



**HAL**  
open science

## Le Quaternaire entre Léman et Grésivaudan (Savoie et Haute-Savoie)

L. Deharveng

► **To cite this version:**

L. Deharveng. Le Quaternaire entre Léman et Grésivaudan (Savoie et Haute-Savoie). Géomorphologie. 1982. dumas-00459570

**HAL Id: dumas-00459570**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00459570v1>**

Submitted on 24 Feb 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE D.E.A  
1981-82

LE QUATERNAIRE

ENTRE

J

LEMAN ET GRESIVAUDAN (*Savoie et Haute Savoie*)

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1  
INSTITUT DE GEOLOGIE  
DOCUMENTATION  
RUE MAURICE GIGNOUX  
F 38031 GRENOBLE CEDEX  
TEL. (76) 87.46.43

15 JUIN 1982

DE HARVENG L.

## Sommaire

A. Première partie : généralités	
I. Introduction	p 1.
II. Présentation	p 2
II 1 Spécificité du Quaternaire	p 2
II 2 Bref historique	p 2
II 3. Méthodes d'étude. Difficultés de datations et de corrélations	p 3
III Les vallées alpines et leur remplissage	p 6
IV Chronologie succincte des événements quaternaires	p 6
V Les vallées épigéniques	p 8
B. Deuxième partie : Etude régionale	
I la région annécienne et la vallée du Fier	p 10
II la cluse de Chambéry et le Val du Bourget	p 13
III la vallée de la Dranse et le Bas Chablais	p 16
IV la vallée de l'Arve - Région d'Annemasse	p 20
V Le bassin genevois - la vallée du Rhône à sa sortie du bassin téthyanique	p 25
Conclusion	p 29
Bibliographie	p 30

2

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1  
 INSTITUT DE GEOLOGIE  
 DOCUMENTATION  
 RUE MAURICE GIGNOUX  
 E 38031 GRENOBLE CEDEX  
 TEL (76) 87.46.43

15 JUIN 1982

7 - Premièrè partie : Généralités

## I - INTRODUCTION

Ce mémoire bibliographique a pour objectif de présenter l'avancement des connaissances sur les formations quaternaires entre le Grésivaudan et la région lémanique. Il reste certainement très incomplet, un sujet de cette ampleur étant difficile à traiter en quelques dizaines de pages.

On a essayé de montrer les difficultés de corrélation et de datation, spécifiques au Quaternaire. Un bref historique sur les théories successivement élaborées montre que ces problèmes ne datent pas d'aujourd'hui.

On a choisi de traiter séparément chaque vallée, ceci pour deux raisons :

- commodité des recherches bibliographiques
- impératifs géologiques : bien qu'en rapport avec l'histoire régionale, chaque vallée a subi dans le détail des variations propres.

## II. PRESENTATION

### II-1. Spécificité du Quaternaire

L'étude du Quaternaire représente un peu le "parent pauvre" de la géologie. L'approche différente de ses caractères spécifiques bouleverse des notions communément admises par les stratigraphes : principes de corrélation, de continuité latérale, de superposition.

Ainsi se sont affrontées de nombreuses théories, peut être trop systématiquement élargies à l'ensemble des Alpes, sans suffisamment tenir compte des particularités locales.

### II-2. Bref historique

Dès le dix-huitième siècle, la présence de blocs erratiques dispersés loin de leur patrie d'origine intriguait les naturalistes. Plusieurs hypothèses furent envisagées pour tenter d'expliquer cette présence.

De Saussure en 1779, suivi de J.A. De Luc en 1824, admettent que de grands courants transportaient ces blocs, mis en marche par de violentes secousses terrestres. Elie De Beaumont vers 1830 parle de grandes débâcles lors du soulèvement des Alpes; il se cantonnera dans cette théorie, et refusera d'admettre l'hypothèse glaciaire.

A cette hypothèse diluvienne va s'opposer celle de l'ancienne extension glaciaire émise par Renaudin, reprise en 1802 par Playfair, Venetz et surtout De Charpentier. affinent cette nouvelle théorie glaciaire qui sera suivie par Agassiz, Mgr Rendu, etc...

les partisans des deux écoles vont s'affronter jusqu'vers le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle où l'hypothèse glacialiste est presque universellement acceptée.

En étudiant le climat, la végétation, les dépôts de liquites sont décrits et analysés [Hollander - Vivien]

La théorie glaciaire est reprise et détaillée. Penck et Bruckner publient en 1901 - 1906 un traité qui fera autorité pendant des décennies : "Les Alpes à l'époque glaciaire" où ils admettent quatre complexes glaciaires : Günz, Mindel, Riss, Würm

Les divergences de vue sont accentuées : L. de Lamotte (1901) développe la théorie eustatique et réfute celle qui fait dépendre la formation de nappes alluviales et des terrasses des oscillations des glaciers.

Puis les auteurs vont s'affronter sur les théories mono- et polyglacialistes, sur le nombre et l'importance des récessions (Neowürm de Kilian), interstades, oscillations climatiques

Actuellement la tendance s'oriente vers une recherche plus systématique : préhistoire, paléontologie, analyses sporopolliniques et malacologiques, datations au <sup>14</sup>C, permettent des reconstitutions paléogéographiques et paléobotaniques ; ce sont autant d'outils nouveaux qui viennent compléter la simple observation morphologique et stratigraphique pour l'étude du Quaternaire.

II-3. méthodes d'étude - Difficultés de datations et de corrélations

a) stratigraphie

Dans l'étude du Quaternaire, comme dans toute

-4-

étude géologique, la stratigraphie reste la méthode de base

b) morphologie

L'étude de photos aériennes montre clairement les dépôts quaternaires à morphologie typique : terrasses alluviales, cônes de déjection, moraines frontales, etc... Elle doit nécessairement être menée de front avec l'observation directe.

c) datation absolue

Les datations de matière organique au  $^{14}\text{C}$  et  $^{13}\text{C}$  enrichi (période : 5600 ans) donnent des âges minimums fiables. Des problèmes de pollutions et d'étalonnage empêchent souvent une bonne approximation.

d) analyse sporopollinique

Elle est utilisée à des fins de reconstitution du paysage végétal, et de son évolution. On a souvent colonisation, prédominance, puis dégradation d'une forêt dont les essences reflètent les conditions climatiques plus ou moins tempérées pendant lesquelles se sont déposées tourbes et liquites.  
Précaution : les vents pourraient avoir disséminé au loin certains pollens et spores.

e) fossiles animaux et restes végétaux

Animaux et végétaux sont adaptés à leur environnement - la présence de fossiles dans les



sédiments permet parfois la datation (espèces froides disparues) et la reconstitution de l'environnement (ex: faune malacologique lacustre, essences d'arbres particulières, etc...)

§) conclusion

Malgré les différentes méthodes d'étude complémentaires, il reste à éclaircir de nombreux problèmes de chronologie et de corrélation. Certains auteurs affirment qu'une variation de température de quelques degrés suffit à faire remonter les glaciers de plusieurs centaines de mètres. On comprend alors mieux l'abondance de stades de recul, de stagnation et d'avancée des glaciers; stades qui ne sont pas toujours corrélables régionalement mais fortement tributaires du "microclimat" de chaque vallée

24

### III Les vallées alpines et leur remplissage

Dans les parties amont des vallées de Savoie et de Haute Savoie, qui présentent souvent un chapelet de bassins de surcreusement entre des terrons glaciaires plus resserrés, le remplissage ne montre pas de dépôts infra-morainiques. Les produits de comblement des bassins sont constitués par la moraine wurmienne, argileuse à blocs, des alluvions para-glaciaires wurmiennes et les alluvions récentes granoclassees.

Ce n'est que dans les parties basses des vallées, et plus particulièrement dans la vallée du Rhône à l'avant du bassin tertiaire, que des sédiments plus anciens ont pu être conservés (moraine rissienne et "alluvion ancienne" sous morainique). On retrouve des lambeaux de cette moraine inférieure surmontés de l'"alluvion ancienne", dans lesquelles sont emboîtées les formations wurmiennes et post-wurmiennes par un jeu de sillons noyés dans l'avant pays molassique.

### IV Chronologie succincte des événements quaternaires

a) Les plus anciens témoins dateraient du Riss. Il s'agit d'une moraine de fond très argileuse et très compacte. On en retrouve des lambeaux dans la région genevoise (Hermance, Pont Balin - Bois de la Bathie, Pont Carnot)

e) Après le retrait des glaciers va suivre une période  $\neq$  intermédiaire d'érosion - avec creusement des vallées pré-wurmiennes.

- 7 -

Certaines de ces vallées seront réutilisées dans leur totalité ou par tronçons après le Würm, d'autres comblées et définitivement abandonnées.

- Les cuvettes de Genève et de Chambéry sont envahies par de vastes plans d'eau dans lesquels sont se déposer argiles et liquites interglaciaires.

3) Suite à cette période tempérée, une nouvelle offensive froide va ramener les glaciers dans les basses vallées. Toutefois la glaciation würmienne aura moins d'ampleur que la précédente dont elle laissera intacte les "moraines externes".

Les sables et argiles lacustres de Collonges qui ont fait élaborer à Kilian (1911) l'hypothèse du "Néo-Würm" sont en réalité antérieures aux moraines würmiennes - Le Würm est donc une glaciation unique et ne présente que des interstades locaux de stagnation ou d'avancée ponctuelle lors du retrait général des glaces - Ainsi ont été définis les interstades de Paudorf, Tursac, etc., caractérisés par des sables, argiles et liquites datés par "C" ou des analyses sporopolliniques.

4) La phase de régression finale s'accompagne d'un alluvionnement de sables et graviers. Le réseau hydrographique reprend son rôle érosif, abandonnant des portions de son ancien tracé, et donnant tout un réseau de vallées épigéniques.

A cette période post-glaciaire s'édifie le remplissage holocène à tendance tourbeuse des petites

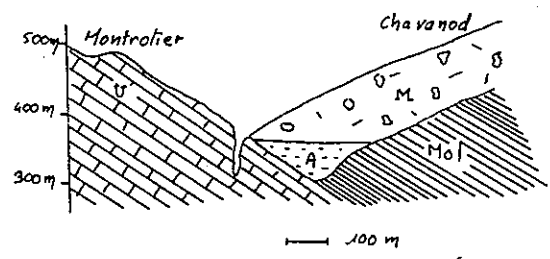
dépressions, les cônes de déjection alluviaux, les éboulis de gravité et les terrasses fluviales récentes emboîtées (ex: Terrasses de Thonon)

### V Les vallées épigéniques

À la suite de l'époque glaciaire würmienne, on assiste à des phénomènes de surimposition, les rivières n'empruntant que par tronçons leur ancien tracé. Les tracés anti-würmiens ont pu être retrouvés par l'accumulation sous-morainique d'alluvions, généralement conglomérés vers le sommet. La nature de ces alluvions est très proche de celle des alluvions actuelles et l'on peut les attribuer par analogie à leur cours d'eau originel respectif.

On peut noter que les rivières actuelles, là où elles empruntent leur ancien tracé, ont creusé leur lit latéralement à la vallée ancienne.

Exemple: Les gorges épigéniques du Fier.



Gorge épigénique du Fier (cf. Fénck & Brückner - 1901-1906)

- U : calcaire urgonien
- Mol : molasse
- A : alluvions sous-morainiques conglomérées
- M : moraine

Quelques exemples de vallées préwurmiennes

1) la Valserine empruntait une partie de la vallée du Rhône en amont de Seyssel

2) Le Rhône, quant à lui, traversait le plateau de Clarafond depuis Bange, suivait le cours actuel des Usés, avant de confluer en amont de Seyssel avec la Valserine

(voir fig.)

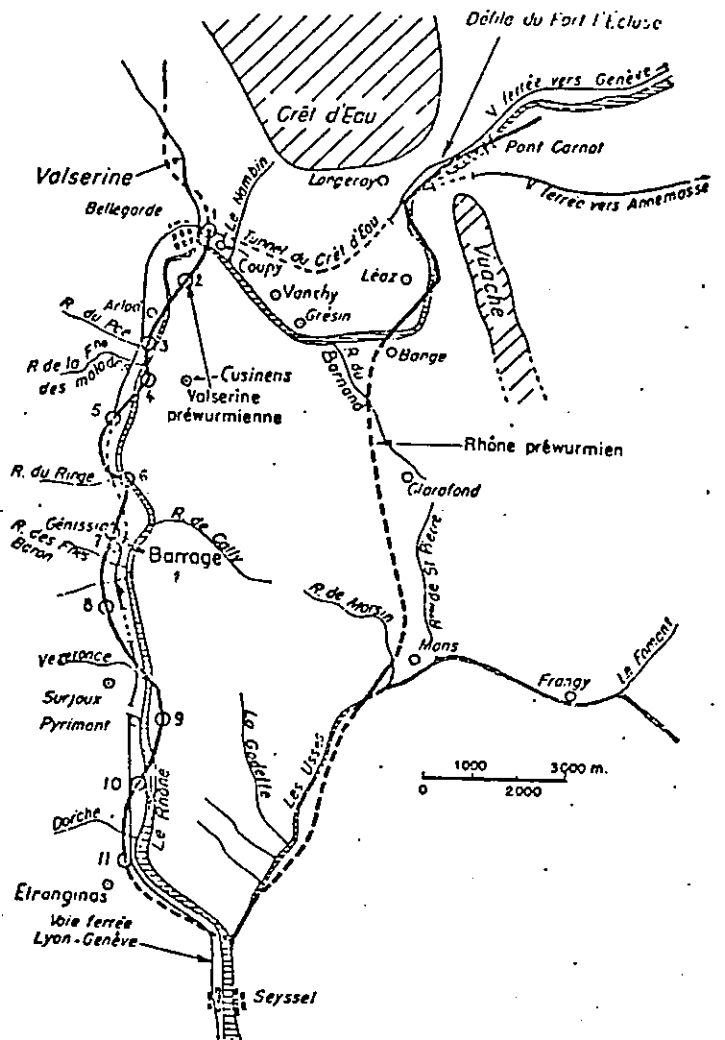


Fig. 4. — Tracé d'ensemble des anciennes vallées préwurmiennes du Rhône et de la Valserine.  
Les cercles numérotés de 1 à 11 indiquent les « points géologiques » énumérés dans le tableau ci-contre.

3) la forte épaisseur de graviers rencontrés par sondage dans la vallée de l'Alé (petit affluent rive gauche du Fier) pourrait avoir été accumulée par un ancien Chéran longeant le Semnoz pour se jeter dans le Fier en aval de la montagne d'Age

B - Deuxième partie : Etude régionale

# I la région amécienne et la vallée du Fier.

## Situation géographique

Le lac d'Amécy occupe une cuvette située à la limite entre le Jura et les chaînes subalpines. Aujourd'hui drainé vers le Rhône par le canal du Thiou se jettant dans le Fier, l'histoire glaciaire semble lui conférer des relations avec d'autres vallées.

## les différentes formations

- des alluvions routées sous la moraine, vidués en conglomérat, le long de la vallée du Fier à l'aval d'Amécy

- la moraine argileuse à blocs de trois types:  
• à éléments cristallins de type Arve  
• à éléments métamorphiques et conglomérat polygénique issus des vallées de Roseland-Beaufort.  
• à éléments locaux

- Deux niveaux d'argiles à lignites situés au lieu dit 'Bout du lac':

• celui du bas est interstratifié dans des marnes bleues et galets routés

• l'autre, situé 35 mètres au dessus du niveau du lac dans le lit du ruisseau de Chevilly, sous la moraine

- Des alluvions fluvio-glaciaires de remplissage et de vastes cônes de déjection (plaine des Fins)

## Essai de reconstitution

Avant la glaciation würmienne le Fier remplit son cours à l'aval d'Anney d'alluvions routées qui seront ensuite indurées par le passage des glaciers.

Les liquites du Bout du Lac appartiendraient à l'interglaciaire Riss Würm d'après F. Bourdier (1964) ou d'une oscillation début Würm pour le niveau de Chevilly dont la flore diffère du niveau inférieur.

Au maximum de la grande glaciation du Würm, deux glaciers confluent dans la cuvette annécienne.

- une branche Sud du glacier de l'Arve franchissant le col d'Evreaux
  - un glacier en provenance de la région de Beaufort-Roselend.
- L'altitude atteinte par leurs moraines ne dépasse pas 300 mètres et les vallées hautes étaient occupées par des glaciers locaux.

La déglaciation s'accompagne d'épandages fluvo-glaciaires. Le lac qui s'étendait de la Balme de Sillingy à Faverges va progressivement être comblé par le Fier qui édifie un grand cône de déjection: la plaine des Fuis.

Suite au comblement, on a abandon de deux émissaires:

- l'un en direction de Franzy et des Ussets (Kilian, 1921)
- l'autre au Sud Est en direction de Faverges.

Le drainage définitif va se faire par le Fier, grâce à la capture au niveau des Gorges de Louaguy combinée à l'érosion régressive.



J.C. Deléau (1974) définit un peu hâtivement deux glaciations locales  $gl_1$  et  $gl_2$ , postérieures au maximum glaciaire, et basées sur les cotes des terrasses.

Il place le dépôt des lignites à l'interstade  $gl_1$ - $gl_2$ , ainsi que le début du comblement lacustre. Celui-ci s'achèverait au post-glaciaire, de même que la capture des eaux par le Fier.

## II la cluse de Chambéry et le Val du Bourget

### a) situation géographique et conséquences

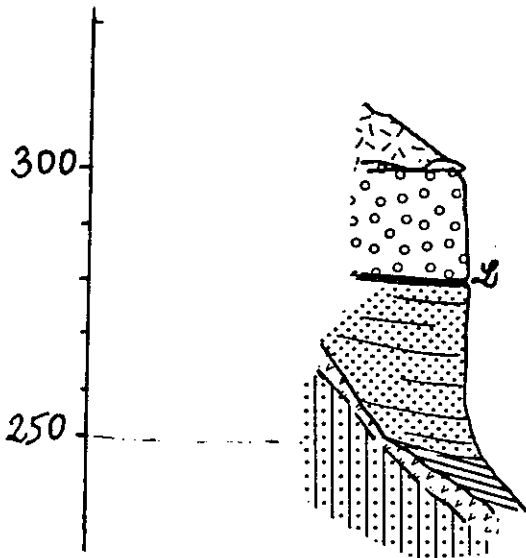
C'est une vallée située obliquement entre Rhône et Isère, dont le fond est actuellement occupé par le lac du Bourget. Cette disposition lui fait subir, au Würm, l'influence de deux diffusions glaciaires dont l'affrontement limitait la vitesse de déplacement et par suite le pouvoir érosif. R. Vivian et M. Rieg (19) ont déterminé par analyse de minéraux lourds l'extension respective des deux branches :

- influence iséroise pour les dépôts de la cluse de Chambéry, Val du Bourget et jusqu'au col de la Biolle.
- influence rhodanienne pour l'Albarnais, la Gantagne et l'ombilic du Bourget

### b) bref historique

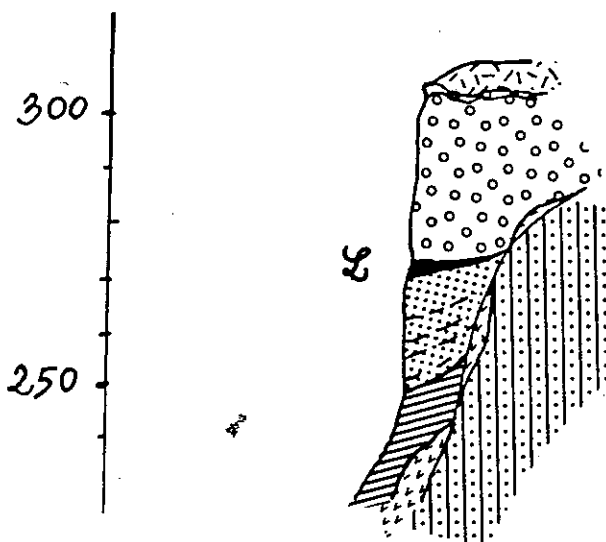
Les liqutes de la région chambérienne furent longtemps exploitées. La première description précise est due au Cardinal Biliot (1823). Malgré de nombreuses controverses, la plupart des auteurs considéraient les liqutes comme pré-glaciaires. Vivian (1895-96) découvre un dépôt morainique sous les liqutes. Il les rapproche donc des liqutes suisses interglaciaires. Nigam en fera du Néowürm. Penck (1905) parle d'un interstade würmien. Révil dans sa thèse (1911-1914) donne une vue d'ensemble qui ne sera guère modifiée ultérieurement.

BANQUETTE DE **Voglans**



- Moraine supérieure (würmienne)
- Alluvions fluviales
- Argiles à lignites
- Sablons lacustres
- Argiles "varvées" lacustres
- Moraine inférieure (rissienne)
- Substratum miocène

BANQUETTE DE **"Le Fromaget"**



- Moraine supérieure (würmienne)
- Alluvions fluviales
- Argiles à lignites
- Sablons lacustres
- Argiles "varvées" lacustres
- Moraine inférieure (rissienne)
- Substratum miocène

(d'après G. Nicoud, 1981)

c) description stratigraphique

- A la base, on a une moraine argileuse reposant directement sur le substratum. Elle est visible au Fromaget et de part et d'autre du plateau seuil des Marches qui correspond sans doute en outre à une remontée du substratum.

- Au dessus, et reposant sur des sables fins, on a des argiles varvees bleues (La Cassine - Le Bourget du Lac). Ces argiles passent progressivement vers le haut de la serie à des siltés argileux, ou sables (La Cassine) puis deviennent de plus en plus grossiers.

- Des couches palustres à ligules plus ou moins feuilletées se retrouvent dans toute la vallée, les niveaux étant parfois décalés par tassements et glissements.

- Un puissant niveau sablo graveleux, à galets essentiellement cristallins, temoigne d'une phase franchement fluviale.

- La moraine wurmienne argileuse à blocs raviné et tapisse les dépôts antérieurs.

d) Tentatives d'interprétation

Suite au retrait du glacier nissien, un vaste lac s'installe, débordant probablement le seuil des Marches et

noyant la vallée du Grésivaudan.

Des dépôts lacustres finement lités se mettent en place dans les zones calmes (La Cassine), équivalentes des argiles varées d'Eybens. Ils sont surmontés par des sables argileux (Le Fromaget).

Le comblement progressif du lac conduit à un épisode palustre avec dépôts liquiteux (La Bourse, Chambéry, Voglans, Sonnaz dans la vallée du Tillet). En 1934 Gignoux, Loret et Moret constatent la similitude de position stratigraphique des liquites chambériens et des charbons feuilletés suisses. Ils sont alors attribués à une époque antérieure au Würm. En 1951, G. Lémée définit d'après ses analyses polliniques, trois phases forestières pour les tourbes et charbons feuilletés de Savoie: installation, prédominance puis dégradation et recult de la forêt; il conclut à une oscillation chaude de l'intervalle Riss Würm, antérieure au stade d'Armoq. Des analyses plus récentes au "C enrichi" ont montré que ces couches liquiteuses se seraient déposées au début du Würm (Haunss, Von Vicenzawald, Million-Rousseau, 1978) à La Croix Rouge (61700 BP) et La Flachère V. A. (65300 BP). La carrière de Voglans, le banc inférieur (≥ 42200 BP) pourrait dater d'un interstade rissien. A Pessey-Sonnaz, les deux bancs ont été datés respectivement de 51900 et 42800 BP; il pourrait s'agir du même ayant glissé sur le versant.

Vient ensuite un épisode franchement fluvial de sables et galets roulés débordant le seuil des marches et amonçant le glacier würmien.

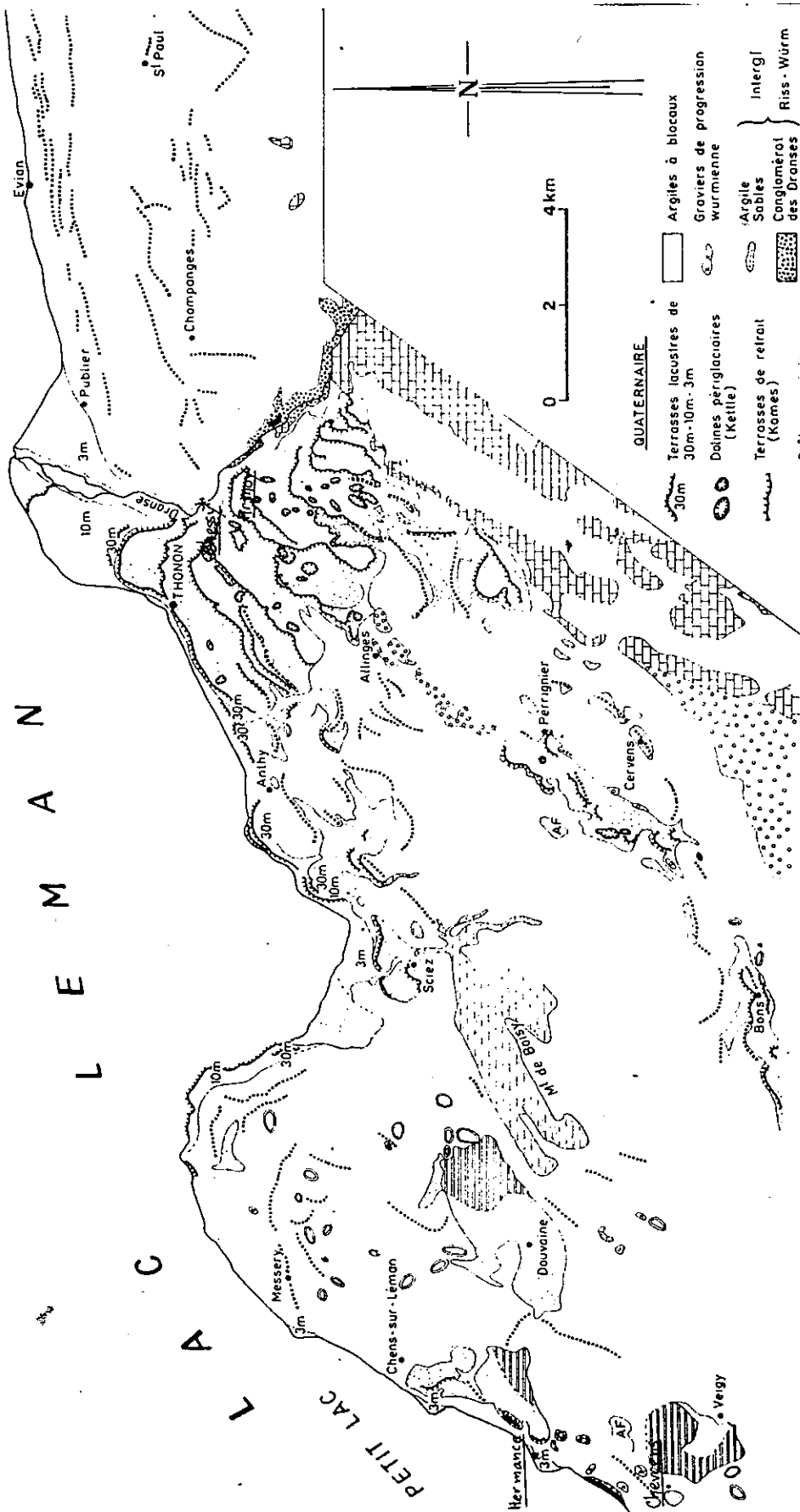
La moraine terminale recouvre tous les dépôts antérieurs.

G R A N D L A C

L E M A N

P E T T I T L A C

P E T T I T L A C



**QUATERNAIRE**

- Terrasses lacustres de 30m-10m-3m
- Dolines periglaciaires (Kettle)
- Terrasses de retrait (Kamés)
- Crête morainique
- Drumlin
- Argiles à blocaux
- Grovières de progression wurmienne
- Argile
- Sables
- Conglomérat des Dranses
- Intergl
- Riss - Würm
- Moraine du Riss

**SUBSTRATUM**

- Sables d'Excenevez
- Argiles feuilletées
- Remplassages argileux des dépressions wurm.
- Grovières fluvioglaciaires
- Molasse
- Nappe ultrahelvétique
- Nappe des préalpes médianes

**CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU BAS - CHABLAIS**

(in *Vial - 1936*)

### III La vallée de la Dranse et le Bas Chablais

#### 1. Localisation géographique

sou carte géologique simplifiée du Bas-Chablais

#### 2. Historique

Voilà plus d'un siècle Morlet (1854) individualisait deux stades glaciaires séparés par un niveau repère : le conglomérat des Dranses. Depuis, les dépôts quaternaires de la vallée de la Dranse et des environs de Honon-les-Bains ont été l'objet de nombreuses études : Fabre (1864), Gaquebin (1937), G. Lémée (1951), Burri (1963), Blatoux-Brun (1966), Bakatowicz-Gue-Siwertz (1970), Vial (1976), Brun (1977), etc...

#### 3. Description stratigraphique

##### a) la moraine ancienne

- A Chevrens, en bordure du lac, moraine argileuse grise à blocs

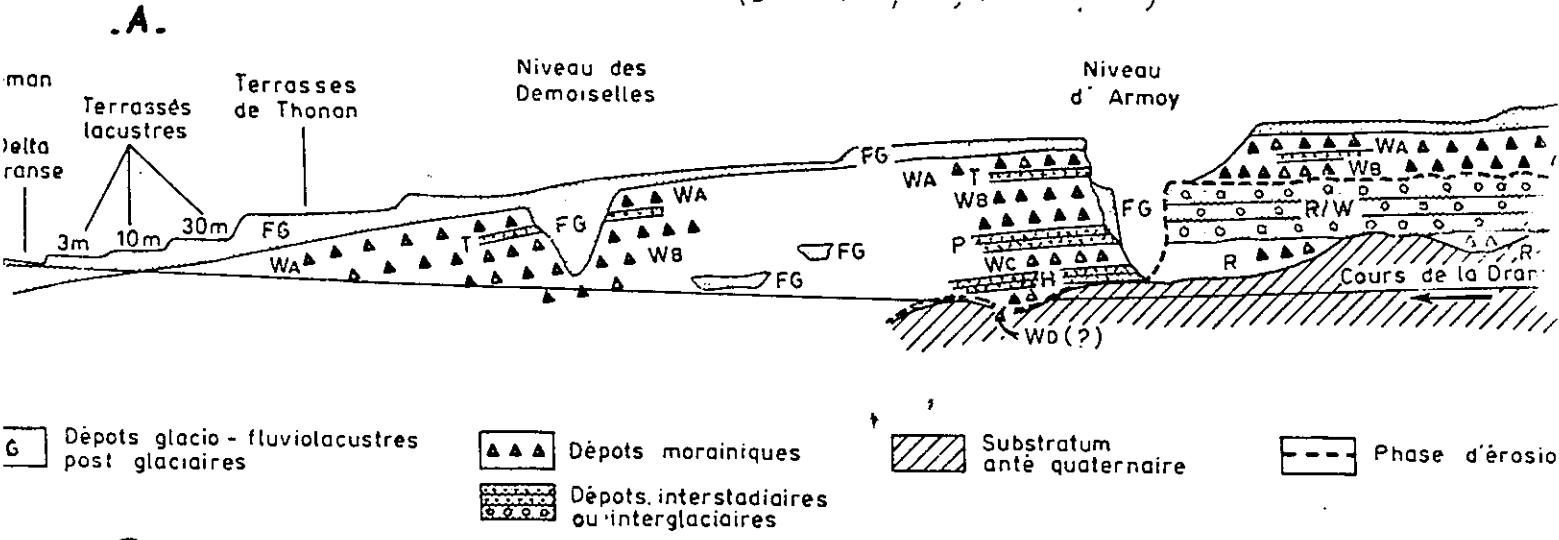
- Dans la vallée de la Dranse : il existe deux affleurements d'argile de fond bleue à galets striés et blocs, sous le conglomérat des Dranses

##### b) l'interglaciaire Riss-Wurm

- A Chevrens et Hermance : argile grise micacée, feuilletée, à intercalations de sables jaunes. Formation d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, plus sombre à la base

- Dans la vallée de la Dranse : 50 à 150 mètres

# ESSAI D'INTERPRETATION DU QUATERNAIRE DES DRANSES (Bakalowicz, Olive, Siwertz : 1970)



**B.**

A. MORLOT (1854 - 1868)	A. FAVRE (1867)	E. GAGNEBIN (1937)	F. BOURDET (1962)	M. BURRI (1963)	B. BLANCH A. BRUN (1965 - 1967)	M. BAKALOWICZ - Ph. OLIVE E. SIWERTZ (1970)
Alluvion récente	Terrasses de Thonon	Terrasses de Thonon	W <sub>2</sub> Terrasses = retrait wurmien	W <sub>2</sub> Terrasses de Thonon et Moraine	G <sub>4</sub> Terrasses de Thonon et moraine	Terrasses de Thonon et série du Léman
Glacière récente	Glacière récente avec sables et tourbe interstratifiés	Moraine wurmienne	Moraine wurmienne	Moraine	G <sub>3</sub> Sables et argiles (Sionnex) (22 500 ans)	Moraine
			W <sub>2</sub> (Paudort) Tourbe d'Armoiy (>21 000 ans)	W <sub>2</sub> Sables du Pont de la Douceur et niveau d'Armoiy	G <sub>3</sub> Moraine	Silt à mollusques et végétaux
			Moraine wurmienne	W <sub>1</sub> Moraine	G <sub>2</sub> Moraine stratifiée	Moraine
					G <sub>1</sub> Argiles sableuses lignifiées (>30 000 ans)	Sables et argiles
					G <sub>1</sub> Moraine argileuse	Lignite d'Armoiy (>30 000 ans)
Alluvion ancienne (= conglomérat)	Alluvion ancienne (= conglomérat)	Poudingue des Dranches	Erosion / Conglo. / Consolid. / Dépt. / Dranches	W <sub>1</sub> Conglo des Dranches		Moraine
Glacière ancien	Glacière ancien-glisement du glacière récent	Moraine rissienne	Moraine ancienne (Riss?)	Erosion R-W		Sables et argiles
						Lignite d'Armoiy (>30 000 ans)
						Moraine
						Cimentation puis érosion du conglomérat
						Dépot du conglomérat des Dranches
						Moraine
						Creusement d'une Râ-Dranse

**A.** Coupe interprétative de la Dranse

**B.** Tableau récapitulatif des interprétations de la coupe de la Dranse



de galets stratifiés conglomérés en poudingue et formant falaise. On retrouve un conglomérat de même type à la base du sondage de Chessy (H. Dray, 1970).

c) la deuxième glaciation

la glaciation wurmienne a laissé de nombreux affleurements

- A Chevrens, formation sablo-graveleuse à stratification entrecroisée sur 20 mètres d'épaisseur. Puis 5 mètres d'argile bleue à blocs et galets striés

- A Hermance, au dessus de cette formation on a un conglomérat, passant à des galets meublés en amont de l'Hermance, sur une quinzaine de mètres. Trois mètres d'argile à blocs, puis des sables fins à litage entrecroisé

- Dans la vallée de la Dranse, le conglomérat est surmonté d'une puissante formation argileuse dont les intercalations sablo-argileuses ont été datées au <sup>14</sup>C. De bas en haut on a (d'après Bakalowicz, Olive, Siwertz, 1970) :

- moraine argileuse à blocs (Würm D)
- sables et argiles - niveau <sup>des lignites</sup> d'Armoz (> 30000 ans = interstade d'Hengelo)
- moraine argileuse stratifiée (Würm C)
- sables et argiles - niveau des Tombes d'Armoz (> 21000 ans = interstade de Paudorf)
- moraine argileuse à blocs (Würm B)
- silt à mollusques et végétaux (interstade de Tursac)

. moraine argileuse à blocs (Würm A)  
 Surmontant le tout, des sables et graviers à litage entrecroisé forment les terrasses de Thonon.

Quelques lambeaux morainiques se retrouvent sur les terrasses

4. Interpretation (fig)

a) la moraine ancienne, d'après sa position stratigraphique sous le conglomérat des Dranses, serait rissienne

b) Dans les coupes de Chevrens-Hermance, les argiles feuilletées seraient l'équivalent, d'après Jayet (1966) des marnes à liquites de Genève et de Chambéry, et les cailloutis sus-jacents équivalents à l'"alluvion ancienne"

L'alluvionnement donnant naissance au conglomérat des Dranses a été rendu possible par un barrage à l'aval dû au stationnement du glacier du Rhône dans la cuvette lémanique. Burri (1963) remarque une continuité de sédimentation lors du passage de la moraine ancienne au conglomérat, ce dernier serait donc une alluvion de retrait fin-Riss, ou franchement interglaciaire

L'érosion et la striation du sommet de la formation implique une consolidation avant ou pendant

l'avancée du glacier wurmien.

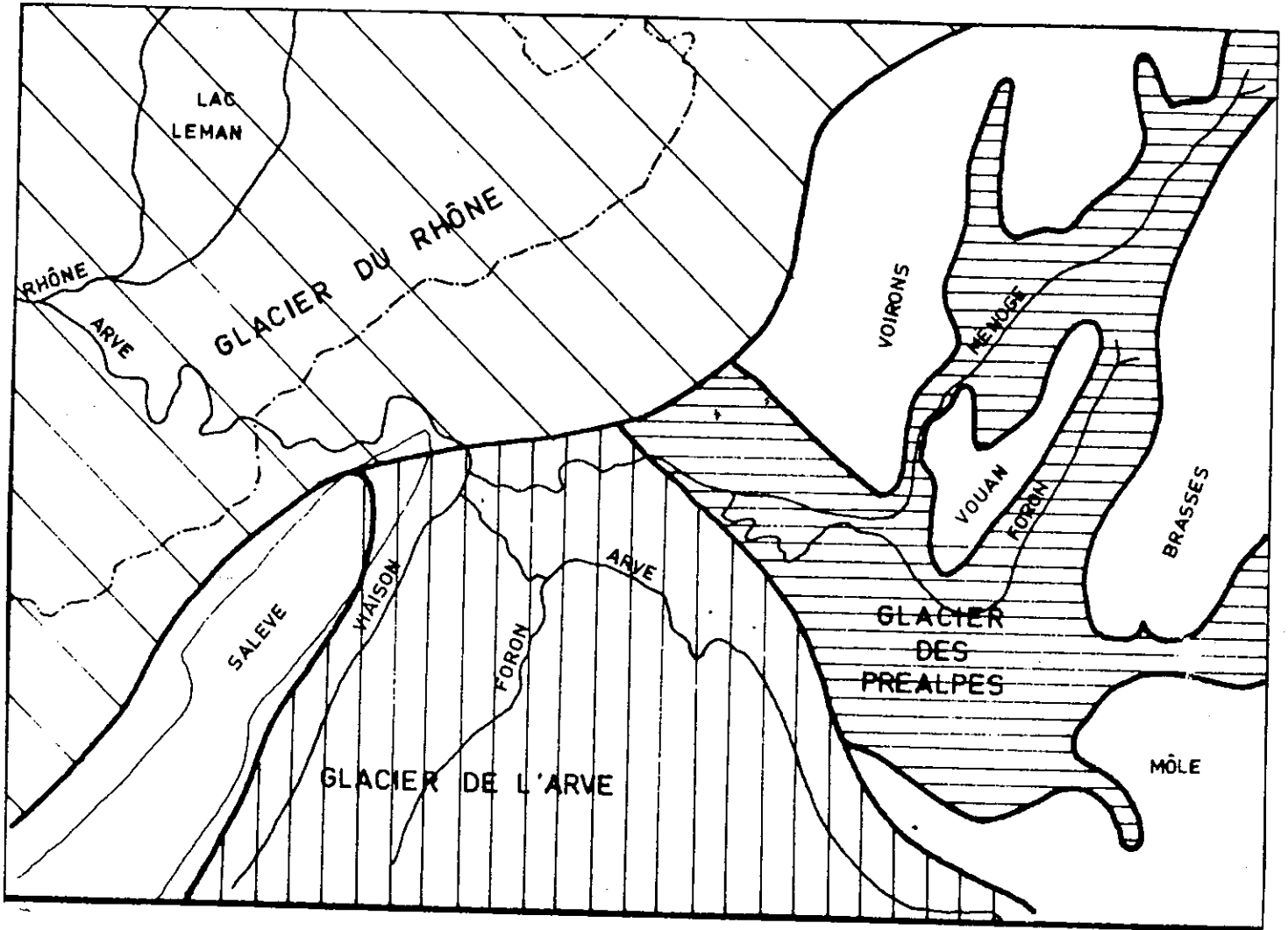
On peut noter que ce conglomérat est strictement limité à la vallée actuelle et pré-wurmienne de la Dranse

c) Dans la moraine wurmienne, les interstades argilo-sableux ont permis une datation précise - les niveaux sableux ont une importance hydrogéologique ils constituent l'aquifère de la nappe des eaux minérales d'Evian (Blaboux - 1966)

Les sables et graviers surmontant la série présentent une stratification fluvio-deltaïque et contiennent de gros blocs mal routés, parfois striés. Il s'agirait donc d'un dépôt dans un plan d'eau à proximité du glacier. Le glacier du Rhône formerait un barrage à l'aval où les cours d'eau des préalpes déposeraient sous forme de deltas leurs matériaux. Des terrasses d'altitude différente se seraient ainsi formées, en suivant la fonte progressive du glacier lors du retrait wurmien (Vial, 1975).

5. Conclusion

Les datations absolues ont permis de bien cerner la moraine wurmienne. Des incertitudes persistent quant au rapport entre les moraines et le conglomérat. La série de la moraine supérieure, très complète dans la coupe de la Dranse pose des problèmes de corrélation avec les coupes environnantes beaucoup plus réduites.



SCHEMA DE SITUATION DES DOMAINES GLACIAIRES AU MAXIMUM DU WÜRМ  
(in Karnay - 1980)

## IV la vallée de l'Arve - Région d'Annemasse

### a) localisation géographique

L'Arve est un affluent du Rhône où elle se jette en rive gauche, un peu en aval du Lac Léman. Elle reçoit plusieurs affluents importants : le Toron, la Mênoge et le Viaison

### b) historique

La région présentant peu de coupes naturelles, seules quelques structures particulières ont fait attiré l'attention des géologues. La plaine des Rocailles étudiée par Wilian (1914) et Delbecque (1908); les blocs erratiques élevés du Salève (Jayet, 1968). On peut citer les travaux de C. Armand et J.C. Fourneau (1977), Amberger (1978), et les Atises de C. Armand (1978) et G. Karnay (1980) où les chapitres traitant des formations quaternaires sont surtout basées sur des considérations morphologiques.

### c) les domaines glaciaires

Dans ce secteur on est amené à considérer trois zones : (voir schéma)

- domaine du glacier du Rhône
- domaine du glacier de l'Arve
- domaine du glacier de la Mênoge (Armand) ou des Préalpes (Karnay).

### d) description morphologique et stratigraphique

#### 1) le Quaternaire ancien

les témoins les plus anciens seraient les blocs

erratiques isolés sur les crêtes du Sabève. Il n'existe pas de traces de leur moraine originelle qui a dû être totalement lessivée. Ces blocs supposés du Würm II pour Jayet (1968) seraient rissiens d'après Karnay (1980).

Des forages effectués dans le sillon de l'Arve montrent de bas en haut le remplissage suivant:

- argile à blocs très compacte, correspondant à la moraine de fond rissienne, directement sur le substratum.
- formation sablo-graveleuse plus ou moins indurée, correspondant au comblement alluvial interglaciaire
- argiles bleues à graviers, correspondant à la moraine de fond würmienne.

2) le glacier de l'Arve

Les flancs de la vallée de l'Arve sont recouverts d'une moraine à blocs calcaires et cristallins.

La vallée suspendue de Monnetier-Mornex, entre Petit et Grand Sabève est tapissée de moraine. Elle serait due à l'érosion rissienne d'une apophyse glaciaire (Karnay - 1980)

Le replat d'Esserts-Sabève est constitué d'une moraine argileuse à galets. Il s'agit d'une terrasse de stagnation würmienne (Armand-Tourneaux - 1977).

Le fond de la vallée est occupé par une moraine sablo-graveleuse, formant des drumlins.

La plaine des Rocailles, vaste croissant jonché de blocs Urgoniens écroulés dans la vallée du Borne et transportés sous forme de moraine superficielle correspond sans doute à une ultime avancée lors du retrait würmien. Elle

délimite à l'amont la terrasse de Contamines, et à l'aval la terrasse d'Arthaz, vaste cône de déjection frontal, formée d'une moraine argileuse à galets striés surmontée d'une formation graveleuse à cailloutis bien roulés.

3) domaine glaciaire de la Ménoge ou des Préalpes  
Le glacier würmien des Préalpes dépose une moraine de fond argileuse à galets striés.

Le bourrelet morainique frontal de la Tour constitue un dernier stade de récurgence ou de stagnation würmienne. Il est relié à l'aval à la terrasse de Fillinges-Arpiquy, à alluvionnement de galets roulés, correspondant à un cône de transition frontal du glacier.

La terrasse de La Berque-Loex est du même type que la précédente; elle est délimitée par des bourrelets morainiques de Craves-Sales, La Berque et Loex.

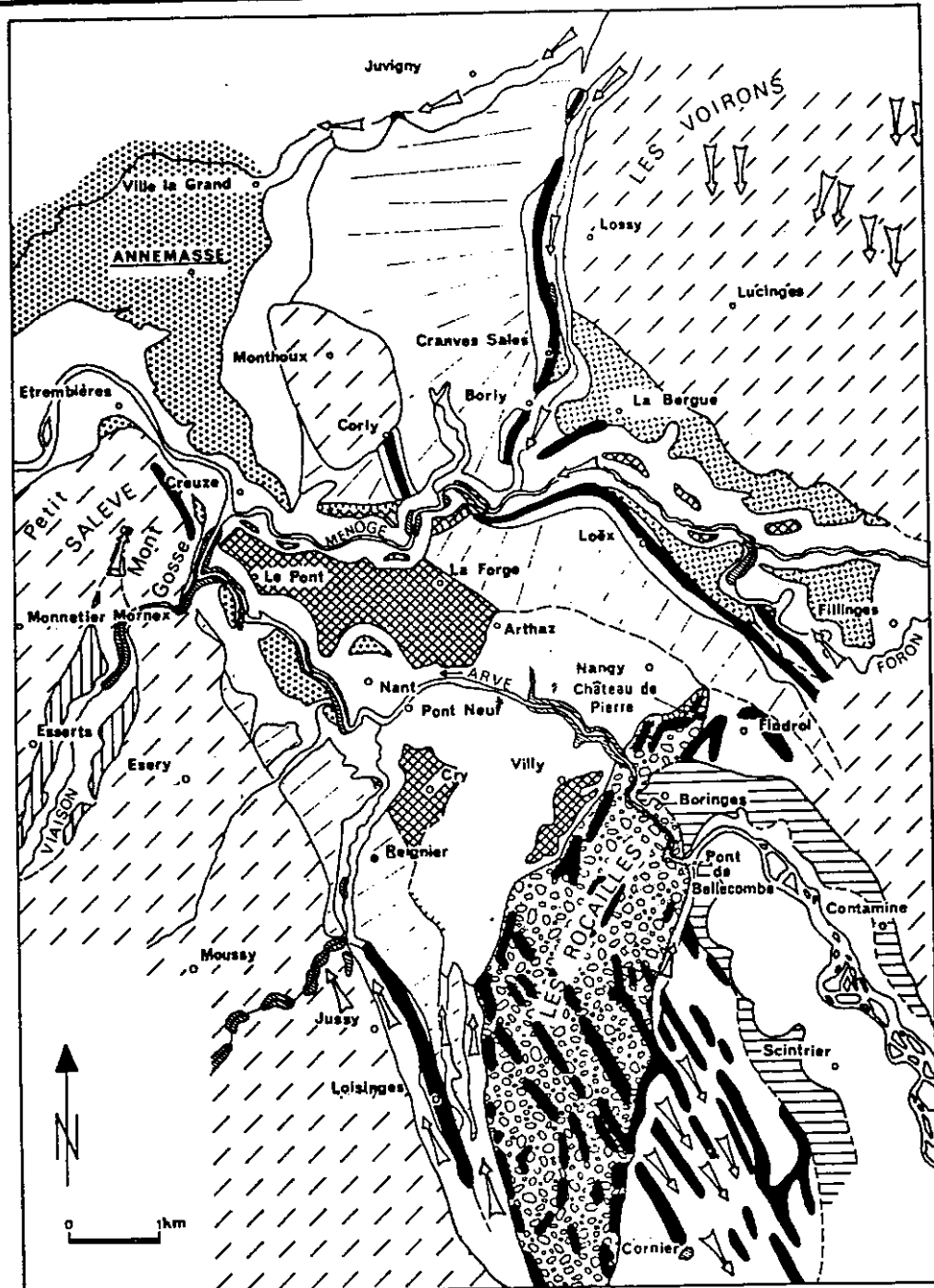
4) domaine glaciaire du Rhône

Les dépôts sont caractérisés par des argiles grises ou beiges à blocs épars, parfois striés, de nature polygénique (cristallins, métamorphiques, grès et calcaires).

- A l'amont d'Annemasse on a un dispositif moraine-chenal marginal au glacier du Rhône.

Le chenal de Craves-Sales Machilly-Ville la Grand passe au cône de déjection frontal d'Annemasse  
Celui de Craves-Sales alimente la surface d'Arthaz

- A l'aval d'Annemasse, l'épaisseur de la moraine



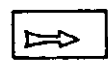
**LEGENDE**



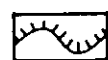
cours d'eau.



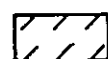
bourrelets et talus morainiques.



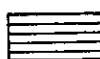
chenaux glaciaires.



abrupt de terrasse.



flancs de la vallée de l'Arve.



terrasse de Contamine.



formation des "Rocailles".



terrasse d'Annemasse.



terrasse d'Arthaz et ses bordures.



terrasse de La Bergue.



terrasse d'Esserts.



affleurements du substratum molassique.

**CARTE RECAPITULATIVE DES PRINCIPALES FORMATIONS QUATERNAIRES**



s'accroît en s'éloignant des flancs du Salève

Au Pas de l'Échelle, on a une moraine mixte reprenant des éboulis cryoclastiques. Ce sont les graviers constitués de matériau glaciaire local décrits par Joukovsky et Fabre (1913). On retrouve une formation du même type plus au sud au pied du Salève.

On peut noter l'existence du chenal glaciaire d'Arande en direction de St Julien en Genevois

e) essai de reconstitution chronologique (voir fig.)

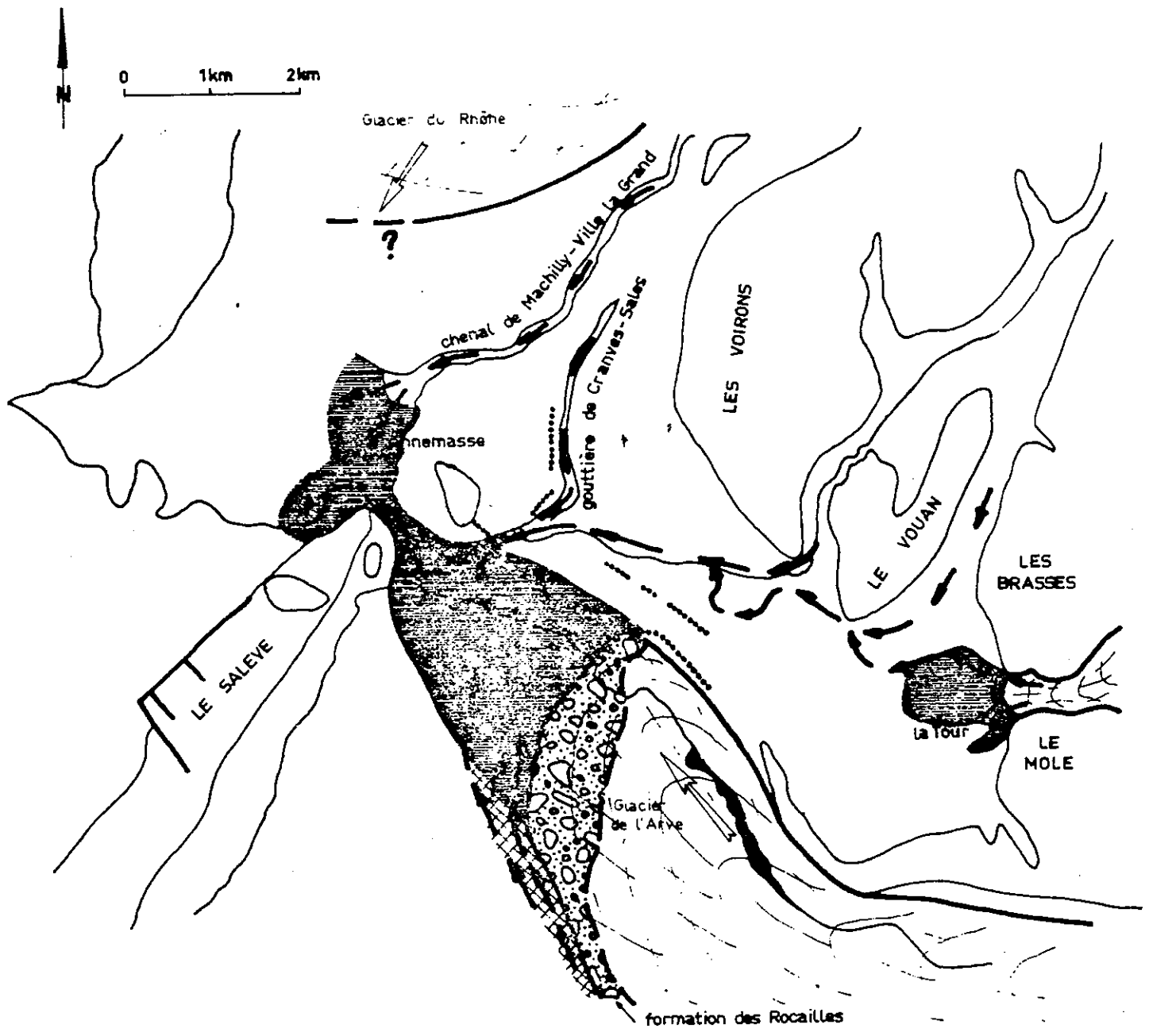
On a peu de données sur le Quaternaire ancien dont les dépôts ont été balayés lors de la poussée wurmienne. Au Ruis le glacier devait recouvrir au moins jusqu'à 1100 mètres les massifs des Voirons et du Salève (blocs erratiques du Salève, datés du Würm II par Jayet)

lors du retrait russe, façonnement par une langue résiduelle de la vallée perchée de Monétier-Mornex.

Comblement interglaciaire (argile, sables, graviers) des sillons surcreusés.

L'arrivée wurmienne décape les dépôts antérieurs qui ne seront conservés qu'en altitude et dans les sillons profonds. Le glacier tapisse les vallées de sa moraine de fond (ex: comblement de la vallée du Viaison). Le glacier du Rhône creuse les gouttières du flanc Ouest des Voirons.

Le retrait progressif des glaciers est marqué par des bourrelets frontaux de moraines de retrait, délimitant des terrasses, et des cones de transition



FIN DU RETRAIT WÜRM

Edification des surfaces de La Tour, Arthaz, et Annemasse  
 Dépôt des "Rocailles"

(in Karnay-1980)

fluvio-glaciaires. C'est à cette époque également que s'édifient les drumlins d'accumulation (Loix, Les Béques, Pouilly).

Le dernier stade connu est celui des Rocailles, où un éboulement est abandonné sous forme de moraine fronto-latérale. A ce stade, le glacier de l'Arve alimente la surface d'Arthaz; le glacier des Préalpes alimente probablement le complexe frontal de La Tour; le glacier du Rhône alimente le cône de déjection d'Annemasse. (fig)

Rq

les études ayant servi à rédiger ce chapitre sont des observations lithologiques et morphologiques. Si la chronologie des événements glaciaires semble plausible, l'absence de datation nous paraît une lacune.

Deux affleurements de la moraine rissienne

fig 1: Pont Carnot (Gignoux - Mathian)

fig 2: Coupy (Jayet)

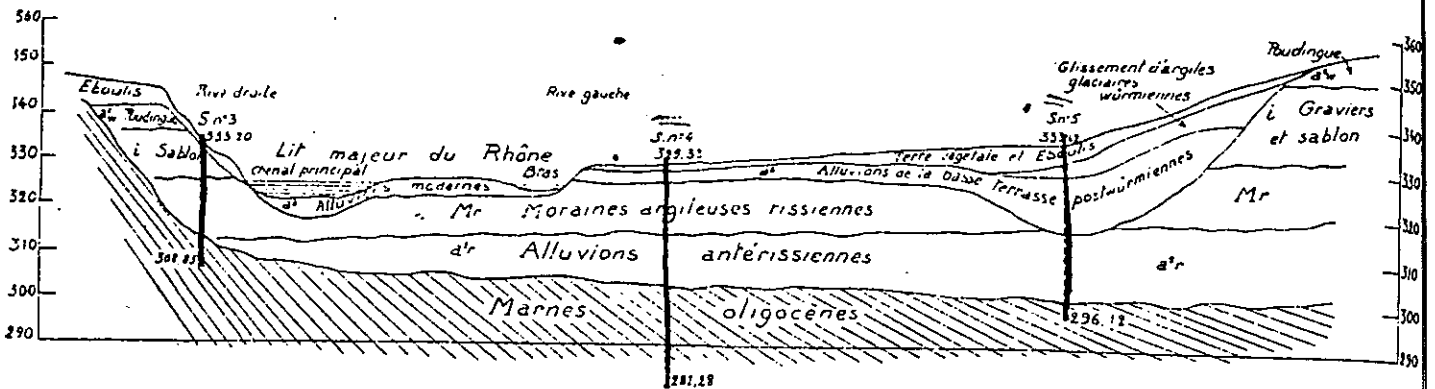


Fig. 1. — Profil passant par les sondages S3, S4 et S5 à 600 m. en amont du Pont Carnot.

La moraine argileuse rissienne (Mr) est surmontée par un « complexe interglaciaire » (i) formé par des sables fins et des graviers couronnés par les poudingues de l'« alluvion ancienne » préwürmienne (alw); le tout est raviné par des « alluvions postglaciaires » (a2) remplissant une ancienne vallée qui a été reconnue aussi par des sondages et affleurements plus en aval.

Gignoux - Mathian - 1951

Remarque: cette coupe établie à Pont Carnot en 1951 ne fait pas état de la moraine würmienne qui semble pourtant présente dans toutes les descriptions de coupes de la région.

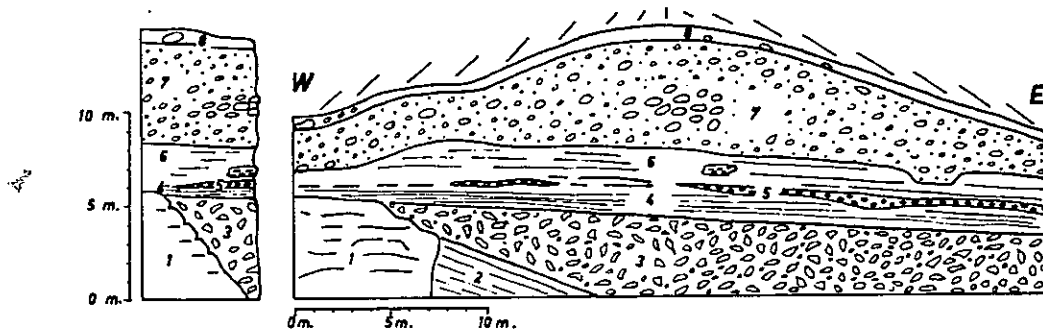
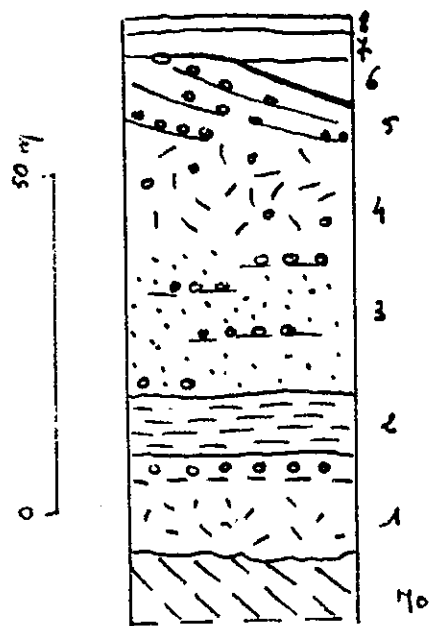


fig 2. Affleurement du Riss près de Coupy d'après AD. JAYET.

1. Molasse burdigalienne dure.
2. Sables molassiques stratifiés.
3. Moraine rissienne - Galets subanguleux: roches vertes, Urgonien, Jurassique, molasse gréseuse.
4. Galets arrondis: quartzites, Malm, roches vertes, stries peu typiques, granite.
5. Banc de sable grossier bien stratifié.
6. Lentille de gravier analogue à 3.
7. Sable d'origine molassique un peu moins lité que 4.
8. Alluvion de progression.
9. Argile et terre argileuse.

Coupe stratigraphique du quaternaire genevois  
d'après A. Jayet CRS 1967



1. Riss moraines argileuses et caillouteuses
2. Interglaciaire Riss-Wurm argiles, limons et sables
3. moraines caillouteuses profondes (alluvion ancienne)
4. moraine argileuse à blocs (moraine de fond)
5. moraine caillouteuse (de retrait)
6. Limons jaunes
7. Terre rouge holocène

## V le bassin genevois - la vallée du Rhône à sa sortie du Tarsis dynamique.

### a) localisation géographique

Région franco-suisse comprenant les environs de Genève et la vallée du Rhône en aval.

### b) description des formations quaternaires

#### 1. la moraine risienne

Le stade des glaciations quaternaires le plus ancien reconnu dans la région est celui du Riss. On retrouve des lambeaux de sa moraine de fond, formation argileuse grise à éléments alpins, très compacte.

Un affleurement typique de cette moraine a été étudié par Gignoux et Mathian (1951) au Pont Carnot ou Pont de Savoie, lors de l'étude géologique préliminaire du barrage de Genéziat (fig. 1).

D'autre part, le toit de cette moraine a été reconnu par sondages:

- au Pont de la Jonction, sous les argiles à liquites du Bois de la Bathie (A. Lombard, 1944)
- à Pont Butin, Frontenex, La Grangelette
- à Feuilletières (Joukowski)

Parfois son existence est supposée car les cailloutis adjacents ont remanié des éléments alpins, probablement issus de cette moraine (coupe de Veribay. P. Douze - 1971)

Juyet en décrit un affleurement près de Coupvy (cf fig. 2).

#### e. le complexe interglaciaire

Il s'agit d'une formation stratifiée surmontant

les argiles compactes et sous-jacente à la moraine wurmienne. lits et lentilles de sables, sablons, argiles et liquites sont interstratifiés dans des alluvions graveleuses polygéniques. On peut cependant faire une distinction un peu arbitraire et remarquer:

- à la base: un complexe sablo-graveleux; localement ce niveau est corrélaté avec des sables limoneux et des argiles à liquites (ex: argiles à liquites du Bois de la Bathie)

- au sommet, l'"alluvion ancienne", formation de galets roulés avec bancs de sable, à stratification entrecroisée. Le haut de la formation a généralement été consolidé en poudingue.

3. la phase wurmienne

Le maximum glaciaire wurmien s'accompagne du dépôt d'une moraine de fond argileuse à blocs. La phase de régression conduit au dépôt, sur la moraine, de sablons et graviers.

c) tentatives d'interprétation

1. Au Ruis, le glacier du Rhône dépose une moraine de fond très argileuse. Cette formation sera compactée par la surcharge très forte des glaciers russiens, puis wurmiens. Seuls des lambeaux en subsisteront après le passage du Würm.

## 2. les formations interglaciaires

Suite au retrait rissien, on a un épisode lacustre ou palustre avec dépôt de sables stratifiés, argiles et lignites (exemple : argiles à lignites du Bois de la Bathie). Ces formations ligniteuses sont à rapprocher, aux variations locales près, aux couches à lignites du Bassin Chamberien.

Reyevier, en 1883, signale des argiles lacustres surmontées de sables fins \* W. Kilian, reprenant l'étude en 1911 croit pouvoir y déceler un stade post-Würm qui est baptisé Neowürm. Ce serait pendant la période de retrait que se seraient déposées les formations sableuses et argileuses à lignites. Gignoux et Douceux se rallient d'abord à cette idée. Plus tard, des sondages effectués par la C<sup>ie</sup> Nationale du Rhône montrent que les sables et argiles du défilé sont pré-würmien et sont surmontés d'alluvions caillouteuses conglomérées vers le sommet, similaires aux alluvions du Rhône préwürmien du plateau de Clarafond. L'idée du Neowürm est alors abandonnée.

Des lignites n'avaient jamais été observées à l'éval du Bassin genevois. P. Douce décrit en 1971, la coupe de Verinay au Nord de Seysset. Il s'agit de limons et sables ligniteux sous la moraine würmienne. L'absence de radioactivité à la méthode du <sup>14</sup>C permet d'éliminer l'hypothèse d'un interstade récent du Würm. L'analyse sporopollinique met en évidence l'évolution d'un cycle végétal : installation, prédominance, puis dégradation d'une forêt

\* à Pont Carrot, défilé de Fort l'Écluse



à l'approche d'un épisode plus froid. L'analogie avec les formations inter Riss-Würm de Suisse et de la région chambérienne laissent supposer qu'il s'agit de formations interglaciaires - le peu d'éléments aigus remarqués dans ces sédiments indique l'étendue locale probablement restreinte de la moraine russe

Jiquoux et Mathian, 1951, remarquent la très grande étendue et l'homogénéité de l'alluvion ancienne qui comble les anciennes vallées à l'aval du bassin limanique

Jayet conteste l'origine fluviale de l'alluvion ancienne la présence de galets striés, l'absence de faune malacologique, et la continuité de sédimentation lors du passage à la moraine wurmienne, le font pencher vers une autre hypothèse : il s'agirait de dépôts de torrents sous-glaciaires, donc déjà des premières phases d'avancée wurmienne. Il se propose de rebaptiser l'alluvion ancienne : "alluvion de transgression wurmienne".

3 Au Wurm, le glacier dépose à nouveau une moraine argileuse à blocs

### Conclusion

On a essayé de résumer dans ce mémoire les études faites sur le Quaternaire entre Genevois et Gressivaudan

Seules les deux dernières grandes glaciations, Riss et Würm, ont laissé des vestiges

Les différences morphologiques des vallées, l'importance et la provenance des glaciers qui les ont envahies, ont laissé des dépôts de faciès variés. Les stades locaux de stagnation et de retrait glaciaires sont très aléatoires, souvent difficiles à différencier et à corréler, d'autant que les coupes naturelles et les sédiments datables sont rares. Les observations et interprétations des divers auteurs se bornent à l'analyse d'une coupe, voire à la reconstitution de l'histoire d'une vallée, mais aucune synthèse régionale ne semble, à la vue des données actuelles, envisageable.

## Bibliographie

liste des abréviations

BAFEQ Bulletin de l'Association Française pour l'étude du Quaternaire

CRAS Comptes rendus de l'Académie des Sciences

CRSPHN. Comptes rendus de la société de Physique et d'Histoire Naturelle

EGH: Eclogiae Geologicae Helveticae

RBPGD Revue de Géographie Physique et Géologie dynamique

RGA: Revue de Géographie alpine

Achard R, Jayet A. Sur l'extension respective des glaciers du Rhône et de l'Arve, au cours de la période wurmienne, au voisinage du Mont Salève

CRSPHN Genève, 1968, vol. 3, p. 188-200

Arikian Y Etude géologique de la chaîne Grand Crêdo Vuache.

E.G.H., 1964, p. 1-74

Armand C. Fouryeaux J.C. Les formations quaternaires de la basse vallée de l'Arve

Arch. Sci. (Suisse) 1977, vol. 30, p. 399-419

Armand C. Régime des eaux souterraines et paléomorphologie. Géologie et hydrogéologie de la basse vallée de l'Arve. Grenoble, thèse 3<sup>e</sup> cycle géol. appl., 1978

Baconnais G, Doudoux B, Nicoud G. Les dépôts quaternaires des principales vallées alpines de l'avant-pays molassique de Haute Savoie. Conséquences hydrogéologiques

CRAS, 1981, A 292, p. 1313-1318

- Bakalowicz, Olive, Siwertz. La position respective du conglomérat  
des Dranses et niveaux d'Armoij  
CRAS, 1970, t 271, p 892-895
- Blaboux, Brun. Nouvelles données sur les terrains quaternaires  
de la région limanique  
CRAS, 1966, vol 262, p 2563-2572
- Blaboux, Dray. Les sondages dans le complexe quaternaire  
du Bas-Chablais  
RDPGD, 1971, vol 13, p 17-34
- Bourdier F. Stratigraphie des alluvions quaternaires autochtones  
du Jura et de la vallée de Chambery  
CRAS, 1935, vol 201, p 977-979
- Bourdier F. La cluse de Chambery pendant le Quaternaire  
RER, 1939, Etudes Rhodaniennes, vol 15, p 101-108
- Bourdier F. Le bassin du Rhône au Quaternaire  
Edit. CNRS, 1964, 2 vol.
- Brun. Révision de la stratigraphie des dépôts quaternaires de  
la basse vallée de la Dranse  
RDPGD, 1968, vol 2, p 393-404
- Brun. Données floristiques et paléoclimatiques du Pliocène  
supérieur dans le Chablais  
BAFEQ, 1977, vol 14, p 39-54
- Brun, Delibrias. Datations et caractéristiques palynologiques des  
sédiments glaciaires de la coupe d'Armoij  
CRAS, 1967, vol 264
- Burri H. Le Quaternaire des Dranses  
Bull. Lab. Geol, min, géophys. univ. de Lausanne 1963, n° 142
- Burri H. Sur l'extension des derniers glaciers rhodaniens  
dans le bassin limanique  
Bull. Lab. Geol, min, géophys. univ. de Lausanne 1977

Deleau P.C jeunesse du relief et stades du glaciar local dans  
la région d'Annecy  
CRSGF, 1969, p 188-189

Deleau P.C. Essai sur la formation et l'évolution du lac  
d'Annecy. Jalonnement du glacier Beaufort-Roseland  
vers Annecy  
RGA, 1974, vol 62, p 381-393

Delebecque A. Alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée  
de l'Isère  
BSCGF, 1899, vol 7, 44, p 83-86

Delebecque A. Sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions  
anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère  
CRAS, 1894, vol 119, p 331-333

Delebecque A. Sur l'origine de la plaine des Rocailles  
CRAS, 1908, vol 149, p 1022-1023

Dancieux Sur un ancien passage du Rhône anté-wurmyen à  
travers le plateau de Charafond.  
CRAS, 1921, vol 173, p 162-164

Doudoux B, Nicoud G.  
Précisions sur le quaternaire de la région chambérienne  
Congrès Géol. International 26/1980/Paris  
BRGM 1980, vol 2, p 643

Dray - Le sondage de Cheszy - contribution nouvelle à la  
géologie du quaternaire du Bas-Chablais  
Arch. Sci., 1971, vol 24, p 57-72

Gagnebin Les Terrains quaternaires des environs de Thonon  
E.G.H, 1933, vol 26, p 184-191

Guidon P. Documents pour servir à l'histoire quaternaire du  
lac du Bourget  
Ann Centre Em. Sup. Chambéry, 1970, p 19-23

Gorceix, Le Roux, Moret - Histoire géologique de la formation  
des gorges du Fier  
Revue Savoisienne, 1918, LIX, p 23-32, p 71-79

Gignoux H. Bourdier F. Glaciers du Rhône à sa sortie du  
bassin de Genève  
CRAS, 1937, T204, p 310-312

Gignoux H. Mathian. Le Quaternaire rhodanien entre Seyssel et  
Genève  
Trav. Lab. Geol. Grenoble, 1951, p 134-160

Hannss, von Koenigswald, Hillion Rousseau Découverte d'ossements  
fossiles dans la sablière au SSW de la base du  
Bourget du Lac.  
Ann CUS, 1912, p 53-57

Hannss, Nicoud Précisions sur la stratigraphie des alluvions finis-  
Pliocènes et les dépôts pléistocènes du Val du Bourget  
RGA, 1920, 3

Jayet Crigine et âge de l'alluvion ancienne des environs  
de Genève.

Jayet Démonstration de l'âge wurmien de l'erratique élevée  
du Salève  
CRS RHN Genève, 1968, p 24-34

Milian W. Sur l'âge de la Plaine des Rocailles et sur les  
stades fluvio-glaciaires du Genevois-Faucigny  
CRAS, 1916, p 474-478

Milian W. Sur un ancien lit glaciaire du Rhône  
CRS Geol. 1921, p 67-68

Milian W, Reuif Etudes sur la période pléistocène dans la  
partie moyenne de la vallée du Rhône  
Ann. Em. Sup Grenoble, 1917, vol 23, p 151

Karnay G Etude géologique des formations tertiaires et  
quaternaires de la région d'Annemasse  
Thèse doct 3e cycle. Géologie. 1930 - Université d'Orléans.

Le Roux, Moret La structure de la montagne de Vapier et  
l'origine du lac d'Amey

Lugeon. Villemagne Sur un ancien lit glaciaire du Rhône  
 entre Leaz et le Pont Rouge des Usse  
 CRAS, 1921, vol 172, p 103-112

Lombard A. Sondages pour les fondations du pont de la  
 jonction à l'aval de Genève  
 EGH, 37, n°2, 1944

Meyer, Gaquebin, Jayet Les terrains quaternaires des environs  
 d'Hermance près de Genève  
 EGH, 30, 1937, p 35-44

Monjuvent G. Le Quaternaire des Alpes françaises - Analyse bibliographique  
 Lyon, 1965

Monjuvent, Wüsterfer. Glaciations quaternaires dans les Alpes  
 franco-suissees et leur piedmont  
 26° CGT 6 26

Nicoud G. Les dépôts pleistocènes du bassin chambérien et  
 du Nord-Previaudan. Enseignements paléogéographiques  
 CRAS, 1981, t 292, p 101-106

Peyck. Bruckner Les Alpes françaises à l'époque glaciaire  
 Trab. Lab Geol Grenoble, t 7, fasc 1, 1905

Révil, Combar Sur l'âge et les conditions de formation  
 des lignites de Voglans dans la région de Chambéry  
 CRAS, 1919, vol 169, serie D, p 658-660

Reynaud C, Chais L. Modalité et chronologie de la déglaciation  
 fin wurmienne au pied du Salève  
 Notes du Labo. de paléont. de l'Univ de Genève, 1981, fasc 8, n°3

Vial R. Le Quaternaire dans le Bas-Chablais. Les derniers  
 épisodes de retrait glaciaire  
 RGA Grenoble, 1875, vol 51, p 129-144

Vial R. Etudes géologiques et hydrogéologiques de la région de  
 Thonon-Douvaire  
 Thèse doct. 3° cycle. Grenoble, 1976

Vivian, Rieq La rencontre des glaciers du Rhône et de  
l'Isère dans la cluse de Chambéry et le Val du Bourget  
RGA, 1966, vol 54, p 389 413



