

SCHWEIZERISCHE
GEOLOGISCHE KOMMISSION

ORGAN DER
SCHWEIZ. NATURFORSCH. GESELLSCHAFT

COMMISSION GÉOLOGIQUE
SUISSE

ORGANE DE LA
SOC. HELV. DES SCIENCES NATURELLES

Geologischer Atlas
der Schweiz

1:25 000

Atlas géologique
de la Suisse

1:25 000

Feuille:

1281 Coppet

Topographie: Carte nationale de la Suisse 1:25 000

(Feuille 46 de l'Atlas)

Notice explicative

par

ADRIEN JAYET

avec 5 figures dans le texte

1964.

Kommissionsverlag:
Kümmerly & Frey AG.
Geographischer Verlag, Bern

En commission chez:
Kümmerly & Frey S. A.
Editions géographiques, Berne

PRÉFACE DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE

En 1928 M. AD. JAYET fut chargé des levés géologiques de la feuille de Coppet. En raison de la crise de 1931 les crédits durent être suspendus mais de sa propre initiative M. AD. JAYET décida de poursuivre les recherches concernant le domaine proposé.

A partir de 1958, la Commission géologique suisse décide de financer à nouveau les levés géologiques de la feuille de Coppet de façon à en assurer l'achèvement et la publication.

La Commission géologique exprime au Professeur AD. JAYET ses meilleurs remerciements pour l'ensemble des travaux qu'il a poursuivis avec dévouement sur le territoire indiqué.

Bâle, Septembre 1964

Pour la Commission géologique
Le Président: *L. Vonderschmitt*

TABLE DES MATIÈRES

Préface de la Commission géologique	2
I. Introduction et orientation générale	5
II. Stratigraphie	6
Les terrains secondaires	6
Crétacé	6
Les terrains tertiaires	7
Eocène	7
Oligocène	8
Miocène	11
Les terrains quaternaires	12
Pléistocène	12
Holocène	17
Sondages	18
Matières premières utilisables	19
Dépôts artificiels	20
Nappes phréatiques	20
III. Tectonique et structure générale	21
IV. Géographie physique et morphologie	24
V. La mise en place des éléments glaciaires et fluvio-glaciaires wür- miens	25
Résumé et conclusions	28
Bibliographie principale	29

INTRODUCTION ET ORIENTATION GÉNÉRALE

La feuille de Coppet, No 1281 de la Carte nationale suisse comprend différents territoires: la Suisse y est représentée par la partie N du Canton de Genève et par la partie S du Canton de Vaud, la France par la région de Ferney-Grilly (Ain) et de Douvaine (Haute-Savoie).

Les levés géologiques récents, restreints d'abord au territoire suisse, se sont étendus par la suite à la région française limitrophe; cette obligation résulte du fait que pour la partie W du Canton de Genève, correspondant à la Feuille 1300, Chancy, il en a été ainsi.

D'un point de vue absolument général, la région est celle d'une plaine faiblement accidentée. Un bras du Léman, celui du Petit-Lac, la divise axialement en deux moitiés non symétriques. Sur la rive droite existe une large zone de terrasses qu'on ne retrouve pas sur la rive gauche. Inversement on observe sur la rive gauche une série de dépressions actuellement comblées par des sédiments pléistocènes et holocènes, disposition qui manque sur la rive droite.

La plus grande partie de la surface est occupé par les terrains quaternaires dont le substratum n'apparaît que rarement. Les terrains les plus anciens, d'âge crétacé, sont ceux du Berriasien, du Valanginien, de l'Hauterivien, du Barrémien-Urgonien. Ils sont réduits à une surface de quelques km² dans l'angle NW de la feuille.

Les terrains tertiaires, à part quelques petits gisements rapportés à l'Eocène, sont ceux de la Molasse. Leur étude est rendue compliquée par la discontinuité des gisements, la composition lithologique relativement uniforme, la très grande rareté des fossiles dont la conservation est en outre médiocre. La Molasse constitue une masse énorme de sédiments dont l'âge chattien est généralement admis.

Les terrains quaternaires sont d'origine glaciaire, interglaciaire ou encore postglaciaire. Les dépôts würmiens sont les plus importants, ils contribuent largement à donner à la région sa physionomie particulière. Enfin les sédiments holocènes sont des terres, de la craie lacustre, de la tourbe, des dépôts de remaniement modernes.

On possède pour la fin du Pléistocène et pour l'Holocène de bons renseignements paléontologiques dus principalement à l'étude des faunes malacologiques. Les travaux classiques de J. Favre font de la région genevoise un territoire particulièrement intéressant à cet égard.

Enfin des données archéologiques s'ajoutent quelquefois aux indications données par les faunes.

II. STRATIGRAPHIE

LES TERRAINS SECONDAIRES

Crétacé

Les terrains crétacés ne sont visibles que sur une petite surface dans l'angle NW de la feuille de Coppet. Ils appartiennent tous au Crétacé et font partie du flanc normal de la première chaîne du Jura. Par suite de l'orogénèse ils ont constitué un petit anticlinal isolé en avant-poste et dominant fortement la région avoisinante. Cet anticlinal porte deux sommets très rapprochés: le premier seul visible sur notre carte, culmine à l'altitude de 745 m, c'est le Mont Mussy. Le second est le Mont Mourex à l'altitude de 754 m, distant du premier de 300 m seulement. Sa position est fixée sur la Carte nationale suisse, feuille 1380, Gex, par les coordonnées 497,3/133,1. La série des terrains crétacés est plus facile à étudier à partir du village de Mourex (497/132,1) en se dirigeant vers l'W et le long d'un décrochement, les terrains se poursuivent alors vers le NE en direction du Mont Mussy. On trouve:

C₁ Berriasien. Il se subdivise nettement en trois sous-étages, soit,

Berriasien inférieur. Série de calcaires gris compacts formant une barre rocheuse à l'W du Mont Mussy.

Berriasien moyen. Ce sont des bancs de calcaires bleus lités à patine jaune; ils sont analogues à ceux de Monnetier au Salève. Les bancs calcaires sont séparés par des épisodes marneux avec fossiles assez abondants: *Nerinea* sp. *Terebratula valdensis* DE LOR. *Rhynchonella corralina* LEYM., nombreux Bryozoaires. Parmi les Foraminifères, *Coscinoconus alpinus* LEUPOLD et BIGLER est très abondant, *Amnocycoloculina erratica* (J. FAVRE) rare.

La composition lithologique et la faune indiquent une forte analogie avec la partie inférieure de l'Infravalanginien du Salève ou zone à *Heteroceras luci* (DEFR.).

Le faciès des marnes d'Arzier situé au sommet de ce sous-étage est mal représenté ici.

Berriasien supérieur. Il s'agit d'un banc calcaire blanc compact équivalent du Marbre bâtard. Il doit aussi correspondre à la partie supérieure de l'Infravalanginien du Salève ou zone à *Natica leviathan* P. et C.

C₂ Valanginien ou Calcaire roux. Calcaires zoogènes compacts de couleur rousse et montrant de belles structures entrecroisées. Fossiles à la surface des bancs mais non dégagés: *Alectryonia rectangularis* ROEM., *Pentacrinus* sp., etc.

C₃ Hauterivien marneux et Hauterivien calcaire. L'Hauterivien inférieur est formé de calcaires gris marneux; ils sont assez riches en fossiles: *Exogyra couloni* (DEFR.), *Arca* sp., *Terebratula* sp., *Trematopygus olfersii* (Ag.).

L'Hauterivien supérieur est un calcaire jaune spathique plus ou moins glauconieux, les fossiles y sont rares ou non dégagables.

La distinction en un Hauterivien marneux et un Hauterivien calcaire est malaisée et la limite entre les deux assises non tranchée.

C₄₋₅ Barrémien et Urgonien. A la base le Barrémien inférieur se présente sous la forme d'un calcaire jaune grumeleux à Spongiaires indéterminables et moules de *Panopea* sp. Parmi les Foraminifères, *Coscinoconus* LEUPOLD et BIGLER réapparaît. Le faciès barrémien est bien observable le long de la voie ferrée qui conduit de Gex à Grilly, un peu au SW de cette localité. Vers le haut et en allant vers le NE, le calcaire barrémien devient de plus en plus clair, on passe ainsi au faciès urgonien, calcaire blanc de type récifal. Il est observable audessus d'Arbère (499/134) et contient des restes de Rudistes et de Coraux.

LES TERRAINS TERTIAIRES

Eocène

eo Le long de la voie ferrée de Grilly et au Nord de la route qui conduit de Grilly à Mourex (497,8/131,8) apparaît un calcaire gris d'aspect mat qui repose directement sur l'Urgonien; il contient des galets d'Urgonien empruntés au substratum et de grandeur variable ainsi que de petits galets de calcaire noir, les grains de quartz y sont assez abondants. On y observe aussi des traînées brunâtres et des débris recristallisés attribuables à des Lamellibranches ou à des Ostracodes. Il n'y a pas de fossiles déterminables. Nous désignons ce sédiment sous le nom de **Calcaire de Grilly**. Il semble qu'en un point il soit recouvert par des argiles sidérolithiques (497,7/131,5), l'âge en serait alors éocène. L'épaisseur est très faible, 1 m environ.

On n'a pas pour l'instant repéré de gisements semblables au pied du Jura méridional, les comparaisons ne peuvent qu'être lointaines. Un calcaire que nous estimons être semblable a été signalé près d'Annecy à la colline de Lovagny.

Plus loin au Roc de Chère et déjà dans les chaînes subalpines, on trouve une brèche à matrice rouge d'âge éocène qui n'est pas sans analogie avec celle de la base du calcaire de Grilly.

Sur la feuille de Coppet, un second gisement peut être cité, il s'agit du même calcaire gris-mat se trouvant au centre du village d'Arbère. Un âge oligocène ne saurait être complètement écarté.

e Sidérolithique. Les argiles rouges ou jaunes du Sidérolithique tapissent des poches du calcaire Barrémien-Urgonien dans la même région que le calcaire de Grilly. Il n'y a pas de fossiles mais l'âge éocène ne semble pas faire de doute.

Oligocène

O₂ Rupélien. Un seul gisement, celui de Machilly, dans l'angle SW de la feuille correspond à la molasse subalpine des Voirons. Il s'agit d'une molasse grise quelquefois très micacée. Elle peut être observée en détail un plus au NE à la Tour de Langin située en dehors de notre carte.

Autrefois on considérait comme aquitaniennes les diverses molasses rapportées au Stampien et plus spécialement au Chatien (PARÉJAS, 1938). Dans la partie E du bassin molassique l'épaisseur en est considérable, près de 1800 m à Messery, de 2000 m au mont de Boisy situé un peu à l'E de la colline de Ballaison. Une telle épaisseur sous-entend l'existence de plusieurs étages.

En surface et en allant de l'W à l'E, on peut reconnaître l'existence de 4 séries :

1. – Molasse gréseuse inférieure
2. – Molasse marneuse bariolée
3. – Molasse calcaro-gypseuse
4. – Molasse gréseuse supérieure

Les 4 séries sont aussi des termes stratigraphiques. Compte tenu des plongements nous aurions une épaisseur de 800 à 1000 m pour la série 3, enfin 700 m pour la série 4. Voici quelques détails :

O_{3g} Molasse gréseuse inférieure. Ensemble de bancs gréseux ou marno-gréseux de teinte générale grise, gris-verdâtre, gris-jaunâtre, visible au pied du Mont Mussy au voisinage de Sauvergnny, Grilly, Arbère. Le contact avec les terrains plus anciens n'est pas visible, la lacune étant de l'ordre de 40 m en épaisseur. Cette première zone est séparée d'une autre, celle de la Versoix par un espace horizontal d'un km, espace occupé axialement par le cours supérieur de la Versoix. Il se pourrait d'ailleurs que la séparation soit

due à une faille longitudinale accompagnée d'une autre plus ou moins transversale (voir tectonique).

La molasse gréseuse inférieure est un sédiment souvent mica-cé: muscovite, biotite, chlorites; il y a aussi de l'actinote. Les composants principaux sont le quartz et l'argile avec des proportions modérées de calcaire.

Les fossiles sont rares, moules et empreintes d'Unios et dents de rongeurs se rapportant au genre *Issidioromys* et une dent de carnivore d'après les déterminations de P. RÉVILLIOD. Le gisement se trouve au bord de la Versoix au point 498,3/127,8. Un niveau marneux riche en oogones de *Chara* a été observé dans le Nant de Pissevache (498,4/126,8).

La molasse de la Versoix se prolonge vers le NE. elle a été retrouvée à faible profondeur à la Châtaigneriaz.

O_{3b} Molasse marneuse bariolée. Elle constitue une zone étroite large d'un km environ en bordure du Petit-Lac sur la rive droite. Le raccord de cette zone avec celle de la molasse inférieure ne peut être observé. Au Vengeron la molasse bariolée est limitée du côté W par une faille accompagnée de curieux accidents mécaniques. Entre la molasse du Vengeron et celle de la Versoix le hiatus correspond à un sillon rempli de sédiments quaternaires (région de Richelien). La molasse bariolée est formée de grès, de marnes gréseuses, de marnes proprement dites. Les niveaux de ces dernières sont de toutes les couleurs sauf le blanc; le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet et le noir se succèdent apparemment sans ordre particulier.

Les fossiles sont un peu moins rares que dans la molasse gréseuse inférieure. On peut y trouver *Helix (Plebecula) ramondi* (BRONGN.), les points fossilifères sont 500,7/122,5; 500,3/122,6; 500,1/122,9. Quelques restes très fragmentaires de rongeurs ont aussi été trouvées au deuxième gisement.

O_{3c} Molasse calcaro-gypseuse. Vers le haut et dans la partie la plus orientale du Vengeron, à l'altitude de 385 m les niveaux marneux tendent à se charger de calcaire, ce dernier forme alors plusieurs petits bancs dont le principal a une épaisseur de 30 cm. Il contient en abondance des moules internes de mollusques; *Unio* et *Limnaea* sont très abondants, *Planorbis* et *Helix* plus rares; oogones de *Chara* et débris de végétaux. Les mollusques de ce niveau sont spécifiquement indéterminables. Au-dessus des niveaux marneux et calcaires apparaissent des marnes gypseuses.

Le même complexe calcaro-gypseux se retrouve au coteau de Ballaison à l'altitude de 500 m. Un ravin situé au N du château de

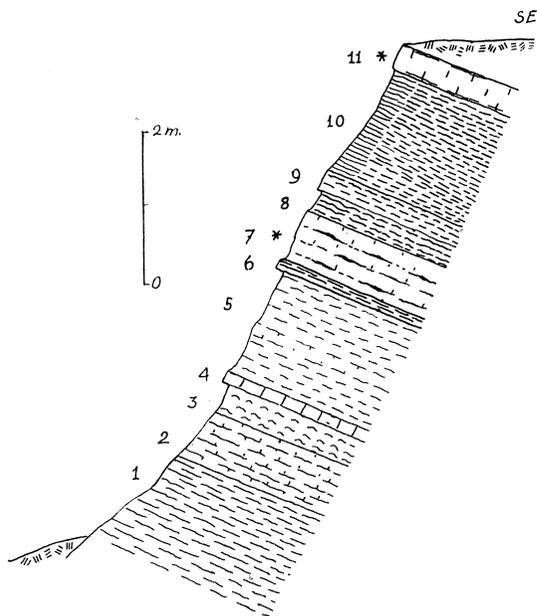


Fig. 1. Molasse calcaro-gypseuse sous le Château de Thenières
(Voir le texte)

Thenières (514,4/128,8) donne la superposition suivante, de haut en bas :

11. Calcaire gris-brun. Mollusques d'eau douce à test blanc écrasé, traces charbonneuses, m 0,30
10. Marné bleue et jaune, m 1,50
9. Marné gris-jaune, m 0,30
8. Marné bleue, m 0,30
7. Complexe marno-calcaire et calcaire grumeleux. Lignite et mollusques d'eau douce à test écrasé brun, m 0,70
6. Marno-calcaire lité, m 0,10
5. Marné bleue avec un épisode calcaire, m 1,50
4. Calcaire dur compact gris-brun, m 0,10
3. Série gypseuse, gypse compact saccharoïde blanc et croûte jaune-rougeâtre en partie vacuolaire, m 0,40
2. Marné calcaire grise litée, m 0,70
1. Marné bleue tendre, visible sur 1,50 m

Le même complexe calcaro-gypseux se poursuit dans le grand ravin qui se trouve à l'E du précédent (514,6/129,2), il est aussi fossilifère. Les couches supérieures sont des calcaires en petites dalles contenant des restes végétaux.

O₄ Molasse gréseuse supérieure. Au-dessus on remarque dans le grand ravin cité plus haut une épaisse série de grès et de marnes gréseuses il y a plusieurs alternances qu'on ne peut observer en détail. La série se termine au sommet de la colline de Ballaison par un banc de grès dur à l'altitude de 650 m. Nous n'avons pas trouvé de fossiles dans cette série gréseuse supérieure dont la teinte d'ensemble est gris-verdâtre à gris-jaunâtre.

Age de la série molassique. Malgré l'absence de fossiles nous croyons que la série gréseuse supérieure est aquitanienne. Les deux raisons qui nous y poussent sont d'abord la différence de faciès entre la série 4 et les deux séries situées au-dessous. En outre la molasse calcaro-gypseuse nous paraît un niveau-limite, les conditions de sédimentation changeant brusquement à ce moment.

La molasse bariolé est certainement d'âge chattien et l'on peut, faute de mieux admettre aussi cet âge pour les deux séries qui l'encadrent. Nous aurions ainsi: Chattien inférieur, molasse gréseuse inférieure; Chattien moyen, molasse bariolée; Chattien supérieur, molasse calcaro-gypseuse.

On doit encore supposer que les molasses qui remplissent la partie profonde du bassin à l'E appartiennent à des âges plus anciens, Stampien inférieur et Sannoisien. Il n'y est pas exclu que des dépôts éocènes y jouent aussi un rôle.

La publication des résultats des sondages profonds rendrait de grands services dans les estimations de l'âge des molasses. En outre il est possible que des études paléontologiques plus poussées concernant les restes de Mammifères apportent aussi leur part de précisions nouvelles (RIGASSI, 1957).

Miocène

m₁ Burdigalien. Un des gisements molassiques, celui de Loisin (512,4/127) présente des caractères particuliers qui l'éloignent de chacune des zones examinées jusqu'ici. Nous avons observé la série suivante de haut en bas:

3. Molasse gréseuse très grossière admettant vers le haut un niveau conglomératique, 5 m

2. Molasse marneuse noire à débris d'*Helix* probablement *Plebecula ramondi* (BRONGN.), la partie supérieure de ce niveau est une marne bleue, 2 m

1. Molasse bariolée d'épaisseur inconnue.

Les zones 1 et 2 ont été atteintes en tranchées.

Les galets du conglomérat sont essentiellement du quartz et des jaspes de couleurs variées, bleu, brun, rouge, vert. Le microscope y décèle des fragments de Radiolaires, il s'agit donc de radiolarites. Dans le ciment on peut observer quelques grains de glauconie et des fragments de Foraminifères (Rotalidés). L'analogie de cette molasse avec les molasses marines (Bellegarde) est totale. Nous l'attribuons donc au Burdigalien.

LES TERRAINS QUATERNAIRES

Des deux périodes Pléistocène et Holocène, la première est la mieux représentée.

Pléistocène

q_{3m} **Moraine rissienne.** Elle n'est visible qu'en un point du littoral sur la rive gauche. Il s'agit d'une moraine argilo-sableuse grise à galets striés et blocs (moraine de fond auct.)

La nature plus sableuse de la moraine rissienne semble un fait assez constant (JAYET, 1962).

q₃₋₄ **Interglaciaire Riss-Würm.** On a rapporté jusqu'à présent à l'interglaciaire Riss-Würm deux sortes de dépôts qui sont cependant pétrographiquement, paléontologiquement et stratigraphiquement différents (JOUKOWSKY, 1941, PARÉJAS, 1938). Le plus ancien est formé de sables, de limons, d'argiles et contient du lignite et des mollusques (JAYET, 1962), il est donc franchement interglaciaire.

Par contre le niveau qui lui est superposé, essentiellement caillouteux ne doit plus être rapporté à l'interglaciaire, il a en effet fourni des défenses et des molaires d'*Elephas primigenius* BLUM. (Mammouth) et quelques restes de *Rangifer tarandus* L. et *Bison* sp. représentants de la faune froide würmienne.

Dans notre territoire l'interglaciaire proprement dit ne se trouve qu'en deux points sur la rive gauche. Ce sont le littoral entre Anières et Hermance et le ruisseau de Chamburaz, affluent de l'Hermance au point 508,5/128,3. Dans les deux cas il s'agit de niveaux sableux qui n'ont pas encore livré de fossiles, toutefois les

superpositions ne font aucun doute. La molasse signalée par A. FAVRE (1879) et que nous n'avons pas retrouvée, appartient peut être à ce niveau.

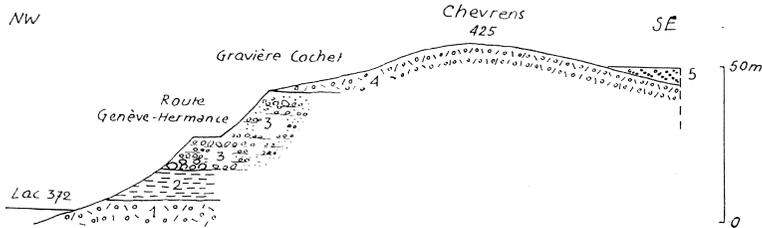


Fig. 2. Profil demi-schématique de la région Anières-Chevrens-Hermance montrant la constitution typique du Quaternaire régional

1. Moraine rissienne.
 2. Interglaciaire Riss-Würm.
 3. Moraines caillouteuses profondes.
 4. Moraine argileuse dite de fond.
 5. Moraines caillouteuses du retrait würmien.
- Le complexe würmien comprend les éléments 3-4-5.

L'interglaciaire du littoral était assez argileux pour avoir été exploité autrefois (Tuilière d'Hermance).

Complexe würmien

Nous donnons le nom de complexe würmien à un ensemble de terrains morainiques. A la base se trouvent les moraines caillouteuses profondes q_{4c} (alluvion ancienne auct.) rapportées jusqu'ici mais inexactement à l'interglaciaire. Au-dessus vient la moraine argileuse q_{4m} recouverte à son tour des moraines caillouteuses du retrait q_{5m} et des produits de délavage; fluvio-glaciaire q_5 al et argiles stratifiées q_{5a} . Le regroupement que nous préconisons a été établi après l'examen détaillé de la formation des moraines glaciaires et fluvio-glaciaires sur certains glaciers actuels.

q_{4c} Moraines caillouteuses profondes. Presque partout ces moraines sont cachées par la couverture morainique argileuse, on ne les voit qu'en un petit nombre de points d'autant plus qu'à l'instar des moraines caillouteuses du retrait, elles n'ont pas été déposées partout.

Sur la rive droite elles affleurent à Richelien sur les deux rives de la Versoix et sont aussi exploitées à Founex. On les a repérées

par sondages (voir ce paragraphe) à Collex, à la Pierre à Peny, à Commugny. Tous ces gisements appartiennent au grand sillon molassique déjà signalé et connu à l'aval de Genève sous le nom de sillon de Montfleuri. A Founex on a récolté une molaire d'*Elephas primigenius* BLUM.

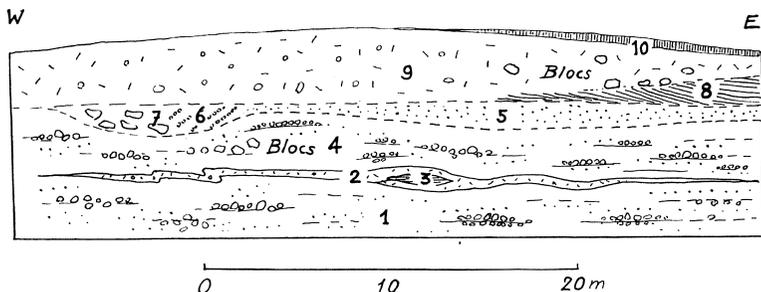


Fig. 3. Constitution de la butte morainique des Cuttemers au-dessus de Founex. 502,9/132,2; alt. 430 m

1. Moraine caillouteuse sableuse.
 2. Lamme d'argile jaune à galets striés.
 3. Inclusion d'argile grise.
 4. Moraine caillouteuse sableuse avec zone de blocs.
 5. Bancs de sable gris.
 6. Petit cailloutis sableux à stratification oblique.
 7. Lentilles disloquées d'argile jaune à galets striés.
 8. Limon sableux jaune finement varvé passant latéralement à 9.
 9. Moraine argileuse grise pauvre en cailloux; galets striés et blocs.
 10. Terre rouge holocène.
- Les cailloutis morainiques profonds correspondent à 1-8.

Sur la rive gauche, les cailloutis morainiques profonds se retrouvent à la hauteur du km 127 sous Chevrens où ils sont exploités, puis au bord de l'Hermente et de l'un de ses affluents, le ruisseau de Chamburaz.

Au point de vue lithologique, les moraines caillouteuses profondes contiennent tous les matériaux issus du bassin du Rhône dans son ensemble: gabbros, euphotides, élogites, gneiss, schistes divers, granites et aplites, conglomérats de Vallorcine et du Verrucano. Les calcaires noirs alpins forment en général la moitié de l'ensemble, les calcaires clairs sont plus rares. Les grès et quartzites sont fréquents.

La grosseur des matériaux est remarquablement uniforme. Les galets ont une taille maximum de 20 cm, mais il y a au-dessous

toute la gamme des dimensions jusqu'au grain très petit, l'argile y est très disséminée et la matrice des cailloutis est hétérométrique. On trouve parfois des niveaux de blocs.

L'usure des galets n'est pas uniforme, le degré moyen domine cependant, enfin il y a aussi des galets striés le plus souvent inclus dans des niveaux argileux sous forme de lentilles.

94m **Moraine argileuse** à galets striés et blocs (moraine de fond auct.)

La composition lithologique est exactement la même que celle des moraines caillouteuses profondes, les degrés d'usure aussi. Débarassée de son argile la moraine dite de fond est exactement une moraine caillouteuse semblable aux moraines caillouteuses profondes.

La moraine argileuse s'étale largement sur toute la plaine, toutefois elle manque ou est extrêmement réduite au voisinage des collines molassiques par exemple à Bossy (498,1/126,4), Loisin (512,5/127,2).

La moraine argileuse peut être compacte, la proportion du ciment argilo-calcaire y est variable, très forte en certains points il peut manquer à d'autres, la moraine devenant caillouteuse. Il y a souvent une stratification, des bancs de sable ou d'argiles stratifiées étant intercalés. Le contact avec les moraines caillouteuses profondes peut être tranché (gravière de Sois-Chevrens 507,3/127,1) ou au contraire plus ou moins progressif (rive droite de la Versoix à Richelien 499,8/126,1).

Au point de vue topographique la moraine argileuse constitue des plateaux à faible inclinaison mais aussi des collines. Dans ces dernières les moraines caillouteuses tendent à dominer (cordons morainiques, vallums, drumlins).

95m **Moraines caillouteuses superficielles du retrait würmien.** La composition lithologique est la même que celle des autres dépôts würmiens. Toutefois les éléments sont plus grossiers et les blocs deviennent plus abondants, il y a aussi des bancs d'argile à galets striés, des bancs de sable et de limon. Les moraines du retrait sont atteintes par les accidents mécaniques dus à la fonte de leur socle de glace, failles, flexures, affaissements, etc. Une mention spéciale doit être faite des moraines à matériel fin stratifié dont la disposition a été souvent prise pour celle de deltas. Cette disposition se trouve sur la rive droite à Ecogia, Genthod, Versoix, Tannay, sur la rive gauche à Richelien, Chevrens, Hermance, Chens. Une bonne partie de la pseudo-terrasse de 30 m sur la rive droite est constituée de ces moraines.

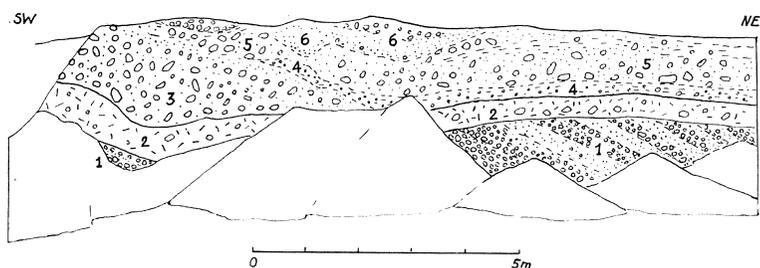


Fig. 4. Type de moraine caillouteuse du retrait würmien à structure pseudo-deltaïque. Ecogia, 500,9/127,5, alt. 424 m

1. Cailloutis fini stratifié alternant avec des bancs sableux plus ou moins individualisés.
2. Masse argileuse ou sablon argileux jaune à galets striés.
3. Cailloutis sableux à galets striés, diamètre maximum des galets m 0,20.
4. Niveaux sableux plus ou moins stratifiés à petits galets.
5. Cailloutis terreux.
6. Sablon rubéfié plus ou moins caillouteux passant à la terre végétale.

q_{5a} **Argiles feuilletées**, argiles à varves (glacio-lacustre auct.) Les argiles feuilletées sont manifestement un produit de délavage des moraines argileuses et caillouteuses pendant le retrait glaciaire würmien. Dans notre région elles sont peu épaisses, 4 à 5 m au maximum. Leur tracé évoque celui de sillons plus ou moins parallèles à celui du Petit-Lac. A Ferney (A. JAYET, 1958) les argiles feuilletées présentent une triple alternance soit 30 cm, 1 cm, 1 mm. Elles sont aussi marquées par les accidents mécaniques du retrait. Comme les alluvions fluvioglaciaires elles ont pris naissance sur le glacier mort alors que le retrait se poursuivait à l'amont.

Autres dépôts pléistocènes

Dans les petites nappes d'eau, le retrait glaciaire se marque par la formation d'un *limon bleu* très fin superposé à la moraine argileuse. En deux points ce limon a fourni *Pisidium lapponicum* CLESS. et *Pisidium vincentianum* WOODW. (FAVRE et JAYET, 1938). La craie lacustre superposée à ce limon est encore pléistocène et riche en mollusques aquatiques (FAVRE, 1927).

Indépendamment des **alluvions fluvi-glaciaires** qui ne contiennent aucun mollusque, il y a aussi des **alluvions fluviales** riches en mollusques. Au bord de l'Hermance elles y étaient accompagnée de restes végétaux (JAYET, 1956).

Les dépôts que nous venons de citer ne sont visibles qu'à la suite de travaux de drainage, excavations diverses, autrement ils sont recouverts par les sédiments holocènes.

Blocs erratiques

Abandonnés au cours du retrait glaciaire sur la moraine argileuse, sur les moraines caillouteuses superficielles et quelquefois sur le fluvio-glaciaire. Les travaux agricoles les ont fait disparaître en grande partie, on les trouve actuellement sur le bord des ravins dominant les cours d'eau. La composition pétrographique est variée; comme pour les galets würmiens, il n'y a pas dans notre territoire de province pétrographique identifiable. D'une façon générale les gneiss dominent suivis de schistes divers, les granites sont moins abondants. Contrairement à ce qui se passe dans les niveaux caillouteux, les calcaires sont ici rares de même que les grès et les quartzites par contre le conglomérat de Vallorcine est assez fréquent.

Les très gros blocs sont rares: la Pierre à Peny (501,5/128,2) est un bloc de gneiss qui mesure 12 m de long; un bloc de séricitoschiste du ravin de Pissevache (498,6/127,2) a un volume de 200 m³.

Les terrasses pléistocènes

Le système des terrasses au voisinage du Léman est mal défini; il est d'usage d'admettre une succession de 50 m, 30 m, 10 m, 3 m. Les terrasses de 50 m et de 30 m sont quasi inexistantes, les cailloutis quand on les repère à de tels niveaux sont ceux des moraines de retrait. En outre on voit les cailloutis de la «terrasse» de 30 m s'enfoncer sous la terrasse de 10 m et sous la terrasse de 3 m pour atteindre le lac où ils doivent être encore à une certaine profondeur.

Ce n'est que dans la terrasse de 10 m qu'on voit apparaître une première faune lacustre. *Limnaea ovata* DRAP. est le mollusque le plus fréquent mais il est accompagné de formes disparues actuellement de la région (FAVRE, 1927, 1938). Les gisements de ce niveau ont surtout été mis en évidence par les rectifications de la route suisse par exemple à Mies (502,9/128,7). Les mollusques se trouvent dans des niveaux limoneux plus ou moins crayeux situés sous les cailloutis de la terrasse, phénomènes qui correspondent à une régression.

La terrasse de 10 m admet un équivalent fluvatile, par exemple à Richelien (499,9/126,3) dans un niveau tufeux.

Holocène

Dépôts palustres, craie lacustre et tourbe

Au cours du retrait glaciaire, il s'est formé de petits bassins, plus ou moins fermés, occupés assez rapidement par des marais. La

coupe générale en est la suivante; a) moraine argileuse, b) limon bleu, c) craie lacustre, d) tourbe, e) limons de ruissellement. La partie supérieure de la craie lacustre est holocène, elle contient une riche faune de mollusques mais les espèces caractéristiques du Pléistocène ont disparu (FAVRE, 1927). C'est sur la rive gauche au voisinage de Corsier et de Meinier que les marais à craie lacustre ont leur plus beau développement. Les drainages les ont asséchés; seule la tourbe peut être cartographiée.

Les terres holocenes

La terre rouge située à la partie inférieure de l'holocène est un dépôt épais de 30 à 50 cm environ, cependant il atteint une épaisseur de 3 m dans la gravière de Chens (509,5/131,2); on le trouve surtout sur les cailloutis et fluvio-glaciaire du retrait. La faunule malacologique qui y a été trouvée ainsi que des restes archéologiques permettent de dater la terre rouge du Néolithique (JAYET, 1945 bis).

Les terres superposées à la terre rouge sont brunes ou noires.

Terrasses holocènes

La terrasse de 3 m est post-romaine ainsi que le montrent les débris de tuiles et les fragments de céramique sigillée roulée, la faune malacologique est identique à l'actuelle.

La terrasse passe à la grève inondable de sorte qu'il n'y a pas de limite tranchée vers le bas.

Sondages

On peut répartir les sondages en trois catégories: **sondages profonds** dépassant 1000 m et destinés à la recherche du pétrole; **sondages moyens** pouvant atteindre 100 m, forés en vue d'atteindre la nappe phréatique profonde; **sondages superficiels** ne dépassant pas 30 m. Le but de ces derniers est l'étude du sous-sol, les puits ordinaires peuvent être mis dans cette catégorie.

Un seul **sondage profond** est situé sur l'emplacement de la carte, c'est celui de Messery (512,2/133,7), il a traversé complètement la molasse et atteint le Crétacé moyen. Un autre sondage profond, celui du Mont de Boisy se trouve un peu en dehors de notre carte à l'E du village de Ballaison, sa profondeur a été de 2000 m.

Nous avons noté les sondages moyens de la rive droite dont nous avons eu connaissance, soit Collex (499,4/124,8), la nappe phréatique a été atteinte à l'altitude de 385 m soit à une profondeur

de 36 m. Celui de la Pierre à Peny (501,5/128,3) a atteint la molasse sans rencontrer d'eau. A Commugny un puits profond capte l'eau de la nappe.

Certains sondages moins profonds permettent de localiser la molasse dans des zones où elle n'affleure pas, par exemple au Grand-Saconnex (497,8/122,2) à une profondeur de 38 m. Au voisinage du Vengeron on l'a atteinte à 24 et 18 m de profondeur.

Matières premières utilisables

Ce sont les **calcaires**, la **tourbe**, les **argiles feuilletées**, les **graviers**.

Les **calcaires urgoniens** étaient exploités à Arbère (499,134); les **calcaires berriasiens** l'étaient encore ces dernières années au Mont Mourex à la limite de notre carte, il en était de même des **calcaires valanginiens** (497,5/132,5). Il ne semble pas que la molasse ait été exploitée en grand mais les constructions anciennes l'ont utilisée à un degré variable comme l'erratique alpin.

La **tourbe** provenait de divers marais en particulier aux environs de la Pallanterie; elle a été exploitée pendant la guerre de 1914-18 période pendant laquelle les marais ont été asséchés.

Les **argiles feuilletées** forment plusieurs zones; la plus importante occupe une partie du sillon molassique de la rive droite, de Pierre grise à Ferney. Les exploitations sont celles de Ferney (497,8/123,4) et de Colovrex (498,7/123,3). L'exploitation des Tuileries (500/123,5) a cessé son activité au cours des 10 dernières années bien que l'argile soit encore abondante aux environs immédiats. Il existait encore autrefois une exploitation près de Divonne, celle de la Tuilerie (550,4/134). Sur la rive gauche nous avons plusieurs Tuileries; ce sont: la Tuilière au bord du lac au S d'Hermance (507,4/127,5). La Tuilière au bord de l'Hermance (508,7/127,2), enfin la Tuilière de Jussy (512,6/123,4). Rien ne subsiste actuellement de ces diverses exploitations sinon le lieu-dit.

L'exploitation des **graviers** a pris de plus en plus d'ampleur au cours des dernières années, de nouvelles gravières s'ouvrent un peu partout alors que d'autres sont remblayées. Sur la rive droite l'exploitation des graviers se fait à Richelien (500,1/126,3) et à Founex dans les cailloutis des moraines profondes; à Grilly (499,2/131,8) et à la Châtaignieriaz (502,3/132,3) dans les moraines caillouteuses du retrait.

Sur la rive gauche, les graviers proviennent des moraines profondes à Sous-Chevrens (507,4/127,1). Les gravières qui entament les moraines du retrait exploitent principalement les bancs sa-

bleux, Chevrens (507,3/125,9), Hermance (508,5/128,7), Chens 509,5/131,3).

Le **bitume** a été observé en quelques points de la Versoix dans la molasse gréseuse (499,1/126,8) et dans le Pissevache (498,6/127,3). Les couches du Barrémien-Urgonien de Grilly (497,5/131,4) contiennent aussi du bitume.

On a aussi mesuré la **radio-activité** de la molasse sur la rive droite.

Déptôs artificiels

Ce sont principalement les **remblais** et les **décharges**^a. Les remblais sont des cailloutis, des matières argileuses, des matières diverses, blocs de molasse, pierres de construction, plâtre, etc. Les décharges sont le plus souvent constituées de moraine argileuse extraite des excavations et dont on doit se débarrasser. Enfin certaines décharges sont des ordures ménagères trop souvent déposées au bord des cours d'eau.

Sur la rive droite du lac, les remblais les plus importants sont ceux de l'aérodrome de Cointrin visibles sur une longueur de 1,5 km dans l'angle SW de la feuille. Dans la région de Divonne, certains cailloutis alpino-jurassiens ont été extraits des marais de la Versoix et déposés plus à l'aval, leur surface dépasse 0,5 km². Enfin la création de l'autoroute Genève-Lausanne a nécessité l'emploi de masses considérables de graviers et corrélativement la décharge massive de matériaux argileux, moraine argileuse et argiles feuilletées. Le tracé de l'autoroute est ainsi jalonné du Vengeron à Chavannes de Bogoy de ces matériaux déplacés.

Certains remblais ont fait disparaître d'anciennes gravières ou les ont partiellement comblées, les cailloutis profonds ou superficiels sont ainsi cachés.

D'autres remblais et décharges d'importance moindre sont figurés sur la carte.

Nappes phréatiques

Elles peuvent être *superficielles* ou *profondes* mais la distinction est plus théorique que pratique; il faut y ajouter les nappes provenant d'un régime karstique et débouchant à la surface du sol en source vaclusienne.

1. **Nappes phréatiques superficielles.** La moraine argileuse q_{4m} retient les eaux de surface, celles-ci forment les ruisseaux et rivières. Toutefois la moraine argileuse est rarement homogène, en certains points elle présente des inclusions d'argiles stratifiées (501,5/126,7), de limons sableux et même de cailloutis. Les deux dernières caté-

gories peuvent fonctionner comme niveaux aquifères, par exemple à Richelien 499,8/126,1). Dans le domaine molassique de la Versoix, on observe fréquemment des venues d'eau à la base de la moraine argileuse reposant sur la molasse. Dans cette dernière, les niveaux gréseux fonctionnent aussi comme niveaux aquifères, l'eau étant retenue par les niveaux marneux.

Les nappes superficielles ont un débit très variable, n'étant alimentées que par les précipitations locales.

2. **Nappe phréatique profonde.** Elle est contenue dans les cailloutis morainiques profonds (q_{4c} , alluvion ancienne auct.). Sur la rive droite un sillon molassique est rempli de ces cailloutis contenant la nappe phréatique profonde que a été atteinte à Collex (499,4/124,8), à l'aval de Richelien (500,1/126,1) et à Commugny (502,6/130,7). A Collex la nappe est à l'altitude de 385 m soit à une profondeur de 36 m.

3. Nappe phréatique provenant d'une **source vauclusienne**. La Versoix est dans ce cas, mais la source se situe à Divonne en dehors de notre carte. Le régime karstique qui lui donne naissance est celui du Jura méridional.

III. TECTONIQUE ET STRUCTURE GÉNÉRALE

Les terrains de la feuille de Coppet ne se prêtent pas facilement à une analyse tectonique, le Quaternaire recouvrant l'ensemble. Il n'y a en outre aucun ravin profond dans lequel on pourrait observer de bonnes dispositions tectoniques. Les seuls renseignements que nous pouvons obtenir sont les directions et pendages des couches et la localisation des failles et diaclases. Assez paradoxalement ce sont ces dernières qui sont le plus visibles, les failles restant dissimulées sous la couverture du Quaternaire.

Un certain nombre de faits conduisent à admettre l'existence de 3 ou 4 **failles longitudinales**, c'est-à-dire parallèles à la direction générale du Petit-Lac. Elles déterminent la formation de 4 ou 5 compartiments molassiques à plongement modéré vers l'E; ce plongement est de 3 à 10° sur la rive droite, de 20 à 45° sur la rive gauche. On admet très généralement une force orogénique qui aurait agi du SW vers le NE. Cette force a provoqué le fractionnement du bloc molassique en zones longitudinales, chaque compartiment venant buter contre le voisin situé plus à l'W et le débordant plus ou moins.

On est aussi conduit à admettre une épaisseur de la molasse augmentant de l'W vers l'E. Dans la région de Grilly le plongement du Barrémien-Urgonien supportant la molasse est de 10° et la

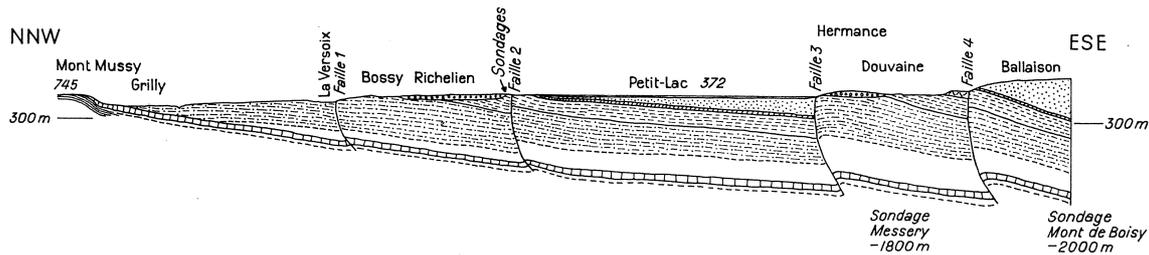


Fig. 5. Profil demi-schématique à travers la partie N du Canton de Genève. 1:1000000

molasse, se terminant ici en forme de coin, est peu épaisse. Du côté opposé, l'épaisseur de la molasse est considérable, plus de 1500 m à Messery, près de 2000 m à Ballaison. Cette disposition générale est d'ailleurs celle qui est admise pour l'ensemble du Plateau suisse.

En admettant 4 failles longitudinales, nous obtenons 5 compartiments molassiques que nous désignerons par les chiffres I à V en allant de l'W vers l'E. Le rejet des failles est difficilement appréciable, nous donnerons sous réserve les valeurs suivantes; entre I et II, valeur du rejet inconnue; entre II et III une dizaine de m; entre III et IV 30 à 40 m; entre IV et V au moins 160 m. La valeur du rejet augmente donc de l'W à l'E. Une mesure plus précise peut être faite au moyen des couches calcaro-gypseuses, elles sont à 385 m au Vengeron, à l'altitude de 500 m à Ballaison, le rejet apparent serait de 115 m entre les compartiment III et V. La largeur des compartiments présente une curieuse symétrie, elle est respectivement de 4 km; 3,5 km; 5 km; 3 km; 5 km; Le compartiment moyen qui abrite le Petit-Lac est le plus large.

Des **failles transversales** existent certainement; celle que nous avons signalée à Grilly (497,5/131,2), véritable décrochement, pourrait affecter les compartiments I et II entre Sauvergnny et la Versoix, il pourrait aussi affecter la basse Versoix où un lambeau de molasse bariolée apparaît inopinément (501,3/126).

Les **diaclases** sont d'importance mineure, elles atteignent surtout la molasse du Vengeron près de son extrémité W et la base de la molasse de Ballaison.

L'influence que pourrait avoir la prolongation du Salève doit être examinée ici. Si l'on tient compte de l'axe général de cet anticlinal c'est la colline de Ballaison qui en marquerait le prolongement; il n'est pas sans intérêt de constater que c'est précisément là que passe la faille la plus importante.

Nous devons encore considérer les directions des différentes zones telles que nous venons de les décrire. Celle du petit anticlinal du Mont Mussy est de N 40° E, c'est à dire franchement jurassienne. La valeur diminue ensuite pour les compartiments molassiques soit 35° pour le compartiment II, 22° pour le III, 27 pour le IV, enfin la faille frontale de Ballaison est à 45° mais elle se poursuit vers le S avec une direction de 8° seulement. On a donc passé nettement de la région jurassienne à celle des Préalpes externes (Voirons).

IV. GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET MORPHOLOGIE

L'analyse tectonique indique pour notre région quelques grands traits qui devraient nettement ressortir dans le paysage, si ce n'est pas le cas, c'est que la mise en place des terrains quaternaires est venue dissimuler ces grands traits en surimposant d'autres dispositions plus directement visibles, la physionomie a été ainsi profondément modifiée. Nous envisagerons dans le paragraphe suivant ces modifications en nous bornant pour l'instant à l'examen de quelques dispositions générales dépendant plus directement des compartiments molassiques et de leur bord E.

1) Le Mont Mussy culmine à une altitude de 745 m, c'est le plus élevé de la région. Il forme un petit anticlinal de terrains secondaires dont le toit est faiblement incliné vers le S ou le SE; le flanc oriental plonge d'abord fortement, de 60 à 45° mais ne tarde pas à revenir à des pendages modestes de 10°. Les escarpements visibles de loin correspondent ainsi à une flexure.

2) Le compartiment molassique I s'appuie sur le substratum calcaire du Mont Mussy. Par suite du plongement général de la molasse le bord E forme une dépression; elle contient le cours supérieur de la Versoix. Nous avons là le premier exemple d'une disposition qui se retrouve assez semblablement sur le bord E de chaque compartiment molassique. La dépression de la Versoix est partiellement comblée de cailloutis d'origine jurassienne auxquels s'ajoutent des galets d'origine alpine, granites, gneiss, roches vertes, etc. On peut voir dans ces restes des moraines alpines complètement détruites par les glaciers locaux de la fin du Würm et probablement encore repris par les torrents issus de ces glaciers. La série stratigraphique est la suivante: molasse gréseuse inférieure-moraine argileuse d'origine alpine-cailloutis riches en galets jurassiens-craie lacustre à *Succinea oblonga* DRAP.-Tourbe.

3) Le compartiment molassique II. Son bord W ne peut être indiqué avec certitude, approximativement sur l'emplacement de la courbe 470 m. De bonnes coupes de molasse peuvent être observées dans le cours moyen de la Versoix. La forte dépression que porte ce compartiment dans sa partie E a probablement été agrandie par des érosions pré-rissiennes, quoiqu'il en soit, elle est comblée actuellement par des moraines caillouteuses profondes recouvertes de moraine argileuse. La nappe phréatique profonde y est exploitée sur le parcours Collex-Richelien-Commugny-Founex.

4) Le compartiment molassique III est le plus intéressant. La profonde dépression qu'il porte du côté E incomplètement comblée de sédiments quaternaires abrite le Petit-Lac. La largeur en

varie de 2,5 km dans l'étranglement Genthod-Bellerive à plus de 5 km un peu plus au N. Un haut-fond se trouve au point 504,25/125,8, il n'est recouvert que par 8 m d'eau, il s'agit peut-être de moraines sous lacustres.

5) Le **compartiment molassique IV**. Le bord W de ce compartiment est décelable par la falaise bordant le lac, bien que la molasse n'y soit pas visible, enfin par le talus sous-lacustre où l'on atteint rapidement une profondeur de 50 m pour une largeur de 250 m entre Anières et Hermance, c'est là que l'on peut trouver le Riss et l'Interglaciaire.

Le **compartiment IV** est un vaste plateau coupé de larges dépressions peu profondes remplies de cailloutis du retrait, d'alluvions postwürmiennes et de dépôts holocènes. Vers le bord W, le plateau porte une nappe de cailloutis würmiens profonds, mais ils ne sont pas localisés ici dans un sillon comme sur la rive droite. Par contre sur le bord E, le compartiment IV présente une dépression allongée occupée par le cours supérieur de l'Hermance, cours bordé de marais. Il y a donc identité entre le cours supérieur de la Ver-soix et celui de l'Hermance, identité causée par une disposition tectonique semblable. Enfin c'est encore dans ce sillon que se trouve le seul gisement de molasse marine que nous connaissons dans la région.

6) **Compartiment molassique V**, colline de Ballaison. Le rejet assez fort du bord W crée une zone élevée à l'altitude de 650 m qui domine la plaine de Douvaine de plus de 200 m. Le compartiment V pourrait aussi admettre une dépression E qui serait alors le cours supérieur du Foron avec sa zone marécageuse, mais nous sommes ici aux limites de notre carte.

Notons encore que la supposition faite autrefois (Collet, 1925) de l'existence d'une barre molassique entre la colline de Ballaison et la rive droite du lac a peu de chances d'être exacte, toute la tectonique s'oppose à cette idée.

V. MISE EN PLACE DES ÉLÉMENTS GLACIAIRES ET FLUVIO-GLACIAIRES WÜRMIENS

Une place spéciale doit être réservée aux phénomènes si importants qui caractérisent le Pléistocène supérieur. C'est à cette époque que le glacier du Rhône en forte crue transporte diverses moraines. Leur dépôt donnera au paysage l'un de ses principaux traits caractéristiques, celui de collines plus ou moins allongées, de plateaux à faible inclinaison, de dépressions grandes ou petites

comblées plus ou moins de produits de délavage, fluvio-glaciaire, alluvions, limons craie lacustre, tourbe, etc.

Au **maximum glaciaire**, que nous attribuons au Würm, l'épaisseur de la glace était de 1000 à 1200 m sur l'emplacement du Petit-Lac. La surface devait être dépourvue de moraines hormis quelques blocs erratiques. Il existait par contre de nombreuses **moraines intraglaciales** (moraines internes auct. pp) en profondeur. Au retrait glaciaire la fonte de cette énorme masse de glace s'est faite à la fois de l'aval vers l'amont mais aussi de la surface vers la profondeur d'après ce que l'on voit se passer sur les glaciers actuels. L'examen des mêmes glaciers montre aussi que les **moraines intraglaciales supérieures** apparaissent les premières. Il faut donc admettre que les **moraines caillouteuses dites du retrait** sont apparues les premières (**q_{5m}**) donnant par délavage le **fluvio-glaciaire** (**q_{5ai}**) et les **argiles feuilletées** (**q_{5a}**). La fonte persistant entraîne une nouvelle apparition, celle de la **moraine argileuse** (**q_{4m}**), moraine de fond auct.). La mise en place se termine par le dépôt des **cailloutis morainiques profonds** (**q_{4e}**, alluvion ancienne auct.). Cette mise en place s'est donc faite dans l'ordre inverse de celui que l'on admet d'ordinaire, mais non valable ici.

La localisation des stades de retrait se fait en tenant compte des altitudes, mais l'altitude d'un reste morainique ne peut donner d'exactes correspondances; il faudrait ajouter un facteur de correction qui est l'épaisseur de la glace au point considéré et juste avant la mise en place, c'est à dire l'épaisseur de la glace morte. Les correspondances ne le sont donc qu'avec un certain degré d'approximation.

Les éléments erratiques les plus élevés sont ceux du Mont Mussy à l'altitude de 745 m, ce ne sont d'ailleurs que de petits blocs et des galets isolés. Dans la zone comprise entre 600 et 650 m on trouve des **dépôts erratiques** au-dessus de Machilly au pied des Voirons ainsi qu'au-dessus du village de Ballaison. C'est entre 500 et 600 m qu'apparaissent les premiers stades repérables par des vallums morainiques latéraux, des drumlins, des accumulations de blocs. A ce moment le glacier du Rhône et celui de l'Arve sont encore largement confluents et leur front morainique situé à plusieurs km à l'aval de Genève. il s'agit probablement du stade de Landecy, Bardonnex, vallée de l'Arande (9,20). Ce stade est bien visible sur la carte nationale, feuille de Genève au 1 : 50 000.

Pour notre région et à ce stade appartiennent les drumlins d'Arbère et l'accumulation de blocs aux environs de Grilly au pied du Mont Mussy pour la rive droite. Sur la rive gauche ce sont les vallums de Marcorens et de Ballaison.

L'erratique compris entre 450 et 500 m représente une sorte de transition entre l'erratique le plus élevé et celui qui va être décrit, mais il est certain que les drumlins de Villars Dame (497,8/128) appartiennent au même stade que ceux de Sauvergnny situés à 515 m, la différence d'altitude d'avec les premiers étant de 55 m. Nous faisons la même constatation dans la région à l'E de Douvaine où des vallums et des drumlins situés à 450 m sont de bien peu postérieurs à ceux de Ballaison et Marcorens déjà cités et beaucoup plus élevés.

La zone principale du Quaternaire würmien est comprise entre 400 et 450 m, elle englobe la plus grande partie de la feuille de Coppet. C'est là que se trouvent les cailloutis profonds (q_{4c}), la moraine argileuse, les cailloutis du retrait qu'ils soient en nappes, en vallums ou en drumlins (q_{5m}), c'est encore là que se trouvent les nappes de cailloutis fluvio-glaciaires (q_{5al}). Le principal stade de retrait est celui de la ville de Genève (JAYET, 1946), le glacier du Rhône et celui de l'Arve viennent de se disjoindre. Le stade de Genève se poursuit vers l'amont sur le territoire de la feuille de Coppet. Sur la rive gauche les moraines latérales se poursuivent d'une façon quasi continue, de Vézenaz (504,6/122) vers Corsier, Anières, Chevrens, Hermance, Vereître, Chens, Messery. Entre ce cordon et les moraines dispersées au-dessus de 500 m existe toute une série de drumlins, région de Meinier, Corsier, Douvaine, Messery mais aussi des vallums tels que ceux d'Aubonne (510,8/128,5), de Chévilly dans l'angle NW de la feuille, etc.

Sur la rive droite les dépôts de moraines caillouteuses, vallums, drumlins, sont plus discontinus, région comprise entre Chambésy et Collex puis dans le quadrilatère Sauvergnny-Chavannes de Boggy-Céligny-Versoix. Il apparaît en outre que la pseudo-terrasse de 30 m aussi constituée de cailloutis et de sables morainiques est l'équivalent du cordon morainique plus élevé de la rive gauche. Le style des compartiments molassiques s'abaissant vers l'E et butant contre les suivants vient à l'appui de cette manière de voir. Nous retrouvons un fait analogue pour la terrasse de 10 m bien représentée sur la rive droite, absente sur la rive gauche trop abrupte.

Au cours de ces différentes phases du retrait la moraine argileuse (q_{4m}) vient se déposer sur les cailloutis morainiques profonds (q_{4c}) là où le retrait tendait à les immobiliser. Comme les moraines caillouteuses superficielles, les moraines caillouteuses profondes sont étroitement localisées mais à leur différence, elles n'ont jamais été mises à jour sauf par le jeu des érosions post-glaciaires.

Au cours du retrait, les torrents d'abord intraglaciacaires, deviennent des rivières dont le débit diminue de plus en plus. De

même sur l'emplacement laissé dans la zone axiale par le glacier et sur le compartiment molassique III apparaît la nappe d'eau du Petit-Lac. De nombreuses observations montrent toutes que ce premier lac n'était guère plus élevé que l'actuel (terrasse de 10 m).

Nous pourrions aussi analyser en détail le cas des principaux cours d'eau, nous y retrouvons dans tous les détails la double influence de la tectonique agissant sur le socle molassique puis celle à peine moins importante de la mise en place des éléments glaciaires würmiens.

L'érosion n'a joué qu'un très faible rôle du retrait glaciaire à l'époque actuelle.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le territoire embrassé par la feuille de Coppet appartient à l'extrémité SW du Plateau suisse. Le substratum secondaire n'est visible qu'au Mont Mussy au-dessus des villages de Grilly et Arbère; les différents termes en sont: Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien-Urgonien soit le Crétacé inférieur. Les terrains faisant le raccord à la région molassique sont peu abondants et mal définis, à côté du Sidérolithique figure un calcaire qui peut appartenir aussi à l'Eocène mais peut être encore à l'Oligocène inférieur. La série molassique comprend 4 zones qui sont aussi des étages stratigraphiques. Ce sont, en allant de l'W à l'E: molasse gréseuse inférieure; molasse bariolé; molasse calcaro-gypseuse; molasse gréseuse supérieure. L'âge de la molasse bariolée est chattien, celui de la molasse gréseuse supérieure probablement aquitanien. Il existe en dehors de ces 4 zones deux gisements molassiques, l'un près de Machilly d'âge rupélien, l'autre près de Loisin d'âge burdigalien.

Sous l'influence de la mise en place des Préalpes du Chablais la molasse a été rompue en compartiments longitudinaux. Le Petit-Lac situé dans le compartiment moyen donne la direction de l'ensemble.

Dans l'angle formé par le rejet de chaque compartiment se sont formées des nappes d'eau, Versoix, Petit-Lac, Hermance, Foron. Dans un des cas la dépression a été comblée entièrement de sédiments quaternaires. Au cours du Quaternaire, le glacier du Rhône envahit une première fois la région (Riss), les restes qu'il laisse sont peu importants.

Les sédiments interglaciaires n'ont pas livré de restes fossiles et leurs restes sont très localisés. Les sédiments de l'époque würmienne appartiennent à diverses moraines: moraines caillouteuses

profondes, moraine argileuse superficielle, moraines caillouteuses dites du retrait. Les produits du délavage de ces moraines sont le fluvio-glaciaire et les argiles feuilletées. Les dépôts würmiens forment une couverture épaisse de 10 à 50 m sur le socle molassique.

Les dépôts holocènes de même que ceux de la fin du Pléistocène sont importants quant aux restes paléontologiques mais leur épaisseur est faible.

BIBLIOGRAPHIE PRINCIPALE

Nous n'indiquons ci-dessous que les travaux intéressant la région ou encore récemment parus. On trouvera des compléments dans ED. PARÉJAS (1938) et dans ED. LANTERNO (1958).

- COLLET, L. W. (1925): *Les lacs*. Paris: Gaston Doin.
- FAVRE, A. (1879): *Description géologique du Canton de Genève. I et II*. Bull. Classe d'Agric. Soc. Arts de Genève, nos 79/80.
- FAVRE, J. (1927): *Les Mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève*. Mém. Soc. phys. hist. nat. Genève, 40/3.
- FAVRE, J. (1935): *Etudes sur la partie occidentale du lac de Genève. II. Histoire malacologique du lac de Genève*. Mém. Soc. phys. hist. nat. Genève, 47/3.
- FAVRE, J., et JAYET, A. (1938): *Deux gisements post-glaciaires anciens à Pisidium vincentianum et Pisidium lapponicum aux environs de Genève*. Eclogae geol. Helv., 31/2.
- JAYET, A. (1929): *Sur la présence de terrains glaciaires anciens et interglaciaires dans la partie nord du Canton de Genève*. C.R. Soc. phys. hist. nat. de Genève, 46,
- JAYET, A. (1945): *Origine et âge de l'alluvion ancienne des environs de Genève*. C.R. Soc. phys. hist. nat. de Genève, 62/6.
- JAYET, A. (1945^{bis}): *L'âge des terres rouges et de la rubéfaction quaternaire dans les régions voisines de Genève*. C.R. Soc. phys. hist. nat. de Genève, 62/6.
- JAYET, A. (1946): *Les stades de retrait würmiens aux environs de Genève*. Eclogae geol. Helv., 39/2.
- JAYET, A. (1952): *Sur l'origine commune des trois éléments stratigraphiques du complexe würmien de la région de Genève*. Arch. Sc. phys. nat. 5/3.
- JAYET, A. (1955): *Le problème du fluvio-glaciaire*. Geogr. helv., 10/3.
- JAYET, A. (1956): *Une conception nouvelle de la genèse du Plateau genevois*. Le Globe, 95.
- JAYET, A. (1957): *Sur la découverte d'un gisement à Dryas octopetala à Veigy (Hte-Savoie, France)*. Arch. Sc. phys. nat. Genève, 10/1.
- JAYET, A. (1958): *Les argiles feuilletées glacio-lacustres de Ferney*. Arch. Sc. phys. nat. Genève, 11/4.
- JAYET, A., ACHARD, R., et FAVRE, C. (1962): *Sur la présence de terrains glaciaires et interglaciaires au Petit-Saconnex près de Genève*. Arch. Sc. phys. nat. de Genève, 14/3.

- JOUKOWSKY, E. (1941): *Géologie et eaux souterraines du Pays de Genève*. Genève: Impr. Kundig.
- LANTERNO, E. (1958): *Physiographie du Pays de Genève et Essai de bibliographie géologique régionale*. Le Globe, 97.
- LOMBARD, AUG. (1939): *Influences tectoniques sur le modelé du bassin du Léman*. Bull. Ass. Géogr. franç., 123.
- MEYER, L., GAGNEBIN, E., et JAYET, A. (1937): *Les terrains quaternaires des environs d'Hermance près Genève*. Eclogae geol. Helv., 30/1.
- PARÉJAS, E. (1938): *Notice explicative de la feuille 12 de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000^e (Dardagny-Vernier-Chancy-Bernex)*.
- RIGASSI, D. (1957): *Le tertiaire de la région genevoise et savoissienne*. Bull. Ass. suisse Géol. Ing. du pétrole, 24/66.
- SCHARDT, H. (1891): *Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura*. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., 28.
- SCHROEDER, J. W. (1958): *Géologie du Pays de Genève*. Le Globe, 97.
- VERNET, J.-P. (1956): *La géologie des environs de Morges*. Eclogae geol. Helv., 49/1.

Cartes topographiques

- Carte nationale suisse au 1:25000^e. Feuille 1280, Gex; 1281 Coppet; 1300, Chancy; 1301 Genève.
- Carte nationale suisse au 1:50000^e. Feuille 270, Genève.

Cartes géologiques

- Carte géologiques du Canton de Genève en 4 feuilles au 1:25000^e par ALPHONSE FAVRE, 1878.
- Atlas géologique de la Suisse au 1:25000^e, feuille 12 (Dardagny-Vernier-Chancy-Bernex) par EDOUARD PARÉJAS, 1938.
- Carte géologique générale de la Suisse au 1:100000^e, feuille Genève-Lausanne, 1899.
- Carte géologique générale de la Suisse au 1:200000^e, feuille 5 Genève-Lausanne, 1948.
- Carte géologique de la France au 1:80000^e, feuille Thonon, deuxième édition, 1950.