

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 41 (1988)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Histoire géologique du Salève d'Hoarce-Bénédict de Saussure à nos jours  
**Autor:** Amberger, Gad / Carozzi, Albert V. / Charollais, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740374>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Archs. Sci. Genève	Vol. 41	Fasc. 1	pp. 1-42	1988
--------------------	---------	---------	----------	------

# HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU SALÈVE D'HORACE-BÉNÉDICT DE SAUSSURE À NOS JOURS

PAR

**Gad AMBERGER <sup>1</sup>, Albert V. CAROZZI <sup>2</sup>, Jean CHAROLLAIS <sup>3</sup>,  
Danielle DECROUEZ <sup>4</sup> Claude RUCHAT <sup>5</sup> et Louissette ZANINETTI <sup>6</sup>**

## I. PREMIÈRE PARTIE (1759-1813) (A. V. Carozzi)

Le Salève entre dans la littérature géologique par la description donnée par Horace-Bénédict de SAUSSURE dans le chapitre VII (pp. 163-201) du volume I de ses *Voyages dans les Alpes...* qui paraît en 1779. La description fort précise pour l'époque comprend les aspects structuraux et une stratigraphie sommaire des calcaires massifs, oolithiques et zoogènes, des fines couches à charbon (série à *Natica leviathan* de l'Infravalanginien), du minerai de fer et des sables blancs (Sidérolithique), des conglomérats de Mornex et de la molasse grise qui les surmonte. Cette description comprend aussi une paléontologie sommaire à l'exception de l'illustration d'une coquille bivalve singulière avec des valves en cornes de bélier trouvée par Guillaume-Antoine DELUC (*Heterodicerias luci* de l'Infravalanginien), SAUSSURE décrit enfin les nombreux blocs épars de roches primitives (blocs erratiques), témoins, à son avis, du retrait final de la mer lors de la «grande débâcle» qui a suivi la dernière et grande révolution qui a soulevé les Alpes par l'effet de l'explosion des fluides élastiques contenus dans les cavernes de l'écorce terrestre.

<sup>1</sup> Service cantonal de géologie, CP 36, CH-1211 Genève 8, Suisse.

<sup>2</sup> Department of Geology, University of Illinois at Urbana-Champaign, II, USA, 61801-2999.

<sup>3</sup> Université de Genève, Département de Géologie et Paléontologie, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève 4, Suisse.

<sup>4</sup> Muséum d'Histoire naturelle, Département de Géologie et de Paléontologie des Invertébrés, 1, route de Malagnou, CP 434, CH-1211 Genève 6, Suisse.

<sup>5</sup> Chemin de Pont-Céard, 26 A, CH-1290 Versoix.

<sup>6</sup> Université de Genève, Département de Géologie et Paléontologie et Département de Biologie animale, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève 4, Suisse.

La passion pour les montagnes commence chez SAUSSURE par le Salève et il écrit: «Je me rappelle encore le saisissement que j'éprouvai la première fois que mes mains touchèrent le rocher du Salève, et que mes yeux jouirent de ses points de vue» (Discours préliminaire, *Voyages dans les Alpes...*, p. X). En effet, à l'âge de 18 ans (1758), SAUSSURE avait déjà parcouru plusieurs fois les montagnes les plus voisines de Genève. Il commence ses études systématiques par le Salève et le Jura, car ces deux chaînes lui apparaissent plus «régliées» et sans trace de grands bouleversements en comparaison avec les Alpes ou de traces de l'action soulevante des feux souterrains (volcanisme).

Dans sa description du Salève, SAUSSURE est d'abord frappé par l'aspect général de la face escarpée du côté de Genève, avec ses couches en apparence horizontales formant une superposition de bandes saillantes et rentrantes. Dans le contexte de sa théorie de la formation des Alpes, il interprète les «barmes» ou «voûtes» (effets de l'altération météorique différentielle des bancs calcaires massifs et des bancs marneux), comme des sillons horizontaux formés par l'érosion des courants des eaux de la grande débâcle dont le courant principal descendait par le bassin de Genève en direction nord-nord-est à sud-sud-ouest, et dont le Salève représentait une des parois du «grand canal». L'action érosive des tourbillons de cette débâcle explique aussi pour SAUSSURE l'origine des diverses grottes du Salève. Cette même débâcle a également transporté sur le Salève les nombreux blocs de roches alpines primitives qui reposent soit directement sur les bancs calcaires, soit sur des placages de sables blancs, eux aussi déposés par les eaux.

SAUSSURE se préoccupe ensuite de l'origine de l'échancrure correspondant au vallon de Monnetier (ancien cours surimposé et suspendu de l'Arve) dont les flancs montrent que les couches calcaires se correspondent entre Petit et Grand-Salève. Ce vallon est pour lui le produit de l'érosion d'un autre courant qui venait aussi des Alpes par la vallée de l'Arve, et passait au-dessus du Salève pour se jeter comme un affluent dans le grand courant qui remplissait la vallée du lac de Genève. La combinaison de ces deux courants explique, selon lui, tous les aspects de la distribution des grands blocs de roches primitives sur le Salève.

SAUSSURE observe que la structure du Salève présente un sommet arrondi en dos d'âne avec des couches qui descendent de part et d'autre, au sud-est vers les Alpes, au nord-ouest vers Genève, mais tandis que celles plongeant vers les Alpes descendent jusqu'au bas de la chaîne, celles qui regardent Genève sont coupées à pic à une grande hauteur. Il note enfin les plongements axiaux opposés aux deux extrémités de la chaîne dont le plus accentué est bien visible dans le Petit-Salève.

Outre ces grandes couches qui constituent le corps principal de la montagne, et que SAUSSURE place dans la catégorie des «couches horizontales», il observe tout au long de la base du Grand-Salève des couches verticales, «perpendiculaires» ou même légèrement renversées qui sont adossées contre la tranche inférieure des bancs horizontaux (Fig. 1). Ces couches redressées ne sont pas d'après SAUSSURE tombées

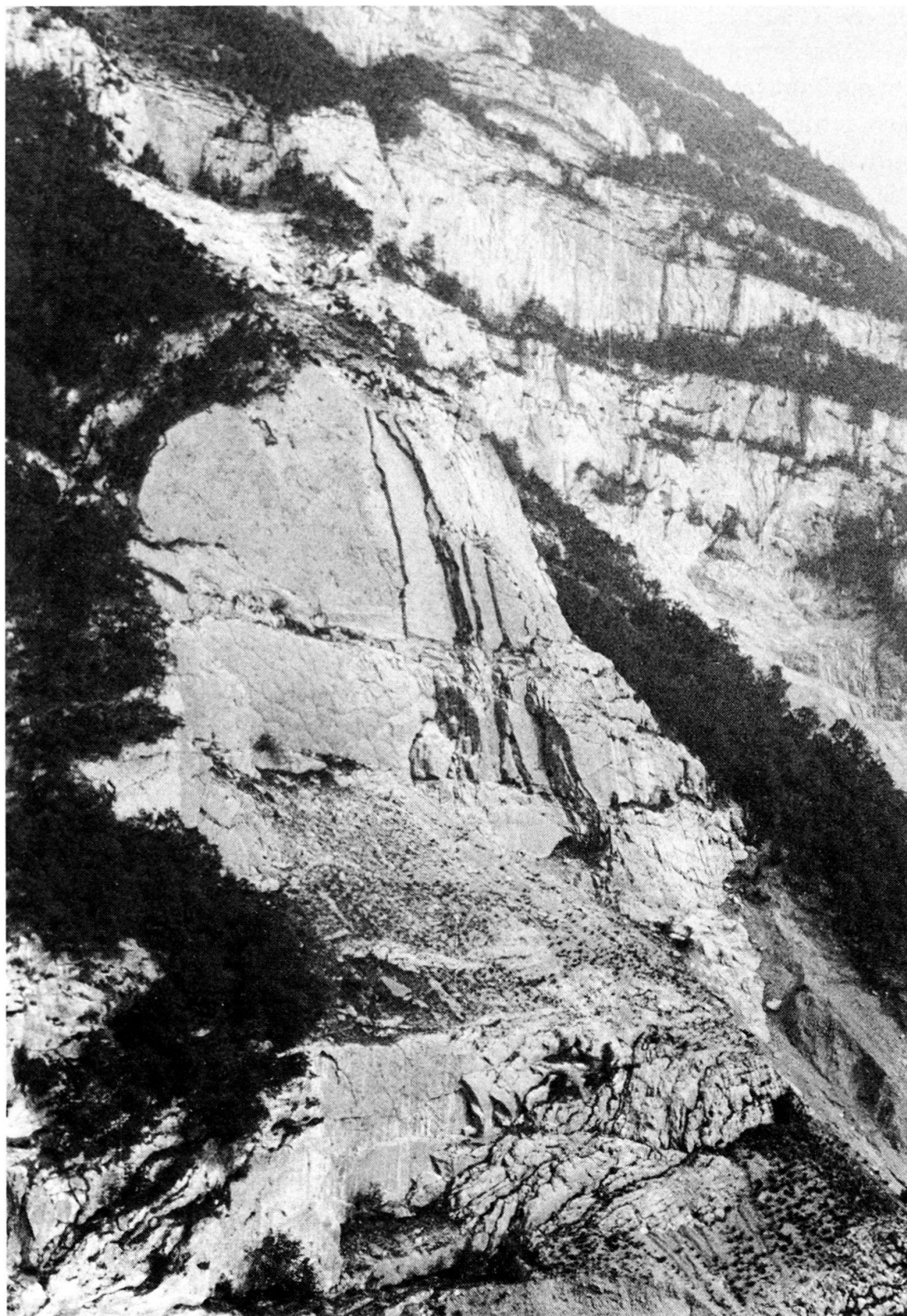


FIG. 1.

Contact entre les couches redressées à renversées de l'Infravalanginien du flanc renversé du pli du Salève et les couches faiblement inclinées du Portlandien au Crétacé inférieur du flanc normal. Grand-Salève, tracé du téléphérique. Photo AVC, 1987.



ou glissées accidentellement du haut de la montagne. Tout en étant des couches de calcaire, elles sont à son avis différentes en texture et en couleur. Elles sont beaucoup plus minces que les couches horizontales. Localement disloquées et en désordre, les couches verticales sont séparées au lieu-dit «Le Coin» des couches horizontales par une grande fissure. A ce stade de ses connaissances, SAUSSURE n'avait pas encore saisi l'importance de l'étirement et de la dislocation des couches dans les flancs renversés de structures chevauchantes.

SAUSSURE présente l'interprétation suivante de cette structure étrange. Il admet que le Salève s'est formé, comme toutes les montagnes calcaires, sous les eaux de «l'ancien océan» en couches allongées, inclinées et descendantes des deux côtés, à savoir «concentriques comme celles d'un tronc d'arbre ou d'une racine». Il ajoute que des révolutions, dont il ignore la cause, ont détruit les couches descendantes du côté de Genève en laissant à découvert leurs tranches escarpées. Il est clair qu'il considère un phénomène inconnu d'érosion sous-marine puisqu'il ajoute que les couches verticales se sont déposées en s'appuyant contre le pied de ces mêmes tranches.

Pour comprendre l'interprétation de SAUSSURE, il faut rappeler qu'à l'époque de la rédaction de ce chapitre des *Voyages dans les Alpes...*, il considérait les calcaires non pas comme des sédiments proprement dits (conglomérats, grès ou schistes) déposés horizontalement et dont la situation verticale indique l'effet d'un bouleversement, mais comme des dépôts par «cristallisation confuse» (sans cristaux de formes régulières visibles à l'œil nu) semblables aux couches que l'on observe dans les agates, travertins et géodes (Fig. 2), des couches qui peuvent prendre n'importe quelle position, verticale ou contournée, que les vrais sédiments ne peuvent pas prendre. Il s'ensuit que ces dépôts par cristallisation se sont formés en position verticale, contre l'escarpement des couches horizontales, comparable à la paroi d'un récipient de laboratoire. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la transposition des phénomènes de l'échelle microscopique à celle macroscopique ne présentait apparemment aucune difficulté philosophique.

En résumé, SAUSSURE pense que les couches verticales n'ont pas été redressées par le soulèvement général du Salève et ne peuvent en aucun cas représenter la continuation des couches du dos de la montagne «déchirées et séparées par l'effort de soulèvement». Il ajoute: «d'ailleurs les couches du dos n'en sont pas diminuées d'autant».

SAUSSURE s'oppose à ceux qui croient avec Antonio Lazzaro MORO (1740) et Peter Simon PALLAS (1777) que les montagnes qui s'élèvent à plus de 100 toises au-dessus de la surface actuelle de la mer ont été soulevées à leur hauteur présente par l'action des feux souterrains; ces naturalistes veulent par conséquent trouver dans les couches verticales appuyées contre le pied du Salève un argument fondamental qui indiquerait que les feux souterrains ont soulevé cette montagne, et qu'une partie de ses couches supérieures s'est séparée et déchirée par cet effort et a fini par s'appuyer contre la base de la montagne.

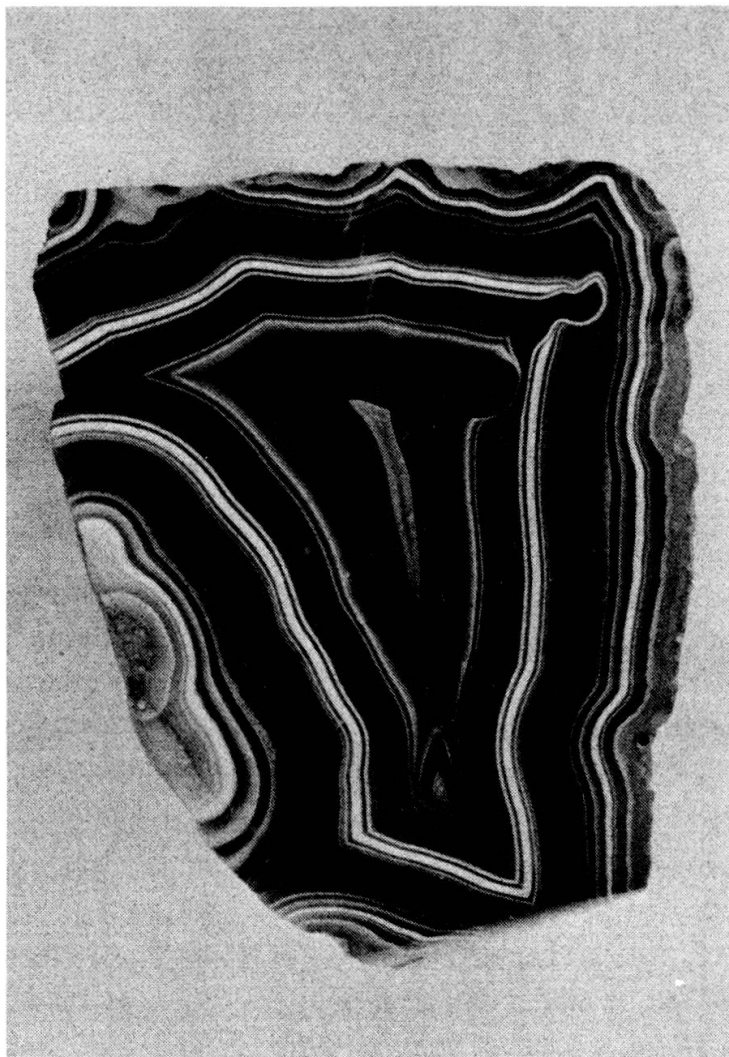


FIG. 2.

Surface polie d'une agate à nombreuses couches fines et concentriques produites par la cristallisation et que SAUSSURE a utilisée comme analogie pour expliquer la formation des couches géologiques verticales ou contournées. Diamètre approximatif: 10 cm. Collection H.-B. de SAUSSURE. Muséum d'Histoire naturelle de Genève.

SAUSSURE ajoute qu'il reconnaît bien qu'il y a des cas où l'on est forcé d'admettre que les agents souterrains ont contribué à donner aux montagnes leur structure actuelle. Cependant, le Salève n'est pas de ce nombre car «on peut expliquer sa structure sans faire jouer ces grandes machines». Selon SAUSSURE, le Salève a donc simplement été soulevé tel quel avec ses caractères originaux.

Le cas du Salève est un exemple typique du dilemme qui existe dans les travaux de SAUSSURE lorsque l'on compare ses carnets de terrain et ses «idées détachées» — les deux types de documents étant datés avec précision — avec le texte imprimé, dans notre cas le volume 1 des *Voyages dans les Alpes...* de 1779 (CAROZZI, 1987). Nous savons d'une part qu'après son voyage en Italie (1772-1773), SAUSSURE a aban-

donné l'idée de l'origine des calcaires par cristallisation sous-marine confuse en faveur de vrais sédiments formés au fond d'une mer où vivaient des organismes. D'autre part, son hypothèse de la «grande débâcle» comme dernier épisode de sa théorie du soulèvement des Alpes est née très tôt dans son esprit et a été présentée pour la première fois en conférence publique en 1774. Ses carnets de terrain indiquent clairement qu'en 1775 et en 1776 il interprète les couches calcaires verticales et plissées de la Dôle, du Nant d'Arpenaz, des rives du lac d'Uri et de la Porte des Cévennes à Anduze comme des déformations dues à des «agents souterrains extérieurs et postérieurs à leur formation», et non pas comme des cristallisations, pour atteindre en 1784 la notion de refoulements horizontaux.

En conclusion, l'interprétation du Salève présentée par SAUSSURE en 1779 a été écrite avant 1772 (son voyage en Italie). Elle est donc restée inchangée durant sept ans alors qu'au moment de la publication, SAUSSURE avait complètement changé d'avis. Le seul changement fait avant la publication du premier volume est la citation en dernière minute de PALLAS, datée de 1777. Comme pour d'autres cas semblables dans son œuvre, une mise à jour reste inconnue. Ceci est d'autant plus frappant pour le Salève, montagne pour laquelle il avait une affection particulière et qu'il continuera à visiter de nombreuses fois, seul ou avec son fils aîné Nicolas-Théodore, en tout cas d'après ses carnets de terrain, jusqu'au 7 juin 1779.

L'idée de SAUSSURE que le vallon de Monnetier a été formé par l'érosion d'un courant venant de la vallée de l'Arve se jetant obliquement dans le courant principal qui remplissait la vallée du lac de Genève durant la «grande débâcle» a été acceptée par Marc-Auguste PICTET dans un mémoire inédit sur le «Creux de Monnetier». Ce mémoire a été lu à la séance du 22 décembre 1791 de la Société des naturalistes genevois (CAROZZI, en cours d'étude). Cependant, de l'avis de PICTET, le vallon n'a pas été érodé peu à peu par le courant, en ne laissant aucune trace, mais la montagne s'est rompue comme une digue d'un seul coup en de nombreux débris que l'on trouve non pas immédiatement au pied de la paroi escarpée au-dessous du vallon, mais accumulés surtout entre Veyrier et Crevin. Ce déplacement vers le sud-ouest de la masse principale des débris est dû à un court transport par le courant principal le long du bord du «grand canal». Le volume de ces débris semble pour PICTET de l'ordre de grandeur de la masse qui manque dans le vallon lui-même. Il observe d'autre part un autre lobe de débris entre Archamps et Verrière qu'il attribue à l'effet d'un autre courant d'eau oblique qui passait par l'échancrure de La Croisette en entamant un peu la crête du sommet parce qu'elle était protégée à l'arrière par une barre de grès quartzeux plus résistants (Sidérolithique).

Les deux lobes de débris décrits par PICTET correspondent aux deux accumulations de «moraines d'éboulis» ou «groise» formées par des névés ou des petits glaciers locaux à l'époque de la dernière retraite des glaciers alpins (JOUKOWSKY et FAVRE, 1913).

Dans un mémoire de 1799, Guillaume-Antoine DELUC décrit des excavations dans la face escarpée du Petit-Salève dont l'une est la grotte de l'Hermitage ainsi qu'une «vis pétrifiée» (fossile non identifiable mais qui est probablement une grande nérinée de l'Infravalanginien). Il s'occupe ensuite de l'origine de ces excavations qui à son avis ne sont pas les effets de l'érosion d'un courant d'eau comme le pensait SAUSSURE. En effet, DELUC observe que la disposition et la nature de ces excavations excluent cette cause, car elles continuent sur la face du Grand-Salève où elles suivent le parallélisme des couches quelles que soient leur inclinaison et leur direction. Cela s'oppose à l'idée d'une érosion produite par un courant d'eau qui se serait faite dans le sens de son écoulement, car au Petit-Salève les couches et leurs excavations plongent dans le sens contraire à la pente d'un courant supposé.

Selon DELUC, ces excavations ne peuvent être dues qu'à deux causes: ou la pierre des couches excavées moins dure que celle des couches voisines a été gercée et décomposée par l'action de l'air et des gelées, ou la partie affaissée qui faisait suite à la face escarpée de la montagne — dont la coupe abrupte montre avec évidence l'effet d'une rupture — s'est redressée et s'est rompue en entraînant avec elle des portions fracturées des couches horizontales qui ont ainsi donné lieu aux excavations.

DELUC observe que la face escarpée du Grand-Salève montre d'autres excavations bien plus grandes et bien plus profondes (Grande et Petite Gorge, par exemple). Elles coupent de haut en bas toutes les couches et forment des enfoncements perpendiculaires qui ne peuvent s'expliquer que par l'écroulement de couches rompues lors de la formation de la montagne.

Pour DELUC, le Salève se présente ainsi comme une structure appelée aujourd'hui un «horst» avec un réseau de fractures transverses qui aurait été isolé par des effondrements de chaque côté. Celui vers Genève est le plus important des effondrements. DELUC rejoint donc ici les idées de son frère Jean-André qui interprète toutes les structures des montagnes comme les effets d'affaissements différentiels de la croûte terrestre. Il partage aussi avec son frère l'idée que les gorges profondes où coulent les torrents dans les montagnes sont des fractures tectoniques préexistantes et que les torrents ont simplement déblayé les débris superficiels. Guillaume-Antoine cite à ce sujet les hautes montagnes calcaires qui montrent des surfaces rocheuses sillonnées et entrecoupées de fentes de plusieurs pieds de profondeur (surfaces karstiques) comme la région des Pitons, le plus haut sommet du Salève. Selon lui, ces sillons et fentes qui paraissent être à première vue l'ouvrage des courants d'eau sont en fait l'effet de l'air, du soleil, des pluies et des gelées qui ouvrent des fissures originelles.

Les idées sur l'importance des affaissements en tectonique et sur l'incapacité des eaux courantes de dénuder les montagnes, ainsi que l'opinion que les continents actuels viennent d'émerger de la mer sont les sujets principaux de la théorie de la terre de Jean-André DELUC qui sont exposés en détail dans ses *Lettres à Blumenbach* de 1798 (voir l'évolution de sa pensée dans CAROZZI, 1987).



Guillaume-Antoine DELUC revient sur la question de la structure du Salève dans trois autres mémoires en 1800, 1801 et 1802 qui peuvent être résumés comme suit. Il répète que les couches inclinées et quelquefois verticales qui s'appuient contre le pied des escarpements du Salève sont le résultat d'effondrements liés aux catastrophes successives qu'a éprouvées le fond de l'ancienne mer. Il dit que ce n'est en tout cas pas l'effet d'une cristallisation sous-marine confuse contre une paroi verticale comme le pensait SAUSSURE; d'ailleurs comment pourrait-on expliquer que les divers types de fossiles soient orientés à plat parallèlement à des plans de stratification originellement verticaux? DELUC nie aussi la différence d'épaisseur entre les couches horizontales et verticales du Salève, un argument important dans l'hypothèse de SAUSSURE. Il pense qu'il s'agit d'une méprise due au fait que les couches horizontales apparaissent plus épaisses et massives par l'effet des talus de rocaillies qui semblent les joindre les unes aux autres et aussi par l'enduit déposé par les eaux de pluie qui tend à oblitérer les plans de stratification. En réalité, les couches du flanc vertical ou renversé du Salève sont plus minces par étirement tectonique (voir JOUKOWSKY et FAVRE, 1913, pl. XII, coupes transversales).

DELUC aborde ensuite l'origine du vallon de Monnetier. Sur la base de son mémoire précédent et des idées de son frère Jean-André, il refuse de discuter l'hypothèse des courants de la grande débâcle de SAUSSURE et de n'importe quelle action érosive des eaux courantes en général en disant: «aucun courant d'eau n'a pu creuser la gorge de Moneti».

DELUC réfute aussi l'idée présentée par Louis BERTRAND dans *Renouvellemens périodiques des continens terrestres* (1800, pp. 86 et 201). BERTRAND accepte l'opinion que les montagnes ont été formées sous l'océan telles que nous les voyons aujourd'hui sans l'action de révolutions ultérieures et pense que les courants marins, lors du dépôt des sédiments calcaires à l'endroit du vallon de Monnetier, ont empêché localement leur formation tout en permettant le dépôt des couches de part et d'autre du vallon.

DELUC ajoute qu'un coup d'œil attentif au Petit-Salève montre que ses couches ne suivent pas l'alignement de celles du Grand-Salève auxquelles elles ont dû faire suite à l'origine. Il s'est donc produit un affaissement longitudinal en bascule du Petit-Salève et les couches se sont rompues à l'endroit du présent vallon de Monnetier par plusieurs fractures transversales s'élargissant en éventail vers le haut avec chute des débris au pied de la falaise escarpée.

En résumé, selon DELUC, la chaîne du Salève s'est formée comme suit. Il y a eu des affaissements de part et d'autre de la montagne. Celui qui a rompu les couches du côté de Genève a été brusque. Les couches appuyées verticalement contre l'escarpement de celles horizontales indiquent le tracé de la fracture. Elles représentent une partie de la masse des couches affaissées qui ont été retenues sur les bords de la grande cavité dans laquelle s'est fait l'engloutissement. L'affaissement du côté des Alpes s'est fait de manière plus tranquille et toutes les couches ont subi la même inclinaison.



En plus, le Petit-Salève a subi un affaissement longitudinal en bascule et les couches se sont rompues transversalement à l'endroit du présent vallon de Monnetier. Les débris de cet accident transversal sont tombés au pied de la falaise escarpée. Ils ont été ensuite légèrement déplacés vers le sud-ouest par le courant brutal de la mer qui a dû résulter de cette catastrophe arrivée dans le temps où les continents étaient sous les eaux de l'ancienne mer. Le Salève n'est ainsi qu'une «masure» ou ruine de l'édifice qui avait été construit à l'origine dans la mer par couches horizontales et concentriques.

Jean-André DELUC reprend l'interprétation de son frère ainsi que toutes ses critiques envers SAUSSURE dans son *Traité Élémentaire de Géologie* (1809, pp. 185-186, 197-198) et dans ses *Geological Travels* (1813, pp. 143-146).

Il est opportun de mentionner ici l'acharnement et l'anachronisme des critiques des frères DELUC contre SAUSSURE qui sont d'autant plus tendancieuses que SAUSSURE est mort en 1799, qu'il avait depuis longtemps abandonné, comme indiqué plus haut, ses idées sur l'origine des calcaires par «cristallisation confuse» au fond de la mer en faveur du concept de vrais sédiments déposés horizontalement, et que son œuvre publiée en 1796 se termine par l'interprétation des plissements des montagnes calcaires comme le produit de refoulements horizontaux.

En conclusion, les grandes lignes de la structure du Salève dans le cadre de la théorie des affaissements ont été comprises dès 1802 par les frères DELUC à l'exception de l'origine du vallon de Monnetier. En effet, cette ancienne vallée surimposée et suspendue de l'Arve ne doit pas sa position à un basculement axial inexistant du Petit-Salève mais peut-être à la présence d'un réseau de fractures transversales comme le pense Augustin LOMBARD (comm. pers., 1987).

## II. DEUXIÈME PARTIE (de 1813 à nos jours)

(G. Amberger, J. Charollais, D. Decrouez, C. Ruchat et L. Zaninetti)

### A) De 1813 à 1913, la monographie de E. Joukowsky et J. Favre

Cette période est particulièrement intéressante par son contexte scientifique, elle correspond en effet à la naissance de la géologie moderne, le mot géologie étant apparu avec de SAUSSURE et DELUC, bien que ces deux naturalistes genevois n'aient pas créé ce vocable.

Si de SAUSSURE, J.-A. DELUC et G.-A. DELUC s'intéressent aux fossiles et présentent le rôle qu'ils peuvent jouer, ils ne peuvent pas en tirer beaucoup d'informations car à cette époque, il n'y a pas suffisamment de travaux paléontologiques. Mais la période qui nous concerne livrera de nombreuses monographies qui permettront ainsi le développement rapide de la stratigraphie paléontologique.

En outre, de 1813 à 1913, les idées sur l'évolution, la stratigraphie, la formation des roches et des chaînes de montagnes... évoluent avec des scientifiques comme LYELL, DARWIN, SUSS, HAUG, BERTRAND, WEGENER etc.

## 1) De 1813 à 1843

Avant les «Considérations géologiques sur le Mont-Salève et sur les terrains des environs de Genève» d'Alphonse FAVRE (1843a), il n'y aura pas de travaux importants uniquement consacrés au Mont-Salève. La plupart du temps, ce chaînon est mentionné dans des publications se rapportant à des terrains analogues à ceux qui le constituent. Toutefois, contrairement à l'époque précédente, on va essayer de donner un âge aux terrains du Mont-Salève et d'établir des comparaisons avec les régions avoisinantes. En outre, une importance de plus en plus grande est accordée aux fossiles.

Jean-André DELUC (1818-1819) discute de nouveau l'origine du vallon de Monnetier et en conclut: «Nous avons vu que le Vallon de Monnetier n'est dû ni à un courant de la mer descendant par la Vallée de l'Arve, ni à une inclinaison plus grande des couches du petit Salève qui les aurait séparées de celles du grand, ni à une glissade des couches du petit Salève les unes sur les autres; mais à l'affaissement ou à l'engouffrement de la masse qui manque, dans l'intérieur du sol de la montagne lorsque les couches étaient encore molles...». KEFERSTEIN (1827) observe à la base du Salève «du calcaire foncé à Gryphées, Pinnes et *Ficus*» et en haut «un grès semblable au grès vert» et retrouve le Lias «par la présence des Gryphées, des huîtres et des poissons de Glaris et du Tyrol». En 1829, de BEAUMONT rapporte les couches du Salève au «greensand», la formation néocomienne qui n'avait pas encore reçu ce nom. BOUÉ (1836) écrit que l'on y trouve le «calcaire jurassique et le système crétacé». STUDER (1838) signale un calcaire à *Spatangus retusus* «qui pourrait être synchronique du Néocomien». THURMANN (1838) examine la collection de fossiles de DELUC et en conclut que la partie inférieure de la série du Salève est jurassique et la partie supérieure néocomienne, cette dernière étant recouverte par le «grès vert». HUOT (1839) cite la craie blanche à 1007 m d'altitude. En 1841, apparaît une coupe du Salève faite par ESCHER de la LINTH. Dans sa «coupe longitudinale du Salève allant de bas en haut», l'auteur signale le Néocomien au-dessus des assises jurassiques et rapproche les sables blancs du sommet de «celui de la Perte du Rhône, comme le remplaçant du grès quartzeux à Nummulites des Hautes-Alpes». L'année suivante, de VILLENEUVE (1842) présente un profil qui va du Jura français au Mont-Blanc. Le Mont-Salève est constitué par une série monoclinale qui plonge vers l'est. Le Jurassique moyen est surmonté par du Portlandien à *Chama ammonia* (en fait les *Diceras*) et par du Néocomien. L'auteur rapproche le Salève du Jura, mais il écrit: «ce qui signale le Salève d'une manière toute particulière, c'est que ses caractères minéralogiques sont intermédiaires entre ceux du Jura de la Bourgogne et du Jura provençal». Des idées sont émises sur la profondeur à laquelle les roches du Jura se sont déposées «si l'on considère le Jura ordinaire comme engendré dans une mer peu profonde, comme un sédiment littoral, le Salève sera le produit d'une mer déjà assez profonde, tandis que le Jura provençal et dauphinois le serait de hautes mers».

Durant ces années, de petites publications paléontologiques paraissent telles que celles de N.-T. de SAUSSURE (1838, feuille de palmier de Mornex), de FAVRE (1840, *Chama ammonia*; 1842, patte d'écrevisse néocomienne), de NECKER (1841, feuille de la molasse de Mornex), de PICTET (1842, omoplate des grès de Mornex) et de d'ORBIGNY (1842, première zone de Rudistes). Des fossiles du Salève sont mentionnés dans des travaux plus importants comme ceux d'AGASSIZ (1839) et de DESHAYES (1839-57).

Enfin, en 1843 (a), paraissent les «Considérations géologiques sur le Mont Salève et sur les terrains des environs de Genève» d'Alphonse FAVRE. La première carte géologique du Salève est publiée, certes elle est encore peu précise, le Jurassique et le Crétacé ne sont pas subdivisés, alors qu'ils le sont dans la description géologique détaillée, pour l'époque, de la série. L'auteur qui range une partie du Crétacé dans le Jurassique, ne décrit pas de coupe précise, mais il donne parfois des indications quant à l'endroit où l'on peut observer les niveaux. Des listes de fossiles, certes encore modestes, sont données. Géologiquement, le Salève est rangé dans le Jura car «par la nature des terrains qui le composent, ainsi que par sa structure, il se rapproche beaucoup plus du Jura que des Alpes». Sa formation est expliquée. D'après l'auteur, les roches se sont déposées horizontalement au fond de l'eau puis en même temps que se formait le Sidérolithique, il a été soulevé et est devenu une «montagne voutée» dont le sommet constituait une île au milieu de la mer. Après le dépôt de la molasse, il acquiert sa configuration actuelle toujours suite à un soulèvement qui est contemporain de celui des Alpes occidentales. Des origines différentes sont reconnues pour le vallon de Monnetier et la Croisette. Le Sidérolithique, toujours d'après FAVRE, se forme dès le Néocomien moyen et serait d'origine «plutonique ou semi-plutonique». Ce travail est suivi d'une publication paléontologique sur les *Diceras* (FAVRE, 1843b).

## 2) De 1843 à 1913

Durant cette période, de nombreux géologues s'intéressent au Salève. En 1875, la Société géologique de France parcourt cette montagne (COLLOT, 1875; DIDELOT et FAVRE, 1875). Les publications sont très nombreuses. Ainsi, nous ne reprendrons pas toute la bibliographie du Salève pour cette époque. Le lecteur se reportera à celle de JOUKOWSKY et FAVRE (1913, pp. 495-503) qui est exhaustive, les auteurs ont en effet signalé toutes les publications qui touchaient de près ou de loin le Salève.

### 2.1) Paléontologie

Tout d'abord, cette période est marquée par la réalisation de nombreux travaux paléontologiques importants. Ainsi, progressivement, la «banque de données paléontologiques» qui permettra de faire de la stratigraphie fine se met en place. L'étude des fossiles du Salève porte sur une collection importante déposée au Muséum d'Histoire naturelle de Genève, elle comporte plus de 6500 exemplaires. Il y a de nombreux

types figurés, des syntypes et des holotypes (DECROUEZ, 1985a et b). Certains articles ne traitent que des fossiles du Salève comme ceux de de LORIOI (1861-1863, 1867, 1875, 1905). Souvent leur étude est incluse dans des recherches plus générales comme dans les travaux d'AGASSIZ et DESOR (1847), DESOR (1858), PICTET et CAMPICHE (1858-1872), PICTET et de LORIOI (1858, 1872), DESOR et de LORIOI (1868-1872), de LORIOI (1873), FAVRE (1875), MOESCH (1875), KOPY (1880-1889), CANU (1902), BAUMBERGER (1906-1910), FAVRE (1913), JACOB et FALLOT (1913)...

## 2.2) Stratigraphie

Du point de vue stratigraphique, à côté des travaux d'Alphonse FAVRE (1867) et d'Etienne JOUKOWSKY et Jules FAVRE (1913), il y aura peu de données qui modifient véritablement notre connaissance géologique du Mont-Salève. CHAVANNES (1861) date le Sidérolithique de la fin de l'Eocène. DOUXAMI (1896 et 1900-01) date le Sidérolithique de l'Eocène inférieur par analogie avec des terrains identiques de Savoie. La Société géologique de France observe le Purbeckien (DIDELOT et FAVRE, 1875). Plus tard, MAILLARD (1884, 1889) le signale mais en masses éboulées (JOUKOWSKY et FAVRE, 1913). JOUKOWSKY et FAVRE (1909) placent les couches à *Heterodicerias luci* dans le Valanginien. DOUXAMI (1896) signale de l'Albien.

En 1867, FAVRE publie un deuxième travail sur le Salève. L'auteur, grâce aux travaux paléontologiques réalisés depuis 1843, apporte des modifications par rapport au précédent. Il reconnaît d'ailleurs que pour la première note «les collections n'étaient pas bien riches alors et les ouvrages descriptifs manquaient». L'auteur distingue de bas en haut :

### — le Jurassique (Corallien)

1. Calcaire corallien (la partie inférieure correspond au Kimméridgien supérieur de JOUKOWSKY et FAVRE).

2. Oolite corallienne (la partie supérieure correspond à l'Infravalanginien de JOUKOWSKY et FAVRE).

— le Purbeckien manque. Certes, l'auteur signale sur le sentier de la Grande-Gorge «un calcaire bréchiforme avec des cailloux noirs (n° 9), qui ressemble d'une manière frappante aux couches de purbeck des environs de Neuchâtel». Mais comme l'auteur dans les carrières de Monnetier observe les couches à *Dicerias luci* (qu'il considère d'âge jurassique supérieur) directement en contact avec les couches à *Natica leviathan* (d'âge valanginien), il en conclut que le Purbeckien est absent.

### — le Néocomien

#### A. Inférieur ou Valangien

1. Couche du banc de fer.

2. Calcaire à *Nerinea favrina*.

3. Calcaire du grand banc.

Les niveaux 1 à 3 sont à rapporter à l'Infravalangien de JOUKOWSKY et FAVRE.

4. Calcaire roux (= Valangien de JOUKOWSKY et FAVRE).

#### B. Moyen

1. Calcaire jaune à *Ostrea rectangularis*, Roem. (= Valangien de JOUKOWSKY et FAVRE).

2. Marnes panachées à grands peignes, *Lima picteti*, etc.

3. Marne verte.

4. Marne argileuse panachée.

5. Calcaire marneux à céphalopodes.

Les niveaux 2 à 5 correspondent à l'Hauterivien de JOUKOWSKY et FAVRE.

6. Calcaire jaune (= partie supérieure de l'Hauterivien et Barrémien inférieur de JOUKOWSKY et FAVRE).

#### C. Supérieur ou urgonien

1. Terrain urgonien proprement dit (= Barrémien supérieur de JOUKOWSKY et FAVRE).

2. Calcaire à *Pterocera pelagi* (= Aptien de JOUKOWSKY et FAVRE).

#### Tertiaire

Poudingues et grès marins.

Terrain sidérolithique?

L'origine attribuée par FAVRE (1843a) et d'autres auteurs est remise en question, mais FAVRE semble favorable à l'opinion d'ESCHER de la LINTH (1841) qui l'attribue au Nummulitique.

Puis, il y a la monographie géologique d'Etienne JOUKOWSKY et de Jules FAVRE (1913) qui est encore à ce jour le seul travail synthétique qui existe sur le Mont-Salève. Les auteurs ont levé des coupes détaillées qui sont toujours utilisables. La description de la série stratigraphique est précise. Les datations s'appuient sur de grandes listes de fossiles. D'ailleurs, cette publication est suivie d'une monographie paléontologique importante, réalisée par J. FAVRE. Une tentative de reconstitution du paléoenvironnement est faite.

Les auteurs ont observé de bas en haut:

— le Kimméridgien qui comporte plus de 250 m de calcaires parfois dolomitiques, bréchiques et microbréchiques recouverts par un calcaire récifal blanc non stratifié.



— le Portlandien constitué par un calcaire récifal et bréchique, oolithique surmonté par des calcaires oolithiques sur une épaisseur de 66 m environ.

— le Purbeckien (= faciès purbeckien d'âge berriasien, les auteurs confondent faciès et étage). Il s'agit de plus de 40 m de calcaires oolithiques, lithographiques (niveaux marins) avec des intercalations de brèches à cailloux multicolores appelés «Grande Brèche» (niveaux d'eau douce). Les Clypéines (organisme A) ont été signalées dans le Purbeckien.

— l'Infravalanginien (= Berriasien actuellement) avec de bas en haut l'assise à *Heterodicerias luci* et l'assise à *Natica leviathan*. C'est dans cette dernière que le Foraminifère *Spirocyclina erratica* (= *Ammocycloloculina erratica*) a été découvert (ZANINETTI *et al.*, 1988). L'épaisseur est d'environ 120 m.

— le Valanginien représenté par un calcaire roux et un calcaire à *Alectryonia rectangularis* sur une épaisseur d'environ 44 m.

— l'Hauterivien constitué par les marnes d'Hauterive et la Pierre jaune de Neuchâtel sur une épaisseur d'environ 100 m.

— le Barrémien qui comporte des calcaires oolithiques, des microbrèches et un calcaire récifal blanc à Rudistes à faciès urgonien. Il a plus de 100 m d'épaisseur.

— l'Aptien qui n'existe qu'en lambeaux. Il comporte soit des marno-calcaires soit des brèches calcaires.

— l'Albien n'a pas été reconnu.

— le Tertiaire.

JOUKOWSKY et FAVRE se réfèrent à FAVRE (1867), MAILLARD (1889 et 1891-92) et DOUXAMI (1896 et 1900-01) qui ont bien étudié le Sidérolithique. Ils signalent en plus de nouveaux affleurements. Ils reprennent la datation de DOUXAMI (1896 et 1900-01), à savoir un âge éocène inférieur. Comme ce dernier, ils envisagent l'hypothèse de la formation de ces dépôts sur une terre émergée.

### 2.3) Tectonique

Sur le plan tectonique, le Salève intrigue (MARCOU, 1847; MORTILLET, 1854; THURY, 1862; LORY, 1874; EBRAY, 1877), mais il faut attendre la note préliminaire de JOUKOWSKY et FAVRE (1912) pour avoir plus de précisions. Toutefois, MAILLARD (1891-92) et SCHARDT (1891) mettent déjà en évidence trois décrochements (Sillingy, Allonzier et Cruseilles).

JOUKOWSKY et FAVRE (1912 et 1913) étudient en détail la structure du Salève. C'est un anticlinal très allongé, «déjeté, parfois déversé et faillé dans sa partie septentrionale, son flanc SE étant en pente douce et son flanc NW fortement redressé ou même renversé. Il a été fort peu démantelé par les actions érosives, puisque presque

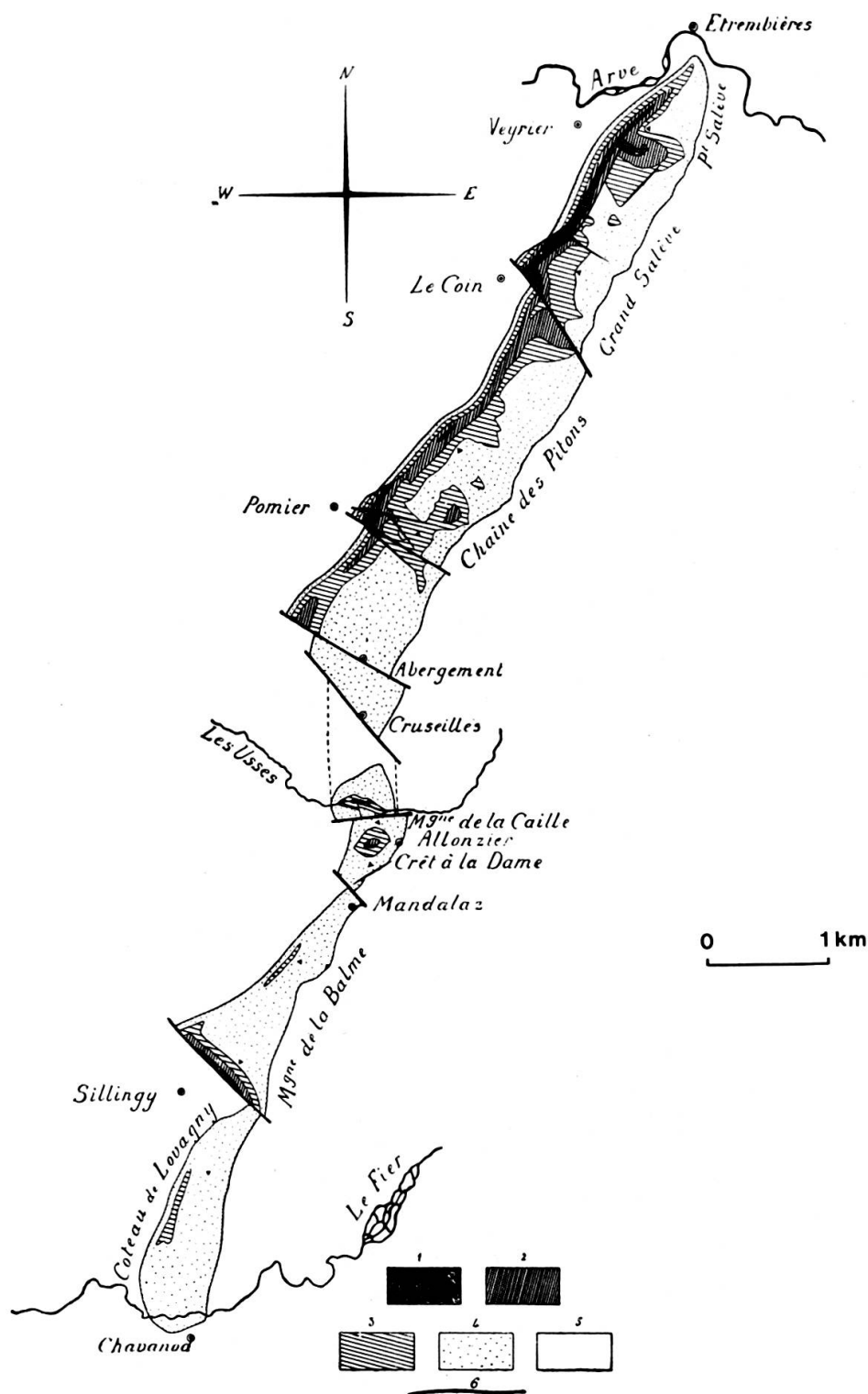


FIG. 3.

Carte tectonique de l'anticlinal du Mont-Salève de JOUKOWSKY et FAVRE (1913).

1. — Jurassique, 2. — Infravalanginien et Valanginien, 3. — Hauterivien, 4. — Barrémien et Aptien, 5. — Tertiaire, 6. — Décrochements et failles.

partout son jambage SE est formé jusqu'au faite d'une carapace de Barrémien; son jambage NW, vertical, plus disloqué et étiré, a cependant été dénudé jusqu'au Kimméridgien dans la partie NE du pli.

*Le trait caractéristique de l'anticlinal du Salève est qu'il a été rompu en plusieurs tronçons par des décrochements*, les tronçons orientaux ayant toujours été poussés vers le nord-ouest par rapport aux autres... Nous en avons reconnu sept qui ont déterminé huit tronçons» (fig. 3).

Les «failles longitudinales» sont datées de l'Eocène inférieur ou même ante-éocène inférieur. Le pli-faille, les décrochements et les «failles transversales» sont datés de la fin du Tertiaire. Cette structure en décrochements, particulière au Mont-Salève, est expliquée par «l'arrivée de nappes de recouvrement dans la région sud-orientale du Salève».

Le vallon de Monnetier sera l'objet de nombreuses discussions (cf. JOUKOWSKY et FAVRE, 1913, p. 381, note infrapaginale). LUGEON (1901) le considère comme une ancienne vallée abandonnée par capture et qui serait plus ancienne que le pli, hypothèse reprise par JOUKOWSKY et FAVRE (1913).

En conclusion, avec la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE, on a au début du XX<sup>e</sup> siècle une bonne connaissance de la géologie du Mont-Salève. Ce travail sert encore aujourd'hui de référence et il est encore incontesté sur de nombreux points.

## B. Le XX<sup>e</sup> siècle, après JOUKOWSKY & FAVRE (1913)

Depuis la monographie géologique et paléontologique du Salève par JOUKOWSKY et FAVRE (1913) suivie des «observations sur les rapports entre la flore du Salève et la géologie de cette montagne» par FAVRE (1914), aucun travail de synthèse exhaustif n'a été entrepris jusque là, si ce n'est la mise au point des connaissances, intégrée dans un cadre régional, qu'a réalisée PAREJAS (1938) dans son essai sur la géographie ancienne de la région de Genève. D'autre part, l'admirable monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913) porte essentiellement sur la portion du chaînon comprise entre Annemasse (plus exactement Etrembières) et Cruseilles. Mais, en réalité il n'existe pas d'ouvrage consacré à la géologie de la totalité de cette structure qui débute au NE dans la vallée de l'Arve et se termine au SW dans les gorges du Fier, près de Lovagny.

### 1. STRATIGRAPHIE

La stratigraphie, au sens large du terme, est certainement la discipline qui a fait le plus l'objet de recherches, au XX<sup>e</sup> siècle, après l'étude de JOUKOWSKY et FAVRE (1913).

### 1.1. Tertiaire

Les formations du Tertiaire (grès sidérolithiques et surtout Poudingues de Mornex) ont suscité un intérêt tout particulier chez les géologues genevois. Les Poudingues de Mornex, formation détritique, discontinue, définie au Petit-Salève à Mornex, d'une puissance estimée à 44 m par COLLET et PAREJAS (1936) et à 25 m par RIGASSI (1957), sont décrits avec minutie par COLLET et PAREJAS dans trois notes consécutives, entre 1934 et 1936. Puis, dans son essai sur la géographie ancienne du pays de Genève, PAREJAS (1938) résume les principaux résultats acquis, en y adjoignant de nouvelles observations. Ensuite, il faudra attendre une vingtaine d'années pour qu'un groupe de chercheurs, d'ailleurs souvent en désaccord, se préoccupe de nouveau des Poudingues de Mornex. Après une note sur une algue marine du genre *Broeckella* (Paléocène?) dans les grès verts du Petit-Salève par PAREJAS et CAROZZI en 1953, RIGASSI (1957) relance le débat sur l'âge, l'origine et le paléoenvironnement des Poudingues de Mornex. MARTINI (1962a) complète et discute les résultats de ce dernier, trois ans après que PAREJAS et LOMBARD (1959) aient décrit dans la carrière des Esserts, près de Mornex, «des dépôts qui s'apparentent aux grès verts du Petit-Salève», toujours attribués au Tertiaire.

Le milieu de formation et l'âge des Poudingues de Mornex dans lesquels ont été signalés, entre autres, *Cepaea rugulosa*, *Callianassa* sp., des huîtres, des natices, des cérithes et des charophytes, sont différemment interprétés suivant les auteurs: continental et partiellement marin (pour la partie supérieure seulement) et Oligocène probable (PAREJAS, 1938); torrentiel et éolien, et Rupélien supérieur (RIGASSI, 1957); lacustre et Oligocène (MARTINI, 1962a). Plus tard, RIGASSI (1977, p. 23) considère que «les minces niveaux marins s'intercalant à Mornex, entre «Chattien» et Crétacé sidérolifié sont probablement un témoin extrême-occidental de l'UMM (= Molasse marine inférieure)». Pour DUCLOZ (1981, p. 176), les Poudingues de Mornex représentent «une formation de pente, un éboulis remanié par du ruissellement en nappe, un glacis d'accumulation en quelque sorte» que précédemment CONRAD et DUCLOZ (1977, p. 134) avaient attribués avec doute au Sannoisien.

Quant aux Grès sidérolithiques qui peuvent atteindre 40 m d'épaisseur, PAREJAS (1938, pp. 15-16) leur consacre un chapitre, dans son essai sur la géographie ancienne du pays de Genève. A l'échelle de tout le chaînon, de Lovagny à Etrembières, cet auteur relève que les «sables éocènes» (suivant son expression) reposent sur les Calcaires urgoniens à la montagne de Lovagny, sur les calcaires du Crétacé supérieur à Bromines (montagne de La Balme), sur les niveaux à orbitolines (Bédoulien) «plus au N et jusqu'à Mandalaz»; d'autre part, «au NE du pont de la Caille, ils sont très glauconieux à la base et ont remanié les sables albiens que DOUXAMI (1896) a vus en place à Cruseilles». Toutes ces observations complétées par celles de JOUKOWSKY et FAVRE (1913) au Grand-Salève, dans la région de la Croisette, démontrent selon PAREJAS (1938, p. 15) qu'«à l'Eocène inférieur, l'Urgonien du Salève (...) était plissé

depuis un temps assez long». Plus loin (p. 16), l'auteur d'ajouter: «le Salève se marquait donc à l'Eocène, comme un pli à grand rayon sur lequel il est possible de mettre en évidence quelques ondulations axiales. (...) Non seulement le Salève était plissé à cette époque, mais il était encore faillé longitudinalement car E. JOUKOWSKY et J. FAVRE ont démontré l'âge éocène ou même légèrement antérieur des cassures parallèles à l'axe du pli». Cette interprétation de la stratigraphie mérite une attention toute particulière car elle ouvre la voie à une méthodologie sûre et de plus en plus utilisée pour reconstituer l'histoire géologique d'une chaîne de montagne; aux confins de ce type de raisonnement, se rencontrent, pour se compléter, le stratigraphe et le tectonicien.

A vrai dire, l'âge des Grès sidérolithiques reste absolument inconnu au Salève. Au N, dans le Jura, cette formation a été rattachée au Bartonien et au Ludien (WEIDMANN; 1984, p. 140); au S, aux Echelles, elle a livré *Lophiodon tapirotherium* (= *larteti*) généralement attribué au Bartonien inférieur (Auversien). Il apparaît donc logique de proposer un âge bartonien à ludien pour les Grès sidérolithiques du Salève, mais aucun argument paléontologique n'étaye cette hypothèse.

Le problème de la reconstitution du paléoenvironnement qui a régi cette formation, divise encore aujourd'hui les géologues. Ainsi, la surface qui forme le mur du dépôt des grès sidérolithiques, a été interprétée par MARTINI (1962) comme celle d'un karst à «pitons» et même à «tourelles», donc d'un karst tropical très évolué. CONRAD et DUCLOZ (1977, p. 138) l'apparentent plutôt aux «hums» des karsts méditerranéens. Quant au mode de transport des grès, il n'est pas mieux connu que leur paléoenvironnement; pour les uns, il serait éolien, pour les autres, fluvatile. CONRAD et DUCLOZ (1977, p. 140) conçoivent les faciès sidérolithiques du Salève, «comme un dépôt de basse plaine présentant une très faible déclivité. Ce dépôt, dont l'origine était lointaine (plus de 130 à 150 km), se serait effectué rapidement à la suite d'inondations. Il a comblé, en grande partie, un relief karstique peu accusé, façonné dans les calcaires urgoniens. L'absence de paléosols au mur des grès de Cruseilles indique clairement que ce relief avait été préalablement décapé de sa couverture latéritique».

En conclusion, malgré de nombreux travaux postérieurs à la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), les Grès sidérolithiques et les Poudingues de Mornex restent encore aujourd'hui énigmatiques sur bien des points, notamment sur leur âge et leur mode de mise en place.

## 1.2. Crétacé inférieur

Après la parution de la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), les formations du Crétacé inférieur ont fait l'objet de nombreux travaux. Les résultats acquis portent sur tous les aspects de la stratigraphie, au sens large du terme. En effet, des études lithologiques, sédimentologiques et paléontologiques ont permis, d'une part, d'accéder à une image plus précise dans le temps des différents paléoenvironnements qui se sont succédé au Crétacé inférieur et, d'autre part, de proposer



une litho- et une biostratigraphie calée sur la zonation à ammonites, tout au moins pour une partie du Crétacé inférieur.

Le Purbeckien, de par sa variété des faciès et sa richesse paléontologique, a spécialement attiré l'attention des stratigraphes. CAROZZI, après avoir accompli une thèse sur le Purbeckien du Jura suisse en 1948, entreprend entre 1950 et 1956, toute une série de travaux consacrés autant à la sédimentologie («Turbidity currents» et brèches multicolores du Purbeckien du Grand-Salève; 1951) qu'à la micropaléontologie (Dasycladacées du Jurassique supérieur du Bassin de Genève; 1955), poursuivant ainsi une direction de recherches suivie par PAREJAS (étude des coprolithes; 1935, 1948) reprise par BRÖNNIMANN qui décrit en 1955 le genre *Favreina* (espèce-type *Coprolithus salevensis* PAREJAS, 1948, organisme B de JOUKOWSKY et FAVRE, dont il fera une révision du lectotype en 1976). D'ailleurs, au début du siècle, le Salève sert de point de référence à bien des auteurs; ainsi, voit-on publier des articles libellés comme celui de PFENDER (1927):

«Sur la présence de *Clypeina* MICHELIN dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé, en Basse-Provence calcaire, de son identité avec l'organisme A du Purbeckien marin du Salève (FAVRE et JOUKOWSKY)». Mais, CAROZZI ne se limitera pas uniquement au Purbeckien; il abordera l'étude d'autres formations du Crétacé inférieur (notamment la limite Hauterivien/Barrémien; 1935b) et du Jurassique supérieur qu'il tente de comparer avec les récifs coralliens actuels (1954a). D'ailleurs, en vue d'une étude stratigraphique complète du Salève, cet auteur avait échantillonné, tous les 30 cm, les falaises parfois scabreuses du Grand-Salève; il est dommage qu'il n'ait pu, à la suite de son départ pour les Etats-Unis, examiner tout ce matériel déposé au Département de Géologie et de Paléontologie de Genève, dont une partie est actuellement consultée par Quentin DEVILLE, dans le cadre d'une thèse.

Vers le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, apparaissent plusieurs travaux de stratigraphie régionale ou de paléontologie qui se réfèrent aux résultats obtenus au Salève; c'est le cas du mémoire consacré au Crétacé du Jura français, rédigé par GUILLAUME (1966). Mais, la même année, MOUTY reprend l'étude du Néocomien du Jura méridional au sein duquel est inclus le Salève. Cet auteur démontre, pour la première fois, que le «Marbre bâtard» considéré au Salève comme l'équivalent de l'«Assise à *Natica leviathan*» pro parte de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), ne correspond pas à son homonyme dans la région du stratotype de Valangin (Jura neuchâtelois). Cette remarquable conclusion entraîne un regain d'intérêt pour la géologie du Salève, ce qui débouchera sur de nouveaux travaux qui permettront d'affiner la lithostratigraphie et de compléter la nomenclature proposée par MOUTY (1966). Ainsi, STEINHAUSER, dans le cadre d'une thèse sur le Crétacé inférieur de la Savoie occidentale (1969), publie plusieurs notes en collaboration avec d'autres chercheurs: STEINHAUSER et LOMBARD (1969) définissent formellement de nouvelles unités lithostratigraphiques comprises entre le Purbeckien et le Calcaire roux, tandis que STEINHAUSER et CHAROLLAIS (1971) décrivent, après avoir relevé de nouvelles coupes,

l'évolution paléogéographique de la marge européenne entre Neuchâtel et Grenoble (en y incluant le Salève), au Berriasien et au Valanginien.

Depuis lors, le Salève a régulièrement été le lieu de réunions géologiques où se discutent les connaissances acquises essentiellement par l'école genevoise. En 1965, LOMBARD dirige la société géologique suisse au Salève (Mornex, Faverges, Croisette, les Pitons, Cruseilles) et fait découvrir aux participants le panorama géologique des Alpes et du Jura admirablement dessiné par l'auteur (1965c). En 1981, se tient la réunion du groupe français du Crétacé au cours de laquelle est présentée une série de coupes affleurant le long de la route reliant le Coin à la Croisette (CHAROLLAIS *et al.*, 1981, pp. 30-57).

Grâce à la découverte de plusieurs nouvelles ammonites par différents chercheurs, CLAVEL *et al.* (1986) ont établi pour les formations comprises entre le Purbeckien et le Calcaire à *Alectryonia rectangularis*, une biostratigraphie calée, pour la première fois, sur la zonation à ammonites universellement reconnue. Une étape importante vient donc d'être franchie dans la connaissance de la litho- et de la biostratigraphie du Salève, tout au moins pour une partie des terrains déposés au début du Crétacé inférieur.

De grands progrès ont également été réalisés dans l'étude des formations attribuées à l'Hauterivien par JOUKOWSKY et FAVRE (1913). En effet, dans les travaux de CHAROLLAIS *et al.* (1988a) sur l'Hauterivien du Jura du Bassin genevois et de CLAVEL et CHAROLLAIS (1988) sur la biostratigraphie de l'Hauterivien du Jura méridional, les auteurs démontrent que les termes «Marnes d'Hauterive» et «Pierre jaune de Neuchâtel» ne doivent plus être employés pour définir des formations, mais être réservés pour caractériser des faciès. Les faciès de type «Marnes d'Hauterive» et de type «Pierre jaune de Neuchâtel» correspondent, pour le premier, à des dépôts circalittoraux à prédominance marneuse et à spicules de spongiaires, et, pour les seconds, à des coulées sableuses carbonatées d'origine infralittorale. Ces dernières se distribuent sporadiquement dans le temps et irrégulièrement dans l'espace; elles sont liées à la progradation de la plate-forme urgonienne qui apparaît très tôt au Salève (sommet de l'Hauterivien inférieur) (CHAROLLAIS *et al.* 1986). Des faciès de type «Pierre jaune de Neuchâtel» se manifestent déjà dans la partie inférieure de ce qu'il est convenu d'appeler la formation des «Marnes d'Hauterive» (= partie inférieure de l'Hauterivien selon JOUKOWSKI et FAVRE); de même, des faciès de type «Marnes d'Hauterive» s'intercalent dans ce que les auteurs appellent communément la formation de la «Pierre jaune de Neuchâtel» (= partie supérieure de l'Hauterivien, selon JOUKOWSKY et FAVRE). Grâce aux travaux récents sus-mentionnés, la confusion entre faciès et formation, que bon nombre de géologues de terrain ont ressentie lors de levés de cartes, devrait être éliminée.

Depuis la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), les Calcaires urgoniens n'ont fait l'objet d'aucune étude particulière jusqu'à la thèse de CONRAD (1969); PAREJAS, dans son essai sur la géographie ancienne du Pays de Genève (1938), ne

leur consacre que quelques lignes. CONRAD (1969) et CONRAD et DUCLOZ (1977) subdivisent la formation des Calcaires urgoniens en 4 assises: la zone de transition inférieure (= Urgonien I ou inférieur: marnes et calcaires jaunes de la Russille; SCHARDT, 1891), le membre des calcaires urgoniens inférieurs (= Urgonien II ou supérieur: calcaires blancs à *Requienia ammonia*; SCHARDT, 1891), le membre des marnes à orbitolines et le membre des calcaires urgoniens supérieurs. Par contre, les attributions chronostratigraphiques restent douteuses, du fait que les études micropaléontologiques au Salève sont fragmentaires. Par comparaison avec d'autres régions limitrophes (Jura méridional, Vuache) récemment révisées par BLONDEL et SCHROEDER (1986), CHAROLLAIS *et al.* (1988b) et CLAVEL et CHAROLLAIS (1988), les Calcaires urgoniens du Salève semblent s'étendre du sommet de l'Hauterivien inférieur jusqu'à la partie supérieure du Bédoulien.

Quant aux Grès verts généralement attribués à l'Albien par les auteurs, JOURKOWSKY et FAVRE (1913) n'en donnent aucune description dans leur monographie sur le Salève. Il semble qu'ils n'aient pas retrouvé les affleurements décrits par DOUXAMI (1896); ceux-ci se sont révélés appartenir aux Grès sidérolithiques (CONRAD et DUCLOZ; 1977, p. 136). Mais, en 1926, MORET signale «la présence de l'Albien et du Crétacé supérieur à la Montagne de la Balme». Plus tard, PAREJAS (1938, pp. 9-10) redécrit ce gisement situé au-dessus des bains de Bromines et donne, à cette occasion, «un croquis et quelques détails complémentaires relevés (...) avec la collaboration de A. JAYET». Une quarantaine d'années plus tard, CONRAD et DUCLOZ (1977, p. 134) découvrent dans le ravin Saint-Martin près de Cruseilles, «une encrinite glauconieuse» qu'ils attribuent à la «lumachelle du Gault». Enfin, en 1986, DELAMETTE intègre les affleurements du Salève dans une synthèse paléogéographique consacrée surtout au domaine delphino-helvétique, entre l'Aptien supérieur et le Turonien.

Une mention toute particulière doit être accordée à l'apport de la paléontologie, et plus spécialement de la micropaléontologie, dans l'avancement des connaissances stratigraphiques sur les terrains du Salève, attribués au Crétacé inférieur. En effet, les recherches macropaléontologiques restent ponctuelles (DEHORNE, 1920) par contre, les recherches sur les foraminifères au Salève et dans ses régions limitrophes, stimulées par BRÖNNIMANN dès 1965, ont conduit à une abondante littérature qui s'enrichit encore aujourd'hui. De nouvelles espèces et même de nouveaux genres ont été définis au Salève: *Pseudotextulariella salevensis*, *Haplophragmoides joukovskyi*, *Citaella? favrei* (CHAROLLAIS *et al.*, 1966), *Montsalevia* (ZANINETTI *et al.*, 1987). La nannoflore et les associations palynologiques ont également été étudiées avec succès dans certains faciès comme celui des Marnes d'Hauterive (MANIVIT (p. 55) et FAUCONNIER (p. 57) in CHAROLLAIS *et al.*, 1981).

Il ressort de ce rapide inventaire sur l'évolution des connaissances sur les formations du Crétacé inférieur du Salève après JOURKOWSKY et FAVRE (1913), que ce sont les recherches orientées vers la biostratigraphie qui prédominent très nettement. Pour-

tant, l'intérêt des études sédimentologiques avait déjà été pressenti par certains auteurs (CAROZZI, 1951; MOUTY et LOMBARD, 1963; LOMBARD, 1976); d'ailleurs, JOUKOWSKY et FAVRE en 1913 avaient déjà ouvert la voie dans ce domaine. A plusieurs reprises, leur texte comporte de remarquables interprétations de paléoenvironnement, notamment lorsqu'ils décrivent (p. 335), dans le Calcaire roux, un niveau conglomératique; ils en déduisent que «cette couche curieuse, dont le caractère rappelle celui d'une plage de galets, indique donc une émergence au milieu de l'étage, fait intéressant et non signalé encore». Ce n'est pourtant qu'à partir de 1982, qu'apparaissent au Salève des travaux de sédimentologie moderne. Le Purbeckien particulièrement favorable pour ce type d'études, a été la première formation à être interprétée par les sédimentologues genevois. Successivement, ils publient des articles sur les calcrètes et les galets noirs (STRASSER et DAVAUD, 1982, STRASSER, 1983), sur les ooïdes (STRASSER, 1986), sur la faune et la flore d'eau douce (MOJON, 1988), sur les marnes vertes (DECONINCK et STRASSER, 1987) et sur les séquences de type «shallowing-upward» (STRASSER, 1987, 1988a). Enfin, STRASSER (1988b) vient de démontrer que dans le Purbeckien du Salève, les séquences de ce type sont liées à des cycles astronomiques. De plus, l'auteur arrive à superposer les cycles du type MILANKOVITCH (1941) aux cycles globaux de HAQ *et al.* (1987), intégrant ainsi les résultats obtenus au Salève à ceux des grandes fluctuations du niveau de la mer reconnues à l'échelle du globe terrestre.

En conclusion, après la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), les géologues ont d'abord commencé à affiner la litho- et la biostratigraphie des formations du Crétacé inférieur. Les datations et les paléoenvironnements basés sur les microfaciès et la paléontologie (principalement ammonites, échinides et foraminifères) ont pu ainsi être précisés. Puis, dans une deuxième phase, qui n'a débuté que depuis quelques années, les critères chronologiques classiquement basés sur le taux d'évolution des fossiles, sont complétés par l'enregistrement des cycles astronomiques et des variations eustatiques à l'échelle mondiale. Cette évolution de la méthodologie et de la connaissance de la stratigraphie au Crétacé illustre clairement combien le Salève représente un champ privilégié d'investigation pour les chercheurs genevois.

### 1.3. Jurassique supérieur

Depuis la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), CAROZZI est le seul auteur à avoir repris l'analyse des formations attribuées au Jurassique supérieur, au Salève. Selon CAROZZI (1953a), les dépôts d'âge «Séquanien» (= oxfordien supérieur) seraient essentiellement constitués par des calcaires «pseudoolithiques», des calcaires argileux à cherts noduleux et plus rarement par des calcaires récifaux. Ces faciès caractérisés par la présence de «*Pseudocyclammina sequana*», se développeraient sur 63 m, en se terminant «par une surface d'érosion rubéfiée et profondément ravinée». En fait, aucun argument paléontologique ne permet d'identifier l'Oxfor-



dien supérieur au Salève, puisque ni «*Pseudocyclammina sequana*», ni les échinides signalés par de LORIOLE en 1905 (*Diplopodia arvensis*, *Stomechinus perlatus*), ne constituent des marqueurs biostratigraphiques précis.

Au Salève, la sédimentation coralligène caractérise les dépôts du Kimméridgien; elle se poursuit et persistera jusqu'au Portlandien. CAROZZI (1953a) évalue à 115 m l'épaisseur des calcaires coralliens attribués au Kimméridgien, le reste de la formation coralligène étant rattaché par cet auteur au Portlandien. A ce propos, ENAY (1965, p. 28) écrit: «l'opinion classique admet que les formations coralliennes du Salève se sont poursuivies pendant une partie du Portlandien. Par contre, faire commencer le phénomène récifal dès le «Séquanien supérieur», comme l'a proposé A. CAROZZI (1950), ne cadre pas avec l'existence dans la Haute-Chaîne (ENAY, 1959) et l'anticlinal du Gros Faoug d'une série à Ammonites continue avec les faunes indices de l'Oxfordien et du Kimméridgien jusqu'à la zone à *eudoxus*».

Les faciès du Kimméridgien se poursuivent à la base du Portlandien, suivant les auteurs. Plus haut, les récifs coralligènes se présentent «comme des amas grossièrement lenticulaires ou irréguliers de calcaires construits contenant dans la plupart des cas, des Polypiers en position de croissance» (CAROZZI, 1954b). Le calcaire récifal blanc à *Matheronia salevensis* est surmonté par une brèche zoogène et oolithique, avec des «nids» de gros fossiles roulés: coraux, gastéropodes, lamellibranches, échinides, brachiopodes, céphalopodes (très rares): il s'agit de la «grosse oolithe» attribuée au Portlandien inférieur terminal et dans laquelle CAROZZI a signalé des galets de calcaire sapropélien noir à charophytes. Selon CHAROLLAIS et LOMBARD (1966, pp. 52-53), «ce régime de récifs et d'oolithes va passer dans le Portlandien supérieur, à des dépôts de calcaire dolomitique, entrecoupé de calcilutites à brèches colorées et de calcaires oolithiques». «La sédimentation est encore soulignée par la présence en plein milieu de la paroi du Sphinx d'une importante surface d'érosion sous-marine profondément ravinée» (CAROZZI et VERDAN, 1950, p. 456).

En conclusion, malgré les nombreux travaux de CAROZZI (1950, 1953, 1954, 1955) et les recherches de DEVILLE (1985, 1988), les formations du Jurassique supérieur, au Salève, restent assez mal connues sur le plan biostratigraphique, aucune association paléontologique à valeur précise n'ayant été jusqu'à là découverte, et sur le plan sédimentologique, les connaissances en ce domaine ayant énormément progressé depuis le milieu du siècle.

## 2. TECTONIQUE

### 2.1. Structure

En 1938, PAREJAS a écrit (p. 32): «le pli du Salève, tel qu'il a été représenté par E. JOUKOWSKY et J. FAVRE (1913) est un anticlinal nettement déjeté au NW vers la plaine genevoise». Puis, après avoir revu les affleurements de Molasse, au pied



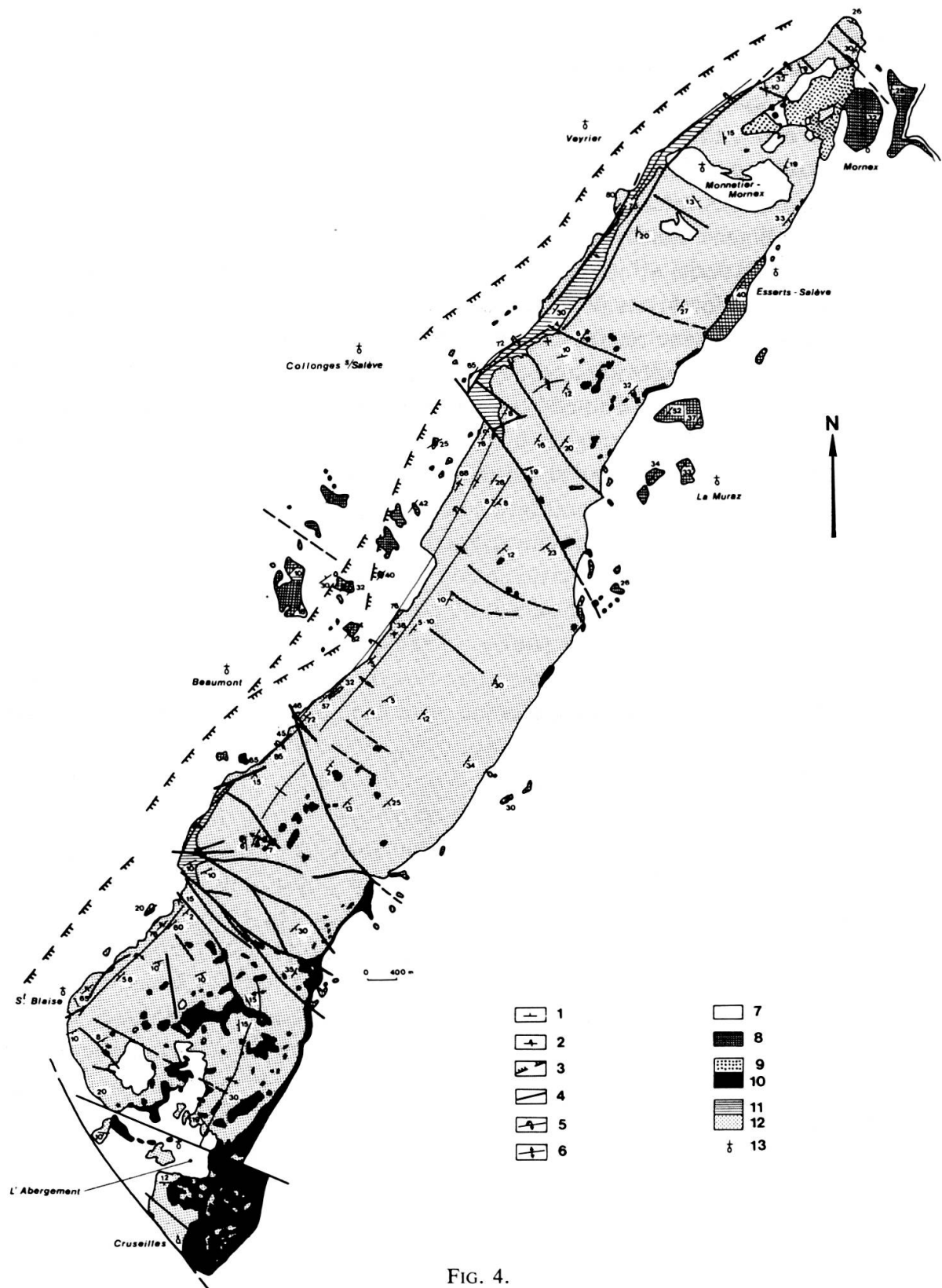


FIG. 4.

Carte tectonique du Salève établie par C. RUCHAT en 1959 (inédit).

1. — Pendage normal, 2. — Pendage renversé, 3. — Emplacement supposé du plan de chevauchement du Salève, 4. — Faille, décrochement, 5. — Axe du Salève (intersection du plan axial avec la surface topographique), 6. — Ligne de crête, anticlinaux adventifs, 7. — Quaternaire, 8. — Molasse oligocène, 9. — Poudingues de Mornex (Oligocène), 10. — Sidérolithique (Eocène), 11. — Jurassique, 12. — Crétacé (inf.), 13. — Localités (églises).

du Grand-Salève, l'auteur conclut «que le tronçon du Grand-Salève chevauche la molasse entre le décrochement du Coin et la Grande Gorge et que le tronçon des Pitons fait de même dans la région d'Orjobet-Croisette». A la suite de ces observations, PAREJAS (1938, p. 32) pense «que ce chevauchement doit s'amorcer à une assez grande profondeur». Cette hypothèse est reprise dans le profil que RIGASSI (1957, pl. V) dessine à travers le bassin molassique entre le Reculet et les Aravis.

En 1965, LOMBARD résume l'état des connaissances sur la structure du Salève, dans la notice explicative de la feuille «Genève» de l'atlas géologique suisse. Pour cet auteur, le Salève «est un anticlinal asymétrique faillé (...). Un style de failles chevauchantes a été démontré et confirmé par des levés de terrains (RUCHAT et MICHEL, 1959; RIGASSI, 1957; SCHROEDER, 1958; et PAREJAS, 1938). On en conclut que le Grand-Salève chevauche la molasse (FAVRE, 1879; figs 4-5)». Dans un article destiné à expliquer les moteurs profonds responsables de la formation du Salève, AMSTUTZ (1972) semble abandonner le concept du «pli en genou» pour caractériser la structure de cette montagne. En effet, pour AMSTUTZ, le Salève «paraît provenir non d'un plissement mais d'une simple faille à classer parmi les diastrophismes découlant des innombrables ajustements isostatiques qui ont fait suite à l'orogénèse alpine et aux subductions miocènes et pliocènes dont résulte le Jura».

Enfin, en 1969, après une campagne sismique, ESSO-REP présente un profil entre le Salève et les Bornes, sur la transversale de Thorens-les-Glières (*in* CHAROLLAIS et JAQUET, 1984, p. 10) qui démontre que l'anticlinal «déjeté, parfois déversé et faillé» de JOUKOWSKY et FAVRE (1913) correspond avant tout à une structure chevauchante qui n'a pu se développer qu'à la faveur d'une fracture de socle. Pour les géologues d'ESSO-REP, le Salève correspond plus à une «lame chevauchante» qu'à un anticlinal. Effectivement, entre Etrembières et Cruseilles, il n'existe pas de charnière anticlinale (comme l'avaient dessinée JOUKOWSKY et FAVRE en 1913), mais tout au plus des couches rebroussées au contact du grand pli-faille du Salève bien décrit dans la monographie de ces auteurs et qu'il est facile d'observer aujourd'hui depuis le téléphérique. S'inspirant des travaux parus, AMBERGER (1982) a synthétisé tous les résultats acquis dans un profil tectonique, entre le Reculet et le plateau des Bornes (fig. 6a).

Avant de clore ce chapitre sur la tectonique du Salève, il paraît intéressant de revenir sur l'analyse structurale de ce chaînon par MAILLARD (1891-92), celle-ci n'ayant fait l'objet d'aucun commentaire, ni de JOUKOWSKY et FAVRE (1913), ni, semble-t-il, de leurs successeurs. Pour MAILLARD (1891-92, fig. 4), l'axe longitudinal de la structure du Salève est brisé par deux décrochements horizontaux d'importance majeure, entre Etrembières et Lovagny: «le premier passe par la Balme-de-Sillingy; le second par le bourg de Cruseilles». Ces décrochements limiteraient des tronçons dont les caractères structuraux différeraient: d'Etrembières à Cruseilles, le Salève débiterait au NE (Petit et Grand-Salève) par une faille-*pli* (profil I; fig. 3; MAILLARD 1891-92) qui évoluerait en anticlinal vers le SW; entre le pont de

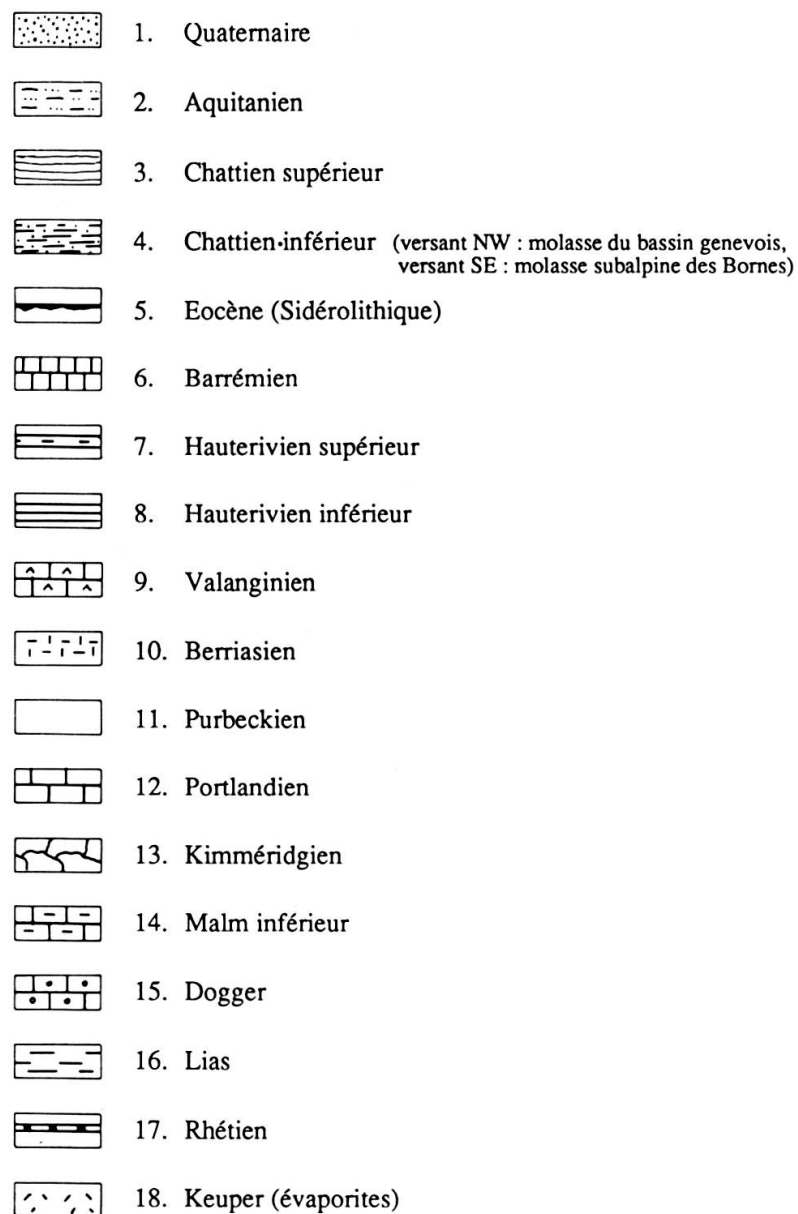


FIG. 5.

Coupes géologiques à travers l'anticlinal du Mont-Salève établies par C. Ruchat en 1959 (inédit).

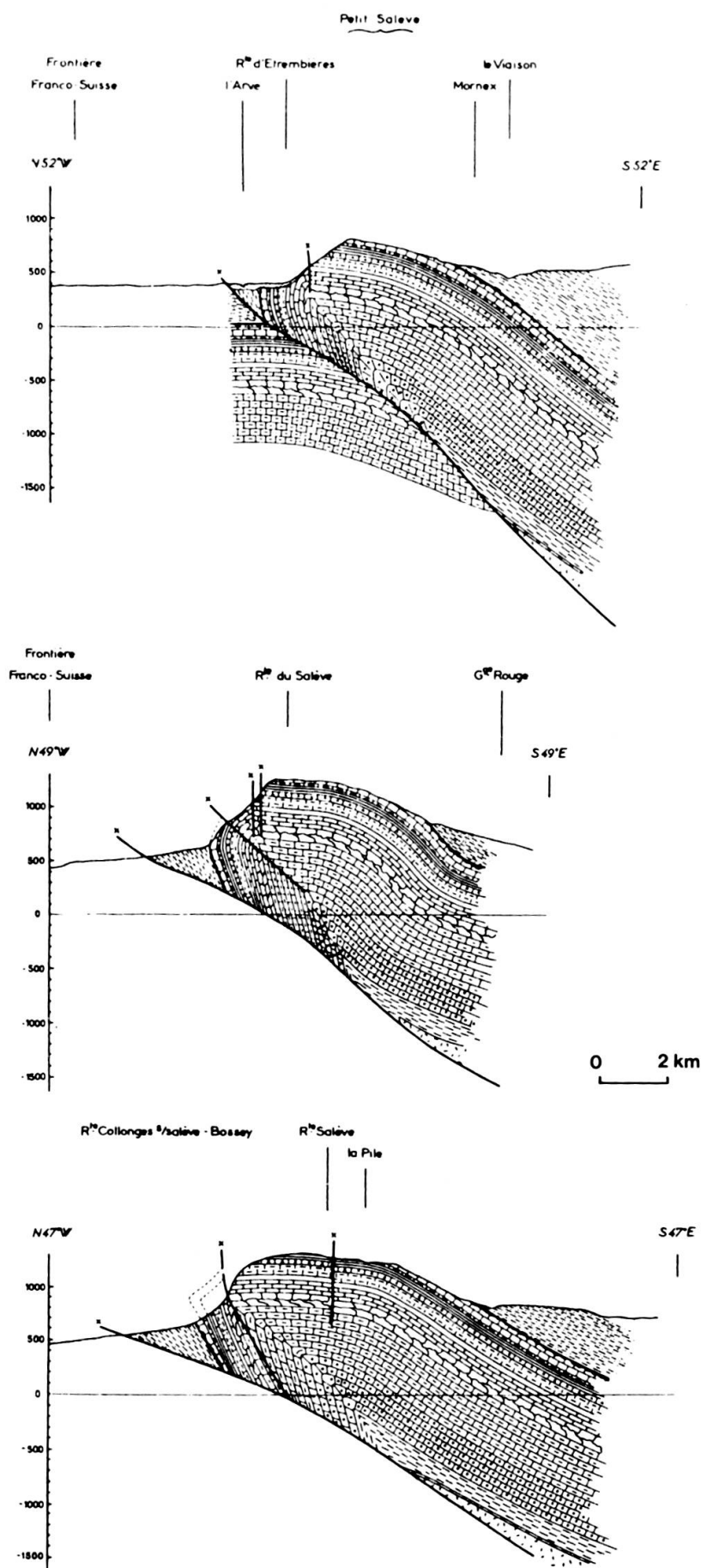
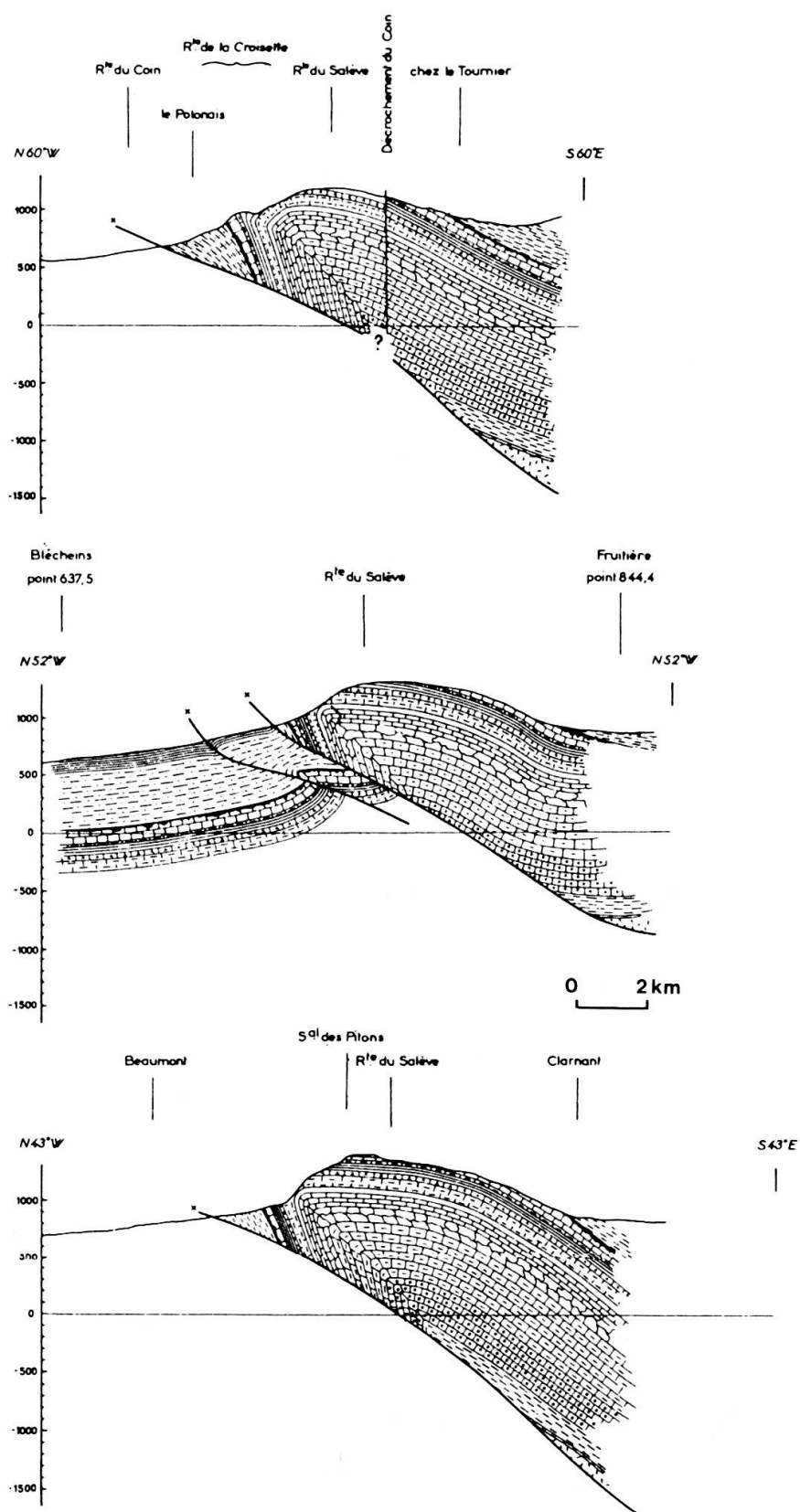


FIG. 6a.



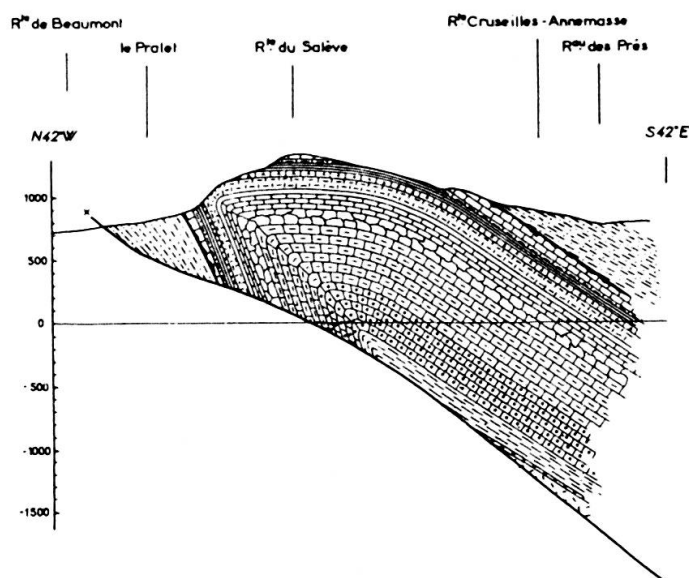
4

5

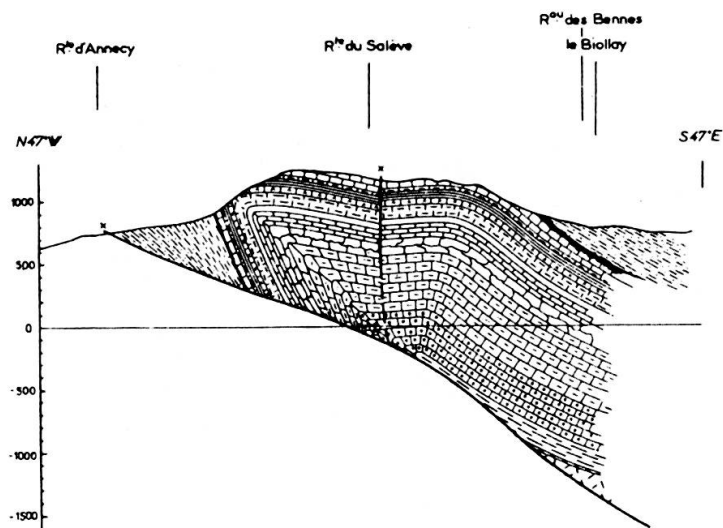
6

FIG. 6a.

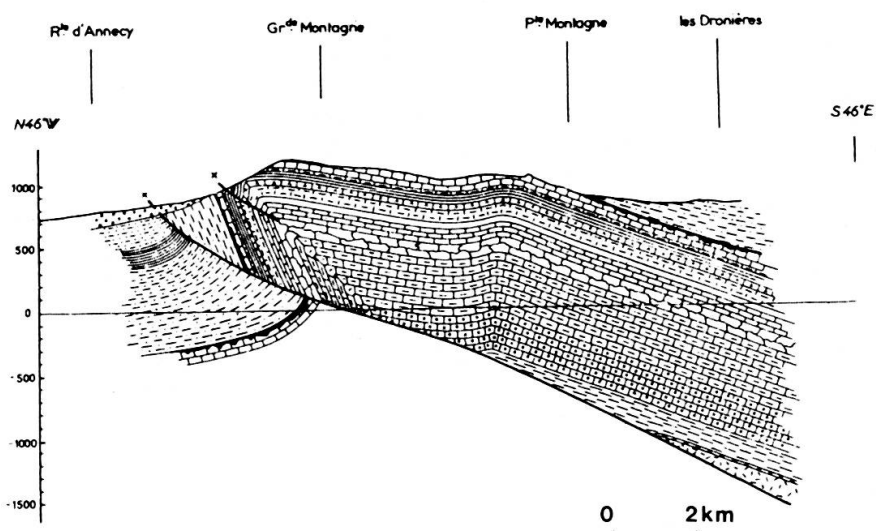




7



8



9

FIG. 6a.



la Caille et la Balme-de-Sillingy, l'anticlinal bien visible dans la cluse des Usses (profil III, fig. 3; MAILLARD, 1891-92) passerait graduellement à une faille-pli en direction de la montagne de la Balme; enfin, après le décrochement Vuache-lac d'Annecy, à la hauteur des gorges du Fier, la structure du Salève correspondrait de nouveau à un anticlinal. En conclusion, l'évolution structurale longitudinale de la structure du Salève apparaît très complexe; son étude n'a pas été abordée par JOUKOWSKY et FAVRE (1913) puisque leur monographie portait essentiellement sur la région comprise entre Etrembières et Cruseilles. Il serait certainement très instructif de reprendre la démarche de MAILLARD avec les méthodes modernes d'analyse structurale, car elle déboucherait sur une meilleure compréhension des contraintes qu'a enregistrées le Salève qui subdivise le bassin molassique en deux «sous-bassins» dont les remplissages molassiques semblent diachrones (BERGER *et al.*, 1987).

## 2.2. Cinématique

Quant à la cinématique et à l'évolution structurale du Salève, les anciens auteurs dont JOUKOWSKY et FAVRE (1913) restent assez discrets; pourtant, ces derniers admettent en tout cas deux phases de déformation pour expliquer l'allure de certaines failles longitudinales: «il est fort possible, écrivent-ils (p. 378), que, lors des plissements de la fin de l'ère tertiaire, ces cassures et ces failles aient été rajeunies, au moins en partie. Cela paraît être le cas pour la faille-flexure du Saut-Gonet». Mais, il faut attendre les travaux de RIGASSI (1957) et surtout de SCHROEDER (1958) sur la géologie du pays de Genève, pour mieux comprendre le mode de formation des reliefs qui bordent le bassin genevois (Salève, Vuache, Jura méridional) et leur relation avec le socle. Ainsi, SCHROEDER (1958, p. 66) écrit: «le Salève peut fort bien être l'image en surface d'un synclinal de Houiller enchassé dans le socle, analogue à celui de Saint-Etienne». Et, plus loin (p. 67), de poursuivre: «nous pensons que les grandes struc-

FIG. 6a.

Profil géologique schématique à travers le canton de Genève (AMBERGER, 1982).

Document établi par le Service cantonal de Géologie (Gad F. AMBERGER, géologue cantonal), 1980. Ce profil résume nos connaissances actuelles très imparfaites du sous-sol profond genevois. Les limites représentées ne peuvent prétendre à une représentation géométrique exacte des divers niveaux et accidents.

1. — Dépôts meubles quaternaires, 2. — Molasse tertiaire, 3. — Crétacé calcaire, 4. — Jurassique supérieur calcaire, 5. — Jurassique supérieur marno-calcaire, 6. — Jurassique moyen calcaire et marno-calcaire,
7. — Jurassique inférieur marneux, 8. — Jurassique inférieur calcaire,
9. — Trias: évaporites (sel gemme et anhydrite).

FIG. 6b.

Ce profil, établi par GIMBERNAT en 1806, est présenté dans ce travail à titre historique.

Il faut attirer l'attention sur le fait que la terminologie des formations utilisée par GIMBERNAT est celle de A.-G. WERNER dont il était l'élève. Il s'agit d'une des applications les plus difficiles (voire impossible) du système statique de WERNER qui n'admettait aucune orogénie à des structures alpines résultant de déformations à grande échelle.

tures de surface sont dues à des fractures du socle, fractures qui se font sentir faiblement au cours du Mésozoïque, plus fortement à l'Oligocène et enfin de nouveau lors du paroxysme orogénique mio-pliocène. Il est probable que les décrochements du Salève sont dus pareillement à des cassures NW-SE du socle».

Enfin, la notice explicative de la feuille Genève (Atlas géologique suisse) parue en 1965, renferme un résumé de l'état des connaissances sur la cinématique du Salève. Son auteur, LOMBARD, fait une synthèse de tous les travaux antérieurs; celle-ci reste valable encore aujourd'hui, dans ses grandes lignes. Selon LOMBARD (1965b), «au Crétacé supérieur, le Salève est encore immergé mais le pli (le terme plus exact serait bombement) s'amorcera avant le dépôt de l'Eocène à faciès sidérolithique (PAREJAS, 1938). Le plissement (= bombement) 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 (...) 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 chattienne (...). C'est au Miocène que surgit le pli anticlinal (...). Il se poursuit au Pontien et au Pliocène. Les Préalpes sont déjà en place lorsque se bombe encore le pli (= structure chevauchante) 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). (...). Les poussées tardives (...) fractionnent le pli (= structure chevauchante) du Salève en compartiments décrochés les uns par rapport aux autres».

### 2.3. Morphologie

Comme l'avait déjà relevé SCHROEDER (1958), FAVRE (1934, p. 323) résumait fort bien les rapports entre la morphologie et la structure du Salève. «Les détails de la topographie du Grand-Salève sont en remarquable harmonie avec les accidents tectoniques. Parmi les ravins très escarpés qui découpent la façade abrupte de cette montagne, les deux plus considérables, la Grande et la Petite Gorge, se sont formés au croisement de la faille longitudinale de la Petite Gorge et de petites failles perpendiculaires à faible rejet. La gorge de la Mule suit aussi le tracé d'une petite dislocation transversale tandis que les ravins moins importants, comme la Grande et la Petite Varappe, sont dus à de simples fissures béantes et comblées par un filon de calcite». Plus tard, en 1938, CHAIX, dans une analyse du relief de la région de Genève et des montagnes voisines, figure le Grand-Salève où les amphithéâtres de la Petite Gorge, de la Grande Gorge et d'Evorse sont considérés comme des «têtes d'érosion». Le fait que ces amphithéâtres, véritables bassins de réception d'anciens torrents, s'arrêtent à mi-hauteur de la face NW du Grand-Salève, pourrait appuyer la thèse d'une remontée récente du Salève (PAREJAS, inédit). En effet, d'autres arguments plaident

en faveur d'une surélévation sub-actuelle de certaines portions du chaînon du Salève: les altitudes anormalement élevées des blocs erratiques, la fraîcheur des parois, et surtout le vallon de Monnetier considéré généralement comme la trace d'une sorte de vallée suspendue et morte, attribuée à un cours antécédent de l'Arve. Pour LOMBARD (1985, pp. 147-148), cette «paléo-cluse» de Monnetier correspondrait à l'«existence d'une transfaille peu visible dans la paroi de Veyrier mais apparente à la sortie amont du tunnel de l'ancien chemin de fer». Cette interprétation diffère donc de celle de FAVRE (1934) qui reconnaissait bien dans le vallon de Monnetier un ancien lit de l'Arve, mais à propos duquel il écrivait: «par contre, point de fracture transversale dans l'axe du vallon de Monnetier qui sépare le Petit-Salève du Grand».

### 3. CARTOGRAPHIE

La carte géologique étant le document de base de toute étude géologique, il semble judicieux de faire le point sur l'état de la cartographie du Salève. Aujourd'hui, il n'existe aucune carte géologique détaillée de l'ensemble de ce chaînon, reporté sur un fond topographique à courbes de niveau. La carte géologique la plus récente (1/25 000<sup>e</sup>) est due à JOUKOWSKY et FAVRE (1913) mais ne comprend que la portion comprise entre la vallée de l'Arve (NE) et la cluse des Usses (SW); de plus, la géologie est dessinée sur un fond topographique à hachures, «d'après des levés photogrammétriques et des croquis pris sur place par MM. E. JOUKOWSKY et J. FAVRE». Pourtant, cette carte reste encore actuellement un document de base extrêmement précieux, car de grande qualité; des commentaires sur la légende des couleurs (où litho- et chrono-stratigraphie sont confondues) ont été récemment apportés par CHAROLLAIS *et al.* (1988b). En 1965, le Petit-Salève et la partie septentrionale du Grand-Salève ont fait l'objet de nouveaux levés géologiques; ils sont dus à LOMBARD, auteur de la feuille 1301 Genève (1/25 000<sup>e</sup>). En complément des cartes, signalons les photos et dessins panoramiques interprétés géologiquement soit dans la monographie de JOUKOWSKY et FAVRE (1913) soit dans le dépliant de LOMBARD (1965b) édité par la Commission géologique suisse; cet auteur a d'ailleurs enrichi l'illustration en présentant les vues que l'on découvre depuis le Grand-Salève, soit vers le NW (Plateau suisse et Jura), soit vers le SE (Alpes). Enfin, très récemment, dans le cadre d'une thèse, KARNAY (1980) a relevé une carte géologique du Salève au 1/25 000<sup>e</sup>, entre Etrembières, au NE, et le Grand-Piton, au SW.

Parmi les cartes géologiques à grande échelle, seule la feuille Genève-Lausanne au 1/20 000<sup>e</sup> reflète une bonne image de la géologie de ce chaînon depuis Etrembières jusqu'à Lovagny. La troisième édition de la feuille Annecy (1969) au 1/80 000<sup>e</sup>, bien que plus détaillée, d'une part ne couvre pas entièrement le Salève (la terminaison SW apparaissant sur la feuille adjacente Nantua), et d'autre part, présente une interprétation tronquée de la fracturation. Quant à la carte simplifiée des Alpes occiden-



tales de GIDON (1977) au 1/250 000<sup>e</sup>, elle traduit la géologie du Salève de façon vraiment trop simpliste, ce qui est d'autant plus regrettable que le fond topographique est assez précis.

Il est bien évident que si l'on veut accéder à une meilleure connaissance stratigraphique et tectonique du chaînon du Salève, il faut disposer d'une couverture cartographique géologique détaillée au 1/10 000<sup>e</sup> ou 1/20 000<sup>e</sup>; son report sur un fond topographique à courbes de niveau s'avère indispensable. De nombreux documents réalisés dans cette optique ont déjà été effectués, mais ils restent fragmentaires; ils ont été partiellement recensés dans un rapport du Service cantonal de géologie en 1978, lors de l'étude de la fracturation tectonique active dans le canton de Genève et environs. Ainsi, des cartes géologiques couvrant certaines portions du Salève ont été relevées par ETIENNE *et al.* (1958-1959), par RUCHAT et MICHEL (1959) et par de nombreux diplômants du Département de Géologie et de Paléontologie de l'Université de Genève: SACHS (1952), PELLATON (région du pont de la Caille; 1954), RUCHAT (environs de Cruseilles, 1958), CUENOD (montagne de la Balme, 1962), DE PEYER (montagne de Lovagny, 1963), GREBERT (flanc oriental du Salève, 1981), DE LOS COBOS (1983), DEVILLE (1985).

En 1990, lors du 200<sup>e</sup> anniversaire de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, tous ces travaux inédits de cartographie seront rassemblés et remis à jour pour servir à l'édition d'une nouvelle feuille géologique du Salève, sur fond topographique au 1/25 000<sup>e</sup>. Ainsi, les géologues disposeront-ils d'un nouveau document de conception moderne qui réunira toutes les données acquises sur le Mont-Salève, depuis plus d'un siècle.

#### REMERCIEMENTS

Cette recherche n'aurait pu être menée à bien sans le soutien du Fonds national suisse de la Recherche scientifique (J. Charollais, requête 2.405-0.87). Nous remercions A. Strasser qui a bien voulu relire ce texte (période 1913 à nos jours) et faire part de ses remarques pertinentes. Nous exprimons notre gratitude à J. Chevelu (Muséum) pour les dessins et E. Mendes et S. Berset (Muséum) pour l'aide apportée lors des recherches bibliographiques de la période 1813-1913.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AGASSIZ, L. (1839). Description des Echinodermes fossiles de la Suisse. *Nouv. Mém. Soc. Helv. Sc. nat.*, Neuchâtel, III, 107 pp.
- AGASSIZ, L. et E. DESOR (1847). Catalogue raisonné des familles des genres et des espèces de la classe des Echinodermes. *Ann. Sc. nat.*, 3<sup>e</sup> série, 6, 7, 8, 107 pp.
- AMBERGER, G. (1982). Profil tectonique *in* Encyclopédie de Genève, 1, *Le Pays de Genève*.

- AMSTUTZ, A. (1972). Le Salève: un ajustement isostatique. *C. R. Séan. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 7, 2-3, 88-89.
- BERGER, J.-P., J. CHAROLLAIS, M. HUGUENEY (1987). Nouvelles données biostratigraphiques sur la Molasse rouge du bassin genevois. *Arch. Sc. Genève*, 40, 1, 77-95.
- BAUMBERGER, E. (1906 et 1910). Fauna der unteren Kreide im Westschweizerischer Jura. 3 und 6 Teil. Die Ammoniten der untern Kreide im Westschweizerischer Jura. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, 33, 28 pp, 5 pl., 36, 55 pp., 5 pl.
- BEAUMONT, E. de (1829). Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe. *Ann. Sc. nat.*, Paris, 18.
- BERTRAND, L. (1800). *Renouvellemens périodiques des continens terrestres*. Genève, J.-J. Paschoud.
- BLONDEL, T. et R. SCHROEDER (1986). Jura méridional. Excursion à la Montagne du Vuache (Haute-Savoie). Fort-l'Ecluse (Ain, France). Livret-guide Excursion 1, Congrès Benthos'86. *Publ. Dépt. Géol. Pal. Univ. Genève*, sér. Guide géol. 5, 6-55.
- BOUE, A. (1836). *Guide du géologue voyageur*, Paris, 2.
- BRÖNNIMANN, P. (1955). Microfossils *incertae sedis* from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba. *Micropaleontology*, New York, 1, 28-51.
- (1976). Revision of the lectotype of *Favreina salevensis* (PAREJAS) (Crustacea, Decapoda) and description of favreine form-species from the Jurassic and Cretaceous of Scotland, Portugal, Yougoslavia and Pakistan. *Paläont. Z.*, Stuttgart, 50, 1-2, 40-56.
- CANU, F. (1902). Bryozoaires fossiles. *Bull. Soc. géol. France* (4), 2, 10-14.
- CAROZZI, A. (1948). Etude stratigraphique et micrographique du Pürbeckien du Jura suisse. *Arch. Sci. Genève*, 64, 2, 175 pp.
- (1950). Présence du Séquanien supérieur au Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sci. Genève*, 3, 3, 228-231.
- (1951). "Turbidity currents" et brèches multicolores du Pürbeckien du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sci. Genève*, 4, 3, 205-208.
- (1953a). A propos de la limite Kimmeridgien-Portlandien au Grand-Salève (Haute-Savoie). *Cah. géol. Thoiry*, n° 18, 153-155.
- (1953b). Un épisode continental à la limite Hauterivien-Barrémien au Grand-Salève. *Arch. Sci. Genève*, 6, 6, 393-396.
- (1954a). Le Jurassique supérieur récifal du Grand-Salève, essai de comparaison avec les récifs coralliens actuels. *Ecl. géol. Helv.*, 47, 2, 373-376.
- (1954b). Sédimentation rythmique en milieu corallien; le Jurassique supérieur du Grand-Salève. *Arch. Sci. Genève*, 7, 2, 65-93.
- (1955). Sédimentation récifale rythmique dans le Jurassique supérieur du Grand-Salève (Haute-Savoie, France). *Geol. Rundsch.* 43, 2, 433-446.
- (1955). Dasycladacées du Jurassique supérieur du bassin de Genève. *Ecl. géol. Helv.* 48, 1, 31-69.
- (1987). Géologie in *Les savants genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII<sup>e</sup> au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle* (J. Trembley, éditeur). Genève, Editions du Journal de Genève, Chapitre VI, 203-265.
- CAROZZI, A. et J. VERDAN (1950). Faits nouveaux dans le Jurassique supérieur du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sci. Genève*, 3, 6, 455-458.
- CHAIX, A. (1938). Relief de la région de Genève et des montagnes voisines. *Le Géographe suisse*, 4, 81-86.
- CHAROLLAIS, J., A. ARNAUD-VANNEAU, R. BUSNARDO, B. CLAVEL, P. DONZE, D. FAUCONNIER, H. MANIVIT, H. J. OERTLI, M. SEPTFONTAINE, N. STEINHAUSER et A. STRASSER (1981). Livret-guide de la Réunion en Haute-Savoie, 25-27 mai 1981. Groupe français du Crétacé. *Publ. Dépt. Géol. Pal. Univ. Genève*, sér. Guide géol., 1, 169 pp.

- CHAROLLAIS, J., P. BRÖNNIMANN et L. ZANINETTI (1966). Troisième note sur les Foraminifères du Crétacé inférieur des environs de Genève. *Pseudotextulariella salevensis* n. sp.; *Haplophragmoides joukowskyi* n. sp.; *Citaella? favrei* n. sp. *Arch. Sci. Genève*, 19, 1, 23-48.
- CHAROLLAIS, J., R. BUSNARDO, M. CARDIN, B. CLAVEL, D. DECROUEZ, M. DELAMETTE, G. GORIN, M. LEPILLER, P.-H. MONDAIN, J. ROSSET, F. VILLARS (1988b). Notice explicative de la feuille Annecy-Bonneville 1/50 000<sup>e</sup>. *BRGM*, Orléans, 190 pp.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. SCHROEDER (1986). Migration de la plate-forme urgonienne dans les chaînes subalpines de Haute-Savoie. Livret-guide Excursion 1, Congrès Benthos'86 *Publ. Dépt. Géol. Pal. Univ. Genève*, sér. Guide géol. 5, 57-65.
- CHAROLLAIS, J., B. CLAVEL, R. BUSNARDO, B. MAURICE (1988a). *L'Hauterivien du Jura du bassin genevois*. *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* (à paraître).
- CHAROLLAIS, J., J.-M. JAQUET (1984). Geological traverse along the Arve valley between Geneva and Chamonix. Field trip 4, *Am. Ass. Petr. geol.*, 19.VII.1984, 57 pp.
- CHAROLLAIS, J. et A. LOMBARD (1966). Stratigraphie comparée du Jura et des chaînes subalpines aux environs de Genève. *Arch. Sci. Genève*, 19, 49-81.
- CHAVANNES, S. (1861). Considérations sur l'origine et sur l'âge des roches du Sidérolithique. *Actes Soc. Helv. Sc. nat.*, 45, 68-70.
- CLAVEL, B. et J. CHAROLLAIS (1988). *Biostratigraphie de l'Hauterivien du Jura méridional*. *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* (à paraître).
- CLAVEL, B., J. CHAROLLAIS, R. BUSNARDO et G. LE HEGARAT (1986). Précisions stratigraphiques sur le Crétacé inférieur basal du Jura méridional. *Ecl. geol. Helv.*, 79, 319-341.
- COLLET, L. W. et E. PAREJAS (1934). Contribution à l'étude du Tertiaire du Salève. N° 1: les environs de Mornex. *CR Séanc. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 51, 2, 171-174.
- (1936a). Contribution à l'étude du Tertiaire du Salève. N° 2: la région comprise entre les Esserts et les Usses. *CR Séanc. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 53, 2, 95-98.
- (1936b). Contribution à l'étude du Tertiaire du Salève. N° 3: vue d'ensemble. *CR Séanc. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 53, 2, 98-101.
- COLLOT (1875). Compte-rendu de la réunion de la Société géologique de France dans les Alpes, en 1875. *Rev. Sc. nat.*, IV, 1, 423-432.
- CONRAD, M.-A. (1969). Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève. *Ecl. geol. Helv.*, 62, 1, 1-79.
- CONRAD, M.-A. et C. DUCLOZ (1977). Nouvelles observations sur l'Urgonien et le Sidérolithique du Salève. *Ecl. geol. Helv.*, 70, 1, 127-141.
- CUENOD, A. (1962). Géologie de la Montagne de la Balme. *Trav. Diplôme Univ. Genève* (inédit).
- DECONINCK, J. F. et A. STRASSER (1987). Sedimentology, clay mineralogy and depositional environment of Purbeckian green marls (Swiss and French Jura). *Ecl. geol. Helv.*, 80, 3, 753-772.
- DECROUEZ, D. (1985a). Les collections du Département de géologie et de paléontologie des invertébrés du Musée d'Histoire naturelle de Genève. 9. La collection du Salève (fossiles kimméridgiens, portlandiens et purbeckiens). *Revue Paléobiologie*, Genève, 4, 1, 163-166.
- (1985b). Les collections du Département de géologie et de paléontologie des invertébrés du Muséum d'Histoire naturelle de Genève. 10. La collection du Salève (suite et fin). *Revue Paléobiologie*, Genève, 4, 2, 409-420.
- DEHORNE, Y. (1920). Les stromatoporoidés des terrains secondaires. *Mém. pour servir d'explication de la carte géol. détaillée de la France*, 170 pp.
- DELAMETTE, M. (1988). L'évolution du domaine helvétique (entre Bauges et Morcles) de l'Aptien supérieur au Turonien, séries condensées, phosphorites et circulations océaniques (Alpes occidentales franco-suisse). *Thèse, Univ. Genève*, 2237, *Publ. Dépt. Géol. Pal. Univ. Genève*, 5 (à paraître).

- DE LOS COBOS, G. (1983). Etude hydrologique et hydrogéologique du Petit et du Grand-Salève (Haute-Savoie). *Trav. Diplôme Univ. Genève* (inédit).
- DELUC, G.-A. (1799). Sur une vis pétrifiée du Mont-Salève, et sur la couche où on la trouve; suivi d'un examen de l'opinion de plusieurs naturalistes: Que les torrents ont creusé les coupures des rochers où ils ont leurs cours: *Journal de Physique...* 49, 317-324.
- (1800). Lettre de G.-A. Deluc à P. Bertrand: *Journal de Physique...*, 51, 253-263.
- (1801). Mémoire sur le Vallon de Moneti et sur les pétrifications qu'on y trouve: *Journal de Physique* 52, 267-277.
- (1802). Addition au mémoire sur une vis pétrifiée du Mont-Salève, et sur l'aspect des couches de cette montagne, considérées géologiquement: *Journal de Physique...*, 55, 397-402.
- DELUC, J.-A. (1778). *Lettres sur quelques parties de la Suisse et sur le climat d'Hières*. La Haye, Gosse.
- (1798). *Lettres sur l'histoire physique de la terre, adressées à M. le professeur Blumenbach, renfermant de nouvelles preuves géologiques et historiques de la mission divine de Moyse*. Paris, Nyon.
- (1809). *Traité élémentaire de Géologie*. Paris, Courcier.
- (1813). *Geological travels in some parts of France, Switzerland and Germany*, 2 vols. London, Rivington.
- (1818-19). Essai sur la formation du vallon de Monnetier qui sépare le Mont-Salève en deux parties inégales. *Naturwiss. Anz.*, Berne, 6, 41-43 (1818), 7, 49-52 (1819), 8, 57-58 (1819).
- DE PEYER, D. (1963). Géologie de la montagne de Lovagny. *Trav. Diplôme Univ. Genève* (inédit).
- DESHAYES, G. P. (1839-57). *Traité élémentaire de conchyliologie*, Paris. 2, 86-89.
- DESOR, E. (1858). *Synopsis des Echinides fossiles*. Paris, 490 pp., XLIV pl.
- DESOR, E. et P. de LORIOI (1868-72). Echinologie helvétique. Description des oursins fossiles de la Suisse. *Echinidés de la période jurassique*. 441 pp.
- DEVILLE, Q. (1985). Etude sédimentologique et paléontologique du Jurassique supérieur du Grand-Salève dans la région du Coin (Haute-Savoie, France). *Diplôme Univ. Genève* (Inédit).
- (1988). Analyse sédimentologique et séquentielle des terrains les plus anciens du Salève ou les traces d'un récif à la base (?) du Kimmeridgien. **Ce volume**.
- DIDELOT, M. et E. FAVRE (1875). Compte-rendu de l'excursion du 2 septembre 1875 au Salève. *Bull. Soc. géol. France* (3), 3, 751-756.
- DOUXAMI, H. (1896). Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Ann. Univ. Lyon*, I, 27, 316 pp.
- (1900-01). Révision des feuilles d'Albertville, Annecy et Thonon (région synclinale comprise entre les Alpes et le Jura). *Bull. Serv. Carte géol. France*, 12, 85, 143-146.
- DUCLOZ, C. (1981). Observations géologiques aux sources de l'Allondon. *CR Séanc. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 15, 2, 167-178.
- EBRAY, Th. (1877). Rapports de la faille du Salève avec la ligne anticlinale qui relie la Bavière, la Suisse et la Savoie. *Bull. Soc. géol. France* (3), 5, 318-321.
- ENAY, R. (1959). La stratigraphie du Jurassique supérieur dans la chaîne anticlinale Faucille-Grand Crêt d'Eau. *CR Séanc. Acad. Sci.*, Paris, 248, 125-128.
- (1965). Les formations coralliennes de Saint-Germain-de-Joux (Ain). *Bull. Soc. géol. France*, VII, 7, 23-31.
- ESCHER de la LINTH, A. (1841). Coupe longitudinale du Salève de bas en haut. *Bull. Soc. géol. France* (1), 13, 429-433.
- ETIENNE, H., R.-C. MICHEL, C. RUCHAT (1958-1959). Rapports géologiques des permis du Chablais, de Haute-Savoie et du Jura. *Prepatransworld-Petroleum SAF* (Inédit).

- FAVRE, A. (1840). In Coquand: Sur les terrains néocomiens de la Provence. *Bull. Soc. géol. France* (1), 11, 406.
- (1842). Communication sur une patte d'écrevisse trouvée dans la marne néocomienne du Salève. *Actes Soc. helv. Sc. nat.* 27<sup>e</sup> session, Altdorf, 194.
- (1843a). Considérations géologiques sur le Mont-Salève et sur les terrains des environs de Genève. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat.* Genève, 10, 114 pp.
- (1843b). Observations sur les *Diceras*. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat.* Genève, 10, 30 pp., 5 pl.
- (1867). Le Mont-Salève in Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc, *Masson Edit.*, Paris, I, 236-309.
- (1875). Description des fossiles du terrain jurassique de la montagne des Voirons (Savoie). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, II, 1-77.
- (1879). Description géologique du Canton de Genève. *Bull. Cl. Agric. Soc. Arts.*, 79-80.
- FAVRE, J. (1913). In Joukowsky, E. et J. Favre (1913).
- (1914). Observations sur les rapports entre la flore du Salève et la géologie de cette montagne. Note additionnelle à la monographie géologique et paléontologique du Salève par E. Joukowsky et J. Favre. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat.* Genève, 38, 170-198.
- (1934). Le Salève. Exc. 2, *Guide géol. de la Suisse*, V, 320-326.
- GIDON, M. (1977). Carte géologique simplifiée des Alpes occidentales du Léman à Digne, 1/25 000<sup>e</sup>. *BRGM*, ed. Didier-Richard.
- GIMBERNAT, C. de (1806). Planis geognosticos que demuestran la estructura de los Alpes de la Suiza. Madrid.
- GREBERT, Y. (1981). Levé géologique détaillé de certaines parties du Mont-Salève (Haute-Savoie, France). Contact secondaire-tertiaire du flanc SE du Salève et environs NE du Rocher d'Archamp. *Diplôme Univ. Genève* (Inédit).
- GUILLAUME, S. (1966). Le Crétacé du Jura français. *Bull. BRGM*, 1, 2, 3, 5, 297 pp.
- HAQ, B. U., J. HARDENBOL et P. R. VAIL (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to Present). *Science* 235, 1156-1167.
- HUOT, J. J. N. (1839). *Cours élémentaire de géologie*. Paris, 2, 794 pp.
- JACOB, C. et P. FALLOT (1913). Etude sur les Rhynchonelles portlandiennes, néocomiennes et méso-crétacées du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXXIX, 82 pp.
- JAYET, A. (1968). Démonstration de l'âge würmien de l'erratique élevé du Salève entre 1000 et 1300 m (Haute-Savoie, France). *CR Séanc. Soc. Phys. Hist. nat.* Genève, n.s. 2, 1, 24-34.
- JOUKOWSKY, E. et J. FAVRE (1909). Sur la position stratigraphique des couches à *Heterodicerias Lucii* Defr., au Salève. *CR Acad. Sc.*, Paris, 149, 613.
- (1912). Note préliminaire sur la tectonique de la pente orientale de la chaîne du Salève. *Arch. Sc. phys. et nat.*, 4, 33, 535-537.
- (1913). Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). *Mém. Soc. Phys. Hist. nat.* Genève, 37, 4, 295-523.
- KARNAY, G. (1980). Etude géologique des formations tertiaires et quaternaires de la région d'Annemasse (Haute-Savoie). *Thèse, Orléans*, 161 pp.
- KEFERSTEIN, C. (1827). Idées géologiques sur la structure de la croûte terrestre dans le Midi de l'Allemagne. *Bull. Sc. nat. géol.*, Paris, 10, 212.
- KOBY, F. (1880-89). Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse. 2<sup>e</sup> partie. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, 61-108.
- LOMBARD, A. (1965a). Compte-rendu de l'excursion A de la Société géologique suisse dans le Jura méridional du 27 au 29 septembre 1965. *Ecl. géol. Helv.*, 58, 2, 1019-1033.



- (1965b). Notice explicative de la feuille 1301 Genève 1/25 000<sup>e</sup>. *Atlas géol. suisse*, Commission géol. suisse, 42 p.
- (1965c). Panorama géologique du Salève. *Kümmerly et Frei*, Bern.
- (1976). Les couches de la Corraterie-Vions au Grand-Salève (Haute-Savoie): faux nodules ou phacosomes? *Arch. Sci. Genève* 29, 2, 201-213.
- (1985). Failles et diaclases suivant quelques vallées transversales alpines (Suisse et France voisine). Essai d'interprétation morphotectonique. *Arch. Sci. Genève*, 38, 2, 143-176.
- LOMBARD, A. et J. CHAROLLAIS (1965). La flexure du Salève-les Bornes et son influence sur la paléosédimentologie régionale. *Geol. Rundschau*, 55, 542-548.
- LORIOU, P. de (1861 et 1863). Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage néocomien moyen du Mont-Salève, 1<sup>re</sup> livraison, 1-112, pl. I-XIV, 2<sup>e</sup> et dernière livraison, 113-214, pl. XV-XXII.
- (1867). Description des fossiles de l'oolite corallienne, de l'étage valangien et de l'étage urgonien du Mont-Salève in Favre A. (1867): Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc, *Masson Edit*, Paris, I, 310-405.
- (1873). Echinologie helvétique. Description des oursins fossiles de la Suisse, 2<sup>e</sup> partie. *Echinides de la période crétacée*, 398 pp., 33 pl.
- (1905). Sur quelques échinides du Mont-Salève qui existent dans la collection de Luc et n'ont pas été retrouvés depuis. *Note pour servir à l'étude des échinodermes*, 2/3, 30 pp., Genève.
- (1875). Quelques détails sur la faune de l'étage valangien et de l'Oolithe corallienne du Salève. *Bull. Soc. géol. France* (3), 3, 763-764.
- LORY, C. (1874). Note sur quelques faits de la structure des chaînes centrales des Alpes. *Bibl. Univ. Nouv. Périod.*, 49, 89-102.
- LUGEON, M. (1901). Recherche sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Ann. géographie*, 10, 295-428.
- MAILLARD, G. (1884). Invertébrés du Purbeckien du Jura. *Arch. Soc. Pal. Suisse*, XI, 156 p.
- (1889). Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville et la région comprise entre le Buet et Sallanches. Haute-Savoie. *Bull. Serv. Carte géol. France* (I), 6, 63 pp.
- (1891-92). Salève. Région mollassique. Alpes de Sixt, de Samoens et Vallée de l'Arve. *Bull. Serv. Carte géol. France* (III), 22, 201-243.
- MARCOU, J. (1847). Notice géologique sur les hautes sommités du Jura comprises entre la Dôle et le Reculet. *Bull. Soc. géol. France* (2), 4, 436-454.
- MARTINI, J. (1962a). Note sur le Tertiaire des environs de Mornex (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Genève*, 15, 3, 619-626.
- (1962b). Les phénomènes karstiques de la chaîne du Salève (Haute-Savoie). *Les Boueux, Bull. Sect. Genève, Soc. suisse Spéléol.*, 1, 1, 3-9.
- MILANKOVITCH, M. (1941). Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem. *Acad. Roy. Serbe spec. ed.* 133, 633 pp.
- MOESCH, C. (1875). Monographie der Pholadomyen. *Abh. Schw. Pal. Gesellschaft*, II, 79-135.
- MOJON, P. O. (1988). Contribution à l'étude micropaléontologique, paléoécologique et lithostratigraphique des faciès «portlandien» et «purbeckien» (limite Jurassique-Crétacé) du Salève (Haute-Savoie, France). *Arch. Sci. Genève* (sous presse).
- MORET, L. (1926). Présence de l'Albien et du Crétacé supérieur à la Montagne de la Balme. *C.R.S. Soc. géol. France*.
- MORO, A. L. (1740). *De crostacei e degli altri marini corpi che si truovano su monti*. Libri due. Venezia, S. Monti.

- MORTILLET, G. (1854). Considérations sur les couches verticales du Salève. *Bull. Inst. nat. genevois*, 2, 201-207.
- MOUTY, M. (1966). Le Néocomien dans le Jura méridional. *Thèse, Univ. Genève*, 256 pp.
- MOUTY, M. et A. LOMBARD (1963). Stratigraphie et stratonomie de l'Infravalangien du Jura interne méridional. *Coll. Crétacé inf.* Lyon. *Mém. BRGM, Fr.*, N° 34 (1965), 39-48.
- NECKER, L. A. (1841). Etudes géologiques dans les Alpes. Paris, *Ed. Pitois*, 492 pp.
- ORBIGNY, A. d' (1842). Quelques considérations géologiques sur les Rudistes. *Bull. Soc. géol. France*, Paris (1), 13, 148-163.
- PALLAS, P. S. (1777). Observations sur la formation des montagnes et les changements arrivés au globe, particulièrement à l'égard de l'Empire de Russie: *Histoire de l'Académie Impériale des Sciences*, Saint-Petersbourg, MDCCLXXVII, pl. 1, pp. 21-64.
- PAREJAS, E. (1935). «L'organisme B» de E. JOUKOWSKY et J. FAVRE. *Arch. Sci. Genève*, 5, 17, 221-224.
- (1938). Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève. *Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul* (n.s.), 3, 2, 1-50.
- (1948). Sur quelques Coprolithes de Crustacés. *Arch. Sci. Suisse*, N° 1, 512-520.
- PAREJAS, E. et A. CAROZZI (1953). Une algue marine du genre «*Broeckella*» dans les grès verts du Petit-Salève (Haute-Savoie). *Arch. Sci. Genève*, 6, 3, 165-171.
- PAREJAS, E. et A. LOMBARD (1959). Cavités karstiques dans l'Urgonien du Mont-Salève. *Arch. Sci. Genève* 12, 4, 690-695.
- PELLATON, C. (1954). Géologie du pont de la Caille. *Trav. Diplôme, Univ. Genève* (Inédit).
- PFENDER, J. (1927). Sur la présence de *Clypeina* Michelin dans les couches du passage du Jurassique au Crétacé, en Basse-Provence calcaire, de son identité avec l'organisme A du Purbeckien marin du Salève (FAVRE et JOUKOWSKY). *Bull. Soc. géol. France*, 27, 4, 89-94.
- PICTET, F. J. (1842). Omoplate trouvée dans le grès de Mornex. *Actes Soc. helv. Sc. nat.*, 27<sup>e</sup> session, Altdorf, 194.
- PICTET, F. J. et G. CAMPICHE (1858-72). Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. 2<sup>e</sup> série: 380 pp., pl. I-XLIII, 3<sup>e</sup> série: 752 pp., pl. XLIV-XCVIII (1862), 4<sup>e</sup> série: 558 pp., pl. XCIX-CXXXVIII (1864-1867), 5<sup>e</sup> série: 352 pp., pl. CXL-CXCIV (1868-1871), 6<sup>e</sup> série: 398 pp., pl. CXCV-CCVIII (1872).
- PICTET, F. J. et P. de LORIOI (1858). Description des fossiles contenus dans le terrain néocomien des Voirons. *Mat. Pal. Suisse* (2), 64 pp.
- (1872). In Pictet, F. J. et G. Campiche (1858-72).
- PICTET, M.-A. (1791). *Mémoire sur le Creux de Monnetier*. Archives SPHN, BPU Genève, *Département des manuscrits*, SP19.
- RIGASSI, D. (1957). Le Tertiaire de la région genevoise et savoissienne. *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing.*, 24/66, 19-34.
- (1977). Subdivision et datation de la Molasse «d'eau douce inférieure» du Plateau suisse. *Paleolab News*, 1, 42 pp.
- RUCHAT, C. (1958). Etude géologique de la région de Cruseilles. *Trav. Diplôme, Univ. Genève* (Inédit).
- (1982). Téléphérique du Salève. Station supérieure. Ancrage des câbles porteurs. *Etude géologique et géotechnique* (Inédit).
- RUCHAT, C. et R. C. MICHEL (1959). Carte géologique de l'anticlinal du Mont-Salève, 1/20 000<sup>e</sup> (Inédit).
- SACHS, O. (1952). Carte géologique du Petit-Salève. *Trav. Diplôme Univ. Genève* (Inédit).
- SALVINI-BONNARD, G., L. ZANINETTI et J. CHAROLLAIS (1984). Les Foraminifères dans le Crétacé inférieur (Berriasien moyen — Valanginien inférieur) de la région de la Corraterie, Grand-Salève (Haute-

- Savoie, France): Inventaire préliminaire et remarques stratigraphiques. *Revue Paléobiologie*. Genève, 3, 2, 175-184.
- SAUSSURE, H.-B. de (1779-1796). *Voyages dans les Alpes précédés d'un essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève*, 4 vols. Neuchâtel, Fauche-Borel.
- SAUSSURE, Th. de (1838). Feuille de palmier de Mornex. *Actes Soc. helv. Sc. nat.* 23<sup>e</sup> session. Bâle, 195.
- SCHARDT, H. (1891). Contributions à la géologie du Jura. III. Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura (chaîne du Reculet et du Vuache). *Soc. vaud. Sc. nat.*, 27, 103, 69-158.
- SCHROEDER, J. (1957). Géologie du pétrole des régions lémanique, genevoise et savoyarde. *Bull. Ass. suisse pétrole*, 23, 65, 17-31.
- (1958). Géologie du Pays de Genève. *Le Globe*, XCVII, 37-100.
- SERVICE CANTONAL DE GÉOLOGIE (1978). Etude de la fracturation tectonique active dans le canton de Genève et environs. Inédit.
- STEINHAUSER, N. (1969). Recherches stratigraphiques dans le Crétacé inférieur de la Savoie occidentale (France). *Thèse 1506, Univ. Genève* (Inédit).
- STEINHAUSER, N. et J. CHAROLLAIS (1971). Observations nouvelles et réflexions sur la stratigraphie du «Valanginien» de la région neuchâteloise et ses rapports avec le Jura méridional. *Geobios* 4, 1, 7-59.
- STEINHAUSER, N. et A. LOMBARD (1969). Définition de nouvelles unités lithostratigraphiques dans le Crétacé inférieur du Jura méridional (France). *C.R. Séan. Phys. Hist. nat. Genève*, 4, 1, 100-113.
- STRASSER, A. (1983). Black pebbles of the Purbeckian (Swiss and French Jura): lithology, geochemistry and origin. *Ecl. geol. Helv.*, 76, 551-580.
- (1986). Ooids in Purbeck limestones (lowermost Cretaceous) of the Swiss and French Jura. *Sedimentology* 33, 711-727.
- (1987). Detaillierte Sequenzstratigraphie und ihre Anwendung: Beispiel aus dem Purbeck des schweizerischen und französischen Jura. *Facies* 17, 237-244.
- (1988a). Shallowing-upward sequences in Purbeckian peritidal carbonates (lowermost Cretaceous, Swiss and French Jura Mountains). *Sedimentology* (sous presse).
- (1988b). Enregistrement sédimentaire des cycles astronomiques dans le Portlandien et Purbeckien du Salève (Haute-Savoie), France. *Arch. Sci. Genève* (sous presse).
- STRASSER, A. et E. DAVAUD (1982). Les croûtes calcaires (calcretes) du Purbeckien du Mont-Salève (Haute-Savoie, France). *Ecl. geol. Helv.* 75, 287-301.
- STUDER, B. (1838). Compte-rendu de la séance du 10 septembre 1838 de la Société géologique de France. *Bull. Soc. géol. France* (1), 9, 434-435.
- THURMANN (1838). Compte-rendu de la séance du 10 septembre 1838 de la Société géologique de France. *Bull. Soc. géol. France* (1), 9, 435.
- THURY, M. (1862). Sur les grottes du Salève. *Actes Soc. helv. Sc. nat.*, 46, 301-302.
- VILLENEUVE, M. de (1842). Lettre de M. de Villeneuve lue par M. Matheron à la réunion de la Société géologique de France le 8 septembre 1842. *Bull. Soc. géol. France* (1), 13, 429-432, pl. VI.
- WEIDMANN, M. (1984). Le Sidérolithique et la Molasse basale d'Orbe (VD). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, 366, 77, 135-141.
- ZANINETTI, L., G. SALVINI-BONNARD, J. CHAROLLAIS et D. DECROUEZ (1987). *Montsalevia*, n. gen. (Montsaleviidae, n. fam., foraminifère), dans le Crétacé inférieur (Berriasien moyen — Valanginien) du Mont-Salève et du Jura méridional (Haute-Savoie, France); note préliminaire. *Revue de Paléobiologie*, Genève, 6, 1, 165-168.
- ZANINETTI, L., J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL, D. DECROUEZ, G. SALVINI-BONNARD et N. STEINHAUSER (1988). Quelques remarques sur les fossiles du Salève (Haute-Savoie, France). *Arch. Sci. Genève. Ce volume*.

## CARTES GÉOLOGIQUES

Carte géologique détaillée de la France au 1: 80 000, feuille 160 bis, Annecy, 3<sup>e</sup> édition, 1969.

Atlas géologique de la Suisse au 1: 25 000, feuille 130.1 (Genève), par A. LOMBARD, 1965.

Carte géologique générale de la Suisse au 1: 200 000, feuille 5, Genève-Lausanne, 1948.