

**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:

**1301 Genève**

Topographie: Carte nationale de la Suisse 1:25 000

(Feuille 48 de l'Atlas)

**Notice explicative**

par

**AUGUSTIN LOMBARD**

avec 8 figures dans le texte

**1965**

**Kommissionsverlag:  
Kümmerly & Frey AG.  
Geographischer Verlag, Bern**

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

## PRÉFACE DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE

En 1953, la Commission géologique a exprimé le vœu de mettre en travail et de publier une feuille d'atlas comprenant la région de Genève. La dernière datait de 1938 (Dardagny).

Le professeur PARÉJAS s'était alors déclaré d'accord d'entreprendre le lever en collaboration avec le professeur JAYET. Il disposait de nombreuses données d'expertises sur le territoire de la ville. Le territoire français de la feuille demandait à être levé à nouveau et la Société helvétique des Sciences naturelles avait promis un crédit sur son Fonds central.

Après le décès du professeur PARÉJAS, en 1961, son successeur, le professeur AUG. LOMBARD a repris la feuille dans l'intention de l'achever pour l'assemblée annuelle de la S.H.S.N. de 1965 à Genève. Il a fallu en lever à nouveau la plus grande partie, sur les bases de la nouvelle topographie nationale.

En 1964, Monsieur A. LOMBARD a déposé l'original de la feuille Genève avec le texte explicatif qui s'y rapportait et un panorama du Salève. La Commission a décidé de publier également ce panorama qui doit accompagner le texte explicatif en annexe.

Le panorama sera distribué comme souvenir du jubilé aux participants de l'assemblée annuelle de la S.H.S.N. à Genève. Cette réunion marquera en effet le 150<sup>e</sup> anniversaire de sa fondation dans cette ville. C'est pourquoi elle a participé généreusement aux frais très élevés de la publication. La Commission saisit cette occasion pour lui adresser ses remerciements.

La Commission remercie très particulièrement le professeur AUG. LOMBARD pour le travail considérable et expéditif qu'il a accompli pour cette feuille. Grâce à sa contribution, la feuille a pu paraître dans les délais.

Bâle, mars 1965.

Pour la Commission géologique suisse

Le Président: *L. Vonderschmitt*

## TABLE DES MATIÈRES

Préface de la Commission Géologique . . . . .	3
Préface et avant-propos . . . . .	5
Stratigraphie . . . . .	7
Mésozoïque . . . . .	7
A. Série du Salève . . . . .	7
B. Série des Voirons, Nappe ultrahelvétique . . . . .	9
Tertiaire . . . . .	10
A. Série du Salève et de Genève. Autochtone . . . . .	10
B. Série des Voirons . . . . .	13
Quaternaire . . . . .	13
Pléistocène . . . . .	13
Holocène . . . . .	18
Matières premières exploitables . . . . .	20
Eaux souterraines . . . . .	21
Sondages . . . . .	22
Tectonique . . . . .	27
Structures principales . . . . .	27
Evolution tectonique . . . . .	32
Morphologie . . . . .	33
Eléments morphologiques . . . . .	33
Evolution morphologique . . . . .	39
Bibliographie . . . . .	41

## PRÉFACE ET AVANT-PROPOS

*A la mémoire d'Etienne Joukowsky.*

La diversité des terrains couverts par la feuille de Genève est grande. Elle implique certaines difficultés pour celui qui l'a levée et il doit quelques explications à ceux qui s'en serviront, en particulier aux ingénieurs et aux techniciens de la construction ou de l'hydrogéologie. L'échelle du 1:25 000 permet de décrire les grandes unités stratigraphiques du paysage: couches du Salève et des Voirons et nappes graveleuses ou morainiques de la plaine. Elle ne permet pas, par contre, de donner les détails sur lesquels le spécialiste désirerait pouvoir compter pour fonder, bâtir ou drainer. C'est avant tout un document qualitatif, levé dans un esprit de naturaliste. De telles cartes, si elles déçoivent l'ingénieur ou l'architecte au premier abord, sont cependant des cadres nécessaires et forment des trames utiles dans lesquelles viendront s'insérer des études géologiques-techniques plus détaillées. C'est à ce titre que la feuille Genève prend sa place dans les documents utiles au développement de toute la région décrite.

Mes confrères géologues y trouveront un langage qui leur est familier et qui soulèvera certainement des discussions et des critiques.

Cet avant-propos est dédié à E. JOUKOWSKY, géologue et ingénieur qui pendant des années et jusqu'à sa mort en 1943 a exploré le glaciaire régional pour en reconnaître la géologie et l'hydrogéologie. On lui doit d'innombrables forages, exécutés par les Services Industriels à une époque où le rôle du géologue-conseil était encore ignoré. Il en a tiré d'utiles conclusions techniques et une connaissance fondamentale des formations du sous-sol genevois.

EDOUARD PARÉJAS (1890-1961) ancien professeur à l'Université a publié la feuille 12 de l'Atlas géologiques de la Suisse au 1:25 000<sup>e</sup>, contiguë à la feuille de Genève. Il avait commencé à lever cette dernière et j'ai disposé de ses minutes pour la ville de Genève, sur l'ancienne base topographique. J'ai levé à nouveau cette région sur la nouvelle topographie.

ADRIEN JAYET, professeur associé à l'Université, dont la connaissance approfondie du Quaternaire fait autorité, m'a largement fait bénéficier de son expérience et m'a communiqué de nombreux résultats de ses recherches sur le terrain et au laboratoire. Ses travaux m'ont servi de base pour la stratigraphie du glaciaire régional.

CLAUDE RUCHAT, ingénieur-géologue de l'Université de Genève, m'a communiqué des profils et une carte du Salève auxquels j'ai fait de larges emprunts. Son interprétation de la tectonique du pli du Salève, suivant celle de D. RIGASSI et J. W. SCHROEDER, est basée sur une étude du secteur méridional de la chaîne avec des forages profonds. Je l'ai adoptée ici car elle correspond mieux que les anciennes hypothèses (anticlinal autochtone) aux récentes idées sur la structure profonde du socle aux limites du Jura et des Alpes (v. chapitre tectonique).

G. AMBERGER, géologue cantonal à Genève, m'a obligeamment préparé et communiqué une série de coupes de forages. Choisis dans d'abondantes archives du Département des Travaux Publics, ils donnent des sections classiques dans le Quaternaire de la confluence des anciens systèmes glaciaires du Rhône et de l'Arve. Le sommet de la molasse est également atteint.

J. P. JAQUET a dessiné les illustrations de ce texte.

De nombreuses consultations géologiques m'ont permis d'accéder à de la documentation sur le sous-sol de Genève. L'essentiel en a été extrait pour la carte et ses explications. Je voudrais mentionner à ce propos le Bureau de Construction de Cornavin des C.F.F., le Département des Travaux Publics, les Services Industriels, la Société des Eaux de l'Arve et le Bureau de M.M. P. et C. DÉRIAZ, ingénieurs-conseils.

La Commission géologique a bien voulu accepter de publier les panoramas du Salève, comprenant l'intérêt exceptionnel que présente la vue vers les Alpes et le Jura pour la compréhension de la tectonique du Jura occidental, des Préalpes et de l'Autochtone savoyards.

A chacun, j'exprime ma vive gratitude.

## STRATIGRAPHIE

### MÉSOZOÏQUE

#### A. Série du Salève

(E. JOUKOWSKY et J. FAVRE, 1913)

**i<sub>6</sub>**        **Séquanien.** Cet étage affleure dans sa partie supérieure, en un point situé au cœur de l'anticlinal du Salève à l'Ouest du lieu dit «les Sources» sur Collonges (501,5/110,1). Il comprend de haut en bas :

- 22 m     Calcaires pseudo-oolithiques beiges, zoogènes, à nodules de silex, dolomitiques en haut. Surface d'érosion rubéfiée et ravinée au sommet.
- 27 m     Calcaires récifaux blancs.
- 24 m     Alternances de calcaires pseudo-oolithiques et dolomitiques grisâtres. Niveaux bréchiques.  
Épaisseur totale 63 m.

**i<sub>7</sub>**        **Kimmeridgien.** Calcaires largement représentés sur les faces de la montagne, dans les deux flancs de l'anticlinal. De haut en bas :

- 80 m     Calcaires récifaux blancs mal stratifiés. Coraux, *Diceras*, *Rhynchonella astieriana* D'ORB.  
Partie visible au Coin et au Pas de l'Echelle.
- 50 m     Microbrèches zoogènes, calcaires dolomitiques. Nodules siliceux. Partie uniquement visible aux Etiollets près du Coin.  
*Zeilleria humeralis* (ROEM.), *Terebratulina bauhini* ETALON, *Rhynchonella pinguis* ROEM.

**i<sub>8a</sub>**       **Portlandien.** Etage divisé en deux unités de composition différente.

- 36 m     Portlandien supérieur. Calcaires oolithiques et calcaires compacts blancs. Récifs de coraux, banc à Nérinées. *Actaeonina*. Parois dure bien marquée.
- 84 m     Portlandien inférieur. Calcaires récifaux, brèches coralliennes, microbrèches zoogènes blanches.

La faune est abondante avec *Matheronia salevensis* JOUK. & FAV., *Diceras speciosum* MÜNST., Coraux, Nérinées, Mollusques de récif.

Faciès caractéristique des «calcaires mouchetés», brèches fines à éléments calcaires sombres.

**igb** **Purbeckien.** Cette formation est rattachée ici au Jurassique supérieur. Elle est bien développée sur toute la face de la montagne. Marno-calcaires et calcaires divisés en :

- 17-21 m b) Calcaires fins, gris-brun, marnes et marno-calcaires saumâtres ou lacustres. *Chara*, *Cypris*, *Planorbis loryi* COQ., *Physa wealdiensis* COQ.
- 25 m a) Calcaires oolithiques gris à Foraminifères, brèches à éléments multicolores. Couches marines à Dasycladacées, moules internes de *Natica*, de Lamellibranches; *Perisphinctes lorioli* ZITT.

### Crétacé

**C<sub>1</sub>** **Valanginien inférieur.** Trois formations se succèdent de haut en bas :

- 25 m c) Calcaire blanc à Foraminifères. C'est l'équivalent du «marbre bâtard» du Jura. *Pfenderina neocomiensis* (PFENDER).
- 50 m b) Alternances de marnes et marno-calcaires. Calcaires zoogènes, pseudo-oolithiques, gréseux. Niveaux remaniés et niveaux charbonneux. Ce sont les couches à *Natica leviathan* ou «couches de la Corratierie» (M. MOUTY). *Toxaster granosus* D'ORB., *Natica pidanceti* COQ., *Terebratula valdensis* DE LOR.
- 22 m a) Calcaires zoogènes, beige clair, pseudo-oolithiques. C'est la zone à *Heterodicerias lucii* ou «calcaires de Thoiry». Nombreux Brachiopodes, *Pecten rochati* DE LOR., *Rhynchonella corallina* LEYM. var. *neocomiensis* JACOB et FALLOT, *Toxaster* aff. *granosus* D'ORB., Coraux abondants et Rudistes.

Les couches a) et c) sont continues et saillantes; elles forment une paire de bons niveaux repères sur toute la face des Grand et Petit Salève.

**C<sub>2</sub> Valanginien supérieur.** Calcaires oolithiques, bio-détritiques et pseudo-oolithiques bruns. C'est le «calcaire roux» du Jura. Sommet calcaire à *Alectryonia rectangularis*. Epaisseur 44 m. Les autres fossiles sont rares : *Ostrea leymerii* D'ORB, *Terebratula praelonga* Sow.

La base du calcaire ne présente pas au Salève, le faciès des «marnes d'Arzier». Il repose directement sur le «marbre bâ-tard».

**Hauterivien.** Etage divisé en deux parties:

**C<sub>3m</sub>** Marnes et marno-calcaires gris-bleu, gréseux et glau-conieux. 58-60 m. Vers la base, marnes fossilifères : *Belemnites pistilliformis* BLAINV., *Hoplites leopoldinus* (D'ORB.), *Crioceras duvali* LÉV., *Pleurotomaria neocomiensis* D'ORB., *Trigonia*, *Cardium* et *Pecten*, *Rhynchonella multiformis* ROEM., *Terebratula acuta* QUENST., *Zeilleria pseudojurensis* LEYM., Bryozoaires, Spongiaires et Echino-dermes tels que : *Toxaster retusus* LAM., *Holaster intermedius* MÜNST., *Collyrites*, *Cidaris* etc.

Plus haut, *Nautilus pseudoelegans* D'ORB., *Lissoceras grasi* (D'ORB.), *Hoplites salevensis* KIL., *Hoplites radiatus* BRUG.

**C<sub>3k</sub>** Calcaires bruns bio-détritiques à cassure bleue, glau-conieux et gréseux. 35 m. Faciès de la «pierre jaune de Neu-châtel». Rares fossiles entiers. *Toxaster retusus* (LAM.).

Les deux parties n'ont été que localement différenciées sur la carte (Petit Salève, sur Monnetier).

**C<sub>4</sub> Barrémien.** Calcaires blancs en strates épaisses, cal-caires oolithiques, calcaires massifs «récifaux» à Rudistes du faciès urgonien (Barrémien supérieur).

La base (couches de la Russille) est peu épaisse. Quelques fos-siles : *Janira atava* ROEM., *Nucleopygus roberti* AG. etc. Epaisseur totale 110-115 m, rarement atteinte à cause d'érosions prétertiaires.

Rudistes dispersés. Localité fossilifère au-dessus d'Esserts (505, 400/111, 500) avec *Trigonia ornata* D'ORB., *Arca*, *Lima*, *Terebratula*, *Cidaris*.

## B. Série des Voirons, Nappe ultrahelvétique

La série mésozoïque n'est que peu représentée sur la feuille et l'exiguïté de certaines écailles nous a obligés à ne pas les reporter.

**i<sub>s</sub> Lias supérieur.** Marnes fonçées, micacées à *Phylloceras traticum* et *Raeboceras tortum* BUCKM.



**i<sub>5</sub>**            **Argovien.** Calcaires marneux ou noduleux. *Phylloceras manfredi* OPP., *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB., *Perisphinctes lucingensis* E. FAVRE, *Aptychus punctatus* VOLTZ. Carrière d'Hominal, (515,000/116,200) en marge de la feuille.

**i<sub>6</sub>**            **Séquanien.** Calcaire marneux à faune abondante: *Peltocheras bimammatum* RASP., *Perisphinctes tiziani* OPP., *Neumayria flexuosa* MÜNST., *Aptychus punctatus* VOLTZ, etc. Carrière d'Hominal. Les Hivernanches.

**i<sub>7</sub>**            **Kimmeridgien.** Très réduit. Calcaire massif. Hominal.

**i<sub>8</sub>**            **Portlandien.** Calcaires clairs à Hominal. *Aptychus sparsilamellosus*; Calpionelles; *Trocholina alpina* (LEUPOLD).

**C<sub>1-2</sub>**          **Valanginien.** Calcaire à taches sombres. Hominal.

**C<sub>3</sub>**            **Hauterivien.** Calcaire ocre spongolithique. Quelques affleurements minuscules à l'E des Hivernanches.

**C<sub>4</sub>**            **Barrémien.** Marno-calcaires très fossilifères aux Hivernanches et chez Deperraz, sous Hominal. Céphalopodes, *Aptychus*, Lamellibranches.

## TERTIAIRE

### A. Série du Salève et de Genève. Autochtone

#### Eocène

**e**            **Sidérolithique.** Formation variée d'un bout à l'autre de la chaîne du Salève. Elle se présente ici sous la forme de grès quartzueux riches en oxyde de fer, blancs ou localement teintés de rouge. Elle transgresse sur l'Urgonien et l'Hauterivien. Le gisement principal se trouve aux Rochers de Faverges (503,000/110,200). Erosion en boule. Quelques emplacements d'anciennes fonderies de pisolithes. Localisation dans des dépressions karstiques de l'Urgonien. Remplissage de fissures majeures descendant jusqu'au Portlandien inférieur et comblant quelques failles.

A la carrière des Esserts-Mornex (505,900/112,200) et au NE du Petit Salève (507,050/114,650) poches dans l'Urgonien avec des brèches de calcaire urgonien, de silex du Crétacé supérieur, de grès glauconieux à ciment vert ou rouge résiduel.

A. CAROZZI (PARÉJAS & CAROZZI, 1953, et MARTINI, 1963) a étudié une coupe du grès de Bas-Mornex et a découvert, dans des conglomérats de base, des algues marines du genre *Broeckella*,

qui indiqueraient un âge paléocène. D. RIGASSI (v. MARTINI, 1963) a trouvé des oogones de *Chara* dans des marnes intercalées parmi les poudingues de Mornex et nie l'existence de formations marines dans le Tertiaire de la région de Mornex. PARÉJAS et LOMBARD (1959) découvrent aux Esserts des poches de grès à organismes marins (plaques d'Echinodermes, coquilles de Lamellibranches). Lors d'une revision, J. MARTINI, (1963) attribue les *Broeckella* à l'algue *Microcodium* et conteste leur âge paléocène. Il n'y aurait pas de microfossiles marins dans ces grès intrakarstiques. Leur dépôt précède celui des poudingues de Mornex.

### Oligocène

**O<sub>2p</sub> ?Rupélien.** Conglomérats dits «Poudingues de Mornex» (506,650/113,300); épaisseur 30 m et 2 m au pied de la Grande Gorge (502,500/111,000). Galets grossiers à la base, moyens plus haut, formés de calcaire urgonien ou crétacé supérieur et de silex. Ciment grossier parfois coloré. Base: *Cepaea rugulosa* (ZIETEN), puis Huîtres, Natices, Cerithes et pinces de *Callianassa* vers le sommet.

Affleurements principaux: Ancienne gare de Mornex et environs. Chemin du col de Châtillon, au Petit Salève. Bord de l'Arve à 1 km amont d'Etrembières.

**O<sub>2-3</sub> Rupélien-Chattien.** Consiste en: Molasse grise du Salève, molasse bigarrée (rouge) et molasse gypseuse de Genève. Les unités les plus constantes de cet ensemble sont les suivantes:

a) épaisse série de grès fins, micacés, verdâtres. *Plebecula ramondi*, (BRONG.), Planorbes, Limnées. Couches de lignite dans le Vaison. Latéralement et verticalement, cette série passe à:

b) molasse marneuse et gréseuse bariolée, dite «molasse rouge» dans le bassin de Genève. Affleurements isolés, sans corrélation possible pour l'instant: Port Noir, à l'W de Cologny (502,600/119,000); le Vengeron (excavations de l'autoroute) à la bordure N de la feuille (500,700/122,000) où se trouve *Helix* (*Plebecula*) *ramondi* BRONG. et *Limnaea* dans des niveaux plus calcaires; Forand (510.000/118.350) et Presinge (508,900/119,750);

c) molasse marneuse-gypseuse. Elle n'a été observée que dans des fouilles (Cologny) ou dans des forages. Elle marquerait la fin de la sédimentation chattienne.

Les petites dimensions des affleurements du Chattien n'ont pas permis d'en indiquer la composition lithologique, sauf dans la base des Voirons où se trouve la seule coupe de la région (ravin de la Chandouze 513,400/119,000). La légende de la carte les mentionne pour mémoire et en accord avec le texte explicatif.

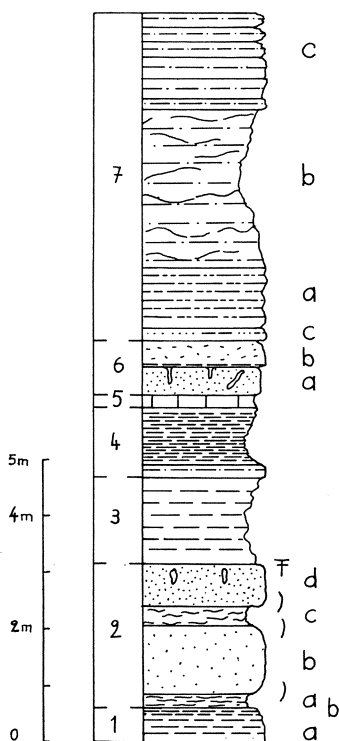


Fig. 1. Coupe dans la molasse rouge. Autoroute de Lausanne. Chantier du Vengeron, route de Chambésy.

#### Base

- 1.a. Marnes compactes bariolées, violettes, rouges, vertes et beiges, 0.50 m.
- b. Marne rougeâtre, tendre. 0.10 m.
- 2.a. Marne noire à base irrégulière. Ancien sol. 0.02 m.
- Marne bariolée violette à beige. 0.26 m.
- b. Grès marneux gris-vert. Grain fin, homogène. Pas de surfaces de stratification. 1.35 m.
- c. Marne rougenoduleuse. 0.40 m.
- d. Grès gris clair, fin, homogène, finement micacé. Gastéropodes dans les 0.20 m du sommet. 0.85 m.
3. Marnes grises et beiges, zonées; nodules flous. Plus gréseuse sur 0.40 m au sommet. 1.50 m.
4. Grès marneux clair, à la base (0,30 m), passant à des marnes bariolées, violettes et beiges. 1.05 m.
5. 3 couches de calcaire marneux (0.08 m, 0.03 m et 0.02 m) avec marnes intercalaires violacées ou grises. 0.35 m.
- 6.a. Grès fin massif; base marneuse (0.05 m). Zonage plan-parallèle. Sommet peu calcaire; tunnels de fousseurs comblés de sable vert. 0.47 m.
- b. Grès fin à moyen massif 0.45 m.
- Marne 0.05 m.
- c. Marne grise sableuse, 0.30 m.
- 7.a. Marne très sableuse grise. 0.50 m. Sommet compact 0.60 m.
- b. Marnes gréseuses et grès feuilletés. Zonage fin et lenticulaire. Quelques pistes fines. 3.00 m.
- c. Grès marneux en plaquettes (3 à 5 cm ép.) 1.50 m.

Affleurement montrant un pendage axial de 5° NE.

## B. Série des Voirons

**f<sub>g</sub>**      **Paléocène.** Grès en bancs massifs, polygéniques, très couverts sur le territoire de la feuille. Grès fins en lames tectonisées. Pas de gisements de microfaune (=flysch Gurnigel).

**f<sub>m</sub>**      Marnes tendres du flysch avec rares bancs de grès fin. Forment des zones déprimées. Age et attribution tectonique incertaines.

**o<sub>2</sub>**      **Rupélien.** C'est aux Voirons encore que cet étage affleure sous le faciès de la «molasse subalpine» ou des «grès de Bonneville». Ensemble charrié sur la molasse rouge et chevauché à son tour par le flysch ultrahelvétique. Grès gris, massifs, durs, polygéniques, granoclassés, séparés par des marnes micacées grises et tendres. Au sommet marnes à Cyrènes et à *Parvamussium* (v. également RIGASSI, 1957).

Une écaille de grès très grossier et polygénique est détachée de l'ensemble et affleure au-dessus de Lucinges à côté de l'ancien hôtel Bellevue (514,350/116,950). Son faciès rappelle ceux d'Arâches ou du Reposoir-Thônes.

## QUATERNAIRE

### Pléistocène

**q<sub>3m</sub>**      **Moraine de fond rissienne et interglaciaire Riss-Würm.** Le seul affleurement attribué à cette glaciation par AD. JAYET se trouve dans le ravin du Viaison au SE de Mornex (507,400/112,750). Moraine caillouteuse de fond à galets striés, surmontée de graviers. Formations rencontrées en sondages sur la molasse, dans le bassin du Petit-Lac.

L'interglaciaire proprement dit consiste en sables, limons et argiles à lignites et Mollusques. Pas d'affleurements sauf au Viaison et dans une fouille au Petit-Saconnex. L'affleurement temporaire (499,25/120,05, alt. 433) consiste en (d'après A. JAYET et al. 1961):

Terre végétale 1.50 m

Alluvions récentes 0,20 m

Moraine würmienne 8 m

Sables et galets roulés, limons feuilletés plissés passant à limons argilo-sableux à restes de Mollusques et de Conifères; limacelles, *Arion*, *Punctum pygmaeum* (DRAP.), *Arianta arbustorum* L., *Clausilia parvula*, *Pupilla alpicola*, *Succinea oblonga* var. *elongata*, *Limnaea truncatula* MÜLL., restes de *Pinus silvestris*, *Picea abies*, *Juniperus sabina*. 7 m.

Limon argileux 1 m

Moraine rissienne 3.50 m

Molasse chattienne. Plgt. 30° S. Molasse gréseuse et marnes.

C'est le «glacio-lacustre ancien» d'après E. PARÉJAS (1938b) et les «marnes à lignites» d'A. FAVRE (1879).

C'est pendant cette phase intercalaire que se placent les premières habitations des tribus néanderthaliennes entre le Jura et les Préalpes.

### Complexe würmien

**q3-4 Graviers morainiques.** C'est l'Alluvion ancienne des auteurs (AL. FAVRE 1879, et al.). AD. JAYET (1964) les appelle «moraines caillouteuses profondes». Sur la base de trouvailles de défense et de molaires d'*Elephas primigenius* (Mammouth) et de bison, il en fait la base du «complexe würmien» de son échelle stratigraphique. Faunule de Mollusques de prairie humide (FAVRE, 1927), sondage de la Petite Boissière. Ce sont des gravier sous-glaciaires de transgression ou progression. Ces graviers profonds sont répartis, selon A. JAYET (1946, 1952), suivant quelques sillons dont le principal est celui de l'Arve. Il suit le cours de cette rivière d'Entrembière à Vessy et de là, se dirige vers Frontenex et le Port Noir. Ce sillon est aquifère. Une branche se détache à Vessy et gagne Soral et Chancy, par Arare. A noter l'absence de sillon dans la dépression de la Seymaz (JOUKOWSKY, 1941), à Sionnet-Rouëlbeau et aux Acacias.

L'alluvion ancienne manque sur la molasse dans la basse vallée de la Menoge (JAYET, 1945c, p. 463).

### q4m Moraine de fond argileuse

Argile à cailloux alpins, striés. Lentilles de cailloutis d'argile et de sable. Contact tantôt progressif tantôt net avec les graviers sous-jacents.

En bordure du bassin, sur les flancs du Salève et des Voirons, les moraines rattachées à cette formation sont souvent caillouteuses.

Cette moraine couvre directement le socle molassique dans ses parties élevées: Cologny, Jussy, Arve. Le terme de «moraine de fond» lui a été donné, en se basant sur cette répartition géologique.

Sa partie dite argileuse consiste surtout en un dépôt silteux extrêmement fin, où les minéraux argileux sont rares et où le calcaire occupe une proportion marquée (20 à 24 %) (JAYET, 1959). Le terme local de «glaise» conviendrait mieux que celui d'argile (PARÉJAS, 1938a). Cette moraine correspond à une phase de maximum glaciaire suivant A. JAYET (1945b).

95m

**Moraine caillouteuse de retrait (moraine superficielle)**

Sa composition est semblable à celle de la moraine de fond dont elle dérive. Elle consiste en argile à galets alpins, souvent striés ou en glaise compacte. Localement, il s'y trouve des niveaux à varves, à glaises rubanées, des sables et des limons. C'est le glacio-lacustre pro parte de quelques anciens auteurs (JOUKOWSKY, 1941, et PARÉJAS, 1938b).

Elle est répartie dans les dépressions de la moraine de fond et se caractérise par de grandes surfaces planes mais inclinées faiblement vers le centre du bassin.

Ces surfaces sont tantôt en glaise silteuse tantôt en cailloutis superficiels répartis en nappes. Ce sont les plateaux de: a) Arthaz, b) Annemasse-Chêne-Gaillard, c) Les Tranchées (Ancienne terrasse de 30 m dite «du lac de 428 m» (JOUKOWSKY, 1920). C'est le Foron qui est à l'origine de ces graviers du plateau et pas l'Arve comme cela a été proposé.

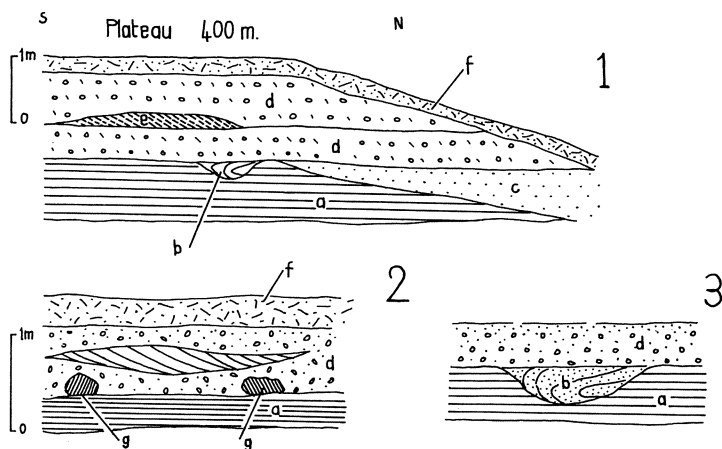


Fig. 2. Coupes de détail dans les excavations du Nouveau Museum d'Histoire Naturelle aux Tranchées.

1. Bordure du plateau, pente vers la rue de Villereuse
  - a. argile bleue compacte, à rares galets
  - b. lentille de sable plissé; détail en 3
  - c. sable fin compact
  - d. gravier fin en couches sans stratification
  - e. gravier et sable brun
  - f. terre végétale
2. Détail, face du côté Salève. Même légende qu'en 1.-g: galets 0.20 cm diam.
3. Détail de la coupe 1.

Par endroits, la moraine se charge beaucoup de galets d'origine alpine, arrondis et usés; ils sont serrés, sans stratification dans la glaise massive et profonde (Fouilles d'immeubles à Grange Falquet).

La marge du plateau de 410-400 m s'incurve vers le lac et se charge de cailloutis et de sables stratifiés, obliques et deltaïques (région des Tranchées-Genève et Champel). Il s'y trouve même des sources (Eaux-Vives). Ce sont des graviers marginaux de la moraine du Rhône. Pour E. JOUKOWSKY (1941) et E. PARÉJAS (1938a) il s'agissait du delta d'une ancienne Arve dans le lac de 408 m.

C'est dans cette formation morainique que se trouvent de rares laisses d'argiles feuilletées, témoins de dépôts glaciolacustres isolés.

D'autres régions présentent des sablons et des silts en surface (Route de Chêne, à Grange Canal).

On nomme «groise» des dépôts morainiques localement alimentés par de gros blocs et des éboulements venus des parois du Salève, tombés sur la glace et mêlés au matériel alpin.

Cette moraine superficielle, si parfaitement nivelée par endroits, n'a de morainique que le matériel et paraît plutôt résulter de dépôts du délavage d'un paysage morainique environnant.

En coupe, il est difficile de la distinguer de la moraine de fond à cause précisément de la communauté de composition. En bordure et

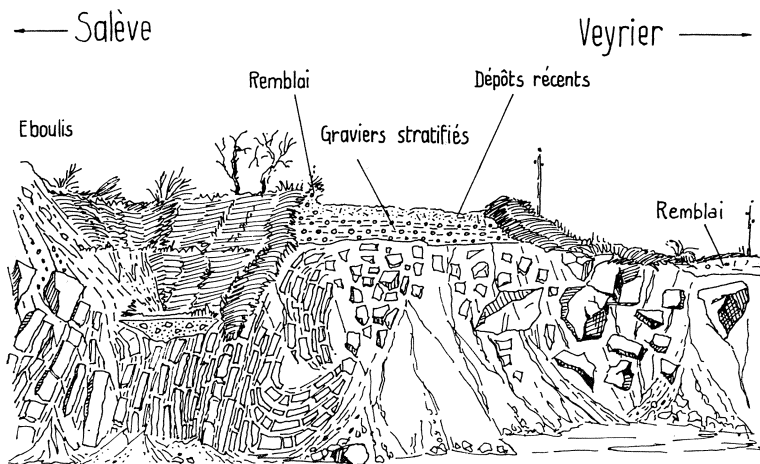


Fig. 3. Glissement massif de couches du Valanginien inférieur. Carrières du Pas de l'Echelle à Veyrier-sous-Salève. L'éboulement s'est produit en masse sur la glace, de gauche (SE) à droite (NW).

sur les fronts, formations morainiques en crêtes. Excellents exemples au pied du Salève (JAYET, 1946) avec stratification oblique. Ecoulement vers le SW. Microplissements, failles et laminages de pression de glace. Blocs erratiques et galets striés.

Toujours à Veyrier, glissement massif des parois du Salève sur la glace, reposant sur la moraine graveleuse (JAYET, 1946). Alt. 460-470 m (Fig. 3).

#### **95al                    Fluvio glaciaire du retrait**

La Seymaz et le Foron ont déposé des nappes de graviers dans une plaine d'épandage en contrebas du plateau de 410-420 m au cours d'un stade ultérieur. Ces graviers sont à leur tour coupés par la plaine récente de l'Arve et ses alluvions. Aux graviers du retrait s'ajoutent des limons et des sables localement aquifères entre Villette, Fossard et Thônex.

#### **Autres dépôts pléistocènes**

Il existe, sous les dépôts de couverture holocène, des formations de retrait glaciaire mentionnées ici pour mémoire puisqu'elles n'affleurent pas. Ce sont du limon bleu à *Pisidium lapponicum* CLESS. et *Pisidium vincentianum* WOODW. (J. FAVRE et A. JAYET, 1938) et de la craie lacustre qui se trouve sur ce limon. Elle a été rencontrée en sondage à Rouëlbeau. J. MARTINI et J. J. DURET (1965) y ont découvert un niveau à cinérites.

#### **Blocs erratiques**

On trouve de nombreux blocs de moyennes à petites dimensions dans les ravins et plus rarement à la surface du terrain. Ce sont surtout des schistes cristallins, gneiss et quartzites dans le bassin rhodanien. Le granite du Mont Blanc domine dans la vallée de l'Arve et au Salève. Grand Salève: blocs protégés à la Croix sur Monnetier puis aux Treize Arbres—Grde Gorge. La région de Reignier à Findrol comprise sur la feuille fait apparaître la marge de la Plaine aux Rocailles, connue pour de nombreux blocs parfois gigantesques d'Urgonien erratique provenant des Bornes. Ces blocs sont dispersés dans un «Zungenbecken» et ne forment pas une moraine frontale (cf. SCHROEDER, 1958, p. 74). Les deux Pierres du Niton, dans la rade, sont en granite.

#### **Terrasses pléistocènes**

On a distingué 4 systèmes de terrasses le long des bords du Petit Lac dans la région de Genève (J. FAVRE, 1935). Cette schématisation est excessive. Les terrasses se relayent plus qu'elles ne se suivent. Elles ne se correspondent pas toujours d'une rive à l'autre.



Les terrasses de 50 m et 30 m sont inexistantes (J. FAVRE, 1935). Les graviers qui les marquent sont d'affinités morainiques ; les surfaces planes sont dépendantes des plateaux et on ne trouve aucune formation de plage à ces altitudes.

La terrasse de 10 m au-dessus du lac montre la première faune lacustre à *Limnaea ovata* DRAP. (J. FAVRE, 1927, 1935) dans des limons, sous les cailloutis lacustres (JAYET, 1956).

## **Holocène**

### **Marais, tourbe**

Deux régions anciennement marécageuses ont été assainies. Ce sont Rouëlbeau—La Pallanterie—Sionnet et les marais de Troinex-Veyrier. Il n'en subsiste que des terres noires humiques, drainées et acquises à la culture. Par endroit la tourbe encore mêlée à la terre végétale a subsisté et a été cartographiée comme telle. Elles datent du retrait et comprennent parfois de la craie lacustre et des limons. Une faune abondante a été récoltée à Troinex (J. FAVRE, 1927).

Le pied des Voirons est longé par une longue dépression de drainage périphérique glaciaire. Plusieurs marais y existent encore (Lossy, St. Cergues).

### **Terre rouge**

Cette formation se trouve presque partout à la partie inférieure de l'Holocène mais avec des épaisseurs variables (JAYET, 1945b). Faunule malacologique datant de la fin du Paléolithique et du Mésolithique et restes archéologiques permettent de la dater du Néolithique (JAYET, 1945b): Bronze—Hallstatt—La Tène.

### **Terrasses holocènes**

La terrasse de 3 m est post-romaine (JAYET, 1964) ce que montrent des débris de céramique et de tuiles. La faune malacologique est identique à l'actuelle.

### **Fond alluvial des vallées**

Il consiste en graviers et sables déposés par le Rhône et par l'Arve. Le long de cette dernière, on trouve à l'aval d'Annemasse, une terrasse limoneuse importante. Partout ailleurs les graviers prédominent. Plusieurs terrasses s'y marquent. Elles sont discontinues et n'ont pas été rattachées à des systèmes rigides.

Le matériel très grossier de la Menoge vient d'un délavage sur place - ou presque - de la moraine würmienne. Sous Boringes et dans l'Arve, abondance de blocs calcaires de la plaine aux Rocailles.

Mentionnons ici des placages de graviers contre les falaises de l'Arve à Vessy (découvertes par A. JAYET) et retrouvées sous le Petit Veyrier.

### **Bords de terrasses ou de plateaux**

On a cartographié sous ce signe les innombrables ruptures de pente marquant la marge de plateaux, replats et épaules de la région. Certaines correspondent à de vraies terrasses graveleuses, d'autres marquent une bordure d'érosion ou quelque ancien replat de nivation ou de retrait glaciaire.

Plutôt que de les grouper par altitudes, il faut les voir individuellement: Hôpital-Ecole de Chimie; la Madeleine-Vieux Collège; Gare SNCF-Frontenex. Sur rive droite, gare CFF - rue de Lausanne, O.N.U. - Avenue Motta-Servette Ecole, Eglise St. Gervais-Cornavin etc.

Dans le secteur de Champel à l'Hôpital, on a de bas en haut: a) terrasse inf.: Plainpalais-Place Neuve; b) Les Bastions; c) Hôpital-rue Lombard-Ecole de Chimie; d) à 400 m: Hôpital Beau-Séjour.

### **Cônes de déjections**

La plupart sont fossiles ou secs. Quelques-uns sont alimentés par des crues temporaires. Ils débouchent au pied des Voirons dans la Menoge ou dans la dépression des marais de Lossy.

### **Tuf calcaire**

On en connaît deux gisements, d'ailleurs mineurs. L'un se trouve dans les moraines de groise aux Sources sur Collonges et l'autre au pied du Petit Salève (504,400/113,500). Ce dernier est fossilifère.

### **Glissements de terrain**

Ils sont marqués et actifs le long des falaises du Rhône, sur rive gauche, entre le pont de la Jonction et le Pont Butin. Le long de la rive droite de l'Arve à Champel, ils sont l'objet de mesures de stabilisation; il en existe encore une série le long des falaises de l'Arve savoyarde et de la Menoge.

Des glissements anciens et stabilisés se trouvent au pied du Salève entre Collonges et Bossey et sur les versants des Voirons.

### **Eboulis**

Surtout au pied de la face NW du Salève et dans le vallon de Monnetier.

## **Eboulements**

Il s'en produit accidentellement dans la paroi du Salève. Les plus récents sont tombés des rochers du Sarrot (Portlandien), de la Corraterie (Valanginien inférieur) et du sentier des Voûtes au Petit Salève (400 m NE Château de Monnetier). A Veyrier, un village magdalénien s'est installé dans une de ces masses écroulées (Climat continental. Faune arctico-steppique du retrait würmien).

## **Remblais artificiels**

Ils prennent une extension toujours plus grande à la périphérie de Genève et de Carouge ainsi que dans la ville. Seuls les plus importants ont été cartographiés. On y a compris les voies de Cornavin et les élargissements des quais, l'aéroport de Cointrin.

Le matériel consiste en terre et argile d'excavations d'immeubles. Au pied du Salève, entre Veyrier et Etrembières, décharges de tout-venant.

## **MATIÈRES PREMIÈRES EXPLOITABLES**

Calcaire valanginien inférieur. Anciennes exploitations à Veyrier, pour la chaux. A Monnetier, chaux et pierre de taille; carrières actuellement abandonnées.

Calcaire urgonien. L'exploitation est en cours à Etrembières et aux Esserts-Mornex pour des concassés (béton et empierrement de routes).

Calcaires du Jurassique supérieur et Crétacé inférieur à Hominal (Voiron). Carrières abandonnées.

Grès molassiques. Carrières abandonnées situées sous l'eau entre le B.I.T., le Reposoir et la Pierrière, Chambésy, Bellevue et au Port Noir. Pierre de taille. Molasse grise. Ancienne et petite exploitation au-dessus de Lucinges (Molasse subalpine).

Grès sidérolithiques. Excavations partiellement comblées sur le dos du Petit Salève et au Grand Salève (près de l'ancien observatoire (503,400/111,400, pt. 1211) et au pied E des Rochers de Faverges (503,100/110,200).

Graviers et sables. Exploitations de sables et graviers de l'Arve à Carouge, sous Pinchat, pont de Sierne, sous Gaillard, les îles d'Arve, Etrembières.

Le pied du Grand Salève, à Veyrier, Collonges et Bossey est exploité pour les graviers sablonneux morainiques et pour la «matière du Salève», mélange de cailloutis calcaires locaux enrobés dans une pâte glaiseuse jaune (fondations de chemins, tennis etc.). Le calcaire est également destiné à la fabrication du ciment à Vernier.

Graviers morainiques extraits à Bas-Mornex d'une moraine latérale du plateau de 480 m; au SE de Turnier (508,900/111,400) dans une formation du plateau 430 m, dominant les graviers récents de l'Arve; dans des moraines frontales en cordon entre le Château de Villy et St-Romain (511,600/110,400).

Graviers de l'alluvion ancienne à Arare. Graviers et sables en masse épaisses, lenticulaires. Matériel polygénique bien calibré dans son ensemble.

Graviers d'Annemasse-Gaillard-Arthaz. Plateaux 430 m et 480 m. Nombreuses extractions abandonnées, souvent remblayées.

### **Indices d'huile**

Ils sont très faibles et l'on en a signalé au Salève entre la Petite et la Grande Gorge dans les couches redressées du Crétacé inférieur; au bas des paroîs, près d'Aiguebelles; dans l'Urgonien et l'Hauterivien des Très Arbres (200 m S du téléphérique), à Grange Gaby.

### **EAUX SOUTERRAINES**

Seules figurent ici des indications générales et résumées.

#### **Sources**

Les éboulis du pied du Salève donnent une série de sources temporaires. Celle des « Sources » présente une certaine importance au cours de l'année. A Veyrier, la « Fontaine de César » débite toute l'année de l'eau issue des graviers morainiques du pied du Salève.

Les calcaires du Salève sont aquifères à Aiguebelles près d'Etrembières (506,000/114,350) (contact Infravalanginien/Purbeckien), au haut de la Grande Gorge (contact calcaire et marnes d'Hauterivien) et aux Etournelles (Rochers du Coin) (Calcaire portlandien).

Ancienne source un peu séléniteuse à Choulex.

#### **Nappes**

Les graviers superficiels sont localement aquifères à Chêne (sources près de Thônex, quelques pompages à Chêne-Bourg), dans la plaine alluviale de la Seymaz-Foron et dans la plaine basse de Villette-Fossard.

Anciennes sources captées à Crête, Choulex. Nappe locale dans les graviers d'Arthaz entre Menoge et Arve.

Les graviers récents de l'Arve sont aquifères. Puits dans la plaine sous Villette, Veyrier, Gaillard et Etrembières.

Graviers intramorainiques. Forment des lentilles dans le glaciaire de la rive droite du Lac, dans l'agglomération urbaine de Genève, lentilles aquifères dont l'alimentation et les intercommunications sont encore indéterminées.

Graviers profonds de l'alluvion ancienne. La nappe qui les occupe est importante. Elle alimente plusieurs puits du réseau des Services Industriels, la totalité du réseau de la Société des Eaux de l'Arve (S.E.A.) et des pompages sur territoire français situés sous Veyrier et à Etrembières qui desservent Annemasse et environs.

La découverte et les descriptions de cette «eau souterraine ou nappe profonde» remonte à 1879 (ALPH. FAVRE, 1879) (contrairement à E. PARÉJAS, 1938b). Son exploitation a commencé en 1884 (S.E.A.) et JOUKOWSKY en a décrit l'extension sur diverses parties du canton de Genève (1922 et 1927). ALPH. FAVRE considérait que l'Arve alimentait directement cette nappe, alors que depuis E. JOUKOWSKY, on admet qu'elle reçoit ses eaux d'un impluvium beaucoup plus vaste.

Elle est exploitée par puits et pompages à :

Usine de Vessy (S.E.A.) 4 puits. Cote: 378 m (Puits G.).

Le Bout du Monde-Champel (S.E.A.) Cote: 378 m.

La Fontenette-Carouge (Serv. Ind. Carouge). Cote: env. 376 m.

La Florence-Florissant (S.E.A.). Cote: 377 m.

Parc de la Grange (S.I.) Cote: 376.13 m (anc. cote) avec niveau du lac à la cote 372 m.

Saconnex d'Arve. Cote: 377 m.

Soral (hors feuille). Cote: 376 m soit une pente de 0,3 %.

La source des Eaux-Vives est à 374,25 m.

Suivant d'anciens sillons d'alluvion ancienne, cette nappe est unique d'Etrembières à Vessy et se divise ensuite en deux branches, l'une passant par Vessy, Frontenex et Traînant et le bord du lac (résurgence par sources à 3 m au-dessus du niveau du lac) et l'autre de Vessy à Arare et Soral (hors de la feuille dès Arare). Débit et réserve inconnus. Dès 1958, baisse moyenne du niveau, atteignant 2 m en 1964.

Un autre bras suit le lit du Rhône et se dirige le long du versant N de la colline molassique de Bernex.

Sur la rive droite, aucune nappe continue profonde n'a été signalée. Il existe par contre plusieurs niveaux aquifères à diverses altitudes dans les cailloutis intramorainiques et dans les graviers de la terrasse des Pâquis.

### Sondages

#### Rive droite

1. Immeuble de Budé - Petit Saconnex.

499,250 / 120,050 / 433 m.

Coupe (cf. JAYET et al. 1961) d'excavations. Terre et alluv. réc. 1,70 m. Moraine würmienne 8 m. - Sables et limons feuilletés 7 m.

Mollusques surtout terrestres et restes de Conifères de dépôts interglaciaires. Lignite 8-10 m. - Glaciaire rissien: 3,50 m. - Molasse chattienne. Grès et marno-calcaires sur 15 m. Prof. - 32 m.

2. Entre Ch. L. Dunant et Ch. des Mesmes. 28 m de la Rue de Vermont.  
499,604 / 119,456 / 406,35  
Terre végétale et remblai: 1,10 m. Argile mareuse rubannée 8,80 m. Moraine supérieure. - Argile à cailloux: 0,70 m. Moraine de fond.  
Prof. - 10 m.
3. Ch. des Mesmes. 28 m de la Rue de Vermont.  
499,572 / 119,435 / 406,35  
Terre 0,50 m. - Argile rubannée 8,90 m. Retrait - Moraine: 8,30 m. Molasse remaniée puis molasse gréseuse.  
Prof. - 23 m.
4. Rue Chandieu.  
499,180 / 119,160 / 408,28  
Remblais: 1,20 m. - Limon argileux stratifié: 1,60 m. - Argile feuilletée, rares graviers. Moraine supérieure: 5 m.  
Prof. - 10,10 m.
5. Rue Chandieu.  
499,180 / 119,160 / 408,34  
Remblais 0,80 m. - Argile limoneuse rubannée, rares graviers, éléments molassiques vers le bas; moraine supérieure: 11,90 m. Grès marneux bigarrés et marnes. Molasse rouge chattienne, dès - 13,30 m.  
Prof. - 17,50 m.
6. Rue de Berne N° 9.  
500,150 / 118,340 / 375,20  
Remblai: 2,40 m. - Limon sableux glacio-lacustre: 5,80 m. - Glaise à cailloux. Moraine de fond: 16,80 m.  
Prof. - 25 m.
7. Angle Rue Grenus et Rue Rousseau.  
500,030 / 118,140 / 373,65  
Limons divers à sables, graveleux vers la base: 35 m; glacio-lacustre - Molasse chattienne gypseuse.  
Prof. - 51,65.

8. Angle Rue de la Prairie et Rue Liotard.  
499,905 / 118,365 / 406,00  
Glaise compacte à cailloux. Moraine supérieure: 6 m. - Graviers;  
«Alluvion ancienne»: 37 m.  
Prof. - 43 m.
9. Nouvelle Ecole de Commerce. Rue St-Jean.  
499,200 / 117,840 / 403  
Glaise caillouteuse compacte. Moraine supérieure: 12,40 m. -  
Sables et graviers. «Alluvion ancienne»: 18 m.  
Prof. - 20 m.
10. Jardin des Cropettes.  
499,750 / 118,640 / 397,70  
Terre végétale: 0,60 m. - Glaise compacte à cailloux alpins:  
3,60 m. Gravier grossier à couches sableuses et lentilles glaiseuses:  
32 m.  
Prof. - 40,60 m.

#### **Rade et ville de Genève sur rive gauche**

- 11 Forage dans le lac (N° 4) face au Parc Mon Repos.  
119,062 / 501,130 / 372  
Limon crayeux à Mollusques et débris végétaux; lacustre: 10,30  
m. Limon argileux rubanné; rares cailloux: 23 m. Limon argi-  
leux à nodules sableux et cailloux. Moraine supérieure: 16,70 m.  
Moraine de fond très graveleuse. Argiles et limons: 19,50 m.  
Marnes gréseuses et grès marneux dès - 74 m.  
Prof. - 90 m.
12. Forage du Quai Wilson (N° 3).  
118,945 / 500,698 / 374,31  
Remblais; sables (Gastéropodes lacustres), argile limoneuse.  
Dépôts lacustres récents: 6,50 m. - Limons glacio-lacustres:  
15,20 m. Limon à blocs, graveleux: 30,70 m. Moraine de fond. -  
Limon stratifié sableux: 3,85 m. Interglaciaire: 3,85 m. - Mo-  
lasse gréseuse bariolée et marnes bigarrées dès - 56, 25, jusqu'à  
- 69,20 m.  
Prof. - 69,20 m.
13. Forage du Quai des Eaux Vives. (N° 5).  
118,375 / 501,840 / 372,21  
Sables littoraux: 2,60 m. - Sables et limons, feuilletés, rares  
petits cailloux. Glacio-lacustre: 19,90 m. - Argile à cailloux et  
limon graveleux. Moraine de fond: 10 m. - Graviers sableux.

- Alluvion ancienne: 16,10 m. Limon graveleux massif très caillouteux. Moraine limoneuse à blocs: 10,60 m. Limon argileux, nombreux cailloux. Base avec blocs: 33,50 m. - Molasse grise gypseuse dès - 80,10 m et jusqu'au fond à - 85,30 m.  
Prof. - 85,30 m.
14. Parc de la Grange, partie Est.  
502,200 / 117,970 / 404,26  
Sable fluent: 5,10 m. - Glaise stratifiée: 4,70 m. - Glaise massive, moraine würmienne: 9,60 m. - Gravier et sables «alluvion ancienne»: 27,40 m. - Moraine argileuse risienne: 0,60 m.  
Prof. - 47,40 m.
15. Bd. Helvétique. Ancien Port-Franc. - Eaux-Vives.  
500,860 / 117,580 / 376,5  
Remblais: 3,90 m. - Glaise grise et limons sablonneux glacio-lacustres: 32,10 m. - Glaise compacte à cailloux dispersés. Moraine supérieure?: 10 m.  
Prof.: - 35 m.
16. Entre la rue Zurlinden et rue du 31 Décembre. Eaux Vives.  
501,220 / 117,700 / 375,4  
Remblais: 3,10 m. - Argile limoneuse, rubannée; limons argileux ou sableux; sables fluents: 23,1 m.  
Prof.: - 26,2 m.
17. Rue de la Pélisserie.  
500,260 / 117,590 / 392,22  
Remblais: 3,80 m. - Sables grossiers ou fins; lentilles de glaise: 11,70 m. - Limon glaiseux: 11,70 m.  
Prof.: - 27,20 m.
18. Rue de la Cité 18.  
500,060 / 117,690 / 378,25  
Remblais: 0,40 m. - Sables limonneux: 6,80 m. - Glaise bleue rubannée: 3,30 m.  
Prof.: - 10,10 m.
19. Route de Frontenex 60.  
501,710 / 117,970 / 392,60  
Remblais et terre: 3,10 m. - Gravier et poudingues: 50,90 m. - Glaise gris-bleu: 2,20 m. - Argile à blocs. Moraine rissienne: 7,36 m. - Molasse gréseuse dès - 63,56 m.  
Prof.: - 63,56 m.



**Secteur Arve et Lac**

20. Chemin du Velours. «La Florence».  
502,130 / 116,520 / 419,95  
Terre. Moraine remaniée: 2,30 m. - Glaise caillouteuse à galets striés. Lits de sablon. Moraine de fond würmienne: 38,50 m. - Graviers. Alluvion ancienne: 33,70 m.  
Prof.: - 72,20 m.
21. Ruines de Rouëlbeau.  
506,100 / 122,120 / 430  
Craie lacustre: 2 m. Argile sableuse: 4 m. - Argile avec gravier: 4 m. - Argile et glaise: 6 m. - Molasse marneuse noire à gypse dès - 17 m et jusqu'au fond.  
Prof.: - 22 m.
22. Anciens marais de Sionnet.  
507,370 / 121,000 / 421  
Terre: 2 m. - Argile à cailloutis: 8 m. - Glaise sableuse à cailloux: 12 m. - Glaise à cailloux plus rares: 8 m. - Glaise très caillouteuse: 6 m. - Cailloutis argileux. Granules de sable ocre: 14 m. - Glaise à débris de molasse: 6 m. - Dès - 58 m.: Molasse marneuse noire à gypse.  
Prof.: - 70 m.
23. Les Jurets près Chevrier.  
506,900 / 119,300 / 428  
Terre glaise: 4 m. - Glaise sableuse jaune: 4 m. - Argile à graviers: 8 m. - Glaise très graveleuse: 48 m. - Glaise grise sans graviers: 6 m.  
Prof.: - 68 m.
24. La Boissière près Grange Canal.  
502,245 / 117,600 / 411,30  
Terre végétale: 1,75 m. - Glaise et limons, avec ou sans cailloux. Moraine superficielle: 13,55 m. - Graviers sableux ou glaiseux: 51,70 m.  
Prof.: - 68,10 m.

**Secteur Arve et Rhône**

25. Pont de Vessy sur l'Arve.  
501,405 / 115,230 / 388  
Terre végétale et moraine de fond würmienne: 3 m. - Graviers limoneux ou glaiseux, moyen à grossier. «Alluvion ancienne»: 49 m. - Glaise massive graveleuse. Moraine rissienne dès - 52,20.  
Prof.: - 53,50 m.

26. Usine de Vessy (Puits G.).  
502,025 / 115,050 / 395  
Terre végétale et moraine de fond würmienne: 4 m. Gros galets 2 m. - Gravier avec sable, limon ou argile. Bancs cimentés. Prof.: - 49 m.
  
27. Saconnex d'Arve.  
498,640 / 113,210 / 424,2  
Glaie rubannée: 2 m. - Glaie massive à gros blocs. Moraine würmienne: 11 m. - Gravier plus ou moins glaiseux. «Alluvion ancienne»: 4 m. Prof.: - 57 m.
  
28. Pont de la Jonction, rive gauche (LOMBARD, 1944).  
498,300 / 117,380 / 374,09  
Argile éboulée, blocs: 5,20 m. Gravier et sables parfois cimentés: 7,55 m. Sables argileux, glaise à concrétions, cailloux rares; Moraine rissienne; Interglaciaire: 8,65 m. - Glaie compacte, sableuse à galets: 10,12 m. Prof.: - 31,42 m.

## TECTONIQUE

### Structures principales

Le Salève (DE SAUSSURE, 1787) montre un pli de la couverture mésozoïque du socle. Le sommet des Voirons se rattache aux nappes ultrahelvétiques et la base de la montagne appartient aux formations de la molasse subalpine et de la molasse lémanique qui s'étend jusqu'au Jura. On y distingue encore deux domaines: celui des formations autochtones et celui des poussés préalpines (v. plus loin).

#### Pli du Salève

C'est un anticlinal asymétrique faillé. La série de coupes de détail, dressées par E. JOUKOWSKY et J. FAYRE (1913) reste valable. Ces auteurs font du Salève un pli simple mais l'interprétation donnée ici tient compte de sondages dans le S de la chaîne. Un style failles chevauchantes a été démontré et confirmé par des levés de terrain (RUCHAT, 1959; RIGASSI, 1957; SCHROEDER, 1958; et PARÉJAS, 1938a). On en conclut que le Grand Salève chevauche la molasse (A. FAYRE, 1879). La face de Genève est abrupte et montre les couches horizontales dans le haut et verticales dans la moitié inférieure. La charnière de raccord est rarement visible.

Le décrochement du Coin est marqué par plusieurs failles transversales soulignées dans le relief. Il mesure 600–800 m de rejet. Deux failles longitudinales suivent la face du pli (affleurement classique au sommet de la Petite Gorge).

L'Hauterivien s'appuie contre le Valanginien inférieur. Le rejet est d'environ 100 m.

Ces deux failles se subdivisent dans le Petit Salève.

Plongement axial vers le NE au Petit Salève

### Plis dans la Molasse (voir fig. 5)

Les termes d'anticlinaux et de synclinaux employés jusqu'ici ne conviennent pas pour qualifier les structures de la molasse. Suivant RIGASSI (1957), SCHROEDER (1958), JAYET (1956) et POLDINI (1963) les collines molassiques sont plus probablement des compartiments à structure monoclinale entre failles, basculés et plongeant vers l'E ou le SE.

L'«anticlinal» de Cologny est un pli beaucoup plus complexe que sa forme extérieure ne le laisse supposer. Il comprend des structures N-S locales (fouilles en 503,300 / 119,150), parallèles au littoral du lac entre la Belotte et Bellerive et suivant l'axe gravifique de Collonge-Les Hauts Monts. Molasse gypseuse au sommet, molasse rouge au bord du lac, faille longitudinale possible dans le lac. Il s'élargit et s'étale au N de Choulex formant un môle qui s'avance vers les Voirons. La molasse est à 414 m sous Rouëlbeau et à 373 m

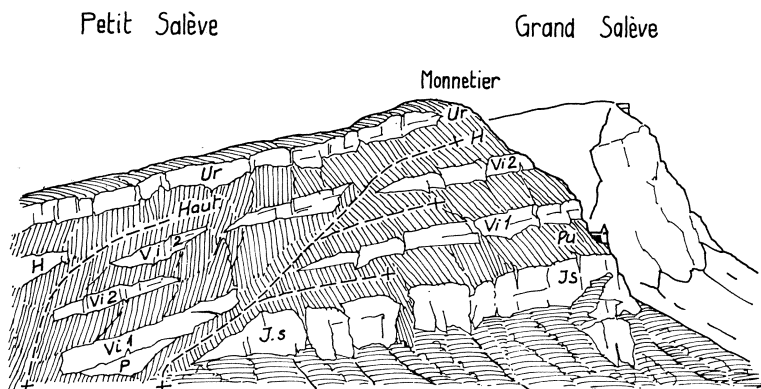


Fig. 4. Failles longitudinales de la face du Petit Salève et leurs subdivisions. Croquis schématique pris d'Aiguebelles.

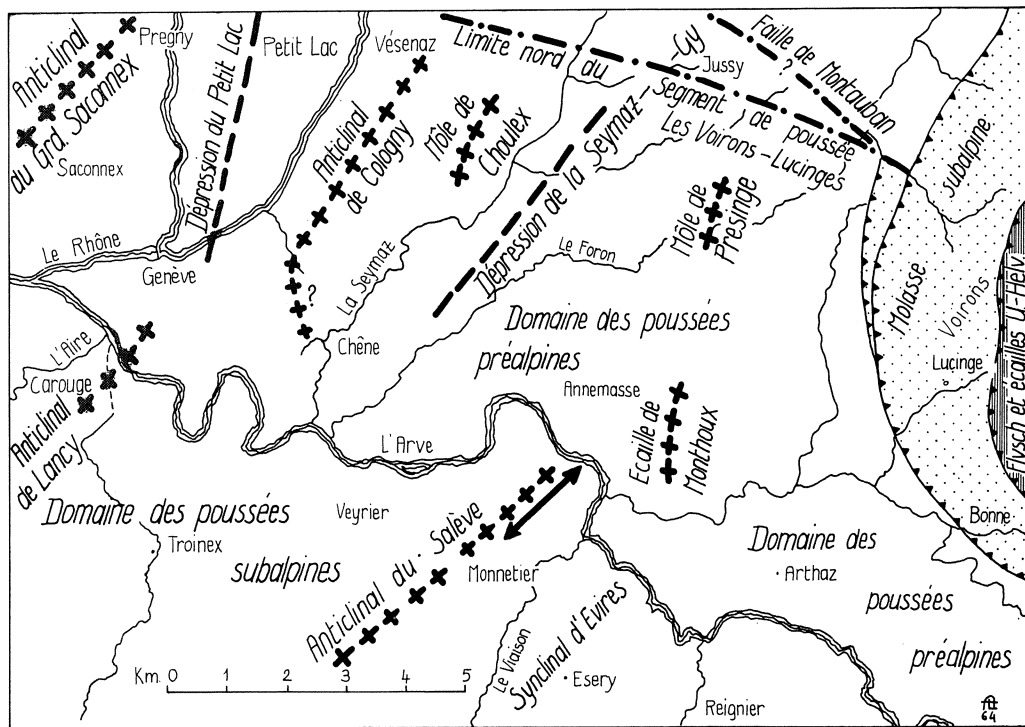


Fig. 5. Carte tectonique. «Anticlinaux» et «dépressions» de la région molassique correspondant à des parties montées et respectivement abaissées de compartiments basculés entre failles (v. texte).

Autochtone      Molasse subalpine      Ultrahelvétique      Plan de chevauchement

sous Sionnet. Le crêt monoclinale du Grand-Saconnex-Pregny apparaît à peine à l'angle NW de la feuille. Il plonge axialement vers Chambésy (fouilles de l'autoroute au Vengeron. Env. 5-8°).

L'axe déprimé du Petit Lac n'est pas un synclinal (SCHROEDER, 1958) mais offre plus probablement une structure monoclinale à pendage E. Il se prolonge vers le SW dans la plaine de l'Aire-Carouge. Le pli du Salève le borde au SE.

Entre Arve et Lac, la dépression de la Seymaz a probablement une origine tectonique mais elle n'est marquée par aucun axe gravifique. La molasse doit y être profonde car elle n'a pas été rencontrée en forage aux Jurets près de Chevrier (506,850 / 119,300) ou l'on est descendu à - 68 m (alt. 362 m). Elle affleure par contre à Presinge et à Choulex.

Le pli monoclinale de Monthoux émerge du plateau glaciaire d'Annemasse. Les couches ont une direction N-S.

Au S de l'Arve, et contre le Salève, la molasse est concordante au Mt. Gosse et dans le Vaison. Elle conserve un fort pendage et une direction vers le NNE à Esery; au dernier affleurement vers l'amont au bord de l'Arve, demi-anticlinal. Au pied des Voirons, la tectonique est nettement orientée en fonction de la poussée préalpine.

### **Axes gravifiques (voir fig. 6)**

Les données récentes d'E. POLDINI (1963) confirment les observations de surface. Elles apportent des éléments nouveaux, dont l'axe négatif de Collonge, ceux de Gaillard et de l'Arve.

L'axe négatif de Collonge indique un amas de terrains glaciaires mais il pourrait avoir une origine première structurale en relation avec des directions aberrantes de la molasse de Cologny.

L'axe négatif de Gaillard part du front du pli du Salève et se dirige vers le NE. Il s'atténue à Jussy. L'interprétation de ces résultats gravimétriques permet de préciser les données de surface et conduit aux hypothèses suivantes:

Les structures s'ordonnent en deux domaines. Entre Arve et Lac: structures réglées par la poussée préalpine dont les effets atteignent un front occupé par le Petit Lac; elles comprennent l'axe secondaire de Collonge, et l'axe de l'Arve prolongé au-delà de Gaillard vers la France entre Arve et Monthoux.

L'axe de Gaillard se bifurque, s'incurve et rejoint celui de Monthoux formant tous deux l'axe d'Annemasse. Le pli de Monthoux est une écaille décollée en profondeur sur le dos de l'anticlinal du Salève. Sa prolongation trouverait dans l'affleurement molassique de Presinge. Le demi-pli de Boisy est une écaille massive, équivalente au N de celle de Monthoux.

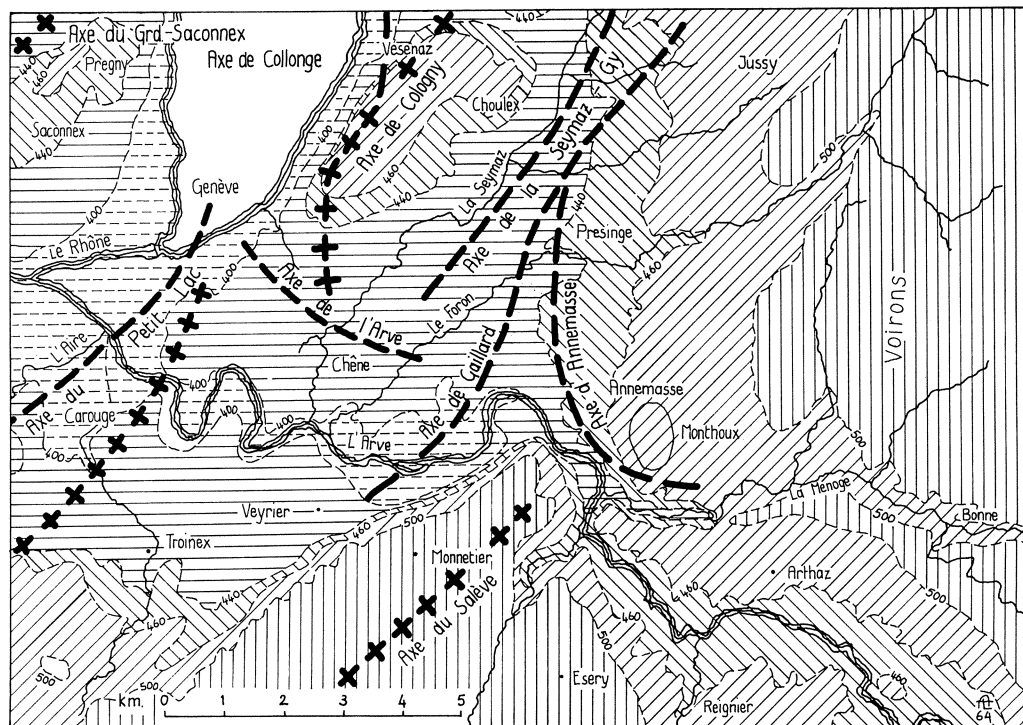


Fig. 6. Carte hypsométrique, avec les axes gravifiques d'après E. POLDINI (1963). Complétant la figure précédente, cette carte très schématique montre les relations entre les structures, le relief et le réseau hydrographique majeur: Arve, Rhône, Lac, Seymaz. La comparaison des figures 6 et 7 met en évidence les rapports entre la tectonique et la gravimétrie (v. texte).

La dépression profonde de Gaillard serait au point de rencontre des axes précédents. Ainsi les axes négatifs du Petit Lac, de l'Arve et de Gaillard-Annemasse correspondraient à la trace profonde de plans de failles atteignant la surface déprimée du contact Molasse-Quaternaire de la manière suivante :

La masse molassique de Cologny-Choulex se trouve dans l'axe, de poussée du compartiment de Lucinge. Elle s'incurve vers le S en s'approchant de l'Axe de l'Arve.

L'axe du Petit Lac s'allonge devant le monoclinale de Cologny, celui de la Seymaz devant le môle de Jussy, celui de Gaillard-Annemasse devant et sous Presinge-Monthoux et celui de Gaillard (partie SW) devant et sous le pli du Salève.

Les autres axes tectoniques et gravifiques de la rive droite du secteur Lac-Rhône et de celui d'Arve-Rhône obéissent à des poussées du domaine autochtone.

### Evolution tectonique

Au Crétacé supérieur, le Salève est encore immergé mais le pli s'amorcera avant le dépôt de l'Eocène à faciès sidérolithique (PARÉJAS, 1938a). Le plissement est accompagné de failles longitudinales anté-éocènes. Dès l'Oligocène inférieur, la poussée alpine s'accroît et le versant S du Petit Salève forme un relief bordé de conglomérats successivement marins puis d'eau douce et marins à Mornex. La couverture éocène, puis crétacée supérieure et l'Urgonien même sont érodés. Le plongement axial du Salève au NE se manifeste à ce moment.

Une nouvelle surrection précède le dépôt de la molasse chat-tienne (cause de l'érosion en biseau des poudingues de Mornex). On ne peut pas savoir si le Salève de l'époque était un haut-fond ou une île. Le même problème se pose pour les plis du Jura. Un affaissement appelle la sédimentation molassique d'eau douce qui s'étendra sur tout le bassin du Léman genevois.

C'est au Miocène que surgit le pli anticlinal, du moins si l'on se base sur une comparaison avec la chronologie jurassienne. Il se poursuit au Pontien et dans le Pliocène. Les Préalpes sont déjà en place lorsque se bombe encore le pli d'Etrembières vers le SW. Ainsi s'explique la montée axiale dans cette direction. L'Arve ancienne quitte son axe de Monnetier pour contourner l'obstacle nouvellement surgi (Fin du Miocène moyen ? SCHROEDER, 1958, p. 58). Le Burdigalien ne s'est vraisemblablement pas déposé dans le bassin (affleurement de Loisin mis à part (JAYET, 1964) dont l'attribution à cet étage nous paraît fragile).

Les dislocations du Chattien sont contemporaines du pli du Salève.

Les poussées tardives, se produisent surtout selon l'axe de poussée majeur Mt. Blanc-Reculet (PARÉJAS, 1938a). Elles fractionnent le pli du Salève en compartiments décrochés les uns par rapport aux autres. Ce style de droites segmentées diffère des arcs plastiques des Bornes; ceux-ci s'écoulent entre deux marges latérales freinées d'une part par le bord des Préalpes et de l'autre par le décrochement du Vuache-Lac d'Annecy.

La molasse entre Salève et Jura se fractionne par failles inverses et compartiments basculés. Mais ces déformations semblent postérieures à celles qui existent au N de l'Arve. Ces dernières ont acquis, auparavant, leurs structures suivant un style qui dépend des poussées préalpines.

### **Mouvements actuels**

Il est tentant d'expliquer par la permanence des déformations alpines, un certain nombre de faits tels que: les altitudes anormalement élevées des blocs erratiques du Salève, la fraîcheur des parois de cette montagne, les gorges molassiques de l'Arve sous Mornex et le seuil molassique de l'Arve à la Jonction (PARÉJAS, 1938; JAYET, 1946). Les formations quaternaires de la feuille n'apportent en aucun cas des preuves à ces hypothèses (plages lacustres déformées, surfaces inclinées ou bombées) alors qu'il en existe en dehors du territoire décrit (JAYET, 1945c, p. 468).

## **MORPHOLOGIE**

### **Eléments morphologiques**

#### **Surfaces d'ensemble**

Elles sont dictées par les grandes lignes structurales, à savoir: le bassin synclinal lémanique entre Salève et Jura, le pli anticlinal du Salève, le groupe des écailles et la nappe des Voirons, la dépression péripérialpine de la basse vallée de l'Arve et le plateau molassique d'Evires.

Surfaces profondes et superficielles de la molasse. En attendant un travail d'ensemble très souhaitable, voici quelques données isolées.

Eminences: Dans le bassin de Genève, à la Jonction (donnée obligeamment communiquée par G. AMBERGER) dans l'Arve, Coteaux du Grand-Saconnex, de Cologny avec môle de Choulex, môle probable



dans la région de Presinge-Jussy, coteau de Monthoux. Dans le bassin de l'Arve à l'amont du Salève, la molasse affleure en de nombreux points, quoique généralement recouverte de moraine.

Il en est de même dans le versant des Voirons pour la molasse autochtone et celle subalpine. Un signe spécial (molasse sous faible couverture de moraine) a permis de mettre en évidence le rôle des épaisses assises gréseuses dans la morphologie. Il semble y avoir une relation entre les hauts morphologiques et la tectonique (v. sous Tectonique) celle-ci étant cependant beaucoup plus compliquée que ne l'esquisse le relief.

### Dépressions

Elles sont évidemment données par les aires comprises entre les hauteurs molassiques mais sont complexes du fait des effets combinés du relief structural et des érosions pré-rissiennes. On distinguera ainsi :

- a) les dépressions tectoniques du Petit Lac-plaine de l'Aire, celle de la Seymaz-Troinex, le détroit d'Annemasse.
- b) les dépressions ou sillons d'érosions fluviales et glaciaires. On connaît une partie de sillon au Pont Butin (Joukowski, 1920, 1941). C'est le seul exemple de la feuille. On peut en supposer d'autres sous la rade puis entre le coteau de Monthoux et l'extrémité N du Petit Salève.

On se référera aux coupes de forages ci-avant pour les cotes principales.

Surface profonde du contact : entre les marnes à lignites de Riss-Würm et l'alluvion ancienne.

Surface irrégulière formant des sillons (v. sous Alluvion ancienne) ou des masses concentrées suivant des axes : Etrembières-Vessy : de là vers le lac à Traînant et vers Arare-Soral ; branche du Rhône par Saint-Jean, St-Georges vers Cartigny.

### Surfaces modernes

On distingue divers types de relief :

- a) **Relief du soubassement** : Colline du Grand-Saconnex correspondant à un pli molassique largement couvert de glaciaire. Coteau de Cologny et son annexe, le môle de Choulex également en molasse couverte de glaciaire. Coteau de Monthoux, également en molasse. Le Salève et les Voirons. Coteau molassique d'Esery.

Le Salève présente un relief structural remarquable de fraîcheur. Les traits tectoniques sont mis en évidence : structure anticlinale asymétrique, plongement axial, décrochement de la Croisette, failles

transversales (Grande et Petite Gorge, gorges de l'Evorse, du Sarrot et de la Mule) vallée suspendue et antécédente de l'Arve à Monnetier. Les Voirons sont également modelés en fonction de leur structure. Les deux tiers inférieurs sont formés des épaisses strates des grès des Carrières de la molasse subalpine. La carte figure les principaux glacis sous une couche mince de moraine de versants. Une série de replats et de vallons marque les bandes de flysch marneux ultrahelvétique d'où émergent des écailles mésozoïques ou tertiaires en petites collines allongées. Dominant le tout (hors de la feuille) (v. panorama du Salève) la crête de la montagne est formée d'une tranche frontale et basale des grès paléocènes ultrahelvétiques. Le ravin de Montauban divise le soubassement molassique, laissant au S et jusqu'à Bonne un secteur avancé tectoniquement: le compartiment de Lucinges.

#### **b) Relief des dépôts quaternaires (voir fig. 7)**

Seuls les éléments principaux sont décrits ici. Ce sont les grands plateaux rattachés à  $q_{4m}$  et  $q_{5m}$  qui s'étagent de la vallée de l'Arve savoyarde vers le lac. Le périmètre de la feuille est trop petit pour en envisager une synthèse et remonter à leur formation. Nous resterons dans le domaine descriptif.

Le premier plateau envisagé est celui d'Arthaz-Reignier à  $\pm 480$  m d'altitude. A son origine amont se trouvent les moraines frontales doubles de St-Romain également à 480 m d'altitude. Il forme un plateau presque horizontal et plan en argile à blocs, couvert partiellement de graviers au N de l'Arve. On le retrouve réparti en trois parties: aux environs de Reignier, au N de l'Arve autour d'Arthaz-Nangy et sous Esery à Marsinge-Pollinge. Il est très disséqué de part et d'autre de l'Arve par des affluents latéraux. A sa bordure N, un glacis le raccorde à la grande moraine longitudinale de Loëx. Un petit témoin est isolé du reste à Bas-Mornex. Il est coiffé d'une moraine latérale graveleuse. Ce plateau 480 m est essentiellement rattaché au retrait du glacier de l'Arve.

Plus haut et bordant le pied des Voirons, se trouve un autre plateau à  $\pm 500$  m d'altitude. Axé sur la Menoge, il est séparé du précédent par la moraine de Loëx et s'étend vers la Bergue et Cranves-Sales. Il y a là une esquisse de stade frontal d'ailleurs très érodé par la Menoge et l'ancien ruisseau du val sec de Lossy. Son emplacement est à l'ancien contact avec le glacier du Rhône. Entre Bonne et la Bergue, petite moraine d'un stade de retrait mineur.

De là vers le N et vers Annemasse, ce plateau s'incline doucement vers la dépression de la Seymaz et s'y raccorde suivant un vaste glacis.

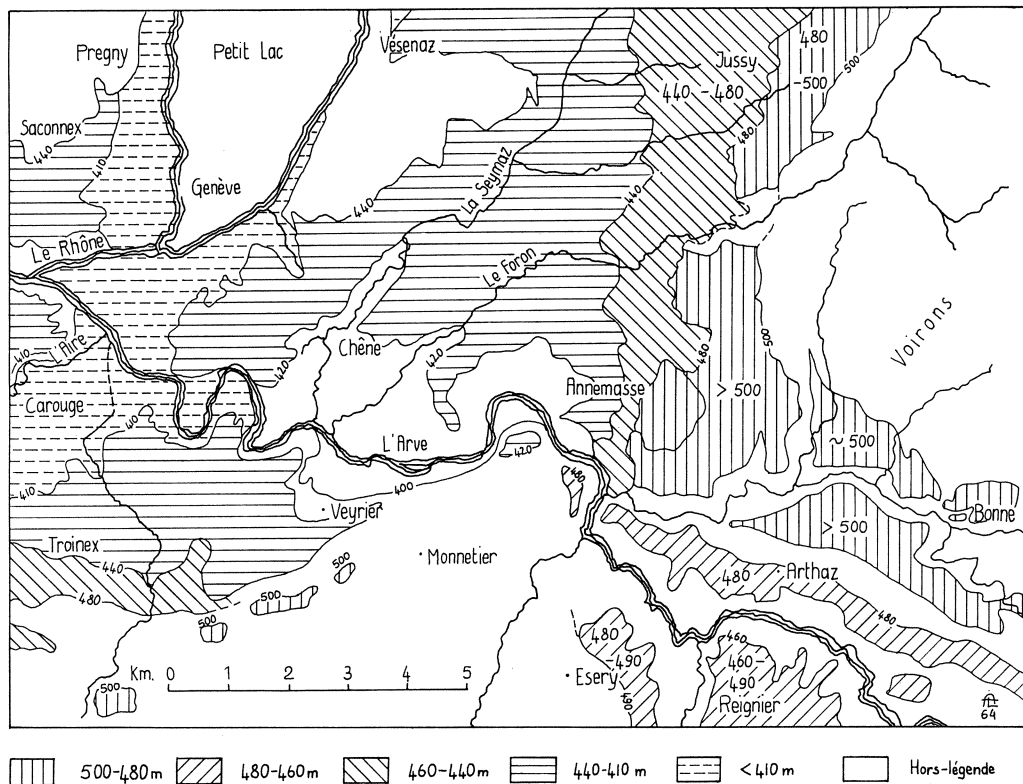


Fig. 7. Carte des plateaux et surfaces planes (10 %) pléistocènes.

Une première surface (480-500 m) borde le pied des Voirons, formant un système rhodanien que rejoint un système local de la Menoge. Une deuxième surf. (480-460 m) occupe la vallée de l'Arve avec les plateaux d'Arthaz et de Reignier. Son origine remonte aux moraines frontales de St-Romain. Une troisième surface (440-410 m) correspond à la moraine superficielle du retrait. C'est l'ancienne «terrasse de 410 m» des auteurs. Elle se raccorde par un glacier en pente douce (440-480) à la surface supérieure de 480-500 m. Enfin, la surface 410 m occupe le fond de la plaine de la ville Carouge, remontant le long de l'Arve jusqu'au goulot de Vessy.

Du côté Est et amont, il est couronné et longé par une série de cordons morainiques parallèles à la dépression des marais de Lossy. Cette dépression est un drainage périphérique occupée par un pré-Foron qui rejoignait la Menoge d'abord puis fut dévié et dirigé plus tard vers Ambilly, à la suite d'un accroissement du delta de la Chandouze.

Le glacis de raccord 440-480 n'appelle pas d'observations particulières. Il se rétrécit vers le Salève. De sa surface émerge une colline-témoin formée de moraine de fond et transversale. Elle domine le plateau 420 au point 438 (507,700 / 114,850) au S d'Annemasse près de l'Arve. Le coteau de Monthoux, couvert de moraine de fond est également une butte qui émerge des plateaux 500 et 440-480. La surface de 410-440 (notée souvent  $\pm 430$ ) est la plus importante de toutes. Elle est en argile caillouteuse ( $q_{5m}$ ) et comporte une nappe

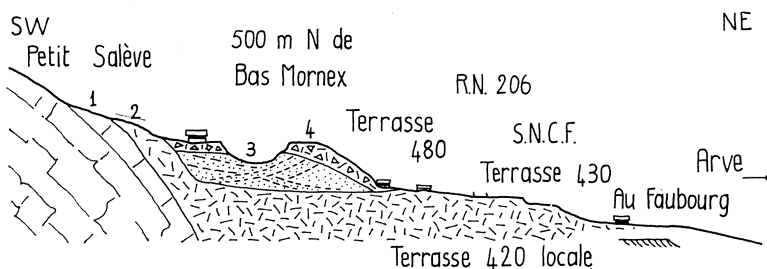


Fig. 8. A. Coupe schématique au pied du Petit Salève à 500 m env. de Bas Mornex.

- 1 Urgonien-Tertiaire du Salève.
- 2 Moraine de fond würmienne.
- 3 Graviers et sablon en stratification entrecroisée de la moraine de retrait caillouteuse.
- 4 Couverture de moraine argileuse à gros blocs.

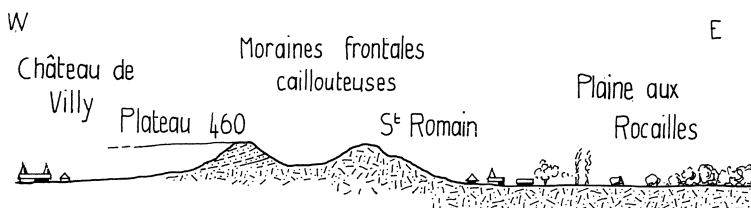


Fig. 8 B. Coupe schématique à travers les moraines graveleuses du retrait; stade de Villy-St-Romain.

de graviers issus du Foron à Annemasse et une autre aux Tranchées. Sa morphologie diffère de celle de  $q_4$  par une absence de drumlins ou de cordons morainiques et par une planéité très nette.

Elle occupe le fond de la dépression de la Seymaz, déborde autour du coteau de Cologny vers Vésenaz, descend en pente très douce vers le lac qu'elle surplombe de 30 m environ à 410 m d'altitude. Cette bordure de plateau passe alors à un glacis qui raccorde la terrasse supérieure aux terrasses inférieures du système du lac (3 m et 10 m). Le glacis est entaillé par des « nants » actuellement secs, partiellement comblés ou suivis par des routes. Ce sont :

- dorsale des usines Gallay
- nant parallèle à la S.N.C.F., au tunnel des Vollandes
- dorsale de Richemont
- nant de la Boissière-Bas des Amandoliers-rue des Eaux-Vives
- dorsale av. Ch. Martin
- nant de la route de Malagnou
- nant collecteur de Jargonnant-Rieu-Parc, ancienne patinoire de Rieu-Avenue Weber
- dorsale du Clos Belmont
- nant de la rue Michel Servet à Champel

Ce plateau se prolonge sur la rive gauche de l'Arve (Pinchat-Troinex) et à Saint Georges-Pont Butin.

Il se retrouve sur rive droite du Rhône dans les quartiers de la Servette, Petit-Saconnex, Varembe, Charmilles.

On l'a longtemps considéré comme correspondant à un ancien niveau du lac (JOUKOWSKY, 1913, 1920, 1925; LANTERNO, 1958). Il est plus probable que c'est une surface d'aplanissement datant du retrait glaciaire (JAYET, 1946, 1956) dont le niveau de base est dû à une langue de glace occupant alors l'axe du Petit Lac. Les cail-loutis à structures deltaïques observées dans de nombreuses fouilles du quartier des Tranchées seraient non pas un delta de l'Arve (FAVRE, 1879) mais des formations morainiques (JAYET, 1946 p. 40) ou encore des lessivages et des dépôts sous-aquatiques de bordure de glacier.

### **Terrasses fluviales basses.**

Au-dessous de l'altitude de 400 m dans les parties basses du Lac, du Rhône et de l'Arve, terrasses lacustres et fluviales formant un système avec des terrasses mineures que l'on poursuit vers l'amont de l'Arve jusqu'à Vessy.

Plus à l'amont, détroit entre des falaises de moraine  $q_{4m}$  jusqu'au pont de Sierne. Dès ce point et vers l'amont, élargissement

des terrasses et plaines basses de l'Arve s'ouvrant sur les îles d'Arve, largement entaillées dans le plateau  $\pm 430$ . Nouveau rétrécissement au détroit d'Etrembières-Petit Salève. La plaine des Îles d'Arve correspondrait au stade de Veyrier (JAYET, 1946) du retrait.

### **Drumlins**

Ce sont des figures très fréquentes dans tout le bassin du Léman. Les surfaces de la moraine de fond würmienne en comportent de nombreux, certains bien marqués, d'autres appartenant plutôt au microrelief.

Plusieurs se confondent avec des crêts morainiques très aplatis et étalés.

### **Crêts morainiques**

Importance variable; ils sont parfois très atténués. On distingue divers groupes: la grande moraine frontale du stade de Laconnex-Landecy; sa suite latérale de la Croix de Rozon à Troinex; les moraines du stade de Veyrier dont une partie occupe le plateau et l'autre le pied du Salève; les moraines du pied du Salève dont une partie se rattache à la moraine de Würm ( $q_4 m$ ), l'autre au système local de la groise ( $q_4 m$ ); les moraines graveleuses latérales du pied du Salève ( $q_4 m$ ); la grande moraine latérale du pied des Voirons; dans la vallée de l'Arve, la grande moraine longitudinale de Loëx, les moraines doubles et frontales de St-Romain.

## **Evolution morphologique**

Les dépôts de graviers glaciaires de l'alluvion ancienne (à la base du complexe würmien) impliquent un rôle majeur de l'eau. Elle use, roule, transporte et concentre les cailloutis morainiques en des nappes allongées suivant des sillons. Ces sillons occupent évidemment les axes bas du bassin et correspondent aux grandes dépressions tectoniques. Le sillon Vessy-Traînant prolonge celui d'Etrembières-Vessy et tous deux soulignent la bordure du bloc préalpin.

La formation de la moraine argileuse de fond würmienne fait suite à la précédente. Elle succède par transition à l'«alluvion ancienne» et s'étend sur les reliefs molassiques ou mésozoïques. Presque partout, des moraines latérales et frontales marquent une série de stades de retrait. Les principaux sont représentés à Landecy (stade de Bardonnex, JAYET, 1946) et à Veyrier. A ce moment les glaciers de l'Arve et du Rhône sont encore confluent (JAYET, 1956). Le stade de la ville de Genève (JAYET, 1946) marque la disjonction des glaciers de l'Arve et du Rhône.

Le glacier de l'Arve individualisé marque un stade d'arrêt autour de Veyrier, à Annemasse (JAYET, 1946) puis laisse un double cordon frontal à St-Romain.

De son côté, le glacier de la Menoge se retire parallèlement et indépendamment de celui de l'Arve.

La couverture glaciaire du versant des Voirons paraît indépendante et plus ancienne (Riss ?) que les formations basses du retrait.

Le territoire lémanique débarrassé de glace, sauf dans le bassin de Genève est quasi nivelé dans ses parties basses par les argiles morainiques de délavage  $q_5$  m avec leurs nappes de cailloux et leurs laisses de glaises feuilletées. C'est dans le vaste plateau que l'Arve se creuse une plaine alluviale suivant des cours divagants entre Gaillard-Chêne et Veyrier-Pinchat. Elle laisse quelques placages de graviers contre les versants (Vessy, Petit Veyrier).

Un rétrécissement et des méandres marquent le «goulot de Vessy» avant que l'Arve ne débouche dans la plaine de Carouge. Le profil en long marque 0.12–0.27 % entre Etrembières et le seuil de Sierne et 3 % jusqu'à Carouge. Les érosions sont actives à Champel-Florissant montrant que la rivière établit encore son profil d'équilibre sur ce parcours.

Pendant cette phase de creusement qui conduit à la plaine alluviale actuelle, Foron et Seymaz s'enfoncent aussi mais à un rythme plus lent. Une plaine alluviale à 401–407 m se forme à Thônex, Villettevillage et Fossard d'en-bas. On en suit le talus bordier, entaillé par de petites «gorges» de raccord avec la plaine actuelle et l'Arve.

Au même niveau et peut-être simultanément se dépose le plateau silteux de la plaine de Gaillard. Actuellement la Seymaz y creuse son cours. Elle quitte la plaine et s'enfonce à partir de Bel-Air alors que le Foron fait de même à partir du cimetière d'Ambilly.

L'Aire et la Drize ont des cours centripètes résultant du cirque glaciaire en arrière du stade de Bardonnex-Landecy. La Drize draine la dépression périphérique d'Evordes-Collonges et s'écoule entre deux cordons morainiques, celui de Croix de Rozon – Troinex et celui de Pierre-Grand-Troinex dessus, avec ses drumlins. Il existe un seuil de partage des eaux Drize-Arande entre Landecy et Archamps. La Drize est encaissée du hameau de Drize à son débouché dans la plaine de l'Aire. De son côté, la «gorge» de l'Aire débute sous Onex, érodant la moraine würmienne et atteignant l'alluvion ancienne au Grand Lancy.

La régularisation de ces cours d'eau et celle du lac mettent fin à l'évolution naturelle de ce réseau hydrographique.

L'origine de la dépression du Petit Lac est d'ordre tectonique. Elle résulte de la poussée des Préalpes externes sur la molasse (LOMBARD, 1939). Le seuil de Genève et la confluence de l'Arve sont dus à la poussée radiale définie par PARÉJAS, 1938a. JOUKOWSKY, (1927) voyait dans le Petit Lac une tête de capture du Rhône par l'Arve. Cette hypothèse est fragile. Il faut cependant admettre que les glaciers ont dû retoucher le relief molassique mais les grandes dépressions ont une origine structurale.

#### BIBLIOGRAPHIE

- FAVRE, ALPH. (1879): *Description géologique du Canton de Genève*. Bull. Cl. Agric. Soc. Arts, n<sup>os</sup> 79-80.
- FAVRE, J. (1927): *Les Mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève*. Mém. Soc. phys. hist. nat. Genève, 40/3.
- (1935): *Etudes sur la partie occidentale du lac de Genève. II. Histoire malacologique du lac de Genève*. Mem. Soc. phys. hist. nat. Genève, 41/3.
- 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, AD. (1945a): *Sur l'origine et l'âge de l'alluvion ancienne des environs de Genève*. C. R. Soc. phys. hist. nat. Genève, 62/6.
- (1945b): *L'âge des terres rouges et de la rubéfaction quaternaire dans les régions voisines de Genève*. C. R. Soc. phys. hist. nat. Genève, 62/6.
  - (1945c): *A propos de l'âge du maximum glaciaire quaternaire*. Eclogae geol. Helv., 38/2.
  - (1946): *Les stades de retrait würmiens aux environs de Genève*. Eclogae geol. Helv., 39/2.
  - (1952): *Sur l'origine commune des trois éléments stratigraphiques du complexe würmien de la région de Genève*. Arch. Sci., 5/3.
  - (1956): *Une conception nouvelle de la genèse du Plateau genevois*. Le Globe 95.
  - (1959): *Sur l'origine de l'argile glaciaire de la région genevoise*. Genève.
  - (1964): *Notice explicative de la feuille 1281 Coppet de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25 000e*.
- JAYET, AD., ACHARD, R. et FAVRE, CL. (1961): *Sur la présence de terrains glaciaires et interglaciaires au Petit-Saconnex près de Genève*. Arch. Sci., 14/3.
- JOUKOWSKY, E. (1920): *Topographie et géologie du bassin du Petit Lac, partie occidentale du bassin du Léman*. Le Globe 59.
- (1925): *A propos de la formation du Petit Lac*. Le Globe 64.
  - (1927): *The formation of the Lake of Geneva*. Geol. Mag., 64.
  - (1941): *Géologie et eaux souterraines des Pays de Genève*. Genève: Imprimerie Kündig.
- JOUKOWSKY, E. et FAVRE, J. (1913): *Monographie géologique et paléontologique du Salève (Hte. Savoie)*. Mém. Soc. phys. hist. nat. Genève, 37/4.



- JOUKOWSKY, E. et LAGOTALA, H. (1922): *Quelques observations sur la topographie préwürmienne du bassin du Petit Lac (Léman)*. C. R. Soc. phys. hist. nat. Genève, 39/1.
- LANTERNO, ED. (1958): *Physiographie du Pays de Genève et essai de bibliographie géologique régionale*. Le Globe 97.
- LOMBARD, AUG. (1939a): *Géologie des Voirons*. Mém. Soc. Helv. Sci. nat. 74.
- (1939b): *Influence tectonique sur le modelé du bassin du Léman*. Bull. Ass. Géogr. France 123.
- (1944): *Sondages pour les fondations du pont de la jonction (C.F.F.) à l'aval de Genève*. Eclogae geol. Helv., 37/2.
- MARTINI, J. (1963): *Note sur le Tertiaire des environs de Mornex (Hte. Savoie)*. Arch. Sci. 15/3.
- MARTINI J. et DURET J. J. (1965): *Note préliminaire sur la présence d'un niveau de cendres volcaniques dans les sédiments post-glaciaires des environs de Genève*. Arch. Sci. 18/3.
- PARÉJAS, ED. (1938a): *Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève*. Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul, 3/2.
- (1938b): *Notice explicative feuille 12 de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25 000e* (Dardagny-Vernier-Chancy-Bernex).
- PARÉJAS, ED. et CAROZZI, A. (1953): *Une algue marine du genre « Broeckella » dans les grès verts du Petit-Salève (Hte. Savoie)*. Arch. Sci. 6/3.
- PARÉJAS, ED. et LOMBARD, AUG. (1959): *Cavités karstiques dans l'Urgonien du Mont Salève*. Arch. Sci. 12/4.
- POLDINI, E. (1963): *Les anomalies gravifiques du Canton de Genève*. Mat. Géologie Suisse, C. Géophysique, 4.
- RIGASSI, E. (1957): *Le Tertiaire de la région genevoise et savoisiennne*. Bull. Assoc. suisse géol. ing. petrole, 24/66.
- RUCHAT, CL. (1959): *Carte géologique de l'anticlinal du Mont-Salève*. 1 : 20 000e. Inédit.
- SAUSSURE, H. B. DE (1787): *Voyage dans les Alpes*. T. I. Genève.
- SCHROEDER, J. W. (1958): *Géologie du Pays de Genève*. Le Globe 97.
- SOCIÉTÉ DES EAUX DE L'ARVE. *Notice historique*, Distribution privée.

#### Cartes

- Carte géologique du Canton de Genève en 4 feuilles au 1 : 25 000e* par ALPH. FAVRE (1878).
- Carte géologique générale de la Suisse au 1 : 100 000e*, feuille Genève–Lausanne. 1899.
- Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000e*, feuille 12 (Dardagny–Chancy–Vernier–Bernex). Par ED. PARÉJAS (1938).
- Carte géologique générale de la Suisse au 1 : 200 000e*, feuille 5, Genève–Lausanne, 1948.
- Carte géologique de la France au 1 : 80 000e*, feuille Annecy, 2<sup>e</sup> éd. 1950.