

UN COIN INTÉRESSANT DU TERTIAIRE D'ITALIE

PAR

le Dr **Federico Sacco**

Professeur de Paléontologie à l'Université de Turin.

PLANCHE I.

Au cours de l'étude dont je m'occupe depuis quelques années sur les terrains tertiaires italiens, surtout dans le Piémont, où ils se présentent en une série superbement typique et où ils renferment souvent une très grande quantité de fossiles bien conservés, j'ai eu l'occasion de rencontrer une région spéciale, très curieuse au point de vue géologique, puisque, dans des limites de quelques kilomètres carrés, elle présente, non seulement la série tertiaire complète, à partir de l'Éocène jusqu'au Quaternaire, mais elle offre encore, dans presque tous ses étages géologiques, une grande richesse de fossiles.

C'est en vue de ces considérations que je crois opportun de présenter une étude spéciale sur cette petite, mais très importante région, véritable bijou géo-paléontologique, d'autant plus qu'elle se trouve à peu de distance de Turin, ce qui pourra à l'avenir la rendre le but, dirai-je, d'un pèlerinage scientifique des géologues et des paléontologues qui, passant par le Piémont, désirent se faire une idée, en une seule journée, de toute la série tertiaire piémontaise et d'en recueillir les fameux fossiles miocéniques et pliocéniques.

La région de collines dont il s'agit ici se trouve dans la partie orientale des collines de Turin, entre les pays de Castelnuovo et de Coccinato. On peut la caractériser stratigraphiquement comme étant constituée par un anticlinal étroit et irrégulier, dont l'axe principal est dirigé approximativement de l'Est à l'Ouest. Dans le point central de cet ellipsoïde irrégulier de soulèvement, apparaît l'Éocène, à stratifi-

cation fortement troublée ; sur celui-ci s'appuient les terrains miocéniques, puissamment soulevés, surtout les inférieurs, mais à stratification assez régulière.

Les étages miocéniques pendent naturellement dans tous les sens puisqu'il s'agit ici d'un centre de soulèvement, mais les inclinaisons vers le Nord d'un côté et vers le Sud de l'autre prédominent.

Sur le côté méridional de l'ellipsoïde de soulèvement éo-miocénique que je viens d'indiquer s'appuient, très régulièrement, mais avec une inclinaison assez faible, les terrains pliocéniques qui, se développant ensuite notablement vers le Sud, vont constituer les fameuses collines de l'Astesan.

Ayant ainsi donné un coup d'œil synthétique sur la tectonique de la région que nous voulons étudier, nous allons maintenant examiner individuellement chaque horizon géologique, en commençant par les plus anciens.

Les noms des localités que j'indique ont été relevés sur les cartes topographiques récentes à l'échelle de 1/25000.

LIGURIEN.

Les terrains qui constituent le noyau de soulèvement de la région ici étudiée appartiennent à l'Éocène médio-inférieur ou *Ligurien*, qui correspond en grande partie au *Parisien* (1), avec les caractères ordinaires qu'il présente presque partout dans l'Apennin italien, savoir, qu'il est constitué par des *argille scagliose* (argiles écailleuses) et des *galestri* (marnes argileuses) à teintes variées, mais où le noir prédomine ; parmi les *galestri* alternent aussi des bancs de calcaire (*calcare alberese*) et des bancs de grès fin ou *macigno*.

A cause de la compression puissante subie par ces terrains et de leur peu de résistance, ils se présentent actuellement avec des stratifications généralement très altérées et bouleversées ; les bancs durs, soit gréseux, soit calcaires, sont devenus fragmentaires et réduits en débris qui se rencontrent épars presque partout à la surface du sol. Dans certains points, cependant, il est encore possible d'observer les bancs *liguriens* en place, comme de temps en temps, au fond du Val Rio Freddo, où viennent à jour les bancs de *macigno* fortement soulevés, et aussi au fond de Val du Fabiasco où, peu au Nord du Moulin del Rocco l'on voit, parmi les *galestri* bruns, les bancs de *calcare alberese*, inclinés d'environ 50° vers le Nord-Nord-Ouest. Au Val Fabiasco,

(1) F. SACCO. *Le Ligurien*. Bull. Soc. Géol. de France. 1889.

vers Braja, l'on voit les bancs de *calcare alberese* incliner d'environ 60° vers l'Est-Nord-Est; ce qui nous explique l'anse formée par le *Ligurien* dans cette vallée.

Cette région ligurienne présente un facies spécial de zone désolée, à cause des argiles qui s'éboulent, glissent, se fendent continuellement et ne peuvent, par conséquent, s'adapter à aucun genre de culture : en un mot, nous avons ici à une échelle réduite la reproduction parfaite du triste paysage qui prédomine dans l'Apennin italien.

Il est très important de noter ensuite, pour compléter la constitution typique du *Ligurien* dans ces régions, que l'on voit aussi affleurer, au fond du Rio Freddo, trois petites lentilles de *Diabase* altérée, ou *Gabbro*, parfois avec passage à la *Serpentine*. Il s'agit cependant d'affleurements de la largeur de quelques mètres carrés à peine, de manière qu'ils pourraient, tout d'abord, sembler n'être que de gros cailloux provenant des terrains miocéniques qui sont au-dessus.

La lentille diabasique la plus méridionale est recouverte par un banc de *macigno* incliné vers le Sud-Sud-Est; la lentille du milieu, située un peu vers le Nord-Ouest de C. Gerbasso, supporte aussi des bancs de *macigno* fortement soulevés; enfin, la lentille la plus septentrionale, représentée par un véritable *Gabbro* rouge, gît à la limite du *Ligurien* avec le *Tongrien*, près du Moulin de Rio Freddo.

Les fossiles de cette zone ligurienne consistent seulement en empreintes de fucoides, qui se rencontrent parfois sur les dalles arénacées et à la surface de certains bancs des *calcarei alberesi*.

Cependant, dans le *Ligurien* supérieur, on rencontre parfois des lentilles de brèches et de conglomérats à petits éléments, avec des restes d'Orbitoïdes, de Nummulites, d'Assilines (*A. mamillata*), etc.

BARTONIEN (1).

Au Nord et au Sud de l'affleurement ligurien, apparaît une zone de terrains bartoniens qui, quoique peu développés, sont cependant assez intéressants.

(1) Tandis que l'on croit généralement, jusqu'à présent, que le *Bartorien* est antérieur au *Ligurien*, mes études sur le Tertiaire piémontais m'ont prouvé qu'il recouvre, au contraire, le *Ligurien*. Par conséquent, n'étant pas complètement certain que cette formation, qu'en Europe on rattache jusqu'ici au *Bartorien*, puisse se paralléliser parfaitement avec cet horizon typique de l'Angleterre, je lui ai donné provisoirement le nom de *Gassinien*, (Voir le *Bacino Terziario del Piemonte — Bibliografia ed Eocene 1888*), nom dont je ne me sers pas pour le moment afin de ne point créer de confusion par des appellations nouvelles.

La zone bartonienne méridionale est réduite à une simple bande, souvent très minime, de marnes grisâtres, fortement inclinée vers le Sud ; l'on peut surtout observer ces marnes au fond du Val Fabiasco, où elles passent graduellement aux grès fossilifères du *Sestien*.

La zone bartonienne septentrionale est beaucoup plus importante. Elle apparaît dans la haute vallée Fabiasco, au débouché de Val Foreste, avec son facies typique de marnes gris-verdâtres, qui s'éboulent aisément ; dans cette localité, parmi les marnes bartoniennes, l'on rencontre de petites couches gréseuses calcaires avec des *Nummulitidées*, des *Lithothamniums*, des gros *Pectens*, etc.

Plus au Sud, à droite de Val Fabiasco, continue le développement de la zone bartonienne, à la base de laquelle l'on voit apparaître des lentilles gréseuses et graveleuses, très riches en *Nummulitidées* ; mais on observe son plus grand développement dans les vallons de C. Roasio, vallons qui sont très profonds précisément à cause de la grande facilité avec laquelle ce terrain s'éboule. Cette circonstance, toutefois, le met bien à découvert et l'étude en devient facile dans tous ses détails.

Sur le sommet des collines de Borgata Roasio, la formation bartonienne est recouverte en grande partie par des terrains oligocéniques qui s'avancent beaucoup au Sud, à cause de l'inclinaison, parfois assez faible, de ses bancs.

Entre Borgata Curone et l'église de S. Maria, l'on rencontre de nouveau, parmi les marnes, des bancs puissants sableux jaunâtres et aussi des bancs arénacés et passant au poudingue, souvent très riches en *Nummulitidées*.

L'on rencontre enfin un nouveau développement de la formation bartonienne dans la vallon très encaissé au Sud de Borgata Canuto jusqu'à son débouché dans le Val Rio Freddo ; dans cette localité les bancs, fort soulevés, presque toujours inclinés de 60° ou 70° vers le Nord-Ouest ou vers l'Ouest, sont aussi mis à découvert dans tout leur développement et par conséquent très favorables pour un examen détaillé et pour la recherche des fossiles.

Dans cette localité on trouve principalement les fossiles réunis dans plusieurs couches calcaires, arénacées, blanchâtres, qui ressortent nettement parmi les marnes plus ou moins sableuses grisâtres ; ces fossiles sont constitués par des accumulations de *Lithothamniums* avec des *Nummulites*, des *Orbitoïdes*, des *Heterostegines* etc. ; l'extraction des fossiles est assez difficile, à cause de la dureté des roches, mais on peut parfois en rencontrer de libres et d'isolés dans le voisinage immédiat des bancs fossilifères.

Il ne m'a pas encore été donné jusqu'ici de rencontrer dans cette

localité la *Nummulites complanata* ni la *Rotularia spirulœa* que l'on rencontre dans les dépôts contemporains des collines un peu plus au Nord de celles dont nous nous occupons dans cette étude, savoir, dans les collines de Gassino.

SESTIEN.

Les dépôts contemporains des Gypses de Montmartre, d'Aix, en Provence (d'où M. De Rouville tira en 1856 l'appellation de *Sestien, aquæ sextiæ*), des terrains à *Paleotherium*, des terrains sidérolithiques etc., viennent également affleurer localement dans la région que nous examinons ici, constituant un très beau passage entre le *Bartonien* et le *Tongrien*.

Les terrains *sestiens* sont essentiellement constitués par des bancs arénacés, alternant avec quelques bancs marneux, assez concordants avec les terrains qui les renferment et caractérisés spécialement par leur faune particulière à Nummulitidées.

Ils apparaissent à droite de Val Fabiasco, sous le Bricco, où ils pendent légèrement dans la direction générale du Nord-Ouest en formant, par leur dureté, une espèce d'entablement au-dessus des marnes bartoniennes. Les dépôts sableux du *Sestien* se voient assez développés entre le Bricco et C. Roasio, où ils pendent approximativement vers le Nord, et renferment parfois des lentilles arénacées riches en *Orbitoides* de type bartonien.

A l'Ouest ces dépôts sont réduits à une simple bande arénacée qui disparaît parfois complètement sous le *Tongrien*, affleurant tout au plus dans un faible parcours près du Moulin de Rio Freddo, où ils présentent de minces lentilles d'un lignite compacte, très beau.

Du côté méridional de la zone ligurienne le *Sestien*, avec son facies ordinaire éminemment arénacé, affleure çà et là en bandes minces, avec ses couches qui inclinent fortement vers le Sud ou vers le Sud-Est environ. Mais son affleurement le plus important se voit dans le lit du Rio Fabiasco, dans le voisinage immédiat du Molino del Rocco; en effet, dans cette localité les bancs marneux arénacés, très fortement inclinés vers le Sud-Est, avec des désordres stratigraphiques locaux, renferment, outre de petites lentilles sulfureuses, plusieurs couches ligniteuses peu développées, comme on en a déjà observé dans les terrains contemporains de Val Rio Freddo; ces dépôts lignitifères sont, à mon avis, les véritables représentants des dépôts qui, en plusieurs parties de l'Europe, renferment des restes de *Paleotherium*.

Outre ces lentilles lignitifères, la localité ci-dessus signalée est aussi très intéressante parce que, parmi les bancs de grès grossier, l'on peut

faire une récolte de Nummulites et de nombreux Orbitoïdes de type éocénique, et même de plusieurs exemplaires d'*Orbitoïdes stella*, qui est une forme généralement bartonienne ; ce qui nous indique que, paléontologiquement aussi, il y a un passage insensible entre le *Bartonnien* et le *Sestien*.

TONGRIEN.

Sur les terrains éocènes et souvent avec une lacune assez notable, reposent les formations tongriennes, très développées du côté septentrional de l'anticlinal que nous examinons et réduites, au contraire, à quelques bancs du côté méridional ; nous constaterons également un fait semblable pour tous les autres terrains miocéniques de cette région.

Lithologiquement, le *Tongrien* se présente avec des facies très différents, selon le point où on l'observe. En effet, dans le vallon de Rio Freddo, au Nord de la source sulfureuse, sur un parcours d'environ un kilomètre, nous voyons les bancs tongriens, conglomératiques pour la plupart et arénacés, souvent fossilifères et qui, par leur aspect, rappellent beaucoup les dépôts contemporains qui affleurent dans l'Apennin septentrional du Piémont et de la Ligurie.

Les éléments caillouteux sont fort volumineux, surtout dans le voisinage de la source sulfureuse, où les conglomérats susnommés constituent des collines rougeâtres bien distinctes de celles avoisinantes. Dans le vallon que je viens d'indiquer, outre les conglomérats, affleurent aussi des marnes bleuâtres, également fossilifères, des marnes sableuses grisâtres, ainsi que des bancs sableux et arénacés jaunâtres, caractérisés par un grand nombre de petites Nummulites (*N. Fichteli*, etc.).

Dans les collines entre Val Rio Freddo et Val Fabiasco la zone tongrienne est essentiellement formée par des sables puissants et par des grès gris ou jaunâtres, parfois fossilifères, alternant avec une zone de marnes grises. Dans cette formation, comme, par exemple, au Nord de Borgata Bricco, apparaissent parfois çà et là, parmi les sables, des lentilles de cailloux, souvent à surface lisse et luisante, comme s'ils avaient été enduits d'un vernis. On y observe aussi, sur une petite échelle, de fréquents dérangements stratigraphiques, des surfaces luisantes de glissement, etc.

Les bancs gréseux présentent souvent des empreintes variées, entre lesquelles il n'est pas rare de trouver le *Taphrhelminthopsis*.

L'on peut sans doute rapporter au Tongrien quelques couches gréseuses qui se rencontrent sous l'Aquitaniennien typique, entourant sur

un certain espace le Ligurien vers l'Est, sur la gauche de Val Fabiasco.

Dans les collines de Marmorito on voit, spécialement près du cimetière, des bancs arénacés, sableux et marneux, avec quelques cailloux épars, qui semblent encore attribuables au Tongrien, quoique je n'aie pu, jusqu'ici, y rencontrer les fossiles caractéristiques. Je crois devoir noter que l'on voit apparaître parmi ces bancs, pendant environ 20 mètres près du cimetière de Marmorito, six ou sept couches arénacées, fortement inclinées à peu près vers le Sud, de couleur rouge brique, que l'on distingue de loin à cause de leur teinte spéciale : elles ont été mises à jour dans les coupes pour la construction de la route et elles ont l'aspect de formations volcaniques ; mais, en vérité, je crois que cette apparence doit être simplement attribuée à l'action de quelque ancien four à briques datant du moyen âge.

En résumé, l'on peut donc dire que si le peu de zones marneuses indiquées marque des périodes de dépôt tranquille dans une mer assez profonde, en général ; au contraire, la formation tongrienne est représentée par un dépôt de littoral ou de mer basse, comme dans tout le reste du Piémont.

Les fossiles les plus caractéristiques de cet étage géologique sont les Orbitoïdes et les Nummulites, parmi lesquelles abondent la *N. Fichteli* et la *N. intermedia* ; cependant les restes des mollusques n'y sont pas rares (*Ostrea*, *Pecten*, *Crassatella*, *Nassa*, *Turritella*, *Dentalium*, etc.), non plus que ceux d'Échinodermes, d'Anthozoaires, etc. ; en général, cependant, ces fossiles n'y sont pas trop bien conservés.

Pour ce qui concerne la tectonique des affleurements tongriens susdits, elle est très diverse dans les différentes localités, mais en résumé l'on peut dire que ces terrains reposent assez régulièrement sur leur substratum ; en réalité, au Sud de la zone ligurienne on voit les bancs tongriens fortement soulevés, dirigés de l'Ouest à l'Est environ, et inclinés souvent de plus de 60° à 70° vers le Sud ; ils sont inclinés, au contraire, vers le Sud-Est au Val Fabiasco, où la zone tongrienne fait une courbe.

Dans la large zone tongrienne qui s'étend au Nord de l'affleurement ligurien, les couches pendent vers le Nord ou le Nord-Ouest, mais avec de grandes variantes d'inclinaison, se présentant parfois suivant des inclinaisons de 30° à 40° et même moins, comme on voit le plus souvent dans les collines de S. Rocco, du bourg Roasio et de Bricco ; par contre, vers le Val Rio Freddo, les bancs tongriens sont souvent soulevés presque verticalement et dirigés à peu près parallèlement à l'axe de la vallée.

Parmi les localités tongriennes qui présentent la plus grande

quantité de fossiles, nous pouvons citer avant tout le fond de Val Rio Freddo, surtout sur la gauche de la vallée, soit presque vis-à-vis de la bourgade Cavane (où nous trouvons des couches gréseuses conglomératiques pleines d'*Orbitoides*, de *Nummulites*, de *Mollusques*, d'*Anthozoaires*, etc., et des couches sableuses jaunâtres, particulièrement riches en petites *Nummulites*), soit sous le pilier des Canuto, où l'on peut recueillir de nombreux fossiles, dont plusieurs *Anthozoaires*, parmi les marnes bleuâtres englobant irrégulièrement des cailloux grands et petits, soit enfin près de la source sulfureuse où les grès et les puissants conglomérats présentent de très abondantes *Nummulites* et d'autres restes fossiles.

STAMPIEN.

Je crois que l'on doit rapporter au *Stampien* une série de marnes grisâtres fragmentaires, d'aspect farineux, qui apparaissent dans la partie septentrionale des affleurements *tongriens*, que l'on vient d'examiner et qui, étant placées sous les marnes *aquitaniennes*, se relie assez régulièrement aux bancs arénacés sableux, finement stratifiés, du *Tongrien* supérieur, telles que celles que l'on peut bien observer près de C. Bonino (Bricco).

Cet horizon géologique n'a pas une grande importance à cause de son peu d'extension et par suite de ce qu'il ne présente pas de fossiles intéressants.

Ces marnes, par leur peu de consistance et par leur facilité à s'ébouler, donnent naissance à des ravins très étendus et à de nombreux précipices, qui changent continuellement de forme ; ces faits se vérifient aussi pour des causes semblables sur une plus large échelle dans le *Stampien* de l'Apennin septentrional.

L'inclinaison des couches stampiennes est en général assez peu apparente, à cause de la nature du terrain ; cependant là où des petites couches gréseuses apparaissent, on observe que leur inclinaison est assez régulière, plus ou moins vers le Nord, de 40° ou 50°.

Comme conclusion le *Stampien* de la région examinée, comme d'ailleurs de presque tout le Piémont, représente une phase de dépôt tranquille de mer assez profonde.

AQUITANIEN.

La constitution de l'horizon *aquitanien* dans la région examinée varie beaucoup de place en place et très rapidement ; au Nord de l'anticlinal étudié jusqu'ici la formation aquitanienne est représentée presque uni-

quement par des marnes grisâtres ou gris-bleuâtres, assez résistantes, à cassure presque toujours conchoïde et parfois aussi assez fragmentaires, de manière à rappeler de loin les marnes signalées tantôt du *Stampien*. Par contre, dans les collines de Cocconato, l'*Aquitanien*, en changeant complètement d'aspect, se présente comme essentiellement constitué par de puissants bancs sableux, gris-jaunâtre, contenant souvent des fossiles (presque toujours brisés cependant) et alternant parfois avec des bancs ou des lentilles de graviers et de cailloux, dont les éléments sont quelquefois très volumineux, pouvant même atteindre 3 mètres de diamètre.

Cette même constitution peut encore s'observer dans l'*Aquitanien* au fond du Val Fabiasco, mais vers l'Ouest, par contre, l'horizon que nous étudions devient essentiellement sableux et gréseux jusqu'à ce que, dans les collines d'Albugnano, il reprenne la constitution essentiellement marneuse que nous avons observée auparavant.

Nous pouvons donc dire que, dans l'ensemble, la zone *aquitanienn*e est sablonneuse-arénacée au Sud et marneuse au Nord de l'anticlinal étudié, ce qui dépend non seulement d'une différence originaire pendant la sédimentation des terrains, mais principalement de ce que les zones qui affleurent dans les deux régions sont des zones différentes du même puissant horizon.

Les fossiles aquitaniens ne sont pas très importants, soit parce que pour la plupart ils sont brisés, soit parce qu'ils sont peu caractéristiques; on en trouve surtout parmi les sables et les graviers, principalement à la gauche de Val Colobrio, aussi bien que près du Moulin del Rocco et dans les ravins des collines de Cocconato; il s'agit presque toujours d'*Ostrea*, de *Pecten*, de *Balanus*, de *Vermetus*, et d'autres fossiles littoraux. Dans les marnes grises les fossiles sont plus rares.

La tectonique de l'*Aquitanien* est assez régulière car ses bancs forment une ellipse autour du noyau de soulèvement ligurien; cependant, tandis que du côté septentrional ses bancs sont très peu inclinés, parfois seulement de 20°, ou moins encore (ce qui nous explique le grand développement de ce terrain vers le Nord), dans la partie restante de son ellipsoïde; au contraire, l'*Aquitanien*, réduit à une zone mince, présente des couches arénacées puissamment soulevées, jusqu'à plus de 70°, mais ordinairement de 45° ou 50° seulement.

LANGHIEN.

L'horizon *langhien*, assez intéressant tant pour le géologue que pour le paléontologue, ne se présente jamais bien épais dans les collines de Turin; quelquefois même, là où les différents horizons

miocéniques sont plus comprimés et plus amincis, le *Langhien* se réduit à quelques bancs ou même disparaît tout à fait, et tel est justement le cas pour la région que nous examinons ici.

En réalité l'étroite zone langhienne qui, des collines de Sciolze se développe à peu près vers l'Est, s'amincit graduellement jusqu'à ce que dans les collines d'Albugnano elle n'est plus représentée que par quelques couches inclinées d'environ 40° vers le Sud-Sud-Ouest, et enfin même ces couches disparaissent complètement, de sorte que l'*Helvétien* s'appuie directement sur l'*Aquitanién*.

Un phénomène semblable s'observe dans la zone langhienne qui, des collines d'Aramengo, se dirige vers les collines de Cocconato; sauf que, dans ce cas, cette zone présente des bancs fortement soulevés, parfois presque redressés verticalement, et disparaissant au Sud, après avoir traversé le Val Fabiasco.

L'horizon langhien est essentiellement constitué par des marnes dures, fissiles; gris-bleuâtre, qui renferment une quantité de fossiles, tant animaux que végétaux. Cependant les coquilles des Mollusques, surtout des Pélécy-podes, sont déformées par l'écrasement, de manière qu'il devient souvent difficile de les déterminer; les Nucules et la caractéristique *Solenomya Doderleini* Mayer, y sont abondantes; les restes d'Échinides et même de Crustacés n'y sont pas rares. Les débris végétaux sont plus intéressants et sont représentés par des phyllites, qui se rencontrent parfois très abondantes et, presque toujours, assez bien conservées.

Avec ces schistes marneux du *Langhien*, alternent aussi de petites couches arénacées qui altèrent un peu le caractère de dépôt de mer profonde que présente spécialement l'horizon langhien.

HELVÉTIEN.

L'horizon *helvétien*, ou *Miocène moyen* des géologues piémontais, est fameux pour sa richesse extraordinaire en fossiles bien conservés, connus sous le nom générique de fossiles des collines de Turin ou de Superga.

Sa constitution change très notablement suivant les localités; la région que nous examinons maintenant est précisément celle où l'on vérifie dans l'*Helvétien* la transition entre le facies qu'il présente dans les collines de Turin et celui qui s'observe dans les collines de Casal et en grande partie dans l'Apennin.

Dans les collines d'Albugnano, bien connues des collectionneurs de fossiles, l'*Helvétien* est constitué essentiellement par des sables, des

graviers, des molasses, et par des conglomérats peu cimentés, à éléments quelquefois très volumineux ; plusieurs de ceux-ci, à cause de la lente disparition de la gangue sableuse et marneuse qui les enveloppait, se voient actuellement épars çà et là sur la croupe des collines, de manière à donner l'impression de blocs erratiques. C'est seulement dans la partie supérieure de l'*Helvétien* qu'apparaissent des bancs marneux puissants, qui alternent plusieurs fois avec les sables et avec les grès jusqu'à ce qu'ils passent graduellement au *Tortonien*.

L'inclinaison moyenne de ces couches helvétiques est d'environ 40° vers le Sud-Ouest, mais elle varie cependant beaucoup de localité à localité, suivant assez fidèlement l'allure des horizons qui sont au-dessous, de sorte que, dans certains points, l'inclinaison des bancs inférieurs de l'*Helvétien* est même supérieure à 50° ou 60°.

Les collines helvétiques d'Albugnano fournirent environ un cinquième de la collection paléontologique du Miocène moyen du Musée de Turin ; ces fossiles se recueillent surtout parmi les sables et les molasses altérées et friables qui se rencontrent à des niveaux différents dans le voisinage immédiat des villages d'Albugnano, dans les environs de Saint-Antoine, de Sainte-Lucie et dans les ravins profonds adjacents, savoir, particulièrement dans la moitié inférieure de la série helvétique, fait qui d'ailleurs est général pour l'*Helvétien* des collines de Turin.

A l'Est de Bignona, la zone helvétique change rapidement et très notablement d'aspect ; les grands bancs caillouteux font complètement défaut ; de puissantes couches arénacées, jaunâtres, dures, apparaissent et forment la crête de Marmorito et ensuite, vers Cocconato, les marnes compactes, grisâtres, plus ou moins arénacées, prennent une prédominance absolue et se développent ensuite amplement dans les collines de Casal et de Valence, ainsi que dans une grande partie de l'Apennin.

Dans les collines de Cocconato, les bancs helvétiques, sauf ceux des niveaux inférieurs, fortement soulevés, présentent une inclinaison de 25° à 30° vers le Nord-Est environ ; mais, plus au Nord, cette direction change graduellement en formant un demi-cercle complet, de manière à constituer une espèce de bassin helvétique, que l'on peut appeler bassin de Tonengo, d'après le pays qui y est renfermé.

Dans cette région les fossiles helvétiques sont beaucoup plus rares que dans les collines d'Albugnano ; on rencontre cependant parfois des dents de Squale, dont l'abondance constitue justement un des traits caractéristiques les plus généraux de la paléontologie de l'*Helvétien* du Piémont et aussi d'une grande partie de l'Italie. Parmi les foraminifères

de l'*Helvétien* les genres suivants sont spécialement abondants : *Spiroloculina*, *Lagena*, *Nodosaria*, *Dentalina*, *Vaginulina*, *Marginulina*, *Cristellaria*, *Frondicularia*, *Polymorphina*, *Dimorphina*, *Uvigerina*, *Bolivina*, *Globigerina*, *Rotalia*, *Textularia*, etc.

TORTONIEN.

Tandis que l'*Helvétien* représente dans la série tertiaire un horizon essentiellement de mer basse, le *Tortonien*, au contraire, est un véritable dépôt de mer assez profonde et tranquille ; en effet, il est constitué spécialement par des bancs marneux, grisâtres, renfermant peu de restes de Mollusques mais souvent, par contre, une grande quantité de Foraminifères, que l'on obtient aisément par le lavage de la marne.

Le passage entre l'*Helvétien* et le *Tortonien* est presque toujours très graduel, de sorte qu'ici, comme en général, il n'est pas possible de faire une délimitation nette de ces deux horizons géologiques ; elle reste donc toujours quelque peu arbitraire.

La zone tortonienne est assez large vers l'Est et se rétrécit fort notablement vers l'Ouest, à partir du Val Fabiasco, justement à cause du petit ellipsoïde de soulèvement signalé dans les pages précédentes.

L'on doit encore prendre note du fait que, de la bourgade Virone vers l'Ouest, la zone marneuse typique du *Tortonien* reste toujours très restreinte, tandis qu'au contraire sous cette zone se développent de gros bancs arénacés, quelquefois caillouteux, qui ont complètement le faciès de l'*Helvétien*, mais dont les fossiles semblent appartenir plutôt à la faune tortonienne ; de sorte que l'on aurait ici, à peu de choses près, la répétition de ce que l'on observe dans les fameuses collines de Stazzano, du Tortonais.

Ce phénomène est très intéressant non seulement pour le géologue, mais aussi pour le paléontologue, puisque cette zone tortonienne à faciès de mer basse et de littoral se présente très riche en fossiles (particulièrement en coquilles bivalves) ; ce fait est assez rare dans le *Tortonien* du Piémont ; les localités fossilifères plus importantes sont le voisinage de la bourgade Virone et de Tetti Borelli, aussi bien que les collines de Moncucco jusqu'au Bric S. Paolo, de Marentino jusqu'à Villa Majolo et de Montaldo jusqu'à Tetti Gajotto, mais déjà en dehors de la carte géologique (*Voir planche I*) jointe à ce travail.

Cette faune tortonienne, précisément à cause de la nature littorale du dépôt qui la renferme, ne correspond pas absolument à la fameuse faune typique tortonienne de Stazzano et S. Agata, mais elle paraît plutôt une faune de passage entre la faune tortonienne et celle de l'*Helvétien* supérieur.

MESSINIEN.

Sur le *Tortonien*, à inclinaison assez faible vers l'Est et un peu plus accentuée vers l'Ouest, repose en concordance la formation messinienne, constituée par des marnes quelquefois sableuses, quelquefois argileuses (parfois aussi contenant des lentilles de gravier) grisâtres, jaunâtres ou brunâtres, qui sont spécialement caractérisées par le fait qu'elles englobent des lentilles plus ou moins étendues de gypse et de calcaire carié blanc-jaunâtre.

Les lentilles gypseuses développées et puissantes dans les collines de Banengo, où elles sont exploitées sur une grande échelle, deviennent toujours plus petites et plus rares vers l'Ouest; elles font défaut pour un long parcours à l'Ouest de Val Fabiasco, reparaissent encore çà et là dans les collines de Pino d'Asti, de Castelnuovo et de Moncucco; après quoi elles viennent à manquer complètement.

Au fond de la vallée de Rio Freddo il y a, dans la zone messinienne, une petite source salée.

Les lentilles calcaires semblent se substituer aux lentilles gypseuses, quoique parfois elles les accompagnent. L'on en trouve, en effet, fréquemment, dans les collines de Marmorito, de Primeglio et de Schierano, où le gypse manque, et elles sont exploitées çà et là comme pierres pour la chaux, quoiqu'elles ne donnent souvent que de la chaux de mauvaise qualité.

Ces lentilles calcaires peuvent se suivre vers l'Ouest pendant plusieurs kilomètres encore, après que les lentilles à gypse ont cessé: c'est-à-dire presque jusqu'aux collines de Chieri, mais déjà en dehors de la région étudiée.

Quant aux restes fossiles, ils manquent ici complètement, comme dans presque toutes les collines Turin-Valence: cependant, dans quelques lentilles calcaires, par exemple dans celles qui sont exploitées au Val Rio Freddo, l'on rencontre des empreintes de Mollusques, de détermination cependant toujours difficile. L'on peut recueillir en outre des Mollusques, surtout bivalves, de type lagunaire dans les marnes sableuses bleuâtres qui renferment les lentilles calcaires, comme, par exemple, à la droite de Val Rio Freddo.

PLAISANCIEN.

L'horizon plaisancien se présente, dans la région que nous examinons ici, avec le faciès ordinaire du Pliocène subapennin, savoir, sous la forme de marnes bleuâtres, tantôt sableuses, tantôt argileuses,

remplies presque partout de fossiles typiques, bien conservés, que l'on peut recueillir surtout au fond des petites vallées de Primeglio, de Pino d'Asti et de Castelnuovo. L'un des points les plus fructueux est placé à la réunion des deux vallons entre lesquels s'élève la colline de Schierano.

On doit noter ce fait que parfois le facies typique plaisancien sus-indiqué est altéré par des bancs ou par des lentilles calcaires, arénacés, jaunâtres, riches en fossiles littoraux (surtout en huîtres), de manière à acquérir un facies fort semblable à celui de l'*Astien*.

Nous pouvons constater des exemples de ce phénomène dans les collines qui se trouvent immédiatement au Nord de Primeglio, dans le vallon entre Schierano et Pino d'Asti, dans la colline de Monsparone, etc.

ASTIEN.

L'*Astien* de la région que nous étudions ici est constitué également suivant ses caractères typiques, pour le Piémont, par des sables jaunâtres ou grisâtres, quelquefois incohérents, d'autres fois agglutinés, avec une légère inclinaison vers le Sud.

Le passage entre l'*Astien* et le *Plaisancien* a lieu presque toujours très graduellement, par des alternances, plusieurs fois répétées, de marnes argileuses grises et de marnes sableuses jaunes.

Dans ces bancs de passage, les fossiles abondent presque toujours, tandis qu'ils deviennent plus rares dans les sables de l'*Astien* typique. Il convient cependant de remarquer que, parmi les sables astiens, on rencontre çà et là des couches spéciales ou des lentilles, dans lesquelles les fossiles sont agglomérés en grand nombre; mais dans ce cas ils sont généralement assez corrodés et brisés, ou, même entiers, difficiles à conserver parce qu'ils se brisent fort aisément.

Pour recueillir des fossiles *astiens*, il faut chercher certains bancs à huîtres spéciaux, qui se rencontrent presque toujours dans la partie supérieure de l'*Astien* et qui, par leur solidité, constituent presque toujours des saillies notables, comme par exemple les collines sur lesquelles sont bâtis les villages de Passerano, Primeglio, Schierano, Pino d'Asti, les collines de C. Serafino, de Madonna del Rocco, de Bric Cappella, etc.

L'on trouve aussi très communément dans ces bancs, avec les huîtres, d'autres nombreux fossiles littoraux en un état de conservation assez satisfaisant, mais presque jamais des fossiles un peu rares. Notons encore que dans la partie haute des collines au Sud de Mondonio il y a souvent des alternances de sables avec des lentilles caillouteuses et des lits marneux argileux, qui nous dévoilent un dépôt de littoral et de

marécage et que l'on peut déjà englober dans le sous-horizon *Fossanien* (1).

VILLAFRANCHIEN.

Enfin, la série tertiaire est close par un dépôt fluvio-lacustre, le *Villafranchien*, nom qui a été tiré d'un village peu éloigné, vers le Sud, de la région dont nous nous occupons. On a trouvé, dans ce dépôt pliocénique continental divers restes de Mastodontes, de Rhinocéros, d'Hippopotames et de nombreux Mollusques terrestres et lacustres.

Le *Villafranchien* est représenté par des marnes sablo-argileuses grisâtres ou gris verdâtres, parfois avec des lentilles caillouteuses interposées et il passe très graduellement à l'*Astien* au moyen de quelques petites couches peu nombreuses que j'ai signalées comme pouvant se rattacher au *Fossanien*.

Dans les petits affleurements villafranchiens qui figurent sur la carte géologique jointe à ce travail (voir pl. I) je n'ai pas rencontré, jusqu'ici, de restes fossiles; mais, comme je l'ai dit, on en rencontre assez souvent un peu au Sud.

SAHARIEN.

Les terrains quaternaires plus anciens, c'est-à-dire appartenant au *Saharien*, sont peu développés dans la région étudiée ici; ils sont constitués essentiellement par du *læss* jaune-rougeâtre, assez puissant sur le plateau de Buttigliera; mais, dans les régions de collines, ces terrains sont seulement représentés par les lambeaux minces et peu nombreux, qui se déposèrent, vers la fin du *Saharien*, sur certaines pentes douces et qui provenaient de la décomposition et du ruissellement des matériaux constituant les collines mêmes.

Leurs fossiles, peu nombreux, consistent seulement en quelques coquilles terrestres d'espèces peu différentes de celles vivant de nos jours dans ces mêmes régions.

TERRACIEN.

C'est pendant la période *terracienne* qu'eurent lieu les plus profondes érosions des terrains tertiaires, celles qui les réduisirent à la forme des collines que nous voyons maintenant. Il faut observer que

(1) F. Sacco. *Le Fossanien, nouvel étage du Pliocène d'Italie*. Bull. Soc. Géol. de France. 3^e série. Tome XV. 1886.

ce fut justement dans cette période que les formations pliocéniques, constituant originairement une région de plaine ou légèrement ondulée qui représentait le fond émergé de la mer pliocénique, furent découpées si profondément qu'elles finirent par constituer une série de collines, telles qu'on les voit présentement et qui sont, par conséquent, de simples collines d'érosion.

Pendant le *Terracien*, les dépôts de *læss* et les alluvions de peu d'importance continuèrent à se former.

CONCLUSIONS.

En résumant les observations que nous venons de faire, nous pouvons donc dire que le petit ellipsoïde de soulèvement étudié est constitué par la série régulière de terrains que voici :

- XVI *Terracien*. — *Læss* et alluvions.
- XV *Saharien*. — *Læss* jaune rougeâtre, avec concrétions manganesifères et lentilles graveleuses.
- XIV *Villafranchien*. — Marnes, argiles, sables et cailloux, d'origine fluvio-lacustre.
- XIII *Fossanien*. — Marnes, sables et cailloux d'origine littorale ou d'estuaire, avec des fossiles de lagune.
- XII *Astien*. — Sables jaunes fossilifères; bancs d'Huîtres.
- XI. *Plaisancien*. — Marnes et argiles bleues très riches en fossiles; lentilles sableuses avec des Huîtres, etc.
- X. *Messinien*. — Marnes, argiles et sables brunâtres ou jaunâtres avec des lentilles de gypse et de calcaire et des fossiles marins.
- IX. *Tortonien*. — Marnes bleuâtres fossilifères; sables et lentilles sableuses, très riches en fossiles.
- VIII. *Helvétien*. — Marnes, sables, grès, calcaires, molasses, graviers et conglomérats : contenant souvent des fossiles très abondants (faune de *Superga*).
- VII. *Langhien*. — Marnes dures, grisâtres, fissiles, fossilifères, avec phyllites.
- VI. *Aquitanién*. — Marnes grises à cassure presque toujours conchoïde; sables, grès et lentilles conglomératiques, avec fossiles littoraux, souvent brisés.
- V. *Stampien*. — Marnes fragmentaires grisâtres, farineuses.
- IV. *Tongrien*. — Bancs arénacés à Nummulitides et autres fossiles : conglomérats très durs, grès en petites couches.

- III. *Sestien*. — Sables, marnes et grès avec des lentilles ligniteuses, *Nummulites* et *Orbitoïdes* de type éocénique.
- II. *Bartonien*. — Marnes grisâtres fragmentaires avec des bancs sableux et des couches arénacées calcaires, blanches ; riches en *Nummulites*, *Assilina*, *Orbitoïdes*, *Lithothamnium*, *Pecten*, etc.
- I. *Ligurien*. — *Argille scagliose* (argiles écailleuses) noirâtres ou rougeâtres avec des bancs de *calcare alberese* à fucoides, des bancs de grès (*Macigno*) et des lentilles *ophiolitiques* (*Serpentine* et *Diabase* altérée, ou *Gabbro*).

