarione, etc., etc., peuvent être pris comme exemple.

Les couches sont plus ou moins inclinées ou localement redressées, mais je ne connais aucun point où, par suite de plis couchés, les terrains crétacés soient ramenés sur les terrains tertiaires. A Berghamini, près Valdagno, la *Scaglia supérieure* (Danien) recouvre bien les *terrains tertiaires*, mais c'est par suite d'un glissement produit par des pressions qui se sont exercées de l'est à l'ouest que le recouvrement s'est fait, et non par suite d'un renversement.

En général, le plongement des couches varie avec la position des points que l'on examine. Il se fait presque toujours du côté de la grande plaine lombardo-vénitienne, suivant en cela les lois qui ont déterminé la formation du ridement post-helvétien. Il en résulte que les assises peuvent plonger au sud, comme l'a justement fait remarquer M. Suess (2), pour s'incliner ensuite vers le nord, quand on arrive dans les Monts Euganéens. On est en droit de conclure, non de leur plongement actuel, comme je l'établirai plus loin, mais

(1) Schauroth. Uebersicht d. geogn. Verh. d. Geg. v. Recoaro. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss.* t. XVII. 1855.

(2) Suess. *Glied. d. vicent. Tertiärgeb.* (270).

de leur examen stratigraphique et paléontologique, qu'il s'est formé (1), un grand pli synclinal ante-éocène, ou plusieurs plis synclinaux parallèles, longeant la chaîne alpine et épousant ses contours généraux.

Le grand synclinal ante-tertiaire du nord de l'Istrie et du Frioul, devait passer par l'Alpago, le Bellunais, le Vicentin, le Véronais et le lac de Garde.

En suivant l'axe de ce synclinal, on voit que, depuis l'Istrie jusque dans le Bellunais, il n'y a aucune lacune entre les terrains crétacés et les terrains tertiaires; il n'en est pas de même lorsque l'on s'éloigne de son centre; on constate alors une émergence des régions voisines pendant le Garumnien et une partie de l'Eocène inférieur. L'axe du synclinal se relevait aussi dans le Vicentin, car il n'existait ni la partie terminale des terrains crétacés, ni la base de l'Eocène inférieur. Ce n'est qu'à partir des couches de Spilecco, que la mer a pénétré entre les Alpes et les Monts Euganéens, par suite d'un affaissement général de la région.

Les plissements; les fractures et surtout les grandes érosions qui ont commencé après le Miocène, et qui ont eu leur maximum d'intensité pendant le Quaternaire, ont démantelé et isolé les différents massifs de terrains tertiaires et formé ainsi les prétendus bassins éocènes, considérés souvent, à tort, comme ayant été indépendants les uns des autres.

Les terrains tertiaires du versant sud des Sette-Communi, qui se trouvent, comme je l'ai dit plus haut, séparés du Vicentin par la grande ligne de fracture Schio-Vicence, présentent quelques particularités remarquables; je n'en dirai qu'un mot.

Le plateau des Sette-Communi était certainement émergé pendant l'Eocène inférieur et une partie de l'Eocène moyen. La série des couches tertiaires qui sont sur son versant sud, est plus complète. A partir du nord de Schio jusque dans le Bassanais, par suite de pressions latérales considérables, elles ont été redressées et souvent plissées. Les assises redressées du bord de la Brenta ont été déjà décrites par Murchison (2). Sur quelques points, comme à Sant'Orso, localité signalée par Pasini (3), il y a eu formation d'un pli couché et renversement de la Scaglia (Danien) sur les terrains tertiaires.

Le Vicentin, grâce à la fracture de Schio-Vicence, n'a pas participé à ces grands mouvements.

(1) Pasini. Ric. geol. sull' epoca, etc. (225).

(2) Voir plus loin aux Généralités.

(3) Murchison. Rel. of the tert. a. sec. rocks near Bassano (213).

Les terrains nummulitiques du Vicentin, depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la fin de l'Oligocène (Aquitainien), sont en grande partie formés par des dépôts marins calcaires, qui se présentent avec les mêmes caractères sur des étendues considérables.

Ces formations marines alternent, soit avec des assises saumâtres à combustibles, soit avec des tufs volcaniques fossilifères, témoins des nombreuses éruptions qui ont eu lieu pendant l'Eocène et l'Oligocène. Cependant presque tous les basaltes qui affleurent aujourd'hui et qui ont été considérés comme synchroniques des couches marines, sont postérieurs. Les nombreuses fractures qui ont permis aux roches éruptives d'arriver au jour ont disloqué, sur beaucoup de points, non seulement les assises nummulitiques, mais encore les couches miocènes. Néanmoins, les roches volcaniques qui ont donné naissance aux tufs éocènes et à la plus grande partie des tufs oligocènes ne sont pas encore connues; elles doivent avoir été détruites ou recouvertes en grande partie par les dépôts sédimentaires marins.

Les dépôts saumâtres qui sont assez répandus dans le Vicentin n'offrent *aucune continuité générale*; on doit les considérer comme n'étant en réalité que des accidents au milieu des grandes formations marines. Il en est de même des dépôts lacustres qui sont, du reste, relativement peu abondants.

Les formations saumâtres se montrent depuis l'Eocène moyen jusque dans le Tongrien. Elles se présentent sur un très grand nombre de points, et se trouvent presque toujours situées dans les localités du Vicentin les plus disloquées et les plus bouleversées par les phénomènes éruptifs; de là, la grande difficulté d'établir quelquefois avec certitude leurs relations stratigraphiques. Elles alternent aussi très souvent avec des breccioles volcaniques fossilifères.

Les combustibles sont fréquemment associés aux dépôts saumâtres; ils sont surtout développés dans l'Oligocène, où ils atteignent leur maximum de puissance.

Les bassins qui renferment les lignites éocènes et oligocènes, exploités actuellement à M^{te} Pulli, à M^{to} Viale, Zovencedo, etc., étaient-ils indépendants de la mer au moment où les combustibles se sont déposés? Telle est la question qui se pose et qui intéresse l'orographie générale de la région pendant l'Eocène et l'Oligocène. Il est facile d'y répondre.

L'étude détaillée de chaque gisement montre : 1° que les couches qui sont associées aux combustibles ont, en général, une faune

marine ou saumâtre et, accidentellement, une faune terrestre et d'eau douce ; 2° que ces assises se trouvent englobées, sans délimitations précises, au milieu des autres formations marines.

Il en résulte que l'on est en droit de conclure que les bancs de lignites proviennent de végétaux qui ont été entraînés au milieu de la mer, par des cours d'eau venant des Alpes. Les végétaux ainsi charriés se sont alors déposés, soit dans les parties les plus déprimées du relief sous-marin, soit dans des points où ces courants avaient déjà perdu une grande partie de leur vitesse initiale. Les eaux douces venant ainsi du continent ont déterminé sur certaines parties de leur parcours, une dessalure partielle des eaux de la mer, et permis aux mollusques saumâtres de vivre plus ou moins loin des estuaires et des lagunes côtières. Elles ont entraîné, aussi, des mollusques lacustres ou des mollusques terrestres ; plus rarement, des vertébrés. Il me paraît donc impossible d'admettre que les dépôts ligniteux dont je viens de parler, puissent appartenir à des formations de lagune ou d'estuaire.

Les formations marines du Vicentin renferment peu de dépôts argilo-marneux proprement dits ; les marnes à *Clavulina Szaboi* qui terminent l'Eocène supérieur, forment cependant un horizon constant. Ce niveau se retrouve avec les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques jusqu'aux portes de Buda-Pesth.

En s'avancant vers le nord, et par conséquent plus près des rivages, dans une région attenante au Vicentin, on constate que l'Oligocène inférieur se trouve représenté par des dépôts argilo-gréseux semblables à ceux du Flysh ; ces assises ont été en relation avec des courants analogues à ceux qui ont amené pendant l'Eocène moyen, dans le Bellunais, le Frioul et l'Istrie, les immenses dépôts de Tassello qui donnent une physionomie si particulière à ces régions.

Je crois nécessaire de résumer brièvement les caractères des principaux étages que je viens d'étudier.

Lorsque l'on étudie d'une manière générale, les rapports stratigraphiques et paléontologiques qui existent entre les différentes zones qui renferment des Nummulites, on est frappé des liens qui unissent étroitement l'Eocène et l'Oligocène, tandis que le Miocène proprement dit présente des caractères différentiels tels, que son indépendance plus ou moins absolue est mise nettement en évidence. Du reste, cette remarque n'est pas spéciale au Vicentin, elle s'applique à la presque totalité de la région pré-méditerranéenne.

Les premiers géologues qui se sont occupés des terrains tertiaires ont donc eu raison de faire leur grand groupe nummulitique avec

l'Eocène et l'Oligocène; il correspond à un ensemble des plus naturels, que l'on peut désigner sous le nom d'*Eogène*, par opposition au groupe *Néogène*, qui commence avec la grande transgression miocène.

TERRAIN NUMMULITIQUE (*Eogène*).

A. — EOCÈNE INFÉRIEUR.

I. — Le premier groupe nummulitique est en *discordance régressive* sur la Scaglia (Danien). Lorsque l'on remonte vers le nord, sur le plateau des Sette Comuni, il disparaît; il en est de même lorsqu'on s'avance vers le sud, c'est-à-dire dans les Monts Euganéens; il se trouve ainsi limité à la partie centrale du grand synclinal dont j'ai parlé. J'ai constaté à sa base, la présence de quelques rares galets de granulite qui proviennent des régions alpines anciennes.

Cette première division est constituée par les *tufs* volcaniques et les *calcaires de Spilecco*, qui reposent sur le Danien fortement raviné; elle présente *deux faciès*. Le premier correspond aux *calcaires à silex et à Brachiopodes de Bertholdi, avec Globigérines et Orbulines, mais sans Nummulites ni Orthophragmina*. Ces calcaires, par leurs caractères pétrographiques et par les foraminifères qui s'y trouvent, ressemblent, à s'y méprendre, à ceux de la Scaglia (Danien).

Le second faciès est représenté par les *calcaires à Nummulites et à Orthophragmina de Spilecco*, qui renferment encore les mêmes Brachiopodes et les mêmes silex.

On aurait pu, comme on l'a fait pour la Scaglia, attribuer ces *changements de faune à des différences de profondeur*; il n'en est rien, car à Monte-Postale, on trouve rigoureusement au même niveau et sur des points très rapprochés, les deux faciès juxtaposés; à leur limite, on voit de petits lits de *Nummulites* et d'*Orthophragmina* envahir les calcaires compactes et indiquer la présence de courants bien manifestes.

Les *Orbulines* et les *Globigérines* des calcaires de M^{te} Spilecco rappellent par la structure de leur test, les formes qui habitent les mers relativement peu profondes. Les espèces abyssales sont caractérisées, chez les individus adultes, par un test très épais présentant souvent des modifications particulières comme l'a si justement fait remarquer M. Brady (1). Ces observations concordent parfaitement

(1) Brady. Quart. Journ. of Microsc. Science T. XIX. 1879.

avec les données stratigraphiques ; elles permettent, ainsi que ces dernières, de démontrer que les dépôts de M^{te} Spilecco ne se sont pas formés dans des mers profondes.

Les Mollusques qu'on y rencontre sont toujours très rares et mal conservés ; ils appartiennent aux genres les plus communs de l'Eocène moyen.

Les foraminifères les plus caractéristiques sont :

<i>Nummulites Spileccensis</i>	Mun.-Ch.
—	<i>Bolcensis</i> Mun.-Ch.
<i>Orthophragmina Taramellii</i>	Mun.-Ch.
—	<i>stellifera</i> Mun.-Ch.
—	<i>Bayani</i> Mun.-Ch.
—	<i>eocenica</i> Mun.-Ch.

La prodigieuse abondance des *Orthophragmina* que l'on trouve dans les couches de Spilecco, soit dans les environs de Monte-Bolca, soit à Berghamini, près Valdagno, jointe à la présence de *Conocrinus*, de *Pentacrinus*, de *Crania*, de *Terebratulina*, appelle l'attention sur la grande similitude de faune qui existe entre l'Eocène inférieur et les assises à *Orthophragmina (Orbitoides)* de Priabona (Eocène supérieur). Il est à présumer, qu'il a dû y avoir entre les mers de ces deux époques, une grande analogie au point de vue de leur température, de leur salure et de leur profondeur.

Les tufs et les breccioles volcaniques, qui existent presque toujours à la base des calcaires de Spilecco, se retrouvent avec les mêmes caractères, jusque dans les environs du lac de Garde. Les roches volcaniques qui leur ont donné naissance ne sont pas encore connues.

B. — EOCÈNE MOYEN.

II. — Le deuxième groupe nummulitique peut se présenter, suivant les régions, sous deux faciès principaux.

Le premier s'observe dans les environs de la Guichellina, où les calcaires à *Nummulites lævigata* prennent un grand développement. Les tufs volcaniques qui les accompagnent ont la même faune. On y rencontre principalement :

<i>Nummulites lævigata</i>	Lamk.
—	<i>Murchisoni</i> Brunner.
—	<i>irregularis</i> Desh.
—	<i>Atacica</i> Leym.
<i>Orbitolites complanata</i>	Lam.
<i>Alveolina Heberti</i>	Mun.-Ch. et Schl.
—	<i>Stachei</i> Mun.-Ch. et Schl.

Le deuxième faciès, qui se développe plus au nord, correspond en grande partie aux couches à *Alvéolines* de M^{te} Postale. Il présente dans les environs de Monte-Bolca, de Crespadoro, de Valdagno, trois subdivisions principales :

1^o La première subdivision est constituée par des calcaires compactes à *Nummulites* et *Lithothamnium*, à la base desquels s'observent les brèches calcaires avec fragments de Scaglia dont j'ai parlé plus haut. Ces calcaires sont très peu fossilifères et ne renferment guère que :

Lithothamnium Bolcense Mun.-Ch.

Nummulites Atacica Leym.

2^o La deuxième subdivision renferme les calcaires à *Alvéolines* de Valleco, de Monte Postale, etc. Elle est formée par la réunion de trois zones, qui ont une très grande importance au point de vue paléontologique :

A. — La zone inférieure correspond aux couches à *Alvéolines* de Monte-Valleco qui contiennent la faune *ichthyologique*, si célèbre, de Monte-Bolca.

Cette faune est certainement, au point de vue paléontologique, une des plus importantes que l'on connaisse. Elle a été décrite en grande partie par Agassiz (1) ; des études plus récentes, notamment celles de M. Heckel (2), ont encore augmenté le nombre des espèces connues. M. le baron de Zigno (3) a résumé dans un travail important, tous les mémoires qui ont paru sur ce sujet. Les espèces de poissons qui ont été décrites, s'élèvent actuellement à environ 180 ; elles se répartissent à peu de chose près, dans 100 genres.

Les Sélaciens et les Ganoïdes ne sont représentés que par quelques formes ; il n'en est pas de même des Téléostéens, qui, dès cette époque, avaient déjà acquis un développement considérable.

Les genres appartenant aux Téléostéens sont au nombre de 80 environ dont 34 sont éteints ; les autres, au nombre de 46, habitent pour la plupart, les mers tropicales, l'Océan Indien, l'Océan Pacifique, la Mer Rouge et la partie tropicale de l'Océan Atlantique ; un petit nombre seulement se retrouve, soit dans la Méditerranée, soit dans la partie tempérée de l'Océan Atlantique.

(1) Agassiz. Rech. s l. Poiss. foss. (7).

(2) Heckel, J. J. — Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische Oesterreichs. I. atlas in-folio, Wien 1849. II. in-4^o, atlas in-folio, Denkschr., d. k. k. Akad. Wiss. Bd. XI, 1856.

Heckel, J. J. u. Kner. — Neue Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische Oesterreichs. *Ibid.* Bd. XIX, 1861.

(3) Zigno (de). Catal. rag. d. pesci foss. (320).

On peut dire, d'une manière générale, que presque tous les genres sont marins, sauf un très petit nombre qui, comme les *Lates*, habitent encore les grands cours d'eau, tels que le Nil, le Gange, les fleuves et les côtes de l'Australie, et les *Enoplosus* qui sont spéciaux à l'Australie. A ce groupe de poissons qui se rencontrent principalement dans les eaux douces, les estuaires et sur les côtes, Près des embouchures, il faudrait joindre les genres éteints *Cyclopoma* et *Smerdis*. Parmi les Téléostéens éteints dont la plupart sont jusqu'à présent spéciaux aux couches de Monte-Bolca, il faut citer :

Holosteus, *Pristigenys*, *Cyclopoma*, *Smerdis*, *Sparnodus*, *Pygæus*, *Calamostoma*, *Semiophorus*, *Amphistium*, *Vomeropsis*, *Carangopsis*, *Carangodes*, *Ductor*, *Acanthonemus*, *Gasteronemus*, *Spinacanthus*, *Rhamphognathus*, *Mesogaster*, *Blochius*, *Urosphen*, *Hacquetia*, *Rhamphosus*.

Les principaux genres de Téléostéens vivant encore actuellement sont :

Engraulis, *Anguilla*, *Ophisurus*, *Sphagebranchus*, *Holocentrum*, *Myripristis*, *Serranus*, *Pelates*, *Dules*, *Gerres*, *Labrax*, *Apogon*, *Lates*, *Enoplosus*, *Dentex*, *Pristipoma*, *Pagellus*, *Pomacanthus*, *Ephippus*, *Scatophagus*, *Acanthurus*, *Naseus*, *Platax*, *Zanclus*, *Lichia*, *Trachynotus*, *Seriola*, *Thynnus*, *Orcynus*, *Sphyræa*, *Atherina*, *Fistularia*, *Aulostoma*, *Amphysile*, *Rhombus*.

Parmi les formes communes avec l'Eocène moyen (Lutétien) du bassin de Paris, il faut citer :

Lates gracilis Agass.

Zanclus eocænius Gervais.

Les mollusques ne sont que peu ou pas représentés à ce niveau. Les alvéolines qu'on y rencontre sont les mêmes que celles qui se retrouvent plus haut :

Alveolina Vallecensis Mun.-Ch. et Schl.

— *Bolcensis* Mun.-Ch. et Schl.

B. — La zone moyenne, qui comprend les calcaires à Alvéolines de Monte-Postale, recouvre les couches à Poissons de Monte Vallico et prend exceptionnellement, dans les environs de Monte Bolca, un grand développement. Les Mollusques céphalopodes, gastéropodes et acéphales qu'on y rencontre sont d'une très belle conservation. Ils ont une très grande analogie avec ceux du bassin de Paris.

Les foraminifères principaux sont :

- Nummulites Atacica* Leym.
- Alveolina Bolcensis* Mun.-Ch. et Schl.
- *Postalensis* Mun.-Ch. et Schl.
- *Heberti* Mun.-Ch. et Schl.
- *Vallecensis* Mun.-Ch. et Schl.
- Orbitolites complanata* Lamck.

C. — La partie supérieure des calcaires à *Alvéolines* est caractérisée par le *Lithocardiopsis Fouquei*; elle se termine par une zone dans laquelle des courants ont entraîné accidentellement des Mollusques saumâtres, vivant dans le voisinage d'estuaires : *Cyrena*, *Melania*, *Lampania*, *Potamides*.

Les Alvéolines qui caractérisent les couches dans lesquelles se montrent les fossiles saumâtres, sont les mêmes que celles de la zone moyenne (B).

3^o La troisième subdivision, que j'ai pu suivre sur un grand nombre de points, est une des plus importantes au point de vue stratigraphique; elle est formée de calcaire très compacte ou de calcaire grenu, renfermant toujours en abondance la *Nummulites Pratti*. Près de Monte-Bolca, ces calcaires alternent avec des *tufs* et des *breccioles* volcaniques, qui contiennent la flore si curieuse de Monte Vegroni; on y a recueilli des *palmiers entiers*, d'une remarquable conservation, appartenant aux genres *Latanites*, *Flabellaria*, etc.

Les Mollusques et les Echinides sont mal représentés. Il faut cependant citer les genres *Schizaster*, *Linthia*, *Echinolampas*.

Les principaux foraminifères qu'on y rencontre sont :

- Nummulites Pratti* d'Arch.
- *Murchisoni* Brunner.
- *Atacica* Leym.
- Alveolina Brusensis* Mun.-Ch.

Aux environs de Valdagno, la partie supérieure des couches à *Nummulites Pratti*, renferme de nombreux lits de combustibles, exploités avec une grande activité.

J'ai découvert dans cet horizon, qui est tout à fait local et qui se trouve à la limite des couches à *Nummulites perforata*, une faune très riche. Quelques-unes des espèces de cet horizon se retrouvent dans l'Eocène de Monte Postale et d'autres dans celui de Hongrie(1).

(1) Hébert et Munier-Chalmas. Rech. s. l. terr. tert. de Hongr. et du Vic. (135).

III. — Le troisième groupe nummulitique est un des plus importants. Il se subdivise en deux zones très distinctes :

A. — La zone inférieure est caractérisée par des calcaires très fossilifères, alternant avec des tufs et des breccioles volcaniques, qui renferment les faunes si classiques de San-Giovanni-Ilarione, Pozza, Santa-Croce, etc. Les Mollusques sont, à peu de chose près, identiques à ceux de l'Eocène du bassin de Paris ou correspondent à des formes représentatives très voisines. Les Echinides, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, sont d'une abondance extrême (V. p. 22); ils atteignent là leur maximum de développement; les *Conoclypus*, *Amblypygus*, *Prenaster*, etc., fournissent de précieuses indications pour reconnaître ce niveau. C'est aussi l'horizon principal des Crustacés éocènes (V. p. 25).

Les Foraminifères les plus communs sont :

- Nummulites spira* Roissy.
 - *perforata* d'Orb.
 - *complanata* Lamk.
 - *distans* Desh.
 - *Murchisoni* Brunner.
- Orbitolites complanata* Lamk.

B. — La zone supérieure qui est devenue classique, est formée par les couches de Ronca, sa position n'a pas encore pu être fixée stratigraphiquement; c'est par suite de considérations déduites de nos observations géologiques et paléontologiques en Hongrie, que M. Hébert et moi avons rapporté cet horizon à la partie supérieure de l'Eocène moyen.

La faune est, à peu de choses près, celle de San-Giovanni-Ilarione. C'est le seul niveau où l'on rencontre quelques rares fossiles identiques à ceux qui caractérisent les sables de Beauchamp.

Parmi les Foraminifères je citerai :

- Nummulites Brongniarti* d'Archiac.
 - *variolaria* (?) Lamk.
- Orbitolites complanata* Lamk.

Les breccioles de cet horizon renferment dans le val de Ronca des fragments de basalte avec Polypiers, Spondyles et Serpules qui se sont développés dessus.

EOCÈNE SUPÉRIEUR.

IV. — Le quatrième groupe nummulitique est bien développé dans les environs de Priabona. Les calcaires marneux dominant dans cet

horizon et là, comme à Biarritz, l'abondance des *Orthophragmina* (*Orbitoides*) donne souvent un caractère particulier aux couches.

Dans plusieurs localités du Vicentin, notamment dans les environs de Ponte del Bove, apparaissent vers la partie supérieure des assises à *Nummulites striata*, des marnes qui renferment de nombreuses espèces de *Pleurotomes*, des *Turritelles* et des *Dentales*; quelques-unes de ces formes rappellent beaucoup celles du Tortonien. L'analogie paléontologique et pétrographique qui existe entre ces couches et celles de Tortone, jointe à la disparition momentanée des grands Mollusques comme les *Strombidæ*, les *Cypræa*, les *Volutidæ*, fait penser qu'il faut attribuer très probablement ce changement de faune, à un refroidissement relatif et momentané des eaux marines de cette région.

Les études stratigraphiques montrent la possibilité de distinguer dans ce groupe trois subdivisions assez importantes :

A. La première subdivision correspond aux couches de la *Guichelina* et se trouve caractérisée par la présence d'espèces saumâtres : *Cerithium diaboli* Brong., *Bayania semidecussata* Lamk., qui disparaîtront pendant le dépôt des couches de Priabona proprement dites, pour revenir plus tard dans l'Oligocène (Infra-tongrien et Tongrien). Ces assises sont synchroniques des couches des Diablerets (Alpes Vaudoises), étudiées en premier lieu par Brongniart.

B. — La deuxième subdivision comprend les calcaires de Priabona à *Orthophragmina* (*Orbitoides*), et à *Serpula spirulæa*; ce dernier fossile, cité souvent comme caractéristique de ce niveau, commence ordinairement à la base des couches à *Nummulites perforata*.

Les environs de Priabona présentent un développement remarquable de calcaires marneux, riches en empreintes de Mollusques, en Echinides et en Crustacés bien conservés. La faune de cet horizon a une très grande analogie avec celle de Biarritz; les *Orthophragmina* (*Orbitoides*) surtout y sont d'une extrême abondance.

J'ai déjà rappelé (v. p. 83) qu'au point de vue des *Orthophragmina*, des *Crinoïdes* et de certains *Brachiopodes*, il y avait une très grande ressemblance de faune entre ce niveau et celui de *Spilecco* (Eoc. infér.).

Les Foraminifères caractéristiques de cette deuxième zone sont :

- Nummulites striata* d'Orb.
- *contorta* Desh.
- Orthophragmina sella* d'Arch. sp.
- *radians* d'Arch. sp.
- *stellata* d'Arch. sp.
- *Fortisii* d'Arch. sp.
- *Priabonensis* Gûmb. sp.

C. — Les marnes à Bryozoaires de Brendola, correspondent à la troisième subdivision ; elles renferment :

Spondylus cisalpinus Brongn.

Ortreia Brongniarti Bronn.

Nummulites sp..

Clavulina Szaboi Hantken.

Elles sont surmontées par les calcaires de l'Oligocène inférieur.

Dans la vallée de Laverda, non loin des anciens rivages, on trouve des couches qui présentent une physionomie bien différente ; ce sont les calcaires riches en Polypiers, de *Crosara* et de *San Luca*, qui supportent la base de l'Oligocène et qui semblent devoir terminer la série éocène.

Les tufs et les breccioles volcaniques sont relativement moins abondants dans l'Eocène supérieur que dans l'Eocène inférieur ou dans l'Oligocène.

OLIGOCÈNE.

Le cinquième groupe nummulitique, très variable suivant les régions, correspond à tout l'Oligocène (*Infratongrien*, *Tongrien* et *Aquitainien*). Il est constitué par des calcaires compactes, marneux, qui alternent soit avec des couches saumâtres renfermant des combustibles, soit avec des breccioles volcaniques très fossilifères, qui prennent souvent une extension considérable.

1° — L'Infratongrien aux environs de Montecchio-Maggiore est formé par un énorme développement de tufs volcaniques fossilifères, très riche en zéolites et par des calcaires marneux à *Lithothamnium* et *Echinides* ; on y trouve principalement :

Clypeaster Breunigi Laube.

Cyphosoma cribrum Agass.

Euspatangus Meneguzzoi Mun. Chalm.

Toxopneustes Fouquei Mun. Chalm.

Nummulites Tournoueri Mun. Chalm.

C'est à ce niveau qu'apparaissent pour la première fois, dans le Vicentin, les *Clypeâstres*. Ils présentent cependant des différences assez grandes avec ceux du Miocène ; on pourrait facilement en faire une section différente, propre à l'Oligocène.

Un faciès très différent de celui dont je viens de parler, s'observe aux environs de Salcedo et de Gnata (Laverda). Il est caractérisé par des dépôts argilo-gréseux présentant à leur partie supérieure des marnes, des *breccioles* et de *tufs cinéritiques* à *Nummulites Tournoueri* renfermant une faune très riche. Les Mollusques qu'on y recueille appartiennent à des espèces tongriennes associées à quel-

ques formes éocènes (1). Une association paléontologique de même ordre s'observe déjà, comme on le sait, dans l'Eocène supérieur des Alpes suisses, qui renferme, d'après les travaux de MM. Hébert et Renevier (2), des formes oligocènes associées aux espèces éocènes.

2° — Le Tongrien présente, suivant les points, des calcaires marins très fossilifères (Castel-Gomberto), associés à des tufs volcaniques (Bastia, Santa-Trinita), dans lesquels on recueille une faune très riche et identique, pour la plus grande partie, à celle des sables de Fontainebleau du bassin de Paris. La différence la plus notable, consiste dans la grande quantité de *Polypiers* qui accompagnent les fossiles tongriens du Vicentin (v. p. 72).

On rencontre, dans cet horizon, les couches saumâtres et marines de Zovencedo, de Monte-Viale et de Valle del Ponte, qui renferment les importants dépôts de combustibles dans lesquels on trouve l'*Anthracotherium magnum*. Les assises qui alternent avec les lignites sont presque toujours associées à de puissantes masses de breccies volcaniques.

Les principaux fossiles du Tongrien sont :

- Natica angustata* Grateloup.
- *crassatina* Desh.
- Cerithium Charpentieri* Bast.
- *plicatum* Brug.
- Deshayesia Parisiensis* Raulin.
- Nummulites Tournoueri* Mun.-Chalm.
- Anthracotherium magnum* Cuvier.

3° — L'Aquitanién, qui est encore peu connu, présente de nombreux bancs de calcaire compacte ou marneux, renfermant de rares empreintes de Cérithes du groupe des *C. plicatum* et *C. conjunctum*. La partie supérieure, que j'ai étudiée près d'Isola di Malo, est formée de calcaire compacte à *Lithothamnium* et à grandes *Orthophragmina*; les *Nummulites* y sont très rares. Ce calcaire, qui renferme, vers sa partie supérieure, des grains de quartz, supporte les premières assises du Miocène moyen; on y trouve :

- Nummulites Tournoueri* Mun.-Chalm.
- Orthophragmina elephantina* Mun.-Chalm.
- Lithothamnium* sp.

MIOCÈNE.

Les premières assises du Miocène (*Cartennien* Pomel *Langhien*

(1) Hébert et Munier-Chalmas, loc. cit. (135, 136).

(2) Hébert et Renevier. Desc. des foss. du terr. numm. sup. des env. de Gap, des Diablerets, etc. 1854.

Mayer), débutent par des sables et des grès calcarifères à *Clypeaster* qui indiquent des courants plus rapides. Les couches aquitaniennes sont ravinées; mais comme elles deviennent déjà *un peu sableuses* vers leur partie supérieure et qu'elles renferment en abondance les mêmes espèces de *Lithothamnium* que celles du Langhien, tout porte à croire que, dans ce point, il n'y a pas eu émerision entre l'Oligocène et le Miocène. Une simple variation dans *l'intensité des courants* a amené assez brusquement, en même temps que les sables quartzeux, la nouvelle faune miocène. Les Echinides les plus communs qu'on y trouve sont :

Scutella subrotunda Lamk.
Clypeaster scutum Laube (1).
— *Michelini* Laube.
Echinolampas conicus Laube.

Au-dessus des grès à *Clypeaster*, se montrent des calcaires marneux avec *Spatangus euglyphus* Laube, et empreintes de Mollusques. Les couches de Schio, étudiées par M. Fuchs (2), appartiennent en grande partie au Langhien; les plus récentes, me paraissent cependant devoir être rapportées à l'Helvétien.

Par suite du grand mouvement post-helvétien, le Tortonien a été rejeté dans le Bassanais, où il est représenté par des marnes bleues à *Ancillaria glandiformis*.

Ces assises sont bien miocènes et non pliocènes, comme l'a si justement fait remarquer M. Suess; elles sont redressées par le second mouvement post-helvétien.

Le Pliocène marin n'existe pas dans le Vicentin; la mer a été rejetée plus au sud, par le redressement des couches tortoniennes. Il s'est déposé probablement au pied du massif tertiaire, puis il a été recouvert par les alluvions quaternaires de la grande plaine lombardo-vénitienne provenant des grands cours d'eau alpins.

(1) Laube. Beitr. z. Kenntn. d. Echinod. d. vicent. Tertiärgeb. (147)

(2) Fuchs. Die Stellung d. Sch. v. Schio (113).

DEUXIÈME PARTIE

PÉTROGRAPHIE

GÉNÉRALITÉS

J'arrive maintenant à une question des plus importantes, mais des plus controversées et des plus difficiles à résoudre de la géologie du Vicentin. Je veux parler de la formation des tufs volcaniques et de l'apparition des basaltes pendant l'Eocène et l'Oligocène, comme l'ont admis MM. Brongniart(1), Fuchs, Suess(2), Bayan (3) et la plupart des géologues.

Dans notre travail sur le Vicentin, M. Hébert (4) et moi avons admis que les tufs volcaniques et les basaltes étaient postérieurs aux derniers terrains tertiaires de la région (Langhien).

Les nouvelles recherches que j'ai faites, confirment seulement en partie notre première manière de voir et m'amènent à des résultats différents en ce qui concerne les tufs et les *breccioles volcaniques fossilifères* et seulement une partie des basaltes.

A partir de la base de l'Eocène, jusqu'à la partie supérieure de l'Oligocène, on trouve, comme Fortis et Brongniart l'ont déjà indiqué depuis longtemps, des couches souvent très fossilifères, interstratifiées dans les terrains nummulitiques; elles sont formées presque uniquement par de *petits fragments anguleux scoriacés et palagonitiques de roches volcaniques*. Ces dépôts s'observent avec les mêmes caractères, jusque sur les bords du lac de Garde.

On rencontre assez fréquemment, au milieu de cette formation, des couches horizontales de basalte qui *paraissent également interstratifiées*, mais qui, dans la presque généralité des cas, ne sont en

(1) Brongniart. Terr. calc.-trapp. Vic. (55).

(2) Suess. Glied. d. Vic. Tert. Geb. (270).

(3) Bayan. Sur les terr. tert. de la Vén. (32).

(4) Hébert et Munier-Chalmas. loc. cit. (135, 136).

réalité que des coulées d'intrusion, comme il est facile de le démontrer.

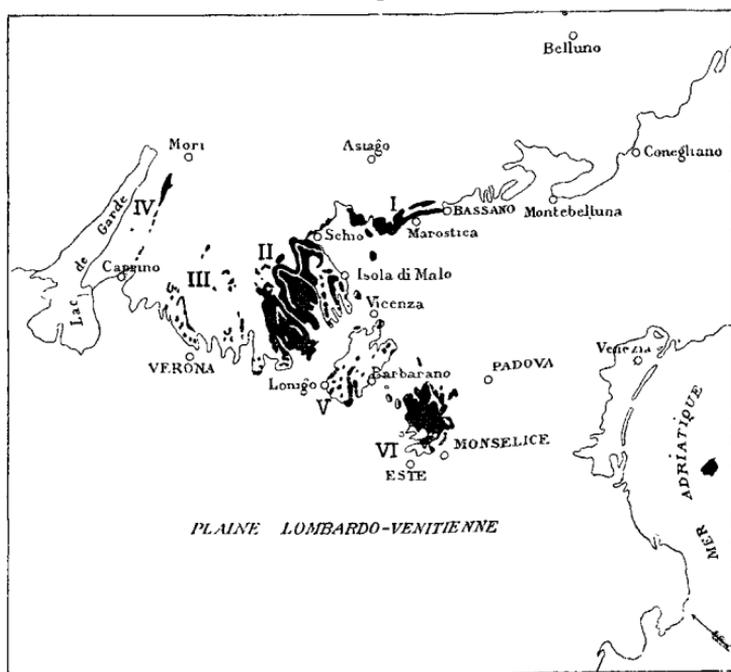
Avant d'étudier les rapports stratigraphiques et pétrographiques des tufs volcaniques et des basaltes, il me paraît nécessaire d'examiner leur distribution géographique et leur composition minéralogique.

Les roches volcaniques du versant sud des Sette Comuni, du Vicentin, du Véronais sont cantonnées dans les dernières collines de la chaîne subalpine et sont bordées au sud par la grande plaine lombardo-vénitienne.

La bande éruptive qui longe le lac de Garde à l'est, se trouve également en rapport avec les terrains tertiaires; elle a, par suite de la disposition orographique générale du sol, la même direction N. N. E., que ce lac (1).

En prenant au nord le Vicentin, au centre les Colli Berici, et

Fig. 32.
Carte des centres volcaniques de l'Italie du Nord.



- | | |
|---|-----------------------------------|
| I. — Bassanais et versant sud des Sette Comuni, | IV. — Région est du Lac de Garde. |
| II. — Vicentin. | V. — Colli Berici. |
| III. — Véronais. | VI. — Monts Euganéens. |

(1) Cette direction croise celle de l'Adriatique.

au sud les Monts-Euganéens, on trouve que l'alignement de ces trois centres, dont la direction générale est N. O., correspond à peu de chose près au prolongement du grand axe de l'Adriatique. Cette direction est également parallèle à celle du grand axe de la Mer Rouge.

La région dont je viens de parler, se divise pétrographiquement en deux provinces, bien différentes au point de vue des roches qui les caractérisent.

I. — La première province, qui est de beaucoup la plus grande des deux, est surtout caractérisée par un développement considérable de *roches basiques*, appartenant aux différentes variétés de basalte labradorique à olivine. Elle peut facilement se subdiviser en cinq centres principaux, qui correspondent actuellement aux divisions géographiques que j'ai déjà indiquées, savoir :

- 1° Bassanais et Versant sud des Sette Comuni.
- 2° Vicentin.
- 3° Véronais.
- 4° Région est du Lac de Garde.
- 5° Colli Berici.

II. — La deuxième province est réduite aux Monts Euganéens ; elle correspond à un centre de roches volcaniques beaucoup *plus acides* ; ce sont surtout, les *trachytes ordinaires*, les *trachytes quartzifères*, les *rhyolites*, les *andésites* qui dominent ; les basaltes sont beaucoup moins abondants.

M. Reyer (1), qui a publié un mémoire important sur cette région, pense que les éruptions ont commencé avec le Jurassique supérieur pour se terminer avec l'Oligocène.

ROCHES VOLCANIQUES DES MONTS EUGANÉENS

Avant d'étudier les roches volcaniques du Vicentin, je crois intéressant de résumer simplement le travail de M. Reyer. Pour cet auteur :

I. Les assises jurassiques supérieures, peu puissantes, renferment les coulées de *Sanidin-Trachyt* de Fontana Freda.

II. Le terrain crétacé inférieur (Biancone) présente deux enclaves puissantes de *Quartz-Trachyt*.

III. Dans la Scaglia (Crétacé moyen et supérieur, 100 à 300 mètres), on constate la présence de coulées successives de trachyte, qui sont arrivées dans l'ordre suivant :

- 1° Quartz-Trachyt.
- 2° Sanidin-Trachyt.

(1) Reyer. Die Euganeen (250).

3° Sanidin-Plagioklas-Trachyt.

4° Plagioklas-Trachyt.

Il résulte de cet ordre de succession, que l'acidité des coulées diminue, à mesure que l'on se rapproche de la série tertiaire. Cette première série trachytique, contrairement à ce qui existe pour la série tertiaire, ne renferme *pas de roches vitreuses*, c'est-à-dire de *Rhyolites*.

L'auteur a constaté la présence de tufs dans la Scaglia ; il pense que les *coulées sous-marines de trachytes* se sont épanchées à l'époque de la Scaglia et que les tufs se formaient aux dépens des sédiments contemporains à foraminifères.

IV. Les marnes qui sont superposées à la Scaglia forment, pour M. Reyer, le passage des terrains crétacés aux terrains tertiaires ; l'auteur ne sait au juste auquel des deux systèmes il faut les rattacher. Il trouve dans cet horizon des *Plagioklas-Trachyt* qui servent de passage entre ses *trachytes anciens* et les *roches à plagioclase et à augite* de l'Eocène.

Dès la fin du terrain crétacé, le volcan perd son caractère sous-marin ; il lance alors des produits basiques, qui s'interstratifient avec les sédiments déposés par la mer environnante. Il faut, dit M. Reyer, se représenter ce centre d'éruption comme un volcan analogue au Vésuve, etc.

V. Avec les terrains tertiaires commencent, dans l'Eocène, les coulées de roches neutres (*Sanidin-Augit und Hornblende-Gesteine*).

Plus haut, arrivent les *andésites à augite*, les *dolérites* et les *basaltes* ; au même niveau se présentent encore, comme équivalent latéral, les *andésites à hornblende* et les *aphanites*.

A la fin de l'Eocène, apparaissent de nouvelles éruptions de *roches à augite et à sanidine* servant de passage aux *trachytes plus récents* de l'Oligocène. Ces coulées de transition sont plus voisines des *dolérites* que des *trachytes*.

VI. La série supérieure des *trachytes oligocènes* atteint son maximum d'acidité avec les *rhyolites* ; elle donne des roches disposées dans l'ordre suivant :

1° Plagioklas-Trachyt.

2° Sanidin-Trachyt.

3° Quarz-Trachyt.

Ces trachytes de la série récente se présentent souvent avec une structure vitreuse et deviennent de *véritables rhyolites*, ce qui n'a pas lieu dans la série ancienne.

VII. Les éruptions qui suivent, deviennent de plus en plus neutres à mesure que l'on atteint l'éruption terminale. On trouve d'abord des *Sanidin-Plagioklas-Trachyt*, puis les coulées oligocènes de Galzignan-Sieve et du Sieve, constituées par des *roches augitiques*, après l'éruption desquelles, le volcan cesse complètement son activité.

Il résulte de l'analyse du mémoire de M. Reyer, que plusieurs fois et sans transition brusque, c'est-à-dire par des modifications successives, le même centre a donné naissance aux éruptions les plus extrêmes comme acidité ou comme basicité, d'un côté aux *trachytes quartzifères* et aux *rhyolites*, de l'autre aux *basaltes*.

Un fait important ressort aussi de cet examen ; pendant les temps secondaires, il n'y aurait eu aucune éruption basique dans cette région ; la série trachytique seule serait représentée.

En résumé, la *première série trachytique* commence avec les *terrains jurassiques*, pour se terminer avec les *terrains crétacés* ; elle atteint son maximum d'acidité avec les *Quarz-Trachyt* de la base de la Scaglia.

Elle est séparée de la *série trachytique supérieure oligocène*, par les *éruptions basiques de l'Eocène*, qui se relie insensiblement par leur base à la série ancienne et par leur partie supérieure aux *trachytes oligocènes*.

La présence de *rhyolites*, dans cette série trachytique supérieure, semble indiquer que ces roches ne se sont pas trouvées dans les mêmes conditions de profondeur que celles de la série ancienne ; enfin, le volcan qui, au début de son existence, avait commencé par rejeter des roches plus ou moins acides, signale les derniers moments de son activité par l'émission de coulées neutres ou basiques.

Le tableau suivant, emprunté à M. Reyer, représente l'ordre d'apparition, dans le temps, des différentes roches éruptives des Monts-Euganéens, depuis le Jurassique supérieur jusqu'à la fin de l'Oligocène.

Oligocène.	}	14. Augit - Gesteine des Sieve.	} und Rhyolith.
		13. Sanidin - Plagioklas - Trachyt.	
		12. Quarz - Trachyt	
		11. Sanidin - Trachyt	
		10. Plagioklas - Trachyt.	
Eocène.	}	9. Sanidin - Augit - Gesteine.	} Hornblende-Andesit und Afanit.
		8. Basalt, Dolerit und Augit-Andesit.	
		7. Sanidin - Augit- (und Hornblende-) Gesteine.	

Couches de passage	}	6. Plagioklas - Trachyt.
Scaglia (Crétacé moy. et sup.).		5. Sanidin - Plagioklas - Trachyt.
		4. Sanidin - Trachyt.
	}	3. Quarz - Trachyt.
Biancone (Néocom.).		2. Trachyt.
Jurassique sup.	}	1. Trachyt.

ROCHES VOLCANIQUES DU VICENTIN

Les terrains tertiaires du Vicentin sont, pour ainsi dire, criblés d'une prodigieuse quantité de dykes basaltiques, qui se sont fait jour à travers la masse des terrains stratifiés. Les centres d'émission les plus actifs ont été le M^{te} Faldo, M^{te} Altissimo, M^{te} Bolca, Ronca, etc., etc.

Les assises éocènes, oligocènes et miocènes ont été très fortement disloquées, par les nombreuses éruptions successives qui se sont souvent produites dans la même localité ou sur des points très rapprochés.

Je n'ai pas l'intention de faire un examen complet des roches volcaniques de cette région ; une pareille étude ne peut être faite qu'avec la compétence d'un pétrographe ; je me contenterai de préciser les caractères des principaux types basaltiques qui paraissent plus ou moins en rapport avec les couches stratifiées.

Les basaltes se présentent généralement sous la forme de dykes plus ou moins puissants ; mais ils peuvent aussi, dans un grand nombre de cas, former des nappes d'intrusion plus ou moins horizontales.

Les coulées horizontales paraissent, à première vue, régulièrement interstratifiées au milieu des couches dans lesquelles elles ont pénétré. Elles commencent déjà à se montrer dans les couches de la Scaglia à *Stenonia tuberculata* (Danien), pour prendre un plus grand développement dans l'Eocène et l'Oligocène.

Les différentes coulées de Monte-Bolca, des environs de Crespadoro et de Berghamini, près Valdagno, qui semblent tantôt intercalées dans les calcaires de Spilecco (Eocène inférieur), tantôt en rapport avec les tufs fossilifères du même âge, sont bien postérieures à ces formations, comme on a pu le voir dans le chapitre consacré à l'étude détaillée des rapports stratigraphiques qui existent entre les terrains stratifiés et les roches éruptives.

Les basaltes de San-Giovanni-Marione (Eocène moyen), sont dans le même cas ; ils n'ont, du reste, au point de vue minéralogique, aucun rapport avec les breccioles qui semblent en dériver.

Les fameux basaltes de Ronca, qui ont été considérés par MM. Suess et Bayan et par beaucoup d'autres géologues, comme étant, sans aucun doute possible, synchroniques des couches à *Strombus Fortisi*, forment de puissantes enclaves au milieu des couches à *Nummulites Brongniarti* et ne sont en réalité que des dykes d'intrusion.

Il en est de même des roches volcaniques de l'Eocène supérieur, que j'ai eu l'occasion d'étudier dans les environs de Priabona, dans les Colli Berici et dans la région montagneuse comprise entre Valdagnò, Castel-Gomberto, Schio et Malo.

Lorsque l'on étudie très attentivement les prétendues coulées interstratifiées dont je viens de parler, on constate assez facilement, qu'elles englobent souvent des fragments plus ou moins considérables, des couches dont elles devraient être synchroniques ; quand on les suit sur leur prolongement, on peut voir, comme à Berghamini et dans beaucoup d'autres points, qu'elles n'occupent pas toujours le même niveau, et même que, dans certains cas, ces nappes horizontales, rencontrant une fracture verticale, en profitent pour traverser les couches plus récentes.

Cependant, je n'ai pas l'intention de nier l'apparition des roches volcaniques pendant l'Eocène et l'Oligocène ; l'existence des tufs et des breccioles fossilifères démontrerait le contraire. Ce que je désire mettre en évidence, c'est que les *basaltes* à labrador microlithique, les *limburgites* et les rares *basaltes ophitiques* qui affleurent aujourd'hui, ne correspondent pas, dans la grande généralité des cas, aux roches éruptives qui ont donné naissance aux puissantes formations de tufs et de breccioles de l'Eocène.

Ce n'est qu'à partir de l'Oligocène, que l'étude comparative de la composition minéralogique des basaltes et des breccioles, m'a fourni des renseignements sur l'âge possible de quelques-unes des roches que je vais étudier dans le chapitre suivant, au point de vue pétrographique.

Dans les descriptions qui suivent les feldspaths ont été déterminés par la mesure des angles d'extinction dans la zone d'allongement pg^1 (001-010) et surtout dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010), d'après les indications données par MM. Michel-Lévy et Lacroix dans leur ouvrage sur « les Minéraux des roches. »

J'ai rapporté, à l'oligoclase, les feldspaths qui présentent dans

la zone d'allongement, une extinction maximum de 5° et dans la zone de symétrie, une extinction maximum de 12° .

J'ai considéré comme andésine ceux qui s'éteignent dans la zone d'allongement à 0° et dans la zone de symétrie sous un angle maximum de 21° .

J'ai rapporté au labrador les sections qui s'éteignent dans la zone d'allongement, sous un angle maximum de 31° et dans la zone de symétrie, sous un angle maximum de 32° . M. Michel-Lévy a bien voulu vérifier quelques-unes de mes déterminations au moyen d'observations faites sur la face g^1 (010).

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES PRINCIPALES ROCHES VOLCANIQUES

I. — BASALTES PARAISSANT EN RAPPORT AVEC LES ASSISES DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR

N° 1. — *Labradorite* avec rares *microlithes de hornblende* (A) et gros fragments de *péridotite* (B); elle traverse la Scaglia au nord de la vallée de Crespadoro (sc. 350) (1).

(A) I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, assez rare.
Augite de première consolidation, rare.

II. — *Augite microlithique* en cristaux, généralement allongés, formant par places des couronnes autour des vacuoles à produits secondaires.

Fer oxydulé en cristaux cubiques abondants, peu ou pas groupés, moulant quelquefois les autres éléments ou se disposant en bordure avec de nombreux petits granules d'*augite*, au contact des fragments de *péridotite*.

Hornblende brune, en petits microlithes plus ou moins allongés et rares (visibles avec les objectifs 4 et 5).

Labrador en microlithes bien développés, allongés, assez nombreux.

III. — *Produits serpentineux* provenant de la décomposition de l'*olivine* fragmentaire arrachée à la *péridotite*.

a. *Chlorite incolore*, radiée, formant de très nombreuses plages entre les cristaux de *labrador* et d'*augite*; biréfringence moyenne de 0,010 à 0,011; elle provient de l'altération de la matière vitreuse.

b. *Chlorite légèrement brune*, à fibres bien développées, en plages assez grandes, espacées et formées par la réunion de sphérolites; biréfringence variable, en moyenne 0,010 à 0,012.

c. *Chlorite brunâtre*, fibreuse, à fibres peu visibles en lumière

(1) Les numéros entre parenthèses, correspondent à ceux que portent les plaques minces sur le catalogue de la collection pétrographique du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

naturelle, associée à la chlorite précédente ou la remplaçant; biréfringence moyenne de 0,012 à 0,014. (Série de la *delessite*).

Calcite, en plages plus ou moins grandes et assez nombreuses, associée souvent aux produits chloriteux.

Je n'ai pu constater dans cette roche, la présence de cristaux contemporains d'*olivine*; le *péridot* fragmentaire qu'elle renferme, a été arraché à la *péridotite*.

N° 1 bis (B.) *Péridotite* en grands fragments dans la *labradorite* de Crespadoro (sc. 350).

I. — *Péridot* avec indication très nette du clivage h^1 .

Enstatite en grandes plages, maclé avec le diallage (h' du diallage coïncidant avec g' de l'*enstatite*). (Michel-Lévy.)

Augite légèrement verdâtre, moins abondante que les autres éléments.

II. — *Matières serpentineuses* résultant de l'altération partielle du *péridot*, de l'*enstatite* et de l'*augite*.

Dans certaines parties de ce dyke, dont on ne peut préciser l'âge, la *péridotite* domine de beaucoup sur la *labradorite*; elle se trouve en fragments anguleux, souvent encore en place, cimentés seulement par la roche basaltique.

On ne peut considérer cette *péridotite* à *enstatite* et *augite* (*lherzolite*) comme un simple produit de ségrégation. Nous remarquerons en effet que la roche qui l'enclave, possède une composition minéralogique entièrement différente; elle provient donc certainement d'une roche profonde arrachée et entraînée par l'éruption *labradorique*. D'autre part, elle diffère des nodules à *olivine* des basaltes, par la forme anguleuse de ses fragments entre lesquels pénètre la matière volcanique ambiante. Elle présente l'aspect de parties assez étendues (3 à 4 mètres de diamètre) d'une roche primitivement continue et incomplètement disloquée par l'effet du mouvement éruptif.

N° 2. — *Labradorite sans microlithes d'augite*. — Roche très altérée, renfermant de nombreux sphéroïdes de *calcite*; elle traverse l'Eocène inférieur — Val Groba, près Bolca (sc. 352).

I. — *Fer oxydulé* cubique, de première consolidation, rare.

II. *Fer oxydulé* microlithique, en très petits granules, ou bien formant des arborescences et des traînées plus ou moins rectilignes.

Labrador en microlithes assez abondants, disséminés au milieu d'un magma chloriteux et vitreux.

III. — a. *Chlorite* verdâtre, non radiée, constituant le fond de la roche et pénétrée de petites plages brunâtres formées de très fines granulations (objectif n° 6) qui polarisent un peu plus; biréfringence indéterminable, en général faible.

b. *Delessite* verte, radiée, quelquefois associée à de la calcite, formant de très belles plages dans les vacuoles.

Calcite remplissant de grandes vacuoles entourées d'une première zone de chlorite peu biréfringente ou de delessite.

Zéolite rappelant par sa faible biréfringence l'*analcime* et se présentant en plages assez rares, formées de très nombreux petits cristaux groupés.

Cette labradorite, qui est très altérée, ne renferme pas de microlithes d'*augite*. L'*olivine* fait également défaut. On constate seulement par places, la présence de matière serpentineuse pouvant provenir de petits fragments de *péridotite ancienne*. La chlorite verte, constituant le fond de la roche, paraît provenir de l'altération de la matière vitreuse.

N° 3. — *Basalte labradorique*; il traverse l'Eocène inférieur de Bolca Purga. (sc. 351).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, assez rare.

Olivine très abondante, quelquefois en cristaux brisés; contours cristallins très nets.

Augite de première consolidation, assez commune, en cristaux souvent brisés pendant l'accroissement des minéraux de premier temps et présentant des ombres roulantes, attribuées à des phénomènes de pression (dynamométamorphisme).

II. — *Augite* microlithique en cristaux de petite taille, assez abondants.

Fer oxydulé en cristaux cubiques, nombreux, formant par places de petites plages irrégulières.

Labrador en petits microlithes très abondants.

III. — *Produits serpentineux* presque nuls

N° 4. — *Basalte labradorique à labrador* avec petits fragments de péridotite et de matière vitreuse noirâtre; il traverse l'Eocène inférieur des environs de Bertholdi. (sc. 333).

I. — *Apatite* en cristaux aciculaires, assez nombreux dans le magma vitreux.

Fer oxydulé de première consolidation, peu abondant.

Olivine abondante, transformée seulement par places en produits serpentineux; formes cristallines bien définies.

Augite en cristaux assez rares, avec inclusions; clivages peu développés.

Labrador rare, représenté quelquefois par des squelettes de grands cristaux, formés de petits segments allongés ou polygonaux, ayant une tendance à devenir irrégulièrement quadrangulaires, et à s'orienter en séries rectilignes suivant les clivages; ils sont séparés par de la matière vitreuse brunâtre; chaque segment est entouré de cristallites brunâtres se développant dans la matière vitreuse.

II. — *Augite* microlithique très abondante, en cristaux généralement allongés et de petites dimensions.

Fer oxydulé en petits cristaux cubiques, nombreux, peu ou pas groupés.

Labrador en petits microlithes bien formés et très abondants.

III. — *Chrysotile* jaune ou jaune verdâtre, non fibreux, résultant de la décomposition locale de l'olivine.

N° 5. — *Basalte à hornblende microlithique et à grands cristaux de labrador de deuxième consolidation*. Il traverse l'Eocène inférieur près de Bertholdi (sc. 354).

I. — *Apatite* abondante, très légèrement brunâtre, verdâtre, en cristaux très allongés; nombreuses sections hexagonales.

Fer oxydulé de première consolidation, peu abondant.

Olivine assez abondante, avec quelques contours cristallins; complètement transformée en produits serpentineux.

II. — *Augite* abondante, en petits microlithes relativement peu allongés et assez espacés. Mâcles $h^1 o^1$ et disposition en sablier.

Fer oxydulé abondant en cristaux cubiques très développés, espacés, peu ou pas groupés.

Hornblende en microlithes allongés, relativement assez

abondants, quelquefois en cristaux aciculaires allongés suivant g^1 , surtout bien développés dans les plages de feldspath radié.

Mica noir plus rare, présentant quelques sections hexagonales, toujours éteintes en lumière parallèle et disséminées au milieu des autres éléments.

- a. *Labrador* en grands cristaux de deuxième consolidation, pouvant présenter les macles de Carlsbad, de l'albite et de la péricline ; associés par places à de grands micro-lithes du même feldspath.
- b. *Labrador* en cristallites aciculaires et radiées, quelquefois orientées par les grands cristaux de labrador préexistants et formant des plages assez étendues, ordinairement sans fer oxydulé, mais plus ou moins imprégnées de chlorite.

III. — *Produits serpentineux* provenant de la décomposition de l'olivine.

Chlorites en plages légèrement gris verdâtre, formant des zones radiées ou des sphérolites à biréfringence variable. On observe souvent, dans les plages les plus nettes, une première zone périphérique dont la biréfringence moyenne ne dépasse pas 0,010 à 0,011, tandis que la partie centrale, dont la biréfringence varie de 0,012 à 0,014, indique la présence de la *delessite*.

Calcite, peu abondante, en plages dans les vacuoles renfermant les produits secondaires.

Parmi les basaltes labradoriques, celui de Bertholdi est un des moins basiques de ceux que j'ai étudiés dans le Vicentin. La grandeur des cristaux de labrador de deuxième consolidation, qui moulent les autres minéraux, indique une nappe d'intrusion et un refroidissement très lent.

Cette disposition rappelle la structure décrite dans les ophites par M. Michel-Lévy ; je la désignerai sous le nom d'*ophitisme feldspathique*. Le nom proposé par M. Michel-Lévy pour indiquer la structure particulière de l'augite dans les ophites, pourrait prendre ainsi une plus grande extension et s'appliquer à d'autres cas analogues

II. — BASALTES PARAISSANT EN RAPPORT AVEC LES ASSISES DE L'EOCÈNE
MOYEN

N° 6. — *Basalte labradorique*, renfermant quelques petits fragments de péridotite; il traverse l'Eocène moyen près de San-Giovanni-Illarione (sc. 355).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, assez rare.

Olivine très abondante, souvent brisée, ordinairement sans contours cristallins bien définis.

Augite en grands cristaux assez nombreux, souvent brisés.

II. — *Augite* abondante, en microlithes plus ou moins allongés, de moyennes dimensions; quelques-uns intermédiaires comme taille entre les cristaux de premier et de deuxième temps de consolidation.

Fer oxydulé relativement peu abondant, en cristaux espacés moulant les autres éléments.

Labrador en petits microlithes bien définis.

III. — *Produits serpentineux* peu abondants, cantonnés dans les cassures de l'olivine.

N° 7. — *Basalte vacuolaire labradorique sans augite microlithique*; roche en partie altérée, avec sphéroïdes de calcite; elle traverse l'Eocène moyen près de San-Giovanni-Illarione. (sc. 356).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, assez rare.

Olivine très abondante, souvent avec contours cristallins, complètement transformée en produits ferrugineux et serpentineux, sauf quelques fragments provenant de péridotite plus ancienne.

II. — *Fer oxydulé* très abondant, formant souvent des trainées allongées plus ou moins irrégulières, ou des arborescences (groupement de petits cristaux cubiques ou octaédriques).

Labrador en microlithes très développés, partiellement altérés et teintés en partie, suivant leur longueur, par de la chlorite verte non radiée.

Andésine microlithique; quelques cristaux s'éteignent sensiblement suivant leur section allongée (pg^1) à 0° , et sous un angle de 20 à 21° dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 ; ils paraissent appartenir à l'andésine.

III. — *Produits ferrugineux et chrysotile* provenant de la décomposition du péridot.

Chlorite verte non radiée formant de petites plages entre les cristaux de labrador, teintés en vert suivant leur longueur; biréfringence très variable, de 0,008 à 0,011 ou 0,012.

Calcite remplissant des vacuoles plus ou moins grandes, bordées de produits chloriteux polarisant souvent peu, (0,001 à 0,003), mais pouvant atteindre une biréfringence de 0,010 à 0,012.

Cette roche, qui est très altérée, ne paraît pas avoir eu de microlithes d'augite; rien dans les produits d'altération ne peut faire supposer leur existence première. L'olivine, au contraire, est excessivement abondante et se trouve transformée en produits secondaires, sauf l'olivine qui a été arrachée à une péridotite plus ancienne.

N° 8. — *Basalte labradorique* passant à la structure diabasique, avec quelques microlithes très rares de *hornblende*. Cette roche, en partie altérée et à structure vacuolaire avec sphéroïdes de calcite, traverse l'Eocène moyen dans le Val Rugolaro, près de San-Giovanni-Ilarione (sc. 357).

I. — *Fer oxydulé* en cristaux de première consolidation, très rare. *Olivine*, abondante, en cristaux brisés, avec contours cristallins, très rarement bien définis.

II. — *Augite*, assez abondante, en microlithes d'assez grandes dimensions, espacés et souvent groupés, présentant assez souvent les mâcles h^1 et o^1 et bordant quelquefois les *plages circulaires* de labrador.

Fer oxydulé, relativement peu abondant, espacé, moulant les autres éléments et ayant une tendance à prendre la structure subgraphique que l'on observe souvent dans le fer chromé ou titané des diabases.

Minéral du *groupe des spinellides*, en microlithes peu abondants; sections médiocrement translucides, souvent allongées, rarement hexagonales, d'un *brun violacé* en lumière transmise, complètement noires et opaques en lumière réfléchie, sans action sur la lumière polarisée, souvent associées au fer oxydulé; plus abondantes dans le voisinage des *plages circulaires* de labrador (sc. 357 A.)

Hornblende brune (sc. 357 A. B. C.) très rare, en microlithes plus ou moins allongés, ayant une grande ressemblance avec le mica brun (sc. 357. B.).

- a. *Labrador* très abondant en grands microlithes rappelant par leur grandeur ceux qui caractérisent les diabases.
- b. *Labrador* formant des plages à sections circulaires constituées par des fibres ou des cristallites radiées, ayant une tendance à se grouper pour former des microlithes mal définis. (Ces sections circulaires indiquent la présence de sphérolites feldspathiques).

III. — *Produits serpentineux* très peu abondants, provenant de la transformation partielle de l'olivine.

Ce basalte se rapproche des diabases à olivine, par le très grand développement de ses microlithes de labrador et par la disposition du fer oxydulé. Il rappelle également les roches de l'Ouest de l'Ecosse et de l'Est de l'Irlande, désignées sous le nom de dolérites par les pétrographes anglais. Les sphérolites de labrador qu'il renferme, lui donnent un caractère particulier qui s'observe très rarement dans les roches basaltiques.

N° 9. — *Basalte labradorique à grands microlithes d'augite* et quelques rares microlithes de *hornblende*; il traverse les couches à *Nummulites Brongniarti*. — Val Nera, près Ronca (sc. 362).

I. — *Fer oxydulé* en petits cristaux de première consolidation, rare.

Olivine très abondante, avec quelques contours cristallins; complètement transformée en produits serpentineux.

Augite de première consolidation, très rare, renfermant de nombreuses inclusions et se présentant alors sous la forme de squelette creux (arrêt dans le développement).

II. — *Augite* en microlithes de plus ou moins grande taille, simulant quelquefois des cristaux du premier temps de consolidation.

Fer oxydulé en cristaux de grandes dimensions, espacés, moulant en partie les autres éléments (structure subgraphique).

Hornblende très rare, en petits microlithes plus ou moins allongés.

Labrador microlithique, en général de taille moyenne, souvent altéré par places, plus ou moins imprégné de

chlorite et ayant une tendance à se grouper en faisceaux (structure des porphyrites).

III. — *Produits serpentineux*, jaune brunâtre ou verdâtre, provenant de la décomposition de l'olivine.

Chlorite verdâtre se développant surtout dans les plages où les microlithes de labrador sont altérés; biréfringence en général faible, variable et non déterminable; sur quelques points cependant la biréfringence, qui atteint sensiblement 0,014, semble indiquer la présence probable de la *delessite*.

N° 10. — *Basalte labradorique*; il traverse les calcaires à *Nummulites Brongniarti* d'Arch. du Val Ronca (sc. 358).

I. — *Fer oxydulé*, de première consolidation, très rare.

Olivine, abondante, en cristaux souvent brisés, présentant rarement des contours cristallins.

Augite, très abondante, en cristaux quelquefois brisés, à contours cristallins bien définis.

II. — *Augite* en microlithes très abondants, de moyenne taille, se reliant par quelques individus plus grands à l'*augite* de première consolidation.

Fer oxydulé en cristaux espacés, cubiques, ou moulant les autres éléments et prenant la disposition subgraphique.

Hornblende en microlithes espacés et peu abondants.

Labrador, très abondant, en petits microlithes réguliers et bien définis.

III. — *Produits serpentineux* très peu développés, résultant de la décomposition partielle du péricot.

N° 11. — *Basalte labradorique à labrador et à augite* traversant les couches à *Nummulites Brongniarti* d'Arch. — Val Ronca (sc. 360).

I. — *Apatite*, abondante, en cristaux aciculaires très développés.

Fer oxydulé de première consolidation, rare.

Olivine très abondante en cristaux ayant des contours cristallins souvent bien définis, transformée en partie en produits ferrugineux.

Augite de première consolidation, très rare ou nulle.

Labrador, très rare, en petits fragments ayant continué quelquefois à s'accroître pendant le deuxième temps de consolidation.

II. — *Augite* en microlithes de petite taille, allongés, relativement peu abondants.

Fer oxydulé relativement peu abondant, en cristaux espacés assez grands, moulant plus ou moins les autres éléments et ayant une tendance à prendre la structure subgraphique.

Labrador abondant, en microlithes plus ou moins nettement délimités, ayant une tendance, par places, à former de grands cristaux mal définis.

III. — *Produits ferrugineux*, brun rougeâtre, provenant de la décomposition du péridot.

Chlorite vert jaunâtre, non radiée, en petites plages nombreuses, irrégulièrement disséminées ; biréfringence voisine de 0,001 à 0,002.

N° 12. — *Limburgite à olivine* ; elle traverse l'Eocène moyen dans le Val Ronca (sc. 359).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, très rare.

Olivine assez abondante, ayant souvent des contours cristallins très nets ; transformée complètement en produits serpentiniteux.

II. — *Augite* très abondante, en microlithes plus ou moins grands, donnant la macle ordinaire h^1 ou la macle en croix o^1 .

Fer oxydulé assez abondant.

III. — *Produits serpentiniteux* provenant de l'altération du péridot.

Chlorite assez abondante formant des plages concentriques, jaunâtres, verdâtres, à sections plus ou moins irrégulières, en général peu biréfringentes (0,001 à 0,003) ; quelques zones atteignent cependant une biréfringence supérieure, mais paraissant très variable.

Ce basalte ne présente pas de cristaux de *labrador* de premier temps ni de second temps de consolidation. L'étude de la *labradorite* du val Migliara, peut faire supposer que l'absence du *labrador* tient à un refroidissement assez brusque de la masse basaltique.

N° 13. — *Basalte labradorique à augite*, traversant l'Eocène moyen de Santa-Catarina (sc. 363).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, assez abondant.

Olivine très abondante, avec contours cristallins très nets, complètement transformée en produits ferrugineux.

Augite de première consolidation en cristaux assez nombreux, brisés ou mal définis, avec cristaux de fer oxydulé inclus.

II. — *Augite* abondante, surtout en microlithes de très petites dimensions, polarisant peu, mais bien visibles en lumière naturelle avec l'objectif n° 6.

Fer oxydulé très abondant et granuleux.

Labrador en microlithes de petite et de moyenne taille, quelques-uns ayant une tendance à simuler les cristaux de première consolidation ; ils sont disséminés au milieu d'une matière plus ou moins vitreuse.

III. — *Produits ferrugineux*, jaune brunâtre, provenant de la décomposition du périclone et conservant son extinction.

Chlorite formant des plages brunâtres polarisant à peine, avec zones fibreuses de la même teinte ayant une biréfringence pouvant atteindre celle de la *delessite* (0,014).

N° 14. — *Basalte labradorique et amphibolique à augite* ; il traverse l'Eocène entre Castel-Vecchio et Santa-Catarina (sc.364).

A. — *Partie extérieure du dyke* (sc. 364. A. B. C.)

I. — *Apatite* en très petits cristaux aciculaires, assez nombreux.

Fer oxydulé de première consolidation, en général en cristaux cubiques, peu abondants.

Olivine très commune, ordinairement en cristaux brisés, transformés en matière serpentineuse mais présentant quelques contours cristallins très nets.

Augite de première consolidation très rare, en cristaux mal définis.

Hornblende en grands cristaux brisés (sc. 364. A. C.), transformés par places en matière serpentineuse ; le fer oxydulé du basalte s'est quelquefois substitué en partie ou en totalité à la hornblende en se disposant suivant les clivages *mm*. Les cristaux de hornblende ont été très probablement *arrachés* à une roche plus ancienne du groupe des diorites.

Labrador en grands cristaux brisés, avec les macles de l'albite et de la péricline ; il provient très probablement, comme la hornblende, d'une diorite ancienne.

II. a. — *Augite* en microlithes de petites dimensions, relativement peu abondants ou en microlithes de très petite taille, très communs et visibles avec les objectifs 5 et 6.

Fer oxydulé souvent cubique, assez abondant.

Labrador en microlithes plus ou moins bien développés suivant les points et atteignant de plus grandes dimensions vers le centre du dyke.

b. — *Fer oxydulé* plus ou moins arborescent, disposé en bordure le long des vacuoles remplies de calcite.

Hornblende en microlithes allongés, de très petite taille, localisés autour des vacuoles à produits secondaires et associés au fer oxydulé arborescent. Quelques microlithes de hornblende ayant leur grand axe parallèle aux parois des vacuoles remplies de calcite, se disposent sur une seule file pour les délimiter exactement.

III. — *Matière serpentineuse* verdâtre, provenant de l'altération du péridot.

Chlorite formant quelques plages verdâtres, polarisant à peine.

B. — *Partie centrale du dyke.*

Dans la partie centrale du dyke, les microlithes de labrador sont plus développés et la hornblende qui s'était localisée autour des vacuoles, manque. Je n'ai pas non plus rencontré les cristaux de labrador et de hornblende arrachés à une roche plus ancienne.

Ce basalte est intéressant, par la localisation de la hornblende microlithique autour des cavités à produits secondaires. Les grands cristaux brisés, de hornblende et de labrador de première consolidation, paraissent avoir été arrachés à une roche plus ancienne, probablement une diorite. Cependant le labrador s'est accru légèrement sur certains points, durant le second temps de consolidation. Les breccioles qui supportent les calcaires disloqués à *Helix radula* Sandb. et à *Cyclotus obtusicosta* Sandb. paraissent provenir en partie de ces éruptions.

III. — BASALTES PARAISSANT EN RAPPORT AVEC LES ASSISES DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR.

N° 15. — *Basalte labradorique ophitique.* — Basalte grenu traversant les couches de l'Éocène supérieur ; ravin de Castello di Brendola (sc. 365).

I. — *Olivine* fragmentaire rare, transformée en matière serpentineuse.

II. — *Labrador* en microlithes allongés de très grandes dimensions.

Fer oxydulé en cristaux très espacés, moulant le labrador (structure subgraphique).

Augite formant de grandes plages disposées comme dans les ophites et moulant les autres éléments.

III. — *Produits serpentineux*, brun jaunâtre, peu transparents, provenant peut-être de la décomposition du péridot et plages plus claires d'une substance analogue, disposées entre les cristaux de labrador.

Cette roche a exactement la même structure que la dolérite de Reykiavik (Islande) décrite par M. Bréon.

Dans les breccioles volcaniques de l'Oligocène de Montecchio-Maggiore, on rencontre des fragments vacuolaires de basalte ophique qui paraissent provenir d'une roche analogue à celle de Brendola. L'augite, cependant, probablement par suite d'un refroidissement plus rapide, s'est moins développée. Il est donc probable que l'éruption des ophites de Brendola qui traversent l'Eocène et qui le modifient si profondément, a eu lieu pendant l'Infratongrien.

IV. — BASALTES PARAISSANT EN RAPPORT AVEC LES ASSISES DE L'OLIGOCÈNE

N° 16. — *Basalte labradorique*. — Cette roche, plus ou moins altérée, traverse les assises tongriennes des environs de Castel-Gomberto (sc. 361).

I. — *Fer oxydulé* de première consolidation, en cristaux cubiques, assez abondants.

Olivine, très abondante, avec contours cristallins très nets, transformée complètement en produits ferrugineux.

Augite très rare.

II. — *Augite* microlithique allongée, de petites dimensions.

Fer oxydulé abondant, en cristaux cubiques, formant quelquefois de petits groupes irréguliers.

Labrador en microlithes, souvent très altérés et peu distincts.

III. — *Produits ferrugineux*, jaune brun foncé, provenant de la décomposition de l'olivine et conservant l'extinction de ce dernier minéral.

Chlorite radiée, légèrement verdâtre, en couches concen-

triques, formant des plages relativement abondantes, à sections plus ou moins irrégulièrement circulaires; les zones extérieures ayant une biréfringence variant en moyenne de 0,010 à 0,012, se rapprochent de la *delessite*; le centre polarise à peine et peut appartenir à une chlorite du groupe de la *pennine*.

N° 17. — *Basalte andésitique et labradorique*, traversant le Tongrien auprès de Montecchio-Maggiore (sc. 361bis).

I. — *Apatite* aciculaire assez abondante.

Fer oxydulé de première consolidation, cubique, peu abondant.

Olivine, en cristaux assez nombreux, à formes cristallines très nettes, transformée partiellement en matière serpentineuse.

Augite en cristaux brisés, mal définis, peu abondants.

II. — *Augite* en microlithes bien développés, relativement très peu abondants.

Fer oxydulé en cristaux cubiques nombreux et généralement peu groupés.

Labrador en microlithes bien définis, de petite taille, avec nombreuses lamelles hémitropes.

Andésine. Les microlithes nombreux qui s'éteignent dans la zone de symétrie sous un angle de 21° environ, semblent appartenir à l'andésine.

III. — *Produits serpentineux* rares provenant de l'altération partielle du péridot.

Chlorite formant quelques plages assez rares; biréfringence non déterminable, assez variable, en général faible.

On remarquera dans ce basalte, comme dans presque tous ceux du Vicentin qui renferment de l'andésine, que l'augite de deuxième consolidation a une tendance très marquée à devenir beaucoup moins abondante que dans la grande généralité des basaltes labradoriques.

Les minéraux qui entrent dans la composition des roches que je viens de passer en revue sont :

1° *Apatite*; 2° *Olivine*; 3° *Augite*; 4° *Enstatite*; 5° *Hornblende*; 6° *Mica noir*; 7° *Labrador*; 8° *Andésine*; 9° *Oligoclase*; 10° *Fer oxydulé*; 11° *Spinellides*.

Ceux qui se sont formés sous l'influence des actions secondaires, sont en général peu nombreux comme espèces ; je signalerai :

12° *Serpentine* ; 13° *Chlorites* ; 14° *Zéolites* ; 15° *Calcite*.

1° *L'apatite* est, en général, assez abondante dans tous les basaltes du Vicentin ; cependant elle peut quelquefois devenir très rare.

Elle se présente en très petits cristaux hexagonaux, presque toujours incolores, qui deviennent souvent aciculaires et très allongés.

L'apatite, dans le basalte de Bertholdi (N° 4), prend une teinte légèrement brunâtre, qui pourrait la faire confondre avec l'augite ; mais la faible biréfringence de ses cristaux (0,004), leurs nombreuses sections hexagonales toujours éteintes en lumière parallèle, leurs sections allongées de signe négatif s'éteignant à 0°, leurs cassures transversales, permettent cependant de la reconnaître avec certitude.

2° *L'olivine* est toujours, sauf quelques rares exceptions, très commune dans toute la série volcanique des roches labradoriques et andésitiques. Ses cristaux qui se sont formés en profondeur et qui appartiennent toujours au premier temps de consolidation, sont souvent brisés. Ils présentent, dans la grande majorité des cas, des contours cristallins très nets.

Très fréquemment, ils sont altérés et transformés en produits serpentineux ; quelquefois même, ils sont remplacés par de la calcite.

L'olivine ne se rencontre pas à l'état de microlithes.

3° *L'augite* de première consolidation, en général, n'est pas très abondante ; elle paraît même manquer ou devient très rare dans un grand nombre de cas (N°s 2, 5, 7, 8, 12). Cependant, dans les basaltes de Bolca-Purga, de San-Giovanni-Illarione et de Ronca, elle est très commune (N°s 3, 6, 10).

Très fréquemment, les cristaux qui ne sont jamais altérés, sont brisés ; ils peuvent alors présenter en lumière parallèle, des ombres roulantes (N° 3) qui ont été attribuées aux phénomènes de pression désignés sous le nom de dynamométamorphisme. Cependant M. Michel-Lévy et moi, avons observé fréquemment des phénomènes du même ordre, dans les cristaux de quartz, dans les sphérolites de quartzine et de calcédoine du Bassin de Paris, qui se sont développés en dehors de toute pression.

Parfois, les cristaux d'augite se sont arrêtés brusquement dans leur accroissement ; ils renferment alors de nombreuses inclusions de matière vitreuse. *L'augite* microlithique est toujours extrêmement abondante dans les roches à labrador ; mais dans certains basaltes labradoriques et andésitiques elle devient très rare ou peut

manquer complètement (Nos 2, 7). Elle se présente en microlithes de très petites dimensions ou de dimensions moyennes, souvent très allongés; on observe très fréquemment les mâcles h^1 et o^1 (N° 8); la disposition en sablier est très fréquente.

Dans presque toute la série basaltique proprement dite du Vicentin, l'augite de deuxième consolidation, a cristallisé avant le labrador microlithique.

Dans le basalte ophitique de Brendola, l'augite de deuxième temps forme de grandes plages qui moulent le labrador et les autres éléments, et prend alors la disposition qui a été désignée par M. Michel-Lévy sous le nom de *structure ophitique* (N° 15).

Dans les parties scoriacées des labradorites, les microlithes d'augite peuvent se transformer en très petits granules qui constituent souvent une grande partie de la roche, le feldspath n'ayant pu se développer par suite d'un refroidissement assez brusque (1).

4° L'*enstatite* provient toujours des fragments arrachés aux périclites. Il se macle assez souvent avec le diallage (h^1 du diallage coïncident, d'après M. Michel-Lévy, avec g^1 de l'enstatite).

5° La *hornblende* en grands cristaux anciens et brisés, n'a été rencontrée qu'une seule fois, associée à des cristaux de labrador, également brisés, dans le basalte de Santa-Catarina (N° 14); il est probable qu'ils ont été arrachés à une *diorite* ancienne. Ils sont souvent pénétrés ou remplacés partiellement, par du fer oxydulé qui s'est disposé suivant leur clivage $m m$ (N° 14).

La hornblende microlithique se rencontre dans un assez grand nombre de cas; mais elle est toujours très rare et peut être considérée comme un minéral accidentel, ayant presque toujours cristallisé avant les microlithes de labrador. Elle se trouve ordinairement en petits microlithes disséminés au milieu des autres minéraux, plus souvent au contact du fer oxydulé qui est un peu plus ancien (Nos 5, 10).

Quelquefois, la hornblende est *complètement localisée* autour des *vacuoles à produits secondaires*; les microlithes deviennent alors très allongés et peuvent se disposer sur une seule file, sur le pourtour de ces cavités; dans ce cas, leur grand axe devient parallèle aux parois des vacuoles qu'ils *délimitent exactement* (N° 14). Les cristaux qui sont ainsi localisés ont cristallisé après le labrador. C'est le seul exemple que je connaisse.

6° Le *mica noir* est assez rare; je l'ai rencontré surtout, en

(1) Voir plus loin la description des breccioles de Val Migliara V. p. 134.

très petits cristaux du second temps, postérieurs au fer oxydulé, dans le basalte à grands cristaux de labrador de deuxième consolidation de Bertholdi (N° 13). Il est peu abondant, difficile à différencier de la hornblende, mais il présente quelques sections hexagonales qui restent toujours éteintes en lumière parallèle.

Feldspaths. — Les angles d'extinction des feldspaths observés dans les basaltes, permettent de les rattacher à des types variant de l'andésine au labrador. (1)

7° Le *labrador* de première consolidation ne s'observe que rarement. Les cristaux se présentent sous deux aspects : dans le premier cas, ils sont souvent brisés et ont quelquefois continué de s'accroître pendant le second temps (N° 11) ; en deuxième lieu, la consolidation de la roche ayant commencé avant leur complet accroissement, ils se présentent sous forme de squelettes qui emprisonnent de la matière vitreuse (N° 4).

Le *labrador* de deuxième consolidation caractérise la grande majorité des basaltes ; il manque seulement dans les limburgites et devient très rare dans quelques basaltes andésitiques. Il présente plusieurs modifications de structure.

a.) — Le *labrador* est très répandu sous forme de microlithes.

a.) — Le *labrador* est très répandu sous forme de microlithes, variant dans leurs dimensions ; les mâcles de l'albite et de Carlsbad sont toujours très nettes. On rencontre souvent dans les préparations des sections en losange, qui montrent que les microlithes peuvent être aplatis suivant g^1 , comme les microlithes que j'ai pu extraire des basaltes décomposés du Pliocène moyen de Perrier. M. Michel-Lévy (2) qui les a décrits, s'exprime ainsi : « Quant au » feldspath, il affecte une forme exceptionnelle fort intéressante : » ce sont des lamelles entièrement aplaties suivant g^1 (010) et ne » présentant comme profil que les faces p (001) et a^1 ($\bar{1}01$) égale- » ment développées ; p (001) est parfois jalonné par des traces de » clivage ». Cette forme paraît plus abondante qu'on ne le croyait ; elle se retrouve également dans les fragments de projection que l'on rencontre dans les couches nummulitiques.

b.) — Dans le basalte de Val Migliara, les parties scoriacées qui se sont refroidies brusquement, présentent des vacuoles, autour desquelles des microlithes de *labrador* plus développés que les autres sont complètement localisés.

c.) — Dans le Val Rugolaro et sur d'autres points on rencontre

(1) L'*anorthite* microlithique est fort douteuse ou extrêmement rare, si elle existe.

(2) Michel Lévy — Note sur un basalte riche en zéolites des environs de Perrier (Puy de Dôme). *Bul. Soc. Fr. de Minéralogie*. Janvier 1887.

quelques basaltes où les microlithes atteignent les dimensions des cristaux de labrador qui sont si caractéristiques des diabases.

On observe aussi quelquefois que les microlithes ont une tendance à se grouper en faisceau comme dans les porphyrites (N^o 8).

d) — Quelques basaltes de Bertholdi, du Val Migliara et des environs de Monte Bolca, sont remarquables par le développement de leurs cristaux de labrador de deuxième consolidation (N^o 5). Dans la partie centrale des dykes, le labrador forme des plages plus ou moins grandes, à contours cristallins souvent très nets, qui moulent les autres éléments (ophitisme feldspathique) (1). On y observe les macles de l'albite, de la péricline et de Carlsbad.

Dans la partie périphérique du dyke, ces grands cristaux sont remplacés par des microlithes diminuant de taille à mesure que l'on s'éloigne de la partie centrale du filon.

Dans le basalte à grands cristaux de labrador du deuxième temps, de Val Migliara, et dans les basaltes des environs de Crespadoro, de Monte Viale, les feldspaths disparaissent complètement des parties scoriacées qui se sont refroidies brusquement et sont remplacées par des granules de pyroxènes extrêmement abondants.

Le labrador du deuxième temps a souvent cristallisé, dans les vrais basaltes, avant l'augite.

e) — Dans le basalte de Bertholdi, au milieu de plages formées par une matière vitreuse légèrement colorée en vert par de la chlorite, on voit apparaître des fibres ou des cristallites allongées et radiées de labrador (N^o 5), qui prennent la disposition des cristallites obtenues par MM. Fouqué et Michel-Lévy, dans leur reproduction artificielle des feldspaths (2).

Dans un autre dyke, près de San-Giovani-Ilarione (N^o 8) on rencontre, dans les préparations, des sections circulaires formées par des fibres radiées de labrador qui ont une tendance à se grouper pour former des microlithes. Ces sections circulaires indiquent, ce qui est très rare dans les basaltes, la présence de sphérolites labradoriques. Les cristallites se sont développées après les microlithes de labrador.

8^o *L'andésine*, qui est relativement très rare (Nos 7, 18), se trouve quelquefois associée au labrador. Elle ne se rencontre que dans un très petit nombre de dykes basaltiques et devient très rarement un

(1) Cette structure a été déjà signalée par M. Teall, dans les basaltes de Midland Valley, de Lions's Haunch et de Neilston.

(2) Fouqué et Michel Lévy. Synthèse des Minéraux et des Roches. 1882.

élément essentiel. Elle se présente en microlithes rappelant ceux de l'oligoclase ou du labrador, mais qui se reconnaissent assez facilement dans les sections de la zone d'allongement pg^1 qui s'éteignent à 0° et surtout dans les sections perpendiculaires à la zone g^1 dont l'extinction maximum se fait sensiblement à 21° .

9° L'*oligoclase* microlithique paraît très rare ou douteux. Dans les basaltes à andésine, on rencontre quelques sections allongées suivant pg^1 qui s'éteignent à 4° ou à 5° ; elles indiquent peut être la présence de l'oligoclase.

10° Le fer oxydulé de première consolidation est relativement rare; une partie a cristallisé avant l'*olivine* et se trouve en inclusions dans ce dernier minéral, l'autre partie s'est consolidée après l'*olivine* et avant l'*augite*.

Le fer oxydulé de deuxième consolidation est toujours représenté par de nombreux cristaux paraissant généralement cubiques, quelquefois octaédriques ou cubo-octaédriques et peu groupés; plus rarement il forme des traînées rectilignes plus ou moins régulières ou des arborescences composées de cristaux octaédriques groupés. Quelquefois il devient granuleux, surtout dans les parties scoriacées.

Dans quelques basaltes et notamment dans ceux qui sont caractérisés par de très grands microlithes de labrador, le fer oxydulé prend la disposition que l'on observe dans le fer chromé des diabases et des ophites; il forme des cristaux plus développés qui moulent souvent les autres minéraux (structure subgraphique).

11° La *serpentine (chrysotile)* est souvent très commune; elle provient de la décomposition totale ou partielle du péridot et n'offre rien de particulier.

12° Les *chlorites* sont nombreuses comme espèces; elles forment une série à biréfringence croissante qui commence avec le groupe de la *pennine* ($n_g - n_p = 0,001$ à $0,005$) pour arriver à la *delessite* ($n_g - n_p = 0,014$) qui est bien caractérisée. Elles sont localisées presque toujours dans des cavités où elles forment des zones concentriques ou des sphérolites à fibres *toujours positives*.

Dans quelques cas une chlorite non fibreuse et à biréfringence très faible, s'est formée partiellement aux dépens des microlithes de feldspath ou de la matière vitreuse qui les entoure.

La coloration des différentes chlorites est variable; le vert plus ou moins pâle ou plus au moins intense domine; on observe plus rarement des teintes brunâtres ou violacées.

13° *Zéolites*. — Je n'ai rencontré qu'accidentellement des zéolites dans les basaltes que j'ai étudiés. Je ne signalerai que l'*analcime*

en très petits cristaux (trapézoèdres a^2) dans un basalte du M^{te} Bolca et quelques rhomboèdres de *chabasie* dans un basalte vacuolaire, très altéré, de Santa Catarina (M. Lacroix).

14° La *calcite* joue surtout un rôle important dans les basaltes amygdalaires et vacuolaires; elle est souvent très abondante et forme de nombreux sphérolites.

Dans les cavités des basaltes des environs de Santa Catarina et de Montecchio-Maggiore elle a cristallisé en rhomboèdre $e \frac{4}{5}$ (cuboïde d'Haüy) déjà signalés depuis longtemps par Brongniart; plus rarement on la rencontre en rhomboèdre ordinaire.

La calcite épigénise quelquefois le périclote qu'elle peut remplacer totalement ou partiellement.

En dehors des roches dont j'ai donné l'analyse en détail, j'ai encore étudié une vingtaine de dykes que je ne ferai qu'indiquer dans le courant de ce travail. Ils sont moins importants au point de vue stratigraphique et présentent les mêmes caractères pétrographiques que les roches précédentes; toutes renferment du périclote en assez grande abondance et peuvent être considérées comme des *basaltes labradoriques*, à part cinq ou six d'entre elles qui appartiennent à des *basaltes à andésine et à labrador* ou à des *limburgites* également à *olivine*.

Classification des roches étudiées.

En faisant intervenir la composition minéralogique des roches que je viens de décrire et l'ordre de consolidation de différents éléments qu'elles renferment, on peut les réunir dans trois groupes principaux, savoir :

I. — Roches dont l'*augite microlithique* a cristallisé avant les *feldspaths* du second temps.

II. — Roches dont l'*augite microlithique* s'est consolidée après les *feldspaths* de deuxième temps (Basaltes ophitiques).

III. — Roches qui ne renferment pas de minéraux de seconde consolidation, ou plutôt qui renferment des éléments de second temps qui ne se sont pas différenciés, au point de vue de leur grandeur, des minéraux de première consolidation (Péridotites).

I. — Les roches du premier groupe, dont l'*augite microlithique* a cristallisé avant le *labrador* de deuxième consolidation, correspondent à une grande partie des basaltes du Vicentin, qui ne sont en réalité

que la continuation des mélaphyres des époques primaire et secondaire.

Les études faites en Angleterre sur les mélaphyres du terrain carbonifère d'Irlande et d'Ecosse, montrent, en effet, que, dans bien des cas, il est absolument impossible de les distinguer des véritables basaltes de la série tertiaire. Les basaltes appartiennent aux roches microlithiques les plus basiques. Les cristaux de feldspath de première consolidation y sont en général très rares; assez souvent même ils manquent complètement.

Dans les labradorites, au contraire, les feldspaths de premier temps sont en général très abondants, et donnent à la roche une structure particulière tout à fait comparable à celle des trachytes.

J'emploierai le mot de basalte dans le sens indiqué par les pétrographes français. Ils ont fait remarquer à ce sujet que, dans certains basaltes, le feldspath microlithique était susceptible de présenter des propriétés optiques très variées et en outre que, dans une même roche, on trouvait parfois deux poussées de microlithes appartenant à des espèces différentes. On constate ainsi quelquefois l'association de l'anorthite avec le labrador, du labrador avec l'andésine, et de l'andésine avec l'oligoclase, chacun de ces feldspaths pouvant également prédominer ou exister seul.

Cette manière de voir me paraît en parfaite harmonie avec les faits que j'ai observés dans le Vicentin. En donnant ainsi un sens très large au mot basalte, et en définissant chaque variété au moyen de ses microlithes feldspathiques, on aurait une série basaltique à basicité décroissante : Basalte anorthique, — Basalte labradorique, — Basalte andésitique, — Basalte oligoclasique.

La nouvelle méthode que vient de décrire M. Michel-Lévy permettra enfin de déterminer avec une très grande exactitude, les différents feldspaths, en utilisant les propriétés optiques des sections faites suivant la face g^1 . Ce nouveau moyen facilitera singulièrement la détermination des microlithes et rendra par cela même de très grands services.

Comme on a pu le voir plus haut, je n'ai rencontré, dans aucun des basaltes que j'ai étudiés, de microlithes d'oligoclase ou d'anorthite, comme élément essentiel; ces deux feldspaths sont toujours très rares ou fort douteux.

Le tableau suivant résume la composition minéralogique des principaux types basiques dont j'ai parlé. Ils peuvent se répartir dans les six sections suivantes :

1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	5 ^o	6 ^o
I	I	I	I	I	I
{	{	{	{	{	{
.....	Olivine.	.....	Olivine.	Olivine.	Olivine.
.....	.....	Augite.	Augite.	Augite.	Augite.
.....	.....	.....	Labrador.	.....	.....
.....	.....	Augite...	Augite.	Augite.	Augite.
II	II	II	II	II	II
{	{	{	{	{	{
Fer oxydulé	Fer oxydulé	Fer oxydulé	Fer oxydulé	Fer oxydulé	Fer oxydulé
Labrador.	Labrador(1)	Labrador.	Labrador.	Andésine Labrador	.....

Ce tableau montre que la composition minéralogique des roches basiques du Vicentin est assez variable; mais je dois dire de suite que toutes les variétés décrites se relient aux vrais basaltes, par des passages insensibles; du reste les basaltes typiques forment la grande majorité des dykes.

1^{re} Section. — La roche basique la moins complexe du Vicentin, au point de vue de ses éléments constitutifs, est donc formée seulement par la réunion de deux minéraux principaux : *fer oxydulé* et *labrador* (N^o 2); je n'en connais qu'un dyke en intrusion dans l'Eocène inférieur de Monte-Bolca. Je dois faire remarquer que la présence de la matière vitreuse indique une cristallisation imparfaite et un refroidissement assez rapide de la masse basaltique. On peut regarder cette roche comme un accident.

2^e et 3^e Sections. — Les basaltes formés d'*olivine*, de *fer oxydulé* et de *labrador*, mais sans *augite* (n^o 7), ainsi que les *labradorites* qui sont constituées par du *fer oxydulé*, de l'*augite* et du *labrador* (n^o 1), sont aussi relativement très rares. Ils se rencontrent en *nappes d'intrusion*, à différents niveaux, depuis l'Eocène inférieur jusque dans l'Oligocène.

Dans ces trois séries on ne rencontre qu'exceptionnellement du *labrador* de 1^{re} consolidation.

4^e Section. — Les roches volcaniques les plus communes et les plus répandues ont la composition normale des basaltes typiques : l'*olivine* du premier temps y est toujours très abondante; il en est de même de l'*augite* et du *labrador microlithique*; l'*augite de première consolidation* devient souvent très rare, elle peut même quelquefois faire complètement défaut; les grands cristaux de *labrador* manquent dans la généralité des cas ou sont d'une extrême rareté. En se servant des caractères tirés principalement de la structure du

(1) Dans cette roche on trouve quelquefois des microlithes d'andésine.

labrador de deuxième consolidation, on peut établir dans ce groupe trois subdivisions principales :

A. La première subdivision renfermera les roches caractérisées par des microlithes labradoriques de petite taille ; elle correspondra aux basaltes ordinaires (Nos 4, 6, 14, etc.).

B. La seconde comprendra les basaltes dont les microlithes de labrador atteindront les dimensions que l'on observé dans les feldspaths des diabases (labrador à structure diabasique) (N° 8).

C. La troisième réunira les basaltes dont le labrador de deuxième consolidation se présentera en grands cristaux moulant les autres minéraux (ophitisme feldspathique) (N° 5).

On pourra également introduire dans les basaltes de chacune de ces trois sections un certain nombre de variétés basées, soit sur la présence du *mica* ou de la *hornblende microlithique*, soit sur la disposition du *fer oxydulé* qui présentera des contours cristallins ou qui moulera les autres éléments (Nos 1, 5, 9).

Les roches intrusives sont très nombreuses ; elles se montrent dans tout l'Eocène et dans l'Oligocène. Il m'a été impossible de fixer leur âge par l'étude des rapports stratigraphiques qui existent entre leurs coulées et les terrains avec lesquels elles paraissent être en relation ; mais l'examen comparatif des fragments basaltiques qui constituent les breccioles, m'a démontré qu'une partie d'entre elles avaient fait leur éruption pendant l'Oligocène.

5^e Section. — Les basaltes à andésine microlithique renferment très souvent des microlithes de labrador associés à ce dernier feldspath, et se relient insensiblement aux basaltes de la deuxième section. Ils sont souvent vacuolaires, décomposés, et ont une grande tendance à perdre plus ou moins complètement leur *augite de première et de seconde consolidation*.

A ce point de vue ils peuvent se répartir dans les deux subdivisions suivantes :

A	B
I { Olivine Fer oxydulé Augite	I { Olivine Fer oxydulé
II { Augite Fer oxydulé Andésine-Labrador	II { Fer oxydulé Andésine-Labrador

Ces basaltes, et surtout ceux de la seconde subdivision, présen-

tent la plus grande analogie avec les roches qui ont donné naissance aux breccioles volcaniques fossilifères de l'Eocène, et en partie à celles de l'Oligocène. Ils appartiennent donc à des types très voisins de ceux qui sont arrivés au jour avec les éruptions les plus anciennes du Vicentin. Ils forment quelques rares coulées d'intrusion, au milieu des couches éocènes et oligocènes. Une coulée située près de Ronca, a une composition minéralogique à peu près semblable à celle des fragments basaltiques qui se rencontrent dans l'Eocène moyen à *Nummulites Brongniarti* de Val Nera, près Ronca; mais il est impossible d'établir sa position stratigraphique.

6^e Section. — Les roches volcaniques qui sont dépourvues de *microlithes de labrador*, c'est-à-dire les *limburgites*, sont aussi relativement très rares; il semble que l'on puisse les considérer théoriquement, comme étant des coulées plus basiques qui se sont refroidies plus rapidement que celles qui ont donné naissance aux roches à labrador microlithique. Les rares coulées en intrusion dans l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur paraissent s'être produites à partir de l'Oligocène, comme le démontre l'étude des breccioles infra-tongriennes.

II. — Le second groupe de roches volcaniques renferme, comme je l'ai déjà indiqué, les roches volcaniques dont *l'augite du second temps de consolidation s'est développée après le labrador microlithique*. Ces roches ont la même composition minéralogique et la même structure que les ophites des Pyrénées qui paraissent avoir fait en partie éruption entre les terrains jurassiques et les terrains crétacés.

Les ophites tertiaires présentent au même titre que les ophites secondaires, la structure ophitique décrite par M. Michel Lévy (1).

M. Bréon a fait connaître, sous le nom de *labradorite ophitique*, une roche volcanique du même type qui provient de Reykiavik (Islande). Il y a également en Angleterre, en Ecosse et en Irlande, des roches semblables; on les a désignées sous le nom de *basaltes ophitiques*. Les ophites basaltiques peuvent produire sur les roches qu'elles traversent, des actions métamorphiques très intenses; dans les marnes de Brendola elles ont pu développer sur plus de 30 mètres d'épaisseur des zéolites et des grenats microscopiques. Les basaltes normaux que l'on observe rigoureusement dans les mêmes conditions ne produisent que des actions métamorphiques d'une très faible intensité.

(1) Michel-Lévy, *B. S. G. F.* 3^e série, T. VI, p. 156.

Dans les basaltes ophitiques de Brendola et de Montecchio-Maggiore, l'olivine est assez rare; dans tous les échantillons que j'ai examinés ce minéral était transformé en produits serpentineux.

Le dyke de Brendola, qui est en intrusion dans l'Eocène supérieur, ou bien des coulées analogues paraissent avoir donné naissance aux bancs de breccioles oligocènes dès environs de Montecchio-Maggiore, qui sont si riches en zéolites.

III. — Le troisième groupe, qui est constitué par les roches sans microlithes les plus basiques, est représenté seulement par les *péridotites*. Les lherzolites, qui sont si voisines par leur composition, n'ont jamais été rencontrées dans le Vicentin. Ces péridotites se sont, comme c'est du reste la règle générale, formées en profondeur, et ont toujours été rejetées en fragments plus ou moins volumineux dans la presque généralité des éruptions basaltiques du Vicentin.

Je signalerai seulement un dyke de labradorite, près de Crespadoro, qui renferme par places des fragments de péridotite plus ou moins anguleux et très volumineux, qui sont seulement séparés les uns des autres par de petits filonnets de la roche basaltique.

Le Vicentin a donc été le siège d'émissions volcaniques très basiques et par conséquent essentiellement différentes, dans la généralité des cas, de celles qui ont eu lieu dans les monts Euganéens, où les roches acides et neutres ont pris un développement beaucoup plus considérable et une bien plus grande importance que les roches basiques.

L'examen de la répartition stratigraphique des roches volcaniques que je viens d'analyser a montré que les différents types de structure et de composition peuvent se présenter en coulées intrusives à différents niveaux de l'Eocène et de l'Oligocène. Leurs prétendus rapports stratigraphiques avec les couches entre lesquelles elles se sont épanchées, ne sont en réalité qu'apparents.

Les nombreuses coulées basaltiques de Monte-Bolca qui paraissent en rapport soit avec l'Eocène inférieur (tufs et calcaires à *Nummulites Spileccensis*), soit avec la base de l'Eocène moyen (calcaires à *Nummulites Pratti*) appartiennent aux variétés suivantes :

- 1° Labradorite sans augite.
- 2° Basalte labradorique.
- 3° Basalte avec microlithes de labrador, à structure diabasique.
- 4° Basalte avec labrador microlithique, à structure ophitique.

5° Basalte labradorique avec quelques microlithes de hornblende.

6° Limburgite à olivine.

Dans les environs de Valdagno et de Berghamini, les dykes et les remarquables coulées horizontales intrusives de l'Eocène inférieur présentent les modifications suivantes :

1° Basalte andésitique et labradorique.

2° Basalte labradorique ordinaire.

3° Basalte avec microlithes de labrador, à structure diabasique.

On rencontre près de Bertholdi, dans les mêmes conditions :

1° Basalte labradorique (N° 4).

2° Basalte avec microlithes labradoriques à structure ophitique (N° 5).

Près de San-Giovanni-Ilarione et dans le voisinage, les basaltes d'intrusion dans l'Eocène moyen, qui paraissent à priori plus ou moins en rapport avec les tufs volcaniques à *Nummulites perforata*, se répartissent ainsi :

1° Basalte à andésine et labrador microlithiques sans augite (N° 7).

2° Basalte labradorique ordinaire (N° 6).

3° Basalte avec microlithes de labrador à structure diabasique (N° 8).

4° Basalte labradorique avec quelques microlithes de hornblende.

Les basaltes si connus de Ronca, qui ont été indiqués comme contemporains des couches à *Nummulites Brongniarti*, mais qui, en réalité, sont *postérieurs*, appartiennent aux types suivants :

1° Basalte à andésine microlithiques (sc. 350 bis).

2° Basalte labradorique à olivine avec augite de première consolidation (N°s 10 et 11).

3° Basalte labradorique avec quelques microlithes de hornblende (N° 9).

4° Limburgite à olivine (N° 12).

Le basalte andésitique de Ronca, dont j'ai parlé plus haut, n'est en rapport avec aucune couche fossilifère. Il se trouve assez éloigné des affleurements de calcaire à *Num. Brongniarti*, mais, comme il rappelle par sa composition les fragments basaltiques du Val Nera, sur lesquels se sont fixés des polypiers éocènes nummulitiques, il se pourrait qu'il fût contemporain de ces dernières assises.

Dans le Vicentin et surtout dans les Monts Euganéens, les nombreux dykes volcaniques qui traversent l'Eocène supérieur (couches à *Cerithium Diaboli*, assises de Priabona et marnes de Brendola) ou qui paraissent en rapport avec ces assises fossilifères, appartiennent

surtout au basalte labradorique à olivine. Quelques coulées plus rares se distribuent dans les groupes suivants :

- 1° Basalte à andésine et à labrador microlithiques sans augite ;
- 2° Basalte avec microlithes labradoriques à structure diabasique ;
- 3° Limburgite à olivine ;
- 4° Basalte ophitique.

Les roches volcaniques des environs de Castel Gomberto, de Zovencedo, etc., qui ont été considérées comme ayant produit en partie les breccioles de l'Oligocène, se répartissent ainsi :

- 1° Basalte à andésine et à labrador microlithiques.
- 2° Basalte labradorique.
- 3° Basalte à labrador microlithique, avec quelques microlithes de hornblende.
- 4° Basalte ophitique.

C'est surtout à partir de l'Oligocène comme on le verra plus loin, que l'on peut constater, par l'étude des breccioles fossilifères, l'apparition des différents types de roches dont je viens de parler.

La série qui traverse le Miocène est en grande partie formée de basaltes labradoriques appartenant à de nombreuses variétés. Les basaltes à andésine et labrador microlithiques sont plus rares.

MÉTAMORPHISME

Les actions métamorphiques et chimiques, produites au contact des basaltes normaux sur les roches qu'ils ont traversées, sont en général peu importantes. Au contraire le métamorphisme exercé par les basaltes ophitiques a souvent été très intense.

I. — *Actions exercées au contact des basaltes normaux.*

A. — Actions thermiques.

B. — Transformation des calcaires à *Alvéolines* de Monte-Postale en *calcaire saccharoïde*.

C. — Transformation des calcaires nummulitiques de Monte Pulli en *dolomies* ou en *calcaires magnésiens*.

D. — Formation du péridot dans le calcaire de Bertholdi.

E. — Apport de matière organique au contact des basaltes.

II. — *Actions exercées au contact des basaltes ophitiques.*

F. — Formation d'une *zéolite* nouvelle dans les marnes éocènes de Brendola.

G. — Formation de *grenat* dans les marnes de la même localité.

I. — *Actions exercées au contact des basaltes normaux.*

A. — Les actions thermiques sont pour ainsi dire nulles. C'est à peine si l'on peut constater dans quelques localités, un commencement de vitrification directement au contact des filons basaltiques, dans les marnes ou les argiles de l'Eocène supérieur ou de l'Oligocène.

Les calcaires crétacés et les calcaires nummulitiques ont été également peu altérés; à Crespadoro, Berghamini, Bolca, San-Giovanni-Ilarione, Montecchio-Maggiore, on constate que les actions thermiques ne se sont manifestées que sur 15 à 25 centimètres. Le calcaire ne paraît donc avoir été transformé en chaux vive que sur une très faible épaisseur.

B. — L'examen microscopique montre que très fréquemment

l'état cristallin des calcaires augmente dans le voisinage des filons du basalte. Un des exemples les plus frappants se voit à Monte-Postale : le versant sud de cette colline montre des couches de *calcaire à Alvéolines* criblées de filonets basaltiques p. 41 (fig. 14 n° 8); le calcaire est devenu plus ou moins *saccharoïde*; les *alvéolines* disparaissent à mesure que l'état cristallin augmente; il arrive un moment où tout le calcaire est formé de petites plages cristallines, en général allongées, mais sans contours cristallins définis. Le calcaire compacte qui formait le test des *Alvéolines* est également transformé, mais les cristaux qui se sont formés se sont groupés suivant des lignes qui permettent encore de distinguer les sections spiralées de ces foramifères.

Ce n'est pas directement au contact des filons de basalte que les calcaires atteignent leur maximum de cristallinité, mais à une distance qui varie de 10 à 20 centimètres.

On ne peut attribuer ce changement de structure à la chaleur développée par les basaltes au moment de leur injection dans les fissures de la roche, mais bien aux eaux chargées d'acide carbonique qui ont accompagné les éruptions. Un pareil fait s'observe dans le comté d'Antrim, en Irlande; le basalte en traversant la craie l'aurait changée en calcaire saccharoïde.

Les expériences de M. Hall, qui pensait avoir transformé la craie en calcaire saccharoïde en la chauffant sous pression à une température très élevée dans un canon de fusil, n'ont pas été confirmées par les dernières expériences de M. Cailletet (1) qui, dans les mêmes conditions, a constaté que la craie diminuait de volume et se transformait en un corps dur, jaune brun, qui se dissolvait lentement dans les acides en laissant dégager de l'acide carbonique.

C. — Les actions chimiques se sont exercées avec une assez grande intensité sur les calcaires, dans le voisinage de certains centres volcaniques. On y constate en effet la présence du carbonate de magnésie en plus ou moins grande quantité. La localité de Pulli, près de Valdagno, où l'on exploite les lignites, présente un des plus beaux exemples de cette modification.

Les calcaires nummulitiques de l'Eocène moyen, ont été transformés, sur quelques points, en calcaires magnésiens ou en dolomies ressemblant, à s'y méprendre, aux calcaires magnésiens jurassiques ou triasiques. Les Nummulites et les autres fossiles ont disparu complètement ou presque entièrement; la roche est devenue plus

(1) Cailletet : C.-R. Ac. Sc. 1888, p. 106.

crystalline; la présence de l'hydroxyde de fer suivant les lignes d'affleurement des couches, lui donne une teinte jaunâtre plus ou moins accusée. En profondeur le carbonate de fer remplace en partie l'hydroxyde.

L'analyse des calcaires ainsi modifiés, faite par les ingénieurs du service de la mine de Monte Pulli, a donné de 5 à 35 % de carbonate de magnésie et de 1 à 4 % d'hydroxyde de fer.

Du reste on peut constater la présence du *carbonate de magnésie* dans beaucoup de points où les roches calcaires sont traversées par les basaltes, notamment dans les environs de Valdagno, de Crespadoro, de Monte-Bolca, etc., etc.

D. — Formation de *péridot*. Près de Bértholdi, à Fincara, on trouve de nombreux fragments de calcaire à *Rhynchonella polymorpha* (Éocène inférieur), enveloppés par les breccioles volcaniques ou par le basalte; leur surface est plus ou moins corrodée. Ces breccioles sont souvent très altérées par places; au contact des blocs de calcaire, la calcite s'est substituée presque complètement ou complètement, aux petits fragments de roche volcanique, qui constituent ces tufs (sc. 371).

Les morceaux de calcaire, qui sont aussi englobés au milieu de la roche volcanique, présentent une zone périphérique de 1 à 2 centimètres intimement pénétrée d'oxyde de fer. Le test des Foraminifères (*Orbulines* et *Globigérines*) (1), au contraire, en est complètement dépourvu. L'oxyde de fer pénétrant seulement dans leurs canalicules permet facilement d'étudier leur structure intime.

Au microscope on constate dans les parties calcaires altérées et

(1) L'étude microscopique permet de constater que les plaques minces des fragments de calcaire à péridot, renferment beaucoup de sections de foraminifères appartenant surtout aux genres *Globigerina* et *Orbulina*. Ces calcaires représentent le facies de Spilecco, qui est dépourvu de Nummulites.

Les *Orbulines* et les *Globigérines* sont formées de loges calcaires plus ou moins sphériques, simples ou groupées, dont les sections, souvent circulaires, sont constituées par des anneaux de *calcite* plus ou moins larges, traversés par de petits canalicules rayonnants.

En examinant les sections en lumière polarisée et en abaissant ou en élevant l'objectif au-dessous ou au-dessus du point où se produit nettement l'image, selon que la section se rapproche ou s'éloigne du centre des loges, on voit apparaître des anneaux colorés et les quatre extrémités des branches de la croix noire.

Dans les sections tangentes aux parois des loges, la *calcite* avec ses canaux radiés se prolonge jusqu'au centre et la croix noire se montre alors sans interruption.

Lorsque les parois des loges donnent des sections ovalaires ou elliptiques, les anneaux colorés se déforment pour suivre leurs contours.

Ce phénomène de polarisation chromatique a été signalé pour la première fois par M. Fouqué dans les sphérolites de calcite et décrit par M. Bertrand (E. Bertrand. Bull. Soc. Min., 1880. T. III, p. 58 et 93); l'explication théorique en a été donnée par M. Mallard (Mallard. Bull. Soc. Min., 1881. T. IV, p. 66), qui a démontré que les

non altérées, la présence de *cristaux de péridot (fayalite)*, avec des arêtes vives et des contours cristallins très nets. Ces cristaux paraissent s'être développés par métamorphisme au milieu de la roche. En dissolvant le calcaire dans l'acide chlorhydrique étendu, on les isole facilement. Ils se présentent avec des faces brillantes qui rappellent exactement celles que l'on observe dans les cristaux de fayalite provenant des scories d'affinage, qui ont été décrits et figurés par M. Des Cloizeaux (1) ; ils présentent les faces g^1 , g^3 et e^1 ; ils sont presque transformés en produits d'altération ferrugineux ou en calcite.

Pour expliquer la présence de ces cristaux de péridot, on pourrait supposer qu'ils ont été arrachés aux tufs volcaniques de Spilecco et entraînés au milieu des calcaires. Cette manière de voir ne me paraît pas en harmonie avec les faits ; dans deux blocs, qui ne renferment pas de fragments de basalte, j'ai constaté que les cristaux de pyroxène étaient *surtout développés dans la zone périphérique*, ce qui tend à démontrer qu'ils sont dus très probablement à des actions chimiques exercées postérieurement lors de l'arrivée du basalte.

E. — Apport de matière organique. — Au contact des filons basaltiques, on remarque souvent que la roche est teintée sur quelques centimètres d'épaisseur, en gris ou en noir, par de la matière organique amenée par la roche éruptive.

A Brendola les marnes à *Clavulina Szaboi* ont été également, sur 8 à 9 mètres d'épaisseur, pénétrées de matière organique par les dykes de basalte ophitique.

Chauffée au blanc, la roche redevient blanchâtre ou jaunâtre et la matière organique disparaît.

II. — *Actions exercées par les basaltes ophitiques.*

Le métamorphisme produit par le *basalte ophitique* du Val Squa-

sections de sphérolites constitués par des agrégats de cristaux à un axe, devaient produire en lumière parallèle, le phénomène des anneaux colorés.

J'ai retrouvé les mêmes caractères optiques dans quelques sections de Nummulites et de Rotulines provenant de l'Eocène.

Les observations comparatives entre les fossiles qui conservent leur test dans la craie blanche et ceux qui le perdent, m'avaient fait penser que les parois calcaires des foraminifères étaient constituées par de très petits cristaux de calcite ; l'observation optique confirme cette opinion. Ces cristaux de calcite étant extrêmement petits, on ne peut, en lumière convergente, utiliser leurs propriétés optiques. D'un autre côté la différence de densité qui existe entre la calcite et l'aragonite ne peut être utilisée avec certitude. Le carbonate de chaux qui constitue le test des foraminifères est souvent vacuolaire et mélangé de silice, de phosphate ou de matière organique, etc.

(1) Des Cloizeaux. Manuel de minéralogie, p. 37, Pl. VIII, fig. 47.

rento, près Brendola, est assez important pour être décrit avec quelques détails.

Dans les environs de Brendola, les marnes qui terminent l'Eocène supérieur, sont verdâtres lorsqu'elles ne sont pas modifiées par la roche éruptive.

Les mollusques qu'elles renfermaient primitivement, ont complètement disparu, à l'exception des *Ostrea*, dont le test est entièrement formé de *calcite*, et des *Spondylus*, des *Pecten*, des *Avicula*, dont la couche externe des valves, également constituée par de la *calcite*, a été préservée. La même observation peut se faire au sujet des *Nérites* et des opercules de *Pileopsis*.

Les *Algues calcaires*, les *Foraminifères*, les *Hydrozoaires*, les *Echinodermes*, les *Brachiopodes*, sont bien conservés ; cela tient à ce que leur test est également constitué uniquement par de la *calcite*.

Les mêmes faits peuvent s'observer dans presque toutes les marnes fossilifères des autres régions, et particulièrement dans les assises de la craie blanche.

Le petit ravin du val Squarento, près Brendola, permet d'étudier facilement les actions métamorphiques exercées par l'ophite basaltique sur les marnes.

Leur couleur et leur dureté ont été complètement modifiées ; elles ont été *durcies*, et *colorées* plus ou moins fortement, en *gris* ou en *noir*, par de la *matière organique* qui les a intimement pénétrées. Sous l'église de Brendola on retrouve la même modification. Là, les fossiles sont bien conservés et les mollusques se rencontrent avec leur test, ce qui démontre que les marnes ont été modifiées par le basalte, avant que les fossiles n'aient été détruits.

Au contact du dyke et sous la coulée, ces marnes sont métamorphosées sur une épaisseur visible d'au moins 9 à 15 mètres ; c'est l'exemple le plus beau que j'aie vu dans les différentes régions volcaniques que j'ai visitées.

Les parties ainsi modifiées présentent un très grand nombre de taches blanchâtres, à sections circulaires, qui leur donnent un aspect variolitique. Ces taches correspondent à des sphérolites de 1, 3, 4 à 6 millimètres de diamètre, formés par une zéolite, que M. Lacroix a bien voulu étudier.

La zéolite qui s'est développée par métamorphisme dans les marnes de Brendola, se retrouve également, mais très rarement, comme on le verra plus loin, dans les breccioles et les tufs de l'Eocène inférieur de Monte-Bolca (Horizon de Monte-Spilecco). Là, elle forme des sphérolites radiés qui se sont développés *seulement*

entre les plages de la calcite qui cimente les fragments volcaniques. La roche basaltique n'en renferme pas.

Je suis heureux de pouvoir reproduire ici la note que M. Lacroix a bien voulu m'envoyer sur ce minéral.

« Lorsqu'on écrase entre deux verres minces la substance *blanche* des tufs et qu'on l'examine au microscope, on voit qu'elle est constituée par de petites aiguilles biréfringentes à extinction parallèle à leur longueur.

« Les globules noirâtres des argiles se brisent suivant des faces planes qui semblent correspondre à des clivages. Ces globules ne forment pas en général de sphérolites fibreux, mais ils sont constitués par l'assemblage de cristaux distincts, ce qui explique pourquoi le système de globules, ne montre pas en général un seul plan de clivage.

« L'examen de lames minces taillées dans les globules et dans la substance engagée dans les tufs, montre l'identité de ces deux corps, d'apparence dissemblable.

« Les sections minces, faites dans les globules, font voir de larges rosettes à extinction complète : l'extinction a lieu suivant les traces d'un clivage interrompu, souvent jalonnées de produits opaques. Dans les tufs, la substance forme des sphérolites à extinctions roulantes. L'allongement des fibres des sphérolites et la trace des clivages des globules provenant des argiles, sont toujours de *signe positif*.

« En lumière polarisée parallèle, il est facile de constater qu'un certain nombre de sections sont toujours éteintes. Elles montrent, en lumière convergente, la croix noire des minéraux uniaxes avec *signe positif* (La croix est souvent un peu disloquée).

« La biréfringence maxima est d'environ 0,009 ($n_g - n_p$). Les sections perpendiculaires à l'axe optique unique, ne présentent pas de clivage distinct, et le minéral n'ayant pas de contours géométriques, on ne peut dire s'il est hexagonal, rhomboédrique ou quadratique.

« Il n'a pas été possible d'obtenir une quantité suffisante de matière pure pour l'analyse. Les globules des argiles renferment en effet une quantité innombrable de petits granules isotropes (grenat), qui par leurs faibles dimensions, échappent à toute tentative de séparation mécanique. D'autre part, le minéral des tufs est fragile, s'émiette avec une telle facilité, que les liqueurs denses ne peuvent être utilisées pour le séparer des substances chloriteuses, vitreuses, etc., qui s'y trouvent mélangées.

« Dans le tube, ce minéral donne de l'eau et perd toute action sur

la lumière polarisée. Au chalumeau il se gonfle un peu et fond aisément en un verre laiteux. Il est facilement soluble dans les acides.

« Les essais microchimiques ont donné constamment de la *silice*, de l'*alumine*, de la *soude* et de la *chaux* (cette dernière en quantité parfois très faible); du fer et de la magnésie ont été trouvés plusieurs fois, mais ils semblent étrangers à la substance.

« L'ensemble de ces caractères est suffisant pour rapprocher ce minéral du groupe des zéolites.

« Parmi les zéolites, la seule espèce dont on puisse rapprocher le minéral de Brendola est l'*hydronéphélite*, comme lui uniaxe et positif, possédant une biréfringence d'environ 0,009 et ayant une composition chimique analogue à celle que font prévoir les essais qualitatifs pour notre minéral.

« Toutefois, il faut remarquer que l'*hydronéphélite* n'a encore été trouvée que dans la syénite néphélinique. Il semble prudent d'attendre une analyse complète, pour décider si le minéral qui fait l'objet de cette note, est une espèce nouvelle ou doit être rapporté à l'*hydronéphélite*.

« Quoiqu'il en soit, le développement aussi considérable de cette zéolite au contact du basalte, est un fait remarquable et sur lequel il y a lieu d'appeler l'attention, d'autant plus que dans les argiles, l'examen microscopique seul permet de voir que l'on se trouve en présence d'une substance cristallisée. »

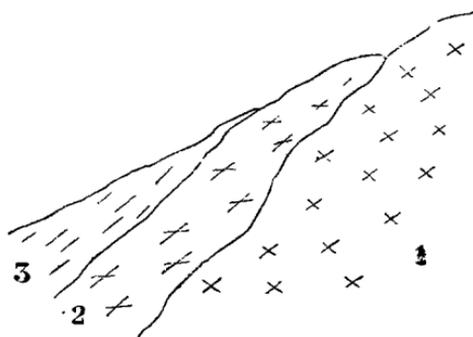
Dans ces mêmes marnes métamorphisées, il y a encore lieu de remarquer la prodigieuse quantité de très petits cristaux très réfringents, qui se sont développés dans toute la roche et dans les sphérolites. Avec l'objectif n° 7, on observe bien leur forme cristalline; ils se présentent souvent avec des contours hexagonaux, et l'on aperçoit même quelquefois, des faces du dodécaèdre rhomboïdal. En lumière parallèle, ils restent constamment éteints; ils sont en relief sur la roche qui les environne. Les caractères que je viens d'indiquer permettent de les attribuer au *grenat*.

ÉTUDES DES BRECCIOLES

RELATIONS DES BRECCIOLES AUGITIQUES AVEC LES BASALTES QUI LEUR ONT DONNÉ NAISSANCE

Dans le val Migliara, près Valdagno, un affleurement de basalte permet d'étudier facilement la formation des breccioles volcaniques qui dérivent des *basaltes labradoriques à olivine et à augite*.

Fig. 33.



1. — Partie centrale du dyke (A).
2. — Zone de passage (B).
3. — Breccioles (C).

La partie centrale (fig. 33, n° 1) du dyke est formée par un basalte très riche en microlithes de pyroxène et présentant comme dernier stade de consolidation du *labrador*, qui a une tendance à former de grands cristaux ; on peut donc admettre que c'est une roche qui s'est consolidée très lentement et qu'elle s'est trouvée protégée du refroidissement, par la couronne de breccioles qui l'entoure.

Les breccioles, qui sont sur son pourtour, se relie au dyke par une zone de passage présentant des caractères intermédiaires.

L'étude microscopique démontre également, que tous les éléments qui constituent les breccioles du voisinage, proviennent de l'éruption basaltique dont je vais parler. Les fragments sont réunis par de la calcite, comme dans les breccioles ordinaires.

(A.) *Composition de la partie centrale du dyke*

N° 18 — I. — *Apatite* peu abondante.

Fer oxydulé de première consolidation, assez rare.

Olivine assez abondante par places, à contours cristallins quelquefois très nets, complètement transformée en produits serpentineux.

Augite de première consolidation, très rare ou nulle.

II. — *Augite* en microlithes bien développés, abondants, groupés par places surtout entre les cristaux de labrador.

Fer oxydulé en nombreux cristaux cubiques, quelquefois groupés.

Labrador très abondant, formant de grands cristaux plus ou moins bien développés, moulant les autres éléments.

III. — *Chrysotile* lamellaire, jaunâtre, résultant de l'altération du périclase.

Calcite formant quelques très rares plages à sections circulaires (vacuoles).

Les échantillons de labradorite qui ont été pris au contact de la deuxième zone, présentent quelques modifications de structure (sc. 365. B).

L'*apatite* devient plus abondante et se présente en très nombreux petits cristaux aciculaires (objectif n° 6).

Les microlithes d'*augite* deviennent un peu plus petits.

Les grands cristaux de *labrador* de deuxième consolidation, sont déjà beaucoup moins distincts, mais il se produit de véritables *microlithes* du même feldspath au milieu de plages très restreintes de matière vitreuse noire.

De petites taches brunes, disséminées au milieu de la roche, se montrent formées par de petits groupes radiés de cristaux aciculaires, sans action sur la lumière polarisée (objectif n° 6).

(B.) *Etude de la zone de passage*

La roche que je viens d'analyser est un basalte typique qui présente sur son pourtour, une zone renfermant de nombreuses parties scoriacées, emprisonnées au milieu de la roche déjà modifiée par un refroidissement plus brusque (sc. 365 bis B).

L'*apatite* est encore très abondante. Les microlithes d'*augite* paraissent plus rares, mais en employant l'objectif n° 6, on voit qu'ils

sont plus petits et qu'alors ils ne polarisent que très faiblement.

Les *microlithes de labrador* disparaissent plus ou moins ou sont difficilement distincts du fond vitreux ou chloriteux de la roche. Cependant, près de certaines vacuoles remplies de chlorite ou de calcite, ils sont bien développés et forment une étroite couronne, au milieu de la matière vitreuse brune dont j'ai déjà parlé.

Les *produits chloriteux* deviennent très abondants; ils forment alors souvent dans les vacuoles, de nombreux petits sphérolites à croix noire; la calcite remplit fréquemment le centre des vacuoles et devient aussi plus abondante.

Le basalte, en s'injectant entre les parties scoriacées de la deuxième zone, qui constituent déjà de véritables breccioles, présente des plages où l'on rencontre encore des cristaux de *péridot* décomposé, et de nombreux microlithes d'*augite*, soit de moyennes dimensions, soit de très petite taille et dans ce cas polarisant peu ou pas; mais souvent le labrador microlithique a complètement ou presque entièrement disparu; c'est presque, comme on le voit, une limburgite; l'*augite* peut devenir granuleuse; elle passe alors insensiblement aux *granules d'augite* qui vont devenir caractéristiques des parties scoriacées.

Examen des parties scoriacées (sc. 366. G.). — Les fragments scoriacés empâtés dans le basalte de la deuxième zone, sont formés en partie, par une matière vitreuse (verre palagonitique) présentant un très grand nombre de vacuoles à sections plus ou moins régulièrement circulaires ou ovalaires, renfermant des *produits chloriteux* et de la *calcite*. Le *fer oxydulé* est très abondant; il se trouve à l'état très divisé, sous forme de *fines granulations*; il entoure alors souvent d'un cercle, les cavités dont je viens de parler. En employant l'objectif n° 7 et même l'objectif à immersion, on reconnaît qu'au milieu de la matière vitreuse, il y a un très grand nombre de *granulations augitiques*. Les fragments scoriacés, quand ils sont rapprochés, sont cimentés par des granules d'*augite*, analogues aux autres, mais un peu plus développés.

(C.) *Etude des breccioles* (3^{me} zone).

La troisième zone est constituée par des breccioles gris jaunâtre qui se rattachent insensiblement, à la deuxième zone. Elle forme une roche composée de fragments scoriacés, noirs, plus ou moins anguleux, plus ou moins contournés, cimentés par une matière grisâtre ou légèrement jaunâtre, qui à la loupe, paraît ciroïde.

L'étude microscopique montre que ce dernier produit forme des

plages grisâtres ou jaunâtres, peu transparentes, qui entourent les fragments scoriacés, leur partie centrale étant occupée ordinairement par de la calcite. En employant les objectifs n° 6 et n° 7 on voit que les zones dont je viens de parler, sont formées par un grand nombre de très petits *granules d'augite* polarisant à peine, mais qui augmentent de dimensions, en se rapprochant de la calcite. Ils deviennent alors transparents, jaune plus ou moins foncé et prennent souvent des contours cristallins très nets ; ils ont une biréfringence sensiblement égale à celle du pyroxène. Leurs sections allongées et négatives, donnent souvent les traces des faces $h^1 g^1$ et $b^1/2$. Elles s'éteignent sous un angle maximum d'environ 45° .

Pour bien étudier les contours cristallins des petits cristaux dont je viens de parler, il faut se servir d'un microscope sans nicols.

Les parties scoriacées présentent, à très peu de chose près, les mêmes caractères généraux que dans la deuxième zone. Elles sont formées en partie, de matière vitreuse palagonitique, très vacuolaire, renfermant, en plus ou moins grande abondance, les granules de pyroxène qui, dans certaines plages, paraissent constituer la plus grande partie de la roche. Les fragments scoriacés, qui ne renferment que très rarement de l'olivine, peuvent être entourés d'une bordure plus ou moins large de fer oxydulé. Les vacuoles présentent aussi très souvent une auréole de fer oxydulé, bordée quelquefois vers sa partie interne, par une couronne de granules d'augite formant un cercle, au centre duquel on peut observer de la calcite ou des produits chloriteux ; en lumière parallèle, ce cercle polarise comme une zone de chlorite (*pennine* ou *ripidolite*).

L'examen des plaques minces provenant de la partie supérieure des breccioles, montre que les granules d'augite forment, autour des parties scoriacées, des zones noirâtres à peine translucides, où les granules pyroxéniques ne peuvent être rigoureusement déterminés que par comparaison et surtout en les suivant des plages où ils ont conservé leurs formes cristallines, aux plages où ils paraissent avoir perdu une grande partie de leurs caractères et de leurs propriétés physiques.

En résumé, l'étude de la labradorite du val Migliara nous montre :

1° Qu'un basalte très feldspathique peut perdre ses microlithes de feldspath par un refroidissement assez brusque, tandis que le pyroxène a continué à se développer comme dans les limburgites ;

2° Que les parties scoriacées, qui peuvent en partie provenir des projections, ne renferment également plus de feldspath, mais un

nombre considérable de granules pyroxéniques (1).

3° Que la matière qui cimente les projections ou les débris scoriacés est également formée, en grande partie, de granules augitiques, associés à des zones de calcite, ce qui indique évidemment des actions chimiques très intenses.

On remarquera également que l'olivine avec contours cristallins, se retrouve dans les trois zones.

Je dois encore signaler, près de Monte Faldo, des breccioles qui présentent les mêmes caractères, et qui se trouvent en relation avec des basaltes augitiques, ayant une zone périphérique pauvre en labrador microlithique.

Dans le val Tomba et dans les environs de Valdagno, des roches basaltiques qui traversent l'Eocène, produisent des breccioles augitiques. Elles sont constituées par de petits fragments volcaniques anguleux, très augitiques, qui souvent ne renferment pas de microlithes de labrador. Ils proviennent soit de limburgites, soit de la zone périphérique des basaltes labradoriques et augitiques. Les éruptions qui ont donné naissance à ces formations, paraissent avoir débuté avec l'Oligocène, comme je le montrerai plus loin.

Un des échantillons du Val Tomba présente la composition suivante (sc. 368).

I. — *Olivine* très abondante, avec contours cristallins, transformée en produits serpentineux ou remplacée par de la calcite.

Augite en cristaux non altérés, très nombreux.

II. — *Augite* microlithique en petits cristaux assez rares, polarisant peu.

Fer oxydulé très peu abondant.

Matière vitreuse noirâtre, renfermant très peu ou pas de vacuoles.

III. — *Produits serpentineux* ou *chloriteux* tapissant les vacuoles. *Zéolite* incolore à un axe (M. Lacroix), formant des plages radiées au milieu de la calcite (v. p. 129).

Chlorite en très petits cristaux violets, développés au milieu de la calcite (M. Lacroix).

Calcite très abondante, cimentant les fragments de la roche éruptive.

Ces faits ne concordent pas avec ce que nous révèle l'étude

(1) On pourrait désigner les fragments qui présentent cette composition sous le nom de *microlimbургite*.

microscopique des breccioles fossilifères de l'Eocène qui sont constituées, en effet, dans la majorité des cas, par des fragments scoriacés dérivant certainement d'un autre type basaltique, car, à l'inverse de ce qu'on vient d'indiquer, l'augite ne s'est pas développée, tandis que les microlithes de feldspath sont souvent très nets.

RELATIONS STRATIGRAPHIQUES ET COMPOSITION MINÉRALOGIQUE
DES BRECCIOLES FOSSILIFÈRES DE L'EOCÈNE ET DE L'OLIGOCÈNE.

Je vais maintenant examiner les rapports stratigraphiques généraux des *breccioles fossilifères* et leur composition minéralogique.

Contrairement à ce qui s'est passé dans les Monts Euganéens, il n'y a pas eu d'éruption volcanique dans le Vicentin, pendant la période crétacée.

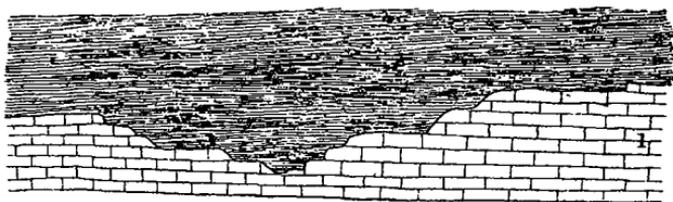
Les tufs volcaniques n'apparaissent qu'avec les terrains tertiaires ; ils constituent les premières assises de l'Eocène inférieur. Ces formations jouent également un rôle important à la base de l'Eocène, dans la région est du lac de Garde.

Pour étudier ces premières formations volcaniques, on peut choisir Monte-Bolca ou les environs de Valdagno comme région typique.

A la base des calcaires à *Nummulites Spileccensis*, se montrent des breccioles et des tufs volcaniques fossilifères qui renferment la même faune, et qui appartiennent, comme ces calcaires, à la partie supérieure de l'Eocène inférieur.

Fig. n° 34.

M^{te} Postale (A)



1. — Scaglia (Danien).
2. — Tufs de Spilecco (Eocène inférieur).

La coupe de Monte-Postale et celles qui intéressent les mêmes assises, montrent de la manière la plus nette, que les breccioles n'alternent pas avec la Scaglia. Lorsque l'on examine le contact de

ces breccioles avec les calcaires daniens à *Stenonia tuberculata*, on voit que ces derniers sont fortement ravinés et que la surface de contact est très nettement délimitée, tandis que les breccioles et les tufs passent insensiblement au calcaire de Spilecco (fig. 2, 8 et 9). Ces couches, qui sont presque toujours stratifiées, sont souvent formées par une succession très régulière de petits bancs fossilifères; la roche qui les constitue est composée de très petits fragments volcaniques scoriacés, anguleux, toujours plus ou moins décomposés et cimentés par de la calcite : elle a été décrite par Brongniart sous le nom de *Brecciole* (1).

Lorsque les éléments volcaniques sont encore plus divisés et beaucoup plus altérés, ils forment des tufs également fossilifères fortement imprégnés de calcite.

Dans certains points, comme dans les environs de Valdagno, on trouve, au-dessus des tufs de Spilecco, des bancs d'argiles bariolées, présentant les couleurs les plus vives : vert, rouge, bleu, violet.

Entre les lits de breccioles ou de tufs fossilifères de Spilecco, on observe souvent des bancs de calcaire, plus ou moins corrodés, contenant les mêmes fossiles. C'est là un argument qui peut évidemment être invoqué, contre ceux qui admettent la contemporanéité des tufs et des calcaires. Mais on peut répondre que cette corrosion provient de ce que les eaux chargées d'acide carbonique, presque toujours abondantes dans les régions volcaniques, ont très facilement circulé entre les fragments qui constituent les breccioles; la calcite qui les cimente est due en grande partie, sinon en totalité, à la décalcification des bancs calcaires qui sont interstratifiés ou superposés à ces formations.

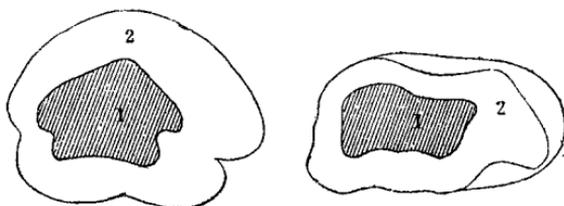
Dans beaucoup de points, les breccioles anciennes ont été disloquées, bouleversées et remaniées en partie ou en totalité par des éruptions plus récentes, et leur origine première est ainsi masquée souvent, par l'introduction d'éléments nouveaux.

Je vais maintenant indiquer deux faits importants, qui ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence d'éruptions volcaniques pendant la période éocène. Vers le bord est du versant sud de Monte-Postale, on trouve au-dessus des couches à *Nummulites Spileccensis*, c'est-à-dire à la base de l'Eocène moyen, des breccioles fossilifères renfermant des Algues calcaires (v. p. 139 fig. 35); là, de nombreux *Lithothamnium Bolcense*, se sont développés sur des fragments de roche volcanique en les entourant de toutes parts.

(1) Brongniart. Mém. terr. de Séd. sup. du Vicentin. (55).

Les *Lithothamnium* sont des algues calcaires qui ont des cellules limitées en partie par des parois calcaires ; toutes les espèces fossiles ont un tissu très homogène et très compacte ; cette compacité

Fig. 35.



1. — Fragments de roche volcanique.
2. — *Lithothamnium Bolcense* entourant ces fragments de roche.

résulte de la substitution du calcaire secondaire à la matière organique qui remplissait primitivement les cellules ; malgré cette modification, le réseau cellulaire est toujours très bien conservé. J'ai eu occasion de briser plusieurs centaines d'échantillons et j'ai presque constamment trouvé au centre, un ou deux fragments plus ou moins anguleux de roche volcanique, complètement protégés par l'algue calcaire.

Cette observation, me paraît avoir une très grande importance au point de vue de l'âge des breccioles ; en effet, *il est de toute impossibilité que les fragments de basalte soient postérieurs au calcaire qui les entoure sans aucune solution de continuité.*

Un fait de même ordre a été également observé depuis longtemps, par Fortis et Brongniart ; dans le Val Nera, les breccioles volcaniques, qui sont sous les calcaires de Ronca, renferment des fragments plus ou moins anguleux d'une roche noire basaltique.

On rencontre quelquefois, comme l'a si judicieusement fait remarquer Fortis, dans sa belle description de la vallée de Ronca, *des Huîtres, des Spondyles ou des Polypiers qui se sont développés sur ces fragments de basalte.*

Cette remarque importante et d'un très haut intérêt, n'avait pas échappé à Brongniart, qui visitait le Vicentin, sous l'influence des idées de Fortis. Ayant été amené à faire une observation semblable, il s'exprime ainsi :

« Ce fait, qui avait déjà été indiqué par Fortis dans sa description » de la vallée de Ronca, nous apprend que le terrain de Brecciole de » Cornéenne, avant d'avoir été recouvert par les couches de calcaire » qui le surmontent, a séjourné assez longtemps sous les eaux de

» la mer, pour que les coquilles et les zoophytes qui y sont mêlés
» y aient pris leur développement, et à plus forte raison que ces
» coquilles et ces zoophytes n'y ont point été amenés de loin, mais
» qu'ils ont vécu dans cette place. »

J'ai pu constater après des recherches assez longues, que les observations de Fortis et de Brongniart étaient d'une rigoureuse exactitude. J'ai été assez heureux de mon côté pour trouver un fragment de basalte à andésine microlithique, pauvre en augite, sur lequel s'était développée une colonie de *Rhizangia* (polypier hexactiniaire) et de *nombreuses serpules*.

Si l'on ajoute aux deux observations que je viens de rapporter, les résultats déjà fournis par la stratigraphie, on est conduit à admettre que les breccioles volcaniques se sont succédé presque sans interruption, depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la fin de l'Oligocène.

Je vais donner la composition minéralogique des breccioles qui forment les principaux horizons fossilifères de l'Eocène et de l'Oligocène, en ayant bien soin de n'étudier que les échantillons pris sur des points où des éruptions postérieures ne soient pas venues en modifier la composition.

I. *Breccioles et tufs volcaniques de l'Eocène inférieur.*

N° 19. — Tuf verdâtre constitué par de très petits fragments scoriacés anguleux, les uns jaune verdâtre (A.), assez transparents et remplis de vacuoles, les autres (B) peu vacuolaires et rendus noirâtres par l'abondance du fer oxydulé. Val Groba, près Bolca (Horizon de Monte Spilecco) (sc. 375).

A. — Fragments jaune verdâtre.

I. — *Apatite* assez abondante (visible avec l'objectif n° 6).

Olivine en cristaux très nombreux, bien définis, mais complètement transformés en produits serpentineux.

II. — *Fer oxydulé* en petits cristaux cubiques, rares.

Magma de *matière vitreuse* jaunâtre et verdâtre, imprégnée de produits chloriteux et remplie de petites vacuoles à sections plus ou moins circulaires.

Très petites cavités irrégulières remplies de matière granuleuse grise (objectif n° 6).

III. — *Produits serpentineux.*

Chlorite appartenant à diverses espèces; biréfringence

allant depuis celle de la *pennine*, jusqu'à celle de la *delessite*.

Calcite très abondante, cimentant les fragments volcaniques.

B. — Fragments noirâtres. — Ils sont caractérisés par une plus grande abondance de fer oxydulé, la rareté ou l'absence complète de vacuoles et l'existence de très petites granulations ou cavités paraissant brun noirâtre.

N° 20. — Brecciole à fragments noir verdâtre, très vacuolaires, de moyennes dimensions, cimentés par de la calcite blanchâtre présentant par places de très petits filets d'oxyde de fer. Gracchio, près Bolca. (Horizon de Monte Spilecco) (sc. 376).

I. — *Olivine* très abondante, à contours cristallins très nets, complètement transformée en produits serpentiniteux.

II. — *Fer oxydulé* très rare ou nul.

Feldspath appartenant très probablement à l'andésine ou à l'oligoclase se, présentant par places assez restreintes, sous forme de microlithes assez rares, altérés, imprégnés de matière serpentiniteuse et s'éteignant à peu près suivant leur longueur. La chlorite qui les imprègne, paraît augmenter sensiblement leur biréfringence.

Cavités irrégulières à granulations brunes très répandues.

Magma vitreux plus ou moins imprégné de chlorite.

III. — *Produits serpentiniteux* remplaçant le périclase.

Chlorite à biréfringence moyenne, formant quelquefois un premier cercle autour des vacuoles dont la partie centrale est remplie de *delessite*.

N° 21. — Brecciole à fragments noir foncé verdâtre, cimentés par de la calcite blanchâtre; Berghamini, près Valdagno (Horizon de Monte-Spilecco) (sc. 377).

Cette roche présente à peu près les mêmes caractères que les breccioles de Monte-Bolca, (sc. 376).

Les *microlithes feldspathiques* donnent lieu aux mêmes observations, mais sauf quelques rares exceptions, ils sont à peine visibles et ils s'éteignent sous des angles qui ne permettent pas de les attribuer au labrador.

La *chlorite* est un peu plus abondante.

La matière granuleuse brune devient verdâtre, et forme souvent de petites zones irrégulières.

N° 22. — Tuf jaunâtre, très altéré, imprégné partiellement d'oxyde de fer et renfermant de nombreux Foraminifères, (*Orbulines*). Monte-Postale, près Bolca (Horizon de Monte-Spilecco) (sc. 381).

Ce tuf est formé de très petits fragments plus ou moins anguleux de roche volcanique scoriacée, présentant les mêmes caractères que les breccioles de la même région. La matière vitreuse verdâtre qui les constitue, est presque toujours très vacuolaire, mais dans certains points les vacuoles peuvent disparaître.

Les cristaux d'*olivine* ont encore des contours très nets ; ils sont également transformés en *matière serpentineuse* et en *calcite*.

On observe de nombreuses petites cavités irrégulières, formant quelquefois des traînées plus ou moins ramifiées ou allongées, tapissées d'une matière granuleuse brunâtre, paraissant noirâtre, remplaçant peut-être une partie du fer oxydulé qui a complètement disparu.

La calcite est abondante.

N° 23. — Tuf en petits lits très régulièrement stratifiés, peu ou pas fossilifère. Eocène inférieur de Spilecco (Monte-Bolca) (sc. n° 383).

Ce tuf, qui est remarquable par la régularité de sa stratification, est constitué par de très petits fragments anguleux, en général brunâtres, très peu transparents et sans vacuoles ; cependant quelques-uns sont jaunâtres ou verdâtres et plus ou moins vacuolaires.

Les fragments bruns, montrent encore très fréquemment des sections très nettes de *péridot*, transformé en matière serpentineuse.

Le *fer oxydulé* est un peu abondant ou quelquefois absent ; il est rarement cubique, mais se présente à l'état granuleux.

Les *microlithes feldspathiques*, qui sont excessivement rares, sont altérés et ne polarisent plus ; ils ne sont guère visibles qu'avec l'objectif n° 6.

Les *granules bruns* ou les très petites cavités irrégulières présentant la même teinte, sont tellement abondants dans certains fragments, qu'ils les rendent presque opaques.

Les *produits chloriteux* bien définis sont rares.

La calcite imprégne fortement la roche.

N° 24. — Brecciole verdâtre fossilifère, avec *Nummulites Spileccensis* Mun-Ch., constituée par de petits fragments scoriacés, entourés d'une couche d'hydroxyde de fer et cimentés par de la calcite. Environs de San-Pietro-Mussolino (Horizon de Spilecco) (sc. 336).

I. — *Péridot* en petits cristaux avec contours cristallins, transformé en matière ferrugineuse brun jaune foncé.

II. — *Matière vitreuse*, jaune verdâtre, palagonitique, avec nombreuses petites vacuoles à sections circulaires ou ovalaires.

III. — *Produits chloriteux* tapissant les vacuoles.

Nombreuses petites granulations, brunâtres ou jaunâtres, dans la matière vitreuse ou dans les vacuoles.

Calcite abondante cimentant les fragments.

II. — *Breccioles et tufs volcaniques de l'Eocène moyen*

N° 25. — Brecciole verdâtre, très fossilifère, avec *Nummulites spira* et *N. perforata*. Eocène moyen du Val Ciupio, près San-Giovanni-Marione (sc. 389).

Les fragments très vacuolaires qui constituent cette roche, sont verdâtres, vert jaunâtre, quelquefois brunâtres ; ils n'offrent rien de particulier au point de vue de leur structure ou de leur composition.

Le *fer oxydulé* fait complètement défaut ou est très rare.

L'*olivine* est peu abondante et transformée complètement en produits serpentiniteux ou remplacée par de la calcite ; ses contours cristallins sont assez difficiles à reconnaître.

Les *microlithes de feldspath* sont relativement plus abondants que dans les breccioles de l'Eocène inférieur ; ils sont en grande partie altérés. Ils appartiennent par leurs angles d'extinction à l'andésine et à l'oligoclase.

Le *magma vitreux* est rempli de vacuoles renfermant de la calcite ou des *produits chloriteux*.

Les cavités irrégulières et les traînées plus ou moins allongées remplies de *granules brunâtres*, sont très abondantes dans certains fragments ; souvent les vacuoles sont également tapissées de la même substance.

La *calcite* est très abondante ; elle peut même envahir quelquefois le centre des fragments et remplacer la matière vitreuse.

N° 26. — Brecciole et tuf jaunâtres, très fossilifères, avec *Nummulites perforata* ; Eocène moyen de Fontana del Bove (sc. 390 ter).

Les fragments volcaniques, verdâtres, jaunâtres, rarement grisâtres et plus ou moins vacuolaires qui constituent cette roche, sont

souvent bordés par de l'*hydroxyde de fer*. Les petits granules bruns sont par places très abondants et tapissent parfois les vacuoles.

L'*olivine* est assez rare et transformée en produits serpentineux.

Les *microlithes feldspathiques* sont peu abondants et très altérés ; ils sont fortement imprégnés de produits chloriteux qui augmentent leur biréfringence. Ils paraissent s'éteindre sensiblement suivant leur longueur.

Les *produits chloriteux et serpentineux* sont assez abondants.

On remarque, en outre, d'assez grandes plages d'un minéral radié, appartenant à une nouvelle espèce de zéolite, dont j'ai parlé page 131.

N° 27. — Tuf jaunâtre, très fossilifère, formé de petits fragments verdâtres, jaunâtres, vacuolaires, peu transparents, avec *Nummulites perforata* et *Num. spira* ; Eocène moyen de Castione. (sc. 390 bis).

Le *fer oxydulé* manque ou est peu abondant.

L'*olivine* est assez rare, à contours cristallins souvent mal définis, transformée complètement en produits serpentineux ou remplacée par de la calcite.

Les *microlithes feldspathiques* sont excessivement rares et altérés.

Le *magma vitreux*, en général d'une teinte jaune brunâtre, est pénétré de granules bruns ayant toujours la même disposition.

Les *produits chloriteux et serpentineux*, nettement caractérisés, sont peu abondants ou manquent complètement.

Un autre échantillon (sc. 390) est composé de très petits fragments vacuolaires, verdâtres, assez transparents, teintés par places par de l'*hydroxyde de fer* et analogues à ceux qui caractérisent les breccioles de San-Giovanni-Marione.

Le *fer oxydulé*, qui est rare, s'y présente quelquefois en petits cristaux cubiques.

N° 28. — Brecciole fossilifère noirâtre, à fragments de basalte plus ou moins volumineux, sur lesquels se sont développés des Poly-piers, etc., etc. Val Nera, près Ronca.

I. — *Olivine* abondante, souvent avec contours cristallins très nets, complètement transformée en produits serpentineux.

Augite du premier temps en cristaux assez nombreux.

II. — *Augite* brun verdâtre, en microlithes relativement rares et petits.

Fer oxydulé de deuxième consolidation, assez abondant.

Andésine microlithique très abondante.

Matière vitreuse assez abondante.

III. — *Produits chloriteux* plus ou moins nombreux.

Dans cette roche la matière vitreuse est assez abondante. L'augite microlithique y est très peu développée et relativement très rare.

Sur plusieurs autres points des environs de Ronca on trouve, dans des assises du même âge, des fragments de basalte éocène ayant la même composition.

N° 29. — Fragments volcaniques dans les calcaires à *Helix radula* Sandberg. et *Helix damnata* Brongn. Santa Catarina (v. p. 61.)

Les fragments basaltiques renfermés dans le calcaire non remanié présentent deux variétés (*a*, *b*).

a. — (sc. 370 A). Petits fragments avec nombreuses vacuoles à sections circulaires, remplies de calcite. Magma vitreux, peu transparent, teinté en brun foncé par de l'hydroxyde de fer et renfermant :

I. — *Olivine* rare ou peu abondante, ayant conservé quelquefois ses contours cristallins, mais complètement transformée en calcite.

II. — *Fer oxydulé* rare.

Feldspath en microlithes allongés, plus ou moins abondants, transformés complètement en calcite.

III. — En général, peu ou pas de *produits serpentineux*.

Calcite et *chlorite* très abondantes.

La section 370 B, montre, au milieu de la même roche, une grande plage d'*augite* provenant très probablement d'une péridotite.

b. — La section 370 C. renferme des fragments analogues à ceux des plaques 370, A. B. et d'autres débris qui paraissent appartenir à une roche moins altérée. On y observe :

I. — *Olivine* très abondante, à contours cristallins souvent bien définis, se présentant sous deux aspects : a) complètement transformée en matière ferrugineuse opaque ; b) plus ou moins partiellement transformée en produits serpentineux et ferrugineux.

II. — *Fer oxydulé* très abondant, granuleux et transformé complètement ou presque complètement en hydroxyde brun très foncé.

Microlithes de *feldspath* allongés, peu abondants, transformés complètement en calcite.

III. — Peu ou pas de *produits serpentineux*.

Dans la section 370 D, un des fragments renferme des vacuoles irrégulières avec *produits serpentineux* et *chloriteux*.

III. — *Breccioles et tufs volcaniques de l'Eocène supérieur*.

N° 30. — Brecciole noirâtre de l'horizon de Priabona. Environs de Lonigo (sc. 391 bis).

I. — *Olivine* très abondante complètement transformée en produits serpentineux; contours cristallins souvent très nets.

II. — *Fer oxydulé* granuleux, assez abondant, quelquefois cubique.

Nombreux microlithes feldspathiques trop altérés, pour être déterminés rigoureusement, mais paraissant en général devoir se rapporter à l'*andésine*.

Matière vitreuse vacuolaire gris verdâtre, présentant de nombreux petits granules bruns.

Produits serpentineux et chloriteux abondants.

IV. — *Breccioles et tufs volcaniques de l'Oligocène*

N° 31. — Brecciole noirâtre, formée de fragments anguleux jaunâtres (A), parfois noirâtres (B) ou brunâtres (C), cimentés par des matériaux de projection ayant la même origine et imprégnés plus ou moins de calcite— Montecchio Maggiore. (Infra-tongrien) (sc. 394).

A. — Fragments jaunâtres.

I. — *Olivine* rare, transformée en produits serpentineux ou remplacée par de la calcite.

II. — *Augite* microlithique en petits cristaux rares, mais à contours cristallins très nets.

Fer oxydulé très rare ou nul, plus ou moins transformé partiellement en hydroxyde.

Andésine en microlithes de moyennes ou de petites dimensions, s'éteignant en général sensiblement suivant leur longueur.

Labrador rare en microlithes allongés de plus grandes taille.

Magma vitreux avec nombreuses vacuoles.

III. — *Produits serpentineux* ou *chloriteux*, peu abondants et mal caractérisés.

Calcite très abondante remplissant souvent les vacuoles

B. — Fragments noirâtres.

Le *fer oxydulé* est plus abondant; les petits granules bruns sont très répandus et paraissent remplacer, au moins en partie, le fer oxydulé.

Les *microlithes de feldspath* appartiennent suivant les fragments; les uns au *labrador*, les autres à l'*oligoclase* ou à l'*andésine*.

C. — Fragments brunâtres.

Ils ont la même structure générale. Les granules brunâtres, assez transparents, sont très fins et disséminés dans tout le magma vitreux.

N° 32. — Brecciole plus verdâtre, plus altérée, provenant de la même localité et du même étage (sc. n° 395).

L'*olivine* est, en général, difficilement reconnaissable; cependant, par places, des contours cristallins très nets, montrent que le péridot a été complètement remplacé par de la calcite.

Le *fer oxydulé* disparaît complètement ou presque complètement.

Les *microlithes de feldspath* sont très rares et très altérés; ils paraissent appartenir à l'*andésine* ou à l'*oligoclase*.

Le magma lui-même est imprégné de produits serpentineux.

Les vacuoles à sections plus ou moins circulaires, si caractéristiques des fragments scoriacés, sont nombreuses et bien développées; elles renferment en grande abondance, plusieurs variétés de *chlorite*; la *delessite*, notamment, y est très commune.

Les petites granulations brunâtres, quelquefois verdâtres, sont souvent plus claires et plus transparentes que dans la brecciole précédente. Les petites cavités irrégulières renfermant ces granulations, sont en général très communes et rendent par places la matière vitreuse presque opaque.

La partie centrale des fragments est quelquefois complètement transformée en *calcite*.

N° 33. — Brecciole très fossilifère, composée de petits fragments noirâtres, à ciment gris jaunâtre formé de projections plus fines, ayant la même origine — Tongrien (Oligocène) de Bastia, près Montecchio-Maggiore (sc. 397).

Cette brecciole renferme des fragments caractérisés par de petits microlithes feldspathiques (A et A') et par d'autres fragments beaucoup plus rares, à grands microlithes labradoriques (B).

A. — Fragments plus ou moins vacuolaires, noirâtres ou jaunâtres, variant de teinte suivant l'abondance du fer oxydulé ou se transformant en hydroxyde, quelques-uns sont plus jaunes et sans fer oxydulé.

I. — *Olivine* rare, à peine reconnaissable, présentant accidentellement des contours cristallins, et remplacée par de la calcite ou par des produits ferrugineux et serpentineux.

II. — *Fer oxydulé* très abondant par places, en partie transformé en hydroxyde.

Feldspath en petits microlithes très altérés, quelquefois pénétrés de matière chloriteuse augmentant plus ou moins leur biréfringence.

Magma vitreux plus ou moins vacuolaire.

III. — *Produits serpentineux* peu abondants.

Produits chloriteux à biréfringence variable.

A'. — Les petits fragments presque incolores qui constituent cette variété, ne sont pas vacuolaires; ils renferment des cristaux de *fer oxydulé* assez grands et très espacés. Les *microlithes de feldspath* plus ou moins abondants sont complètement transformés en *produits serpentineux*.

B. — Fragments avec grands microlithes de labrador à structure diabasique (sc. 397, A. B.).

I. — *Olivine* transformée en produits serpentineux ou ferrugineux.

II. — *Hornblende* brune, rare, en petits cristaux (objectifs nos 4-5) (sc. 397, A).

Grands microlithes de labrador, légèrement brunâtres, plus ou moins altérés, remplacés partiellement ou totalement par de la calcite, et alors incolores.

Fer oxydulé en cristaux moulant le labrador ou en traînées plus ou moins allongées et quelquefois transformé partiellement en hydroxyde.

Magma vitreux incolore.

III. — *Produits chloriteux* assez abondants.

Les fragments de cette dernière roche sont rares. Cependant il est important de faire remarquer que la roche d'où ils proviennent a une certaine analogie avec la labradorite à structure diabasique et à petits microlithes de hornblende du val Rugolaro, près de San-Giovanni-Ilarione (sc. 357), mais elle s'en distingue par l'absence de l'augite.

Il y a cependant encore une différence à signaler : le fer oxydulé a nettement cristallisé après la formation des cristaux de labrador de deuxième consolidation, comme dans le basalte ophitique de Brendola (sc. 365), tandis que, dans les autres basaltes, en général, le fer oxydulé est souvent moulé par les microlithes du même feldspath.

N° 34. — Brecciole noire de Montecchio-Maggiore, (Infra-tongrien) — (sc. 397 ter).

Cette roche renferme des fragments semblables à ceux que je viens de décrire, et d'autres très peu vacuolaires qui ont la composition du basalte ordinaire. On y observe aussi quelques *Nummulites Tournoueri*.

I. — *Olivine* en cristaux assez abondants avec contours cristallins très nets, complètement transformée en produits serpentineux.

Fer oxydulé peu abondant en cristaux paraissant cubiques.

II. — *Augite* en microlithes bien définis, assez espacés.

Fer oxydulé peu abondant, quelquefois granuleux.

Labrador en microlithes souvent plus ou moins altérés.

Matière vitreuse assez abondante.

III. — *Produits chloriteux* nombreux.

N° 35. — Brecciole à zéolites. — Infra-tongrien de Montecchio-Maggiore.

Ces breccioles renferment des fragments vacuolaires relativement assez volumineux de basalte ophitique, dans lesquels se sont exclusivement développés les zéolites. Ils sont formés par :

I. — *Olivine* peu abondante, en grands cristaux, présentant rarement des contours cristallins très nets et complètement transformée en matière serpentineuse.

II. — *Labrador* en microlithes très nombreux, et relativement grands.

Augite en granules ou en cristaux plus ou moins développés dans la matière vitreuse entre les cristaux de labrador.

Matière vitreuse assez abondante transformée en chlorite brune ou verdâtre, à biréfringence variable.

III. — *Zéolites* nombreuses en cristaux ou en sphérolites dans les grandes vacuoles de la roche : *analcime*, *mésotype*, *chabasie*, *harmotome*, *gmélinite* (M. Lacroix).

Les fragments qui renferment les zéolites paraissent avoir été

projetés au moment où se développait l'*augite* ; en effet, l'étude d'une série d'échantillons, montre d'une manière très nette, le développement progressif de ce minéral qui se présente d'abord en grands ou en petits cristaux entre les microlithes de labrador et qui, par suite de son développement, finit par les mouler et prendre la structure ophitique.

N°36.—Tufs cinéritiques fossilifères de Gnata et de Salcedo (sc. 391 et 392).

Les tufs volcaniques de Salcedo et de Gnata qui renferment la faune de l'Oligocène inférieur, ont été formés par des projections cinéritiques.

L'altération de la roche ne permet pas, dans la grande majorité des cas, de reconnaître les éléments qui entrent dans sa composition. Cependant, quelquefois on reconnaît encore, dans la partie vitreuse des fragments les plus volumineux, la présence de l'*olivine* et du *fer oxydulé*. Le *quartz* qu'on y observe a été entraîné par les courants marins qui déposaient les bancs argilo-gréseux.

Les sections n° 391 et 392 renferment une très grande quantité de Nummulites cimentées par des cendres volcaniques très altérées. Les canaux qui traversent leur test, sont remplis d'*oxyde de fer* et sont, par ce fait, mis en évidence avec une très grande netteté. Les plaques minces fournissent de très bons documents pour l'étude des Nummulites.

N° 37. — Brecciole noirâtre, verdâtre, fossilifère, avec nombreux petits fragments organiques, *Lithothamnium* et *Nummulites Tournoueri* — Sud de Zovencedo — Tongrien (sc. 400 bis).

Les fragments volcaniques plus ou moins vacuolaires et peu transparents qui forment cette roche sont bruns ou jaunâtres; ils sont cimentés par des produits de projections imprégnés de calcite.

L'*olivine* est transformée en produits serpentineux.

Les microlithes de *labrador* sont assez nombreux et relativement grands.

Les *produits chloriteux* sont abondants et tapissent les vacuoles.

La *calcite* forme des plages plus ou moins espacées.

La grandeur des microlithes de labrador, qui entrent dans la composition des fragments volcaniques de cette brecciole, indique encore une modification intéressante dans la structure de ces scories basaltiques.

N° 38. — Brecciole très fossilifère, gris verdâtre, avec *Nummulites Tournoueri* — Tongrien (Oligocène) — Zovencedo. (sc. 399).

Les fragments volcaniques qui forment cette roche appartiennent à deux variétés : les uns sont verdâtres (A), les autres noirâtres (B). Ils sont en général peu vacuolaires et cimentés par des produits de projection gris noirâtre, plus ou moins imprégnés de calcite.

A. — Fragments verdâtres, assez transparents.

- I. — *Olivine* assez abondante, avec contours cristallins souvent très nets, mais complètement transformée en produits serpentineux.
- II. — *Fer oxydulé* rare ou nul.
Magma vitreux, vert, peu vacuolaire, avec granules brunâtres, en général peu abondants, manquant quelquefois presque complètement.
- III. — *Chrysotile* remplaçant le périclase.
Produits chloriteux abondants.
Calcite formant de petites plages.

B. — Fragments gris noirâtre.

- I. — *Olivine* très abondante, à contours cristallins très nets, transformée en serpentine et en chlorite.
- II. — *Augite* en microlithes allongés, bien conservés, peu nombreux.
Nombreux petits microlithes ou granulations paraissant appartenir à l'*augite* (?) (objectifs n° 6 et 7).
Fer oxydulé très abondant, surtout à l'état de fines granulations.
- III. — *Chrysotile* provenant de la décomposition de l'*olivine*.
Produits chloriteux assez variables; biréfringence atteignant souvent celle de la *delessite*.
Calcite formant quelques plages restreintes.

Cette roche paraît formée par les produits de deux éruptions : les fragments verts très altérés, chargés de produits chloriteux, ne renfermant pas d'*augite*, sont assez analogues à ceux qui se rencontrent dans l'Éocène et à ceux que j'ai étudiés dans différentes sections provenant du même horizon. Les fragments gris noirâtre avec *fer oxydulé* abondant et *augite*, paraissent provenir d'une *limburgite* ou de la zone périphérique d'une *labradorite* identique ou presque identique à celle du Val Migliara (v. p. 132 sc. 466).

N° 39. — Brecciole fossilifère, gris verdâtre, renfermant quelques

petits fragments de Scaglia et de calcaire à miliolites arrachés à des couches plus anciennes — Tongrien de Zovencedo — (sc. 400).

Les fragments basaltiques, en général petits, sont cimentés par des matériaux de projection très divisés, gris noirâtre, imprégnés de calcite; on y trouve aussi des foraminifères et des *Lithothamnium*. Ils contiennent:

I. — *Olivine* rare, à contours cristallins souvent mal définis, transformée en produits serpentineux et chloriteux ou remplacée par de la calcite.

II. — *Fer oxydulé* rare, en partie détruit.

Feldspath assez abondant, en microlithes très altérés, quelquefois imprégnés de produits chloriteux; dans les plaques minces, les sections faites suivant g^1 se présentent en losanges (v. p. 115) rappelant exactement la forme du labrador microlithique que j'ai trouvé dans les basaltes altérés de Perrier et qui a été décrit par M. Michel-Lévy (1).

Magma vitreux très vacuolaire.

Petits granules bruns très abondants, disséminés, ou tapissant souvent de petites cavités plus ou moins irrégulières, simulant du fer oxydulé (objectif n° 6).

III. — Les *chlorites* qui tapissent les vacuoles sont variables comme biréfringence; on les trouve souvent en sphérolithes qui présentent avec une grande netteté la croix noire.

La *calcite* forme par places des plages irrégulières.

Résumé général sur les breccioles

Les breccioles fossilifères des différents horizons dont j'ai parlé sont, dans la grande majorité des cas, formées par des matériaux de projections volcaniques. Les fragments projetés sont plus ou moins irréguliers; ils ont été plus ou moins régulièrement stratifiés et calibrés par les eaux marines; souvent même ils forment des lits très minces d'une extrême régularité. Il existe cependant aussi des breccioles, comme celles du Val Nera, qui renferment, mélangés aux produits de projection, des fragments relativement assez grands de basalte arrachés, très probablement, par les courants marins, à des dykes déjà consolidés.

(1) Michel Lévy. — *Bull. Soc. fr. Min.*; janv. 1887.

Les breccioles d'intrusion qui accompagnent les dykes basaltiques présentent des fragments volcaniques ayant une autre origine.

Les fragments projetés sont presque toujours formés par une matière vitreuse palagonitique, très vacuolaire et plus ou moins altérée, au milieu de laquelle on peut rencontrer des cristaux d'olivine, d'augite, de fer oxydulé ou des microlithes feldspathiques.

Les eaux qui devaient circuler avec la plus grande facilité dans ces formations, ont fortement altéré la roche et déterminé la formation des *produits chloriteux* qui sont en général très abondants.

Les minéraux de premier et de second temps, qui se sont développés dans la matière vitreuse, sont l'olivine, l'augite, le fer oxydulé et les feldspaths.

Les espèces minérales provenant des actions secondaires, appartiennent aux chlorites, aux zéolites, à la serpentine et à la calcite.

L'*olivine* qui est, sauf de rares exceptions, extrêmement abondante, se reconnaît très facilement aux pointements aigus qui terminent les sections; ces pointements sont indiqués par les traces des faces g^3 dans les sections suivant p , et dans les sections suivant g^1 par les traces des faces a^1 .

Les cristaux de *péridot* sont toujours transformés en matière serpentineuse et quelquefois remplacés totalement ou partiellement par de la calcite.

L'*augite*, quand elle existe, *n'est pas altérée*; elle se présente en petits cristaux du second temps très nets et facilement reconnaissables.

Le *fer oxydulé* manque ou peut devenir très abondant. Il se présente soit en cristaux paraissant cubiques, soit en granules. Il est souvent transformé en hydroxyde.

Les *feldspaths (labrador-andésine)* ne sont également représentés que par les éléments de second temps; ils peuvent manquer quelquefois. Ils appartiennent surtout, par les caractères optiques, tirés de leur angle d'extinction, à des types qui varient de l'oligoclase à l'andésine.

Les microlithes de labrador sont plus rares et se trouvent surtout cantonnés dans les fragments augitiques.

On aperçoit souvent dans les plaques minces des sections en losange semblables à celles que j'ai signalées à propos des feldspaths microlithiques des basaltes (v. p. 154). Les microlithes sont, dans la grande majorité des cas, très altérés et plus ou moins imprégnés de chlorite ou remplacés par de la calcite; de là, la difficulté et quelque-

fois même, l'impossibilité d'arriver à une détermination exacte.

L'*apatite* en cristaux bien reconnaissables et nettement déterminables est ordinairement très rare.

La *matière vitreuse* (verre palagonitique) est presque toujours criblée de vacuoles remplies de produits secondaires et souvent imprégnée elle-même de chlorite. Elle peut également, comme l'olivine et les feldspaths, être remplacée par de la calcite.

Les *produits chloriteux* qui tapissent les vacuoles appartiennent, comme ceux des basaltes, aux différentes variétés de chlorite qui forment des séries à biréfringence croissante, commençant avec le groupe de la pennine ($n_g - n_p = 0,001$) pour se terminer au groupe de la delessite ($n_g - n_p = 0,014$).

Les *zéolites* sont très rares et toujours localisées; elles ont été étudiées par M. Lacroix; j'en parlerai plus loin.

On observe encore, dans presque tous les fragments projetés, des granulations très fines, brunes, noirâtres ou jaunâtres, sans contours cristallins nettement définis; elles sont groupées, ou disséminées au milieu de la matière vitreuse. Ces granulations disparaissent souvent en laissant des cavités tantôt irrégulières, tantôt d'apparence cubique; elles appartiennent, peut-être en partie, au fer oxydulé transformé en hydroxyde.

La calcite joue un rôle important dans la plus grande partie des breccioles; elle cimente les fragments volcaniques.

Malgré les caractères qui sont communs à toutes ces formations, il résulte cependant de l'étude microscopique que j'ai donnée plus haut, qu'il existe une notable différence entre la composition minéralogique des breccioles de l'Eocène inférieur et moyen et celles de l'Oligocène. Je vais d'ailleurs préciser ces caractères distinctifs.

Eocène inférieur et moyen. — Les breccioles volcaniques qui forment les gisements classiques de Monte-Spilecco, de Berghamini (Eocène inférieur), de San-Giovani-Ilarioné, de Pozza, de Castione, de San-Pietro-Mussolino, de Busa del Prate, (Eocène moyen) etc., etc., sont formées de matériaux de projection. Les fragments anguleux constituent des couches où les éléments volcaniques sont assez régulièrement calibrés; leur diamètre varie en général de 1 à 10^{mm}.

Ces formations renferment par places, comme à Berghamini, des argiles bariolées en lits d'une extrême régularité, présentant les teintes les plus vives: noir, rouge, jaune, vert. Dans certains lits, les fossiles sont très abondants et d'une admirable conservation; les couches volcaniques de Monte Vallico renferment des palmiers entiers qui ont laissé leur empreinte dans les tufs éocènes.

L'étude microscopique montre que les fragments volcaniques ont une grande unité de composition.

L'*augite* manque complètement dans les échantillons que j'ai étudiés.

L'*olivine* est toujours abondante.

Le *fer oxydulé* est en général assez rare.

Les *microlithes feldspathiques*, sont trop altérés pour que l'on puisse toujours préciser avec rigueur leurs caractères ; ils paraissent appartenir dans la grande généralité des cas à l'*andésine*, ou à l'*oligoclase* ; ils peuvent parfois ne pas s'être développés.

Les *produits chloriteux* sont très abondants ; la *delessite* y est bien caractérisée.

Parmi les *zéolites* qui sont d'une extrême rareté, je signalerai une espèce qui s'est développée en petits sphérolithes radiés dans la calcite cimentant les breccioles de Monte Bolca ; elle paraît voisine de l'*hydronéphélite* (M. Lacroix).

La composition minéralogique de ces breccioles permet de les réunir dans les deux groupes suivants :

I } Olivine.	I } Olivine.
II { Fer oxydulé.	II { Fer oxydulé. Oligoclase-andésine.
{ Matière vitreuse.	{ Matière vitreuse.
III { Serpentine.	III { Serpentine.
{ Chlorite.	{ Chlorite.

Ces breccioles paraissent donc provenir d'éruptions non augitiques.

Dans les assises du Val Nera (Ronca) qui terminent l'Eocène moyen, j'ai rencontré des fragments de basalte à andésine microlithique avec quelques cristaux d'augite. Les roches analogues ne paraissent pas très rares à ce niveau ; elles sont voisines de celles que je viens de décrire et ont pour formule :

I { Olivine. Augite.
II { Augite. Fer oxydulé. Andésine. Matière vitreuse.
III { Serpentine. Chlorite.

Éocène supérieur. — Je n'ai pas eu à ma disposition assez de matériaux bien conservés pour arriver à des résultats généraux. Je signalerai cependant dans les Monts-Euganéens des breccioles ayant la composition générale des basaltes du Val Nera (Ronca).

Oligocène. — Les breccioles volcaniques de l'Oligocène sont souvent très polygéniques et montrent, associés dans les mêmes bancs ou dans des assises très rapprochées, des fragments volcaniques appartenant à plusieurs types basaltiques.

Les éruptions sous-marines qui ont produit ces formations de tufs ont arraché aux assises plus anciennes de petits fragments de Scaglia (Danien) et de calcaires avec Alvéolines, Miliolites et Nummulites, appartenant aux différents horizons de l'Éocène. Les breccioles de l'Oligocène sont souvent très fossilifères; elles forment soit des bancs très régulièrement stratifiés, soit des amas considérables.

L'étude microscopique des breccioles oligocènes, montre que les fragments volcaniques qui les constituent, peuvent varier très sensiblement au point de vue de leur structure et de leur composition minéralogique.

L'*olivine* est toujours abondante et semblable à celle des breccioles éocènes, c'est-à-dire toujours transformée en produits serpentineux.

L'*augite*, qui manque souvent, peut devenir très abondante. Elle se présente en microlithes ayant ordinairement cristallisé avant le labrador de second temps; plus rarement elle s'est développée après ce dernier minéral et peut prendre la structure ophitique.

Le *Fer oxydulé* est souvent beaucoup plus abondant que dans les formations volcaniques éocènes. Il a cristallisé presque toujours, sauf de rares exceptions, avant le labrador microlithique.

Les microlithes feldspathiques sont en général aussi beaucoup plus développés; ils appartiennent soit à l'*oligoclase*, soit à l'*andésine*, soit au *labrador*; ce dernier feldspath paraît être plus commun dans les fragments augitiques.

Les microlithes de labrador peuvent prendre un très grand développement.

La *matière vitreuse* est, dans beaucoup de cas, moins abondante que dans les fragments volcaniques éocènes; elle manque cependant très rarement.

Les *produits chloriteux* sont les mêmes que ceux que j'ai déjà indiqués dans les formations analogues plus anciennes.

Les *zéolites* sont plus abondantes ; elles sont surtout cantonnées dans les fragments de basalte ophitique de Montecchio Maggiore.

Les minéraux suivants, que M. Lacroix a bien voulu déterminer, proviennent de ces fragments :

1° *Analcime*, se rencontre souvent en beaux trapézoèdres a^2 (avec quelques facettes p) ; anomalies optiques du type habituel.

2° *Mésotype* ; formant de jolis cristaux ($mb^{1/2}$) du type commun en Auvergne.

3° *Chabasie* ; rhomboèdres p incolores.

4° *Harmotome*.

5° *Gmêlinite*, cristaux avec faces e^2 , a^1 , p , $e^{1/2}$, rose chair, décrits autrefois par Vauquelin comme *sarcolite*.

6° *Célestine* (sulfate de strontiane), se trouve en petites masses bleues lamellaire. Le clivage facile est perpendiculaire à np (normale optique avec axes extrêmement écartés $2H = 150^\circ$ autour de np).

7° *Calcite* se montrant souvent en rhomboèdres jaunâtres à faces arrondies $e^{4/3}$ (cuboïde d'Haüy). — Faces corrodées, quelquefois traces de a^1 (c'est-à-dire de la base) $e^{4/3} e^{4/3} = 88^\circ 18'$.

La calcite est antérieure à l'analcime qui parfois est implantée sur elle.

Les différentes variétés de roches volcaniques observées dans les fragments des breccioles oligocènes, peuvent se résumer par le tableau suivant :

1	2	3 (4)
I { Olivine II { Fer oxydulé Matière vitreuse. III { Serpentine Chlorite	I { Olivine II { Fer oxydulé Oligoclase andésine. Matière vitreuse. III { Serpentine. Chlorite.	I { Olivine. II { Hornblende. Labrador Fer oxydulé Matière vitreuse. III { Serpentine. Chlorite
4	5	6
I { Olivine. II { Augite. Fer oxydulé. Andésine labrador. Matière vitreuse. III { Serpentine. Chlorite.	I { Olivine. II { Augite. Fer oxydulé. Matière vitreuse. III { Serpentine. Chlorite.	I { Olivine. II { Labrador. Augite. Matière vitreuse. III { Serpentine. Chlorite.

Une grande partie des breccioles oligocènes appartiennent, comme celles de l'Eocène, aux deux premières divisions du tableau ci-dessus et paraissent provenir d'éruptions non augitiques.

Les tufs qui renferment des éléments provenant de projections de basaltes à augite, de limburgite et d'ophite basaltique, sont plus rares.

R É S U M É

Les roches volcaniques du Vicentin, se présentent soit en couches formées de matériaux de projection, soit en masses éruptives plus ou moins importantes. Elles ont apparu vers la fin de l'*Eocène inférieur*, mais leurs éruptions se sont continuées après les *dépôts langhiens*.

Les matériaux de projections se présentent rarement en amas sans indication de stratification, ils forment ordinairement des assises souvent très régulièrement interstratifiées au milieu des dépôts nummulitiques, depuis les *calcaires de Spilecco* jusque dans l'*Aquitaniens*. Brongniart a désigné depuis 1822 ces formations sous le nom de *breccioles*. Les principales assises fossilifères du Vicentin sont constituées par ces roches ; on rencontre quelquefois, fixés sur des fragments volcaniques plus ou moins volumineux, des *Algues calcaires*, des *Polypiers*, des *Spondyles* ou des *Serpules* appartenant à des espèces éocènes.

Les fragments volcaniques qui constituent les *breccioles* des différents niveaux, sont toujours formés par un verre palagonitique plus ou moins altéré et très vacuolaire ; les vacuoles renferment, souvent en très grande abondance, de la calcite et surtout des chlorites (série allant de la *pennine* à la *delessite*).

Au milieu de la matière vitreuse on observe toujours des cristaux d'*olivine* transformés en *serpentine* et fréquemment du *fer oxydulé* ou des microlithes de *feldspaths*.

Dans les *breccioles éocènes* les *feldspaths* microlithiques sont, dans la grande majorité des cas, *moins basiques* que ceux qui caractérisent les roches volcaniques massives ; ils appartiennent par leurs propriétés optiques, à des types qui varient de l'*andésine* à l'*oligoclase*.

L'*augite* manque presque toujours, elle ne se rencontre guère que dans les fragments de *Basaltes* à *andésine microlithique*, provenant des couches à *Nummulites Brongniarti*.

Les roches volcaniques massives qui ont donné naissance à ces *breccioles*, doivent être pour la plupart recouvertes par les formations nummulitiques, car je n'ai pu constater que très exception-

nellement, la présence de deux ou trois dikes qui, par leur composition minéralogique, pourraient être considérés comme synchroniques de breccioles éocènes.

Les breccioles oligocènes sont très souvent polygéniques, elles renferment alors, non seulement les éléments que je viens de signaler dans les breccioles de l'Éocène, mais encore des fragments plus ou moins nombreux, suivant les couches ou les localités, qui annoncent non seulement pendant cette époque, la présence d'éruptions basaltiques à *oligoclase* ou à *andésine microlitique*, mais encore l'arrivée de *Basaltes labradoriques ordinaires* ou *ophitiques* et de *Limburgites*; l'*augite* devenant alors très abondante.

Les *Zéolites* sont souvent très communes dans les fragments de *basaltes ophitiques*.

Les roches volcaniques massives forment au milieu des terrains nummulitiques, de nombreux dikes ou bien des nappes d'intrusion qui paraissent souvent à *première vue*, régulièrement interstratifiées entre les couches fossilifères; plus rarement elles se présentent sous forme de coulées.

Ces roches en général très basiques, appartiennent à des *Labradorites*, à des *Basaltes labradoriques ordinaires*, à des *Basaltes ophitiques*, ou bien à des *Limburgites*; plus rarement à des *Basaltes à andésine microlithiques*.

Ordinairement dans le Vicentin ces différentes roches ne renferment *pas de feldspath* de première consolidation, mais elles sont en revanche presque toujours très riche en *olivine* et en *augite*; elles sont surtout caractérisées par des microlithes de feldspath, qui appartiennent par leurs propriétés optiques, à des types qui varient de l'*andésine* au *labrador*. A propos des feldspath du second temps, on remarque que les *Basaltes labradoriques* dont je parle, ont une tendance manifeste à prendre la structure que j'ai désigné sous le nom d'*Ophitisme feldspathique*, tandis que l'*ophitisme augitique*, décrit par M. Michel-Lévy, s'observe beaucoup plus rarement.

Dans les breccioles qui dérivent des *Basaltes augitiques*, les *feldspaths microlithiques* disparaissent souvent, tandis que l'*augite* du premier et du second temps peuvent persister, l'inverse a lieu dans les *breccioles éocènes*, cette modification conduit aux *Limburgites* qui se relie du reste intimement, aux *Basaltes labradoriques*, par tous les passages.

Dans certains cas les fragments scoriacés, des breccioles dont je parle, sont en très grande partie, formés par une prodigieuse quantité de très petits granules microscopiques d'*augite*, qui se

sont développés au milieu de la matière vitreuse souvent très réduite. J'ai pensé qu'on pouvait désigner cette dernière roche, sous le nom de *Microlimburgite*.

Contrairement à l'opinion généralement admise, il résulte de mes observations stratigraphiques et pétrographiques, qui concordent du reste parfaitement, que la plus grande partie des roches volcaniques massives du Vicentin (*Labradorites* et *Basaltes labradoriques*, sont post-éocènes; mais dès la base de l'oligocène, l'étude des breccioles révèle, comme je viens de le dire, que les éruptions de *Basaltes labradoriques ordinaires*, de *Basaltes ophitiques* et de *Limburgites* ont du être déjà assez nombreuses; des roches analogues traversent également les premiers dépôts miocènes.

Je rappellerai, en terminant, à propos du métamorphisme, les principales actions exercées par les roches volcaniques sur les couches qu'elles ont traversées.

Au contact des *Basaltes* j'ai signalé à Monte-Postale, des *calcaires* à *Alvéolines* transformés en *calcaires saccharoïdes*.

Dans plusieurs localités les calcaires nummulitiques sont changés en *calcaires dolomitiques* ou en *calcaires magnésiens*.

A Berghamini j'ai signalé pour la première fois, le développement de cristaux assez nombreux de *Péridot* (*fayalite*) dans les fragments de calcaires de l'éocène inférieur.

Les actions produites par les *Basaltes ophitiques* sont beaucoup plus énergiques, à Brendola, j'ai observé que, sur plus de 15 mètres d'épaisseur, les marnes qui terminent l'éocène supérieur, ont été transformées en une roche formée par une *zéolite* très voisine d'après M. Lacroix de *l'hydronéphélite*, et par une très grande quantité de très petits cristaux de grenats microscopiques.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Acerbi**. — Cenni geologici e mineralogici sulle Provincie Venete e sul Tirolo. *Vicenza* 1829.
2. **Achiardi (D') A.** — Corallarii fossili del terreno nummulitico delle Alpi Venete, 4°. *P. Ia, Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. II, 4. Milano* 1886. — *P. IIª, Ibid. Vol. IV, 1, 1868.*
3. — Coralli fossili del terreno nummulitico delle Alpi Venete. Catalogo delle specie e brevi note, 4°. *Pisa* 1867.
4. — Studio comparativo fra i coralli dei terreni terziari del Piemonte e delle Alpi Venete. 4° *Pisa* 1868.
5. — Coralli eocenici del Friuli. 8° *Atti Soc. Ital. Sc. nat. Pisa* 1875.
6. — Coralli giurassici dell' Italia settentrionale, 8°, *Atti Soc. Tosc. Sc. nat. Vol. IV, Fasc. II. Pisa* 1880.
7. **Agassiz, L.** — Recherches sur les Poissons fossiles, 4°. *Vol. I-V. Neuchatel* 1833-1843.
8. — Kritische Revision der von der Ittiolitologia Veronensis abgebildeten fossilen Fische. *Neu. Jahrb. Stuttgart* 1835.
9. — Enumération des Poissons fossiles d'Italie, 8°. *Soleure* 1840.
10. **Algarotti (Corniani degli) M. A.** — Sul carbon fossile di Arzignano nel departamento del Bacchiglione, 4°. *Padova* 1809.
11. **Anonimo**. — Catalogo ed illustrazione dei prodotti primitivi del suolo di Vicenza. *Vicenza* 1855.
12. — Notizie di Vallalta e delle sue miniere, 8°. *Belluno* 1856.
13. — Lignite fossile : nuove cave nel Veronese. *Ibis, Spettatore d'Italia. Vol. I, n° 4. 18... ?*
14. **Archiac (D') et Jules Haime**. — Monographie des Nummulites (Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde 1^{re} part.), 4°. *Paris* 1853.
15. **Arduino, G.** — Delle miniere di allume e di altre scoperte mineralogiche fatte nel Vicentino, 4°. *Giorn. d'Italia. t. I. Venezia* 1765.
16. — Lettera a Nicolo Tron sopra le scoperte fatte di miniere di allume nel territorio Vicentino. *Giorn. d'Italia. t. III. Venezia* 1767.
17. — Due annotazioni circa gli antichi vulcani ed i basalti dei monti vicentini, aggiunte alla lettera oritographica del Sig. Ant. Gaidon sopra alcuni degli stessi monti. *N. Giorn. d'Italia, Tom. II. Venezia* 1778.

18. — Effetti di antichissimi vulcani estinti, ed altri fenomeni e prodotti fossili osservati nei monti della Villa di Chiampo ed in altri luoghi del territorio di Vicenza e di quello di Verona. Lettera al Sig. A. Zanon, *N. Giorn. d'Italia, T. VII. Venezia* 1783.
19. — Memoria epistolare all'ab. Fortis circa gl'indizj di antichissimi vulcani nelle Alpi vicentine, veronesi, e trentine, 4^o, *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. T. VI. Milano* 1792.
20. — Lettera in rispoa al Sig. Gir. Barettoni sopra alcune maniere dei monti di Schio e sui Pesci fossili scoperti in uno schisto bituminoso di Salcedo, *N. Giorn. d'Italia. T. VI. Venezia* 1795.
21. **Bassani, F.** — Pesci fossili nuovi del calcare eoceno di monte Bolca, 8^o. *Atti Soc. Veneto-Trentina Sc. Nat. Vol. V, Fasc. I. Padova* 1876.
22. — Annotazioni sui pesci fossili del calcare eoceno di monte Bolca, 8^o. *Atti Soc. Veneto-Trentina di Sc. Nat. Padova* 1876.
23. — Nuovi Squalidi fossili. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Vol. III, Fasc. I. Pisa* 1877.
24. — Ittiodontoliti del Veneto, 8^o. *Atti Soc. Veneto-Trentina Sc. Nat. Vol. V, Fasc. II. Padova* 1877.
25. — Vorläufige Mittheilungen über die Fischfauna von Lesina, 4^o. *Wien* 1879.
26. — Su due giacimenti ittiolitici nei dintorni di Crespano. *Bull. Soc. Veneto-Trentina Sc. Nat. N. 4. Padova* 1880.
27. — Note Paleontologiche, 8^o. *Padova* 1880.
28. — Intorno ad nuovo giacimento ittiolitico nel M^{te} Moscal (Veronese). *Atti della Soc. Ven. Trent. di Sc. Nat. Vol. IX. Fasc. I.*
29. — Avanzi di pesci oolitici nel Veronese. *Soc. ital. di Scienze nat. d. Milano. T. XXVIII*, 1885.
30. — Sull' età degli strati a pesci di Castellavazo nel Bellunese. *Boll. Soc. Geol. ital. Vol. IV. Roma*, 1885.
31. **Bayan, F.** — Etudes faites dans la collection de l'Ecole des Mines. Fossiles nouveaux ou mal connus, 4^o. *Vol. I-II, Paris* 1870-73.
32. — Sur les terrains tertiaires de la Vénétie. *Bull. Soc. Géol. de Fr., 2^e Sér., t. XXVII. Paris* 1870. — *V. Bull. d. R. Comit. Geol. Ital. N. 12^e (estratto). Roma* 1872.
33. **Beggiato, F. S.** — Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino, 4^o. *Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. 1. Milano* 1863.
34. — Sulle frutta fossili del monte Bolca possedute dal Museo civico di Vicenza. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat. Vol. VIII. Milano* 1866.
35. **Bevilacqua-Lazise.** — Dei combustibili fossili esistenti nella provincia veronese e di alcuni altri loro contigui nella provincia vicentina e nel Tirolo, 8^o. *Verona* 1816. — *V. aussi Bibl. Ital. Vol. I. Tom VI, N. XVI. Extr.* 1817.
36. **Bittner, A.** — Beiträge zur Kenntniss des Erdbebens von Belluno, vom 29. Juli 1873. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Band LXIX. Wien* 1874.

37. — Die Brachyuren des vicentinischen Tertiärgebirges. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. XXXIV. Wien 1875.*
38. — Die Tertiärbildungen von Bassano und Schio. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Wien 1877.*
39. — Das Alpen-Gebiet zwischen Vicenza und Verona. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Bd. XIII. Wien 1877. — Boll. d. R. Comit. Geol. Ital., Vol. XI e XII, pag. 433. Roma 1877.*
40. — Vorlage der Karte der Tredecim Comuni. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Wien 1878. — Boll. d. R. Comit. Geol. Ital. Vol. IX. N. 3 e 4. Roma 1878.*
41. — Der geologische Bau des südlichen Baldogebirges im Veronesischen. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Wien 1878. — Boll. d. R. Comit. Geol. Ital. Vol. X, N. 1 e 2. Roma 1879.*
42. — Das Tertiär von Marostica. *Verh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Wien 1878.*
43. — Beiträge zur Kenntniss Alttertiärer Echinidenfaunen der Süd-Alpen, *Beitr. zur Paläont. Oesterreich-Ungarns von E. v. Mojsisovics und M. Neumayr. Gr. 4^o. p. 43-110. Bd. I. Wien 1880.*
44. — Mittheilungen über das Alttertiär der Colli Berici. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1882, p. 82.*
45. — Neue Beiträge zur Kenntniss der Brachyurer-Fauna des Alttertiärs von Vicenza und Verona. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. XLVI. Wien 1883.*
46. — *Micropsis Veronensis*, ein neuer Echinide des oberitalienischen Eocäns. *Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXXVIII. 1883.*
47. — Beiträge zur Kenntniss tertiärer Brachyurenfaunen. *Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. XLVIII. Wien 1883.*
48. — Neue Brachyuren des Eocäns von Verona. *Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. I. Abth. Bd. XCIV. Wien 1886.*
49. **Boehm, G.** — Uebers üdalpine Kreide-Ablagerungen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges. Bd. XXXVII. p. 544. Berlin 1885.*
50. — Das Alter der Kalke des Col dei Schiosi. *Ibid. Bd. XXXIX. p. 203. Berlin 1887.*
51. **Brentari, O.** — Guida alpina di Belluno-Feltre. *In-18. Bassano 1887.*
52. **Brignoli di Brunhoff, G.** — Dissertazione intorno alla chlorite o « terra verde » di Verona, 8^o. *Modena 1819.*
53. **Brocchi, G. B.** — Lettera sopra le produzioni naturali dei dintorni di Bassano. *N. Giorn. Spett. a Sc. Nat. diretto d. Grisellini, Vol. V. Venezia 1794.*
54. — Memoria mineralogica sulla Valle di Fassa in Tirolo. *Milano 1811.*
55. **Brongniart, A.** — Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trappéens du Vicentin, 4^o. *Paris 1823.*
56. **Brongniart et Desmarest.** — Histoire naturelle des Crustacés fossiles, 4^o. *Paris 1849.*

57. **Bronn, H.-G.** — Italien's Tertiärgebirge und deren organische Einschlüsse. *Heidelberg* 1832.
58. **Bronn, H.-G.-u. Römer.** — *Lethæa Geognostica*, 8°. 3^{te} Ausg. *Bd. I-III. mit Atlas.*
59. **Bullo, C.** — Sopra la vulnerabilità ed il lento abbassamento del suolo nella Venezia marittima, 8°. *Padova* 1861.
60. **Catullo, T.-A.** — Memorie sull' « arenaria grigia » e sull' « arenaria verde » del Bellunese. *Giorn. d. Ital. lett. di Padova diretto d. Co. Da-Rio. Vol. XXV-XXVI.* 1813.
61. — Memoria sopra l' « arenaria verde » del Bellunese. *Verona* 1816.
62. — Sull' origine dei ciottoli post diluviani. *Giorn. d. Ital. lett. Padova* 1817.
63. — Osservazioni intorno ai monti che circoscrivono il distretto di Belluno, dirette al conte Henckel di Donnersmarck, 8°. *Verona* 1818.
64. — Memorie sopra i corpi organici fossili del Bolca e di altri monti di sedimento superiore della provincia Veronese. *Giorn. di Pavia d. prof. Brugnatelli. Pavia* 1818.
65. — Lettera al prof. Brugnatelli sopra gli Encrini fossili osservati nei monti terziarii del Veronese. *Id., Decad. II, t. VI.* 1822.
66. — Relazione sopra i corpi fossili che si trovano dentro i monti della provincia di Verona. *Id., t. XV.* 1822.
67. — Osservazioni sul giudizio pronunciato dall'ab. Maraschini intorno all'età del « Greensand » degli Inglesi, colla quale si dimostra non potersi confondere le « sabbie verdi » del Bellunese. *Id. Bim. VI.* 1824.
68. — Lettera al prof. Brugnatelli sopra le conchiglie e le filliti di monte Postale come pure sopra una foresta fossile scoperta a Ronna nei Setti Comuni, *Id. Blim. V.* 1826. *Ibid. Bim. II.* 1827.
69. — Saggio di Zoologia fossile delle provincie Venete, 4°. *Padova* 1827.
70. — Osservazioni sopra le Peperiti delle provincie Austro-Venete, su quelle particolarmente scoperte presso Teolo nei monti Euganei. *Giorn. d. Ital. lett. N. XLV. Padova* 1828.
71. — Sopra alcuni terreni del Veneto adeguabili alla formazione di sedimento inferiore e sopra varii fossili trovati nel terreno di sedimento medio. *Ann. de Sc. Nat. di Bologna. t. I,* 1829.
72. — Memoria epistolare sopra i petrefatti dei monti Euganei. *Giorn. d. Sc. e Lett. d. Prov. Veneto. t. XVI, p. 22,* 1829.
73. — Memoria geognostico-zoologica sopra alcune conchiglie fossili del calcare giurese che si eleva all' Est del lago di Santa Croce nel Bellunese, 4°. *N. saggi d. Acc. di Padova. t. III,* 1833.
74. — Memoria sopra le calcarie d'acqua dolce delle provincie Venete. *Bibl. Ital. t. LXXXIII. Milano* 1836.
75. — Memoria geognostico-geologica sopra i sollevamenti delle Alpi Venete. *Bibl. Ital. t. LXXXIX. Milano* 1838.

76. — Nota intorno gli Echinidi fossili della creta e della calcaria nummulitica delle provincie Venete. *N. Ann. d. Sc. Nat. di Bologna. t. VI. p. 173.* 1841.
77. — Reclami ed osservazioni concernenti la geognosia delle Alpi Venete, seguiti dal Catalogo delle specie organiche fossili raccolte nelle Alpi venete e da esso donate al Gabinetto di Storia naturale dell'Università di Padova, 4°. *Padova* 1842.
78. — Memoria epistolare intorno alla calcaria neocomiana delle Alpi Venete, diretta al Sig. A. Villa, 8°. *Padova* 1843.
79. — Sopra alcune questioni risguardanti il terreno cretaceo delle Alpi Venete. Lettera del prof. L. Pilla al prof. Catullo e risposta di questo. *Il Cimento. An. III. Pisa Genn. e Febr.* 1845.
80. — Cenni sopra il sistema cretaceo delle alpi Venete, e descrizione di alcuni cefalopodi trovati nella calcaria rossa ammonitica e nel Biancone. *Atti d. R. Istit. d. Sc. t. V. Ser. I. p. 463.* 1846.— *Mem. orig. edite ed ined. del prof. Zantedeschi t. I. Venezia* 1846.
81. — Osservazioni sopra una scritto del Nob. De Zigno intorno alla non promiscuità dei fossili fra il Biancone e la Calcarea rossa ammonitica delle Alpi Venete, 8°. *Atti d. R. Istit. d. Sc. etc. t. VI, Ser. I.* 1846-47.
82. — Quelques remarques sur les Nummulites, par F. Ewald, avec une note du prof. T. A. Catullo, sur l'inadmissibilité de la faune fossile, annoncée par M. Ewald comme caractéristique de la grande formation nummulitique du terrain tertiaire. *Ann. d. Fis. d. Prof. Zantedeschi.* 1847.
83. — Sulla non ammissibilità della Fauna fossile annunziata dal Sig. Ewald come caratteristica della grande formazione nummulitica del terreno terziario. *Atti d. R. Istit. Veneto. Ser. 1^a. Tom. VII, p. 36.* 1847-48.
84. — Cenni sopra il terreno di sedimento superiore delle Provincie Venete e descrizione di alcuni Polipaj fossili ch'esso racchiude. 4°. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc. Vol. IV.* 1847.
85. — Memoria geognostico-paleozoica sulle Alpi venete con diagrammi intercalati nel testo. *Mem. d. R. Soc. ital. d. Sc. resid. in Modena. Vol. XXIV. Parte I.* — *E a parte col titolo : Prodromo di geognosia paleozoica delle Alpi Venete.* 1847.
86. — Appendice I e II al Catalogo degli Ammoniti delle Alpi Venete. *Padova* 1848.
87. — Memoria sopra le Nummuliti delle Alpi Venete. *Ann. d. Fis. d. Prof. Zantedeschi, Fasc. IV,* 1849-50.
88. — Lettera al Sig. I. R. Murchison con diagrammi e figure di Brachiopodi. *Ann. d. Sc. Nat. di Bologna, Genn.* 1851. — *Quart-Journ. of Geol. soc. London* 1851.
89. — Priorità delle osservazioni consegnate nella zoologia fossile

- intorno al posto occupato dalla calcaria rossa ammonitica nella serie geologica dei terreni di sedimento. *Atti d. Istit. Ven. Ser. II. Tom. III. p. 157, 1852.*
90. — Intorno ad una nuova classificazione delle « calcare rosse ammonitiche » delle Alpi Venete, 4°. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc. Vol. V. 1853.*
91. — Sui crostacei fossili della calcaria grossolana del Veronese. Lettera al Prof. C. F. Naumann di Lipsia. *Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. Bd. V. Wien 1854.*
92. — Proemio all' opera sui Polipai fossili delle Alpi Venete. 1855.
93. — Dei terreni di sedimento superiore delle Venezie e dei fossili briozoari, antozoari e spongiari ai quali danno ricetta, 4°. *Padova 1856. — Résumé V. Quart. Journ. Geolog. Soc. London N°. 48, nov. 1856.*
94. — Sopra alcuni fenomeni geologici osservati nei Colli Euganei ed ignorati da quelli che si effaccendarono per illustrare questa classica porzione del suolo italiano. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc. Tom. XI. Ser. III, p. 841, 1866.*
95. **Coquand.** — Le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie. *Bull. Soc. Géol. de Fr. Série II, Vol. V, p. 133. Paris 1848.*
96. **Dames, W.** — Ueber zwei Echiniden-Gattungen : *Ooclypeus* und *Harionia*. *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. XXVII, p. 720. Berlin 1875.*
97. — Die Echiniden der vicentinischen und veronesischen Tertiärablagerungen. *Palaeontographica. Bd. XXV. Cassel 1877.*
98. **Desmarest.** — 1849. V. Brongniart.
99. **Desor, E.** — Synopsis des Echinides fossiles, 8°. *Paris 1858.*
100. **Ewald, J.** — Quelques remarques sur les Nummulites, 8°. *Padoue 1848.*
101. — Ueber die bei Pola in Istrien und bei Santa Croce der belluneser Alpen vorkommenden Rudisten. *Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. II. Berlin 1850.*
102. **Faujas de Saint-Fond.** — Sur quelques fossiles rares de Vestena Nova dans le Veronais, qui n'ont pas été décrits, 4°. *Ann. d. Museum. Paris 1801.*
103. **E. Ficheur.** — Les terrains tertiaires de la Kabylie du Djurjura. *Thèse. Alger 1890.*
104. **Foetterle, F.** — Mittheilung des Hrn. J. Trinker über das Braunkohlen-Vorkommen von Zovencedo bei Vicenza. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Verhandl., Bd. XI, p. 95. Wien 1860.*
105. — Ueber das Braunkohlen-Vorkommen bei Valdagno, *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Verhandl., Bd. XII, p. 154. Wien 1861.*
106. — Petrefakten aus der Umgegend von Belluno. *Verhandl., d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Wien 1866.*
107. **Fortis, A.** — Della valle vulcanico-marina di Ronca con vedute e tavole di fossili, 4°. *Venezia 1777.*

108. — Lettera intorno ai fossili Euganei. *Venezia* 1791.
109. — Sui pesci fossili di Bolca, 12°. *Venezia-Zatta* 1793.
110. — Lettre sur quelque nouvelle espèce de discolites, camérines, lenticulaires, hélicites, nummismales, etc. *Journ. d. Phys. t. LII. Paris* 1801.
111. — Mémoires pour servir à l'histoire naturelle de l'Italie, 8° Vol. I-II. *Paris* 1802.
112. **Fuchs, T.** — Giov. Meneguzzo's und Tibaldi's-Sammlungen aus den Vicentinischen Eocaenbildungen. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanstalt*, p. 80. *Wien* 1868.
113. — Die Stellung der Schichten von Schio. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst.*, p. 130. *Wien* 1874.
114. **Gregorio (De) A.** — Fauna di San Giovanni Ilarione, 4°. *Parte I. Cefalopodi e Gasteropodi. Palermo* 1880.
115. **Gümbel.** — Die sogenannten Nulliporen, Anhang : Lithiotis problematica. *Abhandl. d. K. Bayer. Akadem. d. W. Cl. II. Bd. I. München* 1871.
116. **Hantken, M.** — A Nummulitok rétegzeti (stratigraphiai) jelentősege a délnyugoti közepmagyarországi hegység ó-harmadkori képződményeiben — *Ertekezések a természett. köréből (M. Tud. Ak.)*, vol. V, N° 6, 1874 (1875), 21 pp. — *Budapest*.
117. — Catalogue des Nummulites à l'Exposition de Paris, 1878. — 8 vo. *Budapest*, 1878.
118. — Die Mittheilungen der Herrn. Edm. Hébert und Munier-Chalmas über die ungarischen alttertiären Bildungen. — *Literar. Bericht aus Ungarn, Jahrg. III*, 1879, pp. 687-719. *Budapest*.
119. — Die Clavulina-Szaboi-Schichten im Gebiete der Euganeen und der Meer Alpen und die cretacische Scaglia in den Euganeen. *Mathem. naturw. Ber. aus Ungarn. Vol. II.* 1884.
120. — Clavulina Szaboi-Schichten in den Euganeen. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.* 1884. p. 388.
121. **Hantken, M. et Zsig. Ede Madarasz.** — Catalogue des Nummulites exposées à l'Exposition universelle à Vienne de l'année 1873. — 8° *Pest* 1873.
122. **Harpe, Philippe de la.** — Une échelle des Nummulites. *Act. Soc. Nat. St-Gall*, 1879, p. 77.
123. — Les Nummulites du Comté de Nice, leurs espèces et leur distribution stratigraphique et échelle des Nummulites. — *Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat.*, série 2^e, vol. XVI, p. 201, *Lausanne* 1879.
124. — Description des Nummulites des falaises de Biarritz. Additions et conclusions. — *Bull. Soc. Borda à Dax*, 6^e année, p. 229, 1881.
125. — Etudes des Nummulites de la Suisse et révision des espèces éocènes des genres Nummulites et Assilina. — *Mém. Soc. paléont. Suisse. Vol. X*, 1883, p. 141. *Genève*.
126. — Monographie der in Ägypten und der libyschen Wüste vorkommenden Nummuliten. *Paläontographica*, t. XXX, 1883.

127. **Hauer (Von) F.** — Ueber die von dem Herrn Bergrath W. Fuchs in den Venetianer Alpen gesammelten Fossilien, *Fol. Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. II, p. 109. Wien 1850.*
128. — Ueber die Fossilien der venetianischen Alpen. *Sitzb. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. II, p. 15. Wien 1851.*
129. — Analyse von Braunkohlen aus d. Provinz Vicenza. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Bd. VI-X. Wien 1856-1869.*
130. **Haug, E.** — Die geologischen Verhältnisse der Neocomablagerungen der Puezalpe bei Corvara in Südtirol. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. t. XXXVII, p. 255. 1887.*
131. **Hébert, E.** — Sur les terrains nummulitiques de l'Italie septentrionale et des Alpes. *C. R. Ac. des Sc. 7 Août. Paris 1865.*
132. — Observations sur le terrain nummulitique des Hautes-Alpes, comparé à celui du Vicentin. *Bull. Soc. géol. de Fr., 2^e série, t. XXIX, p. 520. Paris 1872.*
133. — Limite des étages éocène et miocène dans les Alpes. *Bull. Soc. géol. de Fr., 3^e série, t. III, p. 15. Paris 1874.*
134. — Nouvelles recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin. *C.-R. Ac. des Sc. t. LXXXVI, p. 1310 et 1486. Paris 1875.*
135. **Hébert, E. et Munier-Chalmas.** — Recherches sur les terrains tertiaires de la Hongrie et du Vicentin. *C.-R. Ac. des Sc., Tom. LXXXV. Paris 1877.* — *Revue scientifique, 13 et 29 Sept. 1877.* — *Boll. R. Com. geol. d'Italia. Vol. VIII, N^o 9-10. Roma 1877.*
136. — Nouvelles recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin. *C. R. Ac. des Sc. Séances du 27 Mai 1878 et 17 Juin 1878. Tom. LXXXV. Paris 1878.*
137. **Heckel, J.** — Bericht über das Vorkommen fossiler Fische zu Seefeld und Monte Bolca. *Jahrb. d. Geol. Reichs-Anst. Wien 1850.*
138. — Ueber fossile Fische aus Chavion und das geologische Alter der sie enthaltenden Schichten. *Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. XI, p. 322. Wien 1853.*
139. — Ueber eine von Freih. De Zigno hier angelangte Sammlung eocener Fische. *Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. XI. Wien 1855* — *Neues Jahrb. Stuttgart 1855.*
140. **Hörnes, R.** — Aufnahmen in der Umgebung von Belluno, Serravalle, Longarone, Feltre und Agordo. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. p. 241. Wien 1876.* — *Boll. d. R. Com. geol. d'Italia. Nos 11 e 12. Extr. Roma 1876.*
141. — Anthracotherien-Reste von Zovencedo bei Grancona im Vicentinischen. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. N^o 5. Wien 1876.*
142. — Fundorte von Versteinerungen des mittleren und oberen Jura in der Umgebung von Belluno, Feltre und Agordo. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. N^o 7, p. 110. Boll. d. R. Com. Geol. d'Italia, p. 197. Roma 1877.*

143. — Das Vorkommen der ersten Mediterran-Stufe im Val Sugana und in den Monti Euganei. *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. N^o 11. Wien 1877. — Boll. d. R. Com. Geol. d'Italia. N^{os} 9 et 10, p. 372. Roma 1877.*
144. — Beiträge zur Kenntniss der Tertiär-Ablagerungen in den Süd-Alpen. I. Schio-Schichten im Becken von Belluno und in der Umgebung von Serravalle, *Jahrb. d. Geol. Reichs-Anst. Bd. XXVIII. Wien 1878.*
145. **Hombres Firmas (d')**. — Fossiles des Euguées. *Bull. Soc. Géol. de France, 1^{re} sér. Vol. XIX. Paris 1842.*
146. **Lasaulx (Von) A.** — Ueber Eruptivgesteine des Vicentinischen. *Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesell. Bd. XXV. Berlin 1873. Extr. Boll. d. R. Com. Geol. d'Italia. Vol. V, N. 1 e 2, p. 16. Firenze 1874.*
147. **Laube.** — Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen des vicentinischen Tertiärgebietes. *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. XIX. Wien. 1869.*
148. **Leonardelli, G.** — Il Saldame, il Rego e la terra di Punta Merlera in Istria come formazione termica, *Roma 1884.*
149. **Lioy, P.** — Sopra alcuni vertebrati fossili del Vicentino, 8^o. *Milano 1860.*
150. — Il Museo di Storia naturale a Vicenza ed il Coccodrillo Fossile testè scoperto. 16^o, *Rovereto 1865.*
151. — Sopra alcuni avanzi di Plagiostomi fossili del Vicentino e specialmente sull' Aloiopsis plejodon Lioy (Galeus Cuvieri Ag.) *Tav. [1. Atti d. Soc. ital. d. Sc. nat., p. 398, Vol. VIII. Milano 1865.*
152. — Cenni sulle marne fossilifere di Chiavon nel Vicentino. *Atti d. Soc. ital. d. Sc. nat., T. VIII, p. 406. Milano 1865.*
153. — Sulle Clupee fossili di Bolca. *Atti d. Soc. ital. d. Sc. nat., Vol. VIII, p. 410. 1865.*
154. — Sopra un dente di Rinoceronte fossile trovato nell' arenaria grigia di Bolzano nel Bellunese. *Atti d. Soc. ital. d. Sc. nat., Vol. VIII, p. 415. Milano 1865.*
155. — Cenni sopra uno scheletro di Coccodrillo scoperto in Monte Purga di Bolca. *Atti d. Soc. ital. d. Sc. nat., Vol. VIII, p. 593. Milano 1866.*
156. **Loriol, P. de.** — Description des Echinides des environs de Camerino (Toscane). *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, t. XXVIII, n^o 3. Genève 1882.*
157. **Maraschini, P.** — Osservazioni litologiche sui contorni di Schio. *Giorn. dell'ital. letter, T. XXV, p. 8. Padova 1810.*
158. — Observations géognostiques sur quelques localités du Vicentin. *Journ. de Phys., Mars 1822. Bibl. ital. N. 78 e 79. Giugno e luglio. Milano 1822.*

159. — Dei filoni pirossenici del Vicentino. *Bibl. ital.*, N. 78 e 79. *Giugno e luglio. Milano* 1823.
160. — Saggio geologico sulle formazioni delle roccie del Vicentino, 8°. *Padova* 1824.
161. **Marinoni C.** — Di un lembo eocenico nelle falde settentrionali del monte Plauris (Friuli). *Atti d. R. Ist. Ven. d. Sc. ser. v.* 1877.
162. — Contribuzioni alla geologia del Friuli. Ulteriori osservazioni sull' eocene friuliano. *Atti d. Soc. Ital. d. Sc. nat.*, Vol. XXI. *Milano* 1879.
163. **Massalongo, A.** — Schizzo geognostico sulla valle di Progno e torrente d'Ilasi, con un saggio della flora del monte Bolca, 8°. *Collett. dell'Adige. 14. sett.* 1850. *Verona* 1850.
164. — Sulle piante fossili dei terreni terziari del Vicentino, 8°. *Padova* 1851.
165. — Synopsis Palmarum fossilium, 8°. *Prague* 1852.
166. — Sapindacearum fossilium monographia, 8°. *Veronae* 1852.
167. — Sopra un nuovo genere di Pandanee fossili della Provincia di Verona, 8°. *Verona* 1853.
168. — Plantae fossiles novae in formationibus tertiariis Agri Veneti nuper inventae. *Verona* 1853.
169. — De Gramincis in statu fossili brevis commentatio, 8°. *Ratisbonae* 1853.
170. — Monographia delle Dombeyacee fossili finora conosciute, 8°. *Verona* 1854.
171. — Zoophycos novum genus plantarum fossilium, 4°. *Veronae* 1855.
172. — Monographia delle Nereidi fossili del monte Bolca, 8°. *Verona* 1855.
173. — Notiz über neue Localitäten von fossilen Pflanzen im Vicentinischen. *Jahrb. d. K.K. Geol. Reichs-Anst. Verhandl. Wien* 1856.
174. — Sulla lignite della Valle dei Testori nel Comune di Badia Calavena, 12°. *Verona* 1856.
175. — Nuova scoperta di piante fossili nelle province veronesi (Vegroni). *Notizie scientifiche dell'Ibis Anno 1, p. 89. Verona* 1856-57.
176. — Nuova scoperta di piante fossili nelle province veronesi (Ronca), *Notizie scientifiche dell'Ibis. Anno 1. p. 89, Verona* 1856-57.
177. — Descrizione di alcuni Fuchi fossili del monte Spilecco nella Provincia di Verona. *Riv. period. d. lavori d. R. Acc. di Padova. Vol. IV.* 1855-56. *Isis, p. 23. Dresden* 1857.
178. — Studii paleontologici, 8°. *Verona* 1856.
179. — Flora fossile del monte Colle nella Provincia Veronese. *Mem. d. R. Ist. Veneto, Vol. VI. Venezia* 1857.
180. — Vorläufige Nachricht über die neueren palaeontologischen Entdeckungen am M. Bolca. *Neues Jahrb. p. 775. Stuttgart* 1857.

181. — Reliquie della Flora fossile eocena del Monte Pastello. *Atti d. R. Ist. Veneto*, 8°. T. IV, Ser. III, p. 169. Venezia 1858.
182. — Sulle piante fossili di Zovencedo e dei Vegroni. *Lettera al prof R. De Visiani*. Verona, 1858.
183. — Palaeophyta rariora formationis tertiariae Agri Veneti. *Atti d. R. Ist. Veneto*. T. IV, Ser. 2°, p. 729. 1858.
184. — Specimen photographicum animalium plantarumque fossilium Agri veronensis. *Veronae* 1859.
185. — Syllabus plantarum fossilium in formationibus tertiariis Agri Veneti detectarum, 16°. *Veronae* 1859.
186. — Musacearum palmarum que fossilium montis Vegroni sciagraphia. *Mem. d. R. ist. Veneto*, Vol. IX, p. 339. 1860.
187. **Massalango, A. et Visiani (de) R.** — Synopsis Florae tertiariae Novalensis, 8°. *Ratisbonae* 1854.
188. — Flora fossile dei terreni terziari di Novale nel Vicentino. *Mem., d. R. Acc. d. Sc. d. Torino*, 4°, Vol. XVII. Torino 1856.
189. **Meneghini, G.** — *Aturia Spinellii* n. sp. *Boll. Malac. ital. n.* 1 p. 14, 1869.
190. — I Crinoidi terziari. *Atti d. Soc. Tosc. d. Sc. nat.*, Vol. 11. Pisa 1875.
191. **Meneguzzo, G.** — Stratigraphia della Provincia vicentina in correlazione a quella del Veronese e del Trevigiano. *Vicenza* 1868.
192. **Michel Lévy.** — Note sur un basalte riche en zéolithes des environs de Perrier (Puy-de-Dôme). *Bull. Soc. Franc. de Minéralogie*. Janvier 1887.
193. **Michelotti, G.** — Monographia del genere Murex, ossia énumera- zione delle principali specie dei terreni sopracretacei dell' Italia. *Vicenza* 1841.
194. — Etudes sur le miocène inférieur de l'Italie septentrionale, 4°. *Haarlem* 1861.
195. **Mojsisovics von Mojsvar.** — Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien, 8° avec carte en 6 feuilles. *Vienne* 1879.
196. — Zur Karstgeologie. *Verh. d. K. K. geol. Reichsanst.* 1881. p. 65.
197. **Molin, R.** — Sulle reliquie d'un Pachyodon dissotterrato a Libano presso Belluno. *Sitzb. d. K. Akad. Wiss. Bd. XXXV*, p. 117 *Wien* 1859.
198. — De Rajidis tribus Balcanis, *Sitzb. d. K. Akad. d. Wiss. Bd. XLIII*. *Wien* 1860.
199. **Molon, F.** — Sopra gli schisti bituminosi e combustibili fossil. dell'Alta Italia. *Atti d. R. Istit. Veneto*, 8°. Vol. XI, ser. 3°, p. 72. Venezia 1865.
200. — Sulla flora terziaria delle Prealpi Venete. Considerazioni in rapporto alla genesi della flora vicente ed alle anteriori condi- zioni fisico-geografiche. *Mem. d. Soc. Ital. d. Sc. nat.* 4°, T. II, N. 3. *Milano* 1867.

201. — Cenzo critico sul Catalogo dei corallari fossili del terreno nummulitico-delle Prealpi Venete del dott. A. D'Achiardi. *Vicenza* 1867.
202. — Rapports synchroniques des Flores Tertiaires Françaises avec celles des Préalpes Vénitiennes. *Assoc. Française pour l'avanc. d. Sc., Congrès de Paris* 1878. *Paris* 1878.
203. **Munier-Chalmas.** — 1877-1878, v. **Hébert.**
204. — Observations sur les Algues calcaires appartenant au groupe des Siphonées verticillées (Dasycladées Harv.) et confondues avec les Foraminifères. — *C. R. Ac. Sc. vol. LXXXV*, 1877, p. 814. (Dactylopora, etc.). *Paris.*
205. — Observations sur les Algues calcaires confondues avec les Foraminifères et appartenant au groupe des Siphonées dichotomes. — *Bull. Soc. Géol. de France, 3^e Série, tome VII*, 1879, p. 354 et 661. (Ovulites, etc.). *Paris.*
206. — Etudes sur les Nummulites lævigata, planulata, variolaria, irregularis et sur les Assilina granulata et spira, etc. (Sur le dimorphisme des Nummulites), *Bull. Soc. Géol. de France, 3^e Série, vol. VIII*, 1880, p. 300. *Paris.*
207. — Sur l'âge danien des couches de la Scaglia. *Bull. Soc. Géol.; 3^e série, t. XVI*, p. 820. *Paris* 1888.
208. — Description de mollusques nouveaux des Alpes vénitiennes du Frioul et de l'Istrie. *Bull. Soc. Géol. de Fr. 3^e S., t. XIX*, 1891.
209. — Observations sur les Rudistes de l'Alpago, du Frioul et de l'Istrie. *Ibid.*
210. — Remarques sur quelques Echinides nouveaux du Vicentin, du Frioul et de l'Istrie. *Ibid.*
211. — Sur le genre Polyphysella (nouvelle forme d'Algue calcaire de l'Eocène inférieur du Frioul). *Ibid.*
212. **Munier-Chalmas et Schlumberger.** — Note sur les Alvéolines des terrains tertiaires des Alpes Vénitiennes et de l'Istrie. *Ibid.*
213. **Murchison, R. I.** — On the relation of the tertiary and secondary rocks forming the southern flanks of the tyrolese Alps near Bassano. *Philos. Magaz. and Ann.* 8°. *London* 1829.
214. **Nicklès, R.** — Note sur quelques gisements sénoniens et daniens du Sud-Est de l'Espagne. *Bull. Soc. Géol. 3^e Sér., t. XVII*, p. 824.
215. **Nicolis, E.** — Scoperta di una fauna eocenica nei tufi basaltici di Costagrande. *Corr. d. Settimana. N.3. Verona* 1877.
216. — Note sulle formazioni eoceniche comprese fra la Valle dell'Adige, quella d'Ilasi ed i Lessini. *Estr. dalla Cronaca Alpina*, 1878-79, 16°. *Verona* 1880.
217. — Carta geologica della provincia di Verona, 4 f. 1/75000. *Verona*, 1882.

218. — Sistema liasico-giurese della provincia di Verona. *Accad. d'agric. arti e commercio di Verona. Ser. III. Vol. LVIII. fasc. II. In-8° Verona* 1882.
219. — Note illustrative alla carta geologica della provincia di Verona. *In-8°. Verona* 1882.
220. — Oligocene e miocene nel sistema del Monte Baldo. *In-8° Verona* 1884.
221. Le marne di Porcino veronese ed i loro paralleli. *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, lettere ed arti. Ser. VI. t. V. Venezia* 1887.
222. **Nicolis, E. e Parona, C. F.** — Note stratigrafiche e paleontologiche sul Giura superiore della provincia di Verona. *Boll. Soc. Geol. Ital. Vol IV. Roma* 1885.
223. **Parona, C. F.** — Di alcuni fossil del Giura superiore di Caprino e di Longarone nel Veneto. *Atti del R. Istituto Veneto di Sc. Lett. ed Arti. Ser. V. Vol. VI. Venezia* 1880.
224. — Sopra alcuni fossili del Biancone Veneto. *Atti d. R. Ist. ven. di sc., lett. ed arti, Ser. VII, t. I. Venezia*, 1890.
225. **Pasini, L.** — Ricerche geologiche sull'epoca alla quale se deve riferire il sollevamento delle Alpi Venete, 4°. *Ann. d. Sc. d. R. Lomb. Ven. Padova* 1831.
226. — Osservazioni geologiche fatte nel Vicentino. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Tom. II., Ser. 1, p. 15.* 1841.
227. — Alcune considerazioni geologiche sulle alpi Venete in occasione di una recente opera del sig. Guglielmo Fuchs. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Tom. III, Ser. I, p. 163. Estr.* 1844-45.
228. — Sopra alcuni rapporti delle Alpi con altre montagne. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Tom. VI, Ser. 1.* 1846-47.
229. — Notiz über eingesendete Petrefacten aus dem Venetianischen. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Verhandl. Bd. X, p. 91. Wien* 1859.
230. **Pellegrini G. e Pizzolari.** — Esistenza del terreno plioceno nella Provincia di Verona. *Collectore dell'Adige, n. 28. Verona* 1855.
231. — Cenni sulla costituzione geognostica del monte Pastello nella Provincia Veronese. *Gazz. uff. d. Verona. Anno III, n. 49.* 1857.
232. **Peters.** — Ueber zwei fossile Wirbel-Thiere « Probatrachus vicentinus » und « Hemitricha schisticola » aus den Tertiärbildungen von Ponte bei Lavarda im Vicentinischen. *Monatsbericht der Berliner Akademie, p. 675. Berlin* 1877.
233. **Pilla, L.** — Schiarimenti sopra alcune questioni risguardanti il terreno cretaceo delle Alpi Venete. *Il Cimento, Pisa* 1845.
234. Notice sur le calcaire ammonitifère de l'Italie. *Bull. Soc. Géol. de France, 2^e Sér., T. IV. Paris* 1847.
235. — **Pirona, G. A.** — Lettere geologiche sul Friuli, 8°. *Annotatore Friulano. Estratto. Aprile* 1856.

236. — Cenni geognostici sul Friuli, 16°. *Ann. Assoc. Agrar. Friul. Udine* 1861.
237. — Synodontes, nuovo genere di Rudiste. *Atti d. R. Istit. Ven. di Sc., Tom XII, Ser. III.* 1867.
238. — Sopra una nuova specie di « Hippurites ». *Atti d. Soc. ital. d. Sc. Nat., Vol. XI-3. Milano* 1868.
239. — Le Ippuritidi del Colle di Medea nel Friuli, 4°. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc., Vol. XIV. Venezia* 1869.
240. — Sulla costituzione geologica dei monti Euganei. *Atti d. R. Istit. Ven. di Sc., Ser. III, T. XV, T. XVI.* 1871.
241. — Sopra una nuova specie di Radiolite (Rad. forojuliensis). *Atti d. R. Istit. Ven. di Sc., T. I, Ser. V.* 1875.
242. — Schizzo geologico della Provincia di Udine, 8°. *Udine* 1877. — *Boll. R. Com. Geol. Ital. Roma* 1877.
243. — Di una singolare modificazione dell'apparato cardinale di un' Ippurite, 4°, *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc., Vol. XX.* 1880.
244. — Nuovi fossil del terreno cretaceo del Friuli. *Mem. dell' Ist. Veneto di Sc. Litt. ed arti. Vol. XXII. 4°. Venezia* 1884.
245. **Pirona, G. A. e Taramelli, T.** — Sul terremoto del Bullunese del 29 giugno 1873. Relazione. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc. Tom. II, Ser. IV, p. 1511.*
246. **Pomel.** — Classification méthodique et genera des Echinides vivants et fossiles, 4°. *Alger* 1883.
247. **Rath. (Vom), G.** — Ueber die Quecksilbergrube Vallalta in den venetianischen Alpen, *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesell., p. 121. Berlin* 1864.
248. — Das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873. *Neues Jahrb. p. 705. Stuttgart* 1873.
249. **Reuss (Von), A. E.** — Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen. — I^{te} Abth. Die fossilen Anthozoen der Schichten von Castelgomberto. *Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Band XXVIII. Wien* 1868. II^{te} Abth. Fossile Anthozoen und Bryozoen von Crosara. *Ibid. Band XXIX.* 1869. — III^{te} Abth. Fossile Anthozoen von S. Giovanni Ilarione und Roncà. *Ibid. Band XXXIII, 1874. Wien* 1868-1874.
250. **Reyer, E.** — Die Euganeen. Bau und Geschichte eines Vulcans, 8°. *Mit geologischer Karte. Wien* 1877.
251. **Rio (Da), N.** — Notizie orittologiche sopra la Valle di Valdagno. *Opusc. scelti sulle Sc. ed Arti, T. XIV. Milano* 1791. — V. *aussi A. Fortis* : Mémoires pour servir à l'histoire naturelle de l'Italie, T. I. *Paris* 1802.
252. — Quelques observations sur le gisement des Trachytes en général, etc. *Mem. d. R. Acc. d. Sc. di Torino, Vol. XXXIV.* 1825.
253. — Dei rapporti della calcarea colla trachite nei monti Euganei. *Ann. d. R. Lomb. Ven., T. I.* 1831.
254. — Orittologia Euganea, 4°, con una carta geologica. *Padova* 1836.

255. — Intorno ad un Ippurite trovata nella scaglia degli Euganei. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc. Ser. 1^o. Venezia* 1844.
256. **Roemer, F.** — Geologische Ausflüge über Wien, Triest, Padua, M. Spitz, Recoaro. *Neues Jahrb. p. 809. Stuttgart* 1857.
257. **Salmon.** — Sur la nature des monts Euganéens et la théorie des laves compactes. *Vérone* 1817.
258. **Schlüter, A.** — Ueber einige aufgewachsene Crinoiden von Spilecco. *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesell. Bd. XXVI, p. 957. Berlin* 1874.
259. **C. Schwager.** — Die Foraminiferen aus den Eocænablagerungen der libyschen Wüste und Aegyptens. *Palaeontographica, t. XXX. 1883.*
260. **Scortegagna, F. O.** — Sulla formazione geologica della collina detta « la Favorita » presso Lonigo. *Riv. period. d. lavori d. Acc. di Padova* 1836.
261. **Secco, A.** — Guida geologico-alpina di Bassano e dintorni, 16^o. *Bassano* 1880.
262. **Senoner, A.** — Enumerazione sistematica dei minerali delle provincie Venete. *Atti d. R. Istit. Ven. di Sc., Tom. VIII, Ser. 3^a. 1863.*
263. **Serpe, A.** — Enumerazione dei fossili raccolti nel Vicentino e nel Veronese. *Vicenza* 1787.
264. **J. Seunes.** — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Eocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du sud-ouest de la France. *Thèse. Paris* 1890.
265. **Sismonda, E.** — Osservazioni sopra una nota del prof. Catullo intorno agli Echinidi fossili della Creta e del terreno terziario delle Alpi Venete. 1842.
266. **Stache, G.** — Die Eocengebiete in Inner-Krain und Istrien. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. t. X. p. 272, t. XIV. p. 11, t. XVII. p. 243. 1859, 1864, 1867.*
267. — Die liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte, *Abhandl. der K. K. Geol. Reichs. Bd. XIII, Heft 1. Wien* 1889. *V. aussi: Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1867, p. 39, 62. 1871, p. 206. 1872, p. 115, 215, 316. 1874, p. 17. 1875, p. 148, 334. 1880, p. 140, 195. 1882, p. 149. 1886, p. 61, 385. 1888, p. 42, 49, 255.*
268. **Stefani, St. (de).** — Fossilfunde aus dem Veronesischen. *Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1883. p. 76.*
269. **Stiehler, A. G.** — Palaeophytologiae statum recentem exemplo Monocotyledonearum et Dicotyledonearum angiosp. gamopetal. manifestum factum, summatim, etc. *Atti d. R. Istit. Ven. Ser. 3^o, Tom. XIII, Tom. XIV, Tom. XV. 1869-70.*
270. **Suess, E.** — Ueber die Gliederung des Vicentinischen Gebirges. *Sitzungsab. d. K. Akad. d. Wiss. Band. LVIII. Wien* 1868. — *Atti d. Soc. Ital. d. Sc. Nat. Vol. XI. Milano* 1868. — *V. Aussi: Vicenza* 1868.

271. **Szabo, J.** — Jelentés az 1865 : Relations des observations faites dans les Euganéés dans les mois de Septembre et Octobre 1865. *Actes de l'Acad. R. Hongroise de Pesth. Section d. Sc. Phis. et-Mat., Vol. IV, p. 479.* 1865-68.
272. **Taramelli, T.** — Sulla orografia della provincia di Udine. *Ann. Scient. d. R. Istit. tecn. di Udine, Vol. I.* 1867.
273. — Osservazioni stratigrafiche sulle valli dell'Aupa e del Fella. *Ann. d. R. Istit. Tecn. di Udine. Vol. II,* 1868.
274. — Sopra alcuni Echinidi fossili cretacei e terziarii del Friuli. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc. Ser. 3^a, Tom. XIV. Venezia* 1869.
275. — Osservazioni stratigrafiche sulle valli del Degano e della Vinadia in Carnia. *Ann. d. R. Istit. tecn. di Udine, Vol. III.* 1869.
276. — Sulla formazione eocenica del Friuli. *Atti d. Acc. di Udine. Ser. 2^a, Vol. I.* 1870.
277. — Una passeggiata geologica da Conegliano a Belluno. *Giorn. d. prov. di Belluno, Maggio* 1871.
278. — Panorama geologico del Friuli da Moruzzo. *Lit. Passero. Udine* 1872.
279. — Cenni geologici sul Circolo di Corizia. *Seitz. Udine* 1872.
280. — Escursioni geologiche fatte nell'anno 1871. *Ann. Scient. d. R. Istit. tecn. di Udine, Vol. V.* 1872.
281. — Cenni sulla formazione della « Terra rossa » nelle Alpi Giulie meridionali. *Atti di. Soc. Ital. d. Sc. Nat., Vol. XV, p. 542.* Milano 1873.
282. — Escursioni geologiche fatte nell'anno 1872. *Ann. Scient. d. R. Istit. tecn. di Udine, Vol. VI. Udine* 1873.
283. — Appunti sulla storia geologica dell'Istria e delle Isole del Quarnero. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc. Vol. III, Ser. IV.* 1874.
284. — Di alcune condizioni stratigrafiche ed orografiche della provincia di Udine. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Ser. 5^a, Tom. I, p. 381.* Venezia 1875.
285. — Costituzione geologica della provincia di Udine. *Ann. Statist. p. l. prov. di Udine. Vol. I. Udine* 1876.
286. — Catalogo ragionato delle rocce del Friuli, 4^o. *Mem. d. R. Acc. d. Lincei; Class. d. Sc. fis. e mat., Ser. 3^a, Vol. I.* Roma 1877.
287. — Appunti geologici sulla provincia di Belluno. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat., Vol. XXI, Milano* 1879.
288. — Carta geologica del Friuli. 1/20000. Spegazione della carta geologica del Friuli (Provincia di Udine). *Pavia* 1881.
289. — Carta geologica della Provincia di Belluno.
290. — Note illustrative alla carta geologica della Provincia di Belluno. 18^o *Pavia* 1883.
291. — Geologia delle provincie Venete. Con carte geologiche e profili. 4^o *Mem. della R. Accad. d. Lincei, Roma* 1882.

292. **Taramelli, T. e Cossa, A.** — Sui Combustibili fossili del Friuli. *Ann. Scient. d. R. Istit. tecn. di Udine, Vol. I, 1867.*
293. **Ach. Tellini.** — Le Nummuliti della Majella delle Isole Tremiti e del Promontorio di Gargano. *Boll. Soc. geol. Ital. Vol. IX. fasc. 2. 1890.*
294. **Toucas, A.** — Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ar-dèche. *Bull. Soc. Géol. de France. 3^e Sér. t. XVIII. p. 560.*
295. **Tournouër, M. R.** — Sur le calcaire à Astéries et sur les rapports paléontologiques avec certains terrains tertiaires de l'Italie septentrionale. *C. R. Ac. des Sc., 31 Juillet 1865. Paris.*
296. **Vacek, M.** — Die Sette Comuni im Venetianischen, *Verhandl. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. N. 12. Wien 1877. Boll. d. R. Comit. Geol. Ital., Vol. VIII, N. 11 e 12, page 430. (Estratto-Roma) 1877.*
297. — Vorlage der Karte der Sette Comuni. *Verhandl. K. K. Geol. Reichs-Anst., N. 12. Wien 1877.— Boll. d. R. Comit. Geol. Ital. Vol. VIII, N. 11 e 12, p. 430 (Estratto). Roma 1877.*
298. **Verneuil (de) et Ed. Collomb.** — Explication de la Carte géologique d'Espagne. 1869.
299. **Visiani (De), R.** — *Palma pinnatae Agri Veneti, 4^o. Mem. d. R. Istit. Ven. di. Sc., Vol. XI. 1864.*
300. — *Sopra una nuova specie di Palma fossile (Latanites Maximiliani Vis.) Atti d. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. Napoli, Vol. III. 1867.*
301. — *Due nuovi generi di piante fossili. Riv. period. d. Acc. di Padova, Vol. XIX. 1869.*
302. — *Di alcuni generi di piante fossili, 4^o. Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc., Vol. XVIII. Venezia 1875.*
303. **Volta, S.** — *Ittiolitologia veronese. fol. gr. Verona 1796.*
304. **Zaccagna.** — *Sulla geologia delle Alpi occidentali. Boll. d. R. Com. geol. d'Ital. Ser. II, T. VIII, 1887.*
305. **Zigno (De), A.** — *Alcune osservazioni geologiche fatte nel Cadore. Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Tom. IV., Ser. 1^a, p. 39. 1844-45.*
306. — *Sur les Criocères de la « Scaglia » et sur les Pentacrinites trouvés dans la brecciole de Val Pulicella dans le Véronais. Bull. Soc. Géol. de Fr., 2^e Sér., Tom. II, page 573. Paris 1845.*
307. — *Lettre à M. Viquesnel sur deux fossiles trouvés dans la Craie des Monts Euganéens. Bull. Soc. Géol. de Fr., 2^e Série, Vol. II, page 356. Paris 1845.*
308. — *Intorno alla non promiscuita dei fossili fra il Biancone e la Calcarea ammonitica delle Alpi Venete. Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc., Ser. 1^a, Tom. V, p. 579. 1846.*
309. — *Intorno ai Cenni del Prof. Cattulo sopra il sistema cretaceo delle Alpi Venete, 8^o. Riv. period. d. Acc. di Padova. 1846.*
310. — *Osservazioni sul terreno cretaceo dell'Italia settentrionale. N. saggi d. Acc. di Padova, Vol. VI. Gennaio 1846.*

311. — Sur les terrains stratifiés des Alpes Vénitiennes. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2^e Série, Vol. IV, page 1100. Paris 1847.
312. — Nouvelles observations sur les terrains crétacés de l'Italie septentrionale. *Bull. Soc. Géol. de Fr.* 2^e Sér. Vol. VII, page 27. Paris 1849.
313. — Coup-d'œil sur les terrains stratifiés des Alpes Vénitiennes, 4^o. *Naturw. Abhandl. v. Haidinger Bd. IV*, Wien 1850. — *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Band. I*. Wien 1851. — *Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, Vol. VI. 1850.
314. — Notizen aus den venetianer Alpen. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichs-Anst. Bd. III*, page 171. Wien 1852.
315. — Des poissons et des plantes fossiles des Sette Comuni. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e Série, T. X. Paris 1853.
316. — Prospetto dei terreni sedimentari del Veneto. *Atti. d. R. Istit. Ven. d. Sc.*, Tom. IV, Ser. 3^o, p. 8. Venezia 1858.
317. — Sulla costituzione geologica dei monti Euganei, 8^o, page 120. Padova 1861.
318. — Annotazioni paleontologiche. Interno di resti di Mastodonte trovati nel Veneto, 4^o. Padova 1870.
319. — Annotazioni paleontologiche : Pesci fossili nuovi del calcare eoceno dei monti Bolca e Postale, 4^o. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc. Vol. XVIII*. 1874.
320. — Catalogo ragionato dei pesci fossili del calcare eoceno di monte Bolca e monte Postale, 8^o. *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc.* 1874.
321. — Annotazioni paleontologiche : Sireni fossili trovati nel Veneto. 4^o. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc. Venezia* 1875.
322. — Annotazioni paleontologiche : Sopra i resti di uno Squalodonte scoperti nell' arenaria miocena del Bellunese. *Ibid.* 1876.
323. — Sur les Siréniens fossiles de l'Italie. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e Sér., T. VI, p. 66. Paris 1877.
324. — Annotazioni paleontologiche : Aggiunte alla Ittiologia dell' epoca eocena. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc.*, Vol. X. 1878. — *Atti d. R. Istit. Ven. d. Sc.*, Tom. III, Ser. 5, page 1250. Estratto. 1877.
325. — Sopra un primo cranio di « Haliterium » trovato nei terreni eocenici d'Italia. *Atti. d. R. Istit. Ven. d. Sc.*, Tom. III, Ser. 5^a, page 496. 1877.
326. — Sulla distribuzione geologica e geografica delle conifere fossili. *Riv. period. d. Acc. di Padova*, Vol. XXVII. Padova 1878.
327. — Nuove osservazioni « sull'Halitherium veronese Zig. » 4^o. *Mem. d. R. Istit. Ven. d. Sc.*, Vol. XXI. Venezia 1880.
328. — Sopra un cranio di coccodrillo scoperto nel terreno eocenico del Veronese, 4^o. Roma 1880.
329. — Sui vertebrali fossili dei terreni mesozoici delle Alpi Venete. *Memoria letta alla Regia Accademia di Sc. lett. ed arti di Padova*. 1883.

330. — Sopra uno scheletro fossile di *Myliobates* esistente nel museo Gazola in Verona. *Mem. dell' Ist. Veneto di sc., lett. ed arti.* Vol. XXII. Venezia 1885.
331. — Due nuovi pesci fossili della famiglia dei Balistini scoperti nel terreno eoceno nel Veronese. *Mem. d. Soc. ital. d. sc. Ser. III, t. VI. Napoli* 1884.
332. Zittel. — Geologische Beobachtungen aus den Central-Apeninen, in *Benecke Geognost.-palaontol. Beitr. t. II. n° 2*, 1869.
333. Zittel, K.-A. — Beiträge zur Geologie und Palæontologie der Libyschen Wüste und der angrenzenden Gebiete von Ægypten. *Palæontographica*, t. XXX. Cassel 1883.
-

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION	1

PREMIÈRE PARTIE

Stratigraphie.

TERRAINS JURASSIQUE SUPÉRIEUR, CRÉTACÉ ET TERTIAIRE DU VICENTIN

GÉNÉRALITÉS	1
TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR	3
Tithonique.	4
TERRAIN CRÉTACÉ.	9
Néocomien.	9
Albien, Cénomancien, Turonien, Senonien	10
Danien.	10
TERRAINS TERTIAIRES	14
Généralités	14
Caractères paléontologiques généraux des formations nummulitiques du Vicentins	16
Eocène.	26
Eocène inférieur.	26
Eocène moyen	37
Eocène supérieur	62
OLIGOCÈNE.	66
Infratongrien.	67
Tongrien	71
Aquitaniens	75
MIOCÈNE	76
Langhien	76
Résumé	78
Résumé — Terrain nummulitique (Eocène)	82

DEUXIÈME PARTIE

Pétrographie.

GÉNÉRALITÉS	92
Roches volcaniques des Monts Euganeens.	94

Roches volcaniques du Vicentin	1
ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES PRINCIPALES ROCHES VOLCANIQUES	1
Basaltes paraissant en rapport avec les assises de l'Eocène inférieur	2
Basaltes paraissant en rapport avec les assises de l'Eocène moyen	3
Basaltes paraissant en rapport avec les assises de l'Eocène supérieur	4
Basaltes paraissant en rapport avec les assises de l'Oligocène	5
Classification des roches étudiées	6
MÉTAMORPHISME	7
Actions exercées par les basaltes ordinaires	8
Actions exercées par les basaltes ophitiques	9
ÉTUDE DES BRECCIOLES	10
Relations des breccioles augitiques avec les basaltes qui leur ont donné naissance	11
Relations stratigraphiques et composition minéralogique des breccioles fossili- fères de l'Eocène et de l'Oligocène	12
Breccioles et tufs volcaniques de l'Eocène inférieur	13
Breccioles et tufs volcaniques de l'Eocène supérieur	14
Breccioles et tufs volcaniques de l'Oligocène	15
Résumé général sur les Breccioles	16

ERRATA

Page 4, ligne 12, au lieu de (*Astartien*) lisez (*Virgulien*).

Pages 15, 64, 68, 69, 71, 89, 90, etc., au lieu de *Nummulites Tournoueri*
lisez *Nummulites sub-Tournoueri*.