

# LES TERRAINS TERTIAIRES DE LA SUISSE

## OBSERVATIONS NOUVELLES

PAR LE

**D<sup>r</sup> Federico Sacco**

Professeur de Paléontologie à l'Université de Turin.

En comparant les terrains tertiaires de la haute Italie, dont je fais l'étude depuis quelques années, avec ceux (connus par tant d'importantes publications) des régions situées au Nord de la chaîne alpine, j'avais toujours observé, abstraction faite des différences causées par l'influence des milieux, qu'il existait une grande analogie entre la série tertiaire italienne et celle de la Suisse.

Mais deux faits pourtant m'avaient toujours frappé dans cette étude de comparaison, savoir : 1<sup>o</sup> que dans presque toute la Suisse manquaient les très importants horizons *Tongrien* et *Stampien*, si développés en Italie, de manière qu'on voyait là un profond *hiatus* entre le *Ligurien* et l'*Aquitani*; 2<sup>o</sup> que, tandis qu'au Sud de la chaîne alpine les dépôts pliocéniques sont si amplement développés, il n'en existait aucune trace au Nord de cette même chaîne en Suisse.

Cependant, quelques faits que je trouvai indiqués dans plusieurs mémoires géologiques sur la Suisse m'avaient suggéré l'idée que peut-être ces terrains étaient également représentés dans cette région; je désirais par conséquent, très vivement, y faire quelques excursions pour m'en former une idée plus claire et plus nette.

Or, en revenant du Congrès géologique de Londres, ayant eu occasion de passer quelques jours en Suisse, d'y faire quelques excursions et d'y visiter quelques-uns de ses plus riches musées, les doutes dont j'ai parlé plus haut augmentèrent tellement que je crois opportun de

les faire connaître comme de simples considérations émises par une personne qui a longuement étudié la région italienne typique pour la série tertiaire, et qui souhaite seulement que les idées qu'elle vient exposer soient discutées sérieusement avant d'être repoussées comme erronées.

Pour abrégé l'exposé de ces vues, je m'abstiendrai des observations détaillées locales, d'autant plus que mes excursions, peu nombreuses, ne m'ont pas permis de faire des études minutieuses et, par conséquent, je me tiendrai surtout aux faits principaux, qui d'ailleurs ont déjà été exposés d'une manière générale par les géologues suisses dans leurs nombreux et importants travaux.

Par rapport à l'Éocène, je dois faire remarquer avant tout que dans ces derniers temps j'ai été mis à même de reconnaître en Piémont que l'horizon caractérisé par les *Lithothammium*, par les *Nummulites complanata*, *N. biarritzensis*, *N. Tchihatcheffi*, *N. striata*, *N. Guettardi*, *N. variolaria*, *N. Boucheri*, *N. lucasana*, *N. Rouaulti*, par les *Orbitoides stella*, *O. stellata*, *O. radians*, *O. patellaris*, *O. papyracea*, *O. ephippium*, *O. priabonensis*, par *Operculina granulosa*, *Conocrinus Suessi*, *Serpula spirulea*, *Ostrea gigantea*, etc., etc., savoir la formation que l'on met généralement dans le *Bartonien*, repose *au-dessus* de l'horizon des *Argille scagliose*, du *Macigno*, du *Flysch* avec des lentilles ophiolitiques, etc., c'est-à-dire *au-dessus* de cet ensemble de dépôts que l'on place habituellement dans le *Ligurien*. Comme tout bouleversement stratigraphique doit être absolument exclu ici, j'en ai tiré la conclusion que le *Bartonien* repose *sur* le *Ligurien* (lequel par conséquent n'est qu'une formation spéciale du *Parisien*) et non *au-dessous*, comme l'on a cru jusqu'ici.

Sur ce fait très important pour la géologie tertiaire, je publierai sous peu une note spéciale; je me borne actuellement à l'indiquer seulement pour l'éclaircissement de ce que je vais dire sur l'Éocène de la Suisse. Je fais cependant observer que, comme il est très difficile d'établir un parallélisme exact entre l'horizon *bartonien* typique de l'Angleterre (pareil au *Wemmélien* de la Belgique) et les formations de l'Europe du Sud, j'ai cru prudent (1) de donner pour le moment au susdit horizon à *N. complanata*, *Serpula spirulea*, etc., un nom spécial, c'est-à-dire celui de *Gassinien*, d'après le pays de Gassino, où cette formation est très développée, quoique il puisse se faire qu'avec le temps, quand nos connaissances géologiques seront plus précises, l'on puisse peut-être

(1) F. Sacco, *Il Bacino terziario del Piemonte*. Parte I. Bibliografia ed Eocene. — Atti Soc. ital. di Sc. Nat. — 1888.

le paralléliser avec le véritable *Bartonien*, ce qui est même bien probable.

Après ces considérations préliminaires, qui étaient indispensables, j'é passe à l'examen de l'Éocène suisse, me limitant pourtant à peu d'observations sur ce propos.

Vers la base de la série éocénique l'on rencontre en général une formation très riche en fossiles, surtout en *Cerithium* et en *Nummulites*, dont les espèces varient cependant assez de place en place : ainsi l'on voit la prépondérance des *Assilines* dans les couches nummulitifères de Flybach, du Lac Lowerz, Sisikon près de Fluelen, etc. ; ailleurs on voit abonder les *Nummulites perforata* et *N. lucasana*, comme dans le Vitznaustock, etc.

Ces formations nummulitifères et autres semblables doivent être placées dans le *Parisien* inférieur (en entendant par *Parisien* toute la série comprise entre le *Suessonien* et le *Bartonien*).

Quant au *Suessonien* il fait presque complètement défaut dans les Alpes suisses, aussi bien que dans les Alpes italiennes ; ou, pour mieux dire, il y est seulement représenté par quelques bancs, pour la plupart calcaires et peu importants, compris entre le Calcaire nummulitique et les calcaires du *Sénonien*.

Entre les bancs nummulitiques sus-indiqués du *Parisien* et le *Flysch* (*Ligurien*), on place certaines formations à *Orbitoïdes*, *Nummulites*, *Lithothamniums*, etc., que l'on renferme parfois dans le *Bartonien*, lequel reposerait ainsi sous le *Ligurien*.

Mais en considérant que la faune de ces formations est presque identique à celle qui, dans le Piémont, est située *au-dessus* du *Flysch ligurien*, et que parfois ces dépôts nummulitifères de la Suisse reposent en certains cas *au-dessus* du *Flysch*, il en surgit naturellement le soupçon qu'une partie de ces dépôts nummulitiques supérieurs, tout en devant être placés dans le *Bartonien* (*Gassinien*), reposent en réalité *au-dessus* du *Flysch ligurien*. Cette hypothèse resterait toutefois à vérifier. Par exemple les bancs calcaires du Val d'Iliez (Dent du Midi) etc., (en rapportant au *Tongrien* les marnes schisteuses et les bancs calcaires lignitifères avec *Cyrena convexa*, *Ostrea cyathula*, etc., placées, même récemment (1), dans le Nummulitique inférieur au *Flysch*) quoique déjà attribués au *Trias*, au *Néocomien* et au Nummulitique inférieur au *Flysch*, à cause de leur faune à *Lithothamniums*, *Orbitoïdes*, *Nummulites* (*N. Bouillei*, *N. Tournoueri*, *N. inter-*

(1) E. Favre et H. Schardt. *Description géologique des Préalpes du canton de Vaud*, etc. 1887.

*media*, *N. Fichteli*, *N. Boucheri*, etc.), doivent être placés, à mon avis, dans le *Bartonien* supérieur passant au *Tongrien* inférieur.

Cependant, certains dépôts à *Nummulites*, *Orbitoides*, etc., placés sous le *Flysch* et rapportés au *Bartonien* doivent probablement se rattacher au *Parisien*.

Une partie de ce que l'on nomme *Grès de Bouveret* (d'abord attribué au *Trias*), qui présente inférieurement le facies du *Flysch*, doit probablement se rattacher encore au *Bartonien* supérieur, (si pourtant on ne doit pas le comprendre dans la zone de passage au *Tongrien*) quoique MM. Favre et Schardt, dans leur magnifique ouvrage récent, tout en l'ayant colorié sur la carte comme *Flysch* éocénique, l'attribuent dans leur texte à l'*Aquitainien*.

Une très grande partie du terrain dit *sidérolithique*, assez développé en Suisse et qui est attribué en général à l'Éocène inférieur, doit être placé au faite du *Bartonien*, savoir, dans la zone de passage entre le *Bartonien* et le *Tongrien*. C'est d'ailleurs dans cette zone de transition (*Sestien*, De Rouville, 1856), que l'on doit renfermer, à mon avis, la plus grande partie des formations *sidérolithiques* des horizons gypsifères et des autres dépôts saumâtres continentaux à *Paléotherium*, etc. qui terminent généralement en Europe la formation éocénique.

En Suisse les dépôts de Raitsche et le Calcaire d'eau douce de Moutier (attribué d'abord au *Purbeckien*) sont en rapport étroit avec les formations *sidérolithiques*; par conséquent le Calcaire susdit doit probablement être placé dans le *Bartonien* supérieur, ou dans le *Sestien*; en effet, plusieurs de ses fossiles, récemment étudiés par M. Gillieron (1) sont de l'Éocène supérieur et l'on peut citer comme spécialement intéressante la *Limnoea longiscata*, qui se rencontre aussi dans les calcaires de Saint-Ouen en France, et dans les couches d'Headdon, en Angleterre, au-dessus des dépôts *bartoniens* typiques.

Quant au *Flysch* de la Suisse (comme d'ailleurs en général celui de la chaîne alpine) avec ses grès, son *Macigno*, ses conglomérats, ses *Calcari alberesi*, avec ses lentilles ophiolitiques, granitiques, etc., il pourra encore se renfermer parfaitement dans le *Ligurien*, en ne le considérant toutefois, dans la chaîne alpine en général, que comme une formation spéciale du grand étage *Parisien* et par conséquent certainement comme *inférieur* au vrai *Bartonien*.

D'ailleurs cette manière de comprendre la série éocénique est en parfait accord non seulement avec les faits stratigraphiques, mais encore avec les données paléontologiques.

(1) V. Gillieron. — *Sur le calcaire d'eau douce de Moutier*. Verband. de natur. Ger. Basel. 1887.

En effet, quoique le *Flysch* soit bien pauvre en fossiles, l'on a cependant quelque fois trouvé dans ce terrain, comme à Gurnigel, près de Thoune, aussi bien qu'à Vaschberg près de Vienne et ailleurs (1) outre la *Nummulites lucasana*, la *N. Partschi* et la *N. Oosteri* que je crois être seulement des formes un peu altérées (à cause des conditions du milieu) la première de la *N. perforata* et la seconde de la *N. lucasana*, mais qui, de toute manière, appartiennent aux Nummulites granulées qui sont caractéristiques spécialement du *Parisien*.

Je dois cependant noter que de même que l'on sait maintenant que les dépôts désignés sous le nom commun de *Flysch* ont déjà commencé à se former dès le Crétacé en certaines régions, comme dans certaines parties de la Suisse et ailleurs spécialement, de même ils peuvent avoir aussi continué à se former même après le *Parisien*; en effet, j'ai déjà observé en Piémont des dépôts comparables au *Flysch* jusque dans le *Tongrien*. Or, en Suisse, la formation du *Flysch* s'est peut-être continuée en certaines régions également pendant le *Bartonien*, presque jusqu'au *Tongrien*.

En réalité, nous voyons, dans ce que l'on nomme *Grès de Bouveret* que, tandis que la partie inférieure présente le facies du *Flysch*, la partie supérieure, par contre, prend déjà, par des passages graduels, le facies du *Tongrien*, étant comparable à la *Mollasse rouge*. De même, dans les conglomérats du *Flysch*, entre les vallées d'Ormons et de la Gryonne, l'on rencontre (2) de nombreuses Nummulites que l'on peut attribuer aux *N. biarritzensis*, *N. Guettardi*, *N. complanata*, *N. Tchihatcheffi* etc., savoir, à des formes qui sont en partie caractéristiques du *Bartonien*. Peut-être aussi que ce que l'on nomme le *Grès de Tavigliana* pourra encore en partie être compris dans le *Sestien*.

En passant maintenant à l'examen de l'Oligocène et du Miocène, nous devons dire avant tout que des lambeaux de *Tongrien* marin ont déjà été indiqués dans quelques points de la Suisse, surtout vers le Nord, par MM. Jaccard et Müller, Greppin, Buchmann, Mayer et d'autres.

Récemment, à Bâle, le Prof. Gutzwiller eut la courtoisie de me faire voir des sables et des grès qui se trouvent au Sud de cette ville et qui renferment des restes de Mollusques, lesquels semblent pouvoir se rapporter à *Ostrœa cyathula*, *Pectunculus subovatus*, *Cyrena semi-striata*, *Cerithium plicatum*, etc., c'est-à-dire à des fossiles presque

(1) Ph. de la Harpe. *Note sur les Nummulites Partschi et Oosteri*. Bull. Soc. Vaud. des Sc. Nat. Vol. XVII. — 1880.

(2) Ph. de la Harpe. *Étude des Nummulites de la Suisse*, 1<sup>re</sup> partie. — 1880.

identiques à ceux des grès de Fontainebleau et, par conséquent, certainement *tongriens*. De sorte que, grâce aux actives recherches du Prof. Gutzeviller, l'horizon *tongrien* des environs de Bâle pourra être beaucoup plus étendu que ce que l'on supposait jusque dans ces derniers temps.

Mais, dans tout le reste de la Suisse, on admet en général pour l'Oligocène et pour le Miocène, la série stratigraphique suivante :

*Messinien* : Molasse d'eau douce supérieure (en partie).

*Tortonien* : Couches d'Oeningen. Molasse d'eau douce supérieure (en partie).

*Helvétien* : Molasse marine.

*Langhien* : Molasse d'eau douce (partie supérieure).

*Aquitaniien* : } Molasse d'eau douce (partie inférieure).  
} Molasse rouge.

Voici maintenant mes idées par rapport à l'interprétation de cette série.

Je suis complètement d'accord quant au *Messinien*, avec M. Mayer, qui lui attribue un grand développement en Suisse, et je tire aussi indirectement cette conclusion du fait que ce terrain, bien caractérisé paléontologiquement, souvent arénacé, gréseux et conglomératique, est très puissant au pied de l'Apennin septentrional, qui devait pourtant présenter, à la fin de l'époque miocénique, comme au temps présent, des cours d'eau beaucoup moins importants qu'en Suisse.

Je n'ai pas d'autres observations à faire sur le *Tortonien* ni sur l'*Helvétien*, sinon qu'il me semble que dans certains cas une petite partie des couches inférieures des *Molasses marines* doit probablement se rapporter déjà au *Langhien*.

A l'égard du *Langhien*, je dois observer avant tout que dans le Piémont, où la série tertiaire est typiquement régulière, cet horizon (magnifiquement caractérisé par la paléontologie et par la lithologie) est assez peu développé et représente un dépôt de mer profonde ; qu'en outre dans les points où l'on vérifie de légères transgressions dans la série stratigraphique, c'est le *Langhien* qui disparaît presque toujours, de manière que l'*Helvétien* s'appuie alors directement et très régulièrement sur l'*Aquitaniien* ; dans ce cas il est souvent difficile de constater s'il existe un *hiatus*.

Or, je crois que quelque chose de semblable se présente aussi en Suisse : savoir que le *Langhien* est peu puissant ; que là où il est le plus développé l'on doit y comprendre les bancs les plus inférieurs des *Molasses marines* et les bancs les plus supérieurs des *Molasses grises*, mais que souvent aussi il manque complètement ; l'*Helvétien* s'appuyant alors directement sur l'*Aquitaniien*

D'ailleurs une partie des dépôts aquitaniens d'Europe est rapportée au Langhien, tandis que le véritable Langhien est, à mon avis, un horizon peu puissant.

Par contre, la plus grande partie des *Molasses grises* à feuilles (*Blättersandstein*) et des *Molasses d'eau douce inférieure* (partie supérieure) avec des bancs de *Nagelfluh*, etc., devraient déjà se rapporter à l'*Aquitaniens*; cela serait aussi d'accord avec ce que j'observe dans le Tertiaire piémontais, où souvent l'*Aquitaniens* se présente sous forme de petites couches phyllitifères et où parfois il montre aussi des bancs conglomératiques puissants, surtout dans les collines de la Superga; en outre les dépôts de l'*Aquitaniens* sont aussi, dans la haute Italie en général, d'une couleur grisâtre assez caractéristique.

Il s'en suivrait naturellement que la partie inférieure de la *Molasse d'eau douce inférieure* et la *Molasse rouge* représenteraient le *Stampien* et le *Tongrien*, de manière que la série serait complète, comme en Piémont.

Certainement ces idées rencontreront de fortes oppositions; cependant il y a plusieurs arguments en leur faveur, ce qui fait que je me permets de les soumettre à la critique des géologues.

Je dois d'abord indiquer l'erreur où l'on est tombé jusqu'ici, mais que j'ai déjà cherché à rectifier dans un mémoire récent (1), savoir, que les lignites à *Anthracotherium* du tertiaire piémontais (spécialement de Cadibona) seraient *aquitaniennes*, comme on le voit répété même dans les plus récents et les meilleurs traités de géologie; au contraire, il résulte nettement, des relevés minutieux que j'ai faits dans ces dernières années, que ces dépôts, tant à Cadibona qu'à Bagnasco, Nuceto, etc., appartiennent sans nul doute au *Tongrien* inférieur, étant placés sous les grès à *Nummulites intermedia* et *N. Fichteli* et sous les marnes et grès à *Potamides promargaritaceum* et à *Natica crassatina*.

Or, en plusieurs points de la Suisse (Rochette, partie S.-O. de la feuille XII, etc.) l'on rencontre des restes d'*Anthracotherium*, précisément dans ces terrains que l'on attribue à l'*Aquitaniens*. Il est bien vrai que, d'après Kowaleowsky et Renevier, qui s'occupèrent dans ces dernières années des *Anthracotherium* de la molasse suisse, quelques-uns de ces *Anthracotherium* seraient spécifiquement différents de ceux de Cadibona; mais ces différences peuvent s'expliquer par le seul fait de l'influence du milieu, etc., et par la distance séparant les deux régions; en outre les *Anthracotherium* de Cadibona sont encore trop

(1) F. Sacco. *Classification des terrains tertiaires conforme à leurs facies*. Bull. de la Société belge de Géologie, de Paléont. et d'Hydrog. Tome I, 1888. Mémoires.

peu étudiés pour que l'on puisse dire avec certitude que les espèces suisses y manquent complètement. Enfin les *Anthracotherium* se trouvent spécialement dans les terrains *tongriens* dans la plus grande partie de l'Europe.

Des restes de *Crocodiliens* et de *Chéloniens* ont aussi été rencontrés dans les terrains *tongriens* de l'Apennin de la Ligurie, comme en Suisse, et, quoique pas bien étudiés encore, ils semblent offrir une certaine ressemblance avec ceux des *Molasses vaudoises*, etc.

Parmi les Mammifères rencontrés dans les Molasses suisses, l'on doit encore signaler le *Rhinoceros incisivus*, que l'on a trouvé près de Bressancourt (1), forme que l'on rencontre aussi à Perlo, en Piémont, dans des terrains appartenant indubitablement au *Tongrien* inférieur; dans les mêmes terrains près de Nuceto, en Piémont, l'on a trouvé le *Rh. minutus*, qui est aussi indiqué parmi les fossiles de la Molasse suisse inférieure (2), avec d'autres Mammifères de type spécialement *tongrien*.

Un fait qui me paraît également intéressant est que, dans plusieurs points de la Suisse, les *Molasses d'eau douce inférieures* et même parfois aussi les *Molasses rouges* renferment des bancs de véritable houille, susceptibles d'exploitation, comme à Rochette, Conversion, Oron, Palezieux, etc.; de sorte que le nom de *Molasse à charbon* ou *Molasse lignitifère* est entré désormais dans le langage géologique; j'ai en outre observé çà et là que souvent parmi les grès il existe des lentilles irrégulières de lignite compacte ou de véritable charbon.

Or, dans l'Oligocène de la haute Italie, quoique j'aie pu observer des petites couches lignitifères dans tous les horizons géologiques, je n'ai jamais pu jusqu'ici constater de véritables bancs *exploitables* de lignite ou de charbon que dans le *Tongrien*; c'est même là un caractère qui m'a servi quelquefois pour trouver des petits affleurements *tongriens*; par conséquent il vient naturellement à l'esprit que les *Molasses à charbon* de la Suisse seraient plutôt *tongriennes* comme en Piémont, qu'*aquitaniennes*, d'autant plus qu'elles accompagnent souvent les restes d'*Anthracotherium*.

La richesse paléophytologique de la Molasse lignitifère de la Suisse est bien connue, grâce à l'ouvrage de M. Heer (*Flora tertiaria Helvetiæ*) (3);

(1) Choffat. *Découverte d'ossements fossiles dans le Nagelfluh du Porrentry*. Emul. jurass. 1878.

(2) C. Moesch. *Geologische Beschreibung des Aargauer*. Jura, 1878.

(3) J'ai pu examiner la plus grande partie de ces phyllites dans le Musée du *Polytechnicum* de Zurich et dans le Musée d'histoire naturelle de Bâle, grâce à la cour-

or, une semblable richesse se rencontre aussi dans les horizons nettement *tongriens* à *Natica crassatina*, surtout dans les bassins de Sassello et de S<sup>ta</sup> Giustina, dans l'Apennin septentrional. Malheureusement, les nombreuses occupations de M. Heer l'empêchèrent d'étudier soigneusement, comme il l'aurait souhaité, cette flore magnifique. Cependant, ayant eu occasion d'examiner quelques exemplaires que lui avait envoyés M. Gastaldi, M. Heer trouva que sur 30 espèces reconnues par lui dans les terrains oligocènes de l'Apennin septentrional (Bagnasco, Stella, Cadibona, S<sup>ta</sup> Giustina, Nuceto, etc.), 24, soit les 5/6, sont identiques à celles de la *Molasse suisse*.

Cette donnée paléontologique me paraît très importante; d'ailleurs M. Heer lui-même, en envoyant à M. Gastaldi le catalogue des susdites phyllites, a déjà signalé clairement dans une lettre (1) cette étroite affinité entre la flore suisse, qu'il attribue à l'*Aquitanien* et celle du Piémont (Apennin de la Ligurie), insistant spécialement sur la présence, dans les deux régions, de *Grevia crenata*, *Lastroæa Fischeri*, *Cyperus Chavannesi*, *C. reticulatus*, *Sparganium valdense*, *Laurus primigenius*, *Cinnamonium spectabile*, *Dryandroides lævigata*, *Quercus furcinervis*, etc.

Mais en Piémont cette flore est certainement renfermée dans le *Tongrien*, puisque ces terrains phyllitifères sont placés sous les bancs à *Nummulites intermedia*, *N. Fichteli*, *Natica crassatina*, etc., couverts à leur tour par le *Stampien* et par l'*Aquitanien*; par conséquent, si les données paléophytologiques ont de la valeur, la flore de la molasse inférieure de la Suisse doit être également *tongrienne*, comme c'est mon opinion. D'ailleurs M. Mayer, en traitant du *Schloss Ralligen* près de Thun (2), qu'il comprend dans l'*Aquitanien*, indique aussi parmi les plantes: *Podocarpus eocœnica*, *Pinus palæostrobis*, *Pisonia eocœnica*, *Grevillea hæringensis*, *Driandra Schranki*, *Eugenia hæringensis*, *Eucalyptus oceanica*, *Euphorbiophyllum protogæum*, *H. subrotundum*, *Cœlastrus protogæus*, *Ziziphus Ungerii*, etc.; c'est-à-dire des formes qui sont spécialement ou essentiellement *tongriennes*. D'autre part dans les molasses inférieures de la Suisse on indique

tois du prof. Gillieron qui, par sa « Description géologique des terrains de Vaud, Fribourg et de Berne, publiée en 1885 », a tant contribué à la connaissance de la molasse suisse. Des ces visites il me resta l'impression de la grande affinité de la flore de la *molasse inférieure* suisse avec la flore *tongrienne* de l'Apennin de la Ligurie.

(1) G. B. Gastaldi. *Cenni sui vertebrati fossili del Piemonte*. Mem. R. Acc. delle Sc. di Torino. Série II. Tom. XIX. 1858.

(2) K. Mayer-Eymar. *Sistematische verzeichniss der Kreide und Tertiär-Versteinerungen der Umgegend von Thun*. 1887.

souvent la présence de *Sabal major*, forme qui est aussi spécialement *tongrienne*.

Quant aux Mollusques, les restes qu'on en observe dans les molasses suisses sont peu nombreux et presque tous sont continentaux ou nymphéens, tandis que dans le Tertiaire piémontais ils sont spécialement marins; par conséquent il nous manque à cet égard beaucoup de données générales de comparaison; cependant de ce côté aussi l'on peut observer quelques intéressantes analogies. De fait, l'on rencontre dans les molasses lignitifères suisses des *Planorbis*, *Limnæus*, *Unio*, *Anodonta*, etc., qui, dans le plus de cas cependant, sont indéterminables spécifiquement à cause du mauvais état de conservation. J'ai également pu vérifier presque la même chose pour les restes de ces genres qui se rencontrent quelquefois dans les rares dépôts continentaux du *Tongrien* de la Haute Italie, tandis que jusqu'à présent, au contraire, je n'en ai jamais rencontré aucune trace dans l'*Aquitainien*.

Notons que parmi les *Planorbis* des molasses inférieures suisses l'on a pu distinguer le *P. cornu*, forme déjà bien développée dans le *Tongrien*, et aussi le *P. depressus* (1), espèce absolument *tongrienne*.

De plus, dans les molasses inférieures de la Suisse (grès de Ralligen) on a recueilli des restes d'un *Strophostoma* attribuable au *S. anomphalum*, qui est une forme *tongrienne* et qui d'ailleurs se relie étroitement au *S. anostomæforme* du *Tongrien* de Gaas et au *S. italicum* assez commun dans le *Tongrien* de l'Apennin septentrional: de manière que, dans ce cas aussi, l'analogie est évidente. Il convient de noter aussi la présence indiquée, par Tribolet (1), de *Glandina inflata* (forme déjà développée à l'époque *tongrienne*) dans les molasses d'eau douce du Jura Neuchâtelois.

En outre l'on a rencontré encore dans les couches plus anciennes de la molasse suisse, dans le niveau nommé *Grès de Ralligen* (qui atteint environ 600 mètres de puissance), unis avec des restes de phyllites (*Sabal*, *Podocarpus*, etc.), de Poissons, de Chéloniens, de Crocodiles, de *Halitherium*, etc., des restes de *Melanopsis acuminata*, qui est une espèce *tongrienne*.

Un fait intéressant aussi c'est d'avoir rencontré, dans le canton de St-Gall, dans des marnes et des grès phyllitifères (2) et lignitifères la *Paludina gravistriata*, forme que l'on peut presque considérer comme caractéristique du *Tongrien*.

(1) Tribolet (de) — *Notes géologiques et paléontologiques sur le Jura Neuchâtelois*, etc. Bull. Soc. Neuchât., 1883.

(2) Früh. — *Kohle am Ruppen* — Ber. der St. Gall. naturw. Geschellesch. 1885.

De plus, dans ces mêmes bancs et ailleurs, en Suisse, l'on retrouve des restes de *Cyrena convexa* et de *C. semistriata*, espèces spécialement abondantes dans l'horizon *tongrien* d'une grande partie de l'Europe et dont on recueille aussi beaucoup de variétés dans les marnes et dans les grès *tongriens* de l'Apennin de la Ligurie, alternativement avec les bancs à *Natica crassatina* et à *Nummulites Fichteli* et *N. intermedia*. Enfin, dans les mêmes assises de Ralligen on rencontre aussi des restes de *Dreissensia Basteroti*, forme spécialement *tongrienne*.

Le fait que l'on ne doit pas oublier non plus, c'est que l'on rencontre parfois parmi les molasses d'eau douce de la Suisse (1) des bancs qui renferment de nombreux restes de *Potamides (Cerithium) margaritaceus*. De fait, dans tous les principaux bassins tertiaires d'Europe, comme dans celui de la haute Alsace, du Rhône, de Mayence, etc., cette forme (qui a aussi reçu le nom de *P. submargaritaceus*) se rencontre abondante dans l'horizon *tongrien*; on trouve aussi dans la formation *tongrienne* de l'Apennin septentrional de petites couches gréseuses pleines de cette espèce, appelée à présent *P. promargaritaceus* (2), laquelle dut trouver d'excellentes conditions de vie et de développement dans ces régions à régime de marécage, très étendues en Europe pendant la période *tongrienne*.

Il est bien vrai que dans la molasse suisse dont nous nous occupons, l'on trouve aussi plusieurs Mollusques, entre lesquels spécialement l'*Helix Ramondi* et l'*H. rugolosa* (qui se rencontrent cependant aussi déjà dans le *Tongrien*) lesquels sont surtout abondants dans l'*Aquitani*en et qui furent précisément ceux qui firent attribuer à l'*Aquitani*en la molasse en question; mais je ne crois pas que ces fossiles suffisent pour caractériser un terrain, d'autant plus que ce n'est pas seulement en Suisse que les assises *tongriennes* me semblent avoir été attribuées erronément à l'*Aquitani*en; je crois qu'il en est de même pour beaucoup d'autres régions d'Europe, et par conséquent, les données paléontologiques tirées de ces régions pour la comparaison peuvent parfois être plus nuisibles qu'utiles (3).

(1) A. Jaccard. — *Jura Vaudois et Neuchâtelais*. 1869.

(2) F. Sacco. — *Sopra alcuni Potamides del bacino terziario del Piemonte*. Boll. Soc. Malac. ital. 1887.

(3) Ainsi, par exemple, l'on comprend généralement dans l'*Aquitani*en le Calcaire de la Beauce et d'autres localités oligocènes de France qui, conjointement avec l'*Helix Ramondi*, présentent : *Cyclostoma antiquum*, *Cerithium margaritaceum*, *Planorbis cornu*, *Anthracotherium magnum*, etc., et que je crois être plutôt transférables au *Stampien* ou au *Tongrien*, De même nous voyons Gumbel (*Grundzüge der*

Outre les données paléontologiques dont je viens de parler, j'ajouterai encore quelques caractères secondaires à l'appui de mes idées.

Les molasses suisses que l'on dit *aquitaniennes* n'ont en général qu'une inclinaison d'une trentaine de degrés ; mais souvent aussi elles prennent une inclinaison fort notable, et parfois même elles sont renversées. Or, le même fait se produit dans le *Tongrien* du Piémont, puisqu'ici, tandis que ces terrains apparaissent légèrement inclinés au pied de l'Apennin septentrional, par contre près des Alpes, dans les collines de Turin et de Valence, les dépôts *tongriens* se voient presque toujours fortement soulevés et même légèrement renversés, et l'on observe des synclinaux et des anticlinaux répétés comme dans les molasses inférieures suisses ; l'on doit cependant dire, que dans ces cas les terrains qui sont dessus, jusqu'à l'*Helvétien* supérieur, se montrent aussi fortement soulevés et par conséquent ce caractère tectonique n'a pas une très grande importance. De même l'on ne doit pas attacher non plus une grande importance à la ténacité des conglomérats *tongriens*, quoique ceux-ci se présentent beaucoup plus fortement cimentés et résistants que les conglomérats *aquitaniens*, de manière à pouvoir servir très souvent comme pierre de taille ; ce qui se vérifie plus rarement pour ces derniers.

Je rappelle encore ici que souvent les assises inférieures du Miocène suisse présentent des couleurs verdâtres ou violacées, que j'observai aussi dans plusieurs régions du *Tongrien* inférieur de l'Apennin de la Ligurie et que je n'ai jamais rencontrées jusqu'ici dans l'*Aquitaniens*.

Certains horizons du Miocène inférieur suisse, spécialement le *grès de Ralligen*, présentent un facies qui rappelle beaucoup celui du *Flysch* éocénique ; or, j'ai rencontré un facies complètement semblable dans le *Tongrien* inférieur à *Nummulites Fichteli* des collines de Turin à Casal.

J'eus en outre l'occasion de faire, en Piémont, une observation qui me parut intéressante, sur les éléments de ces différents conglomérats, savoir : je notai qu'assez souvent les cailloux des conglomérats *tongriens* des collines de Turin à Valence et du Tortonais sont, non seulement fortement impressionnés — ce que, dans un degré plus ou moins

Geologie. 1887), rapporter à l'*Oberoligocène Cyrenenschichten*, qu'il parallélise à l'*Aquitaniens*, des dépôts lignitifères avec *Cyrena semistriata*, *Cerithium margaritaceum*, *Ostrea cyathula*, *Dreissensia Basteroti*, *Melanopsis acuminata*, *Anthracotheium magnum*, et d'autres fossiles que je considère par contre comme caractéristiques du *Tongrien*.

accentué, l'on rencontre aussi dans presque tous les conglomérats tertiaires — mais que parfois aussi ils sont déformés, écrasés, et présentant des fragments notablement déplacés, quoique encore réunis entre eux : ce caractère m'aida même souvent à distinguer à première vue les conglomérats *tongriens* de ceux de l'*Aquitanien*.

Or, dans les cailloux des molasses suisses inférieures j'ai pu observer des faits semblables, lesquels d'ailleurs avaient été déjà bien étudiés surtout par Gutzwiller (1) et observés par plusieurs géologues ; j'ai aussi vu de très beaux exemplaires de cailloux écrasés (provenant des conglomérats de Saint Gall), au Musée du *Polytechnicum* de Zurich.

Par conséquent, sans attribuer une importance absolue à ces phénomènes physiques, dépendant essentiellement de la compression subie par les bancs conglomératiques, j'ai cru cependant devoir les prendre en considération comme des caractères secondaires qui peuvent parfois aider à distinguer les conglomérats *tongriens* de ceux de l'*Aquitanien*.

Ayant ainsi exposé sommairement les raisons principales qui me font croire que les molasses miocéniques suisses doivent être reportées plus bas dans la série stratigraphique que ce que l'on a pensé jusqu'ici, je dois encore faire quelques observations concernant aussi le Pliocène de la Suisse.

A dire la vérité on n'a pas encore généralement reconnu jusqu'ici des dépôts pliocéniques en Suisse, mais une série de phénomènes que j'ai observés en Italie d'abord et aussi récemment en Suisse, me conduisent à rattacher au Pliocène certains dépôts suisses importants, qui jusqu'ici ont été compris dans le Quaternaire.

Je dois déclarer avant tout que dans les études que je fais depuis plusieurs années dans le Pliocène de la Haute Italie, j'ai observé que les sables jaunes, marins *astiens* typiques, c'est-à-dire du Pliocène supérieur, qui sont si riches en fossiles et si développés vers les Apennins en général, vont, par contre, en s'amincissant vers les Alpes, tandis qu'ils se trouvent graduellement remplacés par des dépôts fluvio-lacustres nommés *Alluvions pliocéniques* par M. Gastaldi et *Villafranchien* par M. Pareto (2).

(1) A. Gutzwiller. — *Geologische Beschreibung der kanton St Gallen, Thurgau und Schaffausen*, 1883.

A. Gutzwiller. — *Die Löcherige Nagelfluh*, etc. Ber. der Gewerbeschule zu Basel. 1880.

(2) L. Pareto. — *Sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional*. Bull. Soc. géol. de France. 1865.

Ces dépôts villafranchiens renferment, outre une flore semblable à celle du Pliocène, de nombreux Mammifères, parmi lesquels je cite, comme spécialement intéressants pour ce travail, le *Mastodon arvernensis*, l'*Elephas meridionalis*, l'*E. antiquus*, le *Rhinoceros leptorhinus*, l'*Hippopotamus major*, etc.

En outre, dans ces dernières années j'y ai retrouvé une faune malacologique très riche et vraiment magnifique, à *Craspedopoma*, *Emmericia*, *Tryptichia*, *Geomalacus*, *Patula (Janulus)*, *Glandina*, *Testacella*, etc. : cette faune comprend plus de 100 formes, pour la plupart de climat chaud, ou littorales et avec un facies complexe tel qu'un éminent paléontologue a cru devoir m'avertir que probablement le terrain qui la renfermait devait plutôt se rapporter au Miocène qu'au Pliocène.

De toute manière, il n'y a pas de doute pour moi que ce *Villafranchien* est pliocénique et qu'il représente le facies continental du Pliocène supérieur.

Or, en poursuivant l'étude de l'horizon *villafranchien* de la partie centrale de la plaine du Pô (où l'on recueille les richesses paléontologiques susnommées) vers le pied des Alpes, j'ai pu constater que les fossiles du type nettement pliocénique, savoir, de climat chaud, vont en diminuant graduellement, comme d'ailleurs cela était à prévoir, tandis que en même temps les bancs villafranchiens — qui peu à peu remplacent complètement l'*Astien* marin et constituent ainsi à eux seuls tout le Pliocène supérieur — présentent plus fréquemment des lits phyllitifères et des couches lignitifères.

En poursuivant ensuite l'examen du *Villafranchien* dans les vallées alpines (vallée de Lanzo, d'Adrara, de Foresto, de Pianico, de Val Chiese, etc.) mais surtout à Leffe dans le Val Gandino (Lombardie), nous voyons que le *Villafranchien* en général devient simplement conglomératique, ou bien qu'il prend la constitution suivante :

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <i>Quaternaire</i> :    | Dépôts morainiques et <i>Diluvium</i> .  |
| <i>Villafranchien</i> : | III. Amas puissant de conglomérats avec <i>Elephas meridionalis</i> .                      |
|                         | II. Marnes, sables et plusieurs lits lignitiques avec phyllites, mollusques et mammifères. |
|                         | I. Dépôt alluvial grossier.  |

En étudiant les fossiles de ce *Villafranchien* alpin, nous n'y trouvons plus les Mastodontes; quant à la faune malacologique, comme la flore — très riche — elle présente déjà une fort grande ressemblance

avec celle du Quaternaire, mais nous rencontrons pourtant encore l'*Elephas meridionalis*, le *Rhinoceros leptorhynchus* et le *Bos etruscus* comme les derniers représentants typiques de la faune pliocénique.

Cependant le facies, dirai-je, quaternaire, que présentent déjà dans leur ensemble les fossiles des dépôts que je viens d'indiquer en dernier lieu, fait que jusqu'ici on les a réunis au Quaternaire, tandis que, à mon avis, ils ne représentent, au contraire, que le *facies continental* alpin du Pliocène supérieur, et l'on peut avoir sur ce point de plus amples renseignements dans mon travail spécial sur le *Villafranchien* subalpin. (1).

Or, au Nord de la chaîne alpine, les régions subalpines se présentant au point de vue de l'altimétrie, du climat, du milieu, etc., d'une manière très semblable aux vallées alpines italiennes, il est naturel que les dépôts et les fossiles subalpins y soient aussi semblables; ce qui se vérifie précisément, selon ma manière de voir.

De fait, tous les géologues suisses s'accordent pour admettre qu'en Suisse, sous les dépôts typiquement glaciaires, l'on trouve souvent des alluvions cimentées (que l'on désigne par divers noms) lesquelles renferment parfois vers leur base des marnes et des argiles lignitifères, recouvrant quelquefois à leur tour des dépôts alluviaux grossiers; c'est-à-dire, que nous y retrouvons la répétition presque parfaite de ce que l'on a dit représenter le *Villafranchien* alpin en Italie.

Mais on n'y trouve presque plus aucune forme des faunes et des flores typiques du Pliocène: on y recueille pourtant encore des restes de *Rhinoceros etruscus* (selon H. de Mayer, cette forme serait par contre le *Rh. Merkkii*, qui se trouve pourtant aussi à Leffe, avec l'*Elephas meridionalis*), et d'*Elephas antiquus*, espèces qui dans une grande partie de l'Europe se rencontrent dans les faunes typiques du Pliocène supérieur.

Quoique dans ces terrains on ait signalé des formes de plantes, d'insectes, de mollusques, etc., maintenant éteintes, dans leur ensemble, la flore (qui déjà a été parallélisée par Heer, Gastaldi, Stoppani, etc., à celle de Leffe) et la faune de ces dépôts de la Suisse — si amplement et si bien décrite et illustrée par O. Heer dans le « Monde primitif de la Suisse » — sont très semblables à celles du Quaternaire, ce qui explique comment elles ont été comprises jusqu'ici dans le Quaternaire.

Au contraire, selon ma manière de voir, ces faits paléontologiques qui, apparemment, contredisent ma thèse, sont tout à fait naturels et

(1) F. Sacco. *Il Villafranchiano al piede delle Alpi*. — Boll. R. Comit. Geol. ital. — 1886.

nous expliquent très bien le développement graduel des diverses espèces en Europe et le passage qu'elles présentent non seulement de période à période, mais encore de région à région, et cela pendant la même période. On peut ajouter qu'il serait même étrange que ces différences de flore et de faune n'eussent pas existé, non seulement parce que le milieu, le climat, l'altitude, la latitude, etc., des divers pays étaient très différents, mais encore parce que sans elles nous ne saurions nous rendre raison de l'évolution des espèces. La faune et la flore à facies déjà distinctement quaternaires qui sont renfermées dans le *Villafranchien* alpin d'Italie, en présentant encore plusieurs formes caractéristiques du Pliocène, servent remarquablement à relier le Pliocène typique circum-méditerranéen d'Italie avec le Pliocène continental de la Suisse et d'une grande partie de l'Europe centrale et septentrionale.

D'ailleurs, M. Rüttimeyer (qui cependant comprend dans le Quaternaire les dépôts de Dürnten, Wetzikon, etc.) en étudiant la faune de la caverne de Thainingen (1) et y trouvant une association curieuse de types polaires, américains, africains et asiatiques, a déjà fort bien fait remarquer : 1° que dans le Pliocène au Nord des Alpes, la faune était déjà peu différente de celle du Quaternaire; 2° qu'avant l'époque quaternaire il y avait en Europe deux foyers de vie distincts, savoir, un circumpolaire (dans lequel je placerais la Suisse et, en général, les régions alpines) et un méridional (dont le type serait l'Italie).

Pour se convaincre de l'influence du milieu sur les faunes et sur les flores pliocéniques des diverses régions, il suffit de rappeler que les dépôts inférieurs du Norfolk (*Cromer Forest-bed*) que je crois absolument pliocéniques, (quoique certains géologues, comme par exemple Gumbel, les mettent dans le Quaternaire), outre une certaine quantité de types quaternaires, contiennent aussi des formes nettement pliocéniques (comme par exemple l'*Elephas meridionalis*); de cette manière les dépôts de Norfolk, pour s'être formés dans un milieu que j'appellerai littoral, se relie beaucoup plus étroitement par la faune et par la flore aux dépôts italiens typiques (qui se sont aussi formés en général à peu de distance d'un littoral), qu'aux dépôts suisses à type étroitement continental; tandis que la seule considération des degrés variés de latitude dans lesquels se trouvent ces trois régions, laisserait complètement inexplicées les susdites différences paléontologiques.

Dans le très peu de temps que j'ai pu consacrer à l'étude des fameux dépôts lignitifères d'Utnach, Dürnten, Wetzikon, etc., j'ai été immé-

(1) Rüttimeyer. *Ueber die Ausdehnung des Pleistocenen oder Quarteren Säugethier fauna*. Act. Soc. Hel. 1874.

diatement frappé par la grande ressemblance qu'ils présentent dans leur constitution et dans leur facies avec le *Villafranchien* alpin d'Italie, de manière que je sentis de suite augmenter mes doutes qu'ils dussent se rapporter au Pliocène supérieur.

Malheureusement une grande partie de ces localités n'offrent plus actuellement des coupes favorables à l'étude géologique, car une grande partie des exploitations de lignite de cette région a été abandonnée; cependant, près d'Utnach, l'on peut encore examiner plusieurs ravins profonds qui montrent assez bien comment, au-dessus des argiles et des marnes sablonneuses, renfermant les bancs de *charbons feuilletés*, il existe des bancs puissants de conglomérats très cimentés (que je crois pouvoir encore comprendre dans le *Villafranchien*) recouverts à leur tour par un mince dépôt glaciaire à gros blocs erratiques.

Le seul fait que ces dépôts presque horizontaux se trouvent à plus de 100 mètres d'élévation au-dessus du fond actuel de la vallée, me paraîtrait assez difficile à expliquer, si l'on n'admettait qu'ils appartiennent également à l'époque pliocène.

J'ai indiqué particulièrement les dépôts d'Utnach parce que ce sont ceux que j'ai pu examiner le plus soigneusement, et qu'ils sont toujours cités comme type des dépôts fossilifères du Quaternaire suisse; mais il suffira de parcourir les nombreux mémoires sur la géologie suisse, surtout ceux de Gutzwiller (1), Grad (2), Schröter (3), A. Favre (4), etc., pour constater combien les régions où de tels dépôts, plus ou moins lignitifères, existent, sont nombreuses; je ne crois pas nécessaire ici d'en faire une mention particulière, ni même d'en donner un simple catalogue qui, de toute manière, resterait toujours incomplet.

Mais je dois dire par contre que les divers dépôts lignitifères susnommés — et que j'examinai en premier lieu — ne constituent qu'un accident, comme en Italie, de l'horizon *Villafranchien*. En effet, je crois qu'on doit encore mettre dans le Pliocène supérieur presque tous ces dépôts conglomératiques contenant parfois *Elephas antiquus* (5) (qui se trouvent ça et là en Suisse et ailleurs sous les dépôts glaciaires typiques) connus en général sous le nom d'*Alluvions anciennes*, mais qui, selon

(1) A. Gutzwiller, *Molasse und Jüngere Ablagerungen*, 1871 et 1883.

(2) Ch Grad. *Recherches sur la formation des charbons feuilletés interglaciaires de la Suisse* Colmar, 1877

(3) Schröter *Die flora der Eiszeit*. Zurich, 1887.

(4) A. Favre. *Description géologique du canton de Genève*. 1880.

(5) A. Favre. *Sur une défense d'Éléphant trouvée au Bois de la Bâtie, près de Genève*, etc. Archives, LXIV, 1878

les divers géologues et les différents pays, ont reçu les noms de *Quarter geschichtet*, *Quaternaire stratifié*, *Schieferkohle*, *Diluvialen Braunkohlen*, *Braunkohlenbildungen*, *Couches à lignites*, *Diluvial (Locherige) nagelfluh*, *Diluvialer Kalktuffbildungen* (en partie), *Locherige (Diluvial) nagelfluh*, *Alluvions préglaciaires*, *Alluvions ferrugineuses*, *Diluvium ancien*, *Alluvions hypoglaciaires*, *Altquar-terstufe*, *Interglacialstufe*, *Präglacialbildungen*, *Interglacial-schichten*, *Alluvions antéglaciaires*, *Alluvions infraglaciaires*, *Preglacial schotter*, *Aelteres schwemm-land*, *Au-nagelfluh*, *Preglaciaie Brec-cie*, *Cromeron*, *Durtenin*, *Arnusien*, *Chamberien*, etc.

Il suffit d'observer cette quantité de noms donnés aux dépôts de cet horizon pour comprendre combien sont différentes les opinions des divers géologues qui les ont étudiés, quoiqu'ils soient presque tous d'accord pour les considérer absolument comme quaternaires.

Comme je l'ai dit plus haut, ces dépôts, tant en Suisse qu'en plusieurs autres régions de l'Europe centrale, représentent, pour moi, la phase continentale du Pliocène supérieur. Je dois cependant avertir que probablement sous les dénominations sus-indiquées, on aura parfois compris aussi des dépôts vraiment quaternaires, c'est-à-dire appartenant au *Diluvium saharien*; mais cette distinction, pas toujours aisée, ne peut se faire, dans chaque cas particulier, qu'au moyen d'un examen très minutieux sur le terrain, tandis que pour le moment je dois m'en tenir aux lignes générales.

A ce propos, je dois indiquer les ouvrages récents de deux des plus éminents géologues qui se sont occupés du Quaternaire de l'Europe centrale : savoir les ouvrages de M. Penck et de M. Heim (1), qui croient pouvoir diviser le Quaternaire de la manière suivante :

### III. Glaciaire.

#### II. Gravier avec fragments de Diluvial Nagelfluh.

#### I. Diluvial Nagelfluh, parfois lignitifère à sa base.

Or, selon ma manière de voir, tandis que le III et le II représentent respectivement les dépôts morainiques et les dépôts diluviens (*Diluvium*) du *Saharien*, le I par contre représenterait le Pliocène supérieur (*Villafranchien*).

En dehors des caractères paléontologiques sus-indiqués, les carac-

(1) A. Heim et A. Penck. *On the district of the ancient glaciers of the Isaar and of the Linth*. Geol. Magaz., 1886,

et *Aus dem Gebiete des alten Isaargletschers und des alten Linthgletschers* Zeitschr. der deutsch. Geol. Gesellsch., 1886.

tères généraux des *alluvions anciennes (villafranchiennes)* — quelquefois de plus de 100 mètres de puissance — que je crois pliocéniques, sont : 1° leur très grande compacité (caractère qu'ils devaient avoir déjà acquis avant l'arrivée des glaciers quaternaires); 2° leur position, parfois à plus de 200 ou 300 mètres au-dessus du fond actuel des vallées, et même à plus de 1,000 mètres au-dessus de la mer, position souvent difficile à expliquer avec l'orohydrographie actuelle, qui est très semblable à celle du Quaternaire, tandis qu'elle se différencie très souvent beaucoup de celle du Pliocène, puisque j'admets un mouvement sismique, assez général, puissant et grandiose, entre le Pliocène et le Quaternaire; 3° la présence accidentelle de lits marneux-argileux imperméables, et par conséquent aquifères, souvent aussi phyllitifères ou pour le moins lignitifères; 4° le fait que quelquefois les éléments de ces conglomérats se présentent plus ou moins profondément impressionnés, et quelquefois aussi écrasés; 5° le fait que ces conglomérats anciens sont souvent nettement arrondis, lissés, érodés et striés par les glaciers quaternaires, de manière que parfois aussi dans le typique terrain morainique du *Saharien* l'on rencontre même des fragments du susdit conglomérat; 6° le fait que ces dépôts sont parfois assez inclinés, et ont été souvent profondément érodés, superficiellement altérés et notablement déplacés de leur position originaire avant le grand développement glaciaire quaternaire; 7° la présence, parmi quelques-uns des conglomérats que nous examinons, d'éléments lithologiques dont le moyen de transport, en certains cas, nous indique une orohydrographie différente de celle du quaternaire; 8° leur distribution géographique qui, elle aussi, est souvent en opposition avec l'orohydrographie quaternaire, et qui demande, par conséquent, pour être expliquée, d'admettre un mouvement sismique important après leur dépôt, savoir, comme je le crois, à la fin du Pliocène.

Je sais parfaitement que, à mon hypothèse de l'âge pliocénique des *Alluvions anciennes* et des *charbons feuilletés*, on opposera le fait que, dans les deux cas, tant en Suisse qu'ailleurs, il a été constaté par Erscher de la Linth, Heer et A. Favre d'abord et plus récemment par Heim (1), E. Favre (2), Ébray (3), Lory (4), A. Favre (5), Bohm (6),

(1) A. Heim. *Archives des Sc. phys. et natur.* 1874.

(2) E. Favre. *Quelques remarques sur l'origine de l'alluvion ancienne* Archives Bibl. Univ., LVIII, 1877.

(3) Ébray. *Étude des terrains du Bois de la Bâtie, près Genève.* Bu.l. Soc. Géol. de France. 1876.

(4) Lory. *Compte rendu des observations faites sur les alluvions anciennes et les dépôts glaciaires du Bois de la Bâtie.* Bull. Soc. Géol. de France. 1875.

Blaas (1), Penck (2), etc., à la base de ces dépôts, des couches qui, par leur constitution, et par suite des cailloux striés et les blocs erratiques qu'elles renferment, ont été considérées comme morainiques; d'où le nom d'*interglaciaires* donné à l'ensemble de ces dépôts.

Or, le même fait a aussi été observé en Italie à la base du *Villafranchien* alpin, et si parfois en Italie, comme en Suisse, l'on peut douter que ces bancs inférieurs doivent être vraiment attribués au glaciaire (3), il est cependant hors de doute que ce sont des dépôts grossiers assez bien comparables au *Diluvium* quaternaire, comme j'ai déjà eu occasion de le faire observer ailleurs (4).

Mais cette objection scientifique, grave apparemment, n'a pas de valeur pour moi, puisque j'admets que la première époque glaciaire a eu lieu précisément pendant le Pliocène supérieur, de sorte que je trouve tout à fait naturel qu'il existe des dépôts grossiers à facies de *Diluvium* ou de moraine à la base des *Alluvions anciennes* et des *Charbons feuilletés*.

L'on pourra trouver de plus amples explications à ce propos dans deux de mes récents ouvrages (5) dans lesquels on pourra voir aussi qu'en rapportant, comme je le fais, au terrain pliocénique les susdits dépôts, considérés jusqu'ici comme quaternaires, on facilite beaucoup la solution de la difficile question de l'origine des grands lacs alpins.

Si ma manière d'envisager la question est juste, savoir : si l'on doit attribuer au Pliocène supérieur les dépôts lignitifères de Mörschweil,

(5) A. Favre. *Sur les terrains des environs de Genève*. Bull. Soc. Géol. de France. 1875.

(6) A. Bohm. *Die Höttinger Breccie und ihre Beziehungen zu den Glacial-Ablagerungen*. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1884.

(1) Blaas. *Notizen über die Glacialformation in Innthal*. Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanst. 1884.

Blaas. *Ueber eine neue Belegstelle für eine wiederholte Vergletscherung der Alpen*. Verhand. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1884.

Blaas. *Ueber die Glacialformation in Innthale*. Zeitsch. d. Ferdinandeums. 1885.

(2) A. Penck. *Ueber die interglacial Breccien der Alpen*. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1885.

A. Penck. *Die Ungletscherung der deutschen Alpen*, etc. Leipzig. 1882.

(3) Je note incidemment que j'ai pu vérifier parfois en Italie dans les conglomérats *villafranchiens* la présence de cailloux striés par des phénomènes mécaniques, sans aucun rapport avec l'action glaciaire.

(4) F. Sacco. *Il cono di deteazione della Stura di Lanzo*. Boll. Soc. geol. ital. 1888.

(5) F. Sacco. *Sull' origine delle vallate e dei laghi alpini*, ecc. Atti R. Ac. Sc. di Torino, Vol. XX, 1885.

F. Sacco. *On the origin of the Great Alpines Lakes*. Proceedings of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. IV, 1887.

d'Utnach, de Wetzikon, etc., la découverte signalée par Rütimeyer de traces d'industrie humaine dans ces formations (1), acquiert une grande importance. Cependant, ayant pu examiner ces restes (provenant des lignites de Wetzikon) mis gracieusement à ma disposition à Bâle par le prof. Rütimeyer, la conclusion (sans entrer dans des détails qui seraient hors place dans cet ouvrage) est que je ne suis absolument pas convaincu que ces bois aient été travaillés par l'homme. D'ailleurs d'autres sont arrivés à la même conclusion par des voies différentes, savoir : MM. Frantzius (Archives für Anthrop. IX. 1876), Steenstrup (Archives für Anthrop. IX. 1876), et Jentsch (Ber. der. physich-ökon. Gesel. zu Königsberg. 1875).

Par conséquent, jusqu'à preuves contraires, je crois encore qu'en Suisse, comme ailleurs, la présence du genre *Homo* à l'époque tertiaire n'est absolument pas encore acquise à la science.

Si cependant on arrivait à constater sûrement un tel fait dans l'avenir, il me paraîtrait assez naturel que, pendant la seconde moitié du Pliocène, l'homme eût déjà paru en Suisse, où nous trouvons les terrains *villafranchiens* englobant une faune et une flore à facies déjà essentiellement quaternaire.

L'on doit encore noter à ce propos que des restes, attribués fort dubitativement à la main de l'homme, ont été aussi signalés dans les sables de St-Prest, de Mosbach et dans d'autres dépôts qui peuvent se paralléliser aux dépôts de Wetzikon, et, par conséquent, attribuables aussi au Pliocène supérieur.

Les considérations que je viens d'émettre relativement aux dépôts suisses que je considère comme *villafranchiens*, c'est-à-dire pliocéniques, peuvent s'étendre aussi à un grand nombre de dépôts pareils signalés en France, en Bavière, en Autriche, en Allemagne, etc.

Ce n'est pas ici le moment de faire des études particulières à ce propos, je dois donc me limiter à citer quelques exemples parmi ceux les plus communément connus. Je mentionnerai les lignites de la Boisse près de Chambéry (*Chambérien* de Pillet) et de Sonnaz en Savoie; les tufs calcaires de Marseille, de Meyrargues, de Montpellier, de Celles; le poudingue de Bressan, près de Lyon; les *alluvions ferrugineuses* du bassin du Rhône; les dépôts de Saint-Prest (Chartres), de Saint-Martial (Hérault), de Durfort (Gard); les *alluvions anciennes* de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Bollène); les conglomérats

(1) Rütimeyer. *Spuren des Menschen aus interglaciären Ablagerungen in der Schweiz*. Arch. für Anthrop. 1885.

Rütimayer. *L'Homme à Wetzikon*. Arch. Bibl. Univ. 1876.

Rütimayer et Schwidener. *Ueber die Wetzikon Stabe*. Act. Soc. Helv. 1876.

de Chambaran, les *alluvions anciennes* de la Bresse ; les dépôts de Chagny ; les dépôts schisteux de Saint-Jacques, près la Birse ; les sables et les graviers (en partie) de la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence ; les brèches préglaciaires de Walgau dans la vallée d'Isar ; les lignites de Walemborg dans le Glarus, de Wimbachthal, d'Oberwölz en Styrie, de Kochelsee près de Grossweil, de Murnau, d'Irschenberg, de Frek, d'Imberger Graben, près de Sonthofen ; les conglomérats de Mönchberg et de Festungberg près Salzbourg, ceux de Niederaschau, ceux de Garmisch ; les dépôts de Calvarienberg près de Sonthofen, de Steinbach près de Baden, de Lauenbourg (Allemagne du Nord) ; une partie des tufs calcaires (kalktuff) de Canth, de Weime, de Taubach, de Tonna, de Muhlhausen, de Tennstädt, de Cannstadt et de Stuttgart ; les dépôts interglaciaires de Bischofshofen, les conglomérats de Kitzbüchl dans le Tyrol ; les brèches et les marnes phyllitifères de Höttingen (1), les alluvions lignitifères d'Ampass dans la vallée de l'Inn, etc., etc.

Je dois encore indiquer ici les classifications proposées récemment (2) par mon ami le professeur Ch. Mayer-Eymar qui, tandis qu'il mettait auparavant les lignites de Dürnten, d'Utznach, etc., dans le *Saharien* (3), établit maintenant, par contre, un nouvel étage (*Arnusien*) entre le Pliocène (*Astien*) et le Quaternaire (*Saharien*), lequel étage se subdiviserait à son tour en deux sous-étages, savoir :

**Saharien :**

**Arnusien :**

*Dürntenin* : (Dépôts de Dürnten, etc.)

(Dépôts de Cromer, en Angleterre,

*Cromeron* : Pleistocène de Piémont, Sansino en Toscane etc.)

**Astien :**

Or, les dépôts du *Cromeron* représentent seulement le facies continental de l'*Astien* (*strictu sensu*, ou *Andonin* de Mayer). De plus nous avons vu le Pleistocène (*Villafranchien*) du Piémont se relier parfaitement et être synchronique avec le *Villafranchien* de Lefé des Alpes

(1) Cette localité est spécialement intéressante pour les nombreux ouvrages, en partie fort récents, de Unger et Stur, qui rapportent ces dépôts au Miocène, et d'Ettinghausen, Blaäs, Bohm, Penck et Palla, qui les rattachent au contraire au Quaternaire ; désaccord de vues qui provient probablement de l'âge pliocénique des dépôts susdits.

(2) Ch. Mayer-Eymar. *Classification des terrains tertiaires conforme à l'équivalence des périhélie et des étages*. Zurich. 1884.

Ch. Mayer-Eymar. *Tableau des terrains de sédiment*. 1888.

(3) Ch. Mayer. *Sur les subdivisions de la molasse dans les cantons d'Appenzell et de Saint-Gall*. Archives Bibl. Univ. 1875.

italiennes ; enfin les dépôts de Dürnten (*Dürntenin*) sont aussi complètement parallélisables et synchroniques avec ceux de Leffe, de sorte que l'étage *Arnusien* tout entier de M. Mayer représente seulement, pour moi, le facies continental du Pliocène supérieur ; mais pour le désigner je préfère, suivant la loi de priorité, au nom d'*Arnusien* (Mayer 1884) celui de *Villafranchien*, proposé par Pareto dès l'année 1865.

Je vais encore et, en dernier lieu, exposer une idée que j'ai déjà indiquée ailleurs, et que je souhaiterais voir prise en considération et étudiée sans retard par des personnes plus compétentes que je ne le suis à cet égard.

C'est un fait connu que dans les *Charbons feuilletés* d'Uznach l'on a retrouvé des restes d'*Ursus spæleus*, et que la même forme — comme d'autres *spéléés* — a aussi été constatée à Norfolk et en plusieurs autres dépôts européens attribués généralement au Pliocène supérieur. Or, si nous considérons 1° que, selon les opinions énoncées plus haut, dans une grande partie de l'Europe, pendant le Pliocène supérieur, la flore et la faune étaient déjà fort semblables à celles de l'époque quaternaire ; 2° que plusieurs cavernes ossifères renferment, outre des formes *spéléennes*, aussi des formes de type plutôt pliocénique ; 3° qu'une grande partie des cavernes ossifères se trouvent à des élévations notables au-dessus du fond actuel des vallées et en de telles positions qu'il est difficile de s'expliquer comment elles auraient pu être habitées (nous indiquant ainsi que de grands changements orohydrographiques ont dû avoir pris place après qu'elles servirent d'habitation aux formes *spéléennes* qui y sont renfermées) ; 4° enfin que la plus grande partie de ces cavernes ossifères ont été complètement obstruées par les glaciers pendant l'époque glaciaire quaternaire et, conséquemment, que les formes éteintes plus anciennes qui y sont renfermées durent y avoir été ensevelies avant l'invasion glaciaire ; il résulte de toutes ces considérations que probablement une grande partie des cavernes et des brèches ossifères rattachées jusqu'à présent au Quaternaire, et un grand nombre aussi de formes *spéléennes* (*Hohlenfauna*), considérées jusqu'ici comme prototypes de la faune quaternaire, appartiennent, par contre, au Pliocène supérieur à *facies spéléen*, si l'on peut s'exprimer ainsi.

Je reconnais que pour le moment la question n'est pas encore assez étudiée et qu'il sera toujours assez difficile de distinguer les cavernes ossifères pliocéniques de celles vraiment quaternaires et, dans les mêmes cavernes, les couches pliocéniques inférieures de celles quaternaires supérieures ; cependant j'ai cru bien faire d'exposer cette idée parce que je la crois fondée sur une base assez solide et je pense qu'elle est par conséquent digne d'un examen consciencieux.

## CONCLUSIONS

Je ne me fais aucune illusion sur la manière dont on accueillera tout d'abord les idées exposées dans ce mémoire, car je prévois que, soit celles qui regardent les molasses miocéniques inférieures, soit celles qui se rapportent aux dépôts que je crois pliocéniques, seront repoussées comme hasardées par la majorité des géologues, puisque en géologie, comme en toute chose, les idées acceptées depuis longtemps comme des vérités indiscutables sont très difficiles à déraciner, même si elles ne sont guère conformes à la vérité.

De toute manière, je souhaite vivement que ces idées personnelles qu'après mon retour de Suisse, j'ai exposées rapidement et schématiquement dans ce court travail, comme elles se présentèrent à mon esprit après un examen et une comparaison de plusieurs faits et de plusieurs localités, soient sérieusement et consciencieusement examinées et discutées avant d'être prématurément repoussées comme inexactes.

Pour rendre mes opinions toujours plus claires et facilement saisissables par rapport aux terrains tertiaires de la Suisse, je les synthétiserai dans le tableau schématique suivant :

| INTERPRÉTATION stratigraphique généralement acceptée         | SUCCESION DES FORMATIONS.   | INTERPRÉTATION stratigraphique proposée par F. Sacco.  |
|--|---|--|
| <b>Quaternaire</b>   | <p><i>Diluvium</i> et terrains glaciaires<br/>2<sup>me</sup> ÉPOQUE GLACIAIRE</p> <p>Anciennes cavernes et brèches ossifères — Quärter geschichtet — Quaternaire stratifié — Schieferkohle — Diluvialen Braunkohlen — Braunkohlenbildungen — Charbons feuilletés — Couches à lignites — Diluvial (löcherige) nagelfluh — Altquärterstufe — Diluvialen kalktuffbildungen (en partie) — Locherige (Diluvial) nagelfluh — Interglacialen schichten — Interglacialstufe — Präglacialbildungen — Alluvions préglaciaires — Alluvions ferrugineuses — Diluvium ancien — Alluvions ipoglaciales — Alluvions anteglaciaires — Alluvions infraglaciales — Preglacial Schotter — Aelteres Schwemm-land — Preglacial Breccie — Au-nagelfluh — <i>Arnusien</i> — <i>Cromeron</i> — <i>Durntenin</i> — <i>Chamberien</i>, etc.</p> <p>1<sup>re</sup> ÉPOQUE GLACIAIRE.</p> | <p><b>Saharlen</b></p> <p>Puissant mouvement sismique — Importants changements oro-hydrographiques — Formation de plusieurs des grands lacs alpins (<i>à la fin de l'Astien</i>).</p> <p><b>Astien</b><br/>(<i>Villafranchien</i>)</p> |
| <b>Astien et Plaisancien</b>                                 |   | <b>Plaisancien</b>   |
| <b>Messinien</b>   | Mollasse et conglomérats d'eau douce supérieurs (partie supérieure)   | <b>Messinien</b>   |
| <b>Tortonien</b>   | Couches d'Oeningen. — Mollasse d'eau douce supérieure (partie inférieure)   | <b>Tortonien</b>   |
| <b>Helvetien</b>   | Mollasse marine — Mollasse subalpine — Muschelsandstein — Grès coquillier, etc.   | <b>Helvetien</b>   |
| <b>Langhien</b>  | Mollasse d'eau douce inférieure (partie supérieure) — Mollasse grise — Blätersandstein, etc.  | <b>Langhien</b> →  |
| <b>Aquitainen</b>  | <p>Mollasse, grès, marnes d'eau douce inférieure (partie inférieure) — Mollasse lignitifère — Calcaire bitumineux, etc.</p> <p>Mollasse, grès, marnes rouges, ou violacées, ou verdâtres, ou bigarrées — Grès de Ralligen — Grès de Bouveret (partie supérieure).</p>   | <p><b>Stampien</b><br/>(peu représenté)</p> <p>et<br/><b>Tongrien</b></p>  |
| <b>Nummulitique</b><br>spécialement sous le<br><i>Flysch</i> | <p>Marnes schist. à <i>Cyrena convexa</i> de la Dent du Midi.</p> <p>Grès de Bouveret (partie inférieure) — Couches de Val d'Illicz (Dent du Midi) — Terrain sidérolitique (partie) — Calcaire d'eau douce de Moutier — Couches de Raitsche.</p> <p>Peut-être quelques couches à <i>Nummulites</i>, <i>Orbitoides</i>, <i>Lithothamnium</i>, etc.</p>   | <p><b>Sestien</b></p> <p><b>Bartonien</b></p>  |
| Sur le<br><b>Nummulitique supér.</b>                         | <i>Flysch</i> (Schistes, Grès, Conglomérats, Brèches calcaires, Ophiolites, Granites, etc.).  | <b>Ligurien</b><br>facies du <i>Parisien</i>   |
| <b>Nummulitique infér.</b>                                   | Vitznauerstock — Couches nummulitiformes de Sisikon, près Flütelen, de Flybach, de Lac Lowerz, de Einsiedeln, d'Yberg, etc., etc.   | <b>Parisien inférieur</b>  |
|  | Probablement quelques couches calcaires entre le <i>Parisien</i> et le <i>Sénonien</i> .  | <b>Suessonien</b>  |