

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE
DE LYON

Année 1904

—
(NOUVELLE SÉRIE)
—

TOME CINQUANTE ET UNIÈME

LYON
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR
36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU
MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

PARIS
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, ÉDITEUR
19, RUE HAUTEFEUILLE

—
1904

ÉTUDE SUR LA MOLASSE ROUGE

PAR
M. H. DOUXAMI

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ — DOCTEUR ÈS SCIENCES
MAÎTRE DE CONFÉRENCES DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE LILLE

Présenté à la Société Linnéenne de Lyon.

INTRODUCTION

C'est H.-B. de Saussure [53] qui introduisit le premier en géologie le terme de *Molasse* après avoir parfaitement défini et caractérisé la roche qu'il désignait ainsi. Bientôt, cette expression créée pour les dépôts des environs de Genève fut étendue par la plupart des géologues à l'ensemble des dépôts tertiaires qui occupent la plaine suisse entre les Alpes et le Jura ; puis, un peu plus tard, aux dépôts tertiaires supérieurs de la vallée du Rhône et à quelques-uns des dépôts tertiaires du bassin d'Aquitaine. En même temps aussi, ce terme, créé pour désigner une catégorie de roches, devint un étage « l'étage de la Molasse » embrassant toute la période miocène au sens large du mot.

Les recherches de nombreux géologues, avant et après la *Monographie des Molasses* (1841) de Studer, ont permis, malgré les sérieuses difficultés que présente l'étude de la molasse, de préciser les grandes divisions de la molasse suisse, les faunes et les flores qui caractérisent chacune d'elles, et d'établir, au moins dans les grands traits, un parallélisme entre les dépôts tertiaires.

res de la Suisse et ceux des régions avoisinantes : le bassin du Rhône au sud-ouest, le bassin de Vienne à l'est.

Parmi les subdivisions de la molasse, la *Molasse rouge* est peut-être celle sur laquelle les géologues actuels sont le moins d'accord malgré les nombreuses publications dont elle a été l'objet. Il suffit, pour s'en convaincre, de lire dans le *Bulletin de la Société géologique de France* pour 1901, les remarques auxquelles a donné lieu la molasse rouge des environs de Lausanne, du Bouveret et du Val d'Illiez, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique dans le Chablais. La conclusion bien nette a été de supprimer du langage géologique ce terme de molasse rouge, car il a été employé — comme nous le montrerons — pour désigner des terrains répartis depuis le Tongrien jusqu'au Miocène moyen et a donné lieu, par suite, à de nombreuses confusions.

C'est cette conclusion qui se dégage aussi, je l'espère, de l'étude qui fait l'objet de cette note.

HISTORIQUE

C'est également un géologue genevois, Necker, qui employa le premier le terme de *Molasse rouge* pour distinguer les couches sédimentaires les plus inférieures affleurant dans la plaine de Genève. Il écrivait, en effet, quelques mois après la publication de Studer [55] sur la molasse, les lignes suivantes ⁽¹⁾. « Il est à craindre que M. Studer n'ait pas aperçu la distinction très marquée qui existe entre le terrain de la molasse d'eau douce et celui de la molasse rouge, bien différent et plus étendu, qu'il recouvre sans en être recouvert lui-même, du moins dans les lieux où la superposition est claire et incon-

(1) [47], p. 375 et suivantes.

téstable. La vraie molasse d'eau douce est recouverte par les couches de molasse à coquilles marines tertiaires qui ne commencent à se montrer au nord que vers la Broye près de Moudon, et au sud à la Perte du Rhône. » Il caractérise ensuite les deux termes de la molasse des environs de Genève de la façon suivante :

« Dans la molasse d'eau douce, les couches dominantes sont des grès molasses (macigno de M. Brongniart) blancs, grisâtres ou jaunâtres à ciment argileux, peu abondant en général et quelquefois uniquement calcaire. Ces grès contiennent souvent des balles ou rôgnons d'argile grise ou verdâtre et des empreintes de végétaux dont les plus apparentes sont celles de divers arbres analogues aux arbres indigènes. Avec ces grès alternent d'abondantes et souvent fort épaisses couches d'argiles ou marnes grises, bleuâtres ou noirâtres, quelquefois jaunâtres, douces, mais non onctueuses au toucher et dont la teinte est homogène.

Elles renferment accidentellement : 1° Des gypses grenus ou compacts en couches ou en amas plus ou moins épais et des gypses fibreux en couches très minces et en filons dans les marnes ; 2° des calcaires fétides compacts plus ou moins bitumineux d'un brun tantôt clair, tantôt foncé comme le chocolat, surtout quand ils avoisinent les lignites. Ils forment, en général, des couches fort minces et renferment souvent des coquilles terrestres et fluviatiles (*Helix*, *Bulimus*, *Pupa*, *Lymnaea*, *Planorbis*, *Anodon*, *Unio*, *Cyclas*), et sont quelquefois percés de tubulures cylindriques plus ou moins irrégulières : 3° une houille sèche ou lignite ayant perdu toute trace d'organisation et ressemblant à la houille schisteuse la plus ancienne, disposée en lits généralement minces, toujours plus ou moins mélangée de pyrite et, par là, donnant par la combustion une forte odeur sulfureuse

Pour Necker, ce complexe, admirablement décrit et caractérisé, est en complète discordance sur ce qu'il appelle la molasse rouge. « Celle-ci est composée (p. 276) uniquement de grès alternant avec des couches d'argiles ou de marnes ordinairement rouges, bigarrées et marbrées, onctueuses au toucher, rappelant sous ce rapport la terre à foulon. Les grès in-

tercalés sont identiques à ceux de la molasse d'eau douce, mais le ciment est argileux (1) ».

Cette similitude des grès amène Necker lui-même à les ranger, suivant les cas, tantôt dans l'étage supérieur, tantôt dans la molasse rouge, suivant qu'il y a ou non des traces de calcaire, de lignite, de fossiles, de bitume ou de pétrole.

Dans ce même ouvrage, cet auteur considère comme appartenant à la molasse rouge tous les terrains du bord du lac entre Genève et Lausanne, bien qu'ils renferment des calcaires bitumineux et du gypse. Aux environs de Lausanne, il ne signale, et sans préciser d'ailleurs leur position, que les molasses d'un rouge vif fort semblables à celles des environs de Genève, de Morges, de Lutry, de Saint-Saphorin. Enfin (p. 470) il décrit de la façon la plus exacte la formation que tous les géologues ont désignée depuis sous le nom de *Molasse rouge de Vevey* : « C'est une formation épaisse et étendue de molasse ou grès compact calcaréo-argileux, gris bleuâtre, brunâtre ou rougeâtre avec des marnes de même couleur et souvent très rouges, traversées, ainsi que les grès, par de nombreuses fissures tapissées d'un mince enduit d'hématite rouge souvent métalloïde et passant au fer oligiste, et, de plus, par de larges filons géodiques cristallifères de spath calcaire. Quelques-unes de ces marnes, très compactes et schisteuses, ont leurs feuillets tapissés à leur surface d'une très mince couche luisante et micacée, qui leur donne, lorsqu'elles sont vertes ou rouges, une grande ressemblance avec certaines grauwackes schisteuses, certains schistes talqueux et des grès schisteux dévonien. » C'est dans une couche de marne verte que Necker a trouvé, près de l'église Saint-Martin de Vevey, un *Chamærops* ou *Flabellaria* qu'il a figuré.

Ces couches plongent au sud-est et sont toutes différentes des couches de molasse rouge décrites par cet auteur des environs de Genève, de Morges, de Lutry. Les relations des couches de Vevey avec celles des environs de Lausanne lui paraissaient peu claires et il se proposait de revenir plus en détail

(1) La plupart des grès de la molasse rouge, sinon tous, que nous avons essayés à l'acide chlorhydrique, font cependant effervescence.

sur cette molasse rouge de Vevey dans un ouvrage ultérieur qui, malheureusement, ne fut jamais imprimé.

Nous avons tenu à exposer tout au long les conclusions de Necker pour bien montrer quelles sont les origines de cette subdivision de la molasse d'eau douce et, aussi, des confusions qui sont résultées de la généralisation des faits non complètement justifiés avancés par cet auteur.

Dans notre exposé, nous suivrons l'ordre même de Necker, c'est-à-dire que nous étudierons successivement :

- 1° La molasse rouge des environs de Genève ;
- 2° La molasse rouge des environs de Lausanne ;
- 3° La molasse rouge de Vevey, à laquelle nous rattacherons les dépôts que nous considérons du même âge. (Bouveret, Val d'Illuz, grès de Ralligen, etc.) ;

Et, en dernier lieu, ce que différents auteurs ont désigné sous ce nom, savoir :

- 4° La molasse rouge de la Suisse orientale.
- 5° La molasse rouge de la région française.

§ 1. La molasse rouge des environs de Genève

L'absence d'affleurements de quelque étendue et de coupes bien nettes des terrains tertiaires aux environs de Genève, la rareté des fossiles, l'existence de failles locales ont embarrassé NECKER [47] lui-même dans l'étude fort intéressante qu'il a donnée de la molasse de la plaine de Genève. C'est ainsi qu'il signale à Balaison (coteau de Boisy) l'existence d'un banc de calcaire bitumineux intercalé ou superposé à la molasse rouge ; au ravin du Vengeron, dans les couches de la molasse d'eau douce à lignites et à gypse qui paraissent bien, en effet, en discordance sur la molasse rouge, l'intercalation de couches identiques à celles de la molasse inférieure. Pour expliquer ce fait, il émet l'hypothèse suivante : que la molasse rouge, — qu'il ne serait pas éloigné de considérer comme fort ancienne (antétertiaire) ⁽¹⁾ — formait des cuvettes où les torrents pouvaient amener les débris des buttes de la molasse rouge qui les entouraient :

(1) Note de la page 112.

la molasse rouge aurait pu être ainsi remaniée à différents niveaux de la molasse à lignites et à gypse.

A. FAVRE [16], dans son ouvrage sur *le Salève*, paru peu après, distingue également deux étages dans la molasse des environs de Genève : 1° La molasse rouge de Necker reposant sur le poudingue à cailloux jurassiens et néocomiens et sur les grès grossiers fossilifères considérés comme tongriens ⁽¹⁾, de Mornex et du lit de l'Arve (source minérale d'Etrembières) et 2° la molasse d'eau douce à lignites. Il cite de la molasse rouge du Vengeron des débris de tortue (côte et omoplate) que PICTET et HUMBERT [48] ont rapprochés d'une forme marine ; des grès de la molasse de Mornex, une omoplate d'un pachyderme de la taille d'un petit âne (*Palæomeryx* ?), et d'après de SAUSSURE [54] une feuille de palmier reconnue depuis par O. HEER comme étant le *Sabal* (*Flabellaria*) *Lamanonis* Brgt, ainsi que de nombreuses empreintes de bivalves indéterminables.

E. BENOIT, dans une première note ⁽²⁾, sur la région comprise entre le Jura méridional et les Alpes, mit en évidence le premier des faits extrêmement importants que nos études n'ont fait que confirmer, mais que nous n'avons pu interpréter de la même façon que cet habile observateur. Il montra, en effet, la difficulté qu'il y a à placer une limite entre les grès de la molasse et ceux du macigno alpin : les premiers, plus jeunes, proviennent, en effet, en grande partie, de la destruction des seconds ou possèdent la même origine. La grande ressemblance de ces grès ne peut pas ne pas frapper tous les observateurs qui étudient les dépôts de la vallée de l'Arve, de la vallée de la Dranse et aussi ceux plus au nord, au delà du Léman. Benoit, qui voulait voir dans les couches tertiaires de la plaine l'équivalent latéral des couches nummulitiques de la région alpine, fut

(1) A. Favre [18], p. 289, t. I., cite *Cerithium aff. plicatum* ? *Natica*, *Melanopsis*, Bivalves, un piquant d'oursin ; il n'est pas douteux pour nous malgré le mauvais état des fossiles que ces couches représentent bien le Tongrien et correspondent aux couches marines des Déserts de Chambéry.

(2) Pour cet auteur, les lignites de Chancy, qui sont nettement aquitaniens correspondraient aux lignites de la Tour-du-Pin, que j'ai démontrés être Miocène supérieur.

amené à établir des parallélismes inexacts. Pour lui, la molasse rouge du Vengeron est marine, les couches à gypse également et les grès intercalés correspondent aux grès durs, mouchetés du flysch et aux sables de Fontainebleau (Stampien des géologues actuels). Il signale des empreintes végétales, très problématiques, comme des fucoïdes. Dans une nouvelle note [2], il arrive enfin à admettre l'existence de deux molasses rouges séparées ordinairement par ces couches de grès à fucoïdes et des calcaires où j'ai signalé depuis *Helix rugulosa*, qui peuvent manquer et amener par suite la superposition directe de ces deux molasses rouges. La première molasse rouge serait marine, directement superposée au sidérolithique, au pied du Jura, et correspondrait aux couches supragypseuses du Bassin de Paris, tandis que la seconde molasse rouge ou molasse de Lausanne, de Vevey, de Vengeron, du revers du Salève, etc., correspondrait aux sables de Fontainebleau : la confusion ne faisait qu'augmenter en l'absence de fossiles caractéristiques permettant de préciser d'une manière définitive l'âge des différentes couches distinguées.

A. FAVRE [17], en réponse à la première note de Benoit, s'oppose à voir dans les couches tertiaires des environs de Genève des couches marines. Il signale dans les grès molassiques du sommet des Voirons, des Nummulites et de nombreux Fucoïdes, bien qu'ils paraissent superposés aux couches de molasse à lignite du pied de cette montagne.

Dans son grand ouvrage sur les Alpes, le même auteur [18], adopte la classification de la molasse suisse donnée par HEER [29] et GAUDIN [30] et range en particulier dans la molasse à lignites inférieure ou étage aquitanien, de haut en bas, les trois termes suivants :

- a) Molasse à lignites avec gypse à sa partie inférieure.
- b) Molasse rouge.
- c) Grès de Ralligen.

Et, au-dessous, les grès marins Tongriens du Salève.

Il interprète, d'ailleurs, la coupe du Nant d'Avanchet (près Vernier) différemment, avec raison, de Necker, et termine le chapitre relatif à la molasse par ces mots : « La classification de nos molasses a toujours été problématique et j'ai cherché à

la préciser, en les comparant avec les roches tertiaires du canton de Vaux ».

Dans sa description du canton de Genève [19], A. FAVRE accepte toujours la même classification et décrit avec beaucoup de détails des différentes coupes des terrains tertiaires que l'on peut observer aux environs de Genève (Cologny, Nant d'Avanchet, Bernex, etc.), sans donner cependant de nouveaux détails importants sur ces dépôts ou leurs fossiles. Sur la carte géologique qui accompagne ce mémoire, les différentes subdivisions de la molasse sont nettement distinguées, tandis que sur la feuille de Nantua du service de la carte géologique de France, les affleurements de molasse ont été marqués à tort en miocène marin (*m^s*). Sur la première édition de la feuille XVI, de la carte géologique de Suisse au 1/100.000, JACCARD avait distingué la molasse rouge de la molasse à lignite, aussi bien à Vevey qu'à Genève, et la considérait, avec les différents auteurs, soit comme la base de l'Aquitarien, soit comme un facies terrestre synchrone des dépôts marins du Tongrien [33]. Il abandonna ensuite complètement cette seconde manière de voir et, dans une nouvelle publication [34], en signalant la variabilité excessive de la molasse rouge, ne la sépare plus de ce qu'il appelle la molasse à bancs calcaires, et la range dans l'Aquitarien. Il avait été amené à cette conclusion, au moins pour les environs de Genève, par les travaux de M. H. SCHARDT [58] sur la molasse rouge du pied du Jura. Cet auteur distingue deux facies dans ces dépôts : 1° un facies torrentiel à éléments jurassiens : gompholites sans mica avec quelques matériaux sidérolithiques remaniés et des calcaires bitumineux (Moiry, Pompaples, Arnex, Agier) ; 2° un facies gréseux et micacé, dont les éléments, au lieu de venir du Jura comme les précédents, étaient apportés par des courants venus des Alpes dans le lac lagunaire qui recouvrait la plus grande partie de la plaine suisse. Il signale à Montcherrand et à Orbe *Helix (Coryda) rugulosa* G. V. Martens caractéristique de l'Aquitarien. Dans la deuxième édition de la feuille XVI [59], il range tous les dépôts des environs de Genève dans l'Aquitarien supérieur.

M. RENEVIER avait également établi, bien auparavant, l'âge aquitannien de la molasse rouge des environs d'Yverdon [51] en

signalant à la base des calcaires bitumineux qui surmontent des marnes violacées et la molasse rouge, *Helix Ramondi*, *Cerithium margaritaceum* *Neritina* sp., le long de la route d'Echallens à Epautaire.

Enfin, nous nous sommes occupé, à plusieurs reprises, des dépôts de la plaine de Genève en les comparant d'une part, comme A. Favre l'avait déjà fait, aux dépôts plus fossilifères, et par suite mieux connus, des environs de Lausanne, et aussi aux dépôts de même âge soit de la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde et de la vallée des Usses, soit de la région des Bornes et d'Annecy, dont l'histoire nous a permis d'éclaircir, nous croyons, d'une façon complète, et leur âge, et les conditions de leurs dépôts (1).

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivé sont les suivantes : Contrairement à l'opinion de Necker, il n'y a pas de discordance entre les couches supérieures à lignite et à gypse, et les couches inférieures qui sont le plus souvent de couleur bariolée où les teintes rouges prédominent : la molasse rouge des environs de Genève ne constitue pas un étage distinct des dépôts tertiaires, mais simplement un faciès des dépôts d'âge aquitaniens. Au bord, ou dans l'intérieur du Jura, par suite du relief plus ou moins accentué de la région, relief dû à des mouvements de plissement anté-aquitaniens, les dépôts sont plus franchement calcaires et présentent à la base ou à différents niveaux des conglomérats calcaires à éléments jurassiens indiquant des apports de cours d'eau. A l'Est du Jura, au contraire, les dépôts sont marneux, gréseux et micacés, indiquant l'existence de courants venus des Alpes. Dans la vallée du Rhône ou des Usses, où l'érosion a été moins grande que dans les environs de Genève, il y a continuité parfaite entre ces dépôts et les dépôts supérieurs appartenant au Burdigalien inférieur (Langhien des géologues suisses) et le Burdigalien supérieur marin à *Pecten præscabriusculus* Font, c'est ce qui existe également, comme nous le verrons, pour les dépôts ter-

(1) Grâce à l'amabilité de MM. Bedot, directeur du Musée de Genève, Joukowsky, préparateur de géologie, et Ritter et Sarrasin, nous avons pu examiner les collections et profiter de leurs connaissances sur les dépôts tertiaires.

tières des environs de Lausanne : la région, comme toute la plaine suisse, n'a été affectée que de mouvements lents d'affaissement permettant l'invasion progressive des eaux franchement marines, venant de la région orientale.

Les fossiles de la molasse des environs de Genève sont rares et souvent déformés ; quelques-uns pourtant sont suffisamment bien conservés pour pouvoir être déterminés d'une façon à peu près certaine et fournir des renseignements très concordants sur l'âge de ces formations. Necker ⁽¹⁾ avait reconnu dans les dépôts supérieurs de Cologny et de Vandœuvre :

Pupa ou *Bulimus*, *Paludina*, *Melanopsis*, *Planorbis cornu*, *Anodonta*, *Unio*, *Cyrena*, *Cypris*, graines de *Chara*.

O. Heer a cité des grès de Mornex ou de Verrières :

Sabal Hæringiana Ung.

Daphnogene lanceolata Ung.

Pinus Lardyanus Heer.

Poacites subtilis Heer.

Myrica Studeri Heer.

Dans l'étude des mollusques tertiaires terrestres et fluviales de la Suisse, de G. MAILLARD [44], continuée après la mort de ce dernier par A. LOCARD [41], ces auteurs citent de la molasse rouge et de la molasse à lignites des environs de Genève, du Vengeron, les formes suivantes :

Limnæa subbullata Sandb.

Limnæa pachygaster Thomas.

Helix (Plebicula) Ramondi A. Brgt.

Cyrena Broti Locard (voisine de *Cyr. ovalino* Desh).

Helix (Pentatania) moguntina Desh.

auxquelles nous pouvons joindre *Helix (Coryda) rugulosa* G. V. Martens ; du Nant d'Avanchet, *Helix Ramondi* Brgt, et d'après nous *Planorbis cornu* Brgt, *Helix rugulosa* G. V. Martens, *Helix Lausannensis* Dumont et Mortillet ; enfin de Vernier Me-

(1) Ouv. cité P. 407, p. 415 et suivantes, les essais de spécification de Necker ne présentent, en général, aucun intérêt.

lania Lorioli Locard, forme voisine sinon identique à *Melania Mayeri* Gümbel, *Helix Ramondi* ; *Unio* sp.

L'étude que nous avons faite du bassin de Bellegarde et de la vallée des Usses nous a permis de décrire d'une façon aussi complète que possible les terrains tertiaires, en particulier les terrains aquitaniens qui se rattachent de la façon la plus nette aux dépôts des environs de Genève et aux dépôts à facies plus jurassien des environs de Chambéry, Aix-les-Bains, Novalaise. Les fossiles très caractéristiques que nous y avons signalés soit dans les couches bariolées fréquentes à la base, soit dans les calcaires intercalés, sont les suivants :

Planorbis cornu Brgt.

Planorbis declivis Braun.

Helix corduensis Noulet.

Helix cadurcensis Noulet.

Graines de *Chara*.

Enfin, l'âge aquitaniens a été confirmé d'une manière éclatante par la découverte du gisement de vertébrés aquitaniens de Chalonges-Pyrimont ⁽¹⁾ [12, 13] présentant beaucoup d'affinités avec ceux de Saint-Gérard-le-Puy, en Auvergne.

En troisième lieu, nous avons cherché à mettre en évidence les relations qui existent entre les dépôts des environs de Genève et ceux du plateau des Bornes et de la région alpine : à mesure que l'on se rapproche des chaînes des Bauges et du Genevois, le facies gréseux devient prédominant, les traces charbonneuses sont encore assez fréquentes avec quelques bancs de marnes prenant les teintes les plus variées. La présence de rares fossiles (*Helix Ramondi*, *Helix Lausannensis*, *Helix rugulosa*, *Sabal Lamanonis*) indique l'âge aquitaniens de ces dépôts. Ils constituent le soubassement de la plus grande partie du plateau des Bornes et l'extrémité septentrionale du synclinal de Lescheraines. L'on voit ces couches reposer en parfaite concordance de stratification sans que l'on puisse déterminer la

(1) L'étude complète de cette faune très intéressante par MM. Deperet et Douxami est parue dans les *Mémoires pal. Suisse* XXIX 1902.

limite exacte sur les dépôts franchement nummulitiques de la vallée des Aillon et de la vallée des Déserts dans les Bauges, ou de la bordure occidentale des chaînes du Genevois ; il y a donc continuité des dépôts tertiaires aquitaniens dans cette région de la plaine de Genève à l'ouest et au nord avec les dépôts miocènes lorsque ceux-ci n'ont pas été enlevés par l'érosion, et aussi, de plus, à l'est et au sud-est avec les dépôts nummulitiques tongriens de la région alpine.

§ 2. — La molasse rouge des environs de Lausanne

Les dépôts tertiaires des environs de Lausanne, dont l'étude a toujours vivement intéressé les géologues vaudois, sont à la fois plus fossilifères et plus disloqués que ceux des environs de Genève, surtout lorsqu'ils sont situés à l'est de l'anticlinal de la molasse ; aussi, ont-ils donné lieu à de nombreuses publications destinées à faire connaître soit les restes organisés qu'ils renferment, soit les rapports que présentent entre elles les différentes couches qui les constituent. Au point de vue spécial qui nous occupe, nous citerons en particulier depuis l'ouvrage de Necker, les auteurs suivants :

Peu après Necker, BLANCHET [4-7], dans un certain nombre de travaux intéressants qu'il a publiés sur la molasse vaudoise, ne donne que quelques détails sur les rapports des poudingues du Pèlerin et de la marne ou molasse rouge de la Veveyse et de Lutry, ainsi qu'un aperçu général sur les différentes zones molassiques à partir des Alpes.

En laissant de côté la note de M. RENEVIER [49] dont les hypothèses théoriques ont été abandonnées depuis longtemps par leur auteur, nous trouvons ensuite les études extrêmement importantes de ZOLLIKOFER [61-62] qui précise le premier la succession des différentes assises de la molasse des environs de Lausanne. Il distingue de bas en haut dans la molasse d'eau douce inférieure qui atteint d'après lui 800^m à 1.000^m d'épaisseur :

1° La *molasse rouge*, molasse marneuse et marnes rouges ou bigarrées ;

2° La *molasse à lignites*, alternance de molasse marneuse

grise et de marnes gris bleuâtre très feuilletées, de calcaire bitumineux de couleur chocolat associé à des lignites schisteux et à des marnes noires bitumineuses ;

3° La *molasse à gypse* de la Paudèze, grès marneux et marnes d'un jaune verdâtre ou bleu foncé traversés obliquement par des veines de gypse fibreux ;

4° La *molasse à graines noires* de la Paudèze et de la route de Belmont rappelant la molasse à lignites ;

5° La *molasse grise*, grande alternance de grès à graviers de quartz, jaspe, mica et à ciment marneux de couleur gris verdâtre ou bleuâtre, et de marnes bleuâtres onctueuses, quelquefois jaunes disposées en lits minces.

La position de ces différentes assises les unes par rapport aux autres n'est pas complètement élucidée, par suite des accidents que présentent les couches tertiaires. Les différentes assises distinguées par Zollikfer n'ont pas été admises par tous les géologues vaudois.

Le premier fait admis sans contestation fut la continuité des dépôts de la molasse grise de Lausanne avec ceux de la molasse marine, dont l'affleurement le plus méridional est celui du village du Mont ; la limite entre les deux formations est presque impossible à préciser, c'est ce que nous avons déjà mis en évidence pour la vallée du Rhône au-dessous de Genève.

Peu après, M. RENEVIER [50] signala dans la molasse rouge de la Paudèze du gypse et *H. Ramondi* Brgt déterminant ainsi l'âge aquitanien de ces formations, et DE LA HARPE [25] considère ces couches comme établissant la transition entre la molasse rouge de Vevey et la molasse à lignites.

MORLOT ne distingue plus, comme Necker, dans cette molasse d'eau douce que trois sous-étages : la molasse rouge, la molasse à lignites, avec calcaire bitumineux, lignite, gypse fibreux en petites couches et la molasse grise. Dans la coupe qu'il publie, il fait buter par une faille la molasse rouge de Vevey contre la molasse à lignites et les poudingues du mont Pèlerin (faille de la Veveyse), la molasse rouge de Lutry contre la molasse à lignites de la Conversion et Belmont (faille de Lutry), enfin la molasse rouge de la Paudèze contre la molasse à graines noires et la molasse à gypse. Comme on le voit, les rapports entre ces

différentes assises sont encore loin d'être précisés, ainsi que leur âge. Dans une autre note sur le même sujet, il conteste la discordance de la molasse à lignites et de la molasse rouge annoncée par Necker aux environs de Genève [47].

S. CHAVANNES [9], tout en indiquant que la molasse rouge est à la base de la molasse vaudoise, que le ravin de la Paudèze montre la superposition régulière des couches à lignites et des calcaires bitumineux sur la molasse rouge et que, pour lui, la molasse rouge de Vevey est de même âge que la molasse rouge de Lausanne, signale le fait que, dans cette molasse rouge du pied des Alpes, les grès sont plus abondants, plus durs, plus colorés et traversés souvent par des veines de spath calcaire, tandis qu'au pied du Jura ce sont les marnes qui prédominent.

C'est à partir de ce moment que commencent les découvertes paléontologiques dans la molasse rouge de GAUDIN [21] et DE LA HARPE [26] qui sont rassemblées dans le grand ouvrage si remarquable à tous les points de vue de O. HEER [29]. Bien que PICTET et A HUMBERT [48] aient signalé l'inconvénient de l'emploi du terme de molasse rouge, car, disent-ils, il y a des couches rougeâtres non seulement en dessous des couches à *Anthracotherium magnum*, de Rochette, mais aussi dans les parties supérieures de l'ensemble de la molasse d'eau douce, ce terme continue à être employé par les différents auteurs ZOLLIKOFER [61], BLANCHET [7], enfin O. HEER [29] et GAUDIN [21]. Pour O. HEER, les débris organiques renfermés dans la molasse rouge (des environs de Lausanne), et dans la molasse à lignites ainsi que la parfaite concordance de ces deux formations, l'autorisent à réunir ces deux molasses en un seul étage, dont la molasse rouge occupe la partie inférieure. Ces conclusions sont encore vraies aujourd'hui, mais seulement pour les environs de Lausanne ; la molasse rouge de Vevey, comme l'indique cet auteur lui-même, a des caractères pétrographiques et paléontologiques assez différents, et se rapproche beaucoup plus à notre avis des grès de Ralligen, que cet auteur considérait comme inférieurs.

JACCARD [23, p. 39], dans ce premier mémoire, ne fait que résumer les travaux de ses devanciers et range dans la molasse à lignite et à calcaire bitumineux, c'est-à-dire dans l'Aquitainien

franc, les lignites de la Paudex et d'Oron, les calcaires bitumineux d'Oulens de Boudry, les marnes gypseuses des environs de Genève et les molasses rouges et violacées du pied du Jura, rapprochées jusqu'alors par les géologues vaudois de la molasse rouge de Vevey. Toutes ces couches présentent des intercalations de marnes bariolées rappelant tout à fait la molasse rouge de Genève, et la faune est nettement aquitanienne, comme l'a montré ensuite M. DEPÉRET (1). Il sépare de ces couches la molasse rouge de Vevey et en fait un étage indépendant. Dans un mémoire plus récent sur le même sujet [25], il abandonne cette manière de voir et ne sépare plus ces couches inférieures qu'il considère comme aquitaniennes.

M. RENEVIER [51] range également dans l'Aquitaniens des grès tendres gris verdâtre avec intercalations de marnes de couleurs variées veinées de gypse et de calcaire plus ou moins bitumineux à *Helix Ramondi*, *Cerithium margaritaceum*, *Neritina* sp. des environs d'Yverdon, et cet ensemble surmonte, d'après l'auteur, des assises de molasse rouge et de marnes violacées.

MAILLARD [43] distingue aux environs de Belmont, près Lausanne, de haut en bas, la molasse grise (Langhien, Burdigalien inférieur) à *Helix Lausannensis* Dum et Mort ; la molasse à Néritines et à graines noires (*Helix* cf. *Ramondi*, *Planorbis cornu var solidus*, *Limnæus* cf. *subovatus*, *Glandina* sp., *Neritina fluviatilis* Linné d'après Sandberger) ; la molasse à gypse déjà signalée par M. Renavier à *Helix*, *Cerithium* ; la molasse à lignites, et enfin la molasse rouge, inférieure à la précédente, mais en parfaite concordance et, dit-il, quelquefois assez difficile à distinguer : les grès sont seulement plus fins et plus mica-cés. Maillard l'avait considérée comme représentant la molasse rouge de Vevey. Ses conclusions furent admises pendant longtemps, ainsi que ses coupes assez compliquées par des failles ou des chevauchements.

Tout récemment, à la suite de la course de la Société géologique et des observations de M. L. Rollier [40, p. 687], M. Lugeon a admis que cette molasse rouge de la Paudex, bariolée, diff-

(1) Sur la classification et le parallélisme du système miocène (*B. S. G.d de Fr.*, 3, XXI, p. 170, 1893).

rait de la molasse de Vevey et représentait un horizon plus élevé, tout à fait indépendant.

Il est facile aussi de constater que la molasse rouge de Lutry située à la base des grès et des poudingues de Lavaux représente également tout au plus la base de l'Aquitanién. Tandis que vers Trois-Torrents les couches de molasse d'un rouge vif avec filons de spath calcaire qui apparaissent là, par suite d'une faille ou d'une dislocation du sol — car la molasse marine arrive presque au contact — seraient beaucoup plus semblables, sinon presque identiques à la molasse rouge de Vevey. Malgré la ressemblance superficielle de ces différents dépôts, un examen attentif permet cependant de les distinguer et de vérifier les conclusions précédentes.

§ 3. — La molasse rouge de Vevey

La plupart des auteurs qui ont écrit sur la molasse rouge de Vevey depuis Necker se sont surtout préoccupés d'en établir la flore et n'ont donné que peu de renseignements sur la position stratigraphique qu'elle occupe, soit par rapport aux couches plus récentes vers l'ouest, et surtout par rapport aux couches plus anciennes du flysch à l'est.

GAUDIN [21] signale les premiers fossiles de la molasse rouge de Vevey : un palmier *Flabellaria latiloba*, Heer, et quelques Dicotylédonées recueillies par Blanchet soit à Vevey, soit dans les couches tout à fait inférieures des poudingues de Lavaux. P. DE LA HARPE [25] signale aussi à Lutry *Camphora polymorpha*, Heer, *Sabal raphifolia*, Heer.

ZOLLIKOFER affirme de la manière la plus nette l'identité de la molasse rouge de Lausanne avec celle de Vevey, et il donne [61], d'après Morlot, une coupe de Lausanne à Vevey dans laquelle il fait buter par faille la molasse rouge de Lutry contre la molasse à lignites de Corsier et également celle de Vevey contre les couches du Pèlerin.

O. HEER et TH. GAUDIN [30], n'admettent qu'en partie ces conclusions et rangent la molasse rouge de Vevey, du Wäggis-Horn, les grès de Ralligen dans l'aquitanién tout à fait inférieur sinon même, comme plus tard JACCARD, dans un facies latéral du Tongrien. Dans la classification de M. K. Meyer

(1887), ces différents dépôts caractérisent son sous-étage Bazon. Les rares végétaux trouvés à Vevey et cités par ces auteurs sont les suivants :

Acer angustifolium, Heer, qui va jusque dans l'œningien.

Sabal hœringiana Ung (*S. Lamanonis* Heer) qu'on trouve à Armissan, et qui passe dans la molasse rouge burdigalienne.

Sabal major Ung. sp.

Flabellaria latiloba Heer, spécial à Vevey.

Cyperites Blancheti Heer, spécial à Vevey.

Cinamomum spectabile, Heer, qui passe dans la molasse grise.

La faune est aussi très pauvre. MAILLARD [43] a seulement cité des bords de la Veveyse au-dessous des bains :

Glandina inflata Reuss.

Helix Ramondi A. Brgt.

Clausilia (Tryptichia) Escheri Mayer, qui caractérisent plutôt, en général, en Suisse, l'Aquitanién inférieur.

Les rapports de la molasse rouge de Vevey (grès rougeâtre et marnes rouges) avec le flysch des Pléiades peuvent s'observer dans le ravin de la Baye de Clarens. On trouve la molasse rouge plongeant à l'est de 20° et au-dessus presque au contact, le flysch marneux et micacé alternant avec des lits de grès durs (avec traces charbonneuses et ripples-marks comme à Bonneville) en couches horizontales d'abord, verticales ensuite.

Les contacts de la molasse rouge avec les poudingues du mont Pèlerin que l'on observe dans le ravin de la Veveyse sont dus à des dislocations et ne peuvent nous fournir de renseignements stratigraphiques sur l'âge de la molasse rouge de Vevey.

Ceux avec le flysch, surtout avec les couches inférieures des Pléiades, qui sont probablement en place et qui rappellent d'une façon si frappante la molasse de Bonneville, celle du Bouveret et les couches de flysch de la base des Voirons, nous amènent au contraire à rattacher la molasse rouge de Vevey à la partie supérieure du flysch. Elle occupe la même position, par rapport au flysch, que les grès de Ralligen aux environs de Thoune, et l'analogie se maintient jusque dans les restes organisés que l'on a signalés à Vevey.

Au nord de Vevey, on a encore cité la molasse rouge, à Rapaz, près Vaulruz ; elle se continue jusqu'au delà de la Sarine à Impart, près Hauteville. La description qu'en a donnée M. Gilliéron [23, p. 362], comporte des grès durs gris bleuâtre en plaquettes à surface ondulée et bosselée, ayant jusqu'à 1^m d'épaisseur, alternant avec des marnes schisteuses micacées avec traces charbonneuses et pyrites, souvent bigarrées comme celles de la molasse, mais s'en distinguant par une schistosité marquée, avec empreintes végétales et jayet. Les fossiles cités sont :

Sabal major Unger, qui va jusqu'au Mayencien.

Podocarpus eocenica Ung., caractéristique des grès de Ralligen, du val d'Illiez, de Vevey, et des mollusques en mauvais état paraissant se rapporter aux espèces suivantes :

Cardium Heeri Mayer de Ralligen.

Cyrena convexa Brgt., également à Ralligen.

Melanopsis acuminata Sandb, également à Ralligen,

Des débris de poissons, de tortue marine, de crocodilien et d'*Halitherium* sp., indiquent que nous avons affaire là à une formation marine mêlée de couches saumâtres ou lacustres indiquant un bras de mer peu profond. Les relations stratigraphiques avec la molasse aquitanienne ou avec le flysch sont peu précises ; il est probable que ces couches affleurent par suite d'une faille ou d'un pli anticlinal : les quelques restes organisés permettent cependant de les rapporter au Tongrien supérieur, comme à Ralligen.

Les *grès de Ralligen* signalés pour la première fois par STUDER [56], sont des grès assez durs, à cassure esquilleuse, gris bleuâtre foncé devenant jaunâtres au contact de l'air, aux bancs nettement séparés et à surface bosselée ou ondulée ; la division en dalles est fréquente ; quelquefois, mais rarement, le grès devient rougeâtre. Les bancs de grès sont séparés par des marnes micacées et pyriteuses avec traces charbonneuses. Lorsque ces marnes sont bigarrées, elles ressemblent, en effet, beaucoup à celles de la molasse d'eau douce, mais ont toujours une schistosité bien marquée : l'identité avec la molasse rouge du Bouveret et avec les grès de Bonneville va jusque dans les moindres détails. KAUFMANN [58, p. 517] constate aussi leur ressemblance avec le flysch et les considère comme un facies soit marin, soit saumâ-

tre, de la molasse rouge, qui est d'eau douce. M. MAYER-EYMAR, dans l'étude paléontologique de cette formation, cite 32 espèces de plantes, les unes spéciales à Ralligen, comme *Grevillaea Haeringensis* Ettingh, *Euphorbiophyllum subrotundum* Ettingh ; *E. protogæun* Ettingh ; *Celastrus protogæus* Ettingh, *Acacia Meyrati* Fisch-Oost ; les autres se rencontrant dans la molasse rouge de Vevey ou dans les formations s'étaguant depuis l'Eocène supérieur jusqu'à l'Æningien. La faune de mollusques saumâtres, bien différente de celle donnée par O. Heer, d'après le même auteur, contient des formes du Ludien, du Tongrien et de l'Aquitaniien.

Encore plus au nord, M. Kaufmann [38] a rattaché à l'étage aquitaniien les couches de marnes rouges de Weggis et les couches marines de Winkel et Ennethorn : la faune et la flore présentent là, en effet, des analogies non plus avec les couches de Ralligen (une seule espèce commune) mais avec les formes aquitaniennes : le facies molasse rouge n'existe, d'ailleurs, que dans les formations d'eau douce. Les formations marines de couleur grise rappellent, au contraire, les couches de Ralligen et appartiendraient à la partie supérieure des formations marines du flysch. Il est à remarquer, d'ailleurs, que, tandis que les formations marines affleurent sur le bord de la chaîne alpine, les secondes affleurent toujours au milieu des couches de Nagelfluh, dont elles ne sont, probablement, qu'un accident dû à une moins grande vitesse dans les courants fluviaux qui amenaient les éléments des conglomérats de la Nagelfluh.

Les coupes publiées par M. BURCKARDT [3] sont à ce point de vue particulièrement intéressantes. Les couches de la formation appelée par lui molasse rouge sont toujours au contact avec le flysch, rarement en discordance, le plus souvent en parfaite concordance. Nous verrons qu'à notre avis il en est de même pour les couches de la molasse rouge du val d'Illiez, derrière les Préalpes du Chablais.

§ 4. — La molasse rouge de la Suisse orientale.

Au sud du Léman, le long des chaînes alpines, la molasse rouge a été signalée par un grand nombre d'auteurs, depuis le

Chablais jusque dans les Basses-Alpes, au Bouveret, dans le val d'Illiez, à Bonneville et enfin dans la région française proprement dite. C'est l'étude toute spéciale de ces dépôts que nous avons faite depuis de longues années qui nous a amené aux conclusions que nous avons déjà mises en évidence et que nous résumerons ci-dessous avec nos observations récentes.

I. *La molasse rouge du Bouveret.* — De Saint-Gingolph au Bouveret s'étend, interrompue quelque temps par du glaciaire, une longue bande de grès plongeant au sud-est sous les Préalpes, pour rejoindre en profondeur les couches du Val d'Illiez. Ces dépôts ont été rapportés par BLANCHET [7] au flysch ; par STU-
DER [55, p. 33] au Ralligensandstein, comme la molasse rouge de Vevey ⁽¹⁾, par A. FAVRE [18 II, p. 87] au macigno dans leur ensemble.

MM. E. Favre et H. Schardt [20, p. 504] y distinguent un niveau inférieur constitué par des grès fins, gris foncé, avec lits marneux et schisteux à surface ondulée avec nombreuses empreintes de fucôides *Ch. Targioni arbuscula* F. O., *Ch. intricatus Fischeri* Hr, *Ch. affinis* Stbg., et de beaux cristaux de calcite. Cette roche très visible au Fenalet, où elle est exploitée pour pavés, paraît reposer sur les couches bariolées qui formeraient ainsi un synclinal très évasé, d'après M. Lugeon [40, p. 689]. Les couches considérées comme supérieures sont des marnes schisteuses onctueuses, avec des grès plus ou moins tendres, gris, rouges, verdâtres, comme à Vevey, devenant parfois très durs et gris micacés. Ces couches ne renferment que des débris de végétaux indéterminables, mais rappellent d'une manière frappante la molasse de Bonneville et les couches du val d'Illiez. Lors de l'excursion de la Société géologique de France dans le Chablais, après avoir étudié la coupe du Bouveret et après les observations de M. Douvillé, de M. Steinmann et de nous-même, tous les membres présents ont été d'accord pour considérer l'ensemble des couches du Bouveret comme appartenant à la partie supérieure du flysch. Toutes les coupes observées ont permis

(1) Sur la carte géologique de la Suisse, 1853, ces grès du Bouveret sont cependant marqués en Trias.

de constater ce fait ainsi que la différence au point de vue pétrographique et paléontologique de ces couches, avec la molasse rouge aquitanienne des environs de Lausanne.

II. *La molasse rouge du val d'Illiez*. — Les terrains schisteux et gréseux qui remplissent le val d'Illiez, entre la Dent du Midi et le massif du Chablais, considérés par Studer [56] comme appartenant au Néocomien inférieur et même peut-être plus anciens [57], furent rapportés avec doute aux terrains tertiaires par MM. De la Harpe et Renevier. Tous les auteurs sont d'accord aujourd'hui, depuis A. Favre [18], pour les considérer comme appartenant à la partie supérieure du terrain nummulitique au flysch. Il existe, à la partie supérieure de cette formation, et en *parfaite concordance de stratification*, dans tous les points où j'ai pu observer le contact, une formation connue en géologie sous le nom de *molasse rouge du val d'Illiez* et dont l'importance a toujours été très grande soit au point de vue de la détermination de son âge relatif, soit au point de vue de ses relations avec la molasse rouge du Bouveret et, par suite, au point de vue du problème des Préalpes du Chablais.

Tout d'abord, ainsi que la plupart des auteurs actuels l'ont admis, il y a identité parfaite entre la molasse rouge de Vevey, celle du Bouveret et celle du val d'Illiez : les descriptions pétrographiques, les accidents (calcite, coloration) sont les mêmes ; enfin, les rares fossiles connus sont communs aux trois formations et se retrouvent plus au nord dans les grès de Ralligen, sur le bord du lac de Thoune. Les courses fort nombreuses que j'ai faites dans la région du val d'Illiez pour l'étude spéciale de cette formation, si elles ne m'ont guère fourni de faits nouveaux, m'ont confirmé de la façon la plus absolue dans les conclusions que je viens d'exposer.

Les premières données exactes sur les dépôts du val d'Illiez sont dues à A. Favre [18, vol. II, p. 130]. « Ces grès du val d'Illiez dit-il, ressemblent aux grès du Bouveret que j'ai rapportés au macigno alpin ; ils rappellent ceux des environs de Vevey et de Clarens, qui appartiennent à la molasse, et ils ont de l'analogie avec ceux de Bonneville et de la base du Môle ; certains échantillons présentent les mêmes grains et les mêmes cavités que ceux de Bonneville, et ceux-ci paraissent tertiaires. »

Schnetzler et P. de la Harpe [27] confirmèrent l'âge tertiaire par la découverte dans des schistes exploités pour ardoises, d'empreintes de plantes qui furent étudiées par O. Heer. Les fossiles actuellement connus sont les suivants :

Zizyphus Unger, Heer, c. c., qui existe également à Ralligen, à Horw près Lucerne, en Italie et en Allemagne, dans l'étage du miocène inférieur, surtout dans le Tongrien. Cette espèce est voisine du *Z. vetustus* Heer, de Monte Bolca, qui est éocène, et de *Z. paradisiacus* Ung., d'Aix et de Radeboj.

Podocarpus eocenica Ung., également citée à Ralligen et qui est tongrienne en Italie, en Autriche, en Allemagne.

Sapindus aff. falcifolius Ung., forme miocène, mais, dit O. Heer : l'échantillon n'est pas suffisamment conservé pour qu'il soit rigoureusement déterminable.

Lycopodites.

Des écailles de poissons rappelant celles du flysch calcaire tongrien des Déserts, près Chambéry, des traces d'annélides (Helminthoïdes du flysch). Rien dans ces formes ne rappelle les formes aquitaniennes de la molasse rouge des environs de Lausanne ou des environs de Genève. Bien plus, dans des plaques minces de la molasse rouge des environs de Morgins, que j'ai étudiées au microscope, j'ai pu découvrir, dans deux de mes préparations, des foraminifères : des globigérines, des cristellaires rappelant tout à fait celles qui existent dans le flysch le plus typique.

Il nous semble résulter de ce qui précède que les dépôts connus sous le nom de molasse rouge du val d'Illeze ne sont que la partie supérieure du flysch et présentent des affinités tongriennes (Stampien sup.) plutôt qu'aquitaniennes : si l'on veut les distinguer du facies ordinaire du flysch — ce qui n'est pas toujours facile sur le terrain — le terme de *Flysch bariolé*, qui a déjà été proposé ⁽²⁾, pourra convenir et évitera la confusion et les comparaisons inexactes avec d'autres formations d'âge différent avec lesquelles on les a si souvent confondues.

(1) Ces conclusions ont été confirmées par M. Douvillé, qui a bien voulu examiner ces préparations.

(2) Communication inédite de M. L. Rollier.

E. FAVRE et H. SCHARDT [20], p. 507, insistent sur la parfaite concordance entre les grès et les schistes verts et rouges, parfois grisâtres et noirâtres, du val d'Illicz et le flysch : au pied de la Dent du Midi, ce flysch paraît les surmonter par suite du renversement des couches. Ces auteurs admettent l'identité de cette molasse rouge du val d'Illicz avec celle du Bouveret, de Vevey, de Bonneville et de la base du Môle : il y a identité des bancs de grès, comme l'avait déjà reconnu A. Favre, mais les intercalations schisteuses ne sont pas aussi friables et marneuses, la surface des feuillets d'ardoises est lustrée par suite des pressions subies.

M. LUGEON [39], p. 102, admet que la molasse rouge du val d'Illicz, plus métamorphique que celle du Plateau suisse, est en discordance « non visible, mais manifeste, car la molasse rouge n'épouse pas les plis du flysch et de l'Urgonien, qu'elle suit cependant, mais avec beaucoup moins de complication ». Pour cet auteur, en outre, les schistes ardoisiers noirs et brillants, jadis exploités comme ardoises, qui ont fourni les restes de plantes dont nous avons parlé plus haut, appartiennent au flysch et non à la molasse rouge ⁽¹⁾.

Nous ne sommes pas tout à fait d'accord sur ces différents points avec notre savant collègue et ami : pour nous, il y a concordance de stratification entre la molasse rouge et le flysch, ce sont les mêmes grès, et les marnes schisteuses intercalées présentent toutes les transitions de couleurs, du rouge vif au vert, au gris et au noir du flysch typique. Il nous paraît difficile de conclure à une discordance, parce que des couches supérieures sont moins plissées que les couches situées plus profondément : il nous suffira de rappeler que l'Urgonien, le crétacé supérieur du massif de Platé, sont à peine affectés par les plis couchés qui constituent le soubassement. Les conclusions auxquelles nous étions arrivé ont été confirmées lors de la réunion de la Société géologique de France dans le Chablais [40] et aussi par la dé-

(1) M. Lugeon, p. 99, s'appuie à tort sur le texte de Favre [§ 348, t. II, p. 131], car cet auteur dit textuellement : « Sur la rive droite de la Tine se trouve une carrière d'ardoises ouverte au-dessous de la cargneule qui elle-même est au-dessous de marnes rouges et vertes », sans préciser l'âge de ces marnes rouges et vertes.

couverte récente que nous avons faite de foraminifères dans la molasse rouge de Morgins, de globigérines semblables à celles les du flysch typique.

III. *La molasse de Bonneville.* — Elle s'étend du sud du Môle, le long de la vallée de l'Arve, depuis Coppy à l'est jusqu'au delà du village de la Côte à l'ouest de Bonneville, puis se retrouve dans les collines de Contamine-sur-Arve jusque sous Perraz. Partout, les couches plongent contre le Môle où sous les collines du Faucigny ; très inclinées à la base, elles deviennent presque horizontales à la partie supérieure.

L'on peut y distinguer : 1° à la base, des grès fins, d'aspect molassique, de couleur grise, à ciment argilo-calcaire, et qui se laissent détacher en dalles de grande taille. Ces bancs d'épaisseur variable, sont séparés par des couches marneuses, quelquefois bitumineuses, avec traces charbonneuses. La surface des bancs présente des empreintes ondulées, des creux dessinant des caractères cunéiformes, et des galets marneux fortement écrasés avec cristaux de pyrite. Il existe aussi, entre ces bancs, de la calcite cristallisée (comme au Bouveret) et de petits lits de lignite (jayet). En certains points, on aperçoit des traces de fucoïdes ; parfois aussi, les grès deviennent plus grossiers et présentent tous les passages à une véritable Nagelfluh ; 2° à la partie supérieure, la molasse de Bonneville devient plus tendre et plus sablonneuse et les couches de grès, qui sont moins épaisses et de couleur rougeâtre, alternent avec des couches marneuses bariolées.

Cette succession se rencontre aussi le long des chaînes du Genevois, vers Thorens et à la montagne de Veyrier, près d'Annecy, où l'on a une coupe complète du nummulitique sous-jacent, qui permet de rattacher, comme dans le val d'Iliez, ces formations, à la partie supérieure du terrain nummulitique du Genevois.

Entre la molasse rouge du Bouveret et la molasse de Bonneville, se rencontrent les dépôts tertiaires des Voirons. Dans une publication récente [15], nous avons essayé de préciser leur âge et leur origine et de montrer qu'ils devaient se rattacher, pour la plus grande partie, aux dépôts supérieurs du flysch du val d'Iliez.

§ 5. — La molasse rouge dans la région française

Au sud d'Annecy, sur toute la bordure des Alpes jusque dans les Basses-Alpes, il existe également des couches tertiaires bariolées d'âge oligocène ou miocène. C'est ainsi que, dans la vallée synclinale de Leschaux, Lescheraines, à l'est du Semnoz, on connaît depuis longtemps, au-dessus du nummulitique des Déserts des couches bariolées de rouge et de vert où l'on a signalé *Sabal Lamanonis* Ung., *Helix (Fruticicola) lepidotricha* Braun, *Helix (Coryda) rugulosa* G. V. Martens, *Helix eurhabdota* Font., feuilles de *Daphnogene*. La continuité parfaite entre les dépôts marins des Déserts et ceux de Leschaux nous a amené [12, 14] à admettre un mouvement lent de soulèvement progressif de la région des Bauges et la persistance des eaux d'abord marines, puis saumâtres ou laguno-lacustres, presque jusqu'au retour de la mer Miocène dans toute la région subalpine de la région d'Annecy et de la plaine suisse. Ces dépôts bariolés seraient donc là d'âge aquitaniens ou, peut-être, miocène inférieur.

Aux environs de Chambéry, les dépôts bariolés de Gresy-sur-Aix, de Saint-Offenge, de Saint-Cassin, de Vimines et, plus à l'ouest, de Novalaise, Gerbaix et de l'île Crémieu, tous d'origine continentale, sont nettement aquitaniens, mais ne présentent aucune analogie de facies avec les dépôts de la région suisse connus sous le nom de molasse rouge.

Au sud de Grenoble, nous retrouvons également des dépôts bariolés tertiaires. En laissant de côté les dépôts rutilants d'âge éocène de la Chartreuse (Voreppe, Les Echelles, Forêt de Saou), il existe dans les Basses-Alpes des dépôts tertiaires très intéressants, qui ont été distingués pour la première fois par M. Haug [28]. C'est un ensemble de marnes multicolores, roses ou lie de vin et de grès calcaires, rouges, blancs ou jaunes, longtemps confondus avec le Trias, et que M. Haug [20] a réunis sous le nom de molasse rouge. Il a montré de la façon la plus nette, dans l'étude détaillée qu'il en a donnée (p. 126-138), qu'ils étaient superposés aux calcaires nummulitiques à Faucon, qu'ils reposaient en discordance sur les dépôts plus anciens, du Jurassique au Sénonien, enfin qu'à Montmaur ils étaient surmontés par

les dépôts miocènes. Pour M. Haug, l'ensemble de ces dépôts est aquitanien et il les rapproche des couches de molasse rouge des géologues suisses et aussi des grès bariolés de la vallée de Lescheraines, dont nous avons parlé précédemment.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique dans les Basses-Alpes [10, 11], MM. Depéret, Sayn et moi avons montré qu'à Saint-Geniès même, les couches dites d'âge aquitanien, ainsi qu'une partie des gypses, étaient, comme dans toute la vallée du Rhône, d'âge tongrien. M. Depéret et moi avons, d'autre part, décrit des couches bariolées franchement miocène moyen à Château-Redon, et déjà nous nous élevions contre l'introduction du terme de molasse rouge qui, dans la vallée du Rhône, ne peut s'appliquer à un niveau déterminé, mais simplement à un facies qui se retrouve à cinq ou six places différentes, dans la série tertiaire continentale ou subcontinentale, depuis l'Eocène supérieur jusqu'au Miocène supérieur.

Plus récemment M. P. Lory [42], a montré à Saint-Disdier, un passage entre la molasse rouge (comprise comme M. Haug), et les schistes noirs qui continuent le flysch, et conclut à l'âge aquitanien, peut-être aussi tongrien supérieur, de ces dépôts d'eaux douces ou légèrement saumâtres. L'analogie avec les dépôts de Savoie n'en reste pas moins tout à fait remarquable.

Les faits qui nous paraissent résulter de cette étude rapide, mais que nous avons faite aussi complète que possible, sont les suivants :

La molasse rouge de Necker et des auteurs qui l'ont suivi n'est qu'un facies de dépôts marins, laguno-lacustres, ou continentaux, qui peut se rencontrer dans des formations qui s'étendent depuis l'Eocène jusqu'au Miocène supérieur. Le terme ne peut donc servir à désigner une formation d'âge déterminé : il a les défauts de toutes les dénominations de facies ⁽¹⁾ et a amené souvent des confusions regrettables. Il vaut mieux, à notre avis, désigner ces formations multicolores des terrains tertiaires du bord des Alpes occidentales tout simplement d'après la localité et toujours préciser l'âge des dépôts dont elles représentent un facies latéral.

(1) Rappelons seulement les discussions sur le Corallien, sur l'Urgonien, sur le Flysch, sur la Molasse.

Pour nous, en effet, il existait le long des Alpes à l'Eocène et à l'Oligocène, un vaste bras de mer dont la limite orientale nous est encore fort mal connue, par suite des phénomènes de charriage dont les Alpes françaises et surtout les Alpes suisses, jusque bien au delà de l'Aar, ont été l'objet, mais qui, du côté de la plaine suisse comme de la plaine française, a persisté d'une façon plus ou moins continue avec des eaux douces ou saumâtres jusqu'au retour de la mer au Miocène ; mer dont la transgression se manifeste à la fois du sud vers le nord dans la vallée du Rhône, et de l'est à l'ouest, du bassin de Vienne dans la plaine suisse.

Pour l'origine des colorations qui affectent les terrains tertiaires connus sous le nom de *molasse rouge*, il nous faut distinguer plusieurs cas. Pour la molasse rouge du pied du Jura, comme l'a montré M. Schardt, la coloration est due surtout aux sédiments sidérolithiques d'âge plus ancien, dépôts qui ont été rubéfiés par suite de l'action oxydante des eaux superficielles et des eaux d'infiltration. Pour la grande majorité des autres dépôts, qui sont presque toujours bariolés de rouge et de vert, les colorations s'expliquent — je crois — facilement par les considérations suivantes. Les eaux renferment toujours une proportion plus ou moins considérable de sels de fer ; dans un milieu réducteur, c'est-à-dire riche en matières organiques, ces composés ferrugineux passeront à l'état de sels ferreux et donneront des teintes vertes ; dans un milieu oxydant, au contraire, les teintes rouges prédomineront. Il est donc, en quelque sorte, fatal que les dépôts soient, comme nous l'avons toujours constaté, mélangés de rouge, de vert ou de violet, en un mot bariolés. La teinte rouge prédominera de beaucoup dans les dépôts sub-continentaux ou dans les dépôts marins peu profonds, que le jeu des marées, par exemple, ou des déplacements de la ligne de rivage, ont amené les sels ferreux à l'état de sels ferriques, grâce à l'action de l'oxygène de l'air. La teinte rouge doit également prédominer, pour la même raison, dans les dépôts superficiels continentaux dus surtout à l'action des eaux de ruissellement, comme on le constate dans toutes les formations quaternaires ou récentes.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. BENOIT. Essai d'un tableau comparatif des terrains tertiaires dans le Bassin du Rhône et les Ussets (*B. S. de Fr.*, 3, III, p. 436, 1875).
2. — Note sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes (*B. S. G. de Fr.*, 2, XVII, p. 387, 1860). T
3. BURKHARDT, Die Kontaktzone von Kreide und Tertiar am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee (*Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz*, 32^e livraison, 1893).
4. BLANCHET, Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevey (1843).
5. — Empreintes de feuilles de la molasse (*Act. helv.*, Lausanne, p. 79, 1843).
6. — Carte du canton de Vaud (*Act. helv.*, Lausanne, p. 74, 1843).
7. — Aperçu de l'histoire géologique des terrains tertiaires du canton de Vaud (*Lausanne*, 1845).
8. — Mémoire sur le terrain tertiaire vaudois (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, IV, p. 85, 1854).
9. S. CHAVANNES, Essai sur la géologie d'une partie du pied du Jura comprise entre Nozon et Yverdon (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, IV, p. 14, 1853).
10. CH. DEPERET et DOUXAMI, Note sur les couches tertiaires de Château-Redon (Basses-Alpes), (*Bul. S. G. de Fr.*, 3, XVIII, 1895).
11. CH. DEPERET et SAYN, Note sur les dépôts du Vanson près Saint-Geniès (Basses-Alpes), (*B. S. G. de Fr.*, 3, XVIII, 1895).
12. H. DOUXAMI, Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale (*Ann. Un. de Lyon*, nouvelle série, I, Fasc. 11, 1896).
13. — Etude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde (*B. serv. C. Géol. de France*, n° 81, 1901).
14. — Le synclinal molassique entre les Alpes et le Jura (*B. serv. Carte géol. de France*, n° 85, 1901).
15. — Revision des feuilles d'Annecy et de Thonon (*B. serv. Carte géol. de France*, n° 91, 1903).
16. A. FAVRE, Considérations géologiques sur le Mont Salève (*Genève*, 1843).
17. — Sur la note de M. Emile Benoit (*Arch. Sc. Thys. et Nat.*, Genève, 18, 43, 1860).

18. — Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du mont Blanc (t. I., 1867).
19. — Description géologique du canton de Genève (Arch. Sc. Phys. et Nat. de Genève 1880).
20. E. FAVRE et H. SCHARDT, Description géologique des Préalpes du canton de Vaud (*Mat. Carte Géol. Suisse*, Linaison, 22, 1887).
21. GAUDIN, Flore fossile des environs de Lausanne (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, t. IV, p. 247, 1853).
22. V. GILLIERON, Alpes de Fribourg (*Beitrag, Geol. Karte d. Schweiz*, XII, 1873).
23. — Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg, Berne (*Beitr. Geol. Kart. d. Schweiz*, XVIII, 1885).
24. GREPPIN, Description géologique du Jura Bernois (*Beitr. Geol. Karte, d. Schweiz*, VIII, 1870).
25. P. DE LA HARPE, Empreintes de feuilles dans la molasse rouge près de Lutry (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, IV, p. 54, 1854).
26. P. DE LA HARPE et GAUDIN, Flore fossile des environs de Lausanne (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, IV, p. 347, 1856).
27. P. DE LA HARPE et SCHNETZLER, Découverte dans un fragment de schistes ardoisiers provenant de Morgins, d'une empreinte de feuilles dicotylédonnées (*Bul. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, VIII, 7 et 23, 1863).
28. E. HAUG, Les chaînes subalpines entre Gap et Digne (*B. Carte géol. de France*, n° 21, 1891).
29. O. HEER, Flora tertiaria Helvetica (Winterthur, 3 vol., 1855-1860).
30. O. HEER et GAUDIN, Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, 1860.
31. HOLLANDE, Tertiaire de Couz (Savoie), (*B. Soc. Hist. Nat. de Savoie*, 1898).
32. — Sur le nummulitique des Bauges. (B. Serv. carte géol., 1894, p. 123).
33. JACCARD: Description géologique du Jura Vaudois et Neuchâtelois (*Beit. Geol. Karte d. Schweiz*, VI, 1869).
34. — 1° Supplément (*id*), VII, 1870.
35. — 2° Supplément (*id*), 1892.
36. KAUFMANN, Untersuchungen über die Mittel und Ostschweizerische subalpine Molasse (*Neue Denkschriften*, XVII, 1860).
37. — Pilatus (*Beit. Geol. Karte d. Schweiz*, V, 1867).
38. — Rigi und Molasse gebiet der Mittel Schweiz (*Beit. Geol. Karte d. Schweiz*, XI, 1872).
39. M. LUGEON, La région de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie), (*B. Carte géol. de France*, n° 49, 1896).
40. — Réunion extraordinaire dans le Chablais (*B. S. G. de France*, 4, I, 1901).

41. A. LOCARD, Mollusques tertiaires et fluviatiles de la Suisse, 2^e partie (*Mém. Soc. pal. Suisse*, XIX, 1892).
42. P. LORY, Feuille de Die (C. R. collabor. serv. Carte Géol. de France, p. 177, 1894).
43. G. MAILLARD, Notice sur la molasse dans le ravin de la Paudèze au moulin de Belmont (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVII, p. 81, 1880).
44. — Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse, 1^{re} partie (*Mém. Soc. Pal. Suisse*, XVIII, 1891).
45. K. MAYER-EYMAR, Systematisches Verzeichniss der Kreide und tertiär Versteinerungen der Umgegend von Thun (*Beit. Geol. Karte d. Schweiz*, XXIV, 1887).
46. G. DE MORTILLET, Prodrôme d'une géologie de la Savoie, 1855, Géologie et Minéralogie de la Savoie, 1858.
47. NECKER, Etudes géologiques dans les Alpes, 1841.
48. F. J. PICTET et A. HUMBERT, Monographie des Chéloniens de la molasse suisse. (*Matér. pour la Pal. suisse*, t. I. 1856).
49. RENEVIER, Mémoire sur la place que doit occuper la molasse du Jorat dans les terrains tertiaires (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, III, p. 73, 1851).
50. — Observations géologiques sur la ligne d'Oron (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, VI, p. 359, 1860).
51. — Coupes géologiques des deux flancs du Bassin d'Yverdon (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, X, p. 265, 1869).
52. — Notice explicative de la feuille XVI, 2^e part. (*Elog. géol. Helvet.*, VI, 2, p. 100, 1900).
53. DE SAUSSURE, Voyages dans les Alpes, § 65.
54. — Empreinte de feuille de palmier fossile à Mornex (*Act. helv.*, p. 195, 1838).
55. STUDER, Monographie des Molasses, 1825.
56. — Géologie der Schweiz, t. II, 1853.
57. — Carte géologique de la Suisse, 1853.
58. SCHARDT, Sur la molasse rouge du pied du Jura (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVI, p. 514, 1879).
59. — Notice sur la molasse rouge et le terrain sidérolithique du pied du Jura (*Bul. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XVI, p. 609, 1880).
60. — Notice explicative de la feuille XVI, 2^e Ed. (*Eclog. géol. Helvet.*, VI, 2, p. 81-100, 1900).
61. ZOLLIKOFER, Etude géologique des environs de Lausanne (*B. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, III, p. 204, 1853).
62. — Carte géologique des environs de Lausanne (*Arch. Sc. Phys. et Nat.*, Genève, XII, p. 34, 1861).