



Saussurea

Journal de la Société botanique de Genève

47

Société fondée en 1875

2018

Saussurea

Journal de la Société botanique de Genève
Société fondée en 1875

Adresse : Société botanique de Genève
Case postale 60
CH-1292 Chambésy/GE (Suisse)

Web : www.socbotge.ch

E-mail : saussurea@socbotge.ch

Toute correspondance concernant les publications doit être adressée au rédacteur.

Date de parution : Septembre 2018

© Société botanique de Genève 2018

Géologie et botanique au Salève : les causes d'une étonnante biodiversité

par Michel Grenon ¹

¹ Observatoire astronomique de Genève, CH-1290 Sauverny
michel.grenon@unige.ch

Résumé

Géologie et botanique au Salève : les causes d'une étonnante biodiversité. *Saussurea*, 47, p. 103-116.

Cet article présente un historique des recherches floristiques sur le Salève depuis le milieu du XVI^e siècle jusqu'aux inventaires les plus complets du XIX^e siècle. Il retrace la recherche en paléontologie sur le même massif, dès le milieu du XVIII^e et jusqu'au début du XX^e, avec le développement de la stratigraphie, de la minéralogie et de la chimie minérale, qui précisent l'histoire, la nature et la chimie des roches constitutives du Salève. En parallèle, la climatologie détaillée de la Suisse produit, dès 1864, les paramètres nécessaires à caractériser les exigences des diverses composantes de la flore suisse en termes de température, humidité, pH, insolation et vents. La tectonique explique à son tour la structure morcelée du Salève et la genèse des biotopes xérothermiques. Vers 1914, la convergence des diverses disciplines permet d'associer les végétaux aux divers sols et conditions climatiques. La géomorphologie de la région genevoise induit des effets particuliers, tel le foehn du NW, qui modifie la pluviosité et les températures locales. Elle explique la formation d'habitats anormalement froids et humides, ou chauds et secs. L'origine des taxons les plus particuliers du Salève est brièvement discutée.

Abstract

Geology and botany of the Salève : the reasons for a surprising biodiversity. *Saussurea*, 47, p. 103-116.

This paper presents an historical review of the botanical research in mountains around Geneva, especially on the Salève range, from the mid XVIth century down to the nearly complete surveys in the XIXth C. It follows the development of paleontology from mid-XVIIIth C. to the beginning of the XXth C., with the parallel development of stratigraphy, mineralogy, and inorganic chemistry leading to the knowledge of the history, nature and chemistry of sediments constituting the Salève cliff and structure. The progress of detailed climatology of Switzerland from 1864 on, provided the key parameters : temperature, humidity, pH, insolation and wind directions, to characterize the specific needs of the swiss taxa. Tectonics explained the broken structure of the Salève range, and the origin of xerothermic biotopes. Around 1914, all disciplines converged to allow the first global approach of the relations between the soil, the climate and the associated vegetation. The geomorphology of the Geneva area induces special effects as the NW foehn, the modification of temperatures and of the local amount of precipitations. It also explains the presence of climate anomalies, too cold and wet, or too warm and dry. The origin of the special taxa at the Salève is shortly discussed.

Mots-clés

Histoire de la botanique
Le Salève :
- flore
- paléontologie
- géologie
- grès sidérolithique
- effets météorologiques
Glaciations
Adaptations végétales

Keywords

History of Botany
Salève :
- flora
- paleontology
- geology
- siderolithic sandstone
- meteorological effects
Ice ages
Vegetal adaptations

Introduction

Le Salève est l'un des massifs les plus étudiés depuis le XVI^e siècle, alors que sa modeste altitude (1367 m) et sa position entre les Préalpes et la Haute-Chaîne du Jura, plus élevées, en font un sommet secondaire que l'on ne découvre qu'au moment de pénétrer dans le bassin genevois, selon la route prise. Il ne sert pas de repère dans le paysage comme le Ventoux, la Roche de Solutrè ou la Montagne Ste Victoire.

Ce qui lui a valu une célébrité ancienne, à la Renaissance déjà, est d'être situé à la croisée des voies antiques qui reliaient l'une la Méditerranée à la Mer du Nord, via Arles, Seyssel, le Mont de Sion, Carouge, Genève, Avenches et la vallée du Rhin, l'autre, transversale, l'Italie à Paris et l'Angleterre : soit de Turin à Genève par le Mont Cenis, la vallée de l'Isère, Faverges, Annecy, Cruseilles et Carouge, en longeant le pied NW du Salève, soit de Milan à Genève par le Grand St Bernard et le bord du Léman. Les voies vers l'ouest par la Cluse (Fort l'Ecluse), ou vers le territoire des Ceutrons par la vallée de l'Arve, ou encore le raccourci d'Annemasse vers Cruseilles, par le pied SE du Salève, étaient très fréquentées. Nombre de marchands, prélats, étudiants et savants ont passé en vue du Salève à toutes les époques.

Les premières herborisations

Il n'est dès lors pas étonnant que les découvreurs de la flore des environs de Genève et du Salève (autrefois simple lieu-dit: on allait à *Salwé*) aient été des étrangers de passage, comme Jacques Dalechamps, de Caen, qui a parcouru le Jura jusqu'à St Cergue entre 1546 et 1552, avant de s'établir à Lyon, ou comme Pierre Pena, vers 1564-65, en voyage de Zürich vers Montpellier, qui s'arrête à Genève et découvre le chardon bleu "de Genève" sur le Jura voisin. Jean Bauhin, de Bâle, herborise dans les environs de Genève une première fois en 1562-63, et plus en détail de 1568 à fin 1570, quand il était devenu "médecin de la Seigneurie" de Genève (BURDET, 1974).

John Ray (1628-1705) voyage de l'Angleterre à l'Italie, en passant par la France, les Pays-Bas et l'Allemagne. Il séjourne à Genève d'avril à fin juillet 1664, dans le but de recenser les espèces "ne croissant pas en Angleterre", observées au Bois de la Bâtie, à la Dôle, au Reculet et au Salève, où il mentionne 94 espèces d'intérêt particulier, dont les classiques *Anthyllis montana*, *Doronicum pardalianches* et *Daphne alpina*, nouveau pour lui, et dont il fournit une diagnose. Il repère aussi les espèces les plus rares comme *Trinia glauca*, *Helianthemum canum*, *Arabis scabra* ou *Herminium monorchis*, ce qui dénote une connaissance poussée de la floristique régionale.

Botaniste très connu en Angleterre, Ray donne une réputation internationale de grande richesse botanique au bassin de Genève. Cette réputation n'était pas usurpée car, bien qu'appartenant au domaine floristique centre-européen, ce bassin est assez proche des domaines atlantique, méditerranéen et alpin pour en héberger des composantes dans les stations favorables.

Sur les traces de ses prédécesseurs, Albrecht de Haller herborisera au Salève en 1728 et 1736, peu avant de rédiger la première édition de son *Enumeratio methodica stirpium Helvetiae indigenarum*, parue en 1742.

En raison de la position du Salève à la limite de quatre Etats, sa florule sera tour à tour incluse dans la Flore de la Suisse de Haller, du Piémont par Allioni en 1785, de la France par Lamarck et Candolle en 1805, après l'annexion de la Savoie en 1792, puis à nouveau de la Suisse avec l'Atlas de Welten & Sutter en 1982, qui inclut sept secteurs français dans sa dition, dont le secteur Salève No 003 avec 706 taxons recensés.

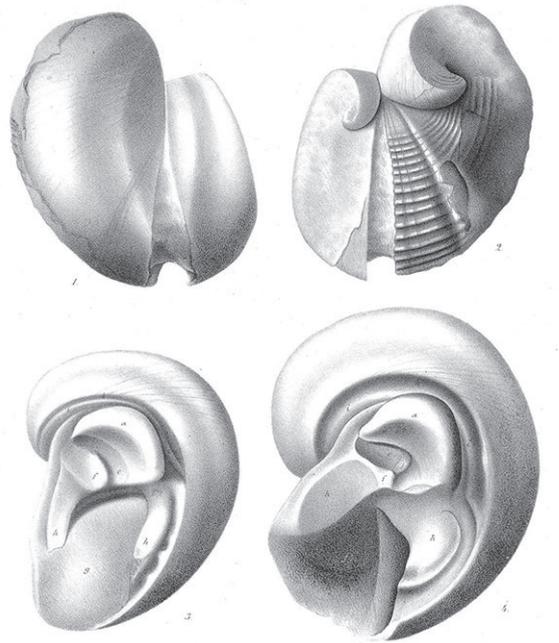
Au XIX^e siècle, le Salève deviendra un objet de recherches privilégié, suite à la création du nouveau jardin botanique à Genève en 1817, par A.-P. de Candolle, puis du Conservatoire botanique en 1824. La première énumération de la flore du Salève a paru en 1832 dans le Catalogue de G.-F. Reuter, suivi d'un supplément en 1842 et de rééditions en 1861 et 1867. En 1867 et 1868, Charles Fauconnet synthétisera les travaux de ses prédécesseurs dans un fort ouvrage de 254 pages, *Herborisations à Salève*, suivi lui aussi d'un supplément. A la fin du siècle, John Briquet (1899) édite *Le Salève, description scientifique et pittoresque*, à l'intention des membres de la Section genevoise du Club alpin suisse, dans laquelle on note déjà une sensibilité marquée aux relations entre la chimie du sol et la flore qu'il tolère.

A l'intérêt botanique du Salève s'ajoute celui d'être un belvédère idéal, avec un panorama sur les Alpes du NW, - le Massif du Mont Blanc au centre -, des Préalpes au Jura, et plus bas, sur les auges glaciaires de l'Arve, du Lac d'Annecy, du Bourget et du Petit et Grand lac Léman. Situé sur le chemin vers Chamonix et ses glaciers, sa proximité de Genève et son accès aisé ont fait du Salève un but d'excursion favori aux XVIII^e et XIX^e siècles.

L'essor de la paléontologie

A la différence des inventaires botaniques, ce sont des Genevois, deux siècles plus tard, qui vont répertorier les fossiles du Salève, suivant les recommandations du pasteur J.-A. Turettini (1671-1737). En 1704, celui-ci encourage la recherche en sciences de la Nature, comme partie d'une théologie naturelle qui puisse démontrer l'existence de Dieu par la perfection des êtres vivants et par le maintien de l'ordre cosmique par la Providence, sans laquelle tout retournerait au chaos primitif (STAROBINSKI, 1987).

C'est dans cet esprit que les frères Deluc Jean-André (1727-1817) et Guillaume-Antoine (1729-1812) commencent, vers 1740, à dégager les fossiles mis au jour dans les carrières de pierre à chaux ouvertes au-dessus de Monnetier. En 1771, ils y découvrent une espèce de grande taille, d'un genre nouveau pour la Science, et qui leur sera dédiée (fig. 1). Leur inventaire des fossiles s'étendra par la suite aux autres étages géologiques du Salève, plus jeunes et plus anciens, ainsi qu'aux régions voisines. Les échantillons du Salève sont comparés à ceux trouvés dans le reste de l'Europe, et les espèces nouvelles, nombreuses, seront décrites par divers paléontologistes.



Dicerus Lucii Defr.

Fig. 1. *Heterodicerus luci*, une nouvelle espèce dédiée aux Deluc, trouvée à Monnetier en 1771, et publiée par Saussure en 1779. La hauteur de l'échantillon atteint 10 cm.

La Collection des Deluc, présentée dans leur Cabinet, est constituée de trouvailles locales, d'échantillons obtenus par échange, et de pièces de prestige achetées sur le marché des fossiles. Quelques 2000 spécimens seront légués au Musée académique de Genève.

L'inventaire paléontologique du Salève sera poursuivi au XIX^{es}. par Alphonse Favre (1786-1890) (fig. 2), puis François-Jules Pictet (1809-1872), et enfin Etienne JOURKOWSKY et Jules FAVRE, notés plus loin J&F, auteurs d'une admirable synthèse géologique et paléontologique

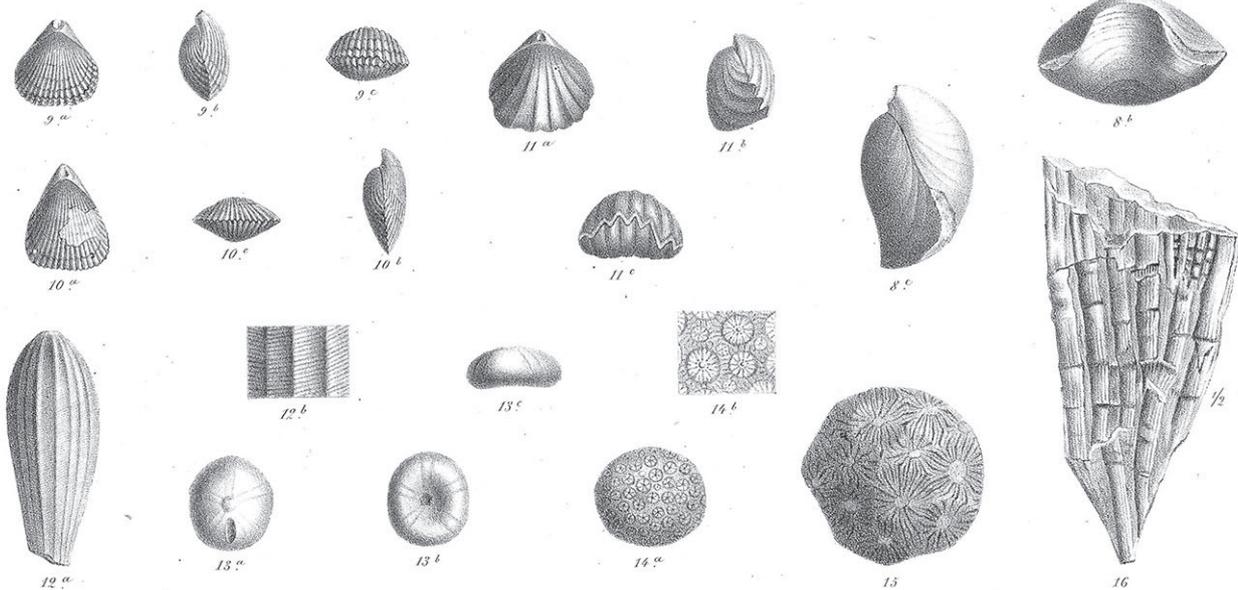


Fig. 2. Alphonse Favre reconnaît dans l'oolithe de Monnetier la faune caractéristique d'un récif corallien. Planche B : térébratule (8), rhynchonelles (9-11), oursin (13), madréporaires (14, 15) et hexacoralliaire *Calamophylliopsis* (16). (A. FAVRE, 1867).

en 1913, incluant une première carte géologique du massif au 1 : 25'000.

En incluant les microfossiles, plus de 700 espèces seront ainsi recensées dans les couches exposées au Salève. Les assemblages de faune, la nature des sédiments, d'origine biologique ou d'apports détritiques, ont permis de préciser les conditions de dépôt, leur profondeur, la distance aux côtes, les phases d'émerision, etc., ainsi que la composition chimique des roches ainsi formées. La chimie des roches est, avec le climat, le paramètre critique qui décide quelles associations végétales sont susceptibles de se développer sur un substrat donné.

Il n'est donc pas étonnant que ce soit un géologue sédimentologiste, Jules Favre, amateur de botanique, qui ait étudié les rapports étroits entre la flore du Salève et la géologie de cette montagne. Casimir de Candolle lui a donné accès à l'herbier des Candolle pour les identifications botaniques (FAVRE, 1914).

La structure du Salève

Vu du nord-ouest (fig. 3), le Salève apparaît comme un bombement qui montre sur son flanc NW, abrupt, un ensemble de couches du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur, sous forme de bancs calcaires compacts, séparés par des bancs plus marneux, à pente plus faible, recouverts de végétation. L'empilement des strates, quasi horizontal au sommet, est masqué dans la moitié inférieure de la paroi par un placage de roches redressées à la verticale, (fig. 4). La paroi est interrompue au niveau de la Mule par une première faille verticale, puis par le décrochement du Coin, qui décale l'ensemble du segment Grand et Petit Salève vers le NW.

Le Salève a longtemps été considéré comme un pli couché, - un pli-faille - avec le flanc supérieur chevauchant l'inférieur, relevé voire basculé, selon un plan de faille longitudinal, oblique, dont la trace est notée

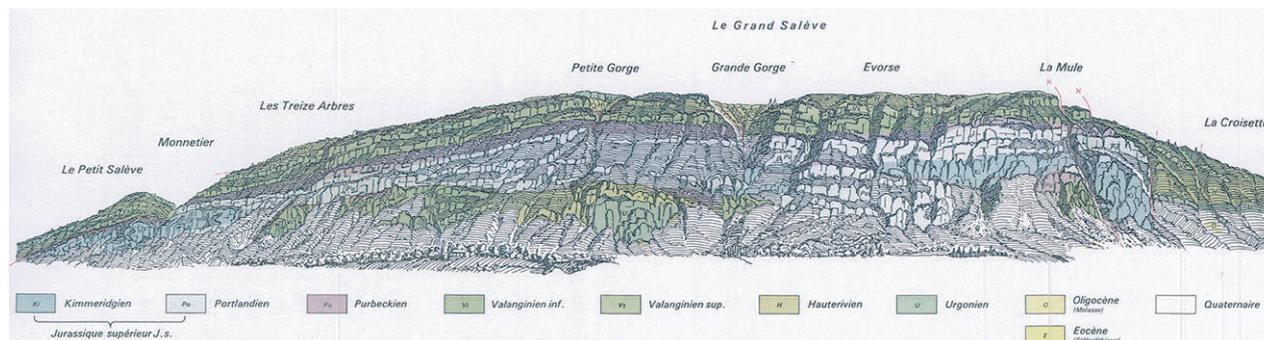


Fig. 3. Le Petit Salève (à gauche) et le Grand Salève, vus de Troinex, dessinés par A. Lombard. Les vallons perchés - la Petite et la Grande Gorge - ainsi que le vallon sous La Mule, sont entaillés à l'extrémité d'accidents mineurs (failles) recoupant le massif perpendiculairement à son axe. A partir de la Petite Gorge, les bancs s'inclinent vers le NE (à gauche) avec un pendage de 8° au droit de Monnetier (LOMBARD, 1965).

en fig. 4. Cette morphologie diffère selon les secteurs du massif. En coupe, la partie du pli émergeant de la molasse présente le profil d'un pli anticlinal asymétrique, abrupt côté NW, en pente douce vers le SE. La structure des parties profondes a fait l'objet d'hypothèses variées, peu convergentes avant l'avènement des sondages sismiques profonds. Le détail des écailles au front du pli (fig. 5) reste encore conjectural.

La formation du Salève est un épisode de la fermeture du sillon alpin, un ancien bras de mer s'étendant du sud du Massif Central à la Bavière. Il a été comblé de sédiments arrachés aux Alpes en formation - les molasses -, des sédiments gréseux déposés dans une série de deltas. Le rétrécissement de l'espace entre les plis du Jura externe, actuellement bloqués, et le front des Préalpes, a produit le décollement par compression de deux lames de sédiments, de près de 3 km d'épaisseur, conduisant à une du(tri)-plication partielle de la série sédimentaire, au Salève comme dans la Haute-Chaîne du Jura.

Une tectonique cassante

Vu de l'espace, le Grand Salève apparaît comme le maillon le plus septentrional d'un pli tronçonné en éléments de taille pluri-kilométrique (2-5 km) par des plans de faille verticaux - des décrochements - qui affectent tout le bassin molassique et se poursuivent dans la Haute-Chaîne du Jura (CHAROLLAIS *et al.*, 2007). Ils

sont approximativement parallèles à la faille du Vuache. C'est le long de cet accident majeur que la couverture sédimentaire du bassin genevois poursuit sa progression par saccades en direction du NW.

La faille du Vuache coupe la Montagne de la Balme à Sillingy (fig. 6). Les segments du Salève, mis bout à bout, s'étendent sur 21 km, d'Etrembières aux Ussets, et sur 28.6 km jusqu'à la faille du Vuache à Sillingy.

Les décrochements majeurs sont ceux du Coin, de Pomier, de l'Abergement, de Cruseilles, de la Mandallaz et de La Balme. La vitesse de déplacement des divers panneaux croît avec la distance à la faille du Vuache. Au Coin, le décalage des axes des plis atteint 700 m, à Pomier 550 m, à Cruseilles + Abergement 2300 m. Le décalage du Grand Salève relatif à la faille du Vuache, à l'extrémité

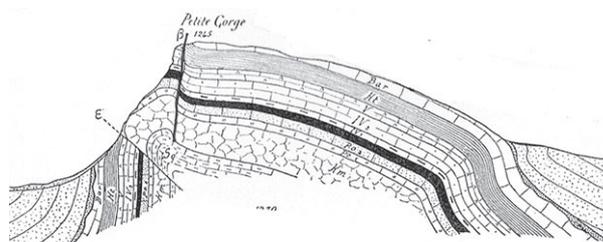


Fig. 4. Coupe du Salève au niveau de la Petite Gorge, telle que reconstituée par J&F (1913). La strate en noir repère le Purbeckien, un niveau d'eau douce à plantes, dont des Chara, ancêtres des formes actuelles qui peuplent les mares sommitales.

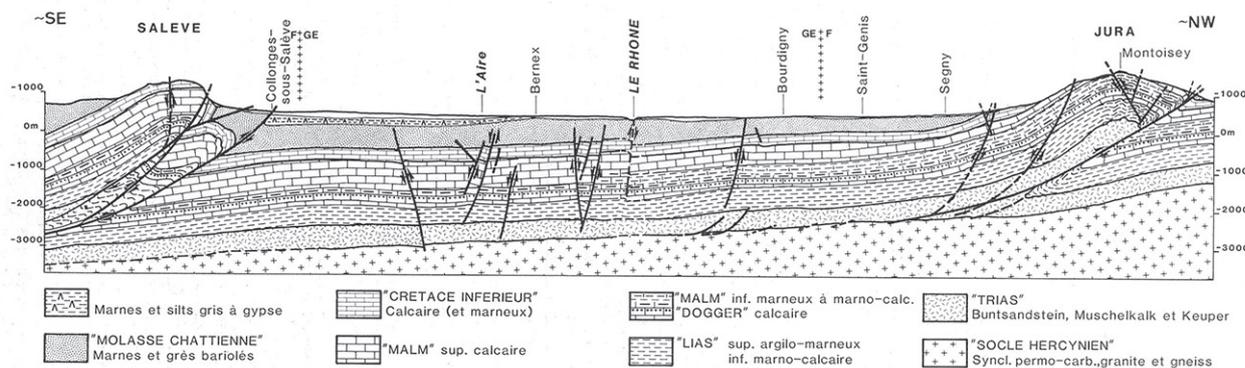


Fig. 5. Coupe du bassin genevois, du Salève (Les Pitons) à la Haute-Chaîne du Jura (Reculet). La structure profonde du Salève est une réplique de celle du chaînon le plus récent du Jura, avec décollement de l'ensemble de la série sédimentaire sur les couches plastiques à la base du Trias (anhydrite et sels). La fracturation et le repliement de l'avant de la lame glissée simulent des structures anticlinales. (AMBERGER, 1982).

SW de la Montagne de la Balme, atteint 4.3 km. Pour le géologue, l'avantage des décrochements est de présenter la structure interne du pli, de proche en proche. Pour le botaniste, la création de parois rocheuses d'orientation SW est garante de biotopes xéothermiques des garides et des falaises.

Résumé stratigraphique

La tranche de sédiments exposés sur la face NW du Salève atteint 630 m d'épaisseur selon DEVILLE (1989). Elle s'étend du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur, mais ne représente que 20% des sédiments accumulés depuis la fin de l'ère Primaire, sur la marge Sud de la plaque européenne au droit de la position actuelle du Salève. Cette plaque s'est progressivement enfoncée sous la charge des sédiments. Durant la période du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur, les dépôts ont eu lieu en situation de plateforme continentale, sous un faible tirant d'eau, avec de rares émergences, et sous conditions climatiques tropicales. La Table 1 donne les noms des Époques et étages géologiques visibles au Salève, avec les âges minimaux et maximaux des étages, tirés du *Dictionnaire de géologie* (FOUCAULT & RAOULT, 1995).

A _{min}	A _{max}	Epoque/Etage	Sédiments
		Oligocène	
23.3	29.3	Chattien	molasse
29.3	35.4	Rupélien	conglomérat
		Eocène	
35.4	38.6	Priabonien	sables
		Lacune	
		Crétacé	
112.0	124.5	Aptien	grès, sables
124.5	131.8	Barrémien	calcaire
131.8	135.0	Hauterivien	calc. gréseux
135.0	140.7	Valanginien	calc. marnes
140.7	-	Berriasien	calc. marnes
	145.6	Purbeckien	lagunaire
		Jurassique	
145.6	152.1	Portlandien	calcaires
152.1	154.7	Kimméridgien	calcaires

Table 1. Époque, étage, âges min-max des étages en Ma et sédiments majoritaires déposés au Salève.

Le Secondaire

Une situation de barrière de corail ou d'atoll prévaut pour les dépôts les plus anciens, d'époque Jurassique supérieur, du Kimméridgien au Portlandien (152 Ma à 145 Ma), avec formation de calcaires purs, compacts, d'origine organique (coraux, coquillages, zooplancton, etc.) cimentés par une pâte calcaire, produit de l'érosion des récifs par les vagues et les animaux brouteurs de corail. Au Coin, ces calcaires forment une paroi de 260 m de hauteur.

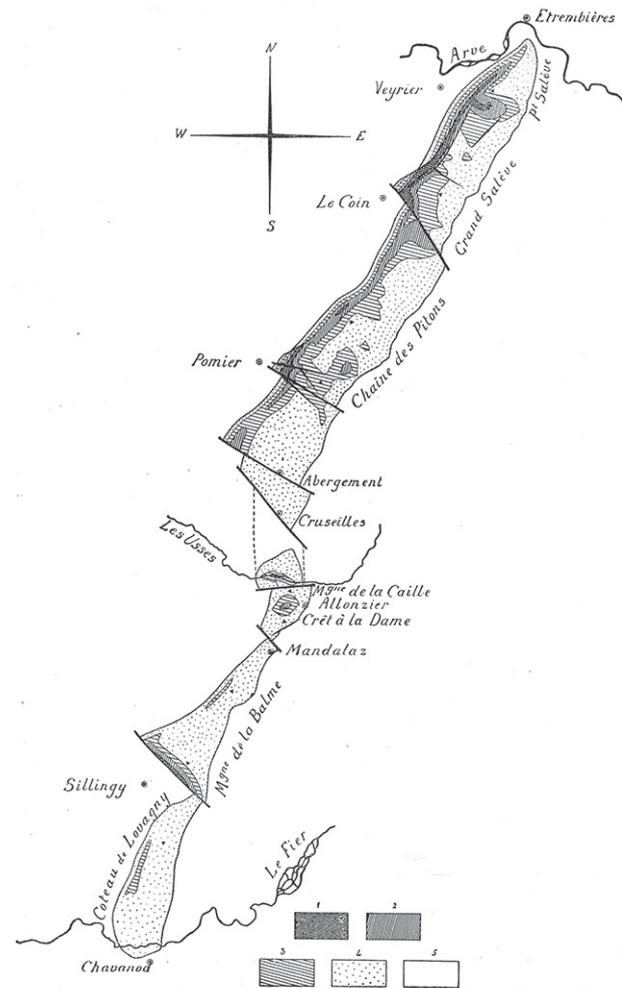


Fig. 6. Carte structurale du Salève avec les positions et orientations des décrochements (traits épais). Code des terrains : 1 : Jurassique ; 2 : Valanginien ; 3 : Hauterivien ; 4 : Barrémien et Aptien ; 5 : Tertiaire et Quaternaire. (J&F, p. 360). Echelle : 1 : 270'000.

Les conditions récifales reviendront au Valanginien (formation de la Chambotte, 138 Ma), dont la faune a été soigneusement inventoriée par Alphonse FAVRE (1867) (cf. fig. 2), puis une dernière fois à l'Urgonien (Barrémien, 129 Ma), dont la barre de calcaire massif peut atteindre 90 à 110 m d'épaisseur dans les massifs voisins. Au Salève, les calcaires de l'Urgonien s'interrompent après 20 m seulement, suite à l'émergence précoce du massif. Leur surface, soluble dans les eaux de pluie acides, est celle d'un paléokarst, avec ses lapiaz et avens, comblés de sables siliceux d'époque Tertiaire, déposés près de 90 Ma plus tard.

Au Crétacé inférieur, les apports détritiques sous forme de particules fines argileuses ou de sables quartzeux augmentent, en provenance du Massif Central et de l'Allemagne du Sud. Du Berriasien supérieur (marne de Viens, 135 Ma) au Valanginien, se développent des alternances de marno-calcaires en bancs minces et de marnes qui créent des vires dans les parois (voir fig. 13). Après un épisode de formation d'une barre calcaire et de calcaires biodétritiques au Valanginien, l'alternance de calcaires gréseux et de marnes reprend à l'Hauterivien,

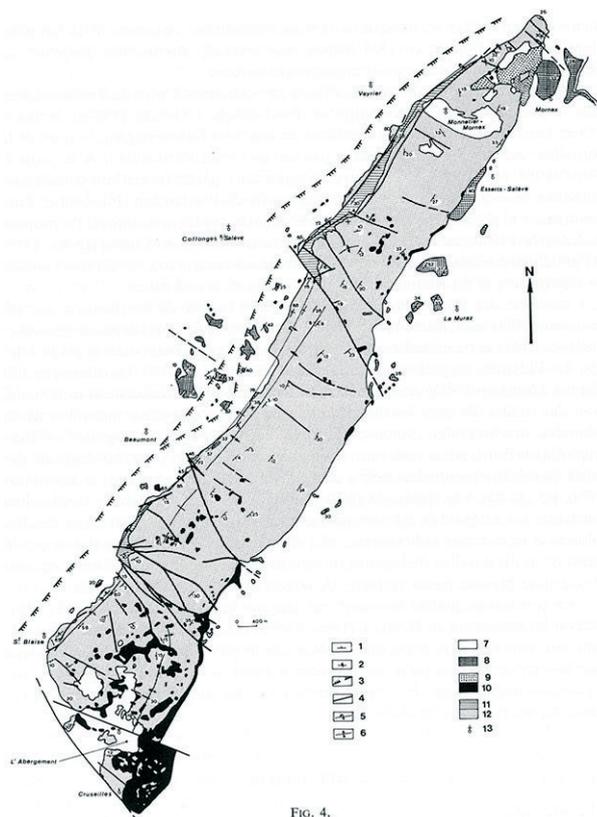


FIG. 4.

Fig. 7. Carte tectonique du Salève avec, en noir, les affleurements de grès sidérolithiques, en pointillé (9) les conglomérats de Mornex et en quadrillé (10), les pointements de molasse, contre les flancs et de part et d'autre du massif. (RUCHAT & MICHEL, 1959).

avec le dépôt de calcaires gréseux à nombreux fossiles silicifiés, un peu marneux et ferrugineux, gris-bleus à roux : c'est la Pierre jaune de Neuchâtel. Le taux de silice peut y atteindre 35%. En surface, par décomposition, elle donne naissance à des sols décalcifiés. L'ensemble des étages Berriasien à Hauterivien supérieur atteint ici 200 m. Le Secondaire se termine par le Barrémien, déjà cité, formé de calcaires purs, très compacts, support d'une végétation strictement calcicole.

Le Tertiaire

Les dépôts marins du Crétacé supérieur et du début du Tertiaire n'ont pas été conservés au Salève. Il faut attendre l'Éocène, vers 50 Ma, pour que la zone soit recouverte de sables quartzeux d'origine éolienne ou fluviale, résidus du démantèlement de vieux bancs de grès du Massif Central. Un épisode de précipitation des oxydes de fer s'ensuit, sous forme d'encroûtements ou de pisolithes. Ces oxydes ont percolé à travers les sables, en les teintant d'ocre à rouge hématite, d'où le nom de sidérolithique, et apportant jusqu'à 25% de fer sous forme de limonite. Ces encroûtements ont été exploités comme minerai de fer dès le V^e siècle. Rares au Grand Salève, où ils forment les Rochers de Faverges, avec une flore silicicole minimaliste, les grès sidérolithiques deviennent dominants au SE de Cruseilles (fig. 7). Ces grès se délitent en sables exempts de calcaire, filtrants et secs dans les pentes. Vitrifiables, ils ont alimenté les verreries de Thorens et d'Alex.

Il faut attendre l'enfoncement du sillon alpin, pour observer une réavancée de la mer dans la zone du Salève. Il en résulte un dépôt côtier de conglomérats, un produit de l'érosion des calcaires du Crétacé, bien visible sur le flanc E du Petit Salève. Les grès et molasses qui suivent ont conservé des témoins d'une riche flore tertiaire, d'âge Oligocène (28 Ma) : une fronde du palmier *Sabal lamanonis* trouvée à Mornex, des fougères, lauracées, myricacées repérées en d'autres sites. Le *Sabal* survit en Amérique tropicale, alors que les lauracées et myricacées constituent la laurisylve actuelle des Iles Canaries, leur ultime refuge occidental.

Un dépôt massif de molasses s'ensuivra : marine à l'ouest du Vuache et continentale à l'est. Ces grès à dominance quartzreuse sont un produit de l'érosion des Alpes en surrection. Leur épaisseur dépasse les 1000 m au pied Nord du Salève. Ces dépôts, mal consolidés,

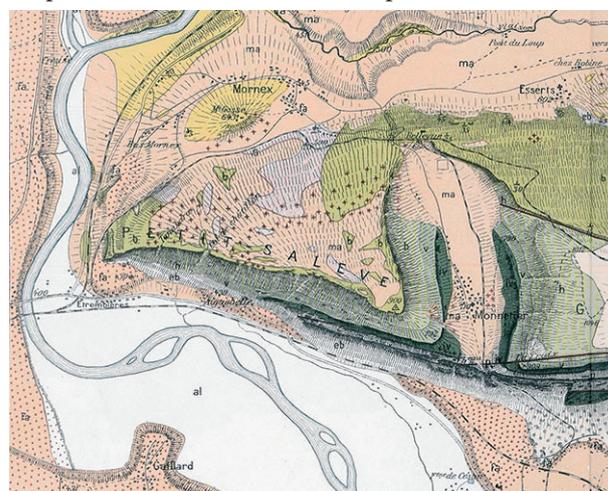


Fig. 8. Carte géologique du NE du Salève, avec la vallée suspendue de Monnetier orientée ESE-WNW, à fond recouvert de moraine alpine (ma). Les croix repèrent les zones d'épandage de blocs erratiques, durant le retrait du glacier de l'Arve. (J&F, Carte géologique, 1913)

recouvrent le bassin genevois et l'espace entre le Salève, les Bornes et le Vuache. Ils sont préservés jusqu'à près de 900 m d'altitude sur les flancs du Salève. Très poreuses, les molasses peuvent retenir jusqu'à 10% d'eau par volume, qu'elles laissent percoler lentement. Désagrégées en sable siliceux, avec au plus 12% de calcaire, elles supportent des plantes calcicoles à indifférentes. Associées aux moraines glaciaires, argileuses et imperméables, elles sont à l'origine de la majorité des sources et marais de pente du flanc SE du Salève.

Le Quaternaire

Cette ère est marquée par un net refroidissement des climats à haute latitude, dès -2.4 Ma, avec des glaciations majeures récurrentes tous les 100'000 ans, et cela depuis 890'000 ans. On leur doit l'approfondissement des vallées alpines et les surcreusements à l'origine des lacs d'Annecy, du Bourget et du Léman. Le niveau de la molasse a été ainsi abaissé de quelques centaines de mètres au NE et au pied NW du Salève. De ce fait, l'ancien cours de l'Arve, via Monnetier, a été abandonné (fig. 8).

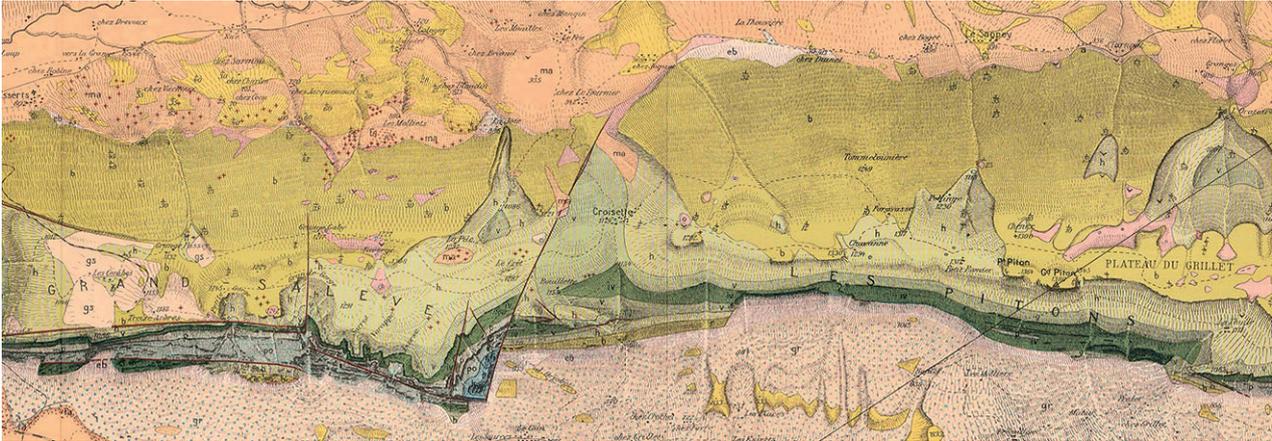


Fig. 9. Carte géologique du Grand Salève aux Pitons. En jaune-vert, noté **m**, les calcaires urgoniens; en vert acide, noté **h**, les calcaires hauteriviens. En bleu clair et foncé, notés **po** et **k**, les calcaires jurassiques. (J&F, 1913).

La vallée suspendue, à fond horizontal, a été élargie par le passage d'une diffluence du glacier de l'Arve. Durant la glaciation de Würm, ce glacier s'écoulait de part et d'autre du Salève. Quand un glacier se divise pour contourner un obstacle, la vitesse de la glace est nulle au point de partage des flux et la fusion de la surface accélérée en ce point. Il y a formation d'une dépression locale, avec convergence des blocs erratiques de surface vers l'ombilic ainsi créé.

Le nombre de blocs accumulés sur le flanc Est du Petit Salève - en majorité des granites et gneiss du massif du Mont Blanc - était énorme : Deluc en a dénombré 1200 en 1826, dont les plus longs atteignaient 15 m. Ils ont été exploités pour divers usages, dont la construction du pont de chemin de fer au Fort l'Ecluse, vers 1878. (PETRUS & DECROUEZ, 1988).

La flore des blocs acides est limitée à la petite fougère *Asplenium septentrionale* et aux lichens. La rare *Potentilla rupestris*, une silicicole qui vivait entre les blocs de granite près du château de Monnetier, a été victime des cueilleurs.

Le vallon qui sépare le Mont Gosse du bas du Petit Salève porte un bois de châtaigniers, dont certains très âgés. Les flancs de ce vallon, ainsi que la crête du Mont Gosse, sont recouverts de blocs de granite encore enchâssés dans la moraine. ENGLER (1901) signale que le châtaignier préfère les sols siliceux, mais recherche avant tout les sols riches en potassium. Dans nos régions, ceux-ci résultent de la décomposition des granites de type protogine du Mont Blanc, riches en feldspaths potassiques, de formule $(K,Na)(Si_3AlO_8)$. La distribution du châtaignier sur les crêtes des moraines würmiennes du Chablais valaisan, avec des blocs de granite de même origine que ceux du Mont Gosse, vérifie bien cette règle.

La prairie sèche en amont de la châtaigneraie était l'unique site en Haute-Savoie de la rare *Potentilla alba*, aujourd'hui éteinte.

D'autres blocs erratiques sont repérables en petit nombre sur le flanc SE du Salève, aux cotes 950 à 850 m environ. En dessous de ce niveau, un placage de moraine alpine à galets, argileuse et quasi dépourvue de calcaire, recouvre l'ensemble du paysage, donnant des terrains

lourds, imperméables, aptes à conserver longtemps l'humidité.

Le Grand Salève (1308 m) et le massif des Pitons (1380 m) sont restés libres de glace durant toute la glaciation de Würm. Ils ont joué le rôle de nunatak, conservant les espèces aptes à survivre à une baisse progressive de température de 8-9°C, actuellement dans l'étage sub-alpin, 1200 m plus haut, et accommodant des espèces alpines descendant d'autant.

Les gros blocs erratiques, souvent de gneiss, situés sur le plateau sommital du Grand Salève, ont été déposés sur une moraine de fond notée **gs**, à gauche sur la carte de la fig. 9.

Ce dépôt remonte à la glaciation de Riss, il y a plus de 128'000 ans. Durant l'Eémien, l'interglaciaire qui a suivi, et jusqu'à maintenant, les terrains sommitaux ont été lessivés par les pluies acides et sont en partie décalcifiés.

Le plateau sommital et le flanc SE du massif sont uniformément recouverts de calcaires urgoniens - un paléokarst - et hauteriviens, également karstifié. Les eaux précipitées passent directement au réseau souterrain. Dans ce contexte, la présence de mares peut paraître anormale : elle est en fait due au colmatage d'empoisieux ou de dolines, en partie par des argiles morainiques, mais surtout par les argiles résiduelles de la dissolution des calcaires hauteriviens.

L'érosion glaciaire de la base du flanc NW du Salève a déstabilisé les strates redressées du Grand Salève. Le relâchement de la pression de la glace au retrait du glacier a permis l'éboulement de Veyrier vers -19'000 ans déjà, ainsi que celui d'une partie des rochers du Coin, créant des biotopes favorables à l'homme du Magdalénien, comme à la végétation des éboulis. Sous le couvert forestier abondant parmi les blocs *Cyclamen purpurascens* et *Asplenium fontanum*.

Durant le post-glaciaire, le délitement des bancs calcaires par gélifraction a produit des grèzes - éboulis de pente fins -, qui tapissaient le pied NW du Grand Salève avant l'ouverture des grandes carrières. Ces éboulis portent actuellement un riche couvert de *Sorbus sp.*, *Acer*

opalus, *Laburnum*, *Amelanchier*, *Genista pilosa*, etc. et dans les parties ensoleillées, le Daphné des Alpes (fig. 10).



Fig. 10. *Daphne alpina*, une espèce xérophile des éboulis ensoleillés du Salève. (Cliché M. Wawrzynek)

Météorologie et mésoclimats

Le Salève forme une crête parallèle à la Haute-Chaîne du Jura, à mi-distance entre le Jura et les Préalpes. Les vents de basse et moyenne altitude, de SW ou de NE, sont canalisés dans cet espace. S'ils proviennent du NE, leur vitesse croît à l'approche du bassin genevois proportionnellement au rétrécissement de l'espace libre entre les chaînes.

A Genève, Plantamour (1863) avait observé les fréquences des vents suivantes, selon leur origine :

- 43% de situations avec vents des secteurs N à SSE (en moyenne du NE) ;
- 41% de vents du secteur occidental S à NNW ; (en moyenne du SW) ;
- 16% de temps calme.

Les vents du NE correspondent soit au régime de bise continentale, sèche, souvent chargée d'aérosols, soit à la situation de « bise noire », avec une masse d'air d'origine polaire, froide et humide, peu épaisse (1500 m environ), qui s'écoule vers le SW sous un couvert de stratus compact, provoquant des inversions de température atteignant 10°C.

L'indentation du flanc NW du Salève par les divers décrochements produit une série d'effets météorologiques et climatiques, à moyenne échelle – des mésoclimats –, cruciaux pour la distribution des associations végétales.

Les flux d'air froid qui s'écoulent le long des flancs NW décollent de la paroi au niveau des décrochements, en générant des turbulences au droit des falaises qui, elles, restent sous le vent. Dès 10h du matin, la falaise du Coin, la plus développée, est exposée au rayonnement solaire et reçoit un maximum d'insolation en début d'après-midi. L'air s'échauffe au contact de la roche, se dilate et forme des ascendances thermiques, qui ont soutenu les vols des percnoptères et des vautours au XIX^e siècle, des parapentistes aujourd'hui. Le phénomène a été découvert et chiffré par les frères Deluc durant les campagnes de 1758 à 1760, qui visaient à préciser les lois de variation de la pression et de la température avec l'altitude (DELUC, 1772).

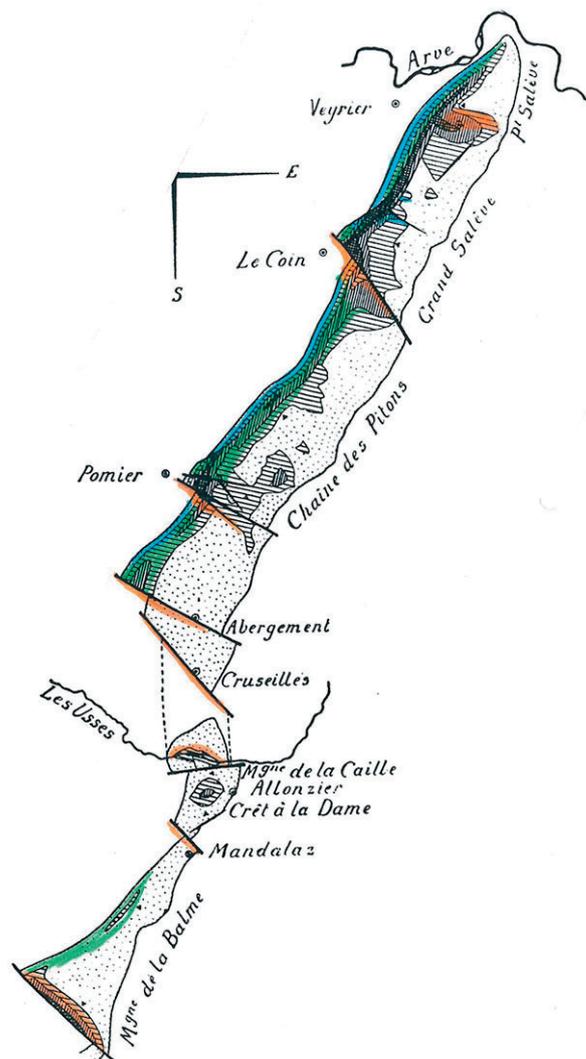


Fig. 11. Distribution des zones xérothermiques induites par les décrochements (en orange), des zones à déficit d'insolation (en vert), et d'absence de rayonnement direct en hiver (en bleu). (schéma M. Grenon).

Les ascendances contre les falaises sèches (l'eau ruisselle sur les calcaires jurassiques sans les pénétrer) provoquent une évapotranspiration forcée, proportionnelle à la température T , au carré de la vitesse du vent et à l'humidité résiduelle $(100\% - H\%)$. Même les plantes les mieux enracinées dans les fissures doivent se protéger de la transpiration en développant un vêtement suffisamment épais pour annuler la vitesse du vent à la surface de l'épiderme. C'est le cas, en particulier du *Hieracium tomentosum* qui occupe les rochers orientés SW, de Pomier à Etrembières (fig. 12).

L'anthyllide des montagnes *Anthyllis montana* présente un feuillage grisâtre, recouvert de longs poils qui jouent un rôle similaire, alors que *Potentilla caulescens*, espèce rupicole par excellence, développe des feuilles pubescentes en touffe. La forme du Salève est spéciale, moins poilue, mais recouverte de glandes sécrétant une résine visqueuse. Ses folioles sont brièvement pétiolulées, d'où le nom de *P. petiolulata* créé par Jean Gaudin en 1828.



Fig. 12. *Hieracium tomentosum* L. se protège à la fois de l'intensité du rayonnement solaire par le développement d'une pilosité à albedo élevé, et de l'évaporation forcée par un réseau dense de poils plumeux (Cliché Natura Mediterraneo website).

L'extension des zones xéothermiques décroît vers le SW, en raison de la diminution d'altitude des segments du massif. Elle redevient majeure à Sillingy, où la Montagne de la Balme est recoupée de bout en bout par la faille du Vuache. Les associations végétales de ces zones - les garides - ont été étudiées intensément dès la fin du XIX^e siècle, notamment parce qu'elles étaient considérées comme des reliques d'une période passée, plus chaude et plus sèche que l'actuelle, la période "xéothermique" de John Briquet (1899).

Les florules des garides ont été décrites par Jules FAVRE (1914), colonie par colonie. La richesse maximale en espèces d'origine méridionale est atteinte à la Balme de Sillingy, avec 60 espèces recensées.

Parmi les plantes les plus caractéristiques de la prairie sèche de Monnetier et du pied Nord du Grand Salève, d'Etrembières au Coin, Favre relève en particulier :

<i>Arabis auriculata</i>	Mérid.
<i>Arabis scabra</i> (<i>A. stricta</i>)	Eur. C et SW
<i>Arabis collina</i> (<i>A. muralis</i>)	Eur. mérid.
<i>Arabis nova</i> (<i>A. saxatilis</i>)	Eur. C et mérid.
<i>Serratula nudicaulis</i>	SW Eur.
<i>Stipa eriocaulis</i> (<i>S. pennata</i>)	Mérid.
<i>Sisymbrium austriacum</i>	SW Eur.
<i>Hornungia petraea</i> (<i>Hutschinsia petraea</i>)	Mérid.
<i>Sedum anopetalum</i> (<i>Sedum ochroleucum</i>)	Mérid.
<i>Ononis rotundifolia</i>	Eur. C et SW
<i>Trifolium scabrum</i>	Mérid.
<i>Anthyllis montana</i>	Eur. C et SE
<i>Fumana procumbens</i>	Eur. mérid., Asie Occ.
<i>Trinia glauca</i> (<i>T. vulgaris</i>)	Mérid.
<i>Scorzonera austriaca</i>	Eur. mérid.

Les noms de Favre sont donnés entre parenthèses s'ils diffèrent des actuels dans *Flora Helvetica*, 4e éd. (LAUBER *et al*, 2012).

A plus basse altitude, dans les prairies maigres sur Cruseilles, apparaissent :

<i>Trifolium striatum</i>	Eur. Occ, Mérid.
<i>Linum tenuifolium</i>	Mérid.
<i>Prunella laciniata</i>	Mérid.
<i>Ajuga chamaepitys</i>	Mérid.
<i>Medicago minima</i>	Mérid., Asie Occ.
<i>Filago minima</i>	Eur. Occ., Mérid.

Puis, vers la Mandallaz, en lisière, le néflier *Mespilus germanica*, en compagnie de *Acer opalus* et du *Prunus mahaleb* ; en sous-bois, le *Cyclamen neapolitanum*. A la Balme de Sillingy, c'est tout un cortège d'espèces méditerranéennes qui se rajoute, avec :

<i>Clypeola jonthlaspi</i>	Mérid.
<i>Isopyrum thalictroides</i>	Eur. mérid.
<i>Osyris alba</i>	Mérid.
<i>Helianthemum canum</i>	Mérid.
<i>Odontites luteus</i>	Mérid.

Entre les décrochements, le flanc NW du Salève, exposé aux vents du NE, est en situation d'ubac, aggravée par un déficit d'insolation dû à la forte pente des falaises. A l'ombre, les plantes survivent avec la seule lumière diffusée par l'atmosphère, qui représente au mieux 1/3 de l'énergie totale reçue en milieu ouvert. La quantité d'énergie diffusée reçue est proportionnelle à la fraction de la voûte céleste visible : elle est réduite d'un quart si la pente atteint 45°, de la moitié si elle est verticale. A ce déficit radiatif s'ajoute l'effet du rayonnement nocturne

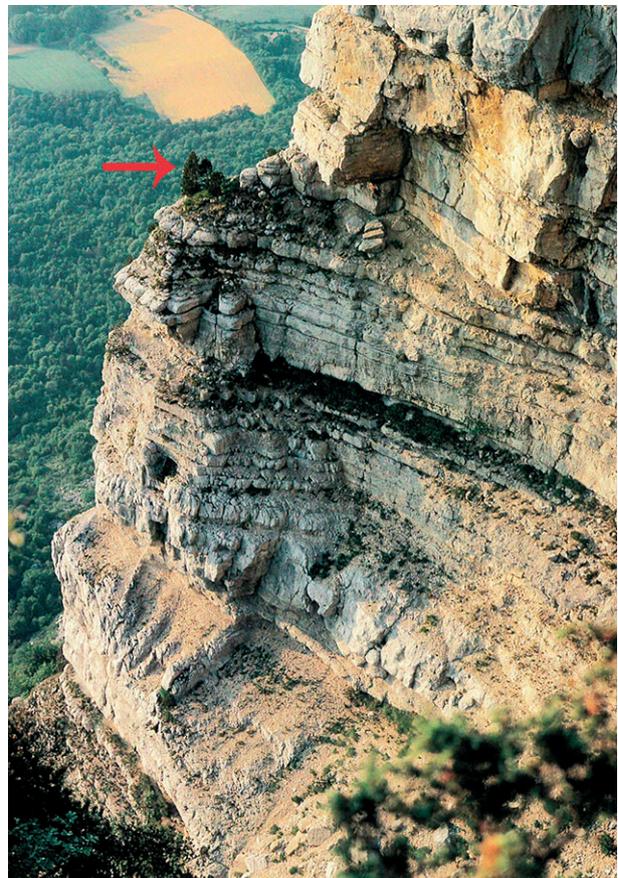


Fig. 13. Le pin à crochets *Pinus uncinata* (flèche rouge) en bout de vire et plein vent au Pilier de la Cathédrale, à la Grande Varappe. (Photo Ch.-A. Vaucher)

vers l'espace en IR. L'air refroidi au contact de la roche, plus dense, ruisselle par gravité (vent catabatique) jusqu'au pied des falaises, où se forme un lac d'air froid le matin. Ces facteurs concourent à créer, dans le domaine d'altitude de l'étage collinéen, des microclimats montagnards, voire sub-alpins.

Des plantes montagnardes et subalpines peuvent ainsi survivre sur ces pentes et piémonts, en station abyssale, comme *Arabis alpina* ou *Clematis alpina*, qui y prospère depuis très longtemps à 940 m d'altitude, dans l'éboulis au pied des rochers d'Archamps (CHARPIN & JORDAN, 1992), son unique station de Haute-Savoie, en compagnie de l'orchidée *Goodyera repens* et de *Pyrola media*, autres espèces montagnardes.

Le pin à crochets ou pin de montagne *Pinus uncinata* atteint également une altitude minimale au Salève, où il descend à 630 m au pied de la Grande Varappe, sur rochers calcaires orientés N-NW, alors que son aire normale s'étend de 1200 à 2600 m. Il n'a pas de compétiteur sur les sites du Salève les plus exposés aux intempéries (fig. 13). Sous sa forme des tourbières, subsp. *uliginosa*, il colonise le haut marais à sphaignes au sud des Pitons, à 1230 m, une altitude normale pour la sous-espèce.

Le flanc SW de la Grande Gorge est l'un des lieux les moins ensoleillés et les plus exposés au vent du NE. On y rencontre la renoncule gracile *Ranunculus carinthiacus* et la rare *Ranunculus thora*, au Jura présente uniquement à la Dôle. L'adénostyle des Alpes *Adenostyles alpina*, plante des pentes rocailleuses et fraîches, est ici dans son milieu naturel.

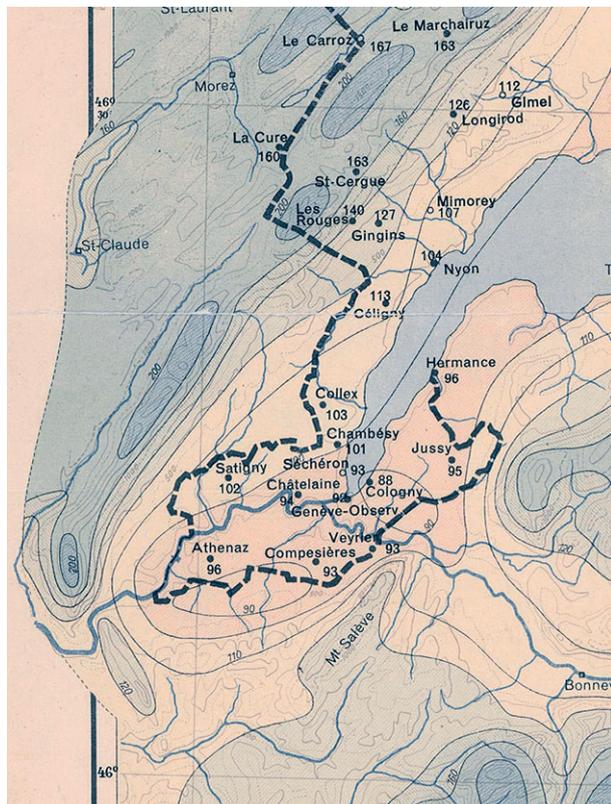


Fig. 14. Carte pluviométrique à basse résolution du bassin de Genève pour la période 1901-1940. (UTTINGER, 1949)

Le vallon de Monnetier, orienté ESE-WNW, présente une dichotomie adret-ubac parfaite, avec un flanc exposé au Nord couvert d'une futaie de hêtres et d'un sous-bois peuplé de bois-gentil *Daphne mezereum*, perce-neige *Leucojum vernalis*, *Cardamine heptaphylla*, *Hepatica nobilis* et du cabaret *Asarum europaeum*, officinale poivrée à camphrée, d'origine euro-sibérienne.

Le flanc exposé au Sud possède une flore de prairie sèche sur calcaire avec *Trifolium arvense*, *Plantago cynops* et, au sommet, la très rare gnavelle verticillée *Scleranthus annuus* subsp. *verticillatus* et la sabline à grandes fleurs *Arenaria grandiflora*. Ce groupement a mérité une mise sous protection en 1897 déjà. Notons encore dans le sous-bois sommital le doronic tue-panthère *Doronicum pardalianches* et l'élégant *Tanacetum corymbosum*.

Précipitations et hydrologie

La géomorphologie contrôle la distribution des précipitations et le type de couvert végétal sur le Salève. Le bassin de Genève constitue une anomalie à l'échelle de la région en matière de pluviométrie : alors que le littoral lémanique reçoit entre 100 et 120 cm de précipitations annuelles, le Canton de Genève reçoit moins de 100 cm d'eau, et moins de 90 cm dans les zones de Chancy à Compesières et de Cologny à Annemasse, au pied du Petit Salève, (fig.14).

À l'origine de l'anomalie, le barrage formé par la Haute-Chaîne du Jura, de la Dôle au Reculet, orientée NE-SW, puis du Crêt d'Eau, orienté S, et du Vuache orienté SE. Le Salève ne joue pas ce rôle, faute de précipitations venant du SE. En atmosphère libre, comme à la Dôle, les vents porteurs de pluie proviennent en majorité du secteur W à NW. Lorsqu'ils virent au NW $\pm 20-30^\circ$, ils génèrent un effet de foehn.

Les effets d'un transit d'air humide de NW sur la Haute-Chaîne du Jura, sont des précipitations soutenues sur le flanc occidental du Jura, la formation d'un mur de foehn sur la crête, suivie de l'évaporation des gouttelettes durant la phase de recompression de l'air sous le vent (fig. 15).

Le bilan du transit est un relèvement de la température de l'air de 4 à 5° C au pied du Jura et une baisse marquée de l'humidité relative. Selon l'humidité de l'air, le cap et la vitesse du vent, le transit peut s'accompagner de formation d'ondes, avec rotors et fenêtre de ciel clair parallèle au Jura.

L'une des conséquences de l'effet de foehn est l'existence d'un vignoble de qualité jusqu'au pied du Jura à Dardagny. Le même effet est responsable des zones xériques le long des lacs de Neuchâtel et de Bienne. Une autre conséquence est que la masse d'air réchauffée, et en partie déshydratée, ne peut pas condenser en pluie en passant une seconde crête, le Salève, à une altitude inférieure à celle traversée précédemment. Le déficit en précipitations au Salève, relativement à celles du Jura à même altitude, est sans doute supérieur aux 28% estimés



Fig. 15. Mur de foehn du NW sur la Haute-Chaîne du Jura avec évaporation des gouttelettes d'eau durant la descente sur le flanc SE. (Photo M. Grenon)

par HAINARD & TCHÉRÉMISSINOFF (1973), si l'effet de foehn est pris en compte.

A ce déficit pluviométrique, s'ajoute le fait que l'eau précipitée s'enfonce sans délai dans le karst et circule en réseau souterrain à l'interface entre marnes et calcaires valanginiens pour ne réapparaître que sous forme de résurgences, à l'extrémité de la faille longitudinale à Etrembières, à la source des Eaux Belles (fig. 16), ou à l'intersection des failles longitudinales avec les décrochements, comme au Coin, où subsiste un torrent sous éboulis, malgré les importants captages effectués. Ces résurgences, à l'origine des petites rivières comme l'Aire ou la Drize, sont les rares sites avec végétation fontinale. Les galeries fossiles du réseau de drainage forment une série de grottes, comme le Trou de la Tine, à la base des calcaires valanginiens, au sommet de la falaise NW du Grand Salève.



Fig. 16. La résurgence des Eaux Belles (Aiguebelle) restituée des eaux collectées sur l'ensemble du Grand Salève. (Cliché Pascal, site www.altituderando.com)

Sur les sites sommitaux, sur le Grand Salève et sur les mamelons du lapiaz aux Pitons, l'aridité est renforcée par effet Venturi. Quand une masse d'air doit franchir un obstacle isolé, elle le fait dans une tranche d'altitude comprise entre celle du sommet et un tiers de sa hauteur au-dessus, ce qui se traduit par une accélération de la

vitesse du vent, d'un facteur quatre, et de l'évaporation forcée, d'un facteur 16 au maximum dans le cas d'un profil idéal, sans turbulences. Selon le taux d'humidité, ce mécanisme peut produire un nuage lenticulaire apte à humecter la végétation par captation des gouttelettes, ou une aridification du sommet par temps sec. Le second mécanisme l'emporte en moyenne. Le Salève n'est pas le Ventoux, mais on y trouve à 1300 m des plantes qui croissent à 300 m dans les sites les plus secs. Parmi elles *Helianthemum canum*, qui croît au Fort l'Ecluse avec *Helianthemum appeninum*, et *Minuartia rubra*, une méditerranéenne des steppes du Valais central.

Curiosités du sidérolithique

Le sidérolithique est le cas d'espèce où le facteur chimique est, avec le climat bien sûr, totalement déterminant quant aux espèces aptes à coloniser les sables de cette formation. Les plantes indifférentes au substrat en sont exclues, alors qu'elles colonisent les sables molassiques. La différence tient aux résidus de calcaire et d'argile retenus dans les molasses.

Aux rochers de Faverges, sous le couvert de vieux pins sylvestres, croissent, parmi les grands blocs de grès gris, des espèces de sous-bois humides comme *Dryopteris dilatata*, *Luzula nivea*, *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus* (CHARLIER, 2017), très communes ailleurs sur les terrains acides.

En milieu ouvert et à basse altitude, la végétation est nulle sur les sables purs. Là où le sol a été un peu enrichi en humus par les lichens, apparaissent sur les sables au-dessus de Cruseilles le rare *Filago minima*, *Jasione montana* et le scléranthe vivace *Scleranthus perennis*, une espèce strictement inféodée aux substrats xériques et siliceux. Sous des conditions climatiques semblables, ce scléranthe est remplacé à Monnetier, à l'autre bout du Salève, par une espèce vicariante, le rare scléranthe verticillé, *Scleranthus annuus* subsp. *verticillatus*, qui croît sur substrat calcaire.

A plus haute altitude apparaissent les callunes, myrtilles, la fougère impériale *Pteris aquilinum*, la germandrée des bois *Teucrium scorodonia*, puis les forêts d'épicéa, qui laissent pointer des petits tapis de sphaignes dans les endroits les plus humides.

Le site d'altitude le plus remarquable est la dépression de Praz Foraz, au sud des Pitons, où un haut-marais s'est développé sur fond de sables sidérolithiques. Alimentée par des suintements à la surface des grès, cette tourbière abrite peu d'espèces propres, dont *Eriophorum vaginatum* et *Lycopodium clavatum*, mais surtout l'unique station de Haute-Savoie, hors du Massif du Mont-Blanc, du *Lycopodium inundatum*, espèce eurasiatique partout en régression. Cette tourbière a été identifiée comme l'habitat le plus inhospitalier du bassin genevois, pour les mollusques, par le malacologiste Jules FAVRE (1927) : avec un pH inférieur à 6 et une absence totale de calcaire, aucun gastéropode n'y peut sécréter de coquille.

De l'origine de quelques espèces rares

De la cartographie actuelle des espèces, il ressort que les espèces les plus emblématiques du Salève recensées par J. FAVRE (1914) sont originaires en majorité du monde méditerranéen occidental pour les espèces de plaine et de l'étage collinéen, et sub-méditerranéen pour les espèces montagnardes. C'est la proximité de refuges dans la Drôme et les Alpes de Provence qui a permis la reconquête du Salève post-glaciaire. Ces espèces y sont souvent en limite d'aire NE, comme *Aconitum anthora*, qui atteint la Dôle dans la chaîne du Jura, et les Pitons, mais non le Grand Salève. C'est aussi vrai pour *Potentilla caulescens*, subsp. *petiolulata* (Gaudin) Nyman, une orophyte calcicole endémique du SE de la France, et pour *Serratula nudicaulis*, actuellement *Klasea nudicaulis* (L.) Fourr., une rare orophyte calcicole du SE de la France, qui n'entre pas en Suisse. *Plantago cynops* du SW Européen est en limite N au Petit Salève. *Anthyllis montana* s'arrête au Mont Chauffé, dans le Val d'Abondance, le dernier nunatak, avec les Cornettes de Bise, avant la vallée du Rhône et son large glacier. *Arenaria grandiflora* est l'un des rares cas à vérifier l'hypothèse de Briquet d'une époque xéothermique ancienne. Son aire est disjointe : elle occupe le centre et le SE de la France, avec une limite E au Petit Salève, et se retrouve en basse Autriche - la signature d'une éradication par les glaciers quaternaires dans la zone intermédiaire. En revanche *Medicago minima* et *Fumana procumbens* couvrent une vaste zone, de la Méditerranée à l'Asie occidentale.

Le taux d'espèces méditerranéennes décroît très rapidement à partir de la limite Credo Vuache, aussi bien dans la Haute-Chaîne du Jura que dans le Chablais. Entre le Vuache et le Salève, ce sont 17 espèces typiques qui disparaissent, dont *Lilium croceum*, *Bulbocodium vernum*, *Dictamnus albus*, *Aethionema saxatile*, *Erythronium dens-canis*, pour ne citer que les plus voyantes.

Quelques perspectives

Cet article présente l'état des savoirs vers 1915, époque à laquelle les diverses disciplines atteignent un développement suffisant pour envisager une synthèse des relations entre géologie, climatologie et géobotanique.

C'est le cas de la minéralogie et de la chimie minérale, qui précisent la composition chimique de la plupart des matériaux présents. La géobotanique avait atteint un haut niveau avec Hermann Christ, qui bénéficie des premières mesures rassemblées par la Centrale suisse de météorologie, mise en service en 1864. Les quantités : température, humidité relative, volume et nature des précipitations, couverture nuageuse, cap du vent, mesurées 3x/jour, sont celles qui suffisent à caractériser les exigences climatiques des taxons peuplant la Suisse et les zones limitrophes. Dans l'ouvrage *La Flore de la Suisse et ses origines* de 1883, CHRIST pouvait s'attaquer à l'histoire de la recolonisation de la Suisse après le retrait des glaciers quaternaires. Au Salève, les divers relevés botaniques avaient fourni les positions et altitudes des espèces.

Côté géologie, la stratigraphie à haute résolution des couches sédimentaires précisait l'origine et la chimie des sédiments, leur texture, leur résistance à l'érosion, etc. La théorie glaciaire avait expliqué le phénomène erratique et l'origine des blocs. La première carte géologique du Salève, par JOURKOWSKI & FAVRE, à l'échelle 1 : 25'000, paraît en 1913. Elle permet d'établir le lien entre les stations botaniques et leur substrat, et ce malgré l'absence de courbes de niveau. En 1914, c'est Jules FAVRE qui regroupe les plantes par substrat, par étage et par exposition au rayonnement solaire. La tectonique identifie les décrochements et explique la mosaïque des mésoclimats du Salève. Le paramètre manquant reste encore la datation des couches et des phénomènes naturels.

Les listes de plantes citées sont elles aussi antérieures à 1915. Après la première guerre mondiale, et plus encore après la seconde, la végétation des zones soumises à l'action de l'homme a considérablement évolué. On notera l'abandon des cultures céréalières, avec la perte des messicoles, l'abandon des prairies de fauche maigres, le débroussaillage par des chèvres et moutons trop nombreux, la reforestation des zones d'altitude, les changements de pratiques d'élevage, l'assèchement des zones humides, la transformation des rocaillies fleuries en murs de grimpe, l'urbanisation des basses zones, etc. La perte de biodiversité qui en résulte peut être suivie, jusqu'en 1990, dans le *Catalogue floristique des plantes de Haute-Savoie* par CHARPIN & JORDAN (1990, 1992), établi à partir des parts d'herbier collectées durant plus de 150 ans. Le nombre de taxons éteints est affligeant.

Pour une cartographie des associations végétales, il faudra attendre les travaux de Braun-Blanquet (Josias BRAUN), dont les travaux précurseurs sur les Cévennes méridionales paraissent à Genève dans *Archives des Sciences* en 1915. Une carte des 17 habitats reconnus de valeur patrimoniale a été établie en vue de la rédaction du Document d'Objectifs du site Natura 2000 "Salève" en 2009, une réalisation du Syndicat Mixte du Salève. Les fiches descriptives résument l'état actuel du couvert végétal.

Avec la parution prochaine de la nouvelle carte géologique du Salève, par J. Charollais et B. Mastrangelo, sur un fonds topographique de précision, c'est l'inventaire des associations végétales, en relation avec leur substrat, qui pourra être affiné.

Malheureusement, notre description de la flore du Salève appartient déjà au passé. En effet, entre 1975 et 2017, la température annuelle a augmenté de +2.0°C (+2.8°C en été), ce qui a relevé les limites des zones de végétation de plus de 300 m, soit un tiers de la hauteur. Si les plantes sont encore à leur place pour la plupart, c'est qu'elles y sont bien installées et ne cèdent pas (encore) la place aux nouvelles venues. A plus long terme, le Salève pourrait devenir un Observatoire du changement climatique, à défaut d'un Conservatoire d'espèces menacées.

Remerciements

L'auteur est reconnaissant à Pierre Boillat des CJB pour l'envoi de documents et références bibliographiques, et à Jean Charollais, André Piuze et Bruno Mastrangelo pour l'identification du Pilier de la Cathédrale au Salève.

Références

- AMBERGER G. (1982). Géologie régionale. In *L'Encyclopédie de Genève, Vol. I. Le pays de Genève*. Ed. Assoc. Encyclopédie de Genève, 23-36.
- BRAUN J. (1915). Les Cévennes méridionales, Étude phytogéographique. *Arch. Sci. Genève* 40 : pp. 39-63, 112-137, 221-232, 313-328.
- BRIQUET J. (1899). *Le Salève, description scientifique et pittoresque*. Georg Editeur, Genève, 259-284.
- BURDET H. M. (1974). La première flore des environs de Genève par John Ray (1673). *Saussurea* 5 : 67-100.
- CHAROLLAIS J., M. WEIDMANN, J.-P. BERGER, B. ENGESSER, J.-F. HOTELLIER, G. GORIN, B. REICHENBACHER et P. SCHÄFER (2007). La molasse du bassin franco-genevois et son substratum. *Arch. Sci. Genève* 60 : 59-174.
- CHARLIER P. (2017). Au Salève, en collaboration avec le Cercle vaudois de botanique. *Saussurea* 46 : 83-85.
- CHARPIN A. et D. JORDAN (1990). Catalogue floristique de la Haute-Savoie. *Mém. Soc. bot. Genève* 2(1) : 1-182.
- CHARPIN A. et D. JORDAN (1992). Catalogue floristique de la Haute-Savoie. *Mém. Soc. bot. Genève* 2(2) : 183-565.
- CHRIST H. (1883). *La Flore de la Suisse et ses origines*. H. Georg Editeur, 600 pp.
- DELUC J. A. (1772). *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*. Tome 2, Genève.
- DEVILLE Q. (1989). In *Suisse lémanique, pays de Genève et Chablais*. Guides géologiques régionaux, par J. Charollais & H. Badoux, Masson, Paris, 1990.
- ENGLER M.A. (1901). Über die Verbreitung, Standortsansprüche und Geschichte der *Castanea vesca* Gärtner : mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. *Bull. Soc. bot. suisse* XI : p. 23.
- FAVRE A. (1867). *Recherches Géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du Mont-Blanc*. Masson, Paris.
- FAVRE J. (1914). Observations sur les rapports entre la flore du Salève et la géologie de cette montagne. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 38, fasc. 3 : 169-198.
- FAVRE J. (1927). Les Mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 40, fasc. 3 : 171-434.
- FOUCAULT A. et J.-F. RAOULT (1995). *Dictionnaire de géologie*. 4e éd., Masson, Paris, 324 pp.
- GAUDIN J. (1828). *Flora helvetica : sirve stirpium*. Vol. 3 : 374-375.

- HAINARD P. et G. TCHÉRÉMISSINOFF (1973). *Carte de la Végétation du Bassin genevois*. Conservatoire et Jardin botaniques, Genève.
- JOUKOWSKY E. et J. FAVRE (1913). Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève* 37, fasc. 4 : 295-519, 34 pl. et cartes.
- LAUBER K., G. WAGNER et A. GYGAX (2012). *Flora helvetica: flore illustrée de Suisse*. 4e Ed. Haupt, 1656 pp.
- LOMBARD A. (1965). *Panorama géologique du Salève*. Publ. Comm. Géol. suisse, Kümmerly & Frey, Berne.
- PETRUS O. et D. DECROUEZ (1988). Les blocs erratiques du Petit-Salève (Haute-Savoie, France). *Arch. Sci. Genève*, 41 : 103-110.
- PLANTAMOUR E. (1863). *Du Climat de Genève*. H. Georg Editeur, 208 pp.
- RUCHAT C. et R.C. MICHEL (1959). *Carte géologique de l'anticlinal du Mont-Salève*, 1/20 000e (inédit).
- STAROBINSKI J. (1987). L'essor de la Science genevoise. In : *La science genevoise dans l'Europe intellectuelle*. J. Trembley Editeur, Editions Journal de Genève, 7-22.
- UTTINGER H. (1949). *Les précipitations en Suisse, 1901-1940*. (avec carte pluviométrique). Station centrale suisse de météorologie, Zurich.
- WELTEN M. et SUTTER R. (1982). *Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse*, Ed. Birkhauser, Bâle, 2 vol.



ISSN-: 0373-2525
47 : 1-242 (2018)

ISBN : 978-2-8278-0050-6

ISBN 978-2-8278-0050-6



9 782827 800506 >