



**HAL**  
open science

# Géologie et hydrogéologie des bassins versants du Coisin et du Bas-Gelon (Savoie)- Alpes françaises

Geneviève Perroud Delgado

## ► To cite this version:

Geneviève Perroud Delgado. Géologie et hydrogéologie des bassins versants du Coisin et du Bas-Gelon (Savoie)- Alpes françaises. Hydrologie. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1982. Français. NNT: . tel-00575018

**HAL Id: tel-00575018**

**<https://theses.hal.science/tel-00575018>**

Submitted on 9 Mar 2011

**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.

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE  
ET MEDICALE DE GRENOBLE

THESE DE DOCTORAT DE SPECIALITE  
Géologie appliquée  
Option : Hydrogéologie

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

**GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE**  
**des bassins versants du COISIN**  
**et du BAS - GELON . ( Savoie )**

**24 JUIN 1982**

par **Geneviève PERROUD DELGADO**

Thèse soutenue le 7 juin 1982 devant la Commission d'Examen :

M.M. R. MICHEL	Professeur U.S.M. Grenoble	Président
J. SARROT-REYNAULD	Professeur U.S.M. Grenoble	Examineur
JP. RAMPNOUX	Professeur Université de Savoie	Examineur
JC. FOURNEAUX	Maître-Assistant U.S.M. Grenoble	Rapporteur

10077398

*"L'eau parle sans cesse et jamais ne se répète"*  
Octavio Paz

Je dédie ce travail à mes Parents,  
à Bernard.

## AVANT-PROPOS

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier les personnes qui m'ont aidée dans sa réalisation :

- Monsieur le Professeur R. MICHEL qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.

- Monsieur le Professeur J. SARROT-REYNAULD pour m'avoir fait confiance en m'accueillant dans son laboratoire.

- Monsieur le Professeur JP. RAMPNOUX pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

- Monsieur JC. FOURNEAUX qui m'a confié ce sujet et m'a aidée dans mon travail. Il m'a de plus permis d'obtenir une aide matérielle dont je lui suis reconnaissante.

- Monsieur MOREL de la Direction Départementale de l'Agriculture de Savoie, qui m'a fourni le matériel et les finances nécessaires pour mener à bien cette étude.

Je voudrais également remercier toutes les personnes qui m'ont aidée et conseillée au cours de mon étude :

- Monsieur G. NICLOUD de la Faculté des Sciences de Chambéry. Merci pour les sorties sur le terrain auxquelles il m'a conviées ainsi qu'à ses nombreux conseils.

- Monsieur J. ROCHAT de la Faculté de Pharmacie de Grenoble pour son aide, et les nombreuses discussions que nous avons eu ensemble, discussions qui m'ont toujours été très bénéfiques.

- Messieurs G. MONTEJUVENT et J. DAZY pour les renseignements qu'ils m'ont aimablement apportés.

- Messieurs P. D'APOLITO et G. PAPPINI du C.F.E.G. de Lyon, pour m'avoir permis de me joindre à eux lors des études géophysiques dans la plaine du Gelon et pour tous les conseils qu'ils m'ont donnés lors de ces campagnes de terrain.

Mes remerciements vont aussi :

- à Monsieur REVOL pour les analyses sédimentologiques.

- à Monsieur NEYROUD du Syndicat des Eaux de Chamoux/Gelon ainsi qu'à Monsieur CHRISTIN, Adjoint au Maire de la commune de Champ-Laurent pour leur aimable collaboration.

- à Madame MATHIS du CTGREF à Saint-Martin-d'Hyères.

- à toutes les personnes qui m'ont aimablement prêté leurs relevés pluviométriques.

- à Madame GINET qui a accepté de se charger de la dactylographie de ma thèse.

- à tous mes amis(es) qui m'ont aidée directement ou indirectement dans ce travail ... qu'ils sachent que je n'oublierai pas les bons moments que nous avons passés ensemble au cours de nos années d'études.

Je voudrais également adresser une pensée à mes parents qui m'ont aidée et soutenue tout au long de mes études. Merci pour "tout".

Merci aussi à mes deux frères Christian et Patrice. J'espère qu'ils garderont un bon souvenir de leurs "promenades géologiques".

Enfin un grand merci à Bernard pour sa collaboration lors de mes travaux de terrain et ... pour ses bains forcés dans le Gelon, pas toujours très agréables.

TABLE DES MATIERES

Univ. J. Fourier - O.S.U.G.  
 MAISON DES GEOSCIENCES  
 DOCUMENTATION  
 B.P. 53  
 F. 38041 GRENOBLE CEDEX  
 Tél. 04 76 68 54 27 - Fax 04 76 51 40 58  
 Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION.

	<u>Pages</u>
BUT de l'ETUDE .....	5
CHAPITRE I : Situation géographique .....	7
CHAPITRE II : Situation géologique .....	8
CHAPITRE III : Historique des études .....	9
CHAPITRE IV : Paramètres des bassins-versants .....	11

DEUXIEME PARTIE : LA GEOLOGIE.

CHAPITRE I : La géologie du substratum .....	19
A. Localisation et description .....	19
B. Tectonique .....	21
CHAPITRE II : La géologie du Quaternaire .....	23
A. Le rythme des oscillations climatiques quaternaires Rappel. ....	23
B. Le Quaternaire pléistocène .....	25
1. Le chaînon de Planaise-Chamousset .....	25
a. Description de quelques coupes .....	25
b. Etude lithostratigraphique .....	30
b1. Les argiles bleues .....	30
b2. Les sables .....	34
b3. Les alluvions fluviatiles .....	43
b4. La moraine .....	55
b5. Conclusion .....	56
c. Essais de reconstitution paléogéographique au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset ....	57
c1. Anté-Riss et glaciation du Riss .....	57
c2. Post-Riss et glaciation du Würm .....	57
d. Essais de correspondances lithostratigraphi- ques .....	61
d1. Le Nord-Grésivaudan .....	63
d2. Le Sud-Grésivaudan .....	64
d3. Le bassin chambérien .....	65
e. Conclusion .....	66
2. Le Quaternaire de la montagne du Montrailant ..	67
a. Les placages morainiques .....	67
b. Les sillons glaciaires .....	67
c. Conclusion .....	69
C. Le Quaternaire holocène .....	70
1. Le Quaternaire de la vallée du Gelon .....	70
a. Histoire géologique de la vallée .....	70
b. Description de la vallée .....	70
c. Etude géoélectrique de la vallée .....	70
d. Conclusion .....	78
2. Le Quaternaire de la vallée du Coisin .....	80
a. Description de la vallée .....	80
b. Le remplissage alluvial. Corrélation avec la vallée de l'Isère .....	80

**01 SEP. 2003**

TROISIEME PARTIE : PROPRIETES HYDROGEOLOGIQUES DES DIFFERENTS TERRAINS.

CHAPITRE I : La perméabilité des terrains .....	85
A. Le Quaternaire holocène .....	85
B. Le Quaternaire pléistocène .....	86
C. Le substratum .....	86
D. Conclusion .....	86
CHAPITRE II : Les sources .....	87
A. Les méthodes utilisées dans l'étude physico-chimique des eaux .....	87
1. Analyses physiques .....	88
2. Analyses chimiques .....	89
B. Les sources liées au substratum .....	90
1. Touvière .....	90
2. Clercs .....	91
3. Champ-Laurent .....	94
4. Sausse .....	95
5. Conclusion .....	99
C. Les sources liées au quaternaire des sillons glaciaires du Montraillant .....	100
1. Localisation et description .....	100
2. Les sources .....	100
3. Conclusion .....	106
D. Les sources liées au quaternaire de la vallée du Gelon .....	107
1. Les alluvions pléistocènes .....	107
2. Les colluvions .....	116
3. Les cônes de déjection .....	117
4. Les alluvions actuelles .....	119
5. Conclusion .....	119
E. Les sources liées au quaternaire de la vallée du Coisin .....	122
1. Les argiles bleues .....	122
2. Les sables .....	123
3. Les alluvions fluviatiles .....	127
4. La moraine supérieure .....	129
5. Conclusion .....	132
F. Conclusion .....	133
CHAPITRE III : Etude de la nappe du Gelon .....	137
A. L'hydrogéologie de la vallée du Gelon .....	137
1. L'aquifère .....	137
2. L'alimentation .....	137
B. Etude de la nappe du Gelon .....	138
1. Le matériel mis en place .....	138
2. Position des piézomètres .....	138
3. Résultats des sondages .....	139
4. Interprétation .....	141
5. Etude de la nappe superficielle .....	145
C. Problèmes posés par la nappe superficielle de la vallée .....	154

Quaternaire

Coisin

superficielle

D. L'assainissement agricole : le drainage .....	155
E. Les procédés d'assainissement .....	155
F. Etude préalable à un projet de drainage .....	160
G. Projet de drainage dans la vallée du Gelon .....	163
H. Conclusion .....	163
CHAPITRE IV : Etude de la nappe Coisin-Coisetan .....	165
A. Description de la plaine .....	165
B. Le remplissage de la plaine .....	165
C. Etude de la nappe .....	165
 <u>QUATRIEME PARTIE : APPROCHE DU BILAN HYDROLOGIQUE.</u>	
CHAPITRE I : Les facteurs climatiques .....	172
A. Aperçu climatique .....	172
B. Les précipitations .....	172
C. Les températures .....	181
D. Calcul de l'évapotranspiration .....	184
CHAPITRE II : Etude du ruissellement .....	187
A. Le réseau hydrographique .....	187
B. Description du réseau du secteur étudié .....	189
C. Les mesures de débit .....	189
D. Etude des écoulements dans le bassin-versant du Gelton .....	195
E. Etude des écoulements dans le bassin-versant du Coisin-Coisetan .....	198
CHAPITRE III : Approche du bilan .....	200
CONCLUSION GENERALE .....	201
BIBLIOGRAPHIE .....	205
ANNEXES .....	211
CARTES HORS-TEXTE	
- Carte géographique au 1/100 000	
- Carte géologique des formations quaternaires de la banquette de Planaise entre Chamousset et Sainte-Hélène-du-Lac.	
- Inventaire des ressources en eau des bassins-versants du Bas-Gelon et du Coisin.	

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION

## BUT DE L'ETUDE

L'étude hydrogéologique de la montagne de Montrailant (bassin du Coisin et basse-vallée du Gelon) se propose d'une part de faire le raccord entre les études du Haut-Gelon (G. Pappini, 1976), de la montagne de Bramefarine (G. Massonnat, 1981) et des ressources en eau de la vallée de l'Isère (J.C. Fourneaux, 1975), d'autre part, de définir :

- les formations susceptibles d'être aquifères ;
- les conditions de circulation des eaux souterraines ;
- les ressources en eaux tant souterraines que superficielles, c'est-à-dire les nappes et les sources de l'ensemble du secteur.

Nous trouvons là, en effet, deux nappes, l'une dans la vallée du Gelon, l'autre dans celle du Coisin, séparées par un massif de calcaires marneux avec une importante couverture de moraines et de formations quaternaires, qui peuvent être d'importants aquifères. Or dans cette région, seuls les écoulements gravitaires sont actuellement exploités partiellement de part et d'autre du Montrailant et sur le flanc Sud-Est de la basse-vallée du Gelon.

Il s'avère donc nécessaire, pour mener cette étude, de définir le cadre géographique et géologique des bassins-versants, afin de connaître les modalités d'écoulement des eaux, d'étudier les écoulements superficiels et souterrains, les caractères physico-chimiques des eaux et d'apprécier l'incidence des conditions climatiques sur l'alimentation des aquifères.

## CHAPITRE I : SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Les bassins versants du Gelon et du Coisin se situent dans la zone externe des Alpes françaises, sur le flanc ouest du massif de Belledonne, au Sud de la confluence de l'Isère et de l'Arc (cf. fig. 1).

Les deux bassins étudiés sont séparés par la montagne de Montraillant, colline bordière du massif de Belledonne, appelée par les anciens auteurs "colline liasique" (cf. fig. 2).

Le Gelon est un affluent de l'Arc, conduit artificiellement à l'Isère au début de ce siècle, par un tunnel. Le bas-Gelon fera l'objet de cette étude, le haut-Gelon ayant été étudié par G. Pappini (1975).

L'émissaire du lac Sainte-Hélène porte le nom de "Coisetan". Il rejoint l'Isère au Nord de Pontcharra. A l'amont du lac, ce même ruisseau s'appelle "Le Coisin".

### A. LE BASSIN VERSANT DU BAS GELON.

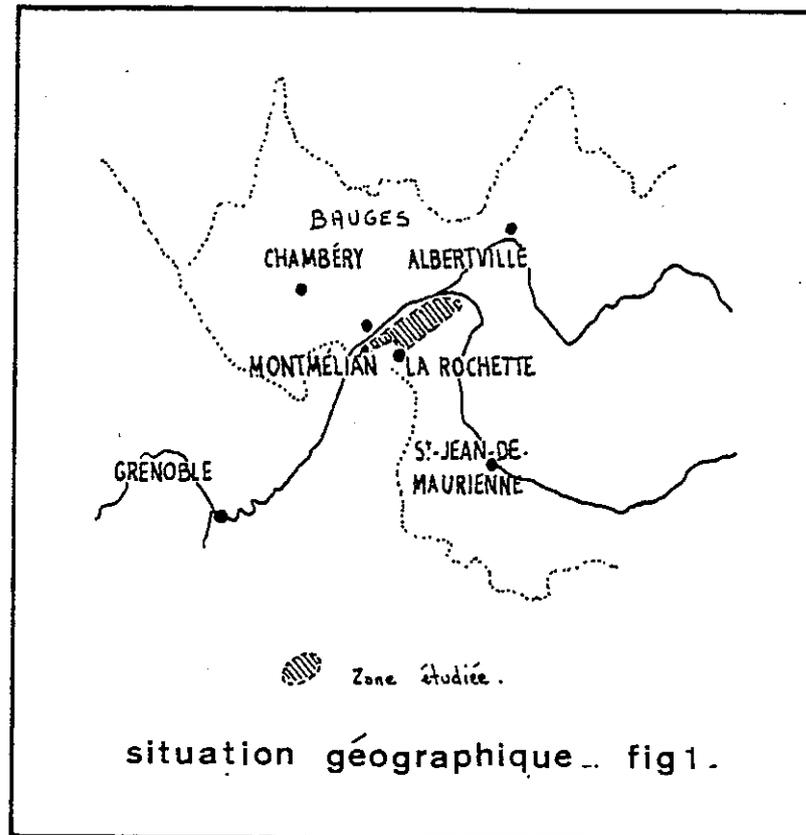
Le Gelon prend sa source au Nord de la chaîne des Huretières, coule vers le Sud-Ouest dans la vallée des Huiles jusqu'à la Rochette où il tourne vers le Nord-Est, empruntant une vallée glaciaire. Celle-ci est limitée :

- à l'Est : par le plateau de la Table et de Champ-Laurent (altitude 900 à 1200m environ) ;
- au Nord : par la forêt de Montgilbert (Fort de Montgilbert, 1294m) ;
- du SW au NW : par la montagne de Montraillant.

### B. LE BASSIN VERSANT DU COISIN.

La vallée du Coisin, parallèle à celle du Gelon, est séparée de celle-ci par le Montraillant qui représente la limite du bassin du SW au NE en rive gauche. Parallèlement s'étend en rive droite, la banquette de Planaise, entre Chamousset et Pognient.

Sous le terme bassin versant du Coisin, nous entendons le bassin versant du Coisin proprement dit (à l'amont du lac Sainte-Hélène) et celui du Coisetan (à l'aval du lac).



## CHAPITRE II : SITUATION GEOLOGIQUE.

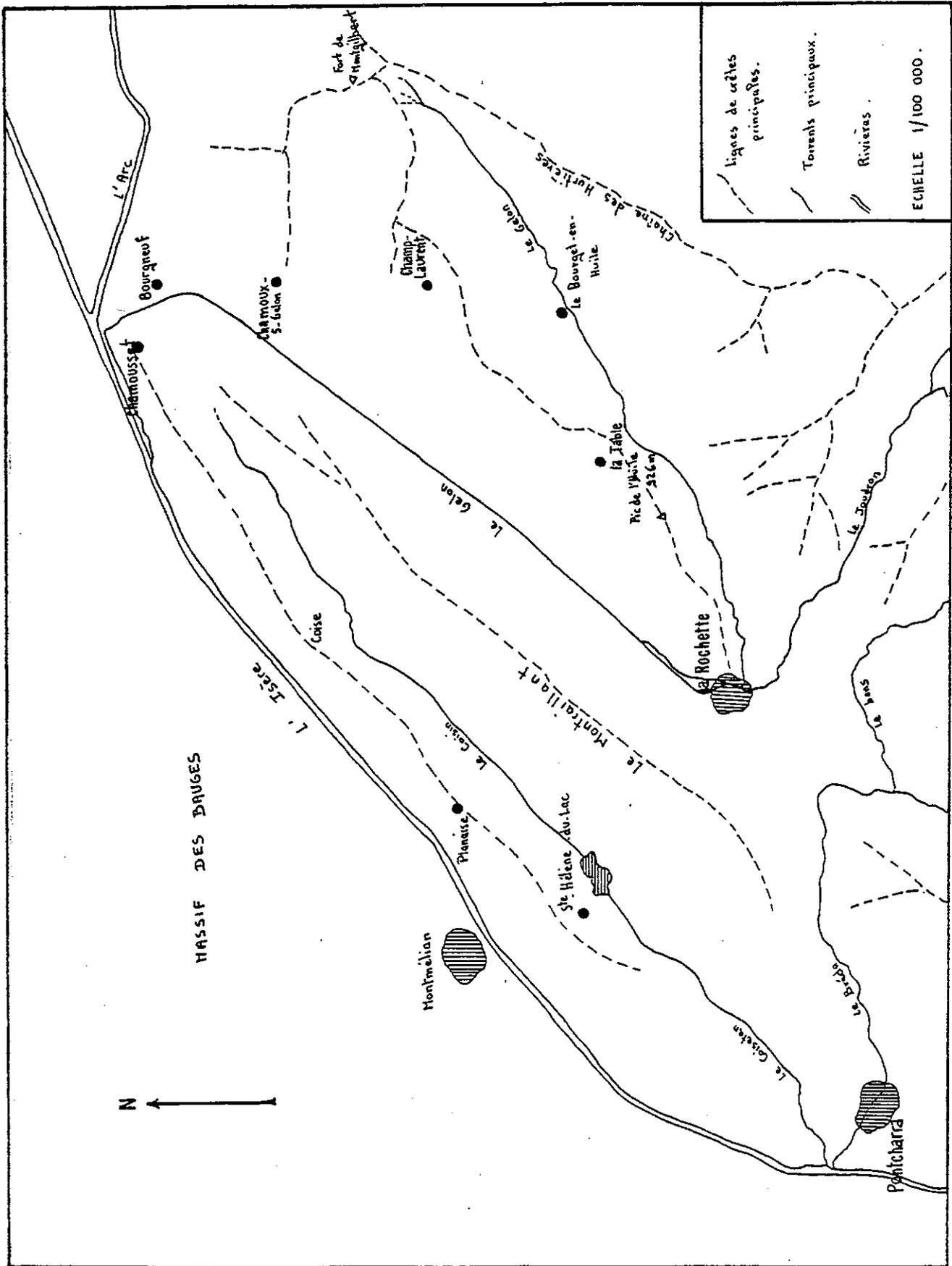
Le secteur étudié s'appuie contre le massif cristallin de Belledonne. Celui-ci est largement représenté par la série mésozoïque non métamorphique. Cette dernière s'appuie au SE sur la série paléozoïque non métamorphique qui recouvre en partie le socle hercynien cristallin et cristallophyllien qui dessine les sommets de Belledonne.

Les terrains rencontrés dans le bas-Gelon et le Coisin sont ceux :

- de la série mésozoïque non métamorphique ;
- du Quaternaire.

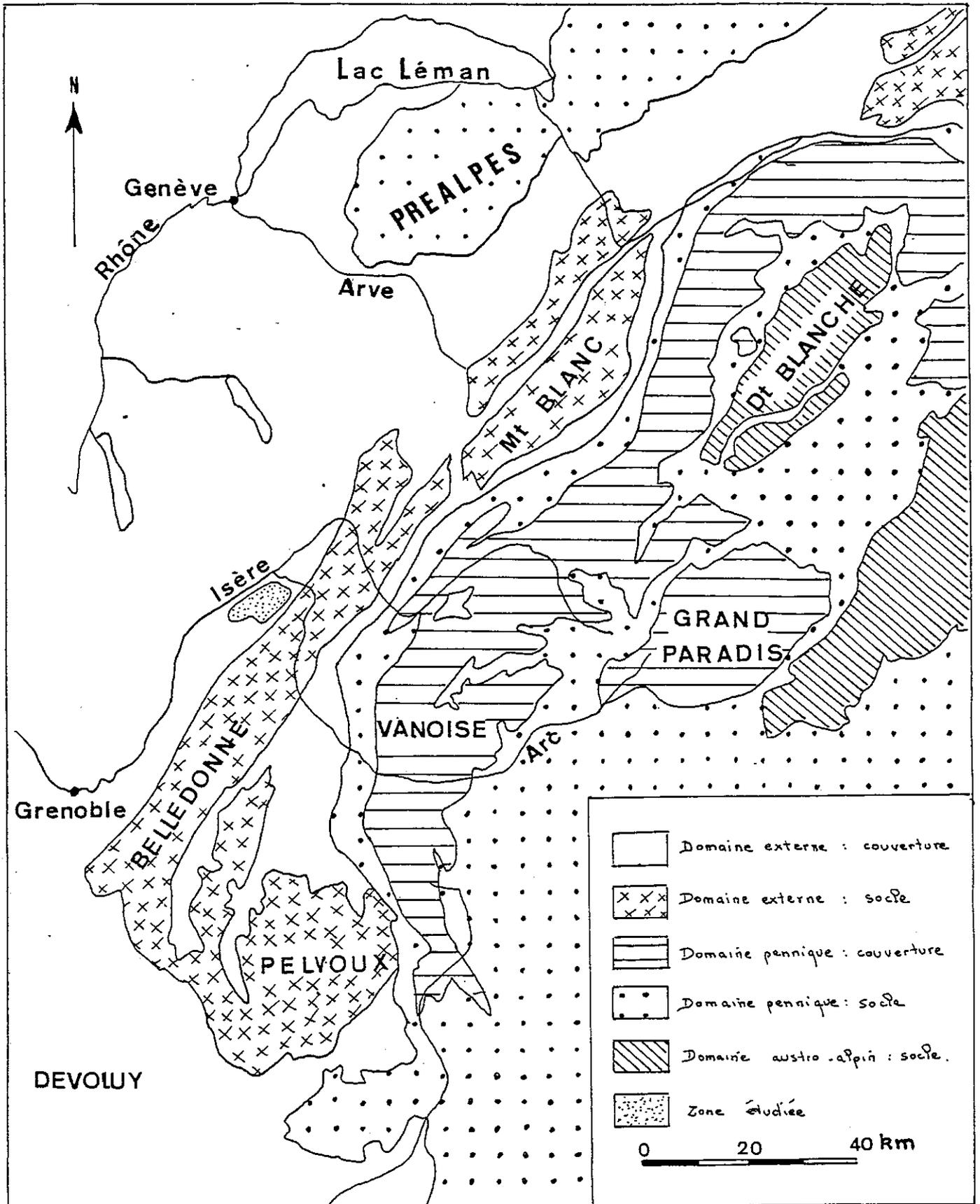
### A. LA SERIE SECONDAIRE NON METAMORPHIQUE.

Les formations qui constituent les montagnes de Bramefarine et de Montraiillant, appelées par les anciens auteurs "collines liasiques", sont aujourd'hui rapportées au Bajocien. C'est un ensemble unique, pratiquement azoïque, composé d'une alternance irrégulière de calcaires argileux fortement sableux et micacés et de schistes plus argileux. Les variations lithologiques y sont très progressives et peu visibles. Les efforts tectoniques ont imprimé une schistosité intense qui masque souvent la stratification.



SITUATION GÉOGRAPHIQUE DES VALLÉES DU GELON ET DU COISLIN. FIG. 2

CADRE GEOLOGIQUE GENERALE . FIG 3 .



## B. LE QUATERNAIRE.

Il joue un rôle très important dans l'hydrogéologie de la région, d'une part, par l'étendue de sa surface de recouvrement (50% de la surface totale) et, d'autre part, par son épaisseur (chaînon de Planaise).

Il se présente soit sous forme de placages morainiques (Montraillant, Plateau de la Table); soit sous forme de chaînon (chaînon de la banquette de Planaise). Celui-ci serait formé d'une succession de dépôts glaciaires et interglaciaires (J.C. Fourneaux, 1976) :

- moraine rissienne à la base ;
- argiles bleues éémiennes ;
- moraine du Würm II ;
- sables à graviers interglaciaires W II/III ;
- moraine du dernier stade würmien W III.

A ces dépôts morainiques, s'ajoutent les éboulis plus ou moins récents, les cônes de déjection, les coulées boueuses.

## CHAPITRE III : HISTORIQUE DES ETUDES.

La région a fait l'objet de nombreuses études géologiques.

Nous pouvons citer les travaux de J. Barfety (1972) qui ont trait à la nature géologique et à la tectonique du substratum, c'est-à-dire des marno-calcaires bajociens de la Table-Montgilbert et de la montagne du Montraillant. Le recouvrement quaternaire, en particulier les dépôts pléistocènes de la banquette de Planaise-Chamousset, de la Gache, des Barraux ont fait l'objet de nombreuses études qui ont abouti à des interprétations différentes. Certains auteurs parlent de moraines anciennes (rissiennes), de dépôts interglaciaires Riss-Würm recouverts par une moraine récente (würmienne) (F. Bourdier, 1962 ; G. Nicoud, 1981). D'autres auteurs admettent l'existence de plusieurs stades glaciaires würmiens : W I, W II, W III. Les deux premières glaciations W I, W II, n'auraient pas laissé de témoins au niveau des banquettes considérées. Seul l'interstade W II - W III est marqué par des sables à graviers (J.C. Fourneaux, 1976).

Une étude complète des formations de la banquette de Planaise à Chamousset s'est donc avérée nécessaire pour approcher l'histoire de ce Quaternaire.

L'ensemble de la région est assez bien connu du point de vue hydrogéologique. Les massifs subalpins des Bauges et de Chartreuse ont fait l'objet de nombreuses études, en particulier dans le cadre de thèses de 3ème cycle. La vallée de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble a été étudiée par J.C. Fourneaux (1975), qui a insisté sur les échanges nappe-rivière. Cet auteur a également étudié les rapports entre la nappe du Gelon et la nappe de l'Arc au niveau de Bourneuf, et ceux de la nappe du Coisetan et de l'Isère entre les Molettes et Laissaud. L'étude de la Combe de Savoie a été reprise par J. Kyrroussis en 1973. Si les battements de la nappe du Coisetan peuvent être suivis grâce à des piézomètres ou forages, la nappe du Coisin n'est pas connue. Aucun matériel ne permet de suivre celle-ci. Ceci était aussi le cas de la basse vallée du Gelon jusqu'en mai 1981. En effet, cette

basse vallée est équipée depuis cette date de 15 piézomètres et de 2 limni-graphes qui ont permis de compléter cette étude. Nous avons dû également engager une campagne de prospection géophysique afin de connaître le remplissage alluvial qui était jusqu'alors inconnu. Notons que nous n'avons pu étalonner les coupes obtenues sur des forages, car il n'en existe aucun. La haute vallée du Gelon a été étudiée dans le cadre d'une thèse de 3ème cycle par G. Pappini (1976).

Les vallées du Gelon et du Coisin, sont séparées par la montagne du Montraillant. Un rapport de stage du laboratoire de géologie de Grenoble de S. Fudral (1968) a porté sur l'étude des écoulements superficiels et souterrains de cette montagne ainsi que sur ceux du chaînon de Planaise à Chamousset. Les écoulements souterrains au sein de formations marno-calcaires ont été précisés par G. Massonnat (1981) lors de son étude de la fissuration du massif de Bramefarine, colline bordière séparée du Montraillant par les gorges du Bréda.

#### CHAPITRE IV : PARAMETRES DES BASSINS VERSANTS.

Nous avons calculé la répartition altimétrique des surfaces de chaque bassin versant (cf. tableaux 1 et 2). Celle-ci se situe entre les altitudes 285m et 1350m pour le bassin du Gelon et entre 250m et 824m pour celui du Coisin. Ceci nous a permis de tracer la courbe de fréquence 1/2 et la courbe hypsométrique, afin de définir les caractéristiques de chaque bassin versant (cf. fig. 4 et 5).

##### A. LE BASSIN VERSANT DU GELON.

Celui-ci a une superficie totale de 56,06 km<sup>2</sup>. L'altitude de fréquence 1/2 égale à 430m, est inférieure à l'altitude moyenne de 800m, ce qui s'explique par l'étendue de la plaine alluviale du Gelon, qui occupe environ 22% de la surface totale du bassin versant.

##### B. LE BASSIN VERSANT DU COISIN.

Plus de 36% de la superficie totale de ce bassin versant, égale à 44,26 km<sup>2</sup>, est représentée par la plaine du Coisin qui se trouve à une altitude moyenne de 300m.

La courbe de fréquence 1/2 nous donne une altitude de 335m, là aussi inférieure à l'altitude moyenne du bassin qui est de 500m.

C. COMPARAISON DES DEUX BASSINS VERSANTS.

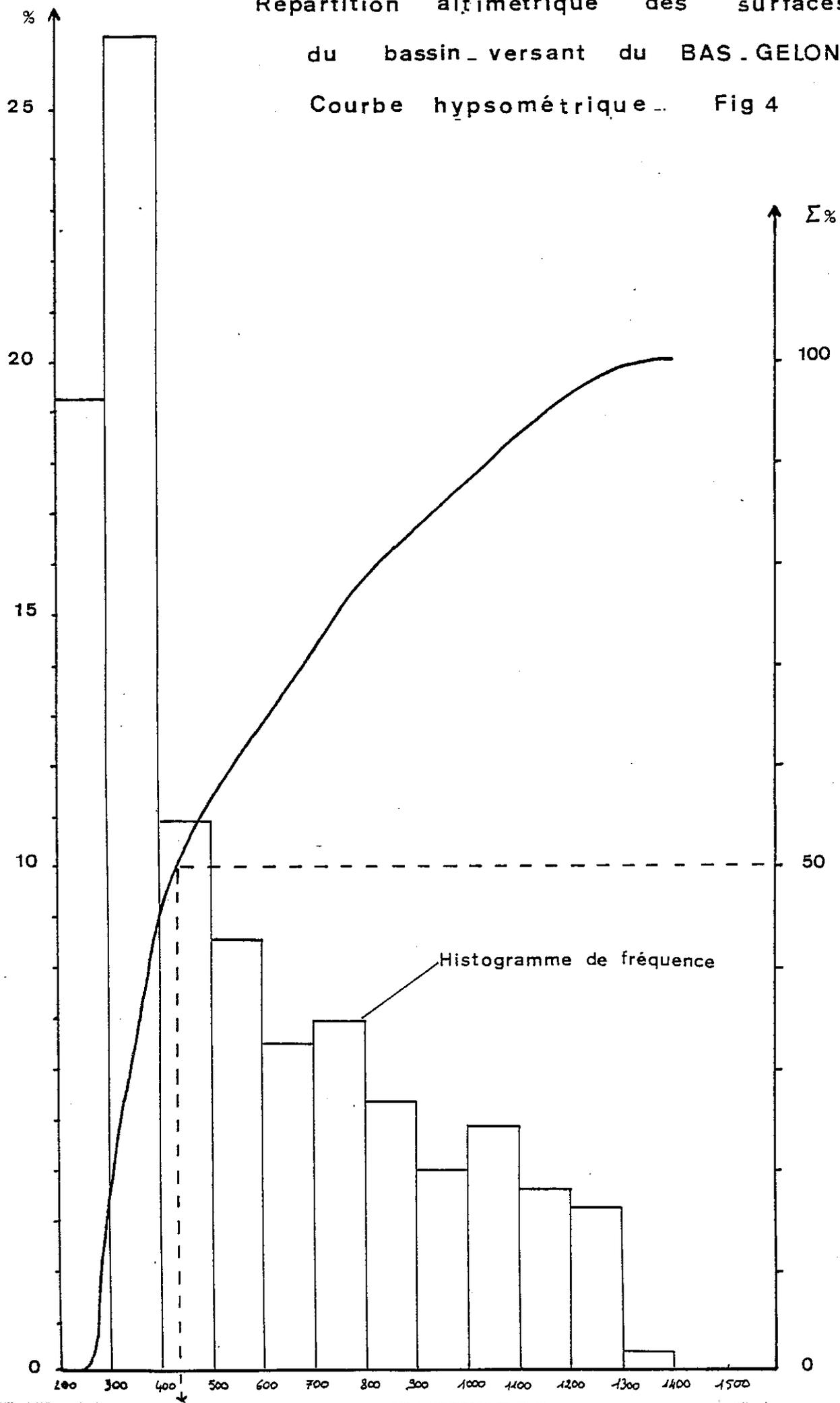
TABLEAU 1 - Bassin versant du BAS-GELON.

Tranches d'altitude	Surface en Km <sup>2</sup>	Somme des surfaces	%	Somme des %
inf. à 300m	10,80	10,80	19,26	19,26
300 - 400m	14,81	25,61	26,42	45,68
400 - 500m	6,10	31,71	10,88	56,56
500 - 600m	4,78	36,49	8,53	65,09
600 - 700m	3,64	40,13	6,49	71,58
700 - 800m	3,90	44,03	6,95	78,53
800 - 900m	3,00	47,03	5,35	83,88
900 - 1000m	2,24	49,27	4,00	87,88
1000 - 1100m	2,72	51,99	4,85	92,73
1100 - 1200m	2,02	54,01	3,60	96,33
1200 - 1300m	1,83	55,84	3,26	99,59
1300 - 1400m	0,22	56,06	0,39	99,98

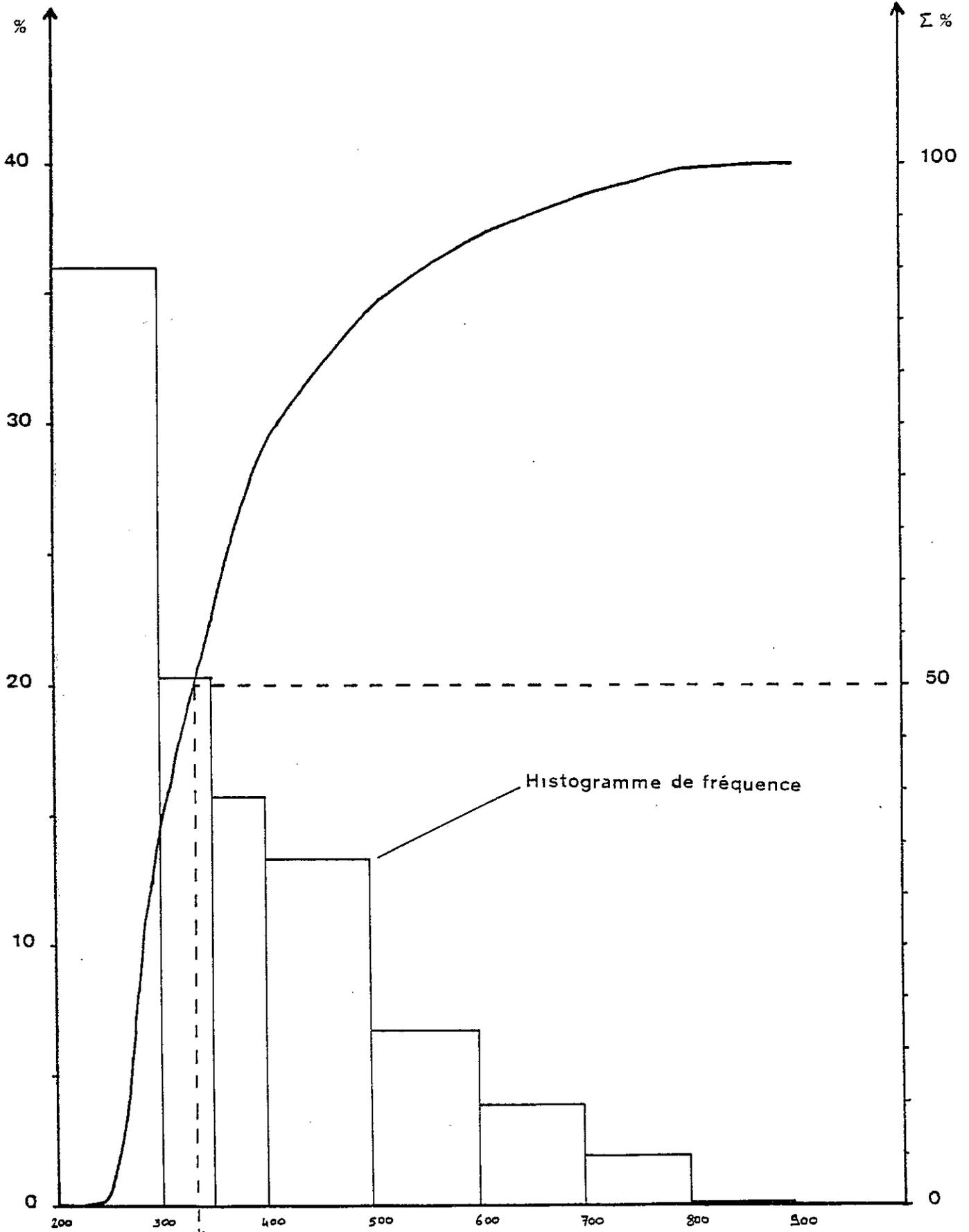
TABLEAU 2 - Bassin versant du COISIN.

Tranches d'altitude	Surface en km <sup>2</sup>	Somme des surfaces	%	Somme des %
inf. à 300m	15,94	15,94	36,01	36,01
300 - 350m	9,00	24,94	20,33	56,34
350 - 400m	7,37	32,31	16,65	72,99
400 - 500m	5,88	38,19	13,28	86,27
500 - 600m	2,98	41,17	6,73	93,00
600 - 700m	1,72	42,89	3,89	96,89
700 - 800m	1,31	44,20	2,96	99,85
800 - 900m	0,06	44,26	0,14	99,99

Répartition altimétrique des surfaces  
 du bassin versant du BAS-GELON  
 Courbe hypsométrique Fig 4



Répartition altimétrique des surfaces  
du bassin versant du COISIN  
Courbe hypsométrique .. Fig 5



Afin de comparer les bassins versants du Gelon et du Coisin, nous allons définir deux indices : l'indice de compacité et le rectangle équivalent :

1°/- Indice de compacité ou indice de Gravelus :

Cet indice K est défini par la relation :

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} \quad \text{ou} \quad K = 0,28 \quad P S^{-1/2}$$

avec P: périmètre du bassin versant en km  
S: superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>

K = 1,00 pour un cercle ; 1,12 pour un carré ; 1,51 pour un rectangle 5 fois plus long que large.

Bassin versant du Gelon : P = 42,5 km d'où K = 1,59  
S = 56,06 km<sup>2</sup>  
soit un rectangle 5 à 6 fois plus long que large.

Bassin versant du Coisin : P = 39,25 km d'où K = 1,65  
S = 44,26 km<sup>2</sup>  
soit un rectangle 6 à 7 fois plus long que large.

2°/- Le rectangle équivalent :

On cherche à définir un rectangle équivalent au bassin versant, en le caractérisant par L (longueur) et par l (largeur).

L et l se calculent à partir de l'indice de compacité K et de la surface S exprimée en km<sup>2</sup>.

Soit donc : L : le plus grand côté du rectangle (km)  
l : le plus petit côté du rectangle (km)

$$L = S^{1/2} \frac{K}{1,12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K}\right)^2} \right]$$

Bassin versant du Gelon : L = 17,96 km et l = 3,12 km.

Bassin versant du Coisin : L = 16,96 km et l = 2,6 km.

DEUXIEME PARTIE

LA GEOLOGIE

## CHAPITRE I : LA GEOLOGIE DU SUBSTRATUM.

La montagne de Montraiillant, les plateaux de La Table et de Montgilbert sont constitués essentiellement par les formations jurassiques du Dogger. En effet, cette épaisse formation pratiquement azoïque, très tectonisée et schistosée, était rapportée par les géologues alpins au Lias ("Collines liasiques") jusqu'au jour où L. Pillet en 1872 signala une forme "bajocienne" dans les calcaires de La Table. Dès lors, ces collines furent nommées "collines bordières".

### A. DESCRIPTION ET LOCALISATION.

L'étude stratigraphique en vue de la réalisation de la carte géologique La Rochette au 1/50.000 entreprise par J.C. Barféty et al. (1974) et la cartographie faite par le même auteur ont permis de déterminer dans le secteur étudié les formations suivantes :

- Le Bajocien } DOGGER
- L'Aalénien } DOGGER

#### 1°/- L'Aalénien :

Il n'affleure que peu dans le secteur étudié. Nous le rencontrons au SW de La Table, ceinturant le Pic de l'Huile. Cette formation est assez caractéristique par ses schistes argilo-sableux brunâtres contenant des intercalations de lits centimétriques, siliceux et ferrugineux, se délitant en nodules. Par altération, cette formation qui ne fait pas effervescence à l'acide, se présente sous forme de schistes brun-roux. La cassure est gris-clair, avec de nombreuses traces d'oxydation de nodules pyriteux centimétriques.

Son épaisseur est d'environ 50m.

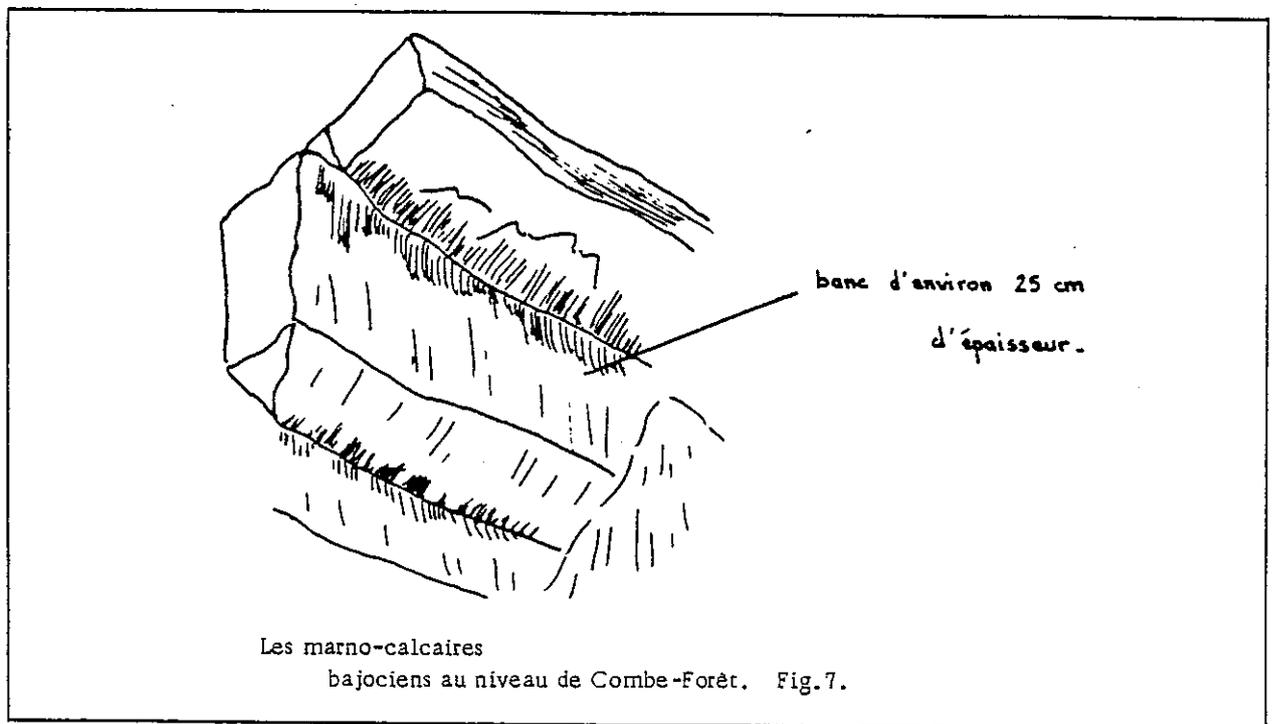
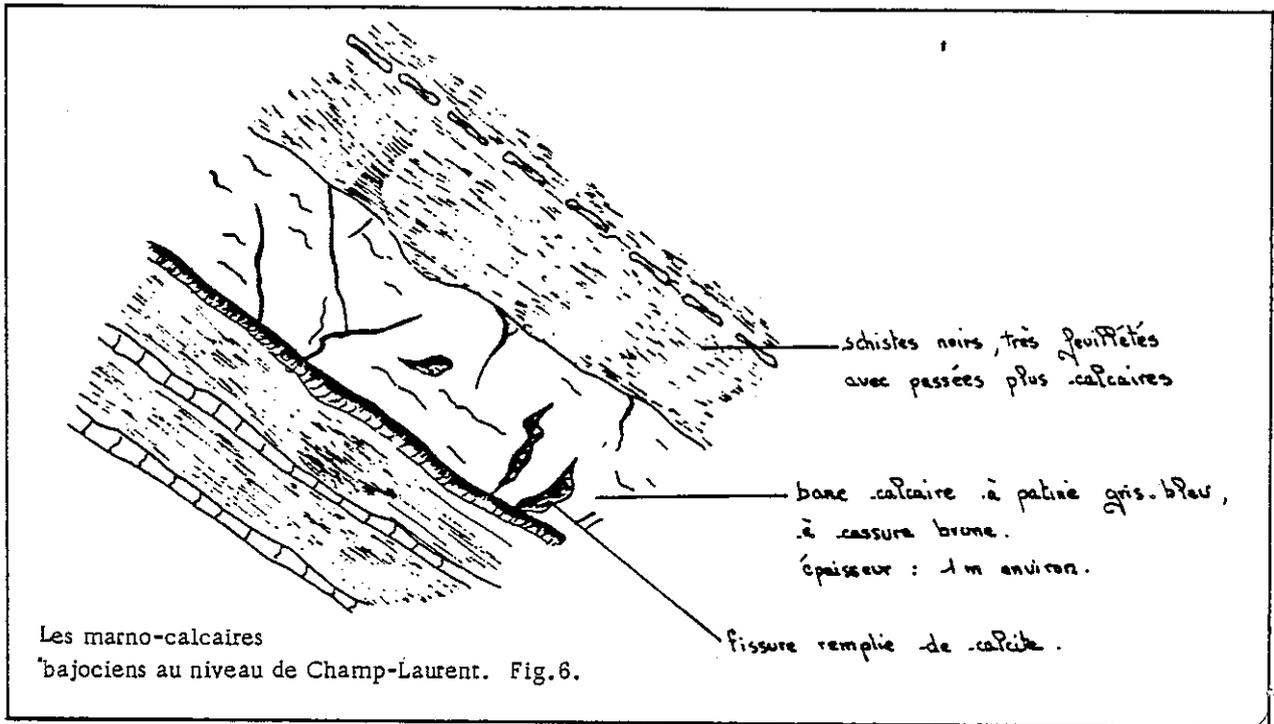
#### 2°/- Le Bajocien :

Cette formation se présente lithologiquement sous deux aspects. L'ensemble inférieur (100m environ) est formé d'une alternance irrégulière de schistes noirs épais de 2 à 3m ou davantage et de bancs marno-sableux de 0,50 à 1m. Parfois même, n'affleurent que des schistes noirs à cassure sombre.

L'ensemble supérieur, formation épaisse et monotone de calcaire marno-sableux noir à patine grise et nervures rouilles, montre une alternance de bancs plus carbonatés et de lits plus argileux (cf. fig. 6). La roche se débite en dalles (cf. fig. 7) plus ou moins gaufrées ou en crayons lorsque la schistosité est plus accusée. Une des caractéristiques essentielles de la formation est sa richesse en fins éléments détritiques, quartz anguleux surtout.

L'ensemble des formations bajociennes présente une forte épaisseur (jusqu'à 600m) en raison de redoublements tectoniques.

Morphologiquement, ces terrains assez durs donnent, malgré des phénomènes de glissements et d'altération, une zone de collines massives dominant la vallée du Grésivaudan à l'Ouest de la dépression liasique située immédiatement au pied de Belledonne.



## B. TECTONIQUE.

Comme dans toute la région, le secteur étudié a subi les différentes phases tectoniques alpines donnant naissance à de nombreuses failles, à une schistosité intense, et à des plis dont la complexité ne permet pas une étude structurale aisée. De plus, cette étude est rendue difficile par la grande épaisseur et par l'extension des dépôts quaternaires gênant de manière considérable les observations.

### 1°/- La tectonique souple :

Le Montrailant et la montagne de La Table - Montgilbert sont constitués essentiellement de marno-calcaires bajociens (sauf au Sud-Ouest de La Table où nous rencontrons des schistes aaléniens). Les mesures de stratification montrent que les bancs ont des directions N10 à N60 et des pendages uniformément vers l'Est. Les mesures ne sont pas très nombreuses car la schistosité masque le plus souvent la stratification.

Les formations bajociennes montrent en outre des plis isoclinaux déversés vers le Nord-Ouest. Une charnière est visible au niveau de Champ-Laurent : pli de direction N 50 déversé vers le Nord-Ouest.

Les flancs inverses sont souvent les seuls témoins de ce style : flancs inverses de Montbertrand, de Gagout et de Soucy. Dans de nombreux cas, ils ne peuvent cependant pas être relevés car les conditions d'affleurement ne permettent pas la mesure simultanée de la stratification et de la schistosité (J.C. Barféty, 1972).

Le plateau de La Table, d'allure synclinale, est le flanc normal d'un vaste anticlinal déversé vers le Nord-Ouest dont la charnière érodée se situerait au-dessus de la montagne de Montrailant.

Des mesures de schistosité effectuées sur les flancs normaux et les flancs inverses par J.B. Lejeune (J.P. Gratier et al., 1973), ont permis à cet auteur de déterminer une schistosité  $S_2$  de plan axial. Sa direction va de N10 à N60 environ et elle plonge pratiquement toujours vers le Sud-Est, plus ou moins fortement (20 à 50°). Elle est liée à la formation des plis postérieurement déversés vers le NW, montrant un flanc inverse très court et un flanc normal long.

Ces replis isoclinaux sont serrés et nombreux bien que les zones de charnières visibles en surface soient restreintes. Ils ont été observés cependant par B. Delaquis et al. (1979) dans la galerie de Bramefarine.

### 2°/- La tectonique cassante :

#### a- Les grands accidents.

La bordure occidentale du massif des Belledonnes présente, comme le reste de la chaîne, un système de structures transverses et méridiennes important :

#### - Les accidents ENE-WSW.

L'accident qui limite les assises sédimentaires et le socle

cristallin de Belledonne est affecté d'accidents transverses. Ces accidents décrits par J. Sarrot-Reynauld (1965) décalent les structures avec un rejet dextre. Ils sont en fait la somme de faisceaux de failles parallèles.

Un tel accident a été décrit dans le secteur d'étude par L. Pillet (1883) : la faille de La Rochette qui est à l'origine de la trouée du Bréda entre Pontcharra et Détrier.

- Les accidents WNW-ESE.

Ces accidents sont moins importants que les précédents. Ils n'apparaissent pas sur le terrain d'étude.

b- Etude de la fissuration.

Elle a consisté en une détermination des grandes directions de fracturation par lecture de photos aériennes, et en un relevé ponctuel des fissures sur le terrain. Il est à remarquer que ce relevé est très mal aisé du fait de l'importante couverture végétale et morainique qui masque les affleurements.

De plus, les accidents sont très mal visibles en photos aériennes, du fait du passage des glaciers qui ont modelé les surfaces topographiques.

- A partir des photos aériennes.

Quatre directions principales apparaissent N45 - N80-90-100 - N140 et N170. Les directions N80-90 prédominent. Les fractures N45-N50 se confondent avec les sillons glaciaires, résultats de l'érosion des glaciers würmiens, et sont cachées par les remplissages morainiques.

- A partir des levés de terrain.

La direction principale de la fissuration apparaît être la direction multiple N100-120. La direction N150 est importante, ainsi que celle N60.

Les failles conjuguées N100-N60 ou N150-N60 apparaissent dans bon nombre d'affleurements.

Au col de Cochette, est visible une faille N100 à décrochement sénestre avec présence de crochons.

- Conclusion :

Les directions N100 de faible développement linéaire sont prépondérantes sur le terrain. Il en est de même pour les directions N60.

Les fractures N90 visibles à l'échelle régionale n'apparaissent pas sur le terrain.

### c- Histoire tectonique.

La structure tectonique du massif de Belledonne est marquée par des accidents décrochants transverses. Ceux-ci sont témoins d'une fracturation ancienne (J. Sarrot-Reynauld, 1965). Ce sont pour la plupart des accidents à rejet dextre de direction varisque ou cévenole N50 et des décrochements sénestres de direction armoricaine N140.

Les couloirs N50-N60 ont joué lors des contraintes alpines.

### 3°/- Conclusion :

D'après ces résultats, ceux de J.C. Barféty et al. (1972) et ceux de G. Massonnat (1981), il ressort que la bordure occidentale de Belledonne a subi deux phases de plissement :

- un plissement intense, donnant naissance à des plis droits, avec apparition d'un fort clivage schisteux ;
- le contrecoup de la surrection des massifs cristallins externes (ponto-pliocène) provoquant un déversement vers l'Ouest des plis précédents, avec un léger décollement des strates au niveau du Trias et de l'Aalénien et le rejeu d'accidents plus anciens. Ces derniers donnent des mouvements de coulissages dextres, dessinant dans les assises sédimentaires des losanges allongés NE-SW.

## CHAPITRE II : LA GEOLOGIE DU QUATERNAIRE.

Le Quaternaire par son étendue et sa grande variété lithologique constitue un système hydrogéologique très important dans la région.

Nous nous proposons donc ici, tout d'abord de rappeler les grands événements marquant cette période, puis d'étudier les différents termes des dépôts quaternaires rencontrés dans le secteur.

### A. LE RYTHME DES OSCILLATIONS CLIMATIQUES QUATERNAIRES. RAPPEL.

Il est essentiel d'avoir une idée de ce rythme afin de connaître approximativement les espaces de temps pendant lesquels se sont élaborés les reliefs. Au total, la durée du Quaternaire est comprise entre 500 000 et 3 500 000 ans, soit le 1/10 de celle du Pliocène. Cette période réduite a été marquée à au moins 6 ou 7 reprises par d'importants changements climatiques qui ont modifié complètement les surfaces d'érosion à la surface du globe.

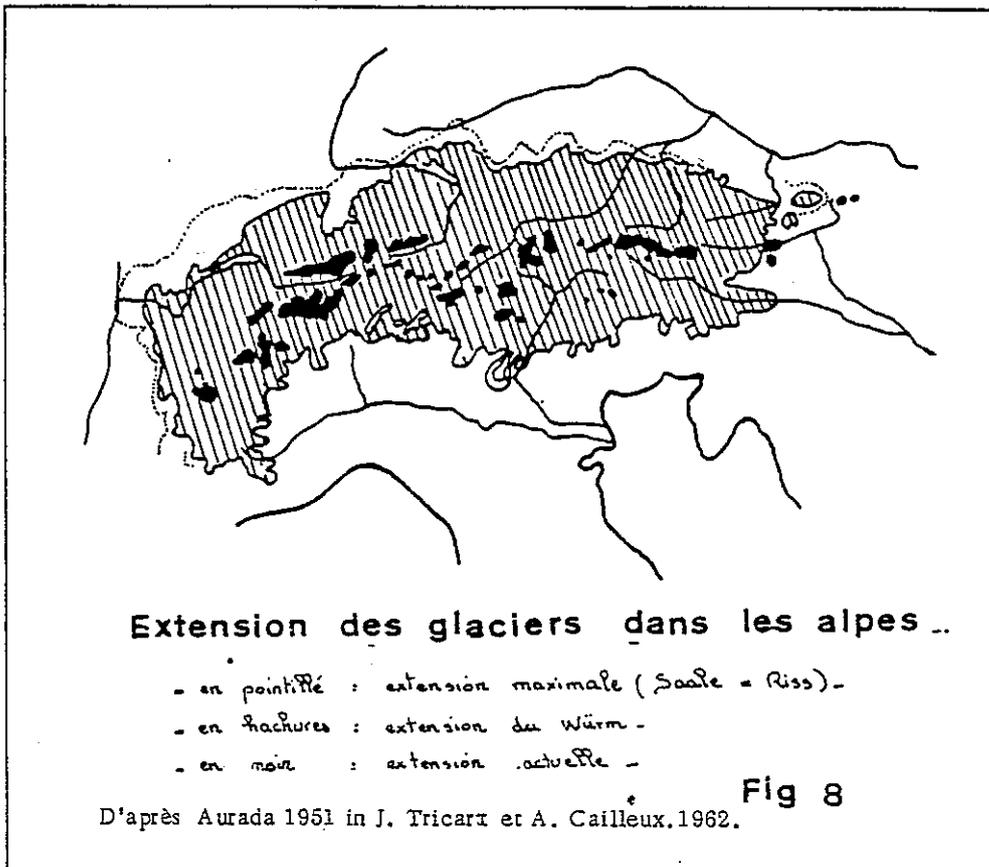
Le Quaternaire est donc une période de forte instabilité climatique, marquée par d'importantes glaciations (cf. fig. 8) classées de la façon suivante (J. Tricart et A. Cailleux, 1962) :

- le Quaternaire ancien : il comprend les glaciations antérieures à l'interglaciaire pré-Riss qui sont mal connues. Dans les Alpes, ce seraient les glaciations du Günz et du Mindel avec l'interglaciaire qui les sépare ;

- le Quaternaire moyen : est occupé essentiellement par un interglaciaire Mindel-Riss ;

- le Quaternaire récent : il se compose de deux glaciations Riss et Würm, de l'interglaciaire qui les sépare et du post-würmien (holocène).

- . glaciation du Riss : la plus étendue avec 2 ou 3 stades selon les auteurs ;
- . interglaciaire Riss-Würm : il semble court, marqué dans la plaine germano-polonaise par la transgression éémienne ;
- . Würm : il comprend plusieurs pulsations des glaciers alpins (2 ou 3 stades) mais d'une extension moindre ;
- . déglaciation du Würm : après le dépôt des moraines du Würm, le climat se réchauffe : les glaciers de cirque disparaissent et des sols rubéfiés se forment jusqu'à 1800m d'altitude. Il semble que ce soit l'optimum climatique car le froid revient ensuite avec réapparition des glaciers de cirque. Puis le réchauffement est progressif : les glaciers se transforment en glacier rocheux, puis disparaissent et la forêt colonise les pentes.



## B. LE QUATERNAIRE PLEISTOCENE.

### 1°/- Le chaînon de Planaise-Chamousset :

Dans l'ensemble des Alpes, l'érosion liée aux glaciations rissiennes est responsable du creusement maximum des grandes vallées. Elle a effacé quasiment toutes les traces de glaciations antérieures.

L'érosion par les glaciers würmiens a épargné de nombreux lambeaux de formations datées de l'interglaciaire Riss-Würm. Ces dépôts constituent, en bordure des vallées, des "banquettes" d'une centaine de mètres de hauteur, très ravinées par la dernière glaciation et recouvertes par les moraines de retrait de celle-ci. Ce sont les banquettes de Barraux (La Gache), de Francin, de Planaise. Elles ont fait l'objet d'importants travaux (F. Bourdier, 1962 ; J.C. Fourneaux, 1975).

Nous nous proposons ici d'étudier en détail la banquette de Planaise-Chamousset. Celle-ci s'étend à l'extrémité nord du Grésivaudan, de l'entrée de la Combe de Savoie au confluent de l'Arc, en rive gauche de l'Isère.

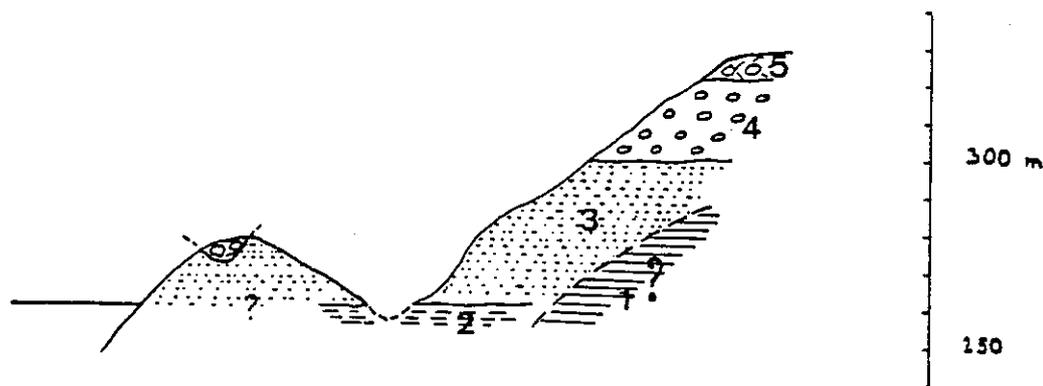
#### a- Descriptions de quelques coupes.

Il est très difficile d'observer des coupes dans les formations quaternaires du chaînon, car ces formations meubles sont souvent affectées de glissements de terrain, de tapis d'éboulis ... et sont recouvertes d'une importante végétation. Les seules coupes visibles se rencontrent généralement au niveau de carrières.

Nous décrirons ici :

- au Sud, la coupe de Pognient ;
- plus au Nord, le ravin de Martenan ;
- la carrière de Coise ;
- au Nord, la coupe et la gravière de Chamousset.

. Coupe 1 : Pognient.



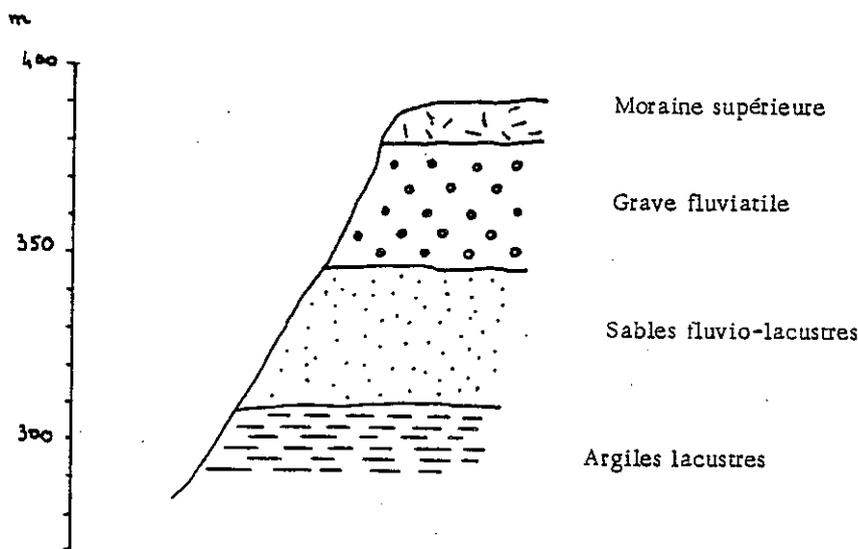
COUPE SCHEMATIQUE DE POGNIENT. Fig. 9.

1. Substratum. 2. Argiles. 3. Sables. 4. Fluviaux. 5. Moraines.

Cette coupe est en fait une coupe synthétique reconstituée à partir de plusieurs affleurements.

A ce niveau, les argiles bleues n'affleurent pas, mais ont été rencontrées lors de fouilles au pied de la butte du Molard. Les sables sont fins et à litage horizontal vers le bas. Ils deviennent plus graveleux, à structure entrecroisée vers le haut. Vers la cote 300m, ils passent à des alluvions fluviales à gros galets et ciment sableux. La moraine supérieure recouvre ces formations. Au Pichat, nous rencontrons des sables encore fins à léger litage oblique passant à des sables à structure entrecroisée (cote environ 300m).

. Coupe 2 : Le ravin du Martenan.



COUPE SCHEMATIQUE DU RAVIN DE MARTENAN. Fig.10.

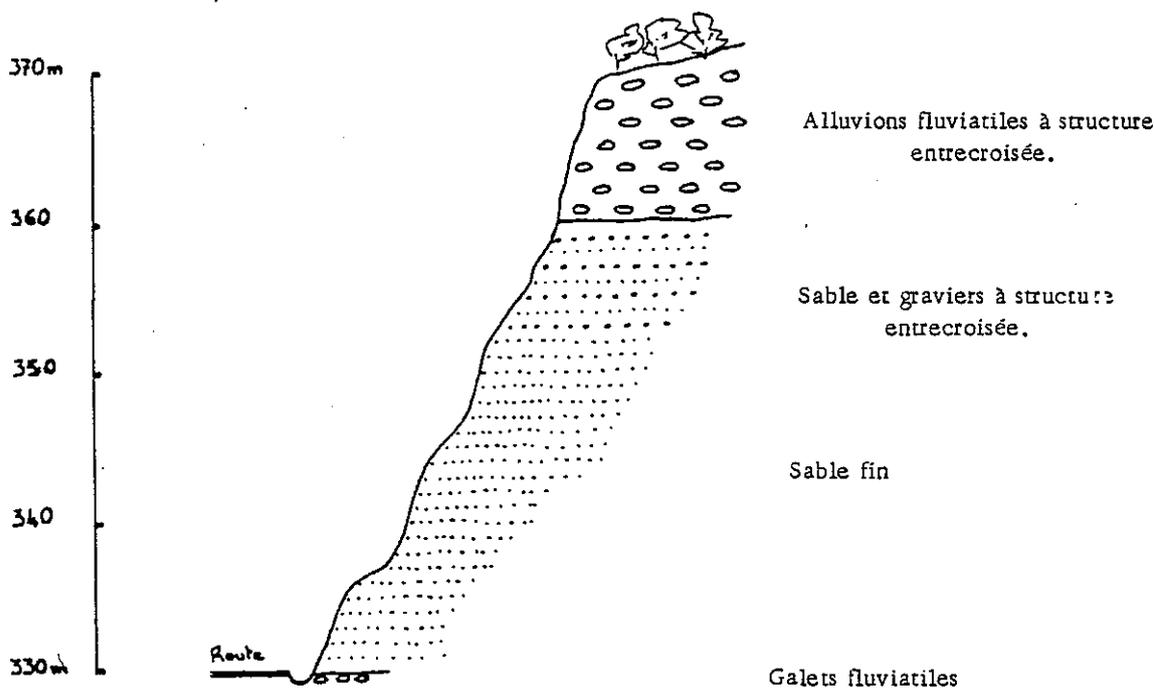
Le torrent du Martenan débouche dans la plaine de l'Isère par un petit cône de déjection encore très actif où se mêlent éléments argileux, sableux et graveleux.

En remontant son lit, nous rencontrons sous les matériaux de ce cône, des argiles bleues dont l'épaisseur visible est d'environ 10m. Au-dessus, apparaissent sur les rives du torrent des sables fins (épaisseur 25 à 30m). La source du ruisseau naît dans une immense niche d'arrachement aux parois très raides où nous distinguons sur 10m des sables à litage légèrement oblique vers le S-SE, puis des sables grossiers à structure entrecroisée où certaines lentilles contiennent des graviers.

Le passage à des éléments grossiers est progressif autour de la cote 340-350m. Les parois de la niche sont creusées dans des niveaux fluviaux au litage horizontal. L'érosion a découpé des arêtes dans ces dépôts.

Le tout est recouvert par 10-15m d'une moraine très argileuse bleue, altérée en surface.

. Coupe 3 : La carrière de Coise.



COUPE SCHEMATIQUE DE LA CARRIERE DE COISE. Fig.11.

Les sables sont fins à la base. Leur épaisseur totale est d'environ 30m. Vers le haut, sur 10m environ, ils sont plus grossiers. Ils contiennent des lits graveleux, puis des lentilles de graviers. Le contact avec les dépôts fluviatiles se situe à la côte 360m, alors que, dans le ravin du Martenan, elle est autour de 340-350m.

Il est à noter à la base de ces sables, des galets fluviatiles qui apparaissent dans le fossé de la route. Il n'est pas possible de connaître leur épaisseur.

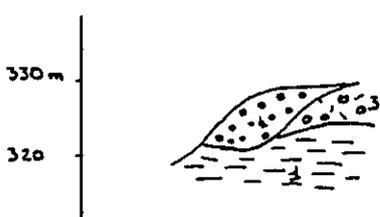
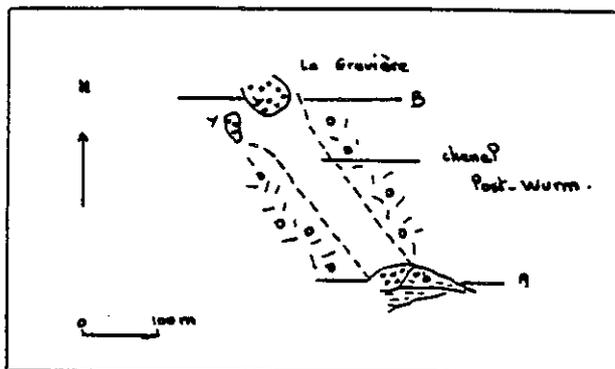
D'autre part, les alluvions fluviatiles situées entre 360 et 370m présentent des galets de faibles dimensions (allongement < 11cm en général) et disposés en vrac (cf. étude sédimentologique paragraphe B1.c).

Nous ne rencontrons pas dans cette coupe la moraine supérieure, mais des sédiments liés aux glaciers.

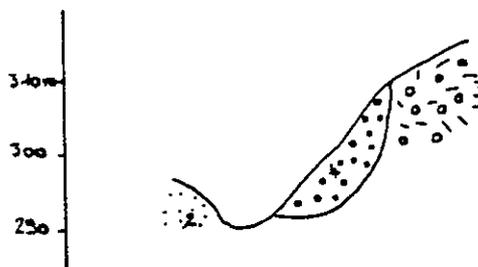
Sans doute restait-il pendant la fusion des derniers glaciers, une petite calotte de glace morte, style "Kettle" qui en disparaissant progressivement a laissé une dépression où se sont déposés, en premier les galets, puis des sables. Ce plan d'eau est également alimenté par des torrents de fonte glaciaire qui descendaient en direction du Coisin, par une vallée transversale au chaînon, encore marquée dans la topographie.

De tels torrents tardi-würmiens expliqueraient les nombreuses vallées, souvent mortes, transversales au chaînon.

. Coupe 4 : Chamousset.



Coupe A



coupe B

COUPES SCHEMATIQUES DU CHENAL TARDI-WURMIEN DE LA BUTTE DE CHAMOUSSET. Fig. 12.

1. Argiles 2. Sables 3. Moraines 4. Alluvions

Cette coupe, mise en évidence à la faveur de la construction d'une maison, montre une série très réduite (cf. fig. 12A).

En effet, à la base, se retrouvent des argiles bleues, varvées, correspondant aux argiles d'Eybens (cf. chapitre Bl.b). La moraine les recouvre directement. La zone de contact est nette.

Cette moraine est entaillée par un chenal rempli de galets à faciès fluviatiles mais striés.

Il est donc probable qu'une rivière, après le retrait des glaciers würmiens ait remanié les dépôts morainiques laissés par ceux-ci. Nous retrouvons ici "la moraine à faciès fluviatile" décrite par F. Bourdier.

Au-dessus de ces dépôts fluviatiles, des sables fins ont été rencontrés lors d'un petit sondage. Graves fluviatiles et sables dateraient dans ce cas du Tardi-Würm.

A la même cote, sur le flanc Ouest de cette même butte de Chamousset, à La Gravière, sont exploités des dépôts fluviatiles. Ceux-ci, à la différence de ceux rencontrés à Pognient, au Martenan ... sont mal classés et mal rangés. De plus, ils sont très argileux et de nombreuses circulations d'eau sont marquées par des encroûtements calciteux. Seul, à droite de la carrière, un litage oblique régulier vers le S-SW marque la présence d'un ancien cône de déjection.

La moraine supérieure n'apparaît pas dans cette coupe, alors qu'elle forme le sommet de la butte de Chamousset.

Ces dépôts sont aussi tardi-würmiens. Ceci est confirmé par la présence sous ces alluvions (coupes de Chamousset, de La Gravière) d'énormes blocs erratiques (granite et calcaire) appartenant au dernier glacier, c'est-à-dire au glacier würmien. Un chenal se dessine alors de direction SE-NW. Il traverse la butte de Chamousset depuis la coupe décrite précédemment en s'approfondissant à La Gravière, décrivant à ce niveau un vaste cône de déjection dont seule la partie ouest est conservée.

Les quelques coupes décrites ici montrent une série qui est pratiquement constante dans le chaînon de Planaise :

1. à la base, des argiles bleues varvées ou compactes.
2. celles-ci passent à des sables fins ou sablons.
3. puis à des sables de plus en plus grossiers vers le haut.
4. ces sables grossiers se terminent par des dépôts fluviaux francs, grossiers.
5. enfin la moraine de retrait du dernier glacier recouvre invariablement toutes les formations précédentes.
6. parfois se rencontrent des alluvions anciennes tardiglaciaires.

La carte géologique des alluvions quaternaires du chaînon de Planaise est jointe à cette étude.

#### b- Etude lithostratigraphique.

Nous allons étudier chaque terme de la série décrite précédemment.

##### b1. Les argiles bleues.

Plusieurs sondages (J.C. Fourneaux, 1969, 1970a, 1973a), en différents points de la plaine, ont atteint des argiles bleues, finement litées, décrites par J.C. Fourneaux et comparées aux argiles d'Eybens. Elles constitueraient donc le remplissage alluvial des vallées de l'Isère et du Coisin, où le lac de Sainte Hélène remplit une dépression creusée dans celles-ci.

Des argiles bleues se rencontrent à la base de la banquette de Planaise, à des altitudes de 280m à Ventonnex, 290-300m sous Chateauneuf, 280m au Pont-Rouge, 260m dans le lit du Coisin (cf. carte géologique et coupe fig. 15).

Elles se présentent soit sous forme d'argiles bleues compactes, sans litages visibles, soit sous forme d'argiles varvées type Eybens.

#### . Caractères sédimentologiques des argiles.

Pour déterminer leur origine, il faut se replacer dans le vaste lac post-glacier rissien du Grésivaudan, dit lac d'Eybens. Dans ce milieu calme, caractérisé par une forte épaisseur d'eau, se sont déposés des sédiments fins, lités appelés "argiles d'Eybens".

Au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset, nous avons rencontrés des argiles litées et des argiles plus compactes. D'autre part, l'étude de la formation sableuse qui surmonte ces dépôts, nous a conduit à penser que la base du chaînon pouvait être formée de deux argiles minéralogiquement identiques car héritées du même bassin-versant, mais d'origines différentes :

- des argiles litées d'origine lacustre dites "argiles d'Eybens" ;
- des argiles litées ou non, d'origine deltaïque, appartenant au "bottomset" d'un delta formé par les alluvions pleistocènes sableuses du chaînon de Planaise (cf. paragraphe B.1.b2).

Notons qu'il est très difficile de différencier ces deux types d'argiles. Nous ne pouvons dans ce cas donner l'épaisseur des argiles appelées prodeltaïques par Scruton (1960).

#### . Caractères minéralogiques.

Une analyse aux rayons X des argiles de Ventonnex montre que la partie argileuse est formée d'illite et de chlorite. Ces deux phyllosilicates sont caractéristiques des argiles glaciaires et des moraines dans toutes les Alpes françaises. Ils sont dûs à l'altération à caractère physique dominant des climats périglaciaires, c'est-à-dire que celle-ci livre un matériel détritique qui n'est que le produit de la désagrégation des roches du continent car l'hydrolyse est paralysée. Les argiles transportées par les rivières sont héritées des roches-mères, des altérations et des sols du bassin-versant. L'association illite-chlorite est à l'image de ce dernier. Dans les lacs basiques, l'illite détritique est dissoute partiellement. Les ions libérés se recombinaient sur un réseau micacé détritique en redonnant des illites.

La fraction argileuse des argiles de Ventonnex représente 43% de la roche totale (29% I + 14% Chl.), l'autre partie étant constituée de 26% de Quartz, 17% de calcite, 10% de feldspaths sodiques, 5% de feldspaths potassiques. Ces minéraux détritiques, comportant aussi des micas bien cristallisés et non néoformés au Quaternaire, sont issus en partie de lits de sables qui s'intercalent avec les argiles dans les niveaux supérieurs. Leur épaisseur augmente jusqu'à ce qu'ils dominent. Nous sommes donc ici dans la zone de passage des argiles aux sables. Ce passage a été décrit par J.C. Fourneaux, 1976.

Nos argiles bleues présentent donc des caractères minéralogiques analogues à ceux des argiles varvées d'Eybens (cf. fig. 13).

#### . Conclusion.

Les argiles bleues qui forment la base du chaînon de Planaise-Chamousset sont d'origine lacustre (argiles dites d'Eybens) ou deltaïque.

Le toit des argiles se situe à Pognient vers 270m d'altitude, vers 300m à Planaise, à 310m à Chamousset. Elles passent ensuite progressivement à des sables fins (Ventonnex, Le Platier). (cf. fig. 14).

Cette formation appelée "argile" est en fait une marne car elle contient 30 à 40% de carbonate de calcium.

Origine	minéraux argileux			Q	F	CoKa %
1 Coise	I		C	+	+++	13,4
2 "	I		C	+	+++	15,4
3 Francin N	I		C	+	+++	17,8
4 " S	I		C	+	+	31,2
5 La Buisnière	I	Is	C	++		2
6 "	I	Is	C	+++		3,6
7 Vourey	I		C	+	+	26,8
8 Echiroles N	I		C	++	++	34,6
9 Eybens U <sub>2</sub>	I		C	++	+	20,7
10 " tuilerie	I		C	++	++	28
11 " tuilerie	I		C	+	+++	28
12 Echiroles S	I		C	+	++	20,2
13 Ventonnex	I		C	++	+	-

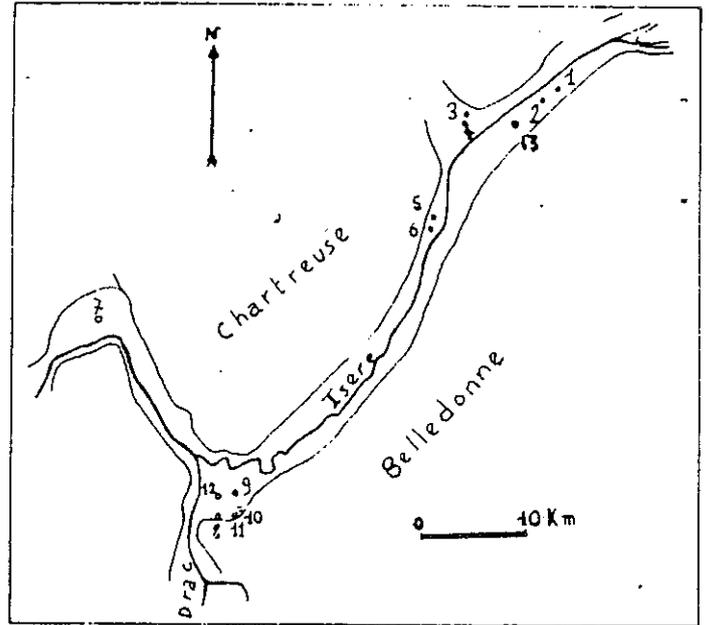
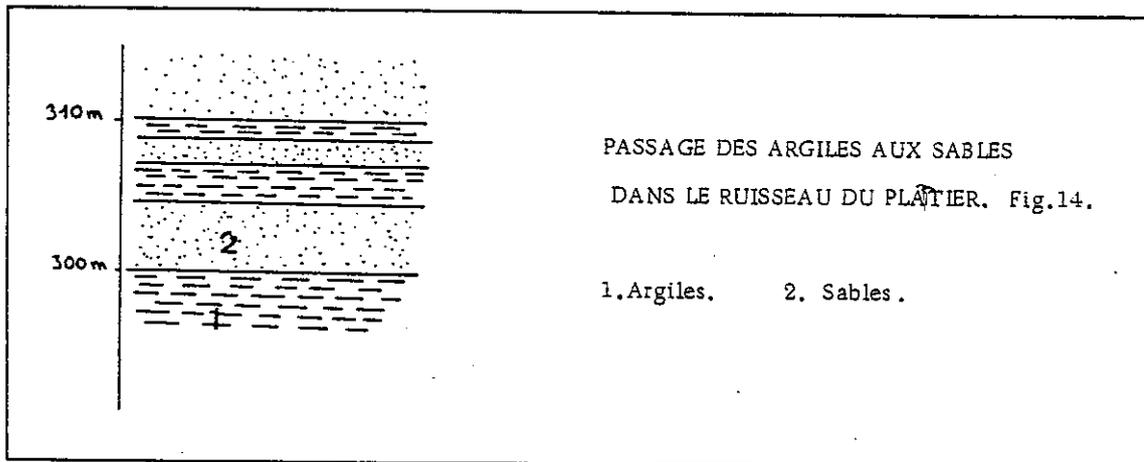


TABLEAU DES ANALYSES DES ARGILES . FIG : 13  
in APRAHAMIAN et al. 1970

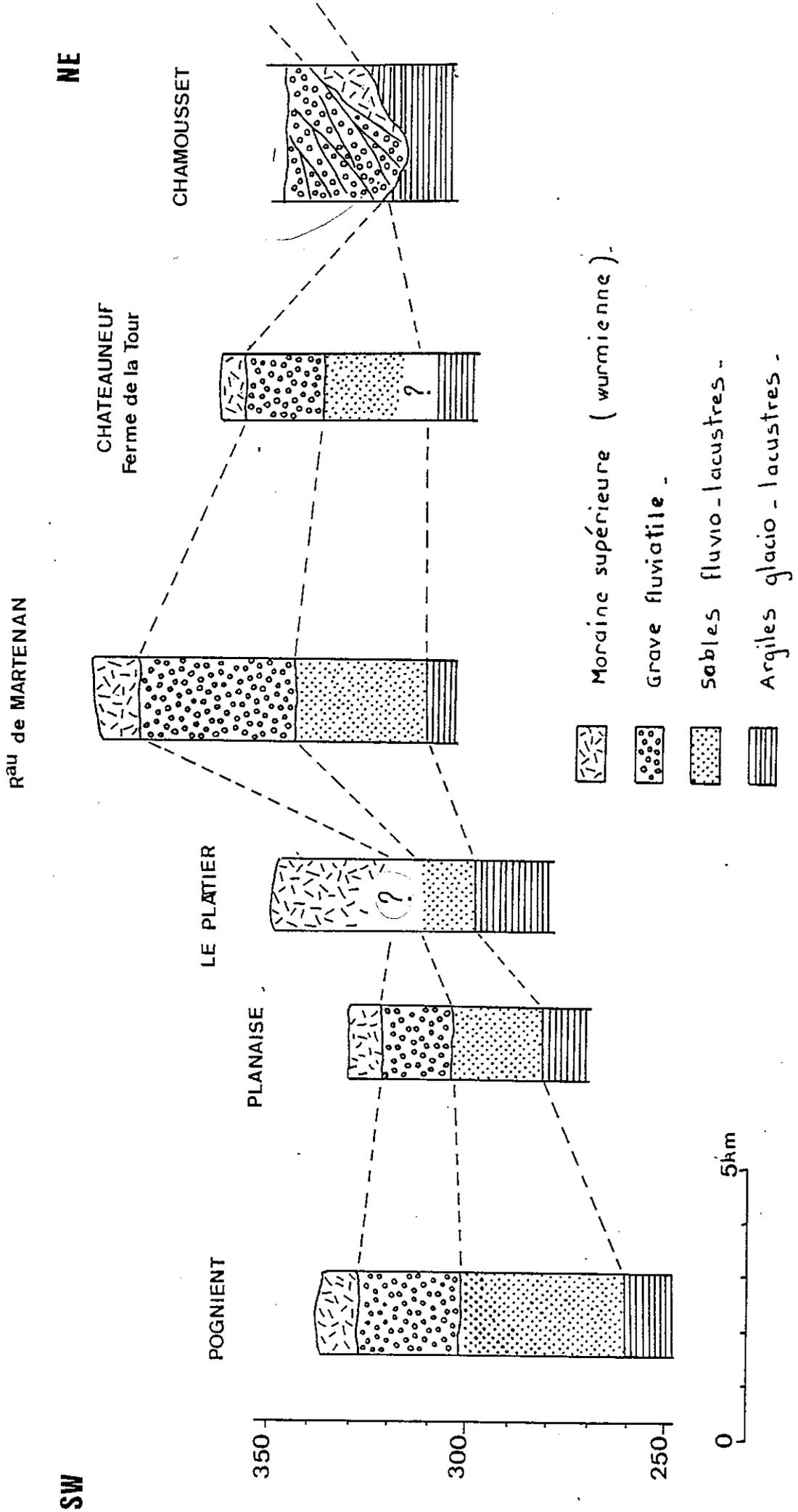
LOCALISATION DES ECHANTILLONS .  
13 : Ventonnex .

I : Illite    C : Chlorite    K: Kaolinite  
Is : Interstratifié    Q: Quartz  
F : Feldspath



Remarque : sous ces argiles, au Nord de la banquette de Planaise-Chamousset, des formations grossières ont été décelées par géophysique mais aucun sondage mécanique ne les atteint. (J.C. Fourneaux, 1976).

PROFIL EN LONG DE LA BANQUETTE DE PLANAISE - CHAMOUSSET . FIG . 15



## b2. Les sables.

Nous avons vu que les couches supérieures des argiles sont caractérisées par l'intercalation de lits de sable qui deviennent de plus en plus importants vers le haut jusqu'à ce qu'ils soient prépondérants.

Ces sables sont difficiles à déceler en raison de la densité de la végétation et du manque d'affleurements. Cependant, ils ont été largement exploités dans le chaînon de Planaise : carrières de Pognient, Coise, Les Frasses, Rubeaud, ... . Nous les rencontrons aussi dans le ravin du Martenan entre 310 et 340m d'altitude.

L'épaisseur de cette formation est d'environ 30m, son toit se situe entre les cotes 340-360m au Nord de la banquette, 300m au Sud (cf. fig. 15).

Cette formation sableuse est constituée de trois sortes de sables :

- des sables fins à litage horizontal ;
- des sables plus grossiers avec ou sans graviers à litage oblique ;
- des sables grossiers contenant généralement des graviers, à structure entrecroisée.

Le passage des sables fins horizontaux à des sables grossiers n'a pas été vu dans le chaînon de Planaise, mais nous avons observé le passage de sables obliques à des sables horizontaux grossiers à Pognient (cf. fig. 16).

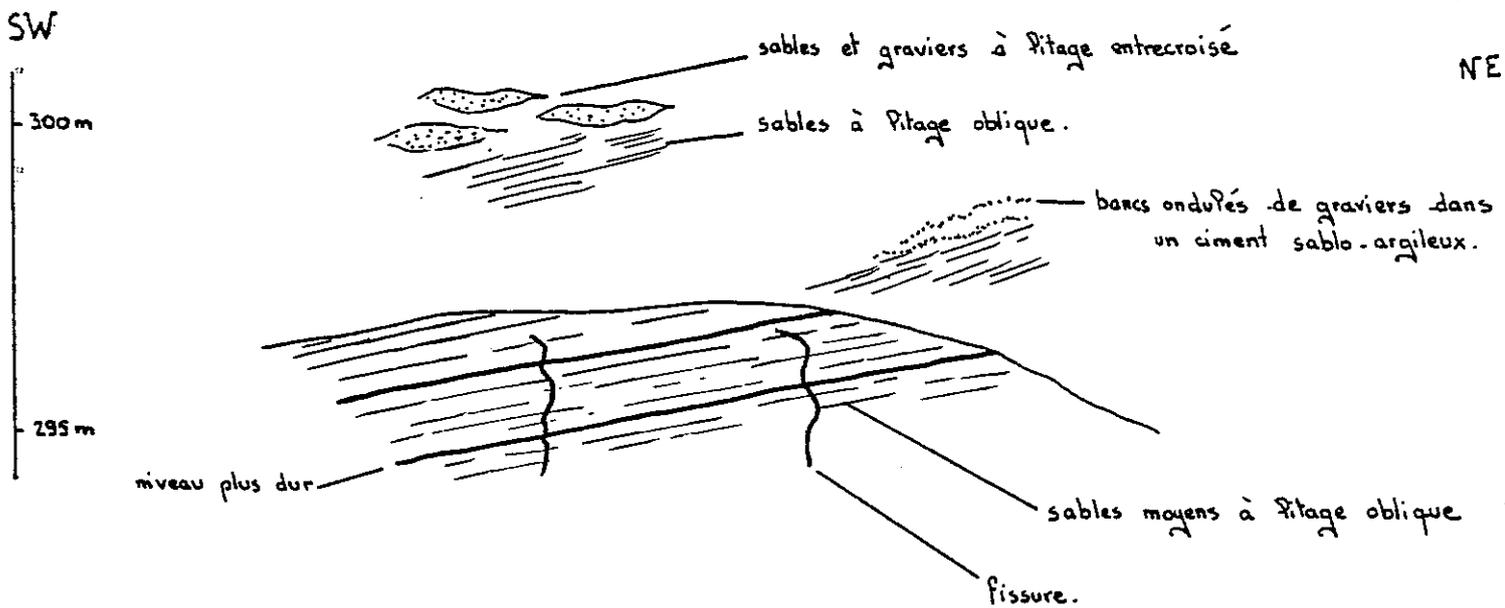
### . Description de quelques affleurements.

Les affleurements décrits ci-dessous sont des coupes observées dans d'anciennes carrières. En effet, c'est seulement au niveau de ces sites que nous pouvons voir la structure de ces dépôts sableux :

#### - Carrière du Pichat.

Cette carrière se présente sur deux niveaux :

- . à la base, des sables moyens, sans graviers à part quelques ondulations graveleuses, à litage oblique (5° environ vers le SW).
- . au-dessus, ces mêmes sables passent en continu à des sables grossiers fluviatiles.

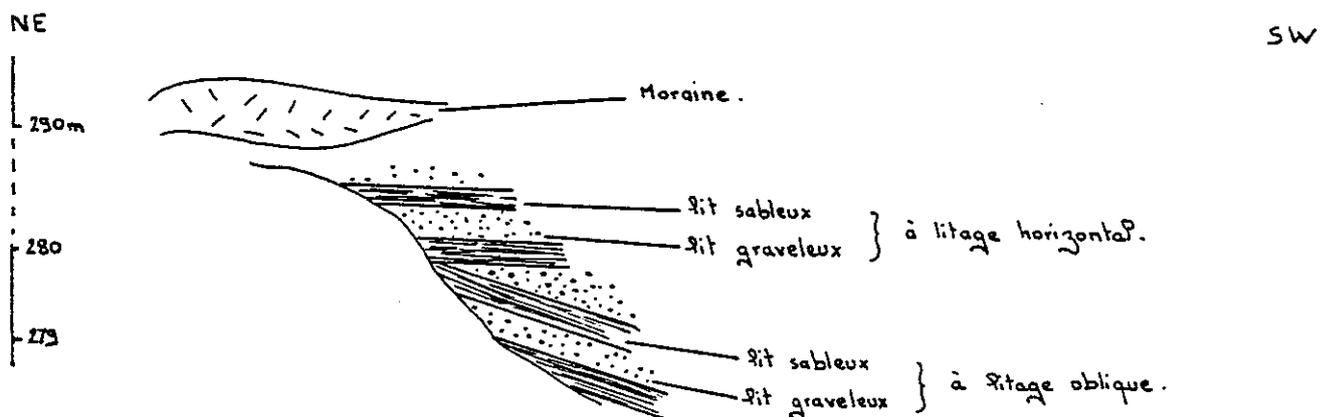


COUPE SCHEMATIQUE DE LA CARRIERE DU PICHAT FIG : 16

Passage des sables à litage oblique à des sables à litage entrecroisé

. Carrière du Pont du Mollard.

Les dépôts se caractérisent ici par une alternance de lits d'environ 20cm d'épaisseur, sableux et de lits graveleux, qui présentent à la base un litage oblique (vers SW) puis un litage horizontal.

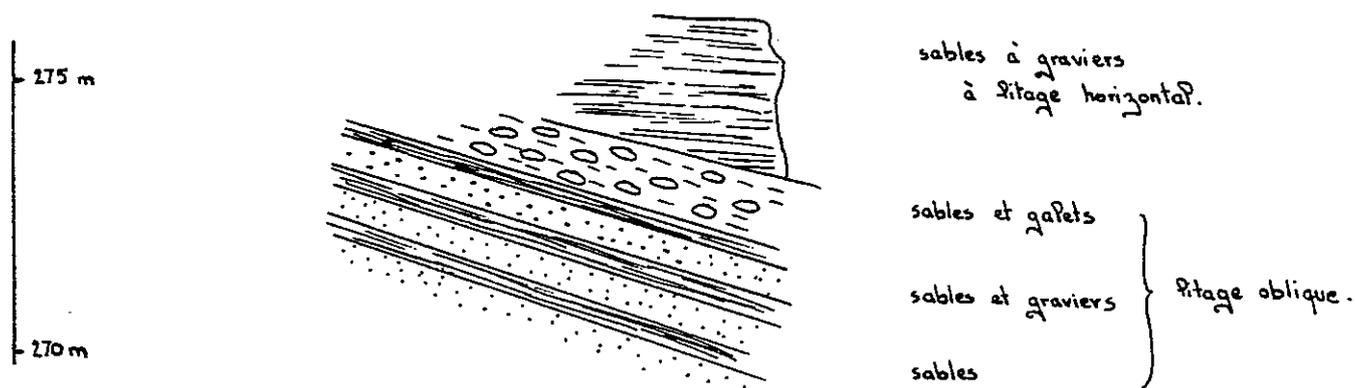


COUPE SCHEMATIQUE DE LA CARRIERE DU PONT DU MOLLARD FIG : 17

Passage des sables grossiers à litage oblique à des sables grossiers à litage horizontal

. Carrière de la Bassée.

Cette coupe rappelle la coupe précédemment décrite mais les sédiments sont plus grossiers, sans doute déposés en période de crue :



COUPE SCHEMATIQUE DE LA CARRIERE DE LA BASSEE FIG : 18

Passage des sables très grossiers à litage oblique à des sables plus fins à litage horizontal

Géométriquement, cette coupe se situe à la même côte que la carrière de Pognient, carrière creusée dans des sables grossiers obliques. Une telle disposition laisse à penser une sédimentation par chenaux temporaires.

. Caractères minéralogiques et sédimentologiques.

Ce sont des sables fins, formés de grains de quartz, calcite et mica, enveloppés dans une matrice argileuse plus ou moins importante.

Les études aux rayons X effectuées sur des échantillons prélevés à La Buissière par G. Hanss (1974) montrent que la fraction argileuse est constituée d'un interstratifié illite-montmorillonite où cette dernière est largement dominante (10-14 M) et par de la kaolinite. A côté de cela, nous trouvons une certaine quantité d'illite et seulement des traces de chlorite. La proportion de quartz est beaucoup plus importante, mais il n'y a pas de feldspaths décelables. La teneur en carbonate de calcium est faible (voisine de 3%).

Illite et montmorillonite semblent néoformées sous un climat chaud.

Les courbes granulométriques de ces sables (cf. fig. 19) montrent que ce sont des sédiments bien triés et bien classés, d'origine

lacustre à fluvio-lacustre. La fraction argileuse représente 12% du poids de la roche totale à Pognient, 12% à Coise dans la partie supérieure et 8% dans la partie inférieure.

De tels sables ont été rencontrés dans la vallée du Gelon à la Trinité (cf. carte géologique). Ils sont là nettement plus argileux (29%).

Les différences de granulométrie sont visibles à l'oeil nu. Nous notons, en effet, des variations verticales comme nous l'avons déjà dit de celle-ci. Les sables, fins à la base, passent vers le haut à des sables plus grossiers, contenant des lits graveleux et présentant un pendage oblique (5 à 30°) qui traduit des apports en provenance du NE, c'est-à-dire de la vallée de l'Isère. La grossièreté des éléments s'accroît encore vers le haut. Les sables à litage oblique passent à des sables à litage entrecroisé, certaines lentilles étant uniquement sableuses, d'autres graveleuses, puis à des graviers fluviatiles francs. Ce sont, par exemple, les cas de la carrière du Pichat, du ravin de Martenan.

De nombreuses fissures remplies de calcite pulvérulente se voient dans les bonnes coupes. Leur direction est N50, c'est-à-dire parallèle à la vallée du Coisin. Ce sont des failles de tassement qui ont été ensuite le siège de circulation d'eau.

Remarque : Nous avons trouvé au toit des argiles, au Puits par exemple, dans une zone de sources, des galets fluviatiles dont nous n'avons pu déterminer ni la position exacte, ni l'épaisseur.

#### . Conditions de sédimentation.

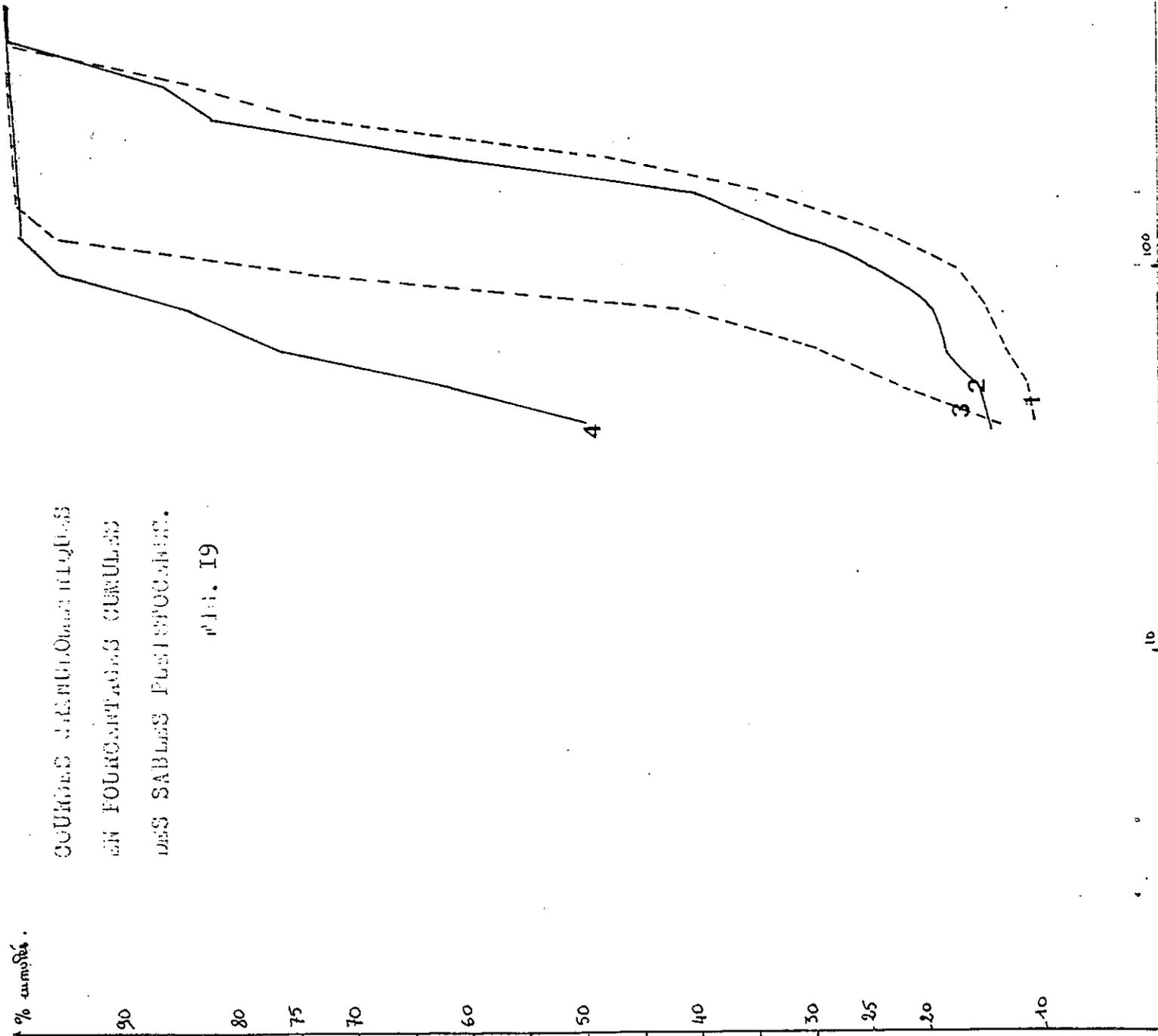
Comme le montrent les courbes granulométriques et les litages horizontaux, obliques ou entrecroisés, les sables sont d'origine lacustre à fluvio-lacustre et plus précisément deltaïque.

En effet, de nombreuses coupes relevées dans des carrières de sables rappellent la coupe schématique définie par Gilbert (1952) d'un delta :

% cumulés.

COURBES CARACTÉRISTIQUES  
EN FOURNAGEONS CURULLES  
DES SABLES FLUVOQUARTZES.

PL. 19



1 COISE INF.

Q<sub>df</sub> = 0,525  
 S<sub>0</sub> = 1,4  
 H<sub>et</sub> = 0,4  
 S = 0,8

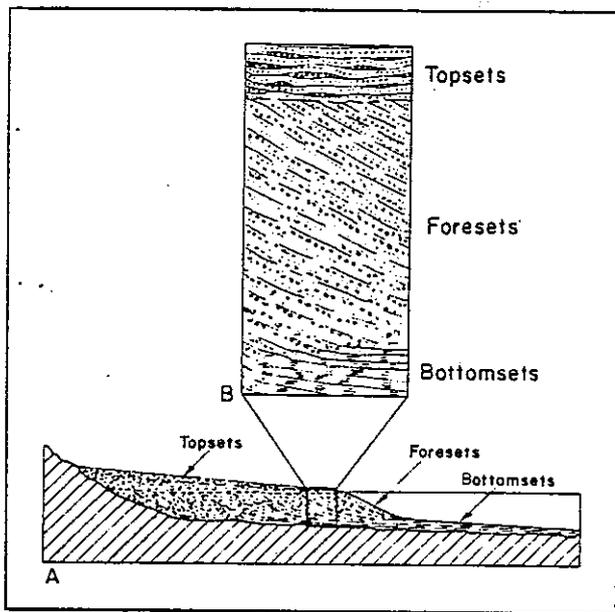
2 COISE SUP.

Q<sub>df</sub> = 0,59  
 S<sub>0</sub> = 1,48  
 H<sub>et</sub> = 0,35  
 S = 0,745

3 JOUJENT.

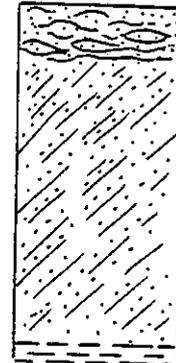
Q<sub>df</sub> = 0,625  
 S<sub>0</sub> = 2,13  
 H<sub>et</sub> = 0,25  
 S = 0,76

4 TRINTE.



Coupe et profil schématiques  
d'un delta type Gilbert

SEDIMENTATION DELTAIQUE



Coupe schématique des formations  
sableuses du Martenan .

FIG : 20

Légende : 1. Des sédiments fins (argiles, silt) forment le "bottomsets". Cette zone consiste en la partie la plus fine de la charge, charriée surtout en suspension et transportée au-delà du front d'avancée du foresets. En présence de beaucoup d'éléments en suspension ou de courants importants, cette zone peut être largement étendue autour du delta.

2. Déposés sur la pente du foresets, ces sédiments sont plus grossiers et présentent un litage oblique. Les lits du foresets étendent le delta au-delà des limites de la plateforme (topsets) qui est en partie au-dessus et en partie au-dessous du niveau d'eau du lac ou de la mer dans lequel le courant décharge.

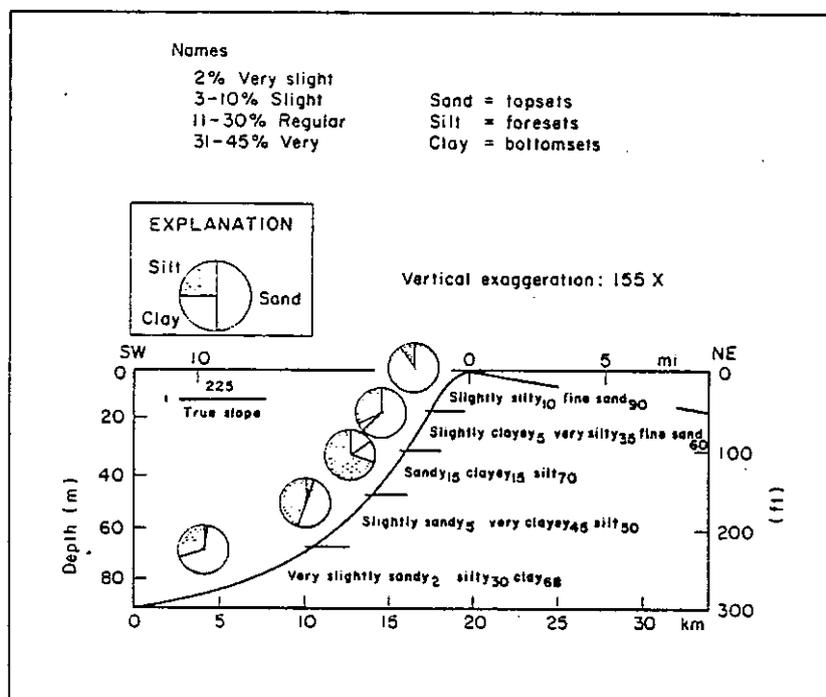
Fisk (1954) donna le nom de "front-delta" à la zone du foresets. Il rapporta que la partie haute, vers la fin de la distribution de la sédimentation est faite de bancs de sables. Ces sables diminuent de taille vers le bas de la pente frontale où ils passent ensuite à des sables argileux. Entre les distributions, les sédiments du front-delta sont des éléments fins appelés par Fisk "argiles de coin ("clay wedges").

3. Le topsets apparaît constitué de deux formations :

- presque horizontalement, des sables à grains grossiers sont déposés par les courants circulant dans des chenaux au toit du foresets;
- des sédiments qui progradent en éventail sur le toit presque horizontal du delta.

Donc nous observons sur une coupe d'un delta, d'une part un passage de sédiments à litage horizontal à des sédiments à litage oblique puis à nouveau horizontal et enfin à des éléments à structure entrecroisée, d'autre part une augmentation de la granulométrie du matériel deltaïque de bas en haut. Cette progression a été mise en évidence au niveau du bottomsets du delta du Mississippi (fig. 21).

Ces changements de pendage des couches sableuses et ces variations de la granulométrie ont été observés dans le chaînon de Planaise-Chamousset (cf. fig. 16, 17 et 18).



PROFIL SCHEMATIQUE DU DELTA DU MISSISSIPI . FIG: 21

montrant la décroissance de la taille des particules des sédiments du bottomsets avec la profondeur et la distance par rapport à la zone d'apports

Le modèle établi d'un complexe deltaïque est un bassin paralique dans lequel les sédiments transportés par un important système de drainage sont déposés à la fois au-dessus et au-dessous du niveau d'eau. Connaissant certains facteurs, le modèle peut prédire les caractéristiques d'une sédimentation deltaïque. Ces facteurs sont :

1. Le bassin est subsident continuellement mais le taux de subsidence varie.
2. Le taux d'apport de sédimentation varie, et :
3. L'énergie dans la zone de dépôt varie causant des fluctuations dans le taux de remobilisation ou de répartition des sédiments.

Conséquences : Le rapport entre le taux de dépôt ( $R_d$ ) et le taux de subsidence ( $R_s$ ) varie provoquant des différences dans la forme, l'extension, la superficie et l'épaisseur des formations deltaïques (cf. fig. 22).

La sédimentation deltaïque du chaînon de Planaise-Chamousset rappelle le schéma de la fig. 22. A donc le cas où  $R_d/R_s > 1$ .

Dans ce cas :  $R_d/R_s > 1$ , rappelons quelques caractéristiques des deltas sableux :

1. La séquence, en partant du rivage vers la mer, à un instant donné dans l'histoire d'un delta, va depuis des sables et argiles fluviales à fluvio-deltaïques, à des sables, silts et argiles fluviales à fluvio-deltaïques, puis à des sables, silts et argiles deltaïques de plaine, puis à des boues et argiles prodeltaïques et enfin à des argiles marines (Scruton, 1960).

2. La séquence verticale commence avec des argiles marines à la base et passe ensuite successivement à des faciès de progradation-deltaïque puis à des éléments fluvio-deltaïques ou à des sédiments alluviaux au sommet.

3. Des changements répétés des sites de sous-deltas individuels provoquent l'association de plusieurs deltas en un delta complexe dont l'épaisseur et l'extension sont considérables.

4. Dans le complexe deltaïque, la séquence de régression est répétée plusieurs fois aussi longtemps que  $R_d/R_s > 1$ . Les deltas sont progressivement plus jeunes en s'éloignant du rivage.

5. La morphologie des deltas individuels varient dépendant de l'énergie disponible pour la répartition des sédiments. Le type "pied d'oiseau" se développe probablement mieux dans un environnement où  $R_d > R_s$  que dans les autres cas.

Le bloc-diagramme (fig. 23) nous donne une image schématique d'un delta.

### Conclusion.

Nous observons au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset, trois types de sables :

- à la base des sables fins à litage horizontal ;
- puis des sables plus grossiers à litage oblique ;
- enfin, des sables grossiers à structure entrecroisée.

Ces sables appartiennent à une série de type deltaïque. Donc au niveau du chaînon de Planaise s'élaborait un delta sableux. Des sables se déposaient également à l'aval.

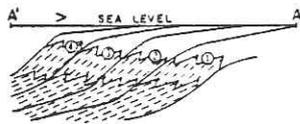
Ces sables ont comblé le lac dans lequel ils se déposaient car ils passent progressivement vers le haut à des alluvions fluviales franches.

Remarque 1. Les sables de Planaise portent la trace de passage des glaciers würmiens : des sillons dûs à des écoulements sous-glaciaires temporaires sont visibles dans certaines coupes (Pognient fig. 24).

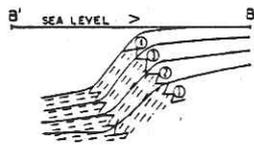
DELTA COMPLEX: DIP SECTION

DELTA COMPLEX: STRATIGRAPHIC MAP

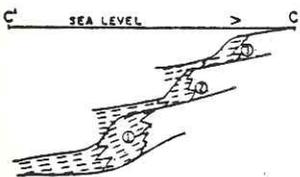
INDIVIDUAL DELTA: MORPHOLOGY



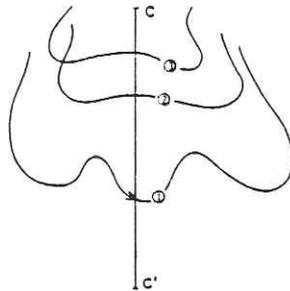
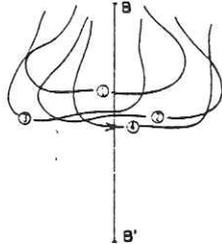
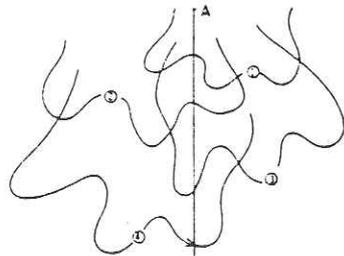
$R_d/R_s = 1$



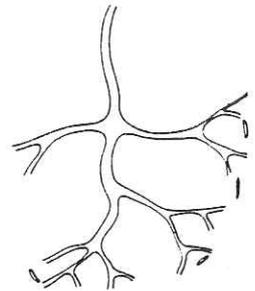
$R_d/R_s = 1$



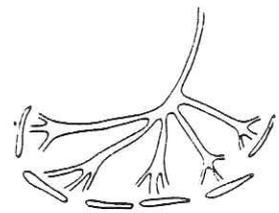
$R_d/R_s = 1$



1a



1b



1c

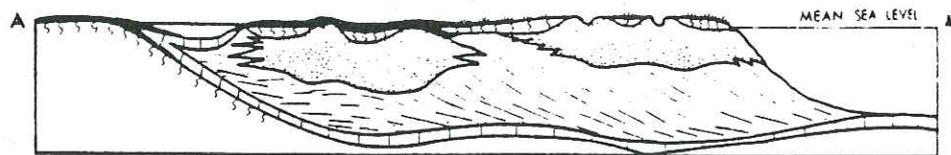
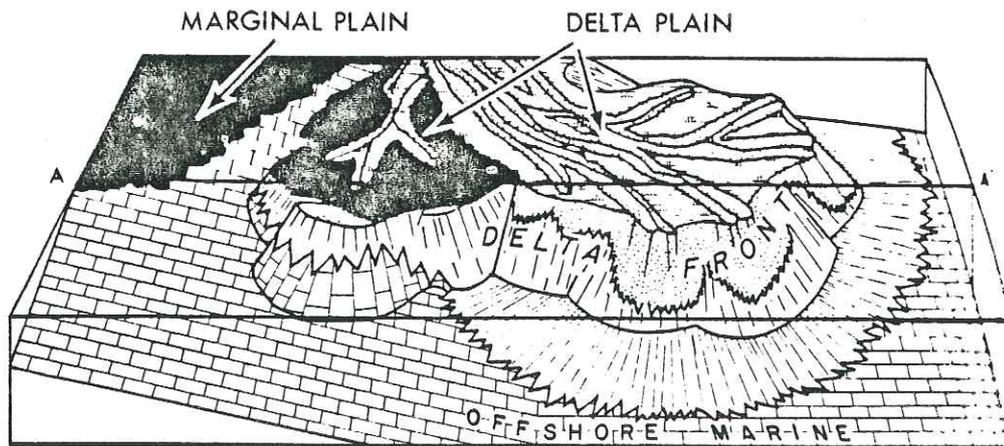


LEGEND

- ALLUVIAL AND FLUVIO-DELTAIC SANDS AND SILTS
- DELTAIC SANDS, SILTS AND CLAYS
- PRODELTAIC AND MARINE CLAYS
- SCALE NONE

DELTAIC SEDIMENTATION - CONCEPTUAL DIAGRAMS

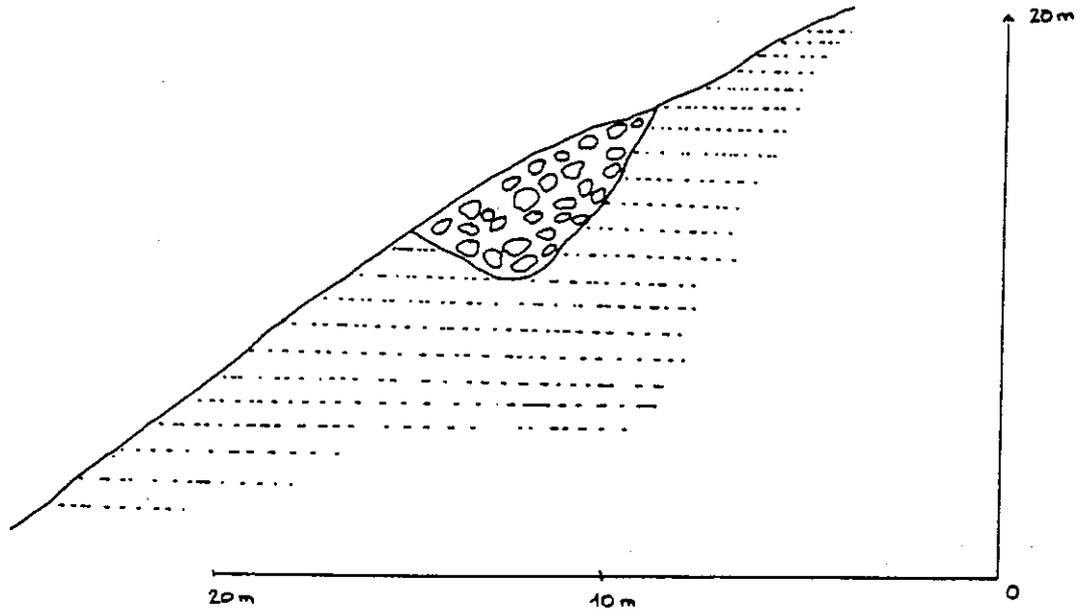
SEDIMENTATION DELTAIQUE ; Types de deltas selon le rapport  $R_d/R_s$   
D'après Doris Malkin CURTIS FIG : 22



- Sand
- Silt and Clay
- Clay with roots
- Peat
- Limey clay and marl

BLOC - DIAGRAMME D'UN DELTA IDEALISE . FIG : 23  
Selon J. C. FERM .

Remarque 2. Les sables cimentés par de la calcite, forment des bancs de grès : Le Monnet, Le Puits, *Beauregard*,



SILLONS DANS LA BANQUETTE DE PLANAISE-CHAMOUSSET. Fig. 24.  
d'après J. C. Fourneaux 1976.

### b3. Les alluvions fluviales.

Les sables grossiers à structure entrecroisée sont surmontés par des alluvions fluviales franches.

#### . Caractères minéralogiques.

Cette formation est constituée de galets roulés dont la nature dominante est cristalline : gneiss, amphibolites, granites altérés, micaschistes ... avec un ciment sableux plus ou moins important. Ces alluvions peuvent être cimentées par de la calcite et former de véritables conglomérats (Beauregard), *La Tour (Vercors)*, *Le Puits (Beauregard)*

#### . Caractères sédimentologiques.

Ces dépôts d'origine fluviale présentent soit un litage horizontal, soit incliné.

Leur toit se trouve à une altitude d'environ 320m à Pognient, 340m aux Baraques, 370m au Martenan.

Nous avons cependant constaté qu'à l'affleurement, ces sédiments se présentent sous deux formes différentes :

- d'une part, des affleurements où les galets sont de petites tailles (allongement < 11cm) et disposés en vrac (Coise, Les Frasses, La Gravière) ;

- d'autre part, des affleurements où les galets sont de tailles moyennes, mais ceux-ci sont bien rangés suivant des lits réguliers, avec une inclinaison toujours dans le même sens (Le Martenan).

De plus, nous avons remarqué que, dans le second cas, ces dépôts sont surmontés par une moraine argileuse plus ou moins épaisse, alors que celle-ci est toujours absente dans le premier.

Ces diverses observations nous ont conduit à distinguer deux types d'alluvions fluviatiles :

- des alluvions fluviatiles de progradation des glaciers würmiens ;

- des alluvions fluviatiles tardi-Würmiennes, déposés par des cours d'eau glaciaires.

Nous avons effectué une analyse sédimentologique plus précise de ces alluvions afin d'essayer de déterminer la nature, la provenance et le sens des agents de transport.

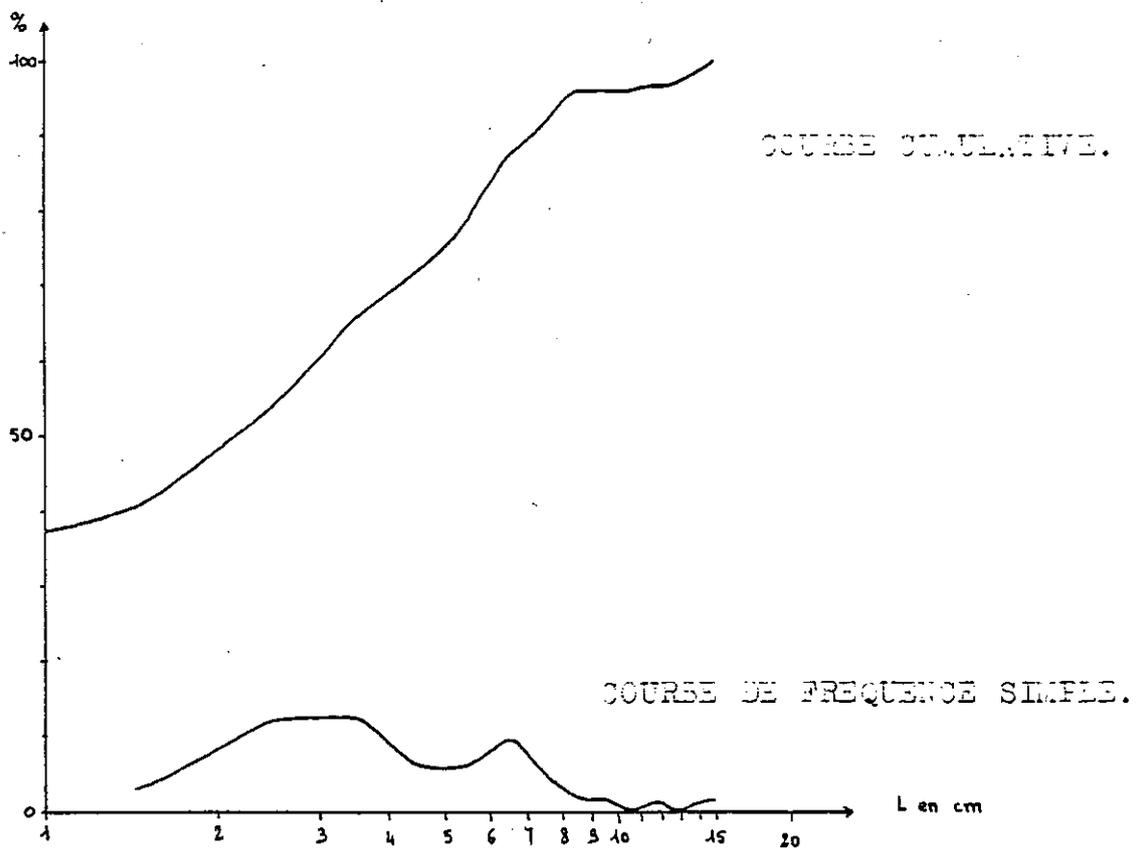
Nous avons choisi trois affleurements : le ravin de Martenan, la carrière de Coise et un affleurement dans la vallée du Gelon, au village de La Trinité.

Cette étude a consisté :

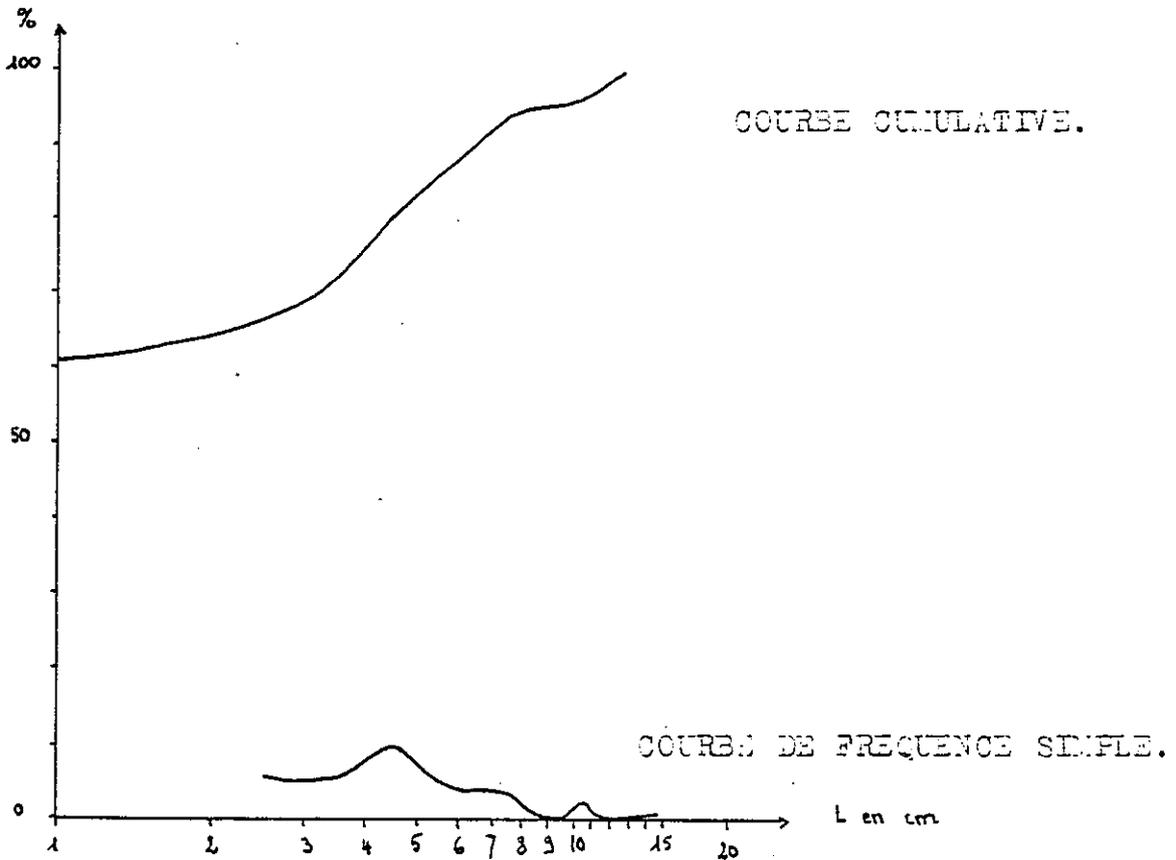
- en une analyse granulométrique par la méthode linéaire ;
- en une recherche de l'orientation et de l'inclinaison des galets donc de la direction et du sens des écoulements ;

- en un comptage pétrographique sur le terrain afin de déterminer la nature des massifs producteurs des matériaux constituant les galets.

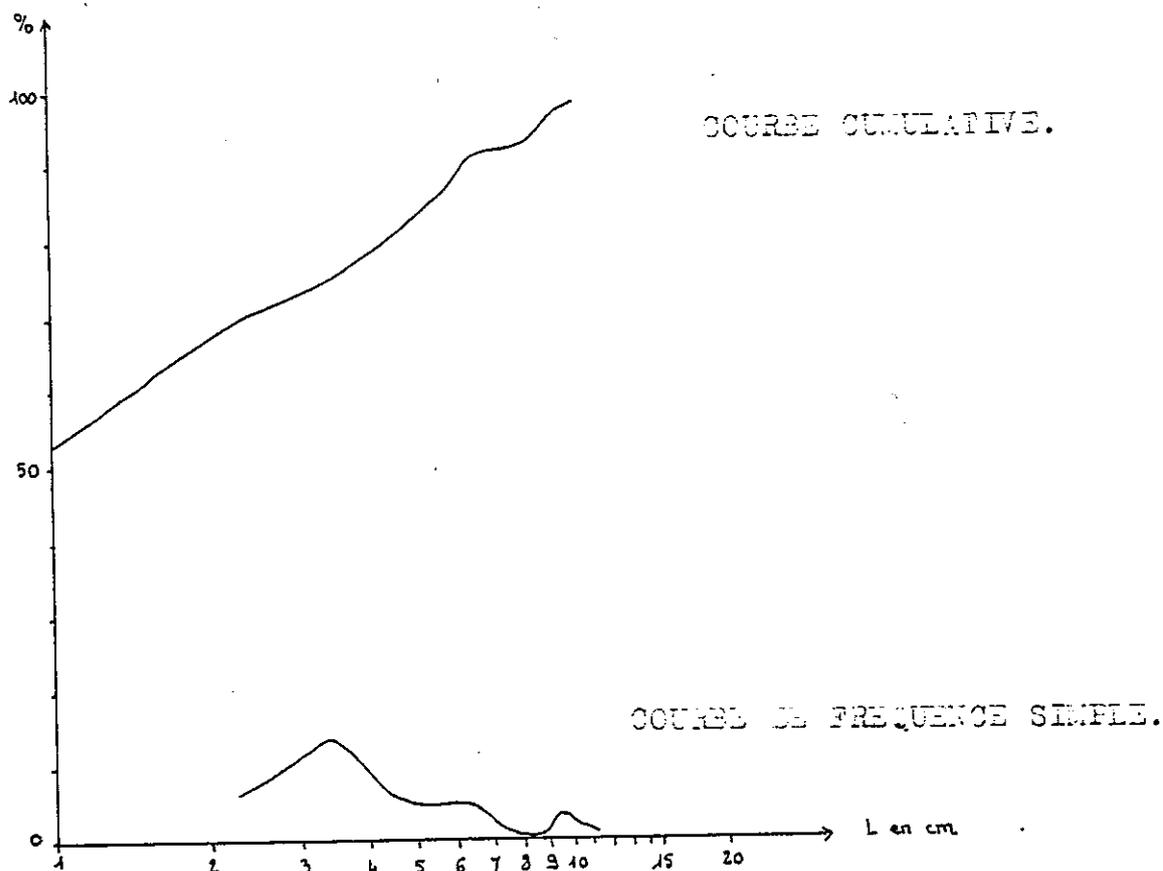
Nous n'exposerons pas ici les méthodes employées, qui sont décrites dans les ouvrages cités à la partie bibliographique (Berthois L., 1975 - Cailleux A. et Tricart J., 1959 - Friedman et Sanders J.E., 1978).



COURBES GRANULOMETRIQUES DES GRAVIERS DU RAVIN DE MARTENANC.  
FIG. 25



COURBES GRANULOMETRIQUES DES GRAVIERS DE LA TRINITE. FIG. 26



Courbes granulométriques des graviers de la carrière de Coise. FIG. 27.

Les résultats seront présentés sous forme de diagrammes et de courbes. Pour chaque affleurement, nous aurons :

- une courbe granulométrique de fréquence simple semi-logarithmique et une courbe cumulative semi-logarithmique, tenant compte de la matrice ;

- l'orientation des galets est représentée par une rose d'allongement des galets ;

- les diverses natures des galets sont exprimées par un histogramme et une courbe de fréquence simple, un diagramme circulaire et une courbe semi-logarithmique qui montre la variation de composition en fonction de la dimension.

#### Interprétation des résultats et comparaison :

##### . Granulométrie.

Lorsque la pente du lit d'une rivière est moins accentuée que celle d'un torrent (qui dépose des galets sans sables), les galets s'accablent au cours de crues fluviales. La granulométrie est très hétérométrique car lorsque le cours d'eau retrouve son régime d'étiage, il

peut déposer non seulement des graviers, mais aussi des sables et des limons. Cette hétérométrie est souvent apparente dans les dépôts de rivière à régime torrentiel.

Nous observons une semblable hétérométrie au niveau des trois affleurements étudiés. La matrice, composée de graviers dont l'allongement est inférieur à 1cm et de sables, est importante : 38% de la roche totale au Martenan, 62% à La Trinité, 53% à Coise. Quant aux galets, les courbes de fréquence simple montrent plusieurs pics. Le sédiment est donc mal classé. Au Martenan, deux pics se dessinent :  $2 < L < 4$  cm et  $6 < L < 7$  cm, à La Trinité, un pic important est marqué entre 4 et 5 cm ; de même à Coise entre 3 et 4 cm. Au Martenan et à la Trinité, les plus gros galets atteignent 15cm de longueur, alors qu'à Coise, l'allongement maximum est de 11 cm (cf. fig. 25, 26 et 27).

#### . Orientation des galets.

- Le Martenan : Les mesures ont été effectuées sur 44 galets réguliers. Comme le montre la rose d'allongement (fig. 28) la direction prédominante est N60. Le courant était perpendiculaire à celle-ci, donc le mouvement se faisait selon une direction N150, confirmée par des galets irréguliers d'allongement N150, parallèles au mouvement.

- La Trinité : Etant donnée la petite superficie de l'affleurement, il nous a été difficile de trouver 50 galets répondant au caractère demandé  $L/Q < 1,5$ . Nous avons aussi mesuré les directions de galets réguliers de dimensions  $1 < L/Q < 1,5$ . Nous n'avons pu cependant atteindre que la valeur de 23 galets.

Les directions d'allongement varient entre 120 et 180°. La direction prédominante est N150. La direction du courant fluvial est donc N60°, c'est-à-dire parallèle à la vallée du Gelon (cf. fig. 29).

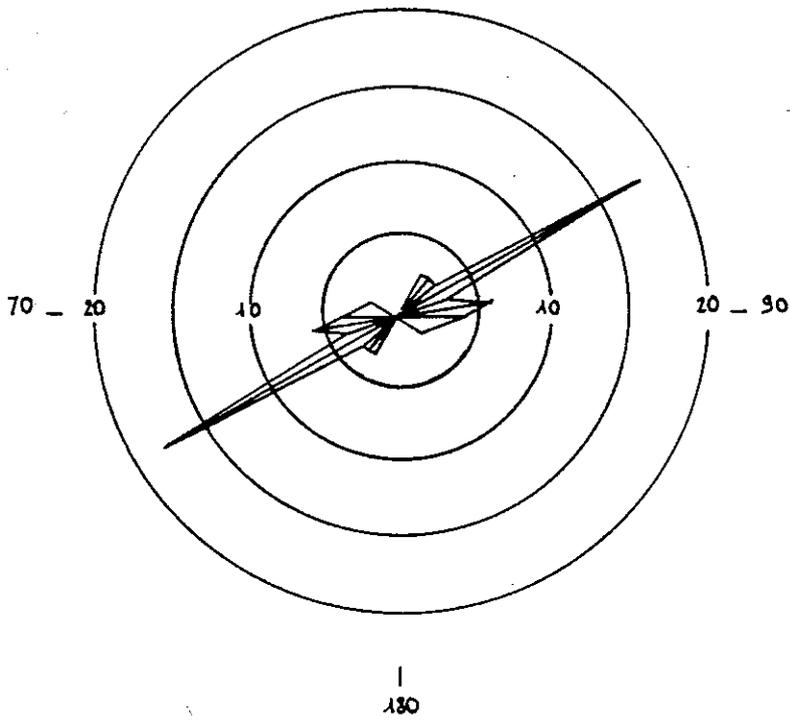
- Coise : Sur 50 galets, nous avons obtenu les résultats présentés à la fig. 30. Les directions d'allongement des galets s'étendent sur une large plage de valeurs comprises entre N70 et N180 avec une dominance de la direction N120.

Ceci nous indique que le courant suivait une direction N30, avec diverses divagations venant surtout selon N10, N20, N40, N50.

#### . Inclinaison des galets.

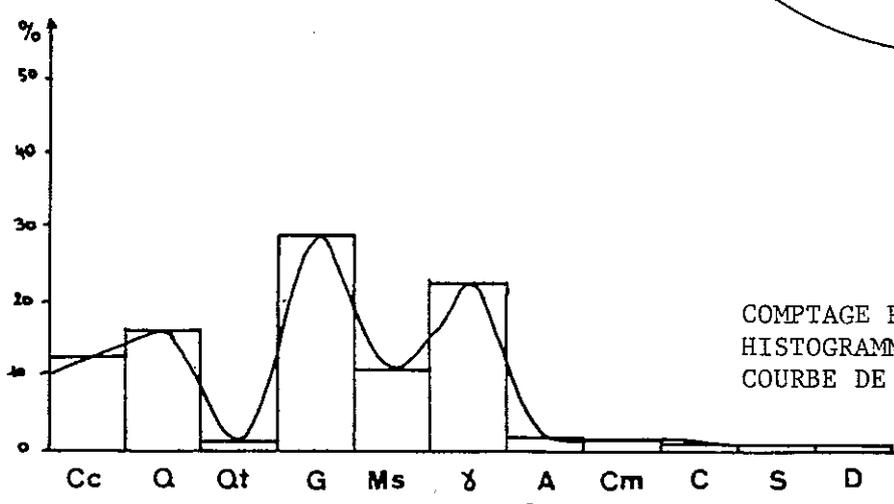
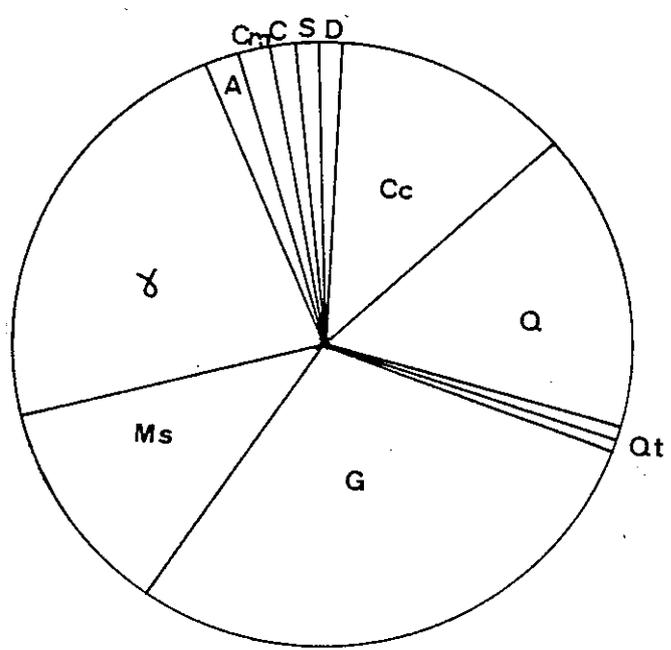
- Le Martenan : Les inclinaisons sont régulières vers le SE ou le NE, avec des pendages compris entre 10 et 40°. Le dépôt est de type fluvial, l'agent de transport est une rivière.

- La Trinité : Les galets présentent tous une inclinaison vers le NE. Ce sont donc les dépôts d'un fleuve venant du NE (zone de front des glaciers en fusion) dont le courant était rapide car les valeurs des inclinaisons sont fortes (40 à 60°).



ROSE D'ALLONGEMENT  
DES GALETS.

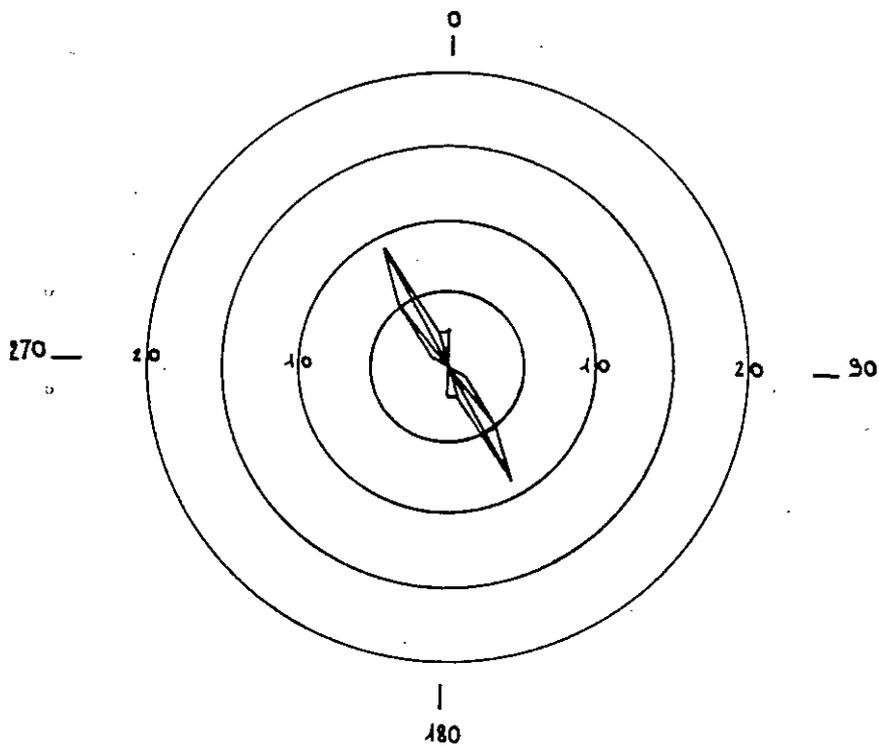
DIAGRAMME CIRCULAIRE DE LA  
NATURE PETROGRAPHIQUE DES  
GALETS.



COMPTAGE PETROGRAPHIQUE :  
HISTOGRAMME DES FREQUENCES ET  
COURBE DE FREQUENCE SIMPLE.

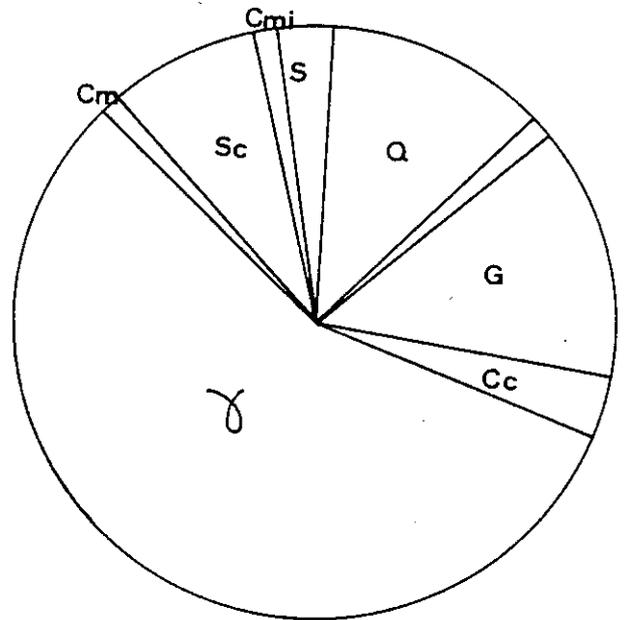
ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES GRAVIERS FLUVIATILES DU RAVIN  
DE MARTENAN (fig. 28)

Légende: Q: Quartz - Qt: Quartzite - γ: Granite - G: Gneiss - Ms: Micaschiste -  
Cc: Calcaire noir - C: Calcite - Cm: Calcaire marneux - D: Diorite -  
S: Serpentine - A: Amphibolite - Cmi: Calcaire micacé.

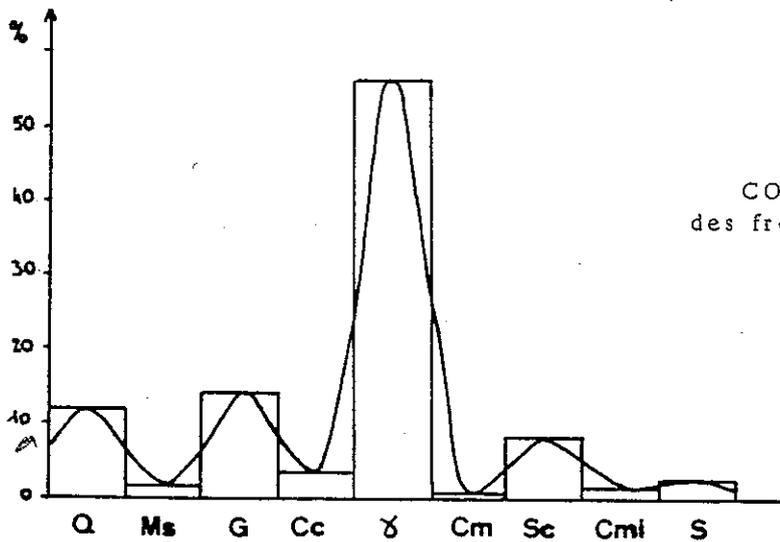


ROSE D'ALLONGEMENT DES GALETS.

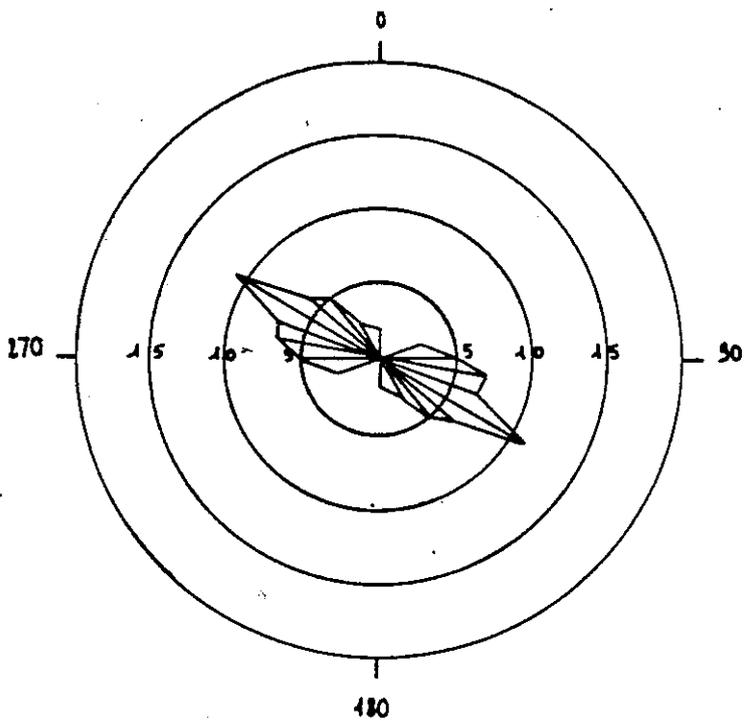
DIAGRAMME CIRCULAIRE DE LA NATURE PETROGRAPHIQUE DES GALETS.



COMPTAGE PETROGRAPHIQUE : Histogramme des fréquences et courbes de fréquence simple.

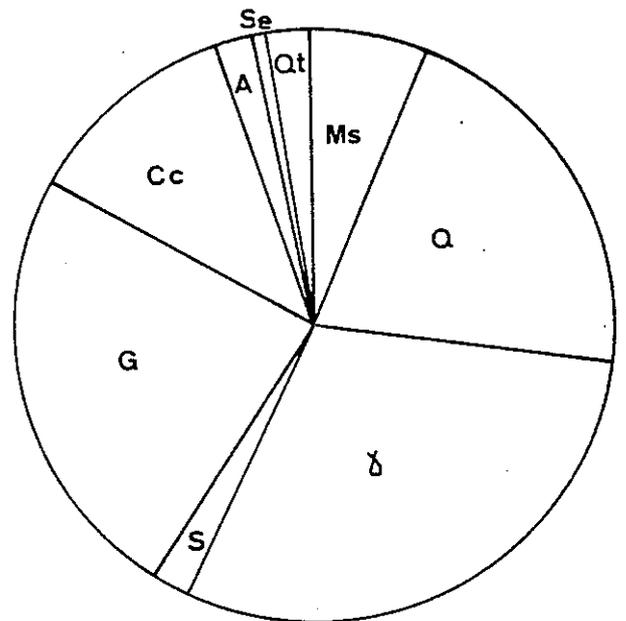


ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES GRAVIERS FLUVIATILES DE LA TRINITE. FIG. 29.  
 LEGENDE : Q: Quartz - Qt; Quartzite -  $\gamma$ : Granite - G: Gneiss - Ms: Micaschiste -  
 Cc: Calcaire noir - C: Calcite - Cm: Calcaire marneux - D: Diorite -  
 S: Serpentine - A: Amphibole - Cmi: Calcaire micacé.

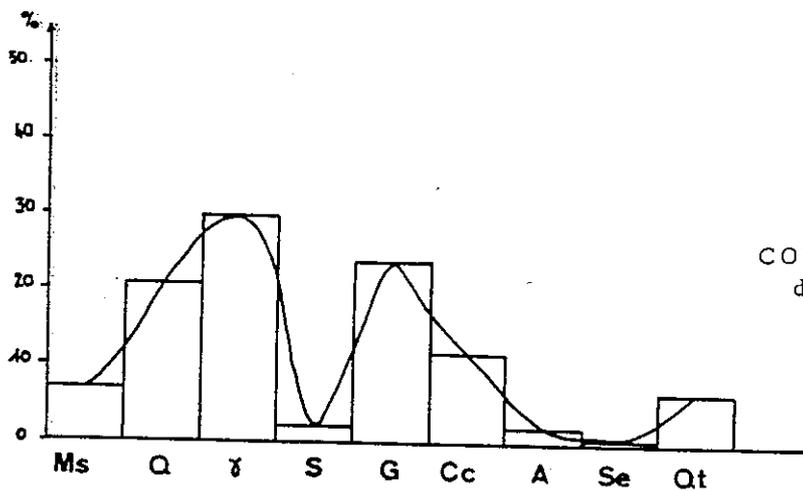


ROSE D'ALLONGEMENT DES GALETS.

DIAGRAMME CIRCULAIRE DE LA NATURE PETROGRAPHIQUE DES GALETS.



COMPTAGE PETROGRAPHIQUE ; Histogramme des fréquences et courbe de fréquence simple



ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DES GRAVIERS DE LA CARRIERE DE COISE. FIG. 30  
 LEGENDE : Q: Quartz - Qt: Quartzite -  $\gamma$ : Granite - G: Gneiss - Ms: Micaschiste -  
 Cc: Calcaire noir - C: Calcite - Cm: Calcaire marneux - D: Diorite -  
 S: Serpentine - A: Amphibole - Cmi: Calcaire micacé.

- Coise : Les galets sont déposés en vrac, les inclinaisons sont dans toutes les directions. L'angle des inclinaisons vers le NE varie autour de 10 à 50°, vers le SW autour de 20 à 70°, vers l'E autour de 30°, au N autour de 20 à 50° et enfin au S, entre 20° et 60°.

Donc les galets présentent des inclinaisons dans toutes les directions et des pendages forts. Ces dépôts sont de type torrentiel.

#### . Analyse pétrographique.

Les trois analyses montrent une nette prédominance des éléments cristallins et cristallophylliens (cf. fig. 31, 32 et 33). Les massifs producteurs de ces galets sont donc les massifs cristallins externes et leur bordure sédimentaire, en particulier la chaîne de Belledonne qui est le massif le plus proche de la zone étudiée.

Légende des figures : Q: quartz ; Qt: quartzite ;  $\gamma$ : granite ; G: gneiss ; Ms: micaschiste ; Cc: calcaire noir ; C: calcite ; Cm: calcaire marneux ; D: diorite ; S: serpentine ; A: amphibolite ; Cmi: calcaire micacé.

#### - Conclusion :

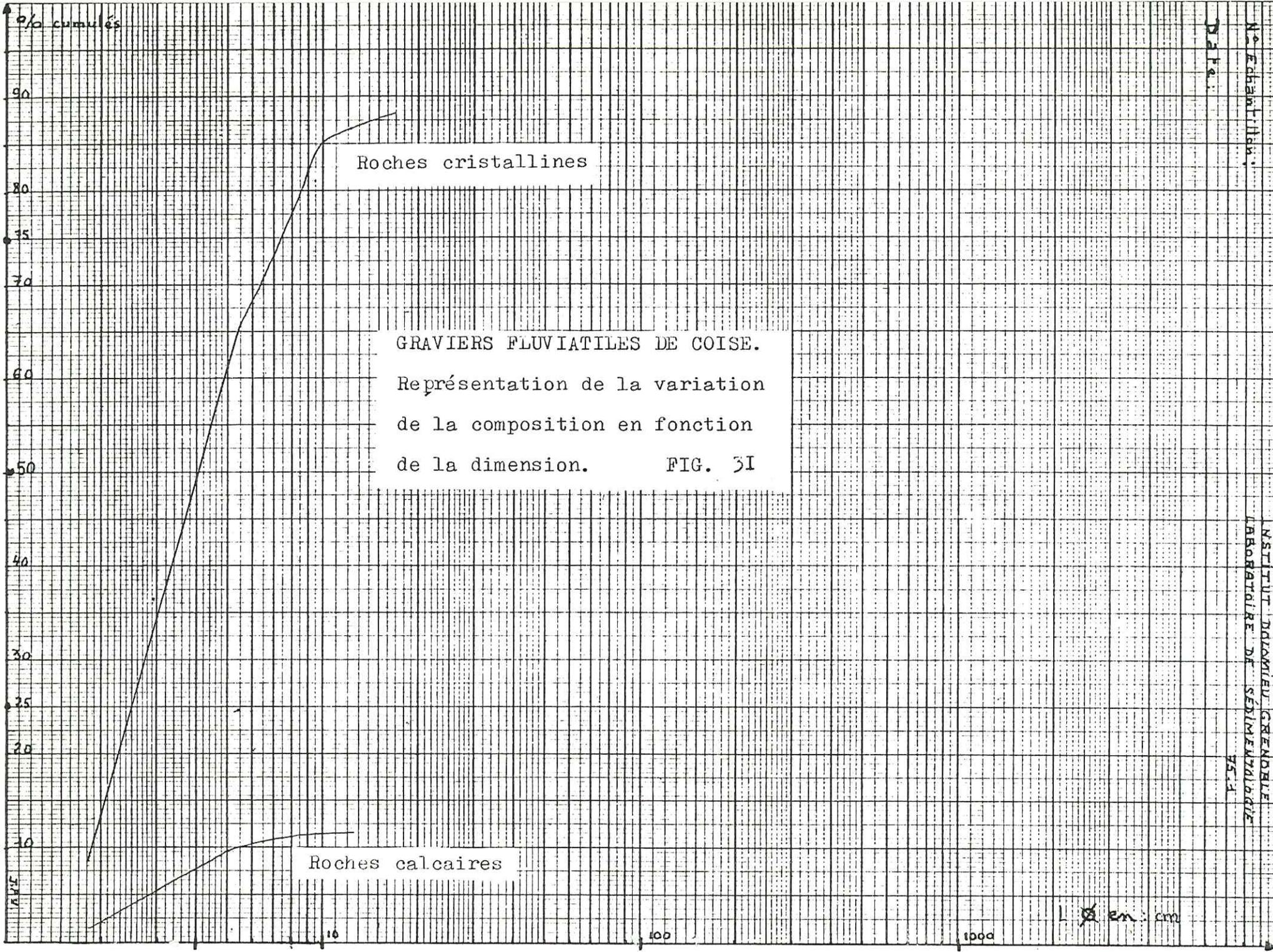
L'étude sédimentologique des galets fluviatiles de Martenan et de Coise met en évidence deux agents de transport bien déterminés et totalement indépendants. Au niveau du Martenan s'écoulait un fleuve important alors qu'à Coise passait un torrent. L'étude stratigraphique de ces deux affleurements (cf. chap. Bla) confirme ces observations. Les graviers du Martenan correspondent aux alluvions anté-würmiennes rencontrées dans la série pleistocène au-dessus des sables fluvio-lacustres tandis que les graviers de Coise sont les dépôts d'un torrent tardi-würmien qui entaille les formations antérieures et parfois les remanie.

Un cours d'eau analogue à celui qui s'écoulait sur le chaînon de Planaise-Chamousset et la vallée de l'Isère, empruntait l'actuelle vallée du Gelon, déposant les graviers de La Trinité. Son sens de courant était opposé à celui de l'actuel Gelon. Il venait du NE et coulait en direction des gorges du Bréda. Ce cours d'eau avait un régime torrentiel.

#### . Conclusion.

Ces alluvions fluviatiles seraient d'une part des alluvions de progradation des glaciers würmiens et d'autre part, des alluvions tardi-würmiennes déposées par des torrents de fonte des glaces.

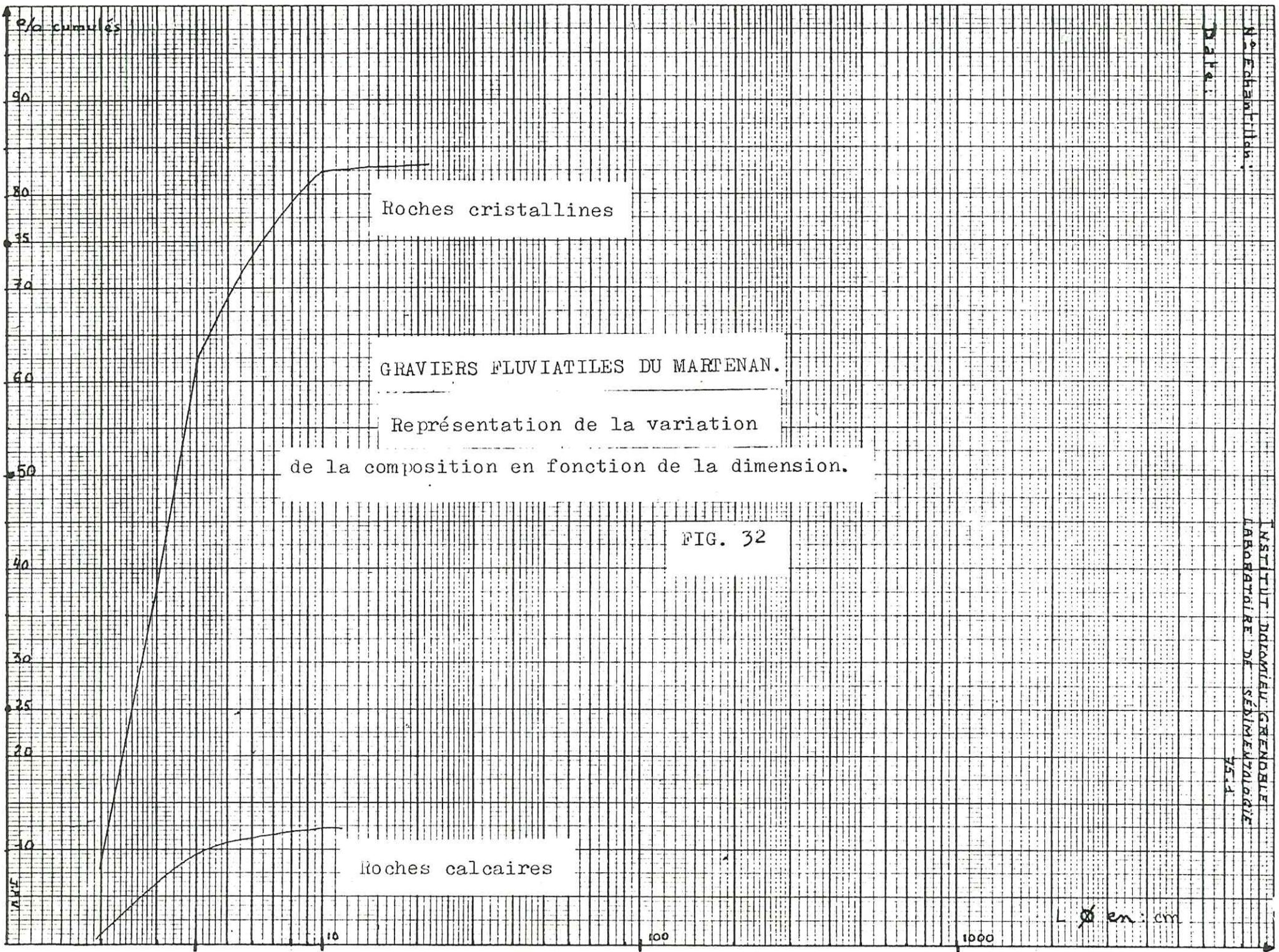
Dans le chaînon de Planaise-Chamousset, nous ne retrouvons pas le niveau d'argiles à lignites visibles dans les alluvions de La Gache, La Flachère, Brignoud, le bassin chambérien ..., sans doute sommes-nous trop bas dans la série, l'érosion des glaciers würmiens ayant décapé la partie supérieure de ces dépôts.



GRAVIERS FLUVIATILES DE COISE.  
 Représentation de la variation  
 de la composition en fonction  
 de la dimension. FIG. 31

No. Echantillon :  
 Date :

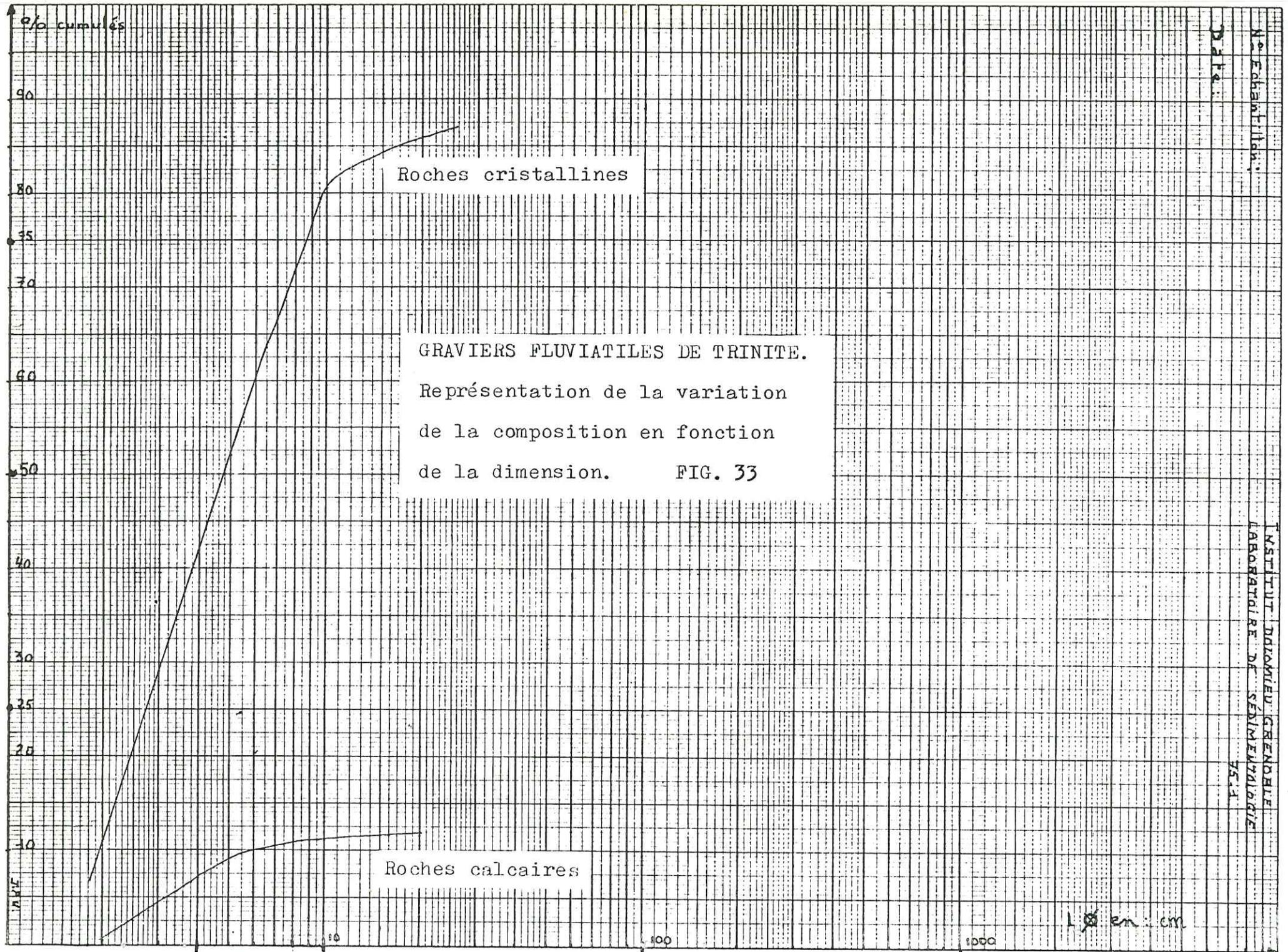
INSTITUT DOMINIQUE GRENOBLE  
 LABORATOIRE DE SÉDIMENTOLOGIE  
 9514



N.° Echantillon :  
 Date :

INSTITUT DIOMIÉU GRENOBLE  
 LABORATOIRE DE SÉDIMÉNTOLOGIE  
 7514

FIG. 32



N° Echantillon  
 Date

INSTITUT DOLOMIEU GRENOBLE  
 LABORATOIRE DE SEDIMENTOLOGIE  
 5511

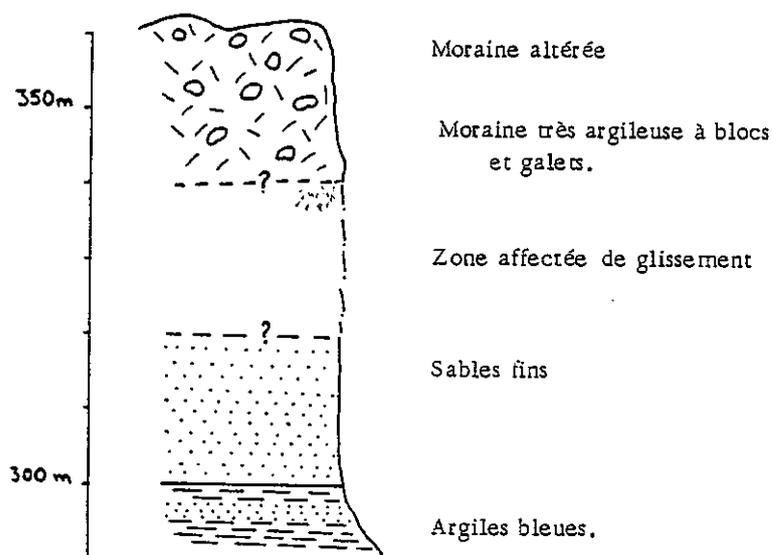
#### b4. La moraine.

Celle-ci, déposée par les derniers glaciers lors de leur fusion, forme une couverture plus ou moins continue et épaisse sur les formations précédentes. Etant donné sa position haute, elle a souvent échappé à l'érosion fluviale. Il s'agit de blocs et de galets mêlés à du sable et à des argiles, sans aucune trace de compaction.

Elle se présente sous la forme d'argiles bleues, contenant des galets et des blocs striés, de nature dominante cristalline (Maltaverne, La Plâtier). Cette moraine est altérée en surface sur 1 à 2m environ et possède alors une couleur jaunâtre.

Son épaisseur est très variable : 20cm aux Côtes Bollard (Planaise), 3m dans le ravin du Martenan, 30m dans le ruisseau du Plâtier. Elle peut être aussi réduite à quelques blocs erratiques (La Gâche).

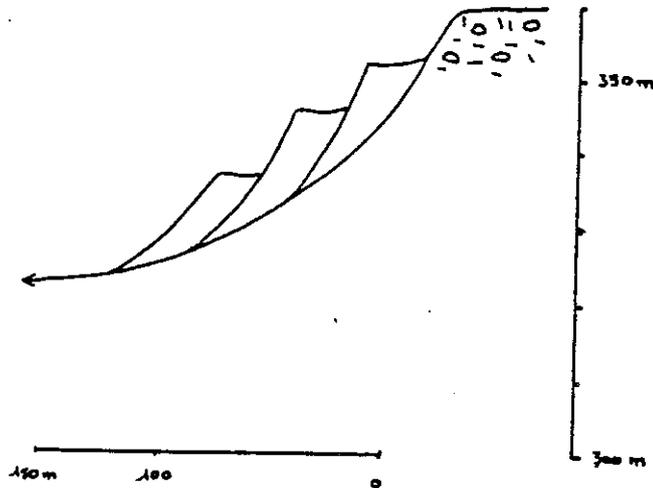
Du fait de sa nature argileuse, la moraine est souvent affectée de glissements. Le ruisseau du Plâtier met en évidence la coupe suivante :



COUPE DANS LE RUISSEAU DU PLÂTIER . Fig.34.

Sur 30m, la moraine forme une vaste niche d'arrachement. Le ruisseau entaille ensuite des sortes de gradins argileux, limités à leur base par des surfaces de glissement en "coupés de pelle" (cf. fig. 35). Ce phénomène est dû au fait que l'eau contenue dans les alluvions et sables

est en pression sous le recouvrement argileux et provoque ainsi des glissements sous sa poussée.



Glissement en "coups de pelle" dans le ruisseau du Platier. Fig. 35.

Une telle morphologie en gradins est caractéristique de ces glissements dans la moraine. Ils sont souvent stabilisés (Planaise).

Aux Baraques, la moraine a formé de véritables coulées boueuses qui, maintenant stabilisées, donnent au paysage un aspect chaotique.

Au niveau de Francin, J.C. Fourneaux, 1976 a décrit deux moraines : une moraine bleue argileuse de fond et une moraine jaune sableuse de retrait.

#### b5 : Conclusion.

Nous avons donc mis en évidence au niveau du chaînon de Planaise, la série suivante :

- à la base, des argiles bleues litées d'origine lacustre ;
- au-dessus, une série deltaïque complète : des argiles passent progressivement à des sables fins qui deviennent de plus en plus grossiers vers le haut et qui se terminent par des alluvions fluviales franches ;

- la moraine recouvre indifféremment ces formations ;
- des alluvions anciennes (tardi-würmiennes) peuvent réentailler les sédiments antérieurs.

c- Essais de reconstitution paléogéographique au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset.

La présence de deux épisodes morainiques importants, l'inférieur daté du Riss et le supérieur du Würm par F. Bourdier (1962) nous incline à penser que le complexe lacustre et fluviatile décrit précédemment est compris entre deux épisodes froids : les glaciations du Riss et du Würm.

cl. Anté-Riss et glaciation du Riss.

Lors du soulèvement de la chaîne alpine, la couverture sédimentaire (Jurassique inférieur et moyen : marnes et marno-calcaires que surmontaient les calcaires compacts du Jurassique supérieur et Grétacé moyen) glissa vers l'Ouest en constituant les chaînes périalpines. Dans la zone de décollement où ne subsistaient que les marnes et marno-calcaires jurassiques broyés et plissés, les glaciers creusèrent facilement une longue dépression : telle est semble-t-il l'origine du sillon alpin.

Entre Chamousset et Montmélian, les glaciers rissiens et anté-rissiens creusèrent les vallées de l'Isère, du Coisin et du Gelon, "épargnant" localement le substratum marno-calcaire dans des zones (chaînon de Planaise, Montrailant, butte de Montmélian ...) qui devaient être recouvertes par des glaces peu érosives (zones de moraines médianes). (cf. fig. 36).

La même dynamique d'érosion fut reprise par les glaciers würmiens.

Le maximum du surcreusement est dû aux glaciers rissiens dans tout l'ombilic de Grenoble, au sens large (J.C. Fourneaux, 1976).

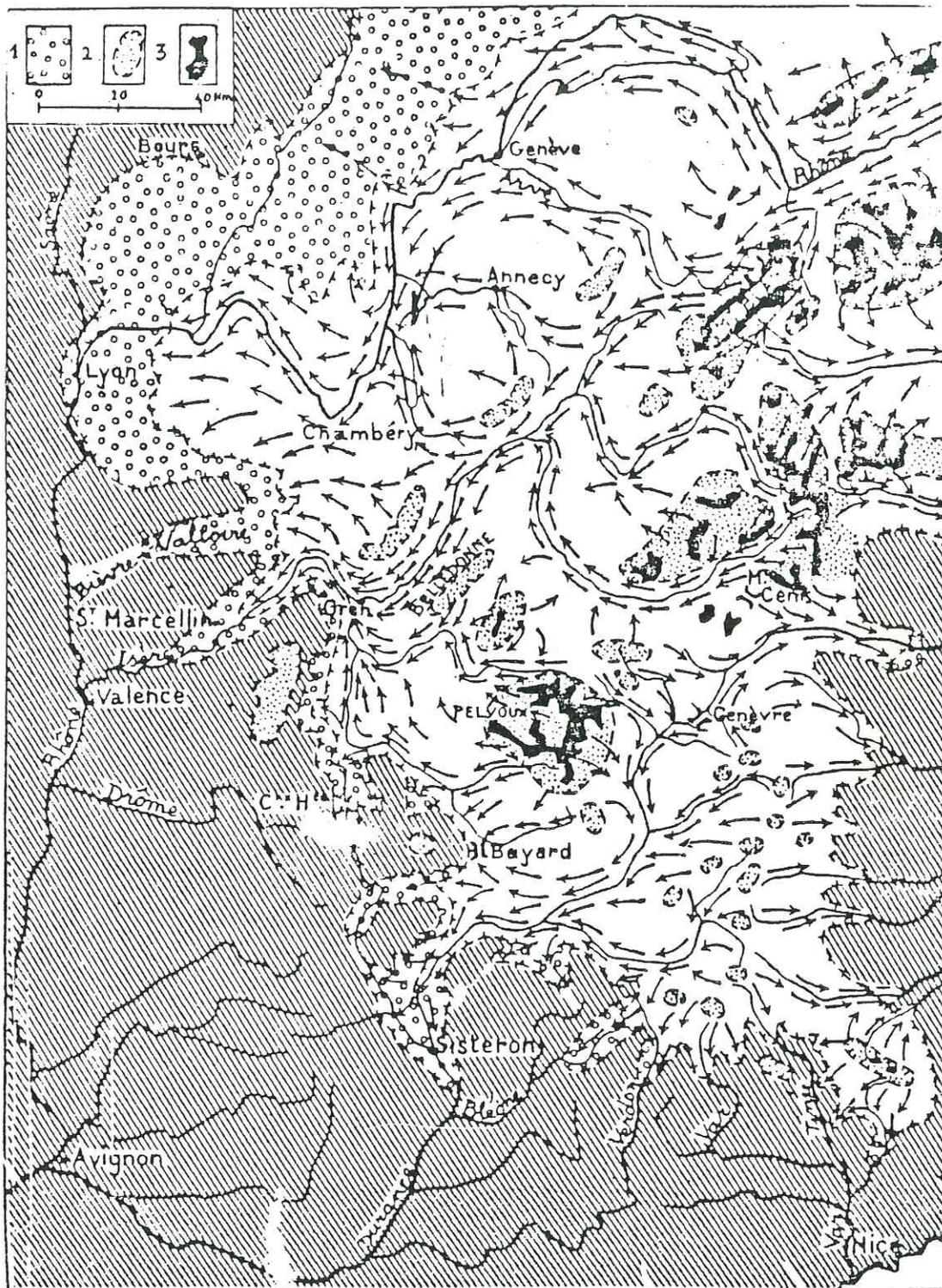
Rares sont les traces de retrait des glaciers rissiens. Nous pouvons cependant voir à La Gache et à La Ville, une moraine argileuse qui tapisse le substratum jurassien.

Dans la banquette de Planaise, de tels affleurements ne sont pas visibles. Des formations grossières (?) ont été déterminées par géophysique sous les argiles bleues, au Nord du Grésivaudan. Ces formations sont-elles les moraines de retrait laissées par les glaciers rissiens ?

c2. Post-Riss et glaciations du Würm.

. 1ère phase.

L'Eémien (- 100 000 ans à - 75 000 ans selon des datations de 1971) est caractérisé par la présence d'un vaste lac dit d'"Eybens"



EXTENSION DES GLACIERS QUATERNAIRES DANS LA PARTIE SUD-OUEST DE LA CHAÎNE ALPINE (d'après F. Bourdier, 1962). (Fig. 36).

1. Zones où les glaciations anciennes ont eu une extension supérieure à celle du Würm.
2. Principaux centres d'alimentation des glaciers.
3. Zones d'alimentation et d'extension des glaciers actuels.

alimenté par la fusion des glaciers rissiens et par les glaces mortes laissées par ces derniers. Ce lac occupait la vallée de l'Isère depuis le seuil de Rovon à l'aval de Tullins jusqu'aux confins d'Albertville, à l'amont, ainsi que le bassin chambérien. Son niveau d'eau atteignait la cote 400m.

Dans ce milieu calme se sont déposées les argiles d'"Eybens" dont la régularité témoigne d'un climat tempéré et d'une abondante végétation. En effet, ces argiles proviennent du lessivage des moraines déposées par les glaciers du Riss sur les versants des vallées, mais aussi de l'altération superficielle, mécanique sous climat glaciaire, puis chimique dès le retour de la végétation (période cataglaciale). Sous Fort-Barraux, se rencontre une véritable argile glaciaire à galets striés.

Ce lac dont le niveau atteignait la cote 400m selon J.C. Fourneaux (1976) s'est maintenu pendant tout l'Eémien et au moins pendant le début du Würm. La durée d'existence de ce plan d'eau a été évaluée à environ 70 000 ans par J.C. Fourneaux (1976).

Le chaînon de Planaise se situe dans la zone extrême amont de ce lac. Il est donc à proximité des rivages et des zones d'apports fluvio-glaciaires.

#### . 2ème phase.

La glaciation rapportée au Würm I par J.C. Fourneaux (1976) et qui ne s'est traduite dans le Grésivaudan que par un refroidissement climatique, l'interstade Würm I/II n'ont pas laissé de traces dans le Nord-Grésivaudan. En revanche, la glaciation du Würm II qui représente la glaciation maximale würmienne, a laissé une moraine que J.C. Fourneaux (1976) a décrit à La Gache et à Francin. Celle-ci reposerait sur les argiles dites d'Eybens.

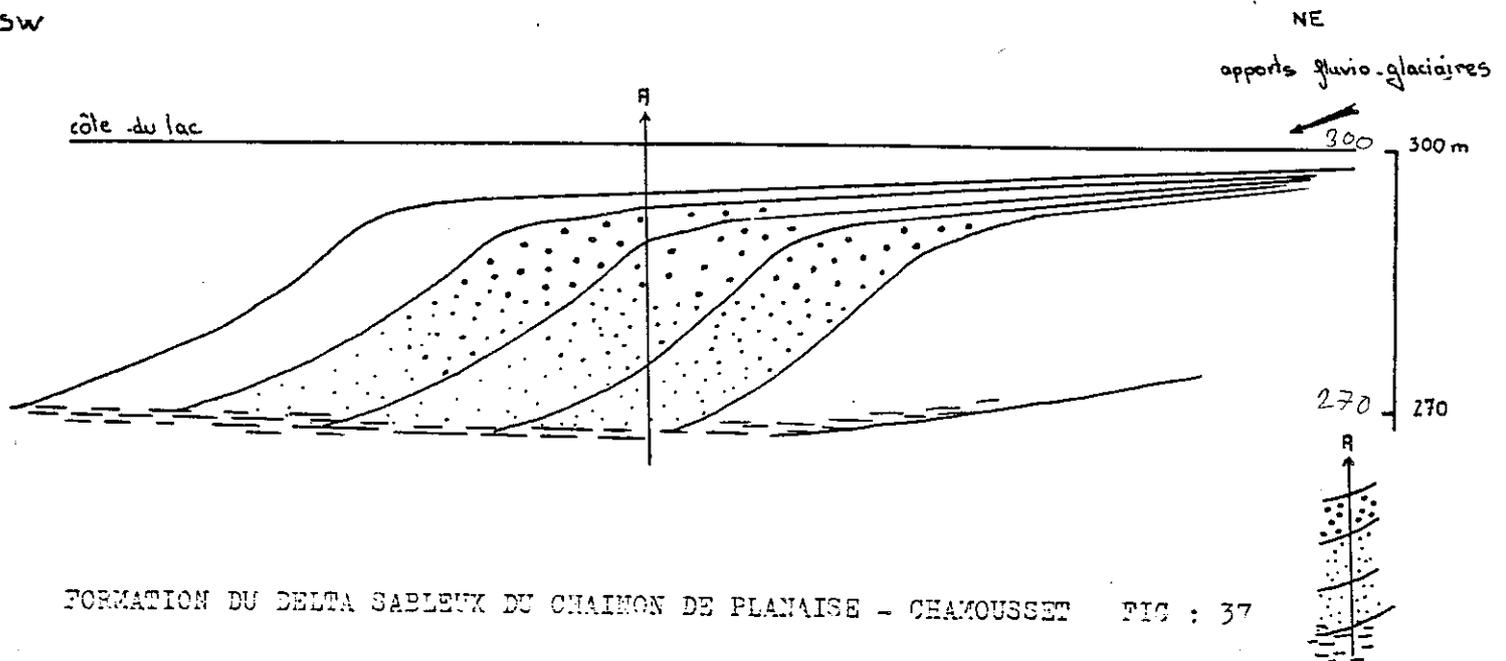
Les données actuelles de terrain n'ont pas permis de mettre en évidence cette phase glaciaire au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset.

#### . 3ème phase.

Un vaste lac, dont la cote se situait vers 300m d'altitude, occupait la vallée de l'Isère après le retrait des glaciers du Würm II. La région du chaînon de Planaise-Chamousset est caractérisée alors par une sédimentation essentiellement sableuse de type deltaïque. Ces sables présentent des litages obliques plus ou moins forts (de 5° à 30° environ) traquant des apports provenant du Nord-Est.

Les dépôts se forment par couches horizontales, puis par couches concentriques : les éléments les plus grossiers tombent en premiers, les plus fins se décantent ensuite. Les coupes observées au niveau du chaînon de Planaise montrent un tel granoclassement : des argiles à la base, puis des sables fins et des sables grossiers.

SW



FORMATION DU DELTA SABLEUX DU CHAÎNON DE PLANAISE - CHAMOUSSET FIG : 37

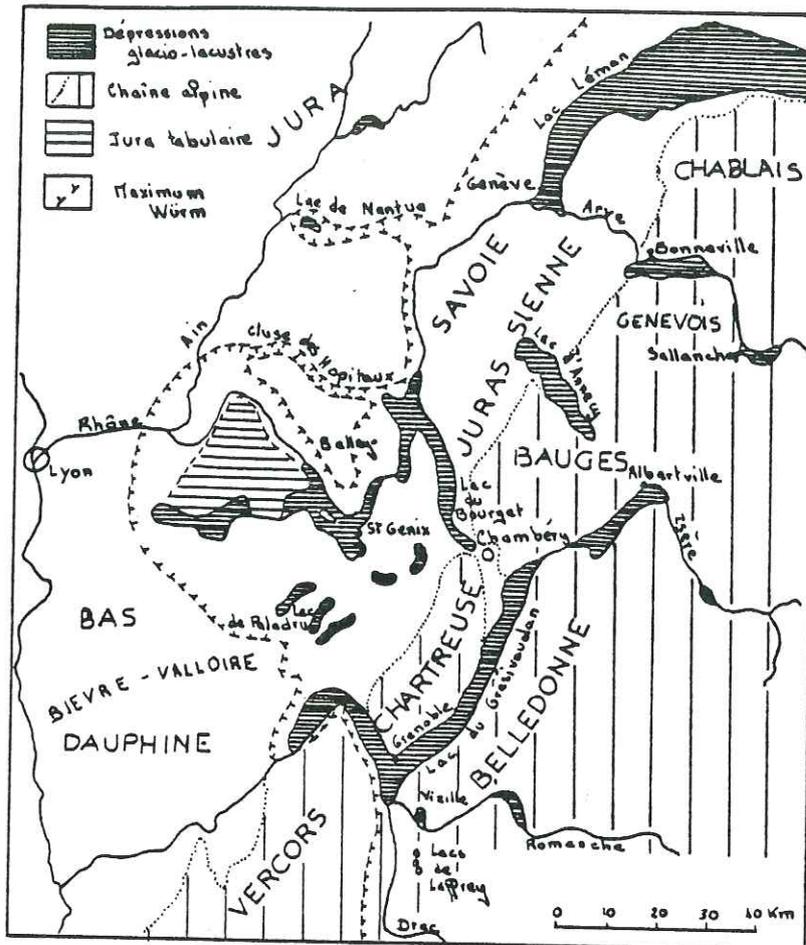
Ces sables comblent le plan d'eau et passent alors progressivement à des alluvions fluviales franches de progression glaciaire. En effet, ces dépôts grossiers traduisent un refroidissement climatique (période de rexistatie) qui va conduire à la dernière glaciation (W III de J.C. Fourneaux, 1976).

. 4ème phase.

Le retrait des glaciers du W III est marqué par une moraine bleue argileuse à blocs et de nombreuses traces de surcreusement glaciaire de type sillons. A Chamousset, l'érosion a été telle que la moraine repose directement sur les argiles.

. 5ème phase.

Le tardi-würmien est marqué par des dépôts fluviaux, des morphologies torrentielles, des dépressions lacustres dont le lac de Sainte-Hélène est un témoin (cf. fig. 38).

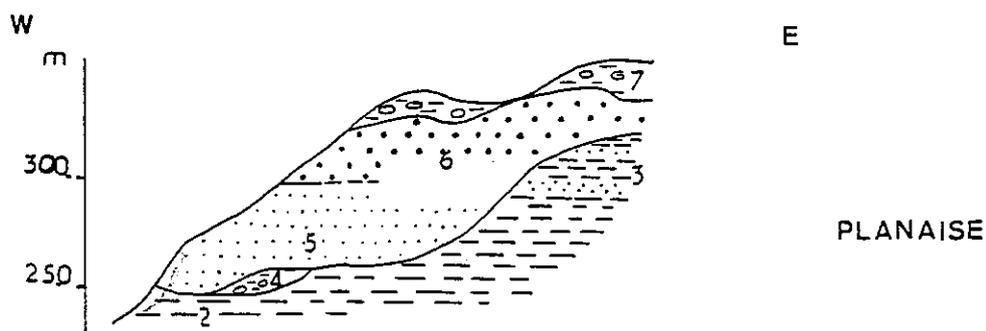
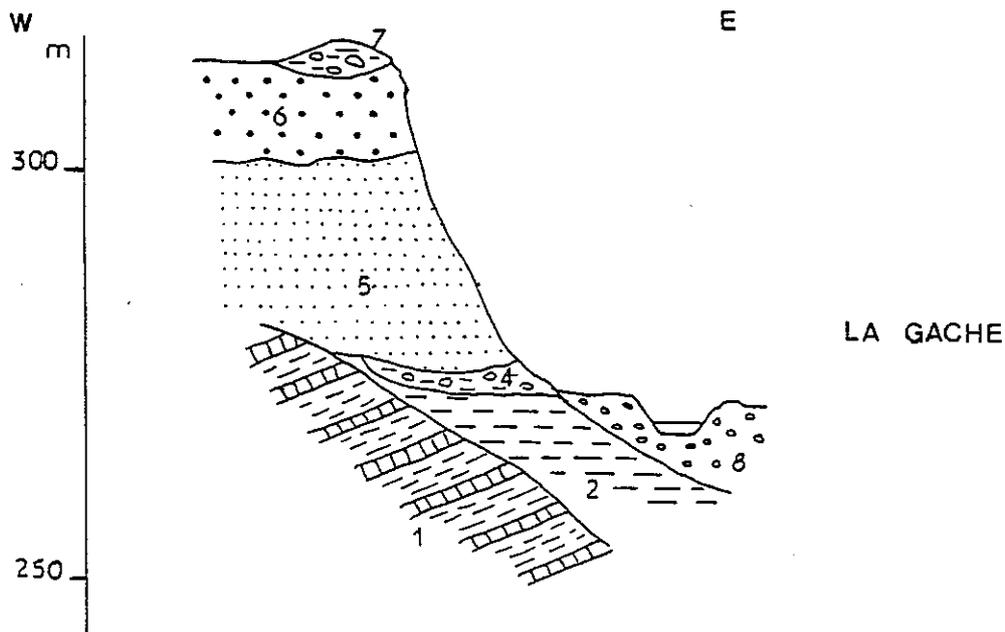
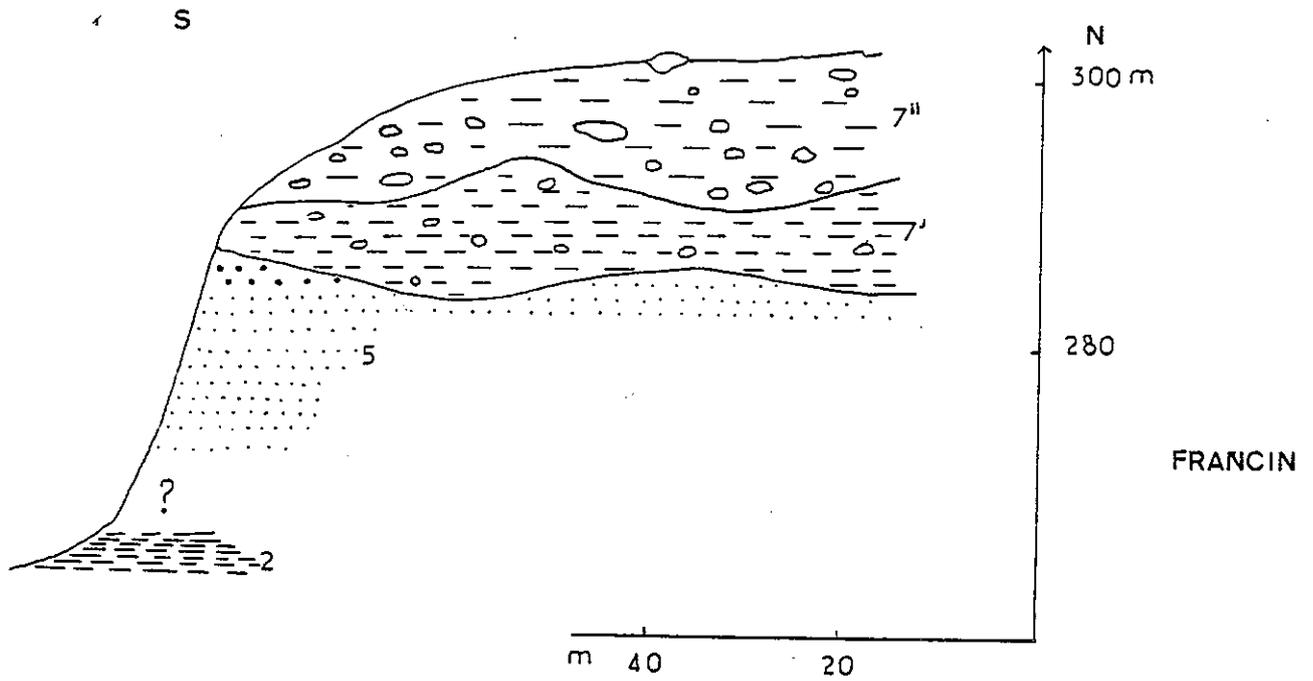


Maximum du glacier würmien et lacs post-würmiens. Fig. 38.  
d'après F. Bourdier.

d. Essais de correspondances lithostratigraphiques.

Les zones "infra-würmiennes" du bassin rhodanien septentrional s'entendent sur les régions alpines de Savoie et du Dauphiné et sur le bassin du lac Léman.

Nous retrouvons des dépôts pleistocènes semblables dans le Nord-Grésivaudan, le Sud-Grésivaudan, le bassin chambérien et le bassin du



QUELQUES EXEMPLES DE COUPES DANS LES DEPOTS PLEISTOCENES DU NORD GRESIVAUDAN d'après J.C. Fourneaux. (fig. 39).

Légende : 1. Dogger ; 2. Argiles lacustres ; 3. Passage des argiles aux sables ; 4. Moraine du Würm II ; 5. Sables fins (Würm II/III) ; 6. Alluvions grossières ; 7. Moraine du Würm III ; (7'. moraine de fond ; 7''. moraine de retrait) ; 8. Alluvions modernes.

Léman, dépôts qui surmontent une moraine inférieure (rissienne) visible à La Gache, à Eybens et dans le bassin chambérien, mais non vue dans le chaînon de Planaise-Chamousset.

dl. Le Nord-Grésivaudan.

La série pléistocène, décrite précédemment dans le chaînon de Planaise-Chamousset, est aussi représentée dans les banquettes de Francin, La Gache, La Flachère. De nombreux auteurs ont décrit différentes coupes dans ces régions, coupes qui rappellent celles de Planaise. Quelques exemples selon J.C. Fourneaux (1976) sont représentés à la fig. 39.

- Carrière de Francin : Les sables ont été là exploités. Ils deviennent de plus en plus grossiers vers le haut. Leur litage est entrecroisé. La moraine les recouvre directement car le niveau fluviatile a été très largement érodé. J.C. Fourneaux (1976) a mis en évidence dans cette carrière deux moraines du W III : une moraine de retrait sableuse reposant sur une moraine de fond argileuse.

Ces sables forment les terrasses de Francin et des Marches.

- Carrière de La Gache : à ce niveau les sables sont deltaïques. Ils semblent marquer l'arrivée d'un important cours d'eau qui débouchait de la vallée du Bréda. Ce delta s'étend jusqu'à La Flachère. Ces sables sont surmontés par des alluvions fluviatiles présentant une passée d'argiles palustres feuilletées à lignite vers 340m.

*Correspondance lithostratigraphique entre la coupe de La Gache et la coupe synthétique du chaînon de Planaise-Chamousset. (fig. 40).*

La coupe de La Gache décrite par J.C. Fourneaux (1976) et la coupe de Pognient montrent à l'affleurement une série identique :

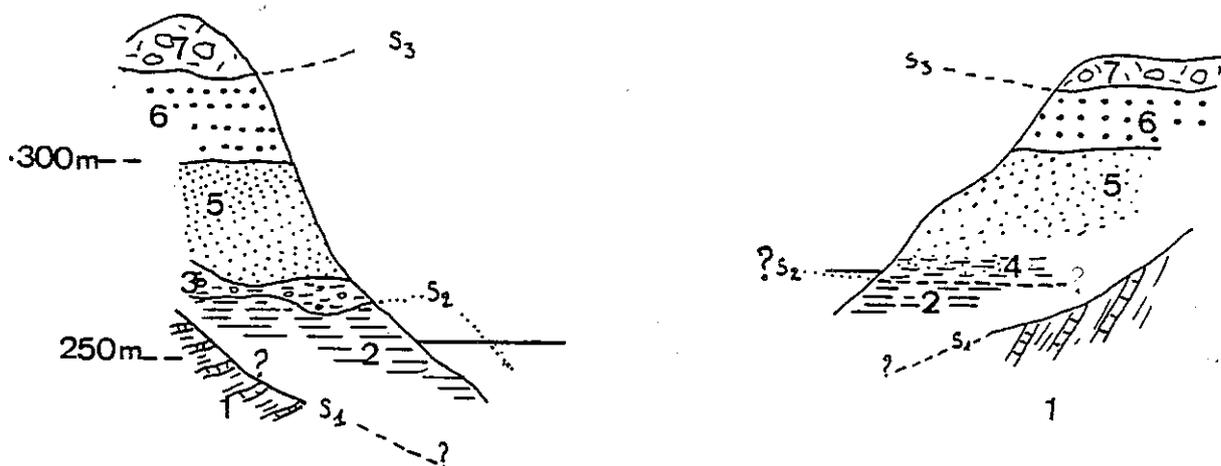
- des sables deltaïques ;
- des alluvions fluviatiles.

Nous ne retrouvons cependant pas dans le chaînon de Planaise-Chamousset le niveau à lignites ainsi que l'épisode fluviatile qui le surmonte, visibles à La Gache. Ils ont été sans doute décapés par érosion du dernier glacier.

- la moraine.

W  
La Gache  
d'après J.C. FOURNEAUX

Planaise E



1 : Substratum    2 : Argiles.    3 : Moraines.    4 : Argiles passant à des sables .  
5 : Sables .    6 : Gravieres.    7 : Moraines.

Correspondances lithostratigraphiques entre la coupe de la Gache et la coupe du chaînon de Planaise-Chamousset.    FIG. 40.

S3. Surface d'érosion glaciaire des derniers glaciers (W III) qui se retrouve dans tout le Nord-Grésivaudan, soulignée par un dépôt plus ou moins continu et épais d'une moraine argileuse à blocs.

S2. Surface d'érosion glaciaire du W II. La moraine du W II a été décrite par J.C. Fourneaux (1976) à La Gache et à Francin au niveau du pilier du Pont de Montmélian. Cette moraine n'apparaît pas dans les coupes observées dans le chaînon de Planaise-Chamousset. A ce niveau, nous pensons que, si elle existe, car nous ne l'avons pas vue, cette surface ne peut se situer que dans les argiles entre les argiles d'Eybens et les argiles prodeltaïques, car la série argiles prodeltaïques, sables, galets est une série continue appartenant à une formation de type deltaïque passant à un épisode fluviatile. Notons de plus qu'il est très difficile de différencier des argiles deltaïques des argiles déposées sur le fond du lac avant la formation du delta.

S1. Surface d'érosion glaciaire des glaciers rissiens. Les sondages ont rarement atteint le substratum, aussi est-il difficile de chiffrer la profondeur du surcreusement.

#### d2. Le Sud-Grésivaudan.

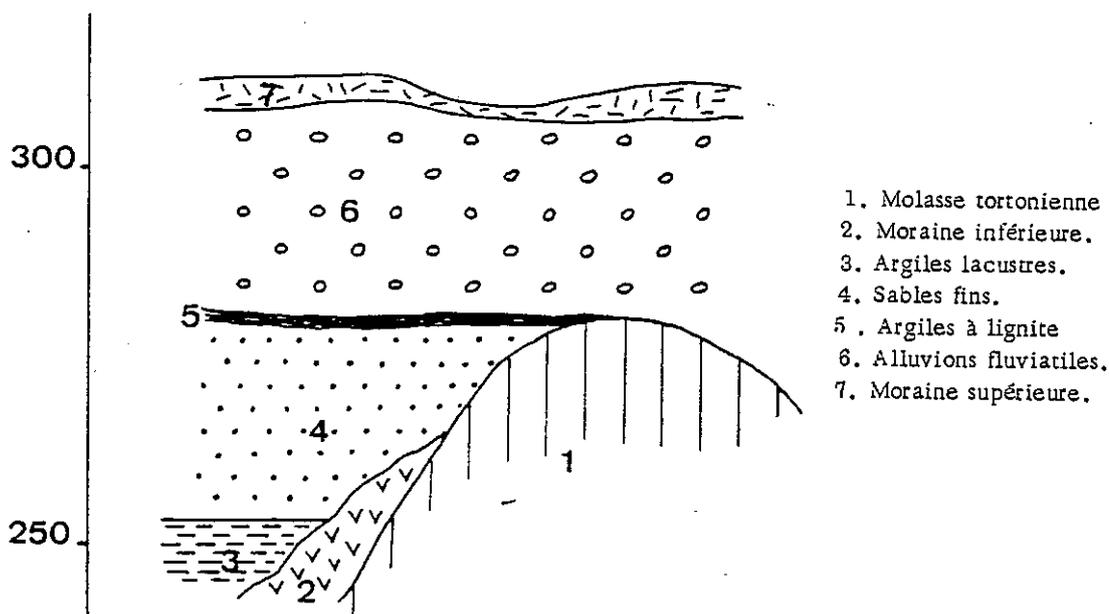
Les dépôts pléistocènes sont largement représentés par les argiles d'Eybens. Celles-ci sont caractérisées par un litage fin, bien marqué, ainsi que par la régularité de leur composition, faciès et structure,

sur une épaisseur considérable. Tous ces critères évoquent un dépôt dans un vaste lac, sous climat biostatique interglaciaire.

Sables et dépôts fluviatiles se retrouvent à Bresson, Echirolles, cap Marcelline. A cap Marcelline, ces alluvions surmontent une moraine rapportée au W II (J.C. Fourneaux, 1976).

### d3. Le bassin-chambérien.

Cette série est remarquablement constante entre le lac du Bourget au Nord et Barberaz au Sud. Nous la décrivons au lieu-dit : "La carrière du Fromaget", au Nord de Chambéry (C. Hanss et G. Nicoud, 1980).



COUPE SCHEMATIQUE DE LA CARRIERE DU FROMAGET. Fig.41.

- à la base, la moraine dite ancienne par F. Bourdier et inférieure par G. Nicoud, recouvre le substratum tertiaire (molasses du Tortonien).

- au-dessus, ne dépassant pas 270m, viennent des argiles bleues varvées lacustres comparables à celles d'Eybens. Elles passent progressivement à des silts qui deviennent de plus en plus grossiers. Ces sables argileux appelés sablons atteignent la cote de 310m.

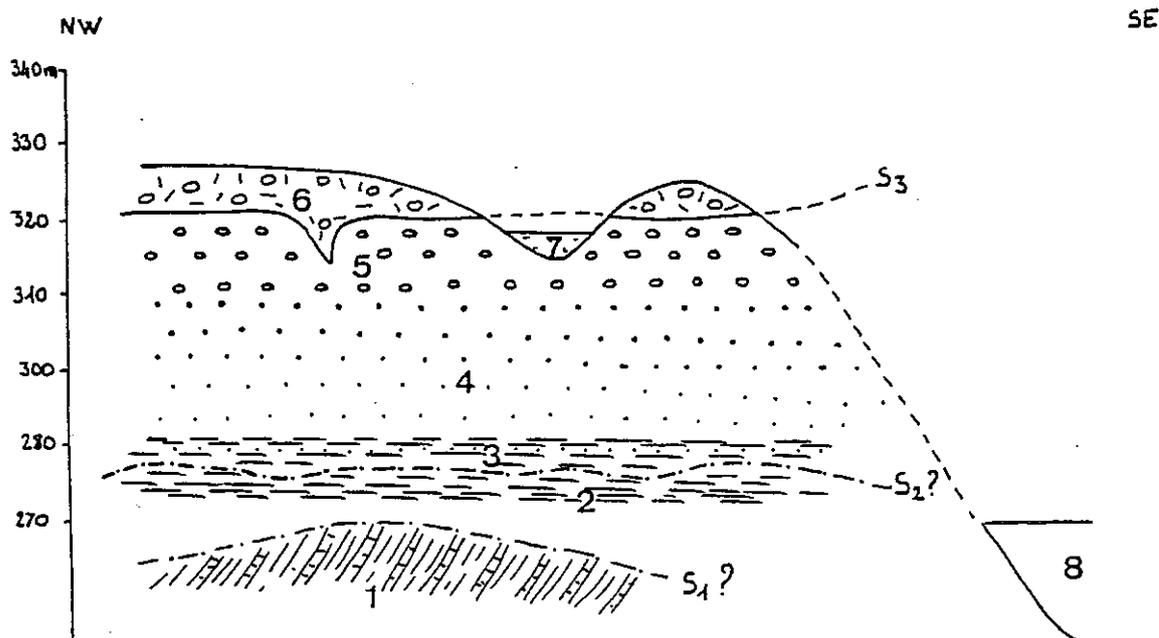
- à 310m, cette épisode lacustre se termine par des argiles palustres jaunes ou vertes datées de 70 000 ans plus ou moins riches en lignites. L'épaisseur de cette couche est d'environ 2m au Fromaget, 2,50m à Voglans.

- ces argiles sont recouvertes par des dépôts fluviatiles qui deviennent de plus en plus grossiers vers le haut.

- enfin, vers 320m, une couverture morainique d'argiles à blocs ravine et masque la ou les formations antérieures.

#### e. Conclusion.

Au terme de cette étude lithostratigraphique et paléogéographique du chaînon de Planaise-Chamousset, et compte-tenu des travaux antérieurs de plusieurs auteurs (F. Bourdier, G. Montjuvent, J.C. Fourneaux, G. Nicoud) sur le Grésivaudan, nous pouvons proposer la coupe synthétique suivante du chaînon de Planaise-Chamousset.



COUPE SYNTHETIQUE TRANSVERSALE DU CHAINON AU NIVEAU DE PLANAISE . FIG : 42

Avec :

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| 8. Alluvions récentes .....           | Holocène      |
| 7. Alluvions de retrait .....         | Tardi-Würm    |
| 6. Moraines .....                     | } Würm III    |
| S3. Surface d'érosion glaciaire ..... |               |
| 5. Alluvions fluviatiles .....        | } Würm II/III |
| 4. Sables deltaïques .....            |               |
| 3. Argiles deltaïques .....           |               |
| S2? Surface d'érosion glaciaire ..... | Würm II       |
- (d'après J.C. Fourneaux, 1976).

- 2. Argiles lacustres ..... Riss
- 1. Marno-calcaires (substratum) ..... Bajocien

La chronologie, employée ici, est celle établie par G. Montjuvent et J.C. Fourneaux d'après leurs études du Nord et Sud-Grésivaudan.

2°/- Le Quaternaire de la montagne de Montrailant :

La montagne de Montrailant porte de nombreuses traces, témoins lithologiques et morphologiques du passage des glaciers.

a- Les placages morainiques.

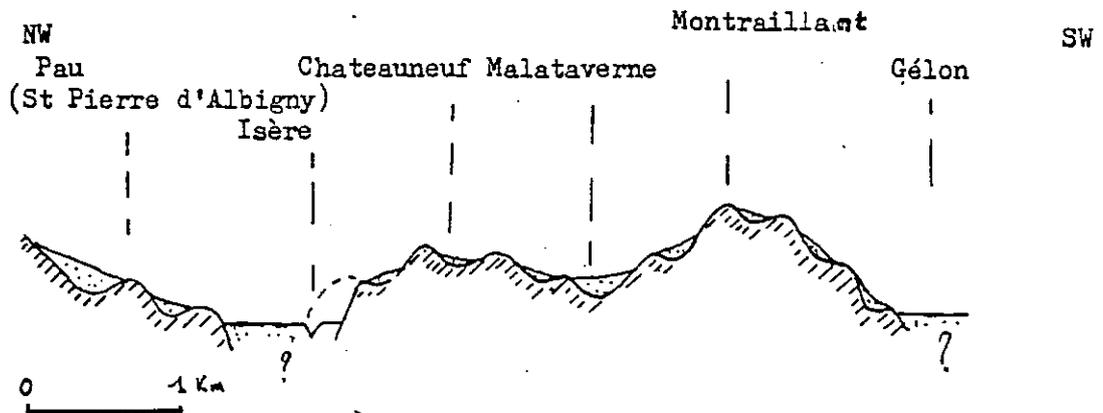
Aussi bien dans les dépressions que sur les reliefs, une fine pellicule de dépôt glaciaire, qui peut se réduire à quelques blocs erratiques, recouvre les formations du substratum. En effet, les lambeaux de moraine se localisent toujours, quand il s'agit de moraine de fond effectivement déposée bien avant la récession, dans des dépressions ou sur le flanc aval des reliefs en position d'abri, là où il y avait décomposition des couches inférieures de la glace ou décollement par rapport au fond du lit.

Le substratum du Montrailant est formé par les marno-calcaires très schistosés du Bajocien. Les schistes donnent des moraines argileuses résistant bien à l'ablation.

b- Les sillons glaciaires.

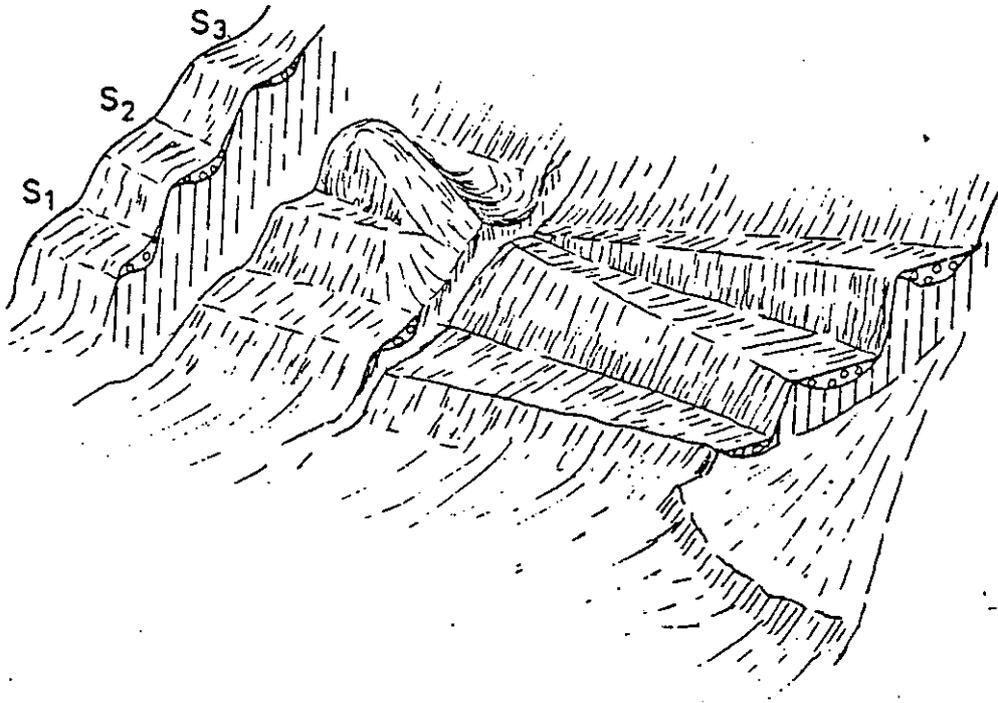
b1. Morphologie.

Lorsque nous regardons la montagne du Montrailant selon son axe d'allongement, nous nous apercevons que ses flancs sont bosselés (cf. fig. 43). De plus près, il s'avère que ce profil transversal en "crêtes et vallons" est formé d'une succession de buttes aux sommets arrondis, parallèles à l'allongement de la montagne, soit de direction N50 environ, et de dépressions où ne coulent en général aucun ruisseau.



COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLEE DE L'ISERE. (d'après J.C. Fourneaux, 1975). Fig. 43.

Ces dépressions ou sillons sont plus ou moins courts et se relayent latéralement. Certains ne sont plus marqués que par des replats car ils ont été comblés par les dépôts glaciaires (cf. fig. 44).



S1, S2, S3 : sillons

On voit le sillon S2 se biseauter et le sillon S3 se diviser en deux

LES SILLONS EN RIVE GAUCHE DU GRESIVAUDAN A GONCELIN. Fig. 44.  
(d'après J.C. Fourneaux, 1975).

#### b2. Origine des sillons.

L'origine de ces sillons a été montrée par J.C. Fourneaux (1975) : "On peut alors se poser la question du comment de cette morphologie. Un glacier n'est pas collé à son lit en tous points ; cela a été montré et même démontré depuis longtemps, et il existe de l'eau à la base de ce glacier. Cette eau se concentre au point bas du profil en travers et y forme un torrent, lequel possède une force érosive importante ; il se creuse donc un chenal. Il arrive un moment où le glacier vient obstruer ce chenal, alors l'eau se met en charge derrière ce barrage. Elle finit par se déverser par un autre point où le glacier n'est pas collé à son lit et un autre chenal se creuse. Le glacier, par la suite, élargit et façonne les chenaux. Mais à partir du moment où ces chenaux existent, la dynamique du glacier va tendre à les conserver. En effet, au contact amont d'une crête, le glacier a tendance à décoller et sa force érosive est très faible sur la crête elle-même alors que dans le chenal, la force érosive augmente ; les chenaux secondaires apparaissent".

"Le coalescence de deux glaciers importants va produire des sillons bien individualisés". C'est le cas des sillons du Montrailant qui se situe à l'aval du confluent Arc-Isère.

Un tel phénomène de surcreusement par des torrents sous-glaciaires exige l'homogénéité de la roche et la simplicité des structures géologiques, ce qui n'est pourtant pas le cas des marno-calcaires de la montagne de Montrailant. Il semble que la forte schistosité de cette formation ait cependant contribué à en augmenter l'homogénéité.

La concordance entre la direction de ces sillons et les grandes fractures observées dans la région peut correspondre à une reprise de zones tectoniquement fragilisées par l'érosion glaciaire. Dans ce cas, les divers sillons correspondraient alors à autant de zones fracturées.

### b3. Remplissage des sillons.

La commune de Villaroux a creusé un petit marais stagnant dans un de ces sillons, mettant en évidence une coupe : sur deux mètres, a été extraite une moraine très argileuse contenant de petits galets plats striés.

### c. Conclusion.

De tels sillons sont aussi visibles sur la montagne La Table-Montgilbert où affleurent là encore les marno-calcaires du Bajocien.

Ce surcreusement glaciaire a affecté aussi bien les formations dures du Bajocien que les formations tendres sableuses du Quaternaire de Planaise.

Les vallées du Gelon et du Coisin résultent de ce même phénomène. D'origine tectonique, elles ont été reprises par l'érosion glaciaire. Ces deux vastes sillons ont été remblayés par des dépôts morainiques würmiens, puis alluvionnaires post-würmiens.

### C. LE QUATERNAIRE HOLOCENE.

Il est essentiellement représenté par les remplissages alluviaux, les dépôts de pente (éboulis, colluvions), les cônes de déjection récents. Ces dépôts sont d'âge inférieur à 10 000 ans.

#### 1°/- Le Quaternaire de la vallée du Gelon :

##### a- Histoire géologique de la vallée.

L'étude morphologique de la région de La Rochette, montre que Le Gelon était un affluent du Bréda, qu'il rejoignait au niveau de Détrier (J.C. Fourneaux, 1976). Il y a eu capture du Gelon par un cours d'eau qui empruntait l'actuelle vallée du Gelon. L'érosion glaciaire est responsable de la capture par approfondissement de ce thalweg et de sa prolongation vers le SW. Mais, de plus, en se retirant, le glacier a laissé des masses importantes de moraines qui sont responsables entre autre de la présence de l'actuel lac de Saint Clair mais surtout de l'exhaussement du seuil de Détrier interdisant au Gelon de rejoindre le Bréda (cf. fig. 45).

En aval de la Rochette, les dépôts de la vallée contiennent au-dessus des dépôts morainiques, d'abondantes passées caillouteuses liées au cône de déjection du Gelon, mais celles-ci disparaissent rapidement.

Le cours du Bas-Gelon est très récent et ses alluvions ont servi à combler la dépression glaciaire entre la Rochette et Chamoux.

Actuellement, le Gelon est canalisé ; il franchit par un tunnel l'extrémité nord de la banquette de Planaise et se jette dans l'Isère, alors qu'il se jetait auparavant dans l'Arc.

##### b- Description de la vallée.

La vallée du Gelon est une dépression rectiligne, encaissée entre deux montagnes. Son fond est plat et se raccorde assez brusquement au pied des versants, sauf au niveau des cônes de déjection latéraux. En fait, cette vallée est un vaste sillon creusé par le glacier, rempli par des dépôts glaciaires, puis par des alluvions récentes du Gelon. Le même schéma est représenté dans la vallée du Coisin.

Au débouché de la vallée du Gelon, s'étend la plaine de Bourneuf-Chamousset, en rive gauche de l'Arc ; elle est limitée à l'Ouest par les collines morainiques et fluvio-glaciaires de Chamousset et, au Sud et à l'Est, par la terminaison septentrionale de Mont-Gilbert.

##### c- Etude géoélectrique de la vallée du Gelon.

Une étude géoélectrique a été menée, pour le compte de la Direction Départementale de l'Agriculture de Savoie, par la société CFEG en novembre 1980. Elle a consisté en une série de profils grossièrement parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de la vallée.

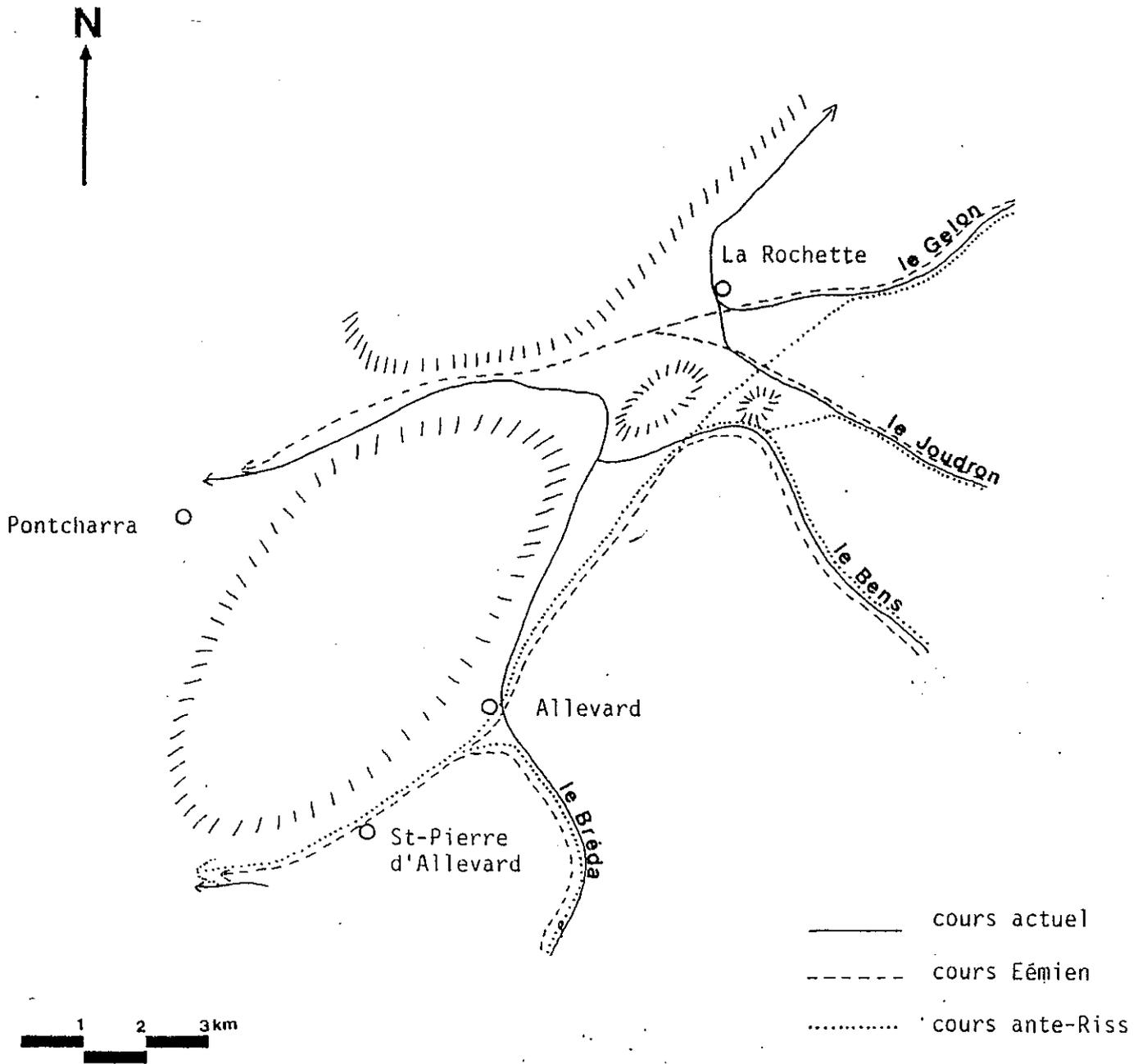


PLANCHE 45 SCHEMA DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE ACTUEL ET ANCIEN DE LA REGION D'ALLEVARD (d'après J.C. FOURNEAUX, 1975)

### c1. Localisation des sondages.

Les sondages électriques, au nombre de 108, ont été répartis sur 14 profils transversaux (cf. fig. 46).

- P0 La Croix de la Rochette.
- P1 La Croix de la Rochette.
- P2 Rotherens.
- P3 Villard-Salet.
- P4 La Trinité.
- P5 Villard-Mougin.
- P6 Pont-Bélon.
- P7 Villard Léger.
- P8 Villard Dizier.
- P9 Chamoux.
- P10 Pré Bélin.
- P11 Bourgneuf - Pré Corbet.
- P12 Chamoux - Pré Corbet.
- P13 Bourgneuf.
- P14 Le Triolet.

### c2. Méthode employée.

Tous ces sondages ont été réalisés selon le dispositif quadripolaire de Schlumberger avec une longueur de ligne AB/2 de 100 à 120m, 200 ou 300m selon les profils.

### c3. Résultats des sondages.

Il est à noter que les coupes obtenues par cette étude n'ont pu être étalonnées sur des forages de reconnaissance car il n'en existe aucun dans toute la plaine.

Les interprétations par la CFEG de cette étude géoélectrique montrent que la vallée est un vaste sillon dont la profondeur dans l'axe de la vallée n'a pu être déterminée. A ce niveau, le substratum est à une profondeur supérieure à 150m. En quelques points, sur les bords de la vallée, le Bajocien (900  $\Omega$ m) a été atteint : au SE 104 à 130m de profondeur, au SE 3 à 135m, au SE 5 à 65m.

Le remplissage de cette vallée se compose essentiellement d'argiles (30-70  $\Omega$ m) dans la partie superficielle, puis de cailloutis morainiques argileux (150-180  $\Omega$ m), enfin des graviers (350-580  $\Omega$ m). Ces derniers se rencontrent surtout à La Rochette. Dans les autres parties de la plaine, s'ils existent, ils sont peu étendus et peu épais (cf. fig. 47).

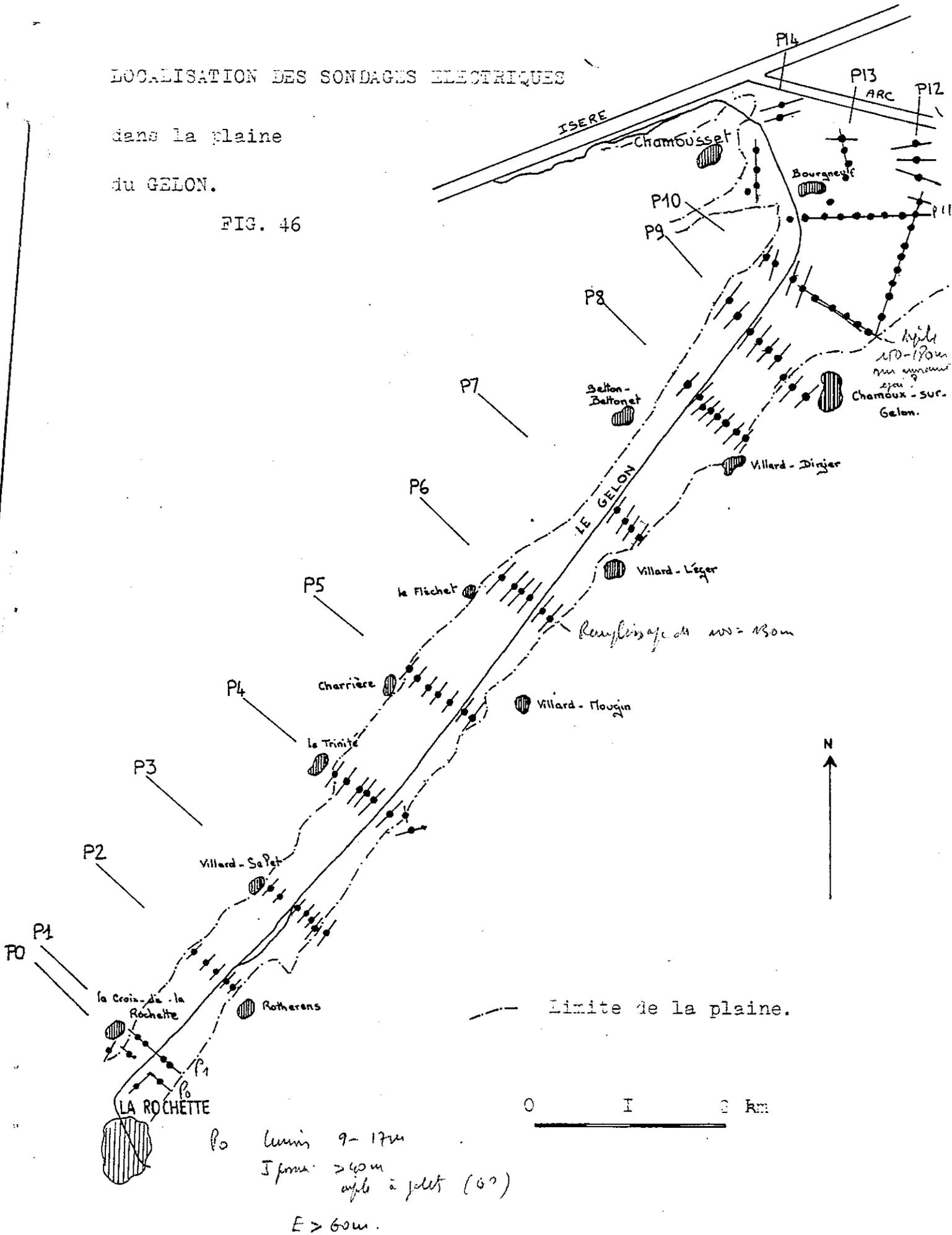
Au niveau de La Rochette, profil P0, les alluvions grossières du cône de déjection du Gelon sont particulièrement épaisses (plus de 40m) sous une couverture argilo-caillouteuse puis limoneuse de 9 à 17m d'épaisseur totale. Dans l'axe de la vallée, ces alluvions caillouteuses perméables (350 à 510  $\Omega$ m) se réduisent à une quinzaine de mètres d'épaisseur et reposent sur des alluvions argileuses (morainiques ?).

Ces niveaux graveleux perdent vers l'aval, profil P1, de leur épaisseur et de leur qualité : il ne subsiste ici qu'un mince épandage (1 à 2m) de graviers sableux propres (150 à 300  $\Omega$ m), surmontant des caill-

LOCALISATION DES SONDAGES ELECTRIQUES

dans la plaine  
du GELON.

FIG. 46



loutis plus argileux appartenant à des extensions de cônes latéraux (240 à 270 Ωm) et à des colluvions ébouliformes ou fluvioglaciaires intercalés dans des cailloutis argileux (120-170 Ωm) qui appartiennent vraisemblablement au remplissage morainique de la vallée.

Le profil P2 se trouve à 1 km du précédent. A ce niveau, les cailloutis du cône ont totalement disparus alors qu'apparaissent sous les limons sableux superficiels (200 Ωm), des argiles (30 à 60 Ωm) dont l'épaisseur varie de quelques mètres en bordure à 15m environ à SE 5. Au-dessus, se retrouvent les dépôts argileux morainiques précédemment cités.

En rive gauche du Gelon, sur le profil P3, le schéma précédent se renouvelle, le remplissage est essentiellement argileux. En rive droite, les dépôts fluvio-glaciaires qui couronnent la butte de Rotherens se poursuivent vers l'aval probablement augmentés par la présence de colluvions caillouteuses et les sédiments d'un ancien cône de déjection interglaciaire. Aux SE 14-105-106, se trouve sous 5 à 10m de limons argileux une couche de graviers sableux perméables (460 à 720 Ωm), épaisse d'une dizaine de mètres, qui surmonte une épaisse formation de cailloutis interglaciaires.

Sur le profil P4, les dépôts argileux (50 à 80 Ωm) s'étendent sur toute la largeur de la vallée et leur épaisseur s'est fortement accrue par rapport au profil précédent (environ 40m). En rive gauche, la couverture est constituée sur plus de 12m en moyenne et sur une large bande, par des alluvions argileuses organiques de l'ancien Gelon (30 à 40 Ωm). Sous ce recouvrement argileux, les formations caillouteuses (240 Ωm) rencontrées au profil précédent, remplissent un sillon au toit des alluvions morainiques à 60m de profondeur (140 à 180 Ωm).

Ce chenal profond se retrouve au profil P5, à une cote légèrement inférieure, en position décalée en rive gauche de la vallée au droit du SE 24 à 95m de profondeur et toujours au toit des alluvions morainiques. En rive droite, à une altitude supérieure, se trouvent des graviers argileux (270 Ωm) qui peuvent représenter des dépôts de retrait glaciaire en position latérale. Au-dessus, les dépôts argileux post-glaciaires et les alluvions argileuses du Gelon s'épaississent vers l'aval. En pied du versant oriental, une mince couche de graviers propres (350 Ωm) est intercalée dans les alluvions argileuses récentes ; elle provient d'une extension du cône de déjection de Villard-Mougin ; mais son épaisseur est beaucoup trop faible pour présenter un réel intérêt.

Au profil P6, l'épaisseur totale des dépôts post-glaciaires et glaciaires argileux varie de 100 à 130m. Dans les argiles superficielles existe, en rive gauche, une lentille colluviale qui s'avance pratiquement jusqu'au canal des Moulins ; elle est aussi abondamment argileuse. En profondeur, sous ces dépôts glaciaires, se trouvent des niveaux résistants (350-410 Ωm), interprétés comme des dépôts caillouteux qui peuvent dans ce cas être interprétés comme un alluvionnement glaciaire interstadiaire (?). Le point le plus haut de ces graviers se situe à 100m de profondeur au droit du SE 32, approximativement à la cote 200.

Les seuls niveaux supposés caillouteux rencontrés sur le profil P7 sont, comme sur P6, ces niveaux profonds (125m) et de forte résistivité (610 Ωm) dont le point le plus haut se situe à la cote 170m au droit du SE 38, sous les dépôts argileux morainiques (150-180 Ωm).

Un sillon dans ceux-ci se dessine, comblé d'argiles sableuses (60-80  $\Omega\text{m}$ ). Ce sillon s'élargit considérablement au profil 8 entre les SE 41 et 45. Les graviers profonds se retrouvent ici à 100-140m de profondeur.

Le schéma général des profils P6, P7, P8 ne se retrouve pas en P9. En effet, à ce niveau, les argiles morainiques (150-180  $\Omega\text{m}$ ) et les graviers inférieurs ont disparu. En revanche, d'épais dépôts de cailloutis argileux (90 à 200  $\Omega\text{m}$ ) apparaissent latéralement et s'avancent vers l'axe de la vallée, intercalés dans des argiles peu caillouteuses (90-100  $\Omega\text{m}$ ). En rive droite, le cône de déjection de Chamoux sur Gelon s'étend largement horizontalement et verticalement jusqu'à une profondeur de 37m. Les résistivités enregistrées sont de 490-550  $\Omega\text{m}$ . La nappe phréatique renfermée dans ce cône semble se trouver à 3m de profondeur.

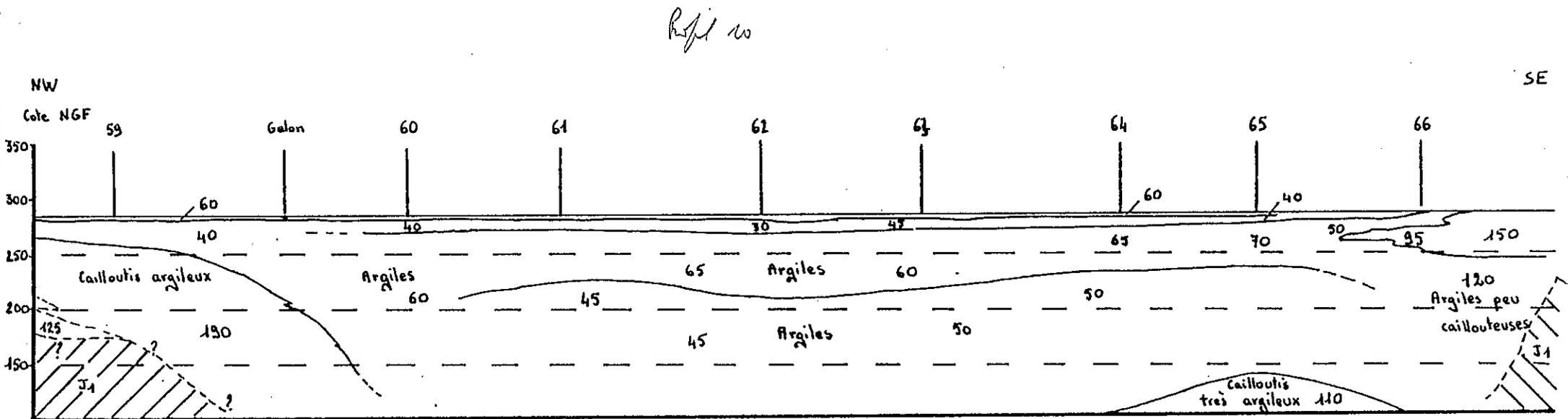
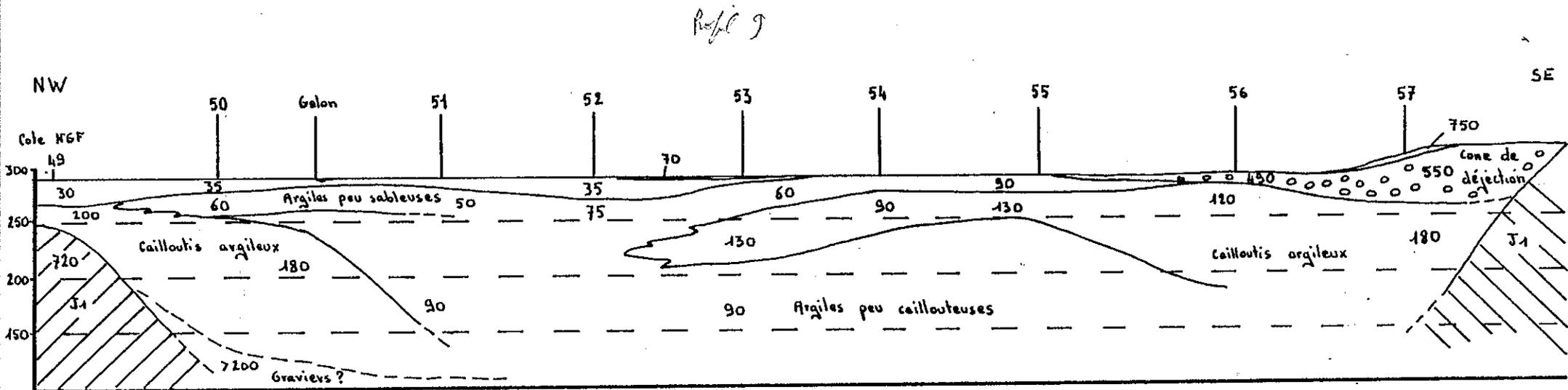
A l'exception des cailloutis en rive gauche, qui constituent les dépôts rencontrés précédemment, le remplissage alluvial de la vallée à son débouché sur la plaine de Bourgneuf (P10), est essentiellement constitué par de très épais dépôts argileux post-glaciaires et récents dont les résistivités varient de 30 à 70  $\Omega\text{m}$ . Entre 150 et 180m de profondeur, en rive droite, se trouve une formation 110-140  $\Omega\text{m}$  qui peut être rattachée aux dépôts argileux morainiques.

Le profil 11 montre que le remplissage alluvial de la plaine de Bourgneuf est essentiellement argileux, mais en surface apparaissent les alluvions récentes de l'Arc : ce sont des graves argileuses et limoneuses dont la résistivité varie de 140 à 200  $\Omega\text{m}$ . Elles s'étalent sur une bonne partie de la plaine sur une épaisseur moyenne d'une dizaine de mètres sauf au SE 70 où elles remplissent un large chenal profond d'une trentaine de mètres. Ces alluvions un peu plus perméables que les argiles encaissantes contiennent une nappe légèrement en charge sous la couverture argileuse superficielle épaisse de 2 à 7m, mais ne constituent pas un réservoir intéressant du fait de leur faible perméabilité.

Ce profil est confirmé par le P12 transversal à l'Arc, qui montre l'extension des alluvions de l'Arc dans la plaine : celles-ci s'étendent un peu au-delà de la RN 525 et sont représentées en bordure de l'Arc par des cailloutis argileux (160  $\Omega\text{m}$ ) interrompus au niveau de la RN 525 par un chenal de grave sableuse plus propre (200 à 250  $\Omega\text{m}$ ). Entre les SE 83 et 85, s'étend une petite nappe de graviers ou sables argileux qui peut marquer la présence d'un ancien chenal de l'Arc dont l'origine se situe beaucoup plus en amont. L'épaisseur des dépôts argileux superficiels varie de 4 à 10m.

Selon P13, du Nord vers le Sud, l'épaisseur des alluvions de l'Arc varie d'une quarantaine de mètres ; ce sont des cailloutis ou sables argileux (150 à 180  $\Omega\text{m}$ ) uniformément recouverts par des limons argileux dont l'épaisseur passe de 8 à 2m dans la même direction.

Enfin, le profil P14 longe le pied du versant oriental de la colline glaciaire de Chamousset ; s'y retrouvent, intercalés dans les alluvions argileuses post-glaciaires et récentes, des prolongations des formations fluvioglaciaires environnantes ou de leurs colluvions. Au Nord du Triolet, sont présents les cailloutis sablo-argileux (170-180  $\Omega\text{m}$ ) de l'Arc qui ont une épaisseur de 25m.



RECONNAISSANCE GEOELECTRIQUE DE LA VALLEE DU GELON . FIG : 47

Profils 9 et 10 établis par le C.F.E.G ( 1980 )

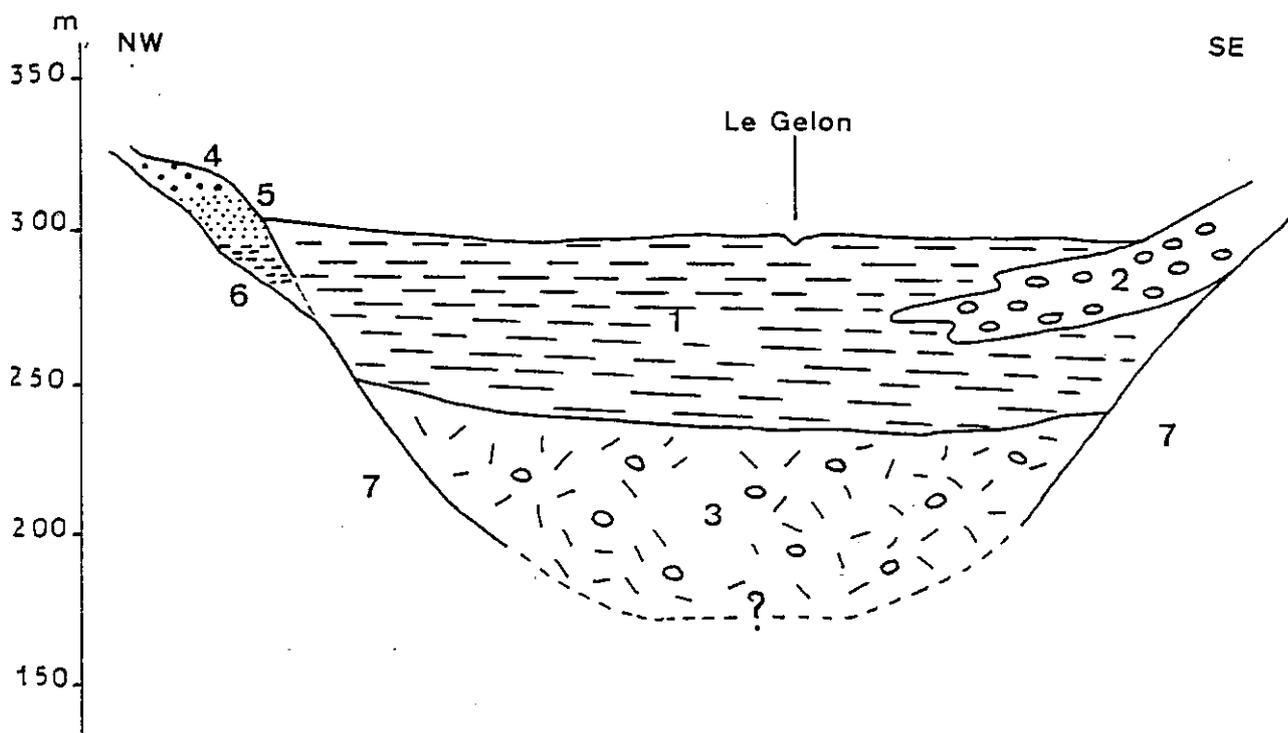
Sondages 50 à 57 et 59 à 66 . Echelle 1/5000.

#### c4. Discussion.

Les notions d'interglaciaire et d'interstadaire semblent ici mal employées. En effet, la synthèse du Quaternaire établie à la partie 2, chapitre IIB élimine ces interprétations. Les alluvions interglaciaires (sables surmontés de graviers fluviatiles) se situent en bordure de la plaine, entre 310 et 330m d'altitude. L'épaisseur maximale de la formation sableuse ayant été évaluée à 30m au niveau du chaînon de Planaise, il apparaît que nous ne pouvons trouver ces alluvions interglaciaires en fond de vallée. Au mieux, nous pouvons rencontrer les argiles bleues lacustres post-rissiennes qui reposeraient alors soit sur une moraine rissienne, soit directement sur le substratum.

Les résultats de cette étude géophysique peuvent être raisonnablement interprétés comme suit : (cf. fig. 48).

- remplissage argilo-limoneux du Gelon (30 à 60  $\Omega\text{m}$ ) ;
- avec apports latéraux plus grossiers aux niveaux des cônes de déjection de La Rochette et de Chamoux-sur-Gelon en particulier (cf. fig. 49) ;
- sous ces argiles, des cailloutis argileux (110 à 340  $\Omega\text{m}$ ) assimilables aux dépôts morainiques du dernier glacier (würmien) lors de son retrait ;
- ces dépôts reposent soit sur les argiles interglaciaires, soit sur de la moraine rissienne, soit directement sur le substratum.



COUPE SCHEMATIQUE DE LA VALLEE DU GELON. (Fig. 48).

1. Argiles limoneuses ; 2. Grave des cônes de déjection ;
3. "Cailloutis argileux" ; 4. Grave fluviatile ; 5. Sables ;
6. Argile glacio-lacustre et moraine "rissienne" (?) ; 7. Substratum.

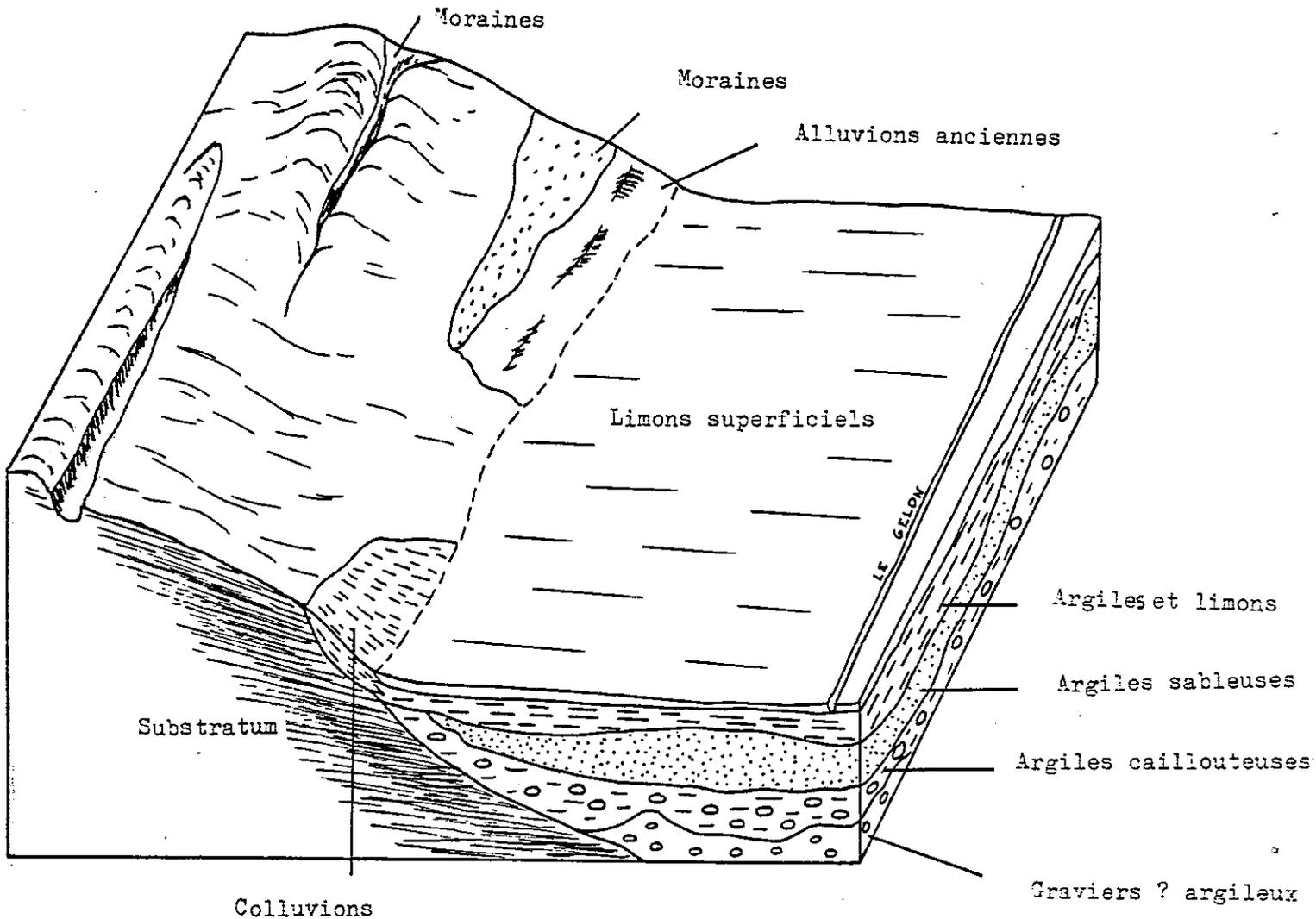
d. Conclusion.

Ainsi, cette étude géoélectrique montre que le remplissage de la vallée du Gelon est essentiellement argileux : dépôts très argileux et caillouteux morainiques (140-180  $\Omega\text{m}$ ), argiles et limons glaciaires (60 à 80  $\Omega\text{m}$ ), et alluvions récentes argileuses du Gelon sont les principaux constituants de ce remplissage.

Ces formations très peu perméables, bien que saturées, constituent un aquifère de bien mauvaise qualité.

Les quelques formations perméables qui présentent un intérêt du point de vue ressource en eau se situent au niveau : (cf. fig. 49).

- du cône de déjection du Gelon à La Rochette (P0) ;
- de la zone des sondages SE 14, 105, 106 à Rotherens (P3) ;
- de la partie centrale du cône de déjection de Chamoux (P9) ;
- de la zone de sondage SE 80 (P12) dans un chenal superficiel sous 8 à 9m de couverture argileuse.

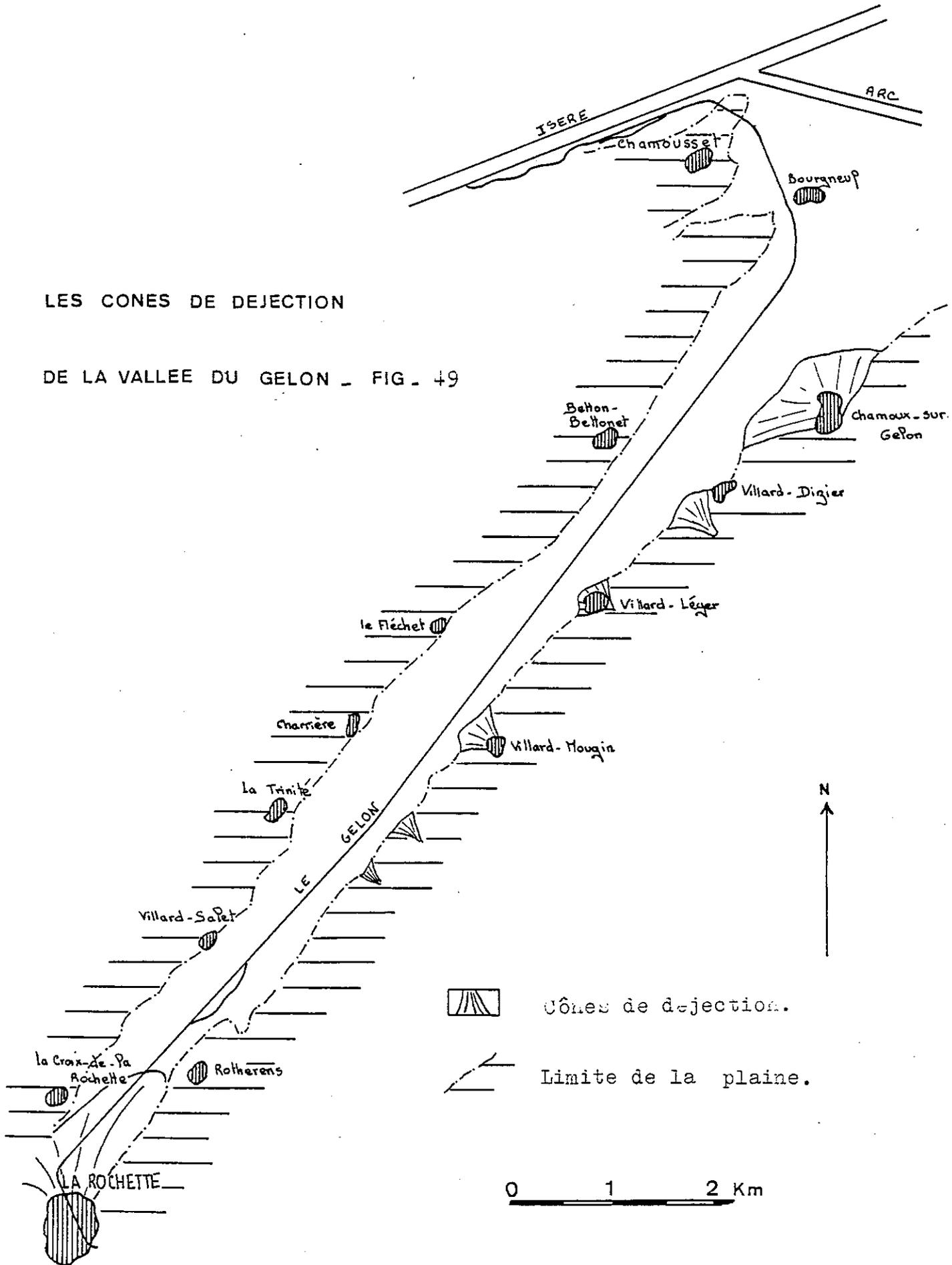


Bloc - diagramme des différentes formations quaternaires du remplissage alluvial de la vallée du Gelon .

FIG : 50

LES CONES DE DEJECTION

DE LA VALLEE DU GELON - FIG. 49



## 2°/- Le Quaternaire de la vallée du Coisin :

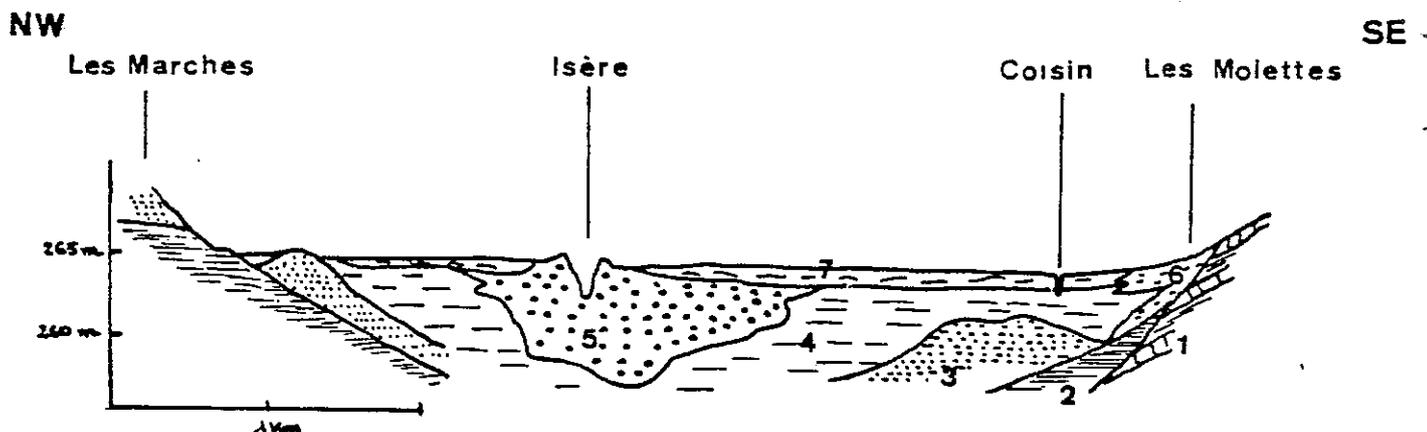
### a- Description de la vallée.

Nous retrouvons là le même schéma que dans la vallée du Gellon : la vallée est un sillon creusé par les glaciers entre le Montraiillant et le chaînon de Planaise-Chamousset, de direction N50 environ. Ce sillon s'élargit vers le Sud et s'ouvre sur la plaine de l'Isère au voisinage des Molettes.

### b- Le remplissage alluvial. Corrélation avec la vallée de l'Isère.

La dépression creusée par les glaciers rissiens entre Chamousset et Montmélian, est aujourd'hui occupée par deux cours d'eau, l'Isère et le Coisin, vallées séparées par les formations de Planaise.

Des sondages électriques et mécaniques ont permis d'établir la coupe suivante (cf. fig. 51), mettant en évidence cinq ensembles lithologiques, bien que ceux-ci n'apparaissent pas toujours sur une même verticale en raison de leur structure où le litage entrecroisé domine (cf. J.C. Fourneaux, 1976).



COUPE DE LA PLAINE DE L'ISERE (d'après J.C. Fourneaux, 1976)  
Fig. 51.

1. Substratum : Bajocien marno-calcaire.
2. Argiles lacustres : argiles compactes, de couleur gris-bleu, finement litées.
3. Sables et sablons : ce sont des sables fins, plus ou moins argileux, composés de 20 à 40% de carbonate de calcium, de quartz et de feldspath. La fraction argileuse est composée d'illite et de chlorite. De tels sables se retrouvent dans les formations latérales et seront étudiés au prochain paragraphe.
4. Alluvions fines : alluvions plus fines résultant d'un dépôt dans un lac dû à un barrage lié au cône de déjection du Bréda.
5. Alluvions grossières : dépôt présentant une forte granulométrie, un litage entrecroisé (la fraction grossière représente 75 à 85% de l'ensemble).
6. Cônes de déjection : éboulis.
7. Limons superficiels : de couleur brune ou gris-bleu sous la couverture végétale.

Le schéma présenté ci-dessus n'est valable que si l'on accepte l'hypothèse de différents stades würmiens. En effet, comment expliquer ces sablons 3 en fond de vallée, alors que le passage argile glacio-lacustre-sable se situe à la côte 270m, autrement que par l'érosion d'un glacier würmien entre les argiles et les sables. Dans ce cas, comment expliquer le passage très progressif des argiles aux sables que nous observons dans les différentes coupes de Pognient, La Gache, ... . Ces sables sont datés par J.C. Fourneaux (1976) de l'interstade W II - W III. Or est-il possible que le glacier würmien (glaciation récente selon F. Bourdier, glacier du Würm III selon J.C. Fourneaux) dont la côte atteignait l'altitude de 1000m ait épargné ces alluvions de vallée, là où son érosion est maximale ?

L'examen de cette coupe nous amène à penser que les sables des formations latérales et de fond de vallée ne sont pas contemporains, bien que déposés dans un milieu semblable : les premiers se sont sédimentés dans un lac anté-würmien alors que les seconds sont post-würmiens, déposés dans un lac résultant de la fusion des eaux des derniers glaciers.

Rappelons que nous avons observé de tels sablons post-würmiens dans le chaînon de Planaise-Chamousset.

## TROISIEME PARTIE

PROPRIETES HYDROLOGIQUES DES DIFFERENTS TERRAINS.

## CHAPITRE I : LA PERMEABILITE DES TERRAINS.

Les écoulements d'eau sont, outre l'état tectonique des terrains, essentiellement liés à la nature lithologique des formations par le biais du paramètre perméabilité. Ce terme K exprime la possibilité qu'offre le terrain à se laisser traverser par les eaux. Nous comprenons dès lors pourquoi ce paramètre conditionne les écoulements aussi bien superficiellement que souterrainement.

Dans le secteur étudié, deux grands types de formations interviennent :

- le Quaternaire holocène et pléistocène ;
- le substratum bajocien.

### A. LE QUATERNAIRE HOLOCENE.

Il est représenté d'une part par le remplissage alluvial des vallées, d'autre part, par les dépôts de pente qui jalonnent le pied des versants.

Comme le montre l'étude géologique précédente, le remplissage des vallées du Gelon et du Coisin est essentiellement argileux. Les argiles présentent une perméabilité très faible ; elles sont qualifiées d'"imperméables". Il en résulte que, dans de tels aquifères, la transmissivité T, qui traduit la capacité de la nappe de transmettre un débit Q dans son épaisseur et par sa perméabilité ( $T = K \times h$ ), est très faible. Les circulations de la nappe sont lentes (les mesures de perméabilité n'ont pu être effectuées faute de moyens techniques).

Les résistivités des eaux de cette nappe sont comprises entre 1000 et 1700  $\Omega\text{cm}$ . Ces résistivités sont faibles pour des eaux contenues dans des argiles, mais il faut remarquer que les échantillons ont été prélevés au toit de la nappe superficielle, c'est-à-dire à 1 ou 1,50m de profondeur dans les niveaux argilo-sableux ou tourbeux.

Le facteur de formation  $F = \frac{\rho_{\text{terrain}}}{\gamma_w \text{ eau}}$  est voisin de 5,5, ce qui correspond à des sables argileux colmatés.

Connaissant F, nous pouvons par la formule de DAKHNOV calculer la porosité totale  $\phi$  du terrain qui est liée à F suivant la formule :

$$F = \frac{1 + 0,25 (1-\phi)^{1/3}}{1 - (1-\phi)^{2/3}}$$

Dans le cas considéré  $F = 5,5$  d'où  $\phi = 30\%$ .

Autre formule : méthode d'Archie.

Cette méthode permet de connaître S : coefficient d'emmagasinement ou porosité utile exprimé en % à partir de facteur de formation F :

$$F = \frac{1}{S^2} \quad \text{or } F = 5,5 \quad \text{d'où } S_T = 43\%$$

Nous obtenons ainsi S total. Pour avoir S, il faut tenir compte du facteur de correction : % terrain non argileux / % terrain argileux.

Cette correction faite, nous avons  $S \approx 1\%$ .

Les dépôts de pente (éboulis, colluvions) sont relativement plus perméables, bien qu'ils soient en général assez argileux. En effet, le matériel constituant ces formations résulte de l'altération du substratum, donc des marno-calcaires bajociens. L'altération dégrade en grande partie ceux-ci en éléments argileux.

Les formations plus perméables sont celles qui forment les cônes de déjection, en rive droite du Gelon.

## B. LE QUATERNAIRE PLEISTOCENE.

Il est essentiellement présent au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset, où l'on rencontre la série décrite à la partie 2, chapitre II B<sub>1</sub> :

- à la base des argiles ;
- puis des sables fins plus ou moins graveleux ;
- surmontés par des graviers fluviatiles ;
- une moraine argileuse recouvre les dépôts précédents.

Ce Quaternaire pléistocène présente donc une grande variabilité de perméabilité, depuis des argiles très peu perméables, des sables à porosité d'interstice, à des graviers relativement perméables. La moraine de nature argileuse est peu perméable.

## C. LE SUBSTRATUM.

Formé par des marno-calcaires très schistosés (Bajocien) et par des schistes (Aalénien), ce substratum est relativement imperméable à l'échelle de l'affleurement. Cependant, il présente une perméabilité plus forte à l'échelle du massif, perméabilité de fissures, estimée par G. Massonnat, dans le cas de la montagne de Bramefarine, à  $5 \cdot 10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-5}$ .

Les écoulements sont donc soit superficiels (le ruissellement est important en périodes de pluie), soit profonds par circulation le long de fractures.

## D. CONCLUSION.

Les perméabilités sont donc des facteurs très importants qui conditionnent les écoulements des eaux. Dans les chapitres suivants, nous allons essayer de préciser la nature de ces écoulements en fonction des terrains traversés par les eaux, d'une part par l'étude des sources, d'autre part par l'étude des nappes du Gelon et du Coisin.

## CHAPITRE II : LES SOURCES.

Nous venons de donner un aperçu des propriétés hydrologiques des terrains rencontrés dans notre secteur d'étude, mais afin de mieux connaître les modalités d'écoulement, il est nécessaire de définir la nature et les structures des terrains traversés (cf. cartes géologiques Montmélian 1/80 000 , La Rochette 1/80 000 , Albertville 1/80 000. et la carte des alluvions pléistocènes de Planaise 1/25 000 ci-jointe).

L'étude géologique du secteur d'étude (partie 2), la carte géologique du chaînon de Planaise-Chamousset, l'étude de la perméabilité des différents terrains vont nous permettre de déterminer les conditions d'alimentation et d'émergence des sources étudiées.

Nous avons dénombré plus de 85 points d'émergence au niveau des bassins versants du Gelon et du Coisin. Une carte de leur emplacement est jointe à ce travail. Parmi ces nombreux points d'eau, nous en avons choisi 20 parmi les plus représentatifs, qui ont fait l'objet d'analyses physiques et chimiques régulières.

La carte de répartition des sources montre que celles-ci sont très peu nombreuses sur les flancs de la montagne de Montraillant, donc que les circulations liées au substratum sont réduites, ainsi que celles évoluant dans les sillons, contrairement aux observations faites par G. Massonnat (1981) au niveau de Bramefarine. Le flanc ouest du Montraillant taillé de nombreux sillons est relativement pauvre en sources.

La majeure partie des émergences se situe au pied des montagnes du Montraillant et de La Table-Montgilbert. Elles sourdent à la faveur des dépôts quaternaires qui bordent la vallée : éboulis, colluvions, cônes de déjection, alluvions pléistocènes, que nous retrouvons dans le chaînon de Planaise.

Pour distinguer ces différentes circulations, nous avons pensé utiliser le paramètre résistivité. Nous avons pour cela fait, en un laps de temps réduit et pendant une période non influencée, un relevé de la résistivité de toutes les sources connues à ce moment là. Ce relevé a été maintenu pour 20 de ces points d'eau pendant un an. Il s'est avéré que les résistivités sont comprises entre 1200 et 2500  $\Omega\text{cm}$  environ. L'établissement d'une carte d'isorésistivité et l'interprétation des sources par le biais de ce paramètre sont donc difficiles.

Pour les distinguer les unes des autres, nous nous sommes donc fié à la géologie (d'où l'intérêt de la carte géologique des alluvions pléistocènes de la Banquette de Planaise ci-jointe) et à la température. Nous avons donc admis que si les sources étaient liées à des circulations profondes, leur température était constante, et si celle-ci variait, les circulations étaient superficielles.

### A. LES METHODES UTILISEES DANS L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX.

La nature des sols influence la chimie des eaux des sources. Ainsi, l'étude physico-chimique de celles-ci permettra de définir les écoulements souterrains ainsi que les terrains traversés.

## 1°/- Analyses physiques :

Elles consistent essentiellement en une mesure régulière de la température, de la résistivité, du débit des sources.

### a- Les débits.

En raison des faibles débits des sources (de l'ordre du litre par seconde), ils ont été mesurés grâce à un seau gradué. L'ordre d'incertitude relative est de 5% environ dans les cas les plus favorables.

### b- La température.

Facile à apprécier sur le terrain, ce paramètre permet de classer les sources.

Certaines eaux présentent des variations de température importantes liées aux conditions climatiques. En général, ces variations s'accompagnent d'un fort étiage en été. Leur origine est sans doute superficielle. Ces sources ne sont pas intéressantes pour un captage.

Au contraire, d'autres émergences montrent des températures constantes au cours de l'année, indépendantes des conditions atmosphériques extérieures. Cela signifie que le stockage des eaux est important et la restitution lente. Cependant, il faut distinguer :

- les sources dont la température est inférieure ou égale à la température moyenne de l'air au lieu d'émergence. La circulation se fait dans une zone profonde mais assez peu pour ne pas subir le gradient géothermique (circulations semi-profondes). Elles proviennent de bassins versants situés à une cote plus élevée que le point d'émergence.

- les sources dont la température est constante mais supérieure à la température moyenne de l'air au point d'émergence. Ces eaux ont une circulation profonde.

### c- La résistivité.

Les mesures sont faites *in situ*, mais l'appareil indique des valeurs à  $\pm 150$  ohms.cm, et en laboratoire où le résistivimètre donne des valeurs à  $\pm 20$  ohms.cm (résistivimètre Philips GM 4249-01 comportant une cellule de mesure à électrodes de  $25\text{mm}^2$  au noir de platine. Le coefficient de la cellule Facussel est égal à 0,81).

La résistivité électrique est directement liée à la concentration en ions de l'eau. Ce terme nous donne donc un renseignement rapide sur la charge en éléments dissouts.

Pour permettre une comparaison entre les différentes circulations d'eau, les mesures doivent être ramenées à une température standard de  $18^\circ\text{C}$ . En effet, la résistivité varie avec la température : quand la température augmente, la résistivité diminue et inversement.

## 2°/- Analyses chimiques :

### a- Les analyses.

Elles consistent :

- en une mesure des pH, renseignant sur les caractères basiques ou acides. Sur chaque bassin-versant, il oscille entre 7,1 et 7,7, ce qui montre en fait une homogénéité relative des sources. Seule, la source de La Sausse présente en plus d'une faible résistivité électrique, un pH de 8,6 environ, légèrement basique.

#### - détermination des ions :

. par volumétrie sont déterminés les ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ . Les méthodes employées ne seront pas décrites ici (cf. mémento pratique de C. Armand et B. Delaquisse, 1977).

. par néphélométrie pour la détermination de  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HNO}_3^-$ . Cette méthode nécessite un colorimètre.

. par spectrométrie d'absorption ou d'émission de flamme.  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont dosés à 3% près.

Dans tous les tableaux et annexes, les résultats seront exprimés en mg/l.

### b- Présentation des résultats.

L'interprétation de ces analyses est facilitée par la transformation de la masse de l'ion considéré en milliéquivalent/litre :

$$1 \text{ meq/l} = \frac{\text{masse de l'ion considérée}}{\text{valence de cet ion}} / 1000$$

Dans une analyse complète, le nombre des milliéquivalents négatifs doit être égal au nombre des milliéquivalents positifs. Le pourcentage d'erreur  $e$ ,  $e = 100 \frac{r_p - r_n}{r_p + r_n}$ ,  $n$  étant la masse d'ion, doit être pour que l'analyse soit fiable inférieur à 5.

La méthode graphique choisie pour exprimer ces résultats est le diagramme de SCHOELLER modifié par BERKALOFF. Ce sont des diagrammes semi-logarithmiques sur lesquels les divers éléments sont exprimés en milligrammes par litre avec une correspondance en milliéquivalents par litre.

### c- Interprétation des résultats.

Quelques rapports entre éléments peuvent caractériser les eaux :

- le rapport  $\frac{\text{Mg}}{\text{Ca}}$  est un indicateur de vitesse d'échange, car il dépend de la nature des roches traversées et de leur dissolution et donc du temps de contact eau-roche.

- le rapport  $\frac{\text{SO}_4}{\text{Cl}}$  est lié au précédent.

- l'indice d'échanges de bases : au cours de leur trajet souterrain, les eaux en contact avec les terrains traversés peuvent échanger leurs ions contre ceux du terrain. Un indice d'échanges de bases peut alors être défini (H. Schoeller, 1934-1935) :

$$i.e.b = \frac{cl - (Na + K)}{SO_4 + HCO_3 + NO_3}$$

Il correspond au rapport entre les ions échangés et les ions de même nature primitivement existants (H. Schoeller, 1962).

## B. LES SOURCES LIEES AU SUBSTRATUM.

Les sources provenant uniquement des terrains jurassiques et qui ne subissent pas l'influence des placages morainiques sont peu nombreuses, les marno-calcaires étant de très mauvais réservoirs. Les sources présentant un débit relativement important pour la région (de l'ordre du litre/seconde) sont rares, et sont en général captées pour l'alimentation de ha-meaux.

Nous avons choisi quatre sources parmi les plus représentatives :

### 1°/- La source de la Touvière (64) :

Cette source est située au Sud-Ouest de Champ-Laurent, dans la forêt de l'Envers, à une altitude de 900m. Elle est captée et sert à l'alimentation du réservoir de la commune de Villard-Léger.

L'eau sort directement des calcaires bajociens de direction de stratification N30 pendage 30° vers le Sud-Est, à la faveur de petites dia-classes de direction N100.

Les caractères physiques et chimiques de cette eau sont les suivants : (cf. fig. 52 et 53).

#### a- Le débit.

Il est légèrement inférieur à 1 l/s, mais il est constant tout au long de l'année.

#### b- Température.

Elle oscille entre 7°5 et 8°5 au cours de l'année. Elle atteint cependant 10°C au mois de septembre après les périodes de fortes chaleurs.

#### c- Résistivité.

La résistivité varie entre 2400 et 2800  $\Omega$ cm. Sa valeur la plus basse est en période d'étiage.

#### d- Composition chimique.

Le THT est voisin de 23°F et le rapport  $\frac{r Ca}{r Mg}$  est constant. Les teneurs en  $HCO_3^-$  sont constantes, de l'ordre de 250 mg/l.

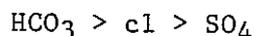
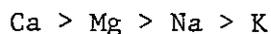
Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  forment l'essentiel de la minéralisation. Ils prédominent largement sur les ions  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Le pH varie entre les valeurs 7,2 et 7,7.

e- Conclusion.

La source de Touvière est alimentée régulièrement par des circulations assez profondes pour ne pas subir les variations climatiques. Ces circulations empruntent les fissures et diaclases qui affectent le substratum.

Les eaux sont essentiellement chargées en ions, calcium et bicarbonate. Elles sont donc bicarbonatées calciques d'équations chimiques :



2°/- Les Clercs 73 :

Cette source sourd des marno-calcaires bajociens, au niveau du village des Clercs. Elle est captée par un tuyau qui la conduit jusqu'à un bassin dont l'installation a détruit la zone d'émergence. Cette zone est cependant recouverte de tufs.

Dans le ruisseau voisin, le Bajocien présente une schistosité de direction N40 et un pendage 35 SE. Celle-ci masque la stratification.

Les caractères physiques et chimiques mesurés sont représentés aux fig. 52 et 53.

a- Débit.

Il croît au début de l'année, avec deux maximums aux mois de février et mars pendant lesquels les précipitations neigeuses et pluvieuses ont été importantes.

Les mois d'étiage sont en avril, août, septembre pendant lesquels les précipitations ont été presque nulles.

Il semble que le débit de cette source soit fortement influencée par les précipitations.

b- Température.

De même que le débit est fonction des conditions climatiques, la température dépend de la température de l'air. Elle décroît régulièrement d'octobre à avril et à partir de ce mois, elle croît de façon linéaire.

Elle oscille entre 7°5 et 12°C.

Débit en l/s

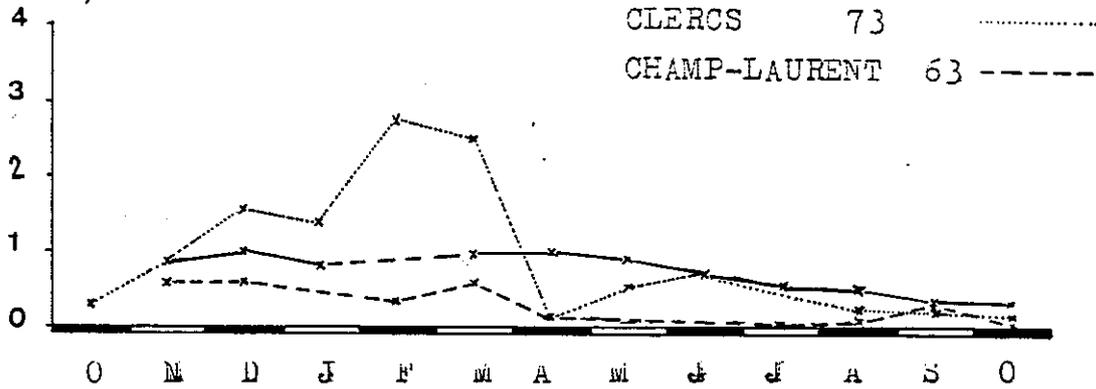
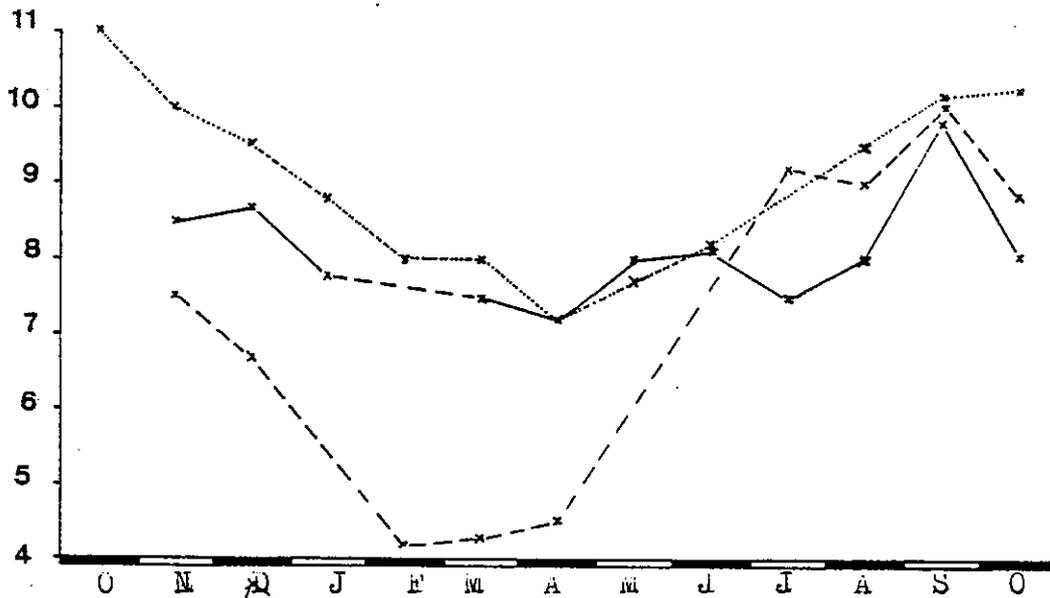


FIG. 52

Température en °c



Résistivité en  $\Omega \cdot \text{cm}$

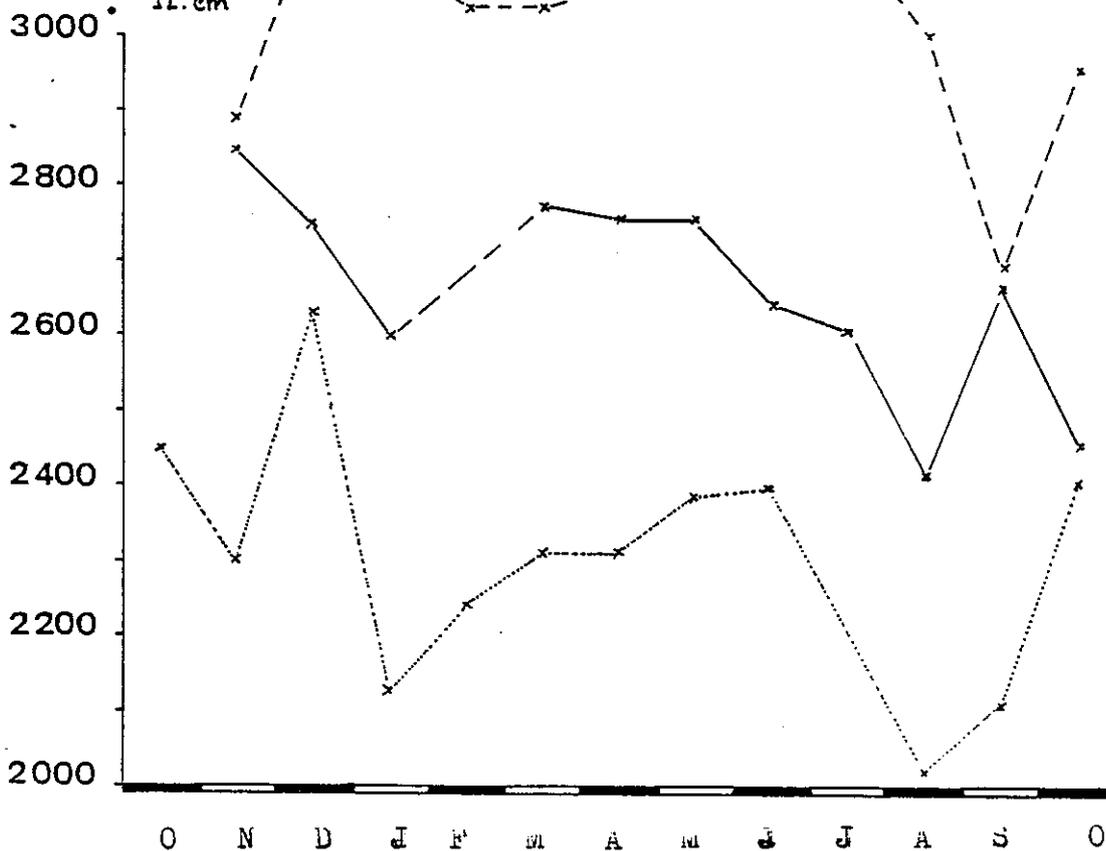
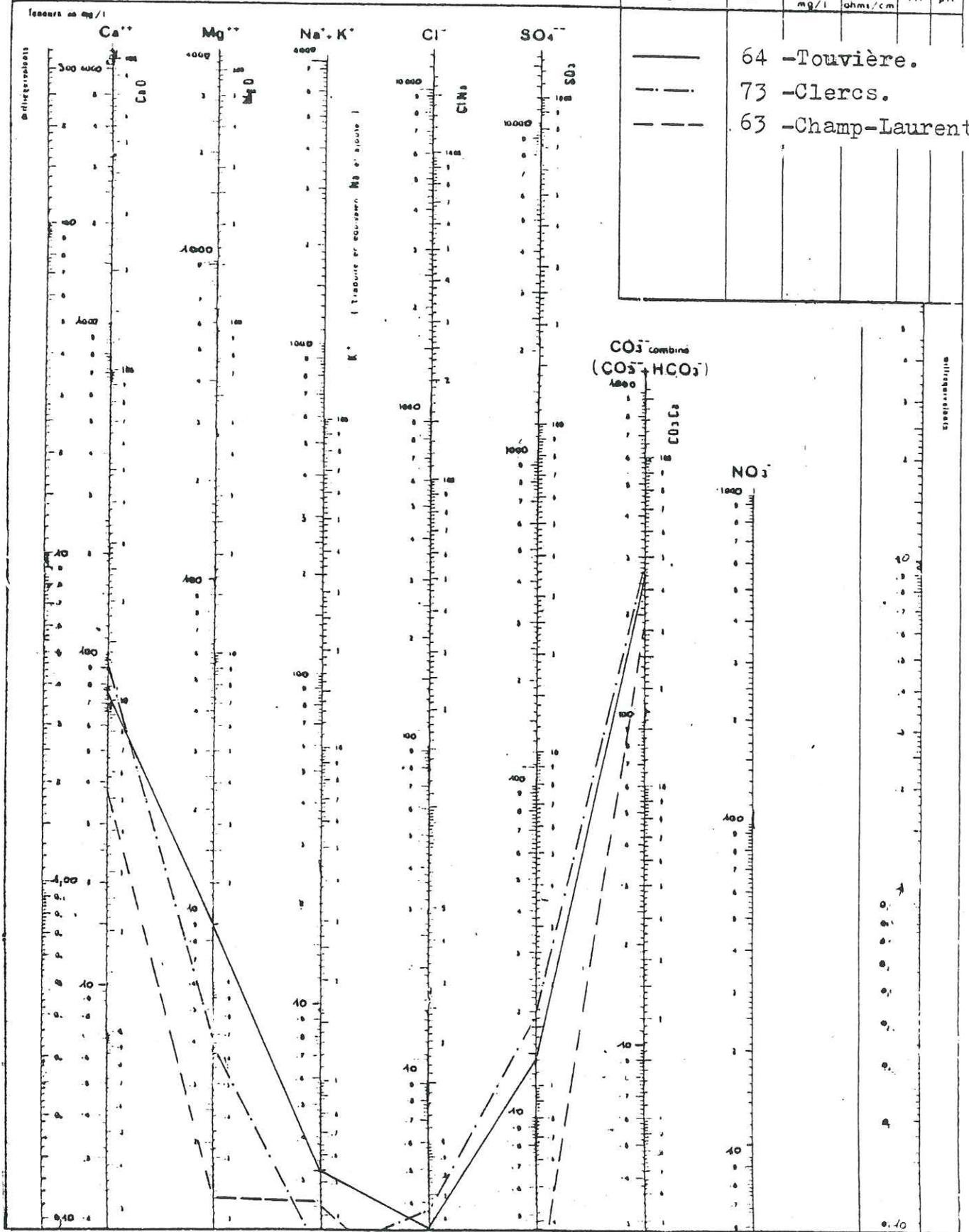


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER  
et E. BERALOFF

L E C E M D E					
Figure	n°	Rés. tot. mg/l	P ohm/cm	Tm	pH
—	64	-	-	-	-
- · - · -	73	-	-	-	-
- - -	63	-	-	-	-



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 53

- AVRIL 1981 -

### c- Résistivité.

Elle varie entre 2000 et 2600  $\Omega\text{cm}$  avec une forte chute pendant les mois secs.

### d- Composition chimique.

Les valeurs de la résistivité laissent présager une minéralisation moyenne. Le THT est d'environ 26 à 28°F. Le rapport  $\frac{r_{Ca}}{r_{Mg}}$  est pratiquement constant. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont importants et proviennent de la dissolution des calcaires. La teneur en magnésium est faible. Les teneurs importantes en bicarbonates proviennent essentiellement des carbonates de calcium constituant les calcaires.

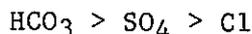
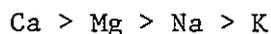
Les ions chlorures sont en très faibles quantité, ainsi que les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .

Les teneurs en sulfates varient entre 10 à 20 mg/l.

### e- Conclusion.

Cette source est alimentée par l'infiltration des précipitations dans les fissures et diaclases affectant les marno-calcaires du Dogger. Les circulations sont sans doute peu profondes comme en témoignent les variations de débit et de température.

L'eau est bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne. Les formules caractéristiques de la composition chimique sont :



### 3°/- La source de Champ-Laurent (63) :

Cette source alimente le réservoir de la commune de Champ-Laurent (980m). Son émergence est visible mais se fait au niveau des marno-calcaires supérieurs du Bajocien dont les bancs carbonatés sont plus épais et les lits schisteux plus argileux que ceux de l'ensemble inférieur.

Au niveau de Champ-Laurent, les couches présentent une direction N40 et un pendage 50 SE.

Les mesures physiques et chimiques effectuées sur cette source sont représentées aux fig. 52 et 53.

### a- Débit.

Il est faible ( $< 0,5$  l/s) mais pratiquement constant tout au long de l'année, avec cependant une légère baisse pendant les mois d'été.

#### b- Température.

Ses variations sont importantes et suivent celles de la température moyenne de l'air. Elle chute pendant les mois d'hiver, stagne à de basses valeurs durant les mois de fonte des neiges (février, mars, avril) et remonte vers des valeurs autour de 10°C avec les périodes chaudes.

Il est à noter cependant que la fourchette de température ( $4^{\circ} < T < 10^{\circ}\text{C}$ ) se maintient ; même pendant l'étiage, autour de valeurs faibles puisque la température maximale est de 10°C.

#### c- Résistivité.

Elle est forte. Elle oscille entre 2700 et 3100  $\Omega\text{cm}$ . C'est une des sources dont les eaux ont la plus forte résistivité dans le secteur étudié.

Sur le diagramme (fig. 52), nous voyons nettement la résistivité diminuer quand la température augmente et inversement.

#### d- Composition chimique.

Comme le montrent les mesures de résistivité, cette source est peu minéralisée par rapport aux autres points d'eau du secteur.

Le THT est relativement faible (entre 15 et 20°F). Le calcium est abondant et provient de la dissolution des calcaires. Les teneurs en  $\text{Mg}^{2+}$  sont peu importantes, celles en  $\text{Cl}^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{-}$ ,  $\text{K}^{+}$  et  $\text{Na}^{+}$  sont presque nulles.

Le pH varie entre 7,4 et 7,8.

#### e- Conclusion.

Cette eau de Champ-Laurent, très résistante, est sensible aux variations de température. Cependant son débit est constant. La température est généralement froide. Elle semble résulter en hiver et au printemps, de la fusion du manteau nival qui est déjà important à cette altitude. En été, les pluies l'alimentent après un stockage bref car elles sont peu chargées.

C'est une eau bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

#### 4°/- La source de la Sausse (16) :

Cette émergence a lieu au pied du flanc ouest de la montagne de Montraiillant au Nord-Ouest de la commune de Villard d'Héry, en rive gauche du Coisin. Elle se situe au niveau de la plaine du Coisin, à 270m d'altitude. Elle a été aménagée sous forme de puits et l'eau se déversait dans un vaste bassin aujourd'hui comblé. Elle était, selon les habitants de la ré-

gion, ferrugineuse et exploitée pour ses bienfaits. Nous n'avons pourtant pas décelé de trace importante de fer.

Cette source est cependant particularisée par sa forte minéralisation. Les analyses physiques et chimiques nous le prouvent (cf. fig. 54 et 55).

#### a- Débit.

Il est très faible, proche de 0,05 l/s. Il ne s'écoule qu'un mince filet d'eau. Les valeurs plus fortes de décembre, janvier, ne peuvent être prises en considération étant donné l'aménagement en puits de la source dans lequel les précipitations peuvent s'infiltrer (cf. fig. 54). Malgré cela, le débit apparaît constant.

#### b- Température.

Pour la même raison que précédemment, elle n'est pas représentative. En effet, l'arrivée de la source se faisant à 2m de profondeur dans le puits, la température mesurée est celle de l'eau stagnante. Cependant, nous pouvons remarquer qu'elle n'est ni froide en hiver, malgré des températures extérieures basses (température moyenne mensuelle de janvier est de  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ), ni chaude en été malgré une température moyenne en août de  $19^{\circ}\text{C}$ . Elle semble tempérée autour de  $10^{\circ}\text{C}$ .

#### c- Résistivité.

C'est la plus faible mesurée dans le secteur d'étude. En effet, cette source se caractérise par une résistivité variant entre 1000 et 1300  $\Omega\text{cm}$ , en tenant toujours compte du fait que cette eau subit un mélange avec des eaux atmosphériques.

Les mesures d'août et de septembre ont été effectuées pendant une période non influencée. A l'étiage, la résistivité est de 1100  $\Omega\text{cm}$ .

Cette source est donc très minéralisée.

#### d- Composition chimique.

Le THT est très faible : il varie autour de  $1^{\circ}\text{F}$ . En revanche, le TAC est très fort ( $\approx 57^{\circ}\text{F}$ ). Les teneurs en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  sont d'environ 1,5 à 2 mg/l, celle des ions  $\text{HCO}_3^{2-}$  varie autour de 600 mg/l.

Les ions  $\text{Cl}^-$  prédominent légèrement sur les ions  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{2-}$  qui sont pratiquement inexistantes.

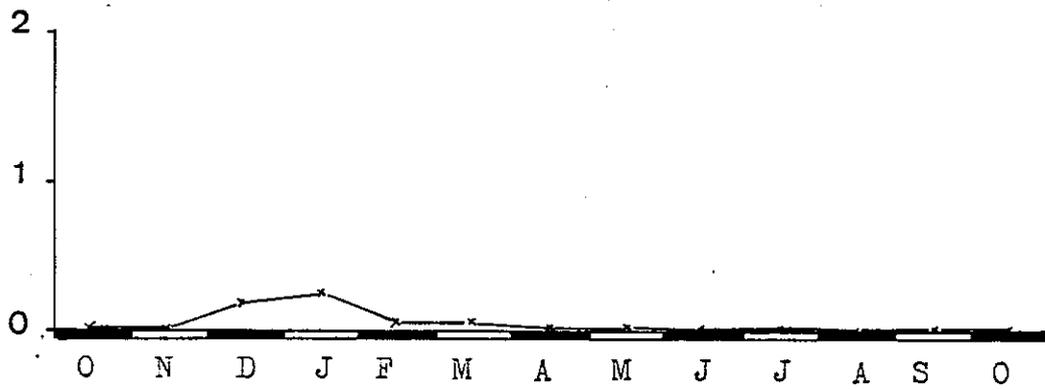
Les analyses par spectrophotométrie de flamme permettent de déterminer les teneurs en ions  $\text{Na}^+$  (environ 180 mg/l) et en  $\text{K}^+$  (environ 1,5 mg/l).

Le pH est légèrement basique. Les valeurs sont comprises entre 8 et 8,6.

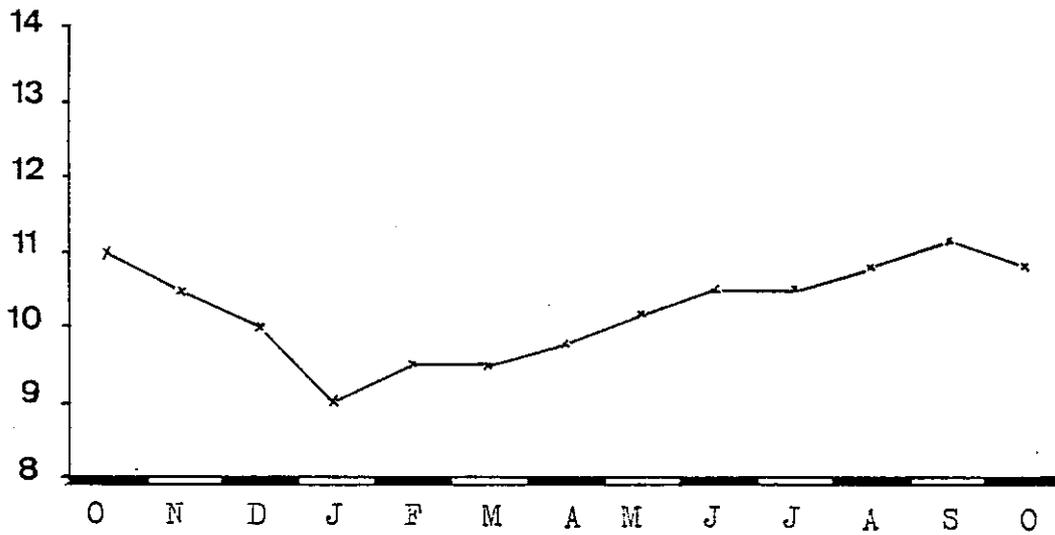
#### e- Conclusion.

Cette source, à débit constant et à température peu sensible aux conditions extérieures malgré son aménagement, résulte de circulations

Débit en  $l/s$



Température en  $^{\circ}C$



Résistivité en  $\Omega.cm$

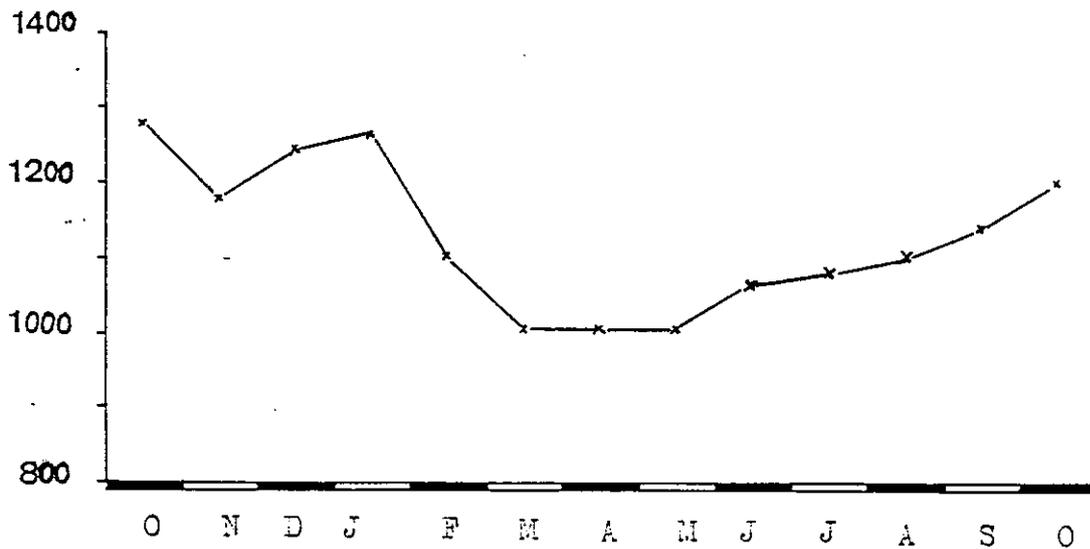
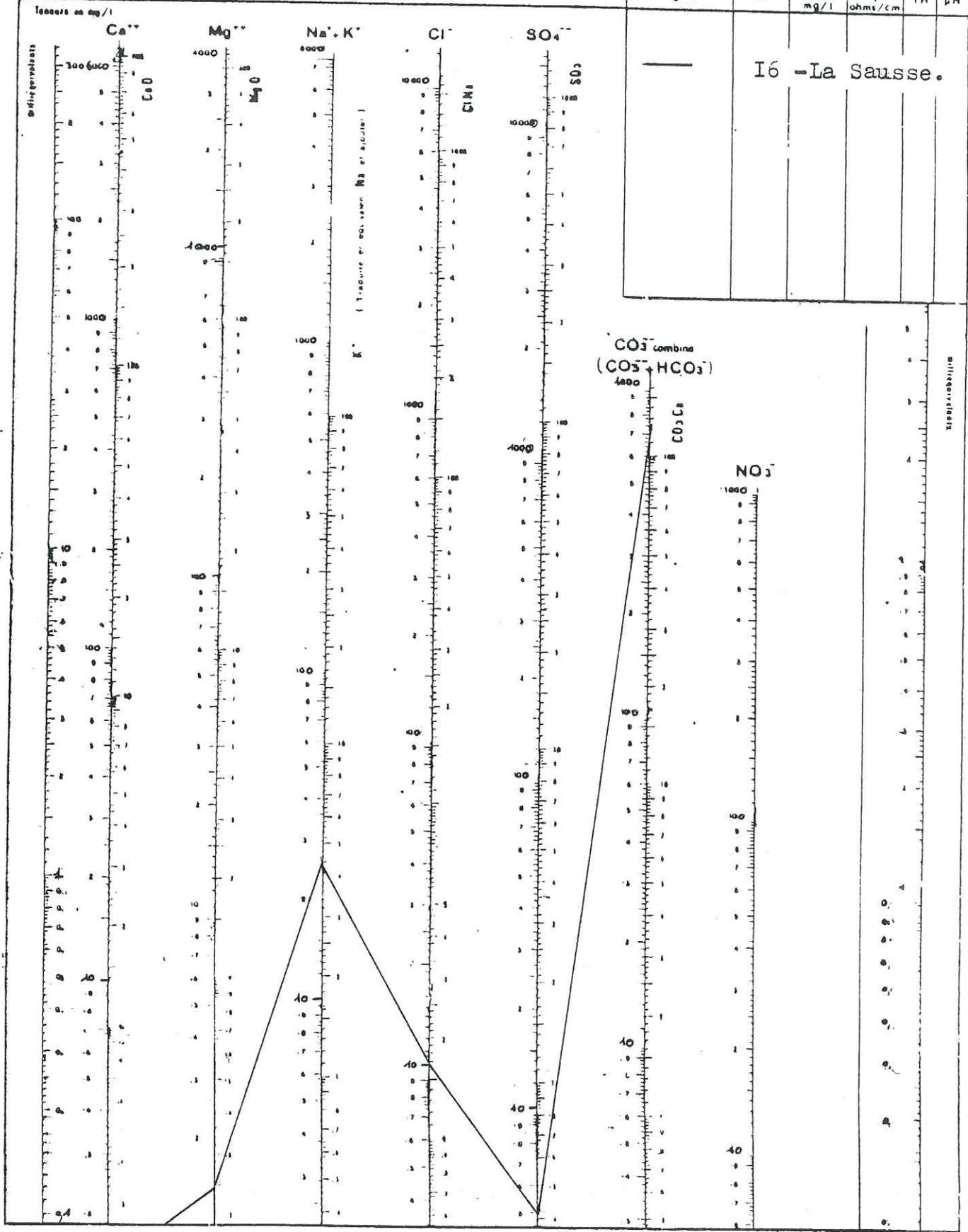


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

à partir de H. SCHÖLLER  
et E. BERHALOFF

L E G E N D E

Figure	n°	Rds sec mg/l	p ohms/cm	TH	pH
—					
I6 - La Sausse.					

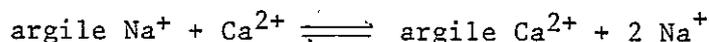


ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 55

- AVRIL 1981 -

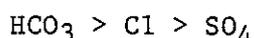
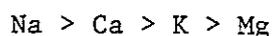
profondes grâce à des fissures dans les marno-calcaires bajociens.

Les échanges de base eau-terrain sont très importants et expliquent la forte teneur en  $\text{Na}^+$  de l'eau que les minéraux argileux ont tendance à céder facilement selon le processus :



Interviennent à ce niveau, la longueur du trajet et la vitesse de circulation des eaux, qui déterminent le temps de séjour en profondeur des eaux et, de là, l'intensité des échanges.

Cette source est donc bicarbonatée sodique, d'équations caractéristiques :



#### 5°/- Conclusion :

L'étude des paramètres physiques montre que les sources ont en général de faible débit ( $< 1 \text{ l/s}$ ). Elles apparaissent au niveau de diaclases qui affectent les marno-calcaires bajociens.

Grâce à son étude sur la galerie d'Alleverd, G. Massonnat (1981) a montré qu'il existait deux types de circulations dans ces formations bajociennes :

- des venues à fort débit qui se font selon les accidents décrochants N50-N60 ;

- des venues à débit faible à moyen ( $1 \text{ l}$  à  $0,2 \text{ l/s}$ ) qui apparaissent au niveau de diaclases ou de joints de bancs.

Au niveau chimisme, deux genres d'eau se distinguent, abstraction faite des intermédiaires :

- des eaux bicarbonatées calciques qui proviennent de circulation dans la zone superficielle ;

- des eaux bicarbonatées sodiques. Le sodium semble provenir d'échanges de base.

Les circulations sont profondes pour permettre une évolution des eaux. Les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  augmentent avec la profondeur comme les autres éléments du fait du temps de séjour prolongé, mais, et c'est ce phénomène qui l'emporte, leurs teneurs diminuent avec la profondeur du fait des échanges de base.

L'étude isotopique des sources du massif de Bramefarine, colline bordière de Belledonne séparée du Montraillant par les gorges du Bréda, et des venues d'eau de la galerie d'Alleverd ont permis à G. Massonnat (1981) de mettre en évidence deux zones aquifères différentes et quatre types de circulation :

- la zone superficielle où existent des circulations de type nappe de fissures avec l'eau de l'année ;

- la zone profonde qui montre des circulations le long de zones broyées orientées N60 de 3 types :

- . circulation très lente mobilisant des eaux anciennes très évoluées ;
- . circulation lente avec mélange des recharges des 20 dernières années ;
- . circulation plus rapide présentant des eaux anciennes mélangées à des eaux de l'année.

G. Massonnat (1981) montre de plus, que la majorité des circulations s'effectuent le long de ces accidents décrochants de direction N60. Sur le terrain cette fracturation est masquée par les fissurations N50 et N160. Elle n'a pu être décelée qu'en photos aériennes (partie 2, chap. IB).

Ce n'est pas la fréquence de ces fractures qui détermine l'hydrodynamique mais leur nature, c'est-à-dire leur possibilité d'ouverture.

### C. LES SOURCES LIEES AU REMPLISSAGE DES SILLONS QUATERNAIRES DU MONTRAILLANT.

#### 1°/- Localisation et description :

Ces sillons résultent de l'érosion des glaciers würmiens. Ils sont décrits ainsi que leur remplissage à la Partie 2, chap. 3. Rappelons simplement que les dépôts morainiques sont constitués d'une moraine très argileuse contenant des galets de nature dominante cristalline.

#### 2°/- Les sources :

##### a- La source de Lordet (24).

Cette source est captée dans le sillon de Villaroux par un puits d'environ 10m de profondeur. Les mesures effectuées sur cette eau sont à prendre avec précautions car les anneaux en béton du puits étant mal joints, les eaux de ruissellement et d'infiltration percolent à travers ceux-ci. Les résultats sont portés aux fig. 56 et 59.

##### - Débit.

Il varie entre 0,5 et 1,5 l/s. Deux pics sont bien marqués en janvier et mars, mois de fortes précipitations neigeuses pour janvier et de fonte du manteau nival pour mars.

Début avril, le débit baisse régulièrement. L'étiage est début septembre.

- Température.

Elle varie saisonnièrement avec la température de l'air, l'eau circule donc à faible profondeur. Les variations minimales atteignent + 2°C, maximales + 10°C, ce qui est cependant faible.

- Résistivité.

Elle est très variable au cours de l'année. Il ne faut pas oublier que cette eau subit un mélange avec des eaux de ruissellement superficiel pendant les mois de pluie et les mois de fonte des neiges. L'eau de pluie est peu minéralisée. Sa résistivité varie autour de 3000 Ωcm. Le ruissellement étant rapide en surface des marno-calcaires, l'eau n'a pas le temps de se charger, ce qui explique les fortes résistivités en hiver et au printemps (environ 2800 Ωcm).

- Composition chimique.

Comme le montrent les valeurs de résistivité, la minéralisation est peu importante. Le THT varie entre 20 et 23°F. A l'étiage, il est légèrement plus fort (26°F). Les teneurs en ions Ca<sup>2+</sup> sont beaucoup plus importantes que celles en ions Mg<sup>2+</sup>. Elles varient au cours de l'année, mais en proportions constantes.

Les ions Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont peu nombreux. Les teneurs en sulfates presque nulles à l'étiage, atteignent 20 mg/l au printemps. Ces apports sont certainement dûs aux eaux de ruissellement qui lessivent les versants.

Les teneurs en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> sont faibles.

Les bicarbonates sont importants : entre 220-300 mg/l.

- Conclusion.

Cette source est bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne et sulfatée. Elle est alimentée par percolation à travers les dépôts morainiques, mais aussi par les eaux de ruissellement superficiel. Les circulations sont peu profondes et leurs paramètres physiques varient en fonction des saisons.

Les formules caractéristiques sont :

Ca > Mg > Na > K

HCO<sub>3</sub> > SO<sub>4</sub> > Cl

b- Pouille (22).

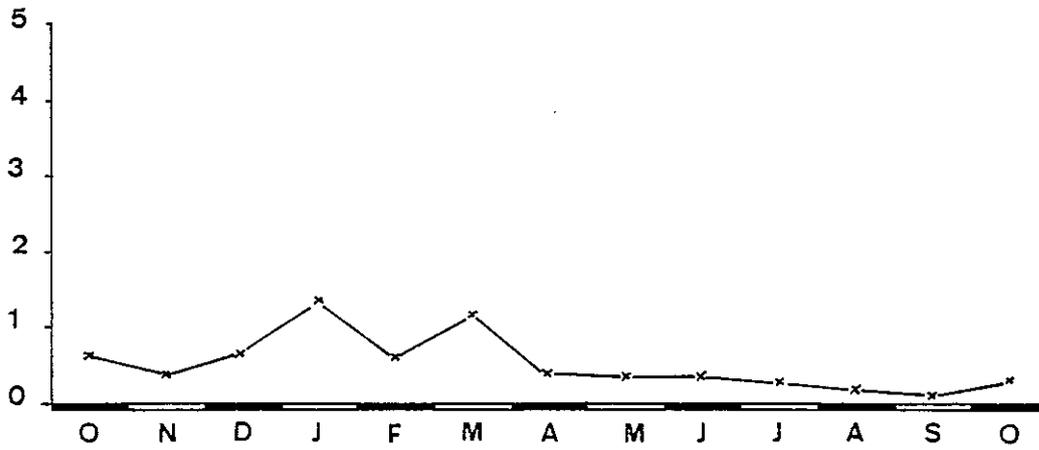
Cette source est un exutoire du sillon glaciaire de Pouille, sur le flanc Ouest du Montrailant, à 360m d'altitude. Son émergence a cependant lieu au niveau des marno-calcaires qui forment le substratum du sillon. L'eau emprunte peut être une fissure dans ceux-ci. Le trajet dans cette formation marno-calcaireuse est court car son épaisseur est faible à cette altitude (cf. fig. 57).

01 SEP. 2003  
Univ. J. Fourier - C.S.U.G.  
MAISON DES GEOSCIENCES  
DOCUMENTATION  
B.P. 55  
F. 38041 GRENOBLE CEDEX  
Tél. 04 76 63 54 27 - Fax 04 76 51 40 58  
Mail : ptalour@ujf-grenoble.fr

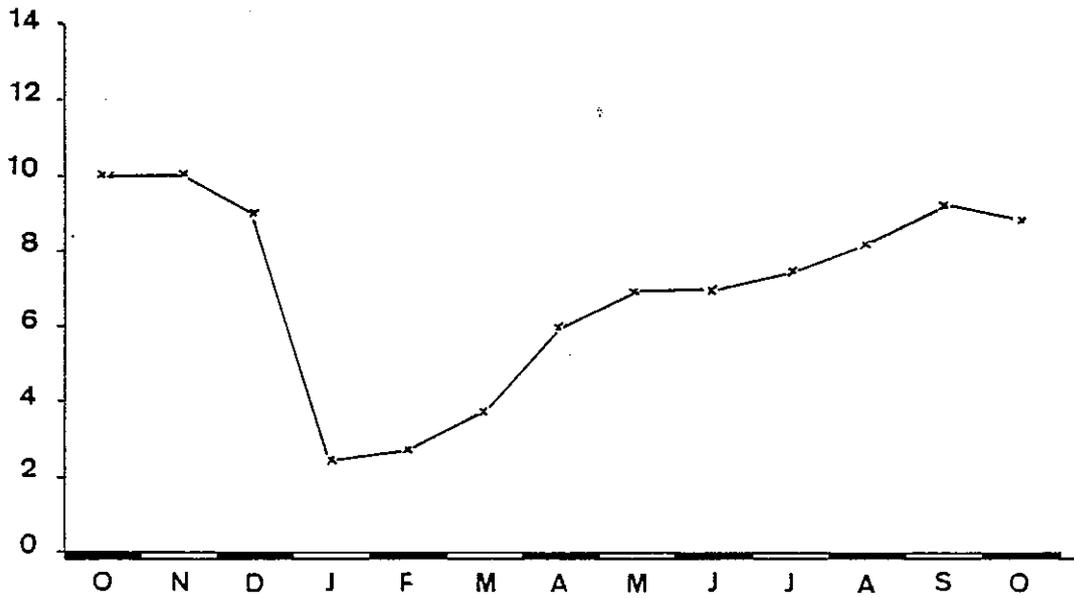
Débit en l/s

LOBDEC 24

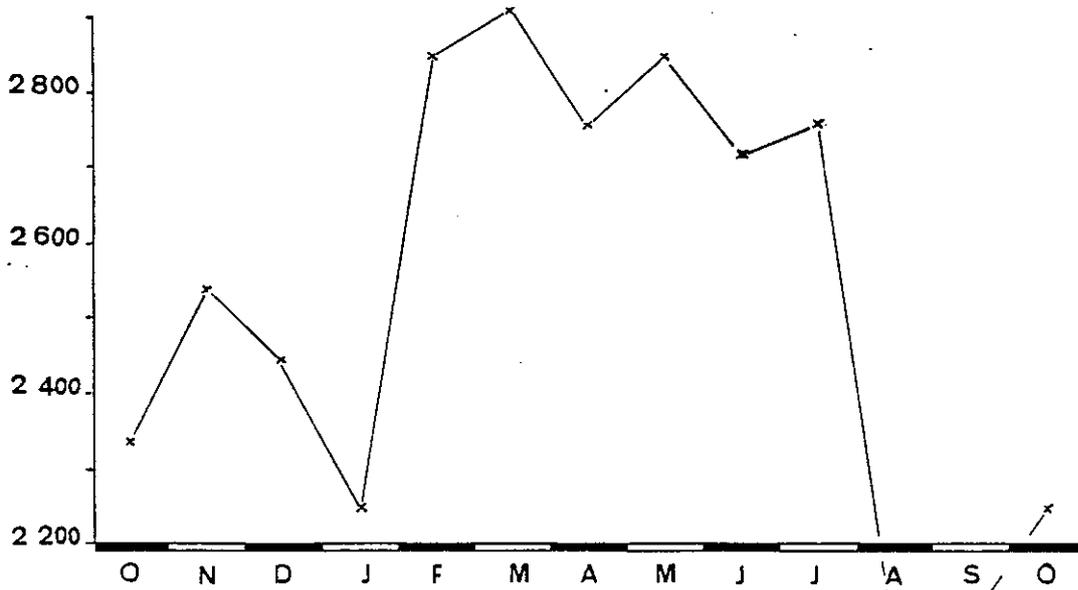
FIG. 56

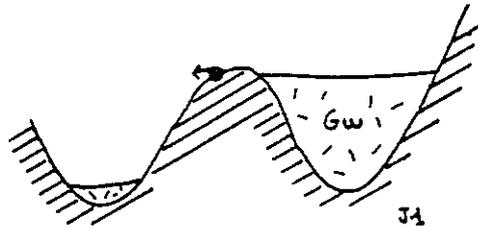


Température en °C



Résistivité en  $\Omega \cdot \text{cm}$





COUPE SCHEMATIQUE DES SILLONS DE  
POUILLE . Fig.57

Les caractères physiques et chimiques sont reportés aux fig. 58 et 59.

- Débit.

Il varie suivant les saisons. L'amplitude de variation est très grande. En effet, s'il peut atteindre 4,5 l/s (ce qui est un fort débit pour la région), il est presque nul à l'étiage.

- Température.

Comme le débit, elle présente des variations saisonnières et dépend franchement des températures de l'air. Les variations minimales et maximales atteignent + 5,5°C et + 12°C.

- Résistivité.

Les valeurs de la résistivité sont très irrégulières et oscillent entre 1900 et 2300  $\Omega$ cm. Elles se stabilisent cependant à l'étiage à 1900  $\Omega$ cm.

- Composition chimique.

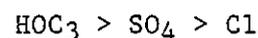
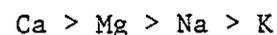
Le THT est élevé : 29 à 30°F. Les teneurs en calcium et bicarbonate sont importantes. Les ions  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{2-}$  ont des teneurs qui varient autour de 5 à 10 mg/l. Les ions  $Na^{+}$  et  $K^{+}$  sont en très faible quantité.

Le pH oscille autour de 7,2 - 7,4.

- Conclusion.

Cette eau qui présente des variations saisonnières résulte de circulations superficielles au sein des remplissages morainiques des sillons. Elle est bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne.

Les équations caractéristiques peuvent s'écrire :



c- La source de Cochette (39).

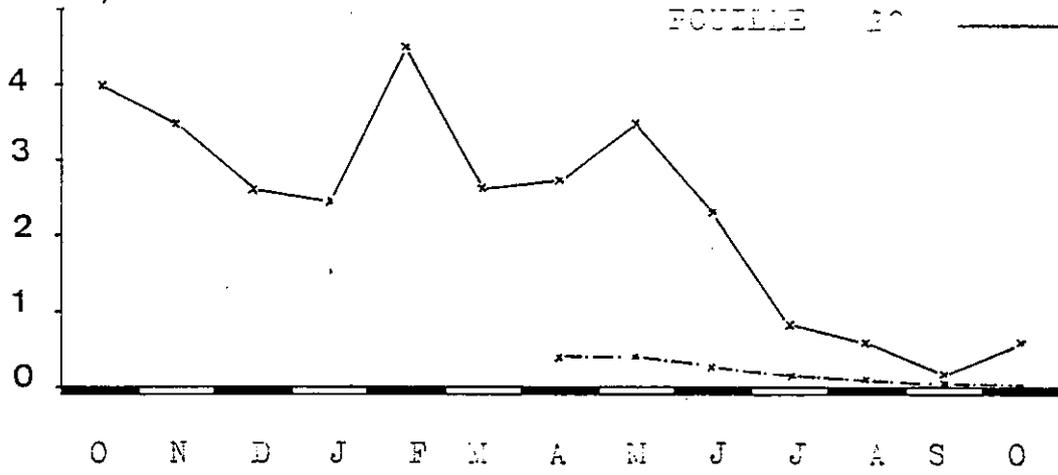
Cette source alimente le lavoir de la commune de Cochette, située sur le flanc Est du Montrailant à une altitude de 555m. Elle provient d'un placage morainique.

Débit en l/s

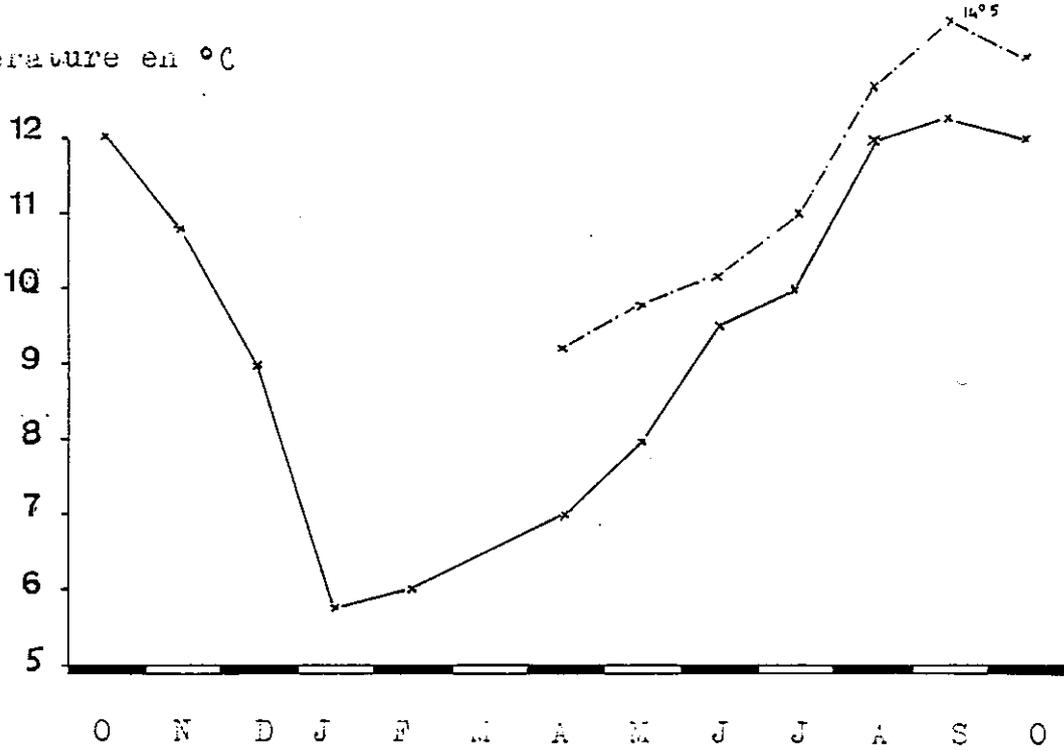
TOCHETTE 39

FOUILLE 20

FIG. 58



Température en °C



résistivité en n.cm

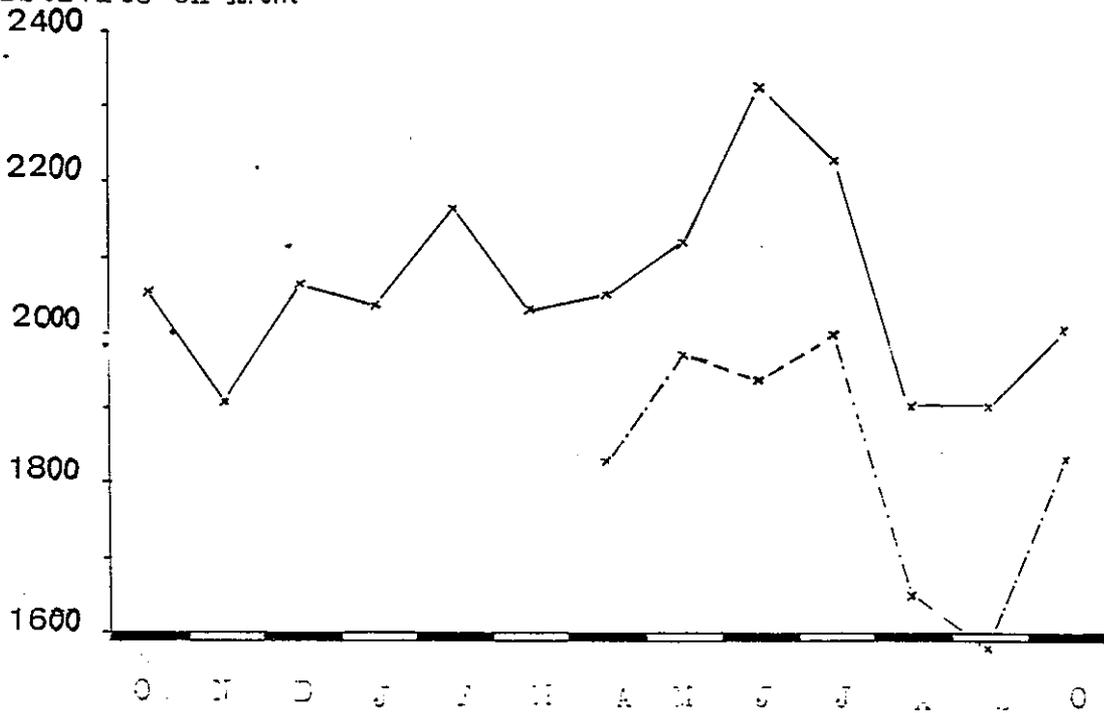
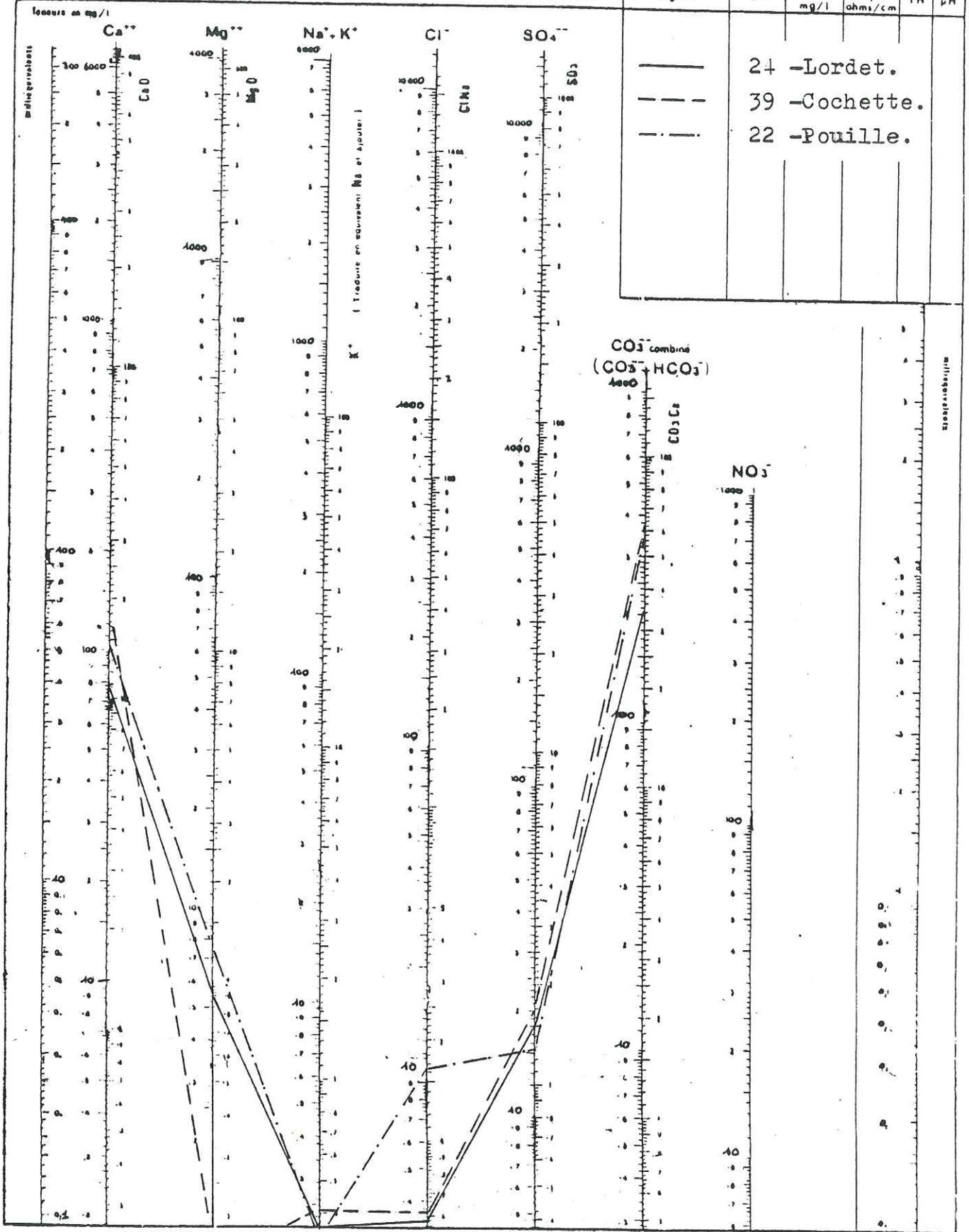


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHÖLLER  
et E. BERHALOFF

L E G E N D E

Figuré	n°	Rés sac mg/l	p ohms/cm	TH	pH
—	24	-	-	-	-
- - -	39	-	-	-	-
· · ·	22	-	-	-	-



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 59

- AVRIL 1981 -

Les mesures physiques et chimiques sont représentées aux fig. 58 et 59.

- Débit.

Il est faible ( $< 0,5$  l/s) pendant le printemps et l'été. Il est presque nul à l'étiage.

- Température.

Le diagramme de température reflète les mêmes variations que celui de la source de Pouille. Ces variations sont saisonnières. Les circulations sont superficielles car la température de l'eau est très élevée à l'étiage ( $14^{\circ}\text{C}$ ).

- Résistivité.

Elle varie beaucoup avec un minimum à l'étiage de  $1600 \Omega\text{cm}$ .

- Composition chimique.

Le THT est très variable. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont beaucoup plus importants que les ions  $\text{Mg}^{2+}$ . Les teneurs en  $\text{HCO}_3^-$  sont relativement importantes, ainsi que celles en  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , sont faibles.

- Conclusion.

Ces circulations superficielles sont bicarbonatées calciques. Leurs formules chimiques sont :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

3°/- Conclusion :

Les sillons d'origine glaciaire du Montraillant semblent servir de collecteurs d'eau. En effet, ces remplissages et placages morainiques, de nature surtout argileuse, se gorgent d'eau. Les sources seraient les exutoires de ces chenaux. Or, certains sillons n'ont aucune sortie d'eau ni sous forme de source, ni sous forme de ruisseau. Dans ce cas, nous pouvons penser que les argiles ayant un certain pouvoir de rétention, stockent l'eau, ce qui expliquerait la présence de puits dans certains villages, puits alimentés toute l'année. Cette eau stockée ne trouvant pas de chenaux d'évacuation (fissures, points bas, ...) stagne et forme parfois des marais (ex. Villaroux).

L'alimentation de ces sillons peut aussi se faire par des fractures affectant le substratum mais ce phénomène reste hypothétique.

Les eaux issues de ces formations quaternaires, présentent de grandes variations de débit et température suivant la saison et le régime des précipitations. Les caractères chimiques sont liés à la nature des éléments constitutifs de ces dépôts. Les résistivités sont comprises entre  $1600$  et  $2900 \Omega\text{cm}$ . Les sources sont bicarbonatées calciques.

## D. LES SOURCES LIEES AU QUATERNAIRE DE LA VALLEE DU GELON.

Les montagnes du Montraillant et de La Table-Montgilbert sont tapissées à leur pied de dépôts quaternaires divers qui, du fait de leur perméabilité, sont des aquifères importants, alimentés d'une part directement par les précipitations, d'autre part par les eaux qui ruissellent sur les marno-calcaires bajociens imperméables qui forment le substratum.

Ce Quaternaire est représenté par des dépôts lacustres et fluviatiles pléistocènes, des dépôts de pente colluvions, des cônes de déjection stabilisés, et enfin par les alluvions actuelles du Gelon qui occupent toute la vallée.

Ces différents termes sont décrits à la partie II, chap. III B et C.

### 1°/- Les alluvions pléistocènes :

#### a- Description et localisation.

Ces dépôts pléistocènes se rencontrent essentiellement sur le tronçon de la vallée compris entre La Charrière - La Croix de la Rochette en rive gauche et Villard-Mougin - Rotherens en rive droite (cf. carte géologique des alluvions pléistocènes).

Ils sont représentés par des sables argileux, des éléments fluviatiles et des moraines très argileuses. De semblables formations se retrouvent dans le chaînon de Planaise où est visible la série sable-fluviatile - moraine. Dans la vallée du Gelon, les affleurements ne sont pas suffisants pour mettre en évidence cette série.

#### b- Les sources.

Les résistivités des sources issues de ces dépôts quaternaires sont comprises entre 1300 et 1800  $\Omega$ cm. Les variations sont trop faibles pour définir grâce à ce paramètre physique, les terrains où les eaux ont circulé. Nous nous sommes donc fiés à la géologie.

##### b1. Louise (29).

Elle sort de niveaux sableux, fins, micacés et argileux. Ses paramètres physiques et chimiques sont reportés aux fig. 60 et 61.

##### - Débit.

Bien que les variations soient saisonnières, elles sont cependant régulières. Les débits sont maxima en hiver et au printemps (1,5 l/s). L'étiage a lieu en septembre (0,2 l/s).

##### - Températures.

Elles se révèlent relativement "chaudes" en hiver. En effet elles ne descendent pas au-dessous de 10°. En été, la température maximale est de 12°8. Les variations sont faibles. Il existe un phénomène de "tam-

pon" : soit le sol joue le rôle de régulateur thermique, soit ce sont les eaux stockées qui tempèrent les arrivées d'eaux superficielles.

- Résistivité.

Elle est faible à l'étiage : environ 1350  $\Omega$ cm. Elle varie beaucoup au cours de l'année ce qui montre que cette eau subit des mélanges avec des eaux superficielles.

- Composition chimique.

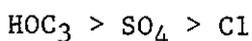
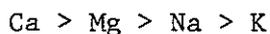
La minéralisation est importante comme le prouve la faiblesse de la résistivité. Le THT est de 41°F en moyenne. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  dominent largement sur  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$ . Les sulfates sont importants. Ils atteignent parfois des teneurs de 30 à 40 mg/l.

$\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont en faible quantité.

- Conclusion.

Cette source est due à l'affleurement ou au débordement d'une nappe horizontale sous un sol plus ou moins incliné, dont la circulation s'effectue à faible profondeur (mais non superficielle) dans des formations quaternaires type sables lacustres.

La minéralisation est importante. Cette eau est bicarbonatée calcique et magnésienne, légèrement sulfatée, d'équations caractéristiques :



b2. Trinité (37).

Son émergence n'est pas visible car elle est captée pour alimenter le bassin de La Trinité. Du point de vue géologique, elle a lieu au niveau de graviers fluviatiles, sans doute au contact sables-graviers, à une altitude de 330m.

- Débit.

Il est important pour la région (autour de 2 l/s) et constant au cours de l'année (fig. 60).

- Température.

Elle est relativement constante, entre 11 et 12°C, témoignant ainsi de circulations profondes.

- Résistivité.

Elle est faible (autour de 1500  $\Omega$ cm). Les variations sont peu importantes. La résistivité maximale a lieu en mai, elle est décalée de deux mois par rapport à celles des sources résultant de circulations superficielles.

- Composition chimique.

Le THT est fort (44°F). Le THCa est important ainsi que le TAC. Les teneurs en  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  sont très faibles (fig. 61). En revanche, celles en  $\text{SO}_4^{2-}$  peuvent atteindre 40 mg/l.

- Conclusion.

Cette source a toutes les caractéristiques d'une eau provenant de circulations profondes. Bien que les dépôts fluviatiles affleurent sous l'Eglise de La Trinité, il est possible que cette source provienne de circulations le long de fissures affectant le Bajocien. En effet, cette source est captée par des puits. Etant donné la faible épaisseur de l'horizon fluviatile, le puits a pu traverser cette formation et atteindre le substratum imperméable sur lequel les eaux s'écoulent à leur sortie de fissure.

Elles correspondent physiquement et chimiquement aux circulations à grand débit qui se font selon les fracturations.

Elles sont bicarbonatées calciques, accessoirement magnésiennes et légèrement sulfatées dont les formules chimiques sont :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

b3. La Charrière (38').

Au niveau de La Charrière, affleure la moraine de retrait du glacier würmien. C'est une moraine très argileuse à blocs et galets qui recouvre soit des sables fins argileux, soit directement le substratum.

La source de La Charrière qui alimente le bassin de la commune, semble provenir de circulations au niveau du substratum bajocien.

Les analyses physiques et chimiques de cette eau nous donnent (fig. 60 et 61).

- Débit.

Le débit varie selon la saison bien que les températures soient relativement constantes. Il est important pendant l'hiver et le printemps (environ 2,8 l/s). L'étiage a lieu en septembre (environ 0,5 l/s).

- Température.

En hiver, la source "fume". En effet, la température est constante à 11°C tout au long de l'année. Elle est indépendante des températures extérieures.

- Résistivité.

Forte en janvier (2000  $\Omega\text{cm}$ ), elle décroît régulièrement. Pendant la période chaude, elle se stabilise autour de 1600  $\Omega\text{cm}$ .

Débit en l/s

LOUISE 29

-----

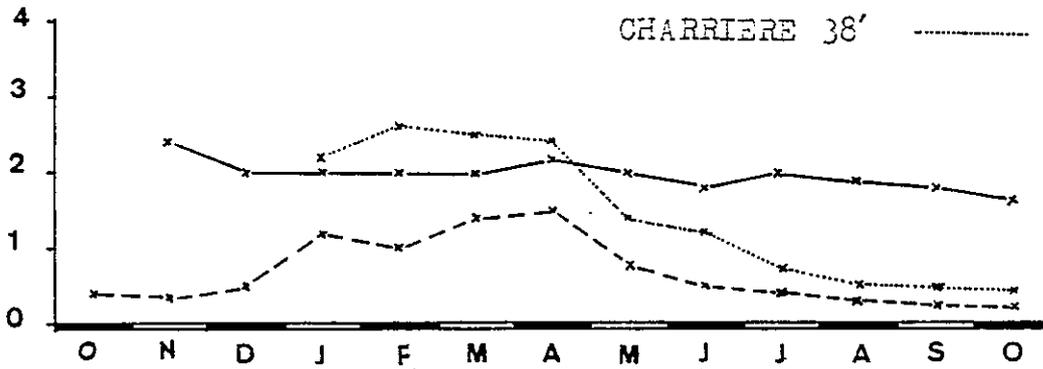
TRINITE 37

—————

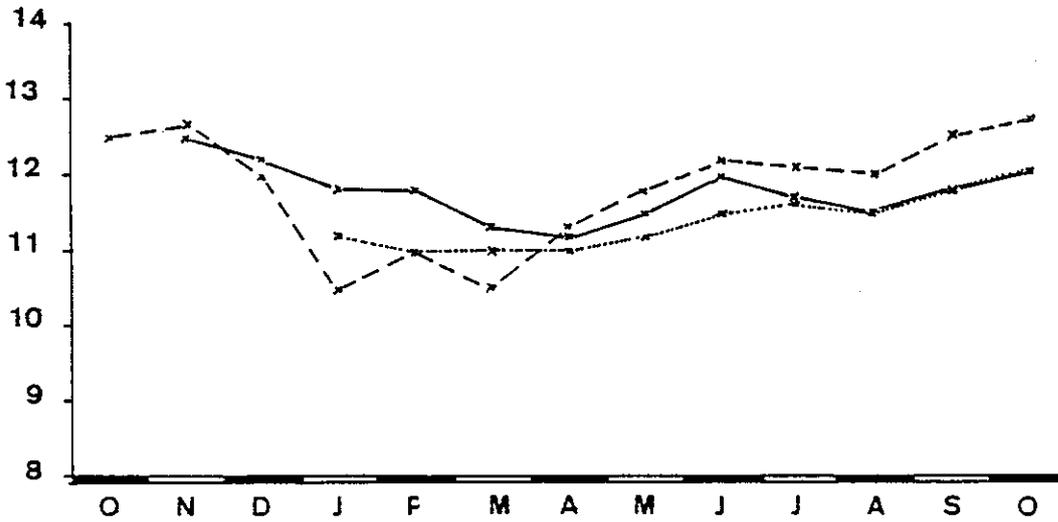
CHARRIERE 38'

.....

FIG.60



Température en °C



Résistivité en  $\Omega \cdot \text{cm}$

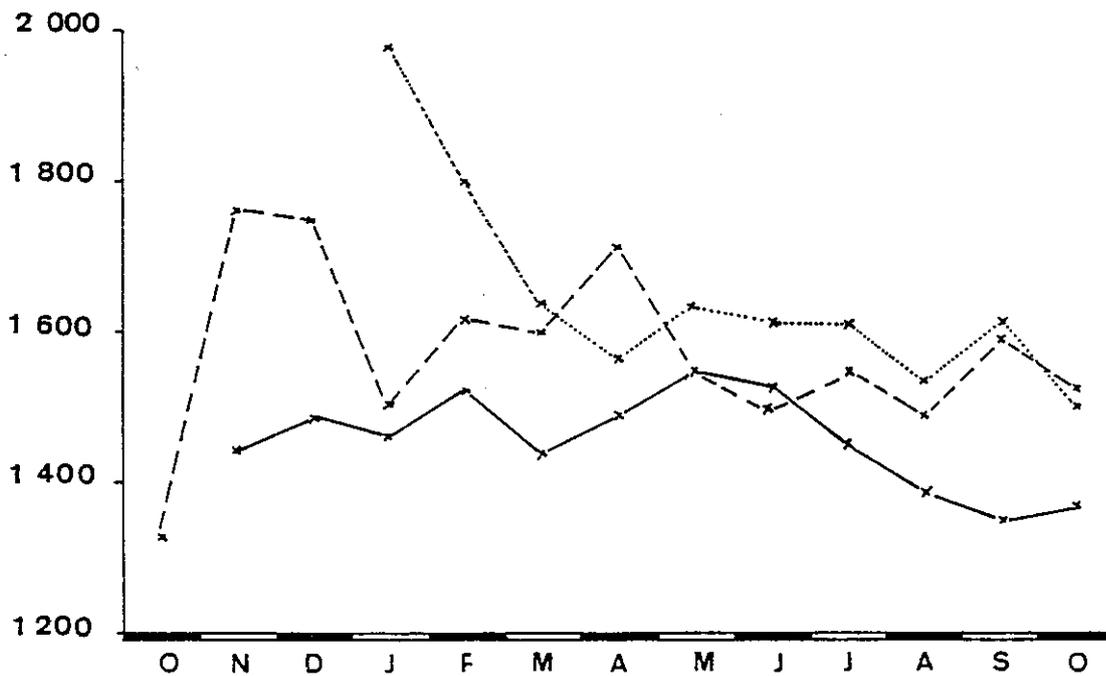
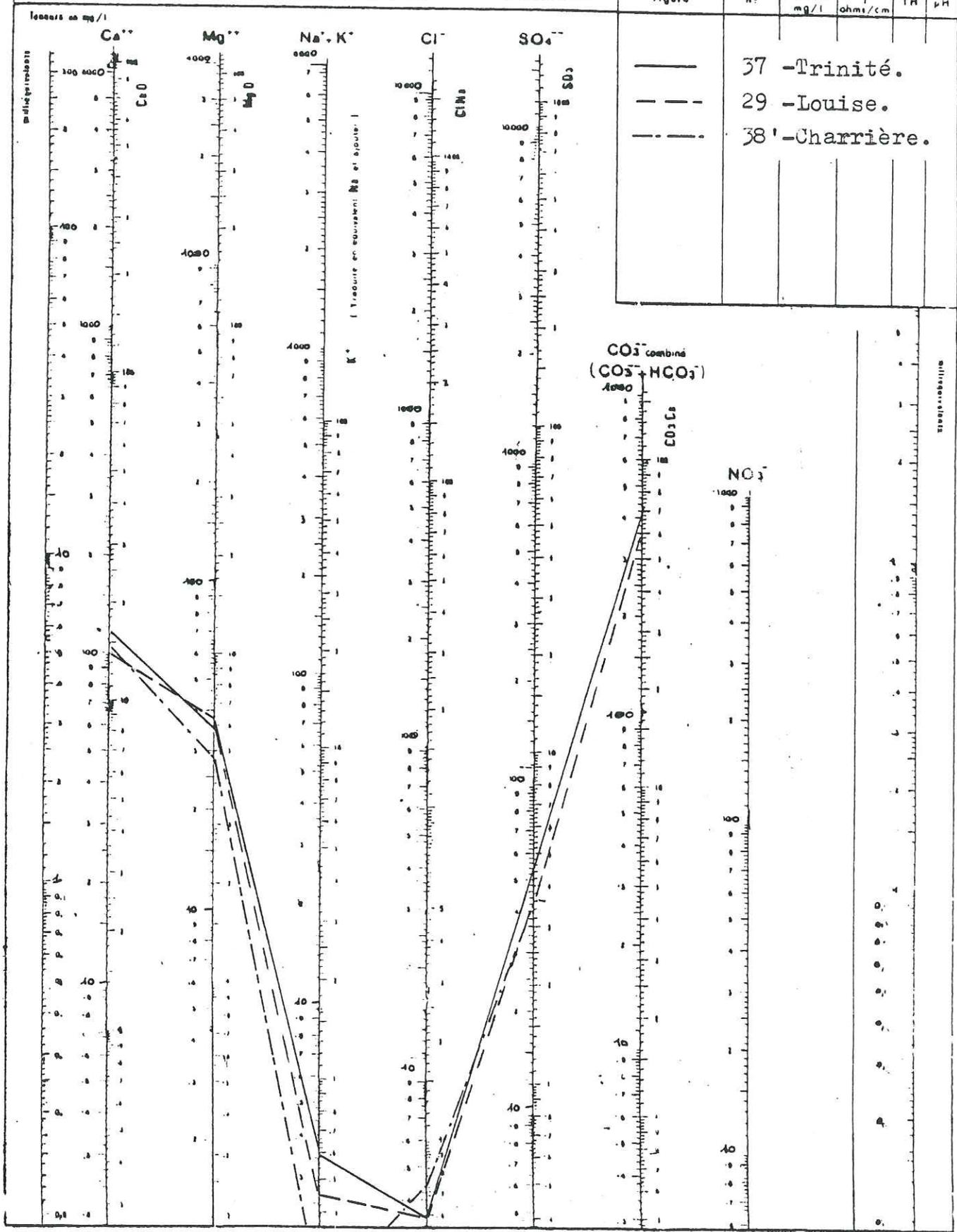


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER  
et E. BERNALOFF

L E G E N D E

Figure	n°	Rés. sec mg/l	P ohm/cm	TH	pH
—	37				
- - -	29				
- - -	38'				



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 61

- AVRIL 1981 -

- Composition chimique.

Le THT est important et varie autour de 36 à 40°F. Le rapport  $\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Mg}^{2+}}$  est constant avec une prédominance des ions  $\text{Ca}^{2+}$ . Les ions  $\text{HCO}_3^{2-}$  sont largement représentés.

Les teneurs en  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont faibles, alors que celles en sulfates sont comprises entre 30 et 60 mg/l.

- Conclusion.

Cette source est bicarbonatée calcique, magnésienne et légèrement sulfatée. Les circulations sont profondes puisque la température est constante, mais il doit y avoir un faible mélange avec des eaux superficielles en hiver car le débit et la résistivité augmentent.

Le recouvrement morainique, de nature argileuse, n'est pas un aquifère assez important pour être à l'origine de cette source. De plus, les résistivités sont trop faibles. Cette eau provient de circulations le long de fissures dans le substratum bajocien ; cependant, elle se charge en ions au contact de la moraine argileuse et surtout au contact des sables que celle-ci recouvre.

Les formules caractéristiques de cette eau sont les suivantes :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

b4. Abbaye (47).

Cette source semble émerger d'alluvions pléistocènes au niveau de la plaine du Gelon à une altitude de 300m. Comme toutes les sources conséquentes de la région, elle est aménagée, ici, sous forme de puits.

- Débit.

Il oscille autour de 0,1 l/s. Ses variations, bien que saisonnières, sont faibles (cf. fig. 62).

- Température.

Elle varie selon la saison avec la température de l'air ; l'eau circule donc à faible profondeur. Les variations maximales atteignent 4°C.

- Résistivité.

Forte en décembre, elle diminue en janvier et février, mois pendant lesquels les précipitations sont tombées sous forme neigeuse. En mars, se dessine un nouveau pic. Pendant les mois d'été, elle redescend jusqu'à 1600  $\Omega\text{cm}$  (août).

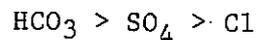
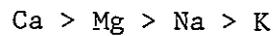
- Composition chimique.

Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  dominent largement sur  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ . Les teneurs en sulfates sont relativement importantes (10 à 20 mg/l) (cf. fig. 63).

- Conclusion.

Cette source, à faible débit provient de circulations superficielles dans des alluvions pléistocènes. Les résistivités mesurées correspondent à celles d'eau traversant les sables lacustres pléistocènes.

Cette eau est bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne légèrement sulfatée, de formules caractéristiques :



b5. Rotherens (85).

Au niveau de Rotherens, le contact bajocien alluvions-pléistocènes apparaît à l'affleurement (cf. carte géologique La Rochette 1/20 000ème). La source sourd des marno-calcaires, à la limite Bajocien-alluvions.

Les paramètres physiques et chimiques sont reportés aux fig. 62 et 63.

- Débit.

Les variations sont saisonnières mais très amorties. Le débit oscille autour de 0,5 l/s.

- Température.

Elle varie avec les saisons. Le minimum est en mars ( $\approx 7^\circ\text{C}$ ).

- Résistivité.

Les oscillations sont importantes : entre 1700 et 2200  $\Omega\text{cm}$ .

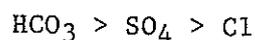
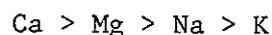
- Composition chimique.

Le THT varie entre 30 et 35°F. Le THCa varie parallèlement. Les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont importantes. En revanche, les ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont en faible quantité.

$\text{SO}_4^2$  varie entre 10 et 20 mg/l.

- Conclusion.

Cette source issue des marno-calcaires, est bicarbonatée calcique, légèrement sulfatée d'équation caractéristique :

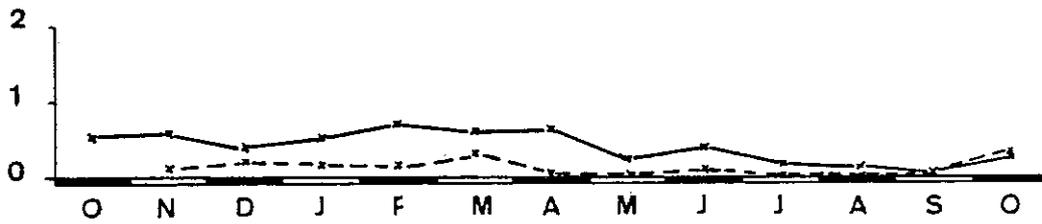


Débit en l/s

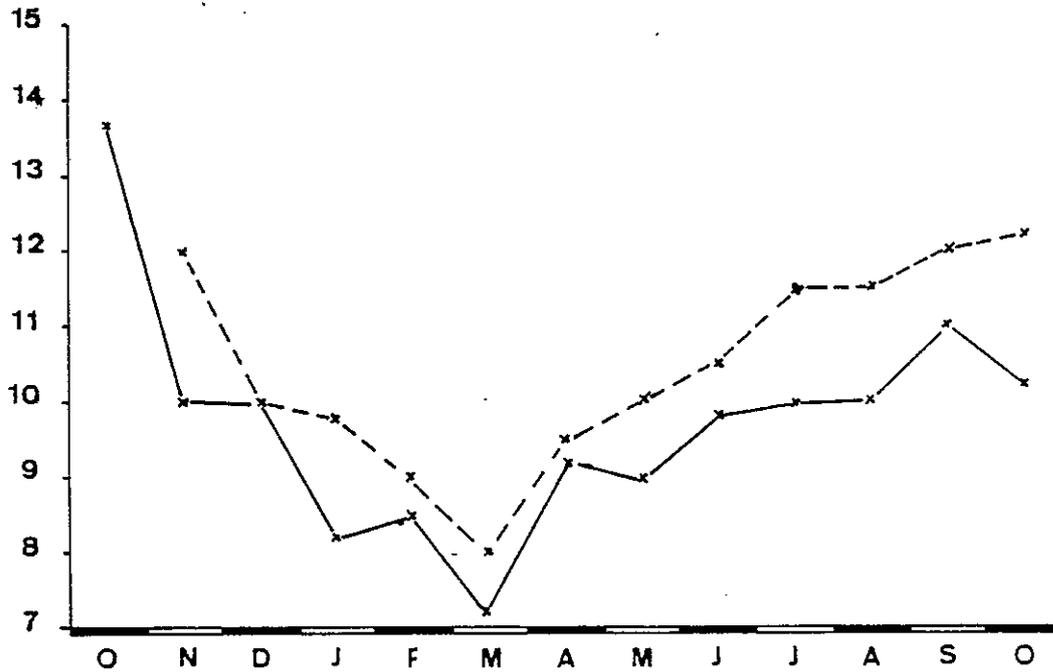
ROTHERENS 85 ———

ABBAYE 47 - - - -

FIG. 62



Temperature en °C



Résistivité en  $\Omega \cdot \text{cm}$

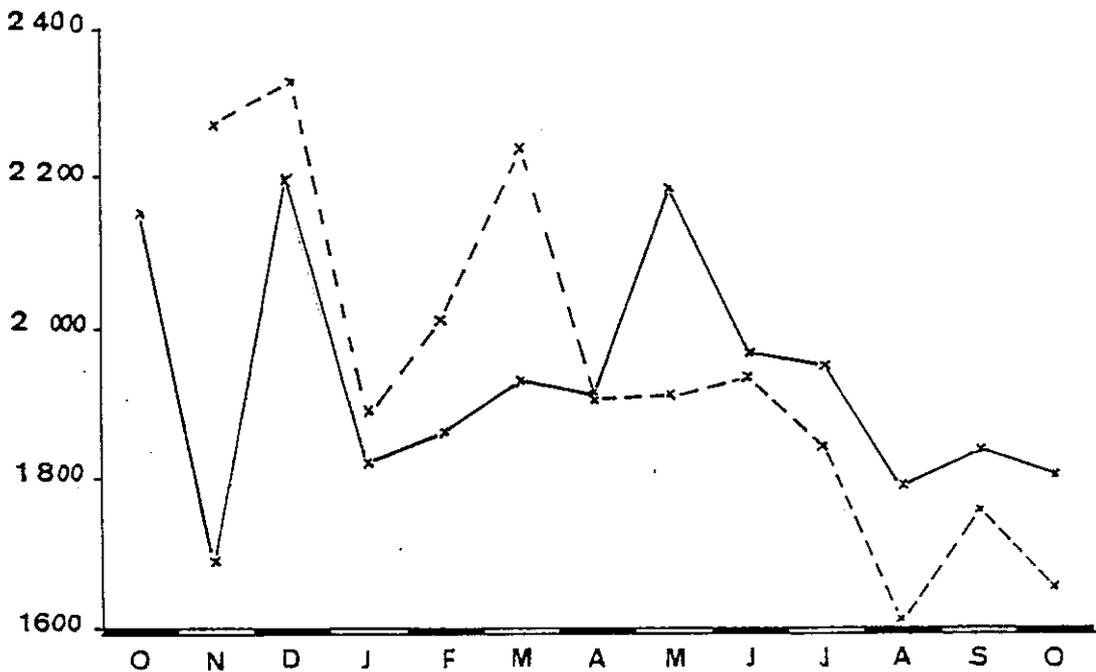
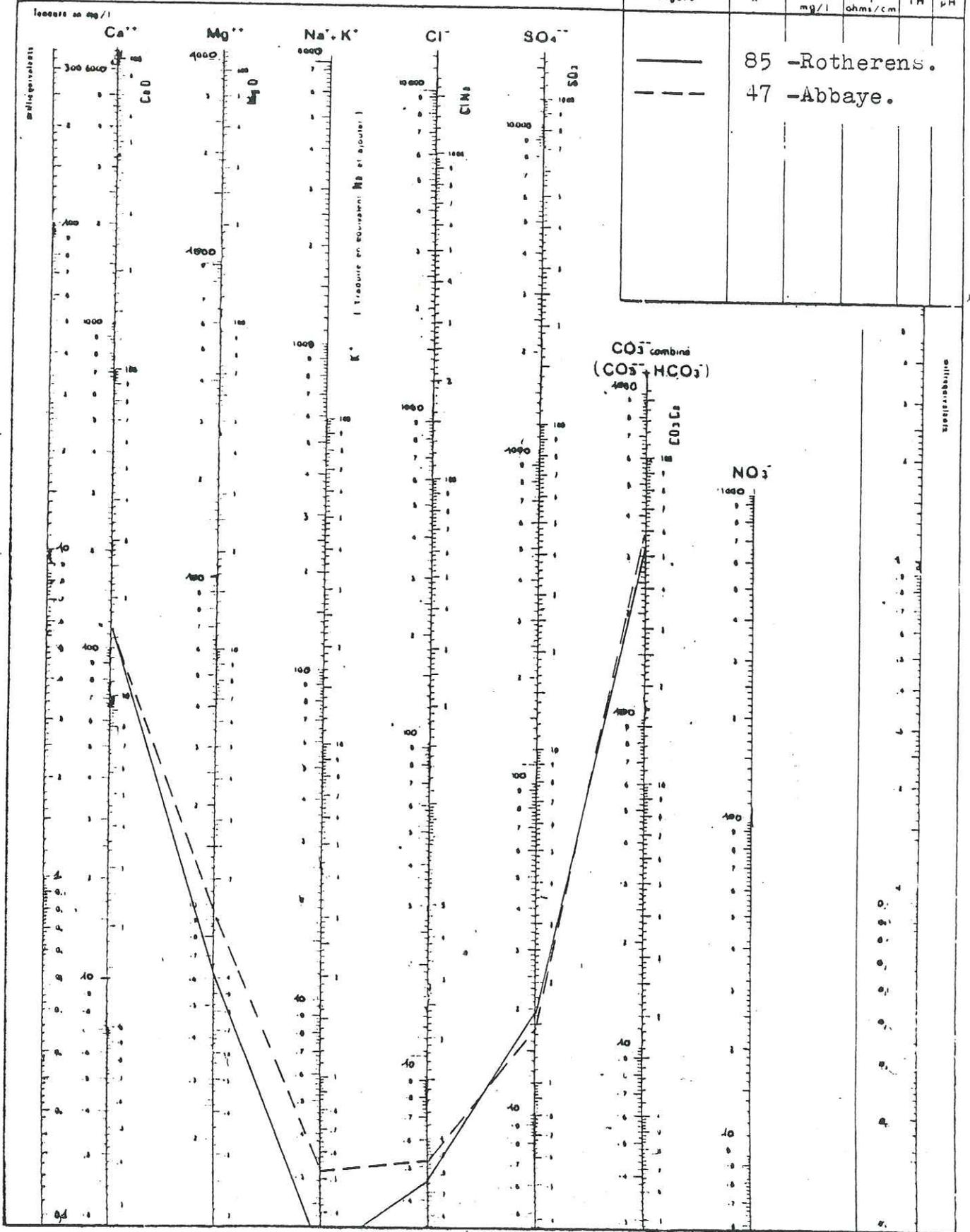


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHÖLLER  
et E. BERKALOFF

L E G E N D E					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	p ohms/cm	TH	pH
—	85				
- - -	47				



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 63

- AVRIL 1981 -

### c- Conclusion.

Les eaux circulant dans ces dépôts superficiels quaternaires sont très minéralisées et essentiellement bicarbonatées calciques et magnésiennes, légèrement sulfatées.

Dans certains cas, elles proviennent initialement de circulations dans le substratum (Trinité - Charrière). Elles se minéralisent ensuite au contact des formations quaternaires pléistocènes qui surmontent en bordure de la plaine les marno-calcaires bajociens.

## 2°/- Les colluvions :

### a- Description et localisation.

Ce sont des dépôts de pente à dominante argileuse, qui jalonnent la plaine du Gelon.

### b- Les sources.

#### b1. Le Fléchet (43).

Les analyses physiques et chimiques effectuées sur cette source qui alimente un bassin sont reportées aux fig. 64 et 66.

#### - Débit.

Les débits varient de 0,3 à 6 l/s, et sont donc directement liés aux précipitations. Les fortes valeurs enregistrées en mars (6 l/s) sont dues à la fonte du manteau neigeux qui a persisté durant les mois de janvier-février.

En été, le débit diminue régulièrement. L'étiage a lieu en septembre.

#### - Température.

La température minimale est de 10°C. Etrangement, elle remonte à 12°C en décembre. Ensuite, elle oscille autour de 11°5 - 12°C quelle que soit la saison.

#### - Résistivité.

Elle accuse un pic en janvier, puis elle redescend et se stabilise autour de 1600  $\Omega$ cm.

#### - Composition chimique.

Les valeurs de résistivité laissent présager une forte minéralisation. Le THT oscille entre 38 et 40°F. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont importants. Les teneurs en chlorure, sodium et potassium sont faibles.

Les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  sont eux bien représentés (jusqu'à 65 mg/l).

- Conclusion.

Cette eau présente les caractères d'une eau issue de circulations profondes (température et résistivité constantes). Son débit est cependant irrégulier. Son débit maximal (6 l/s) est le plus fort débit mesuré dans la vallée du Gelon. Cette eau reçoit-elle des apports en hiver, des apports ayant les mêmes caractéristiques physiques et chimiques, car ils ne modifient pas la température et la résistivité ?

Cette source est bicarbonatée calcique, magnésienne et sulfatée d'équations :

$Ca > Mg > Na > K$

$HCO_3 > SO_4 > Cl$

3°/- Cônes de déjection :

a- Description et localisation.

Ce sont de petits cônes, sauf celui de Chamoux sur Gelon, formés d'argiles et de débris de schistes. Ils s'étalent tous en rive droite du Gelon. Ils sont aujourd'hui stabilisés. Les villages sont situés dessus, profitant de leur qualité d'aquifère.

b- Les sources.

A la base de ces cônes, sourdent de nombreuses sources. Nous en étudierons une, la source de Villard-Dizier (58) qui alimente un bassin.

Ses paramètres physiques et chimiques sont représentés aux fig. 65 et 66.

- Débit.

Il reflète les précipitations avec un maximum en mars, mois de la fonte du manteau neigeux. Il atteint alors 8 l/s. En revanche, à l'étiage, il est proche de zéro.

- Température.

Elle donne un parfait schéma des températures de l'air. Jusqu'en mars, elles descendent presque linéairement, puis elles remontent régulièrement en marquant un palier en mai-juin-juillet à 9°C.

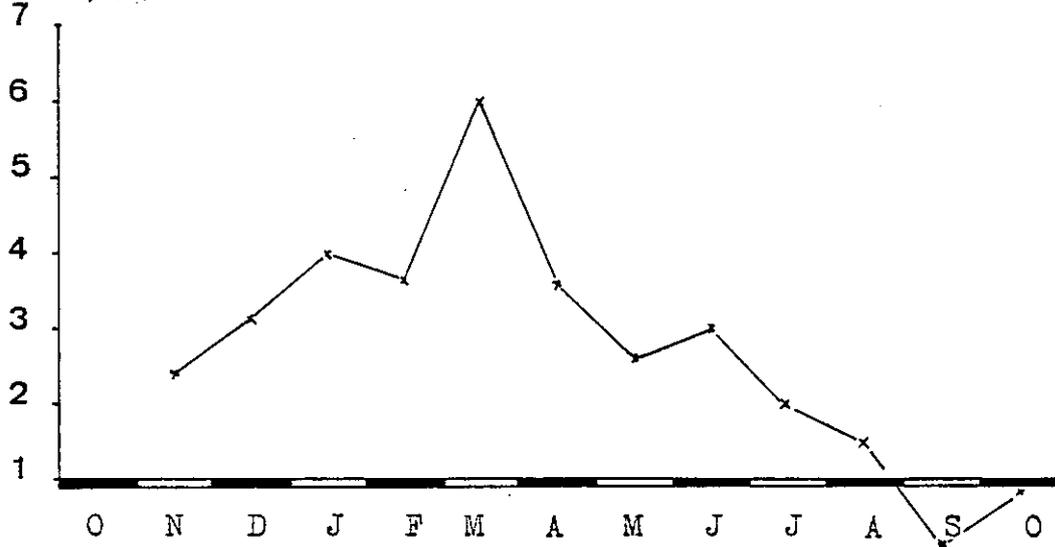
- Résistivité.

Elle augmente fortement en mars en même temps que le débit, alors que la température est plus faible. Ce fort débit vient donc d'apports par les eaux de précipitations.

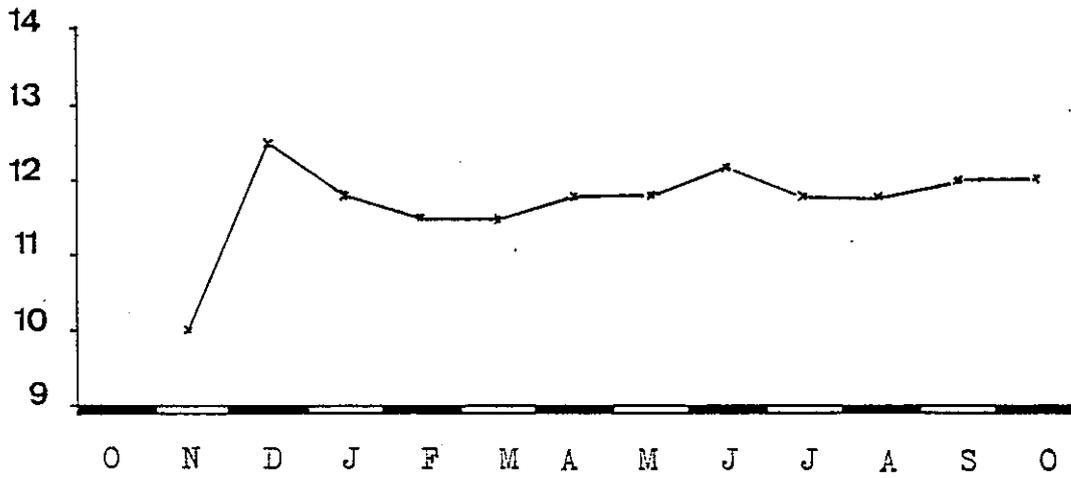
- Composition chimique.

Le THT est constant, entre 27 et 28°F. Il accuse cependant une plus faible valeur en mars (21°F). Les ions  $Ca^{2+}$  et  $HCO_3^-$  dominent largement sur  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$  et  $K^+$ .

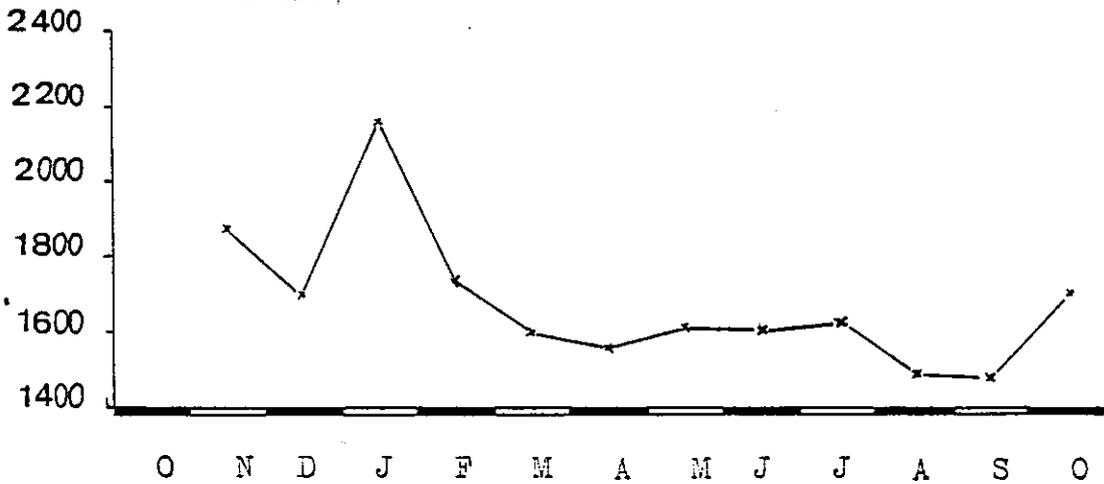
Débit en l/s.



Température en °C



Résistivité en  $\Omega$ .cm.



Les teneurs en  $\text{SO}_4^{2-}$  sont relativement importantes : jusqu'à 20 mg/l. A l'étiage, elles sont nulles.

- Conclusion.

L'origine de cette source est un affleurement ou un débordement de la nappe contenue dans le cône de déjection. Celle-ci est alimentée par des eaux superficielles : précipitations et eaux de ruissellement sur le versant d'où l'importance des sulfates qui proviennent d'une part des eaux de pluie (1 à 3 mg/l), d'autre part du lessivage des terrains par les eaux de ruissellement.

Ces eaux sont bicarbonatées, calciques, légèrement sulfatées, d'équations :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

4°/- Les alluvions actuelles :

a- Description et localisation.

Les sources issues des alluvions actuelles du Gelon, se situent en bordure de la plaine et donnent naissance à des zones marécageuses. Elles sortent à la faveur de niveaux sableux de très faible épaisseur, situés près de la surface de la vallée.

b- Les sources.

Elles sont nombreuses, mais présentent de faibles débits. De plus, elles sont très diffuses : il faut de nombreux petits drains pour les canaliser.

Exemples : - Sources des Clercs 71 et 72.  
- Sources de Villard-Mougin 69 et 69'

Les eaux de la source des Clercs 72 ont des résistivités fortes mais variables (de 2000 à 3700  $\Omega\text{cm}$ ). Le débit est faible en automne (< 0,5 l/s), nul en janvier. Elles sont peu minéralisées.

c- Conclusion.

Ces eaux proviennent de circulations superficielles. Elles ressortent au niveau de la plaine à la faveur de niveaux sableux. Elles alimentent généralement des fossés de drainage existants.

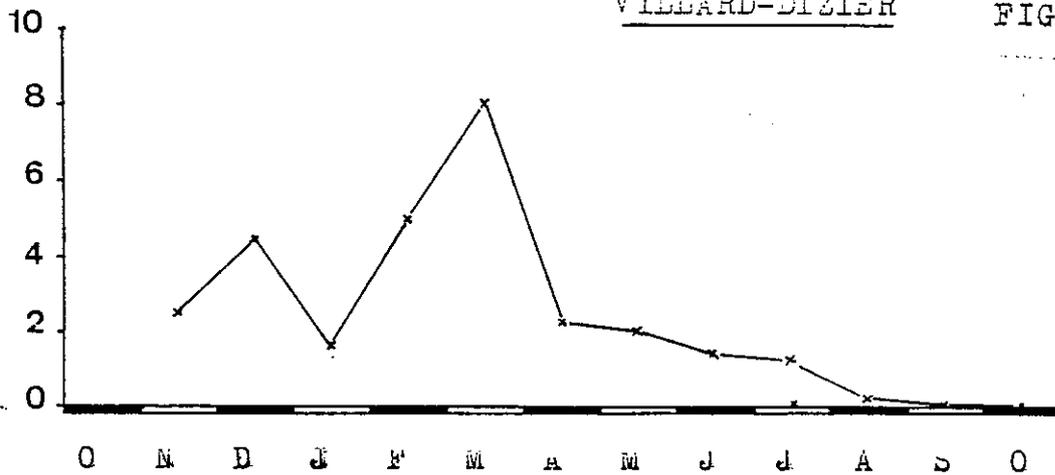
5°/- Conclusion :

Les dépôts quaternaires de la vallée du Gelon sont essentiellement argileux : sables, alluvions anciennes, dépôts de pente, alluvions récentes, cônes.

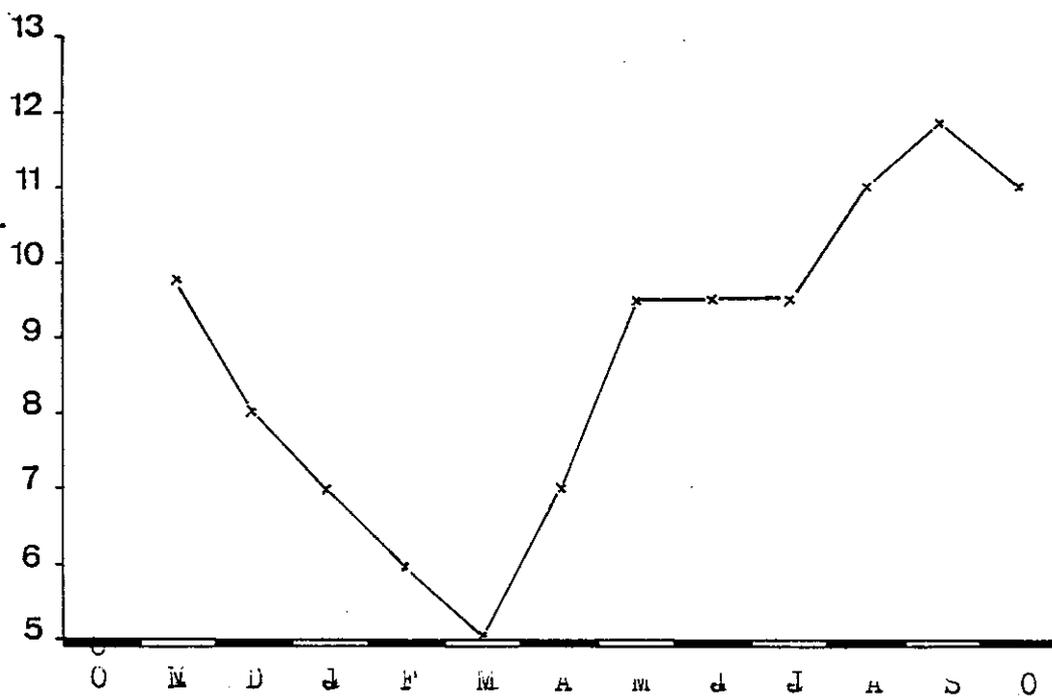
Débit en L/s

VILLARD-DIZIER

FIG. 65



Température en °C



Résistivité en  $\Omega$ .cm

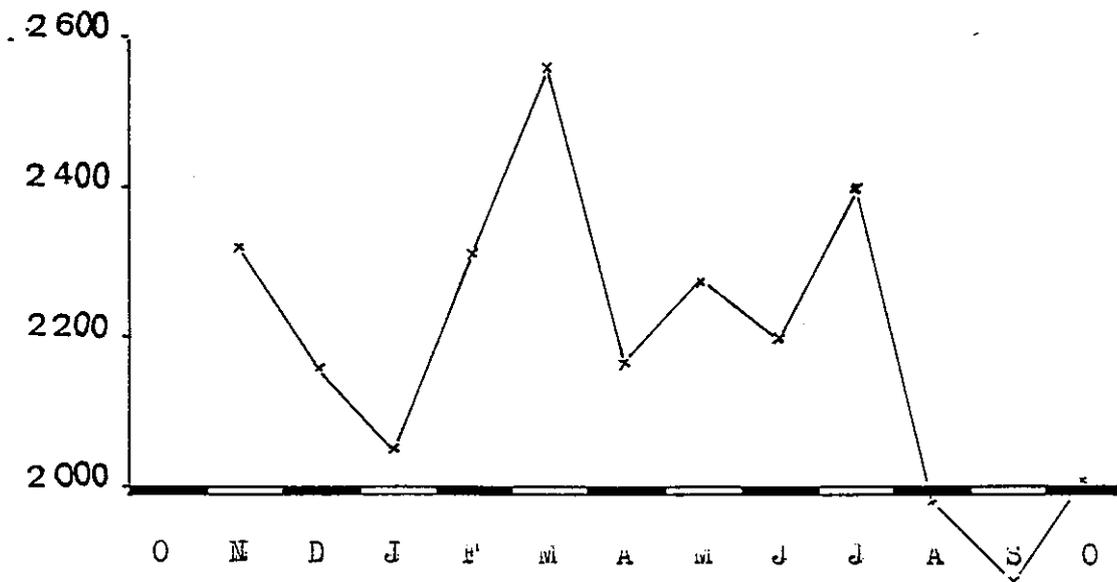
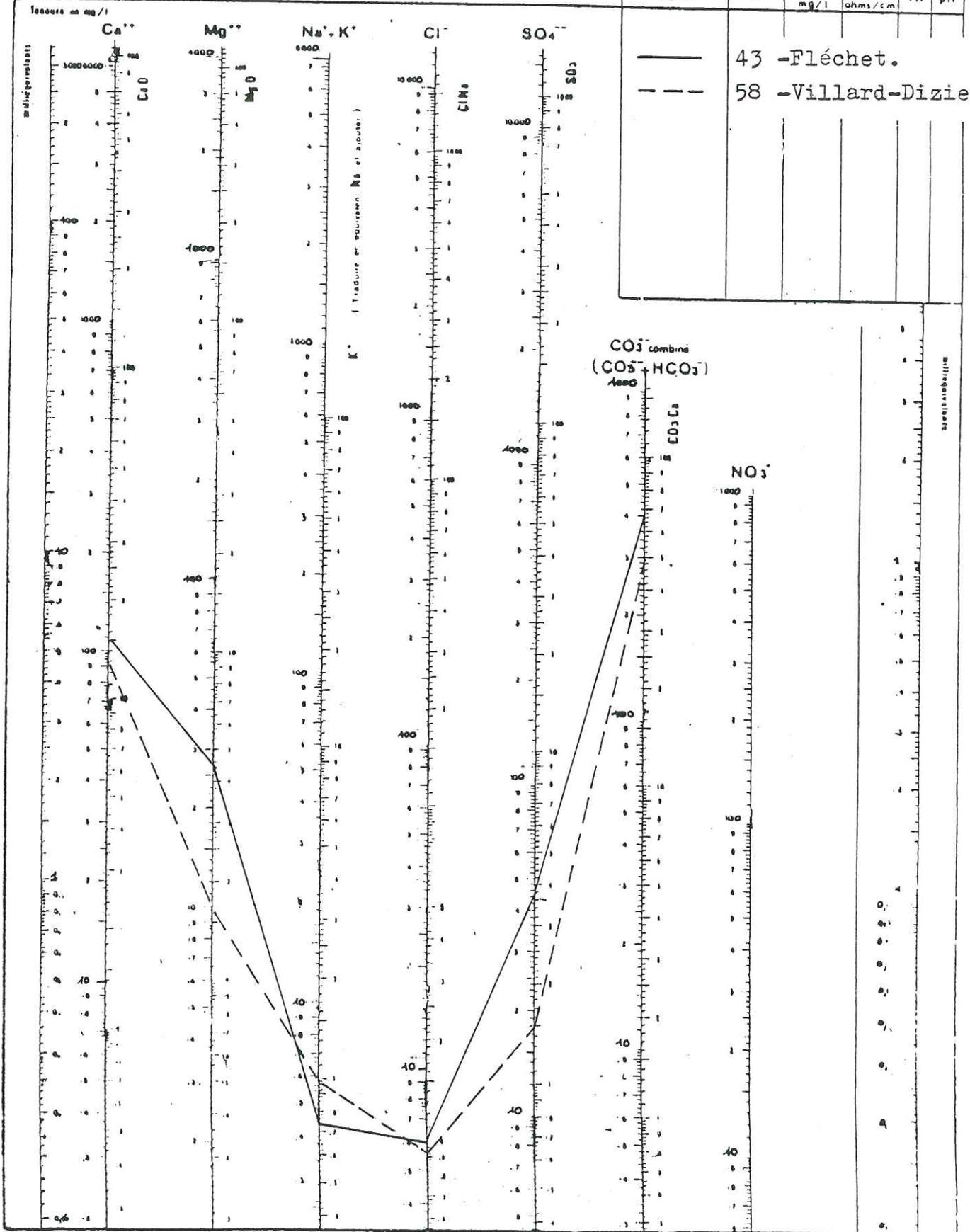


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER  
et E. BERRALOFF

L E G E N D E

Figuré	n°	Rds sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
—	43				
- - -	58				



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 66

- AVRIL 1981 -

Grâce à la nature colloïdale d'une partie de leurs constituants et grâce à la finesse de la roche, ces argiles peuvent retenir par absorption une quantité notable de sels, chlorures et sulfates. Ces ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  sont en teneur supérieure à celle mesurée dans les marno-calcaires. Tantôt le  $\text{SO}_4^{2-}$  l'emporte sur  $\text{Cl}^-$  et inversement. Naturellement, les hautes valeurs en  $\text{SO}_4^{2-}$  entraînent de hautes valeurs en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , et celles en  $\text{Cl}^-$ , de hautes valeurs en  $\text{Na}^+$ . En effet, nous constatons que les eaux qui circulent dans ces dépôts quaternaires argileux sont bicarbonatées calciques magnésiennes et plus ou moins sulfatées.

A part les sources de la Trinité et de La Charrière, qui sont issues de circulations dans le Bajocien, ces eaux sont d'origine superficielle ; elles dépendent directement des conditions climatiques.

En général, ces sources sont de faibles débits. Dans l'ensemble, elles ne présentent pas d'intérêt pour l'exploitation, les plus importantes étant déjà captées pour l'alimentation de lavoirs ou de maisons particulières.

De plus, elles sont très mal protégées des pollutions, soit du fait de la proximité d'habitations, soit du fait de leur écoulement quasi-superficiel.

#### E. LES SOURCES LIEES AU QUATERNAIRE DE LA VALLEE DU COISIN.

Outre les alluvions actuelles du Coisin et les remplissages morainiques des sillons glaciaires, le Quaternaire se localise principalement au niveau du chaînon de Planaise. Là, nous rencontrons la série décrite à la partie 2, chap. III. Nous ne ferons ici que rappeler ses différents termes :

- à la base des argiles bleues compactes dites "d'Eybens" ;
- passant à des sables fins ;
- puis des alluvions fluviatiles ;
- ces formations sont recouvertes indifféremment par une moraine très argileuse à blocs et galets.

Les mesures de résistivité, comprises entre 1400 et 2000  $\Omega\text{cm}$ , n'ont pas permis de définir des catégories d'eaux, aussi nous sommes intéressée à la situation géologique des points d'émergence des sources (cf. carte géologique des alluvions pleistocènes de Planaise).

##### 1°/- Les argiles bleues :

###### a- Description et localisation.

Les sources apparaissent en fait au toit des argiles bleues, au contact sables-argiles, c'est-à-dire au contact d'une formation perméable sur une formation imperméable. Cette zone de contact est marquée dans le paysage par des lignes d'humidité (sources ou petits marécages).

La zone de passage entre ces deux formations se situe à 270m d'altitude dans la partie sud du chaînon et à environ 310m dans la partie nord.

#### b- Les sources.

Nous avons choisi la source du Monnet 8 (285m) qui est une des plus importantes sources du secteur. Elle alimente le bassin communal. Ses caractéristiques physiques et chimiques sont représentées aux fig. 67 et 68.

##### - Débit.

Bien qu'il soit saisonnier, il varie peu au cours de l'année. Les variations sont comprises entre 0,5 et 1,6 l/s.

##### - Température.

Comprise entre 9°5 et 13°C, elle suit les variations de la température de l'air tout en étant relativement "chaude" en hiver.

##### - Résistivité.

Elle oscille entre 1900 et 2200  $\Omega$ cm ; la valeur moyenne se situe autour de 2050  $\Omega$ cm.

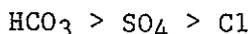
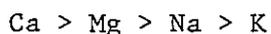
##### - Composition chimique.

Le THT est relativement fort (30°F) : les ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont importants ainsi que  $\text{HCO}_3^-$ . Les teneurs en  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , sont faibles. Celles en  $\text{SO}_4^{2-}$  varient entre 0 et 20 mg/l. Les valeurs sont nulles à l'étiage.

##### - Conclusion.

Les paramètres physiques, bien que saisonniers, ne varient que très peu. Les circulations sont profondes au sein des sables. Les infiltrations sont stoppées au niveau des argiles. Les sources sont des débordements de la nappe des sables.

Ces eaux sont bicarbonatées calciques et magnésiennes, légèrement sulfatées, d'équations :



#### 2°/- Les sables :

##### a- Localisation et description.

Dans les carrières de sables, sont visibles des failles de tassement remplies de calcite pluvérulente. Ces accidents ont donc servi à des circulations. Parfois, des grès, sables consolidés, témoignent de ces circulations.

Actuellement, de telles circulations existent et se manifestent sous forme de sources.

b- Les sources.

b1. Le Puits 11.

Cette source, située dans les sables à 318 m d'altitude, alimente un lavoir.

- Débit.

Il est fort et relativement constant autour de 2,5 l/s en moyenne (cf. fig. 67).

- Température.

Bien que montrant des variations saisonnières, elle se maintient autour de 9°5 à 12°C.

- Résistivité.

Elle oscille autour de 1700-2100  $\Omega$ cm. Elle présente un pic à 2350  $\Omega$ cm en juin alors que le débit est stable. A l'étiage, les valeurs sont les plus basses.

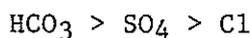
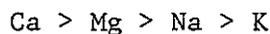
- Composition chimique.

Elle est, comme le montre la résistivité, moyennement minéralisée. Le THT est de 29 à 31°F. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont importants par rapport à  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . Les teneurs en sulfates varient entre 0 mg/l à l'étiage et 20 mg/l en période de crue.

- Conclusion.

Ces eaux présentent les caractères de circulations de nappe. Les paramètres physiques des eaux d'infiltration sont amortis lors du mélange avec les eaux de l'aquifère (cf. fig. 68).

La source du Puits est bicarbonatée calcique et magnésienne, légèrement sulfatée, d'équations caractéristiques :



b2. La Maladière (12).

Elle sort au niveau de la plaine, à 320m d'altitude, dans des niveaux sableux qu'elle dégage lorsqu'elle est en crue, comblant ainsi le lavoir.

- Débit.

Le débit est saisonnier et très faible (< 0,3 l/s) (cf. fig. 69).

- Température.

Elle suit la température de l'air. Les variations sont comprises entre 7 et 11°C. A l'étiage, elle se stabilise à 10°C.

FIG. 67

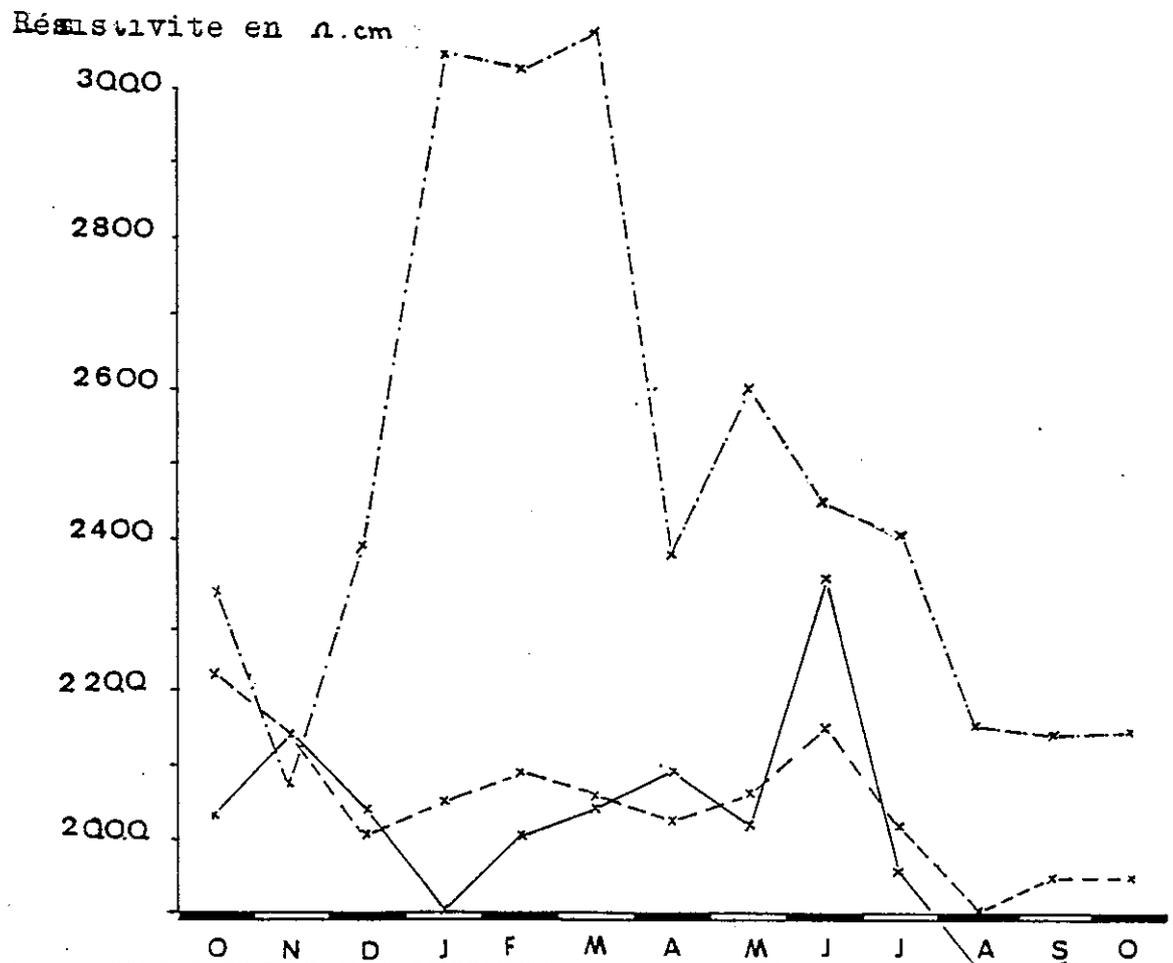
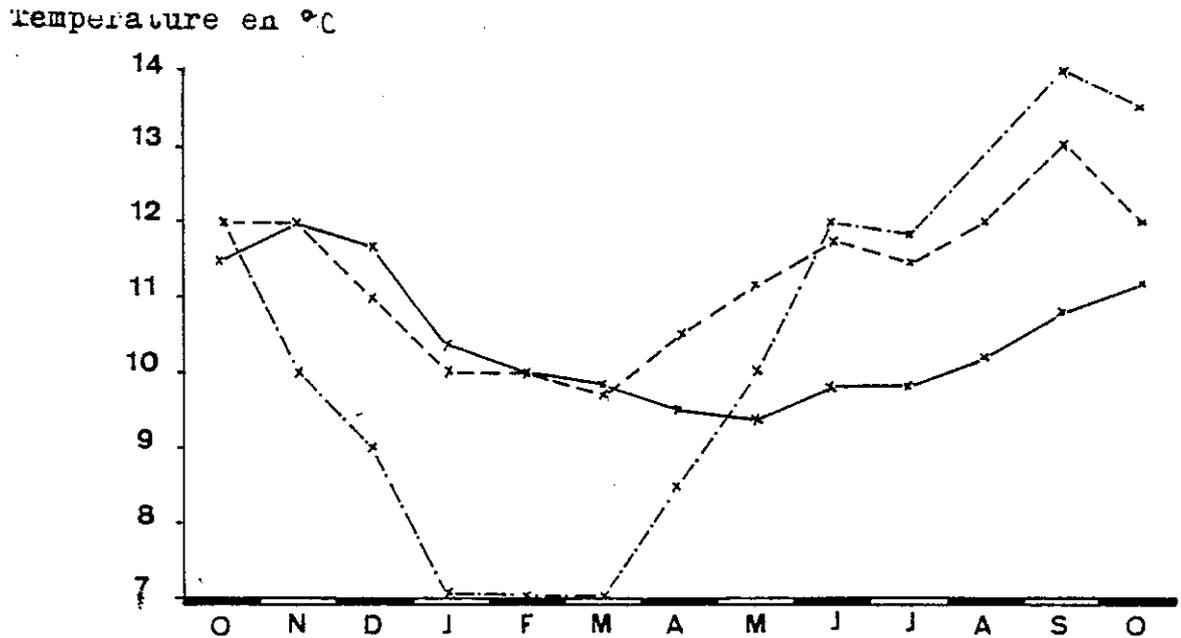
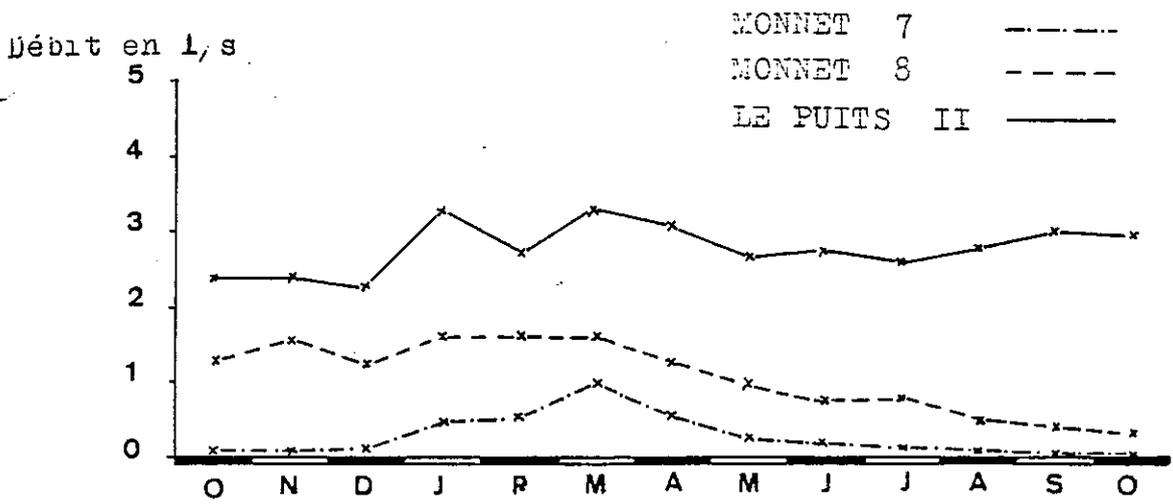
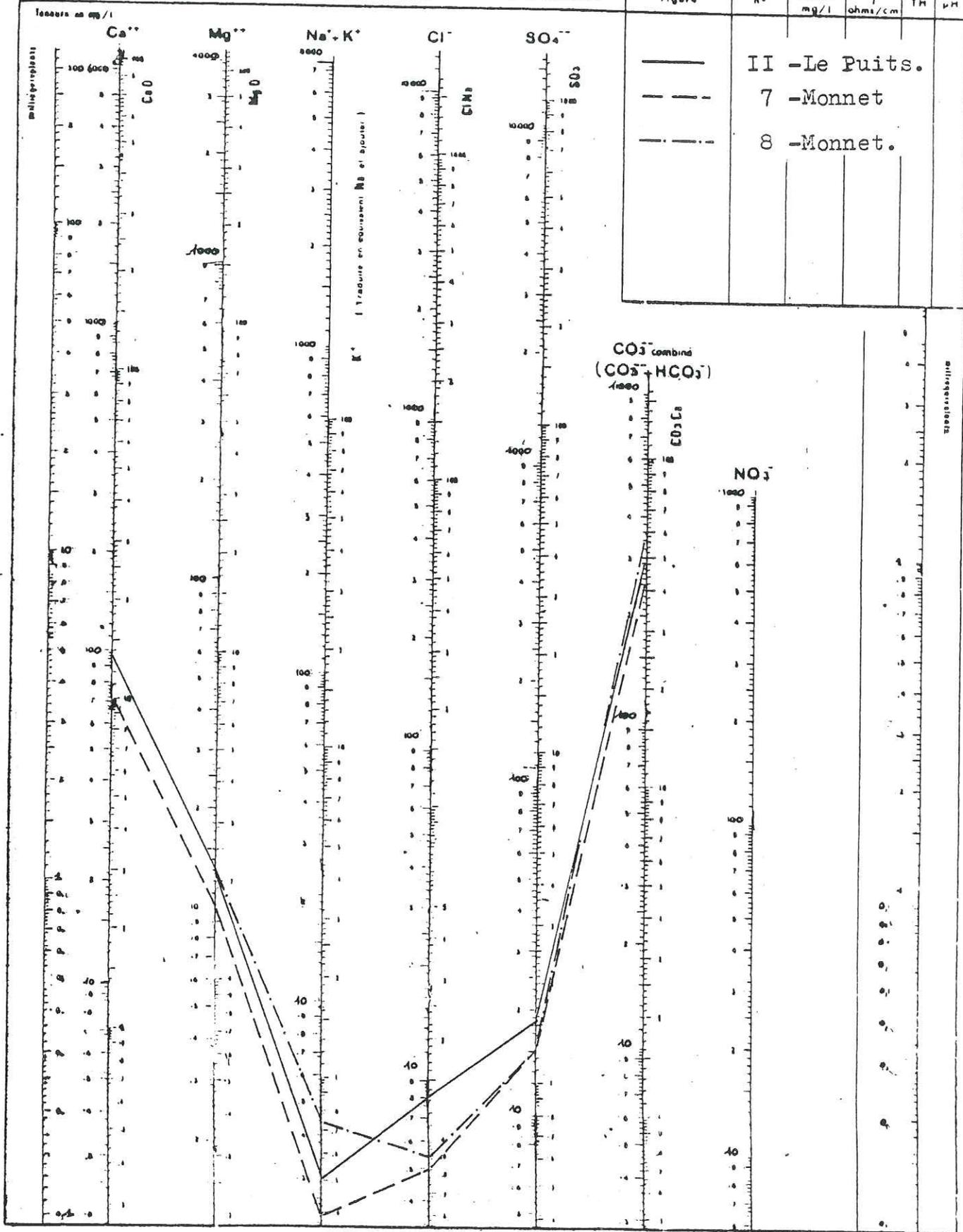


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHÖLLER  
et E. BERKALOFF

L E G E N D E

Figure	n°	Rés sac mg/l	p ohms/cm	TH	pH
—	II	-	-	-	-
- - -	7	-	-	-	-
- · - · -	8	-	-	-	-



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 68

- AVRIL 1981 -

- Résistivité.

Comprise entre 1400 et 1700  $\Omega\text{cm}$ , elle est élevée lors des mois pluvieux, faible à l'étiage.

- Composition chimique.

Elle est plus minéralisée que la source précédente, mais présente les mêmes équations (cf. fig. 70) :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

Les ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$  sont en teneurs importantes (jusqu'à 25 mg/l de  $\text{Cl}^-$  et jusqu'à 35 mg/l de  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

- Conclusion.

Le réservoir de cette source est rechargé par les eaux de précipitations, avec une restitution lente car la minéralisation est importante : cette source est bicarbonatée calcique et magnésienne, légèrement sulfatée.

3°/- Les alluvions fluviales :

a- Localisation et description.

Ce sont des galets plus ou moins roulés, pris dans un ciment sableux. Dans certaines carrières, des encroûtements de calcite autour des galets et l'absence de fines témoignent de l'existence d'anciennes circulations d'eau. Des niveaux d'oxydation marquent souvent les niveaux de battements de la nappe de ces graviers.

b- Les sources.

Elles se situent à la limite sables-graviers, les formations sableuses étant moins perméables que les graviers.

b1. Beauregard (4).

Cette source est en fait le rassemblement de 3 venues d'eau au niveau d'un bassin, à 305m d'altitude, dans une dépression transverse au chaînon de Planaise-Chamousset.

- Débit.

Il augmente régulièrement pendant les périodes froides, puis il diminue légèrement pendant la période chaude. Il varie entre 0,5 et 2,5 l/s (cf. fig. 69).

- Température.

Elle est très sensible aux conditions climatiques. Les variations sont importantes entre 7 et 14°C.

- Résistivité.

Elle est très variable entre 1900 et 2400  $\Omega$ cm. Elle augmente en hiver, puis diminue en avril pour remonter en mai. Ensuite, elle diminue régulièrement.

- Composition chimique.

Cette source est relativement bien minéralisée. Le THT est élevé (33 à 39°F). Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont importants ainsi que  $\text{HCO}_3^-$ . Les ions chlorures et sulfates peuvent être en teneurs importantes. Les teneurs en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont faibles mais varient autour de 6-7 mg/l (cf. fig. 70).

- Conclusion.

Cette eau présente des variations de caractères physiques et chimiques saisonnières ; les circulations sont superficielles et sont issues de l'infiltration directe des eaux de pluie dans ces niveaux très perméables.

Cette source est bicarbonatée calcique et magnésienne, légèrement sulfatée, d'équations :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

b2. Ventonnex (5).

Ce sont à l'origine des eaux diffuses qui circulent dans les alluvions. Celles-ci inondent en période pluvieuse la cave d'une habitation particulière. Ces eaux ont été captées par les habitants à 3m de profondeur (au toit des argiles bleues) et dirigées jusqu'à un bassin.

- Débit.

Il est relativement fort (entre 1,5 et 4 l/s). Il présente une série de pics qui correspondent aux fortes valeurs mensuelles moyennes des pluies avec un décalage dans le temps, d'un mois. Ainsi, la source ne répond aux fortes précipitations de mai qu'au mois de juin (cf. fig. 69).

- Température.

La température bien que saisonnière, ne varie que très peu. Elle oscille entre 9°5 et 11°C. A la période chaude, elle se stabilise à 10°2. Fin octobre, elle atteint cependant 11°C.

- Résistivité.

Elle oscille entre 1300 et 1700  $\Omega$ cm. Elle est faible à l'étiage. Son maximum est atteint en janvier.

- Composition chimique.

La minéralisation globale est importante comme le prouvent les mesures de résistivité. Le THT varie autour de 35-38°F. Les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  sont toujours supérieures à celles en  $\text{Mg}^{2+}$  (cf. fig. 70).

Les chlorures et les sulfates sont abondants : les eaux contiennent jusqu'à 18 mg/l de  $\text{Cl}^-$  et 27 mg/l de  $\text{SO}_4^{2-}$ . Les teneurs en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont faibles.

Les teneurs en bicarbonates sont importantes.

- Conclusion.

Cette eau est très minéralisée. Cette minéralisation est due d'une part aux apports par les précipitations, d'autre part au lessivage des sols lors de l'infiltration dans ces niveaux perméables et l'attaque chimique des terrains aquifères.

Elle est bicarbonatée calcique et magnésienne, sulfatée, de formules chimiques :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

4°/- La moraine supérieure :

a- Description et localisation.

C'est une moraine très argileuse à blocs et galets. Son épaisseur est très variable : elle peut avoir 20cm comme 30m d'épaisseur. Elle recouvre indifféremment toutes les formations.

b- Les sources.

La source du Monnet (7) apparaît dans une zone très humide. Les argiles bleues de la moraine affleurent et l'eau suinte abondamment de ces surfaces, alimentant parfois de petites sources souvent temporaires.

- Débit.

Le débit est fonction des précipitations, avec un maximum à la fonte des neiges. Six mois sur douze, il est faible et avoisine 0,1 l/s (cf. fig. 67).

- Température.

Les températures sont saisonnières ; elles marquent un palier en janvier, février, mars à 7°C.

- Résistivité.

Les résistivités sont élevées et très variables. Elles oscillent entre 2000 et 3000  $\Omega\text{cm}$ .

Les mois de précipitations neigeuses et de fonte du manteau nival sont marqués par de hautes valeurs.

A l'étiage, la résistivité est de 2150  $\Omega\text{cm}$ .

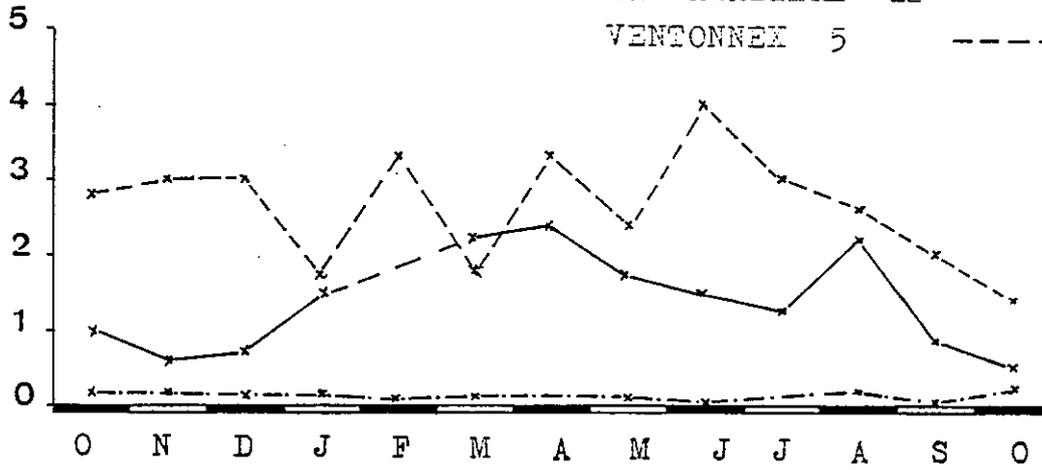
- Composition chimique.

Le THT est peu élevé en hiver 15°F, mais augmente à l'étiage

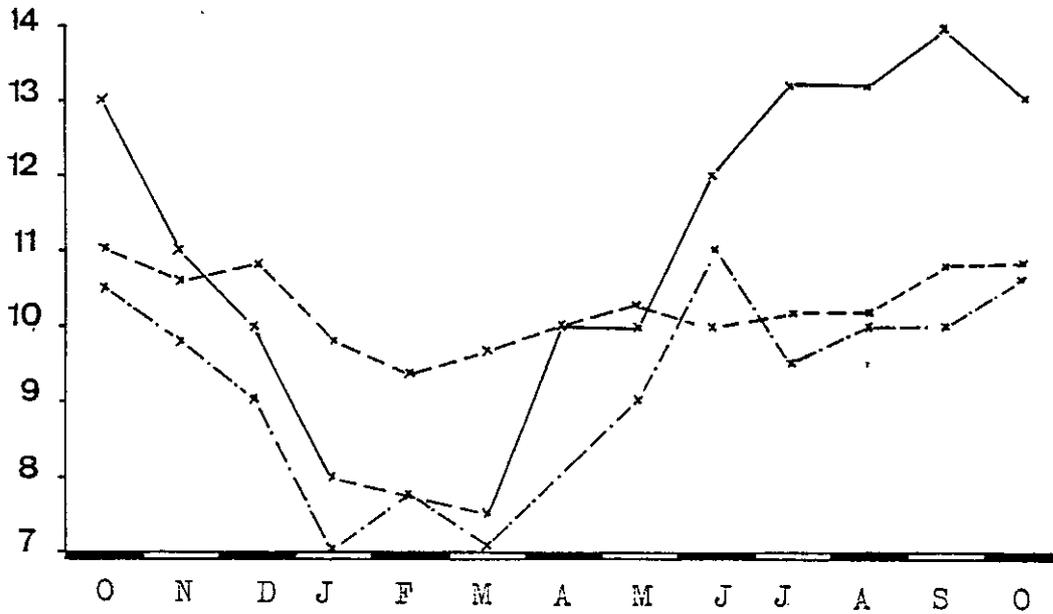
Débit en l/s

BEAUREGARD 4  
LA MALADIERE 12  
VENTONNEX 5

FIG. 69



temperature en °C



Résistivité en  $\Omega \cdot \text{cm}$

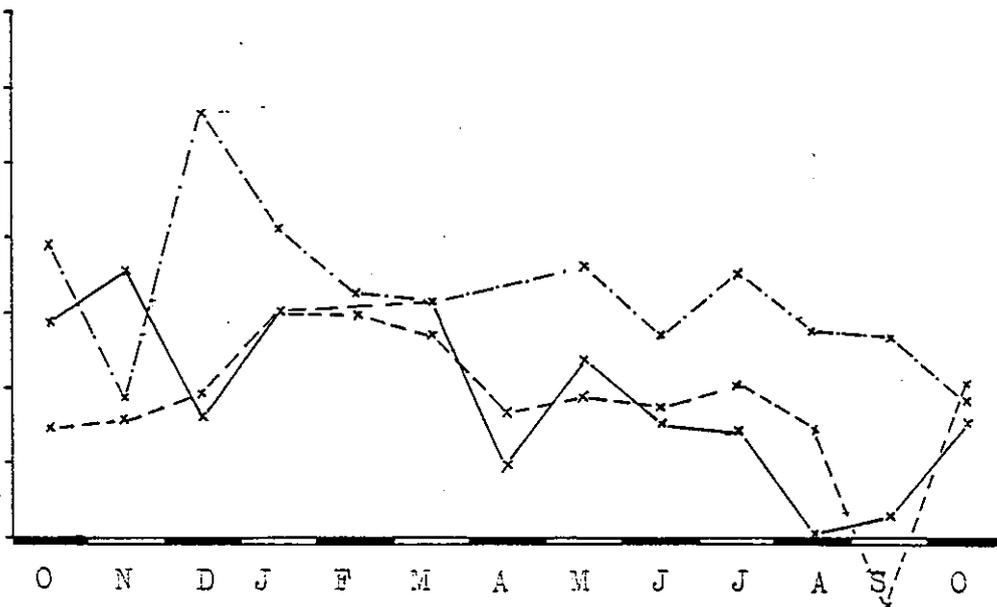
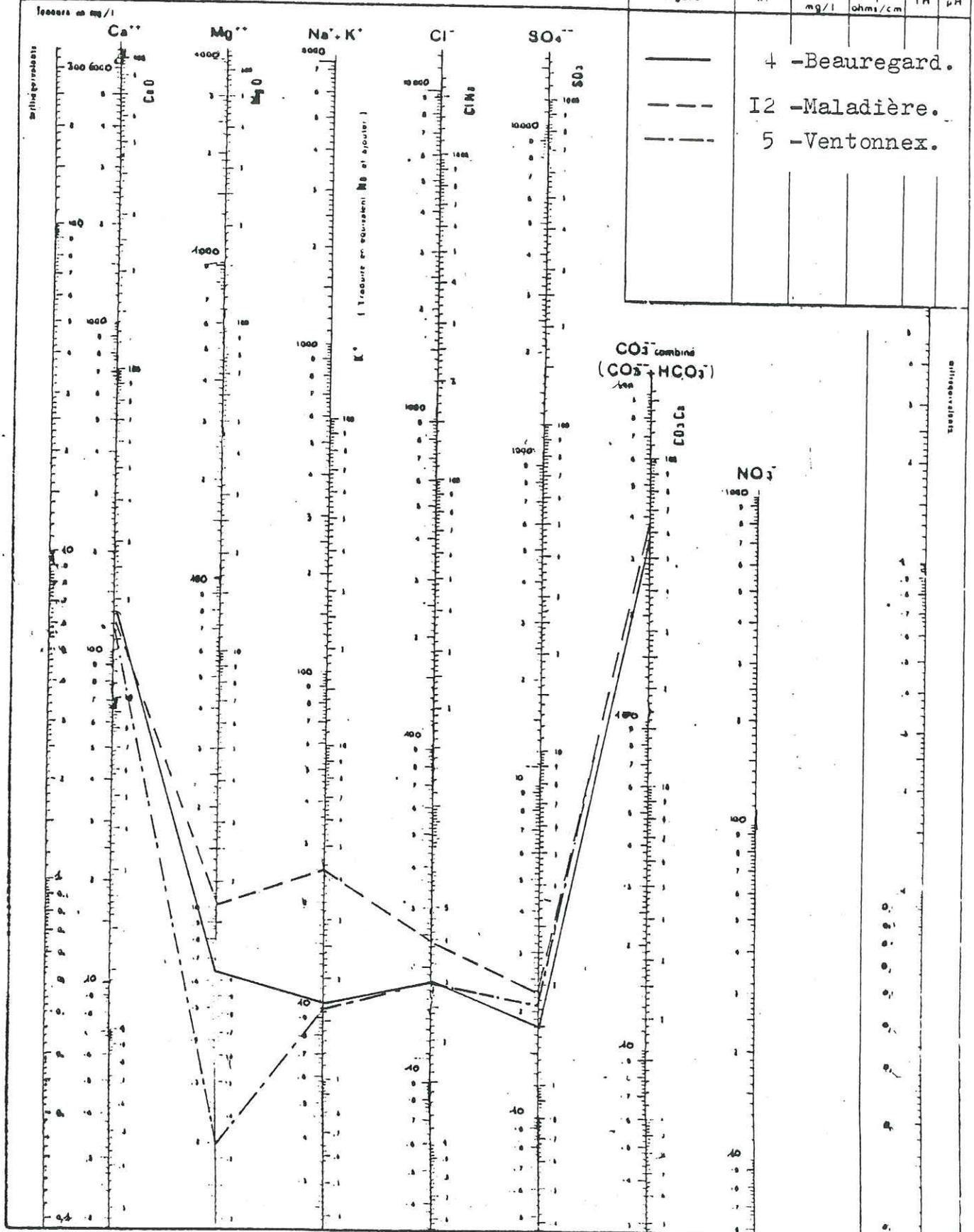


DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER  
et E. BERRALOFF

L E G E N D E

Figuré	n°	Rés. sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
—	4				
- - -	12				
- - -	5				



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES . FIG : 70

- AVRIL 1981 -

30°F. Les teneurs en  $\text{Ca}^{2+}$  prédominent largement sur  $\text{Mg}^{2+}$ . Les bicarbonates sont importants (cf. fig. 68).

Les ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , sont faiblement représentés.

Les sulfates sont toujours en quantité notable (15 mg/l au maximum).

Le pH est de 7,3-7,5.

- Conclusion.

Ces eaux sont essentiellement des eaux de pluie. En hiver, les températures, débits et résistivités sont élevés, la minéralisation faible. En raison de la finesse de la roche, les circulations sont lentes. L'eau au contact des argiles et des blocs se minéralise faiblement car le temps de contact n'est pas assez long, ces circulations étant superficielles.

La source du Monnet 7 est bicarbonatée calcique et accessoirement magnésienne et sulfatée, d'équations :

$\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$

$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ .

50/- Conclusion :

Les sources et les ruisseaux sont rares sur le chaînon de Planaise-Chamousset. En effet, du fait de la perméabilité élevée des terrains quaternaires supérieurs (fluviatiles), le ruissellement est faible et l'infiltration importante.

Dans les alluvions fluviatiles, très perméables, les circulations sont plus rapides que dans les sables dont les pores sont nombreux mais de taille réduite. Ce sont d'importants réservoirs aquifères. Ceux-ci sont exploités dans de nombreux villages par puits (Le Puits, Planaise où un des puits atteint la nappe des graviers vers 18m de profondeur).

Les sources dans les sables et graviers sont dues soit à des circulations dans des chenaux plus perméables ou dans des fissures de tassement, soit à des affleurements ou débordements de nappes. Du point de vue physique, elles dépendent souvent des précipitations, avec des variations saisonnières qui montrent que les circulations sont superficielles. Parfois, ces variations sont amorties au contact des eaux d'une nappe importante.

Ces eaux sont très minéralisées : dans les sables, les circulations sont lentes ; dans les alluvions, elles sont plus rapides mais le stockage des eaux est important, les échanges de base et les dissolutions ont lieu.

Elles sont en général bicarbonatées calciques et magnésiennes, légèrement sulfatées. Les teneurs en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{HCO}_3^-$  sont fortes alors que les sables sont faiblement calcitieux et les graviers de nature essentiellement cristalline.

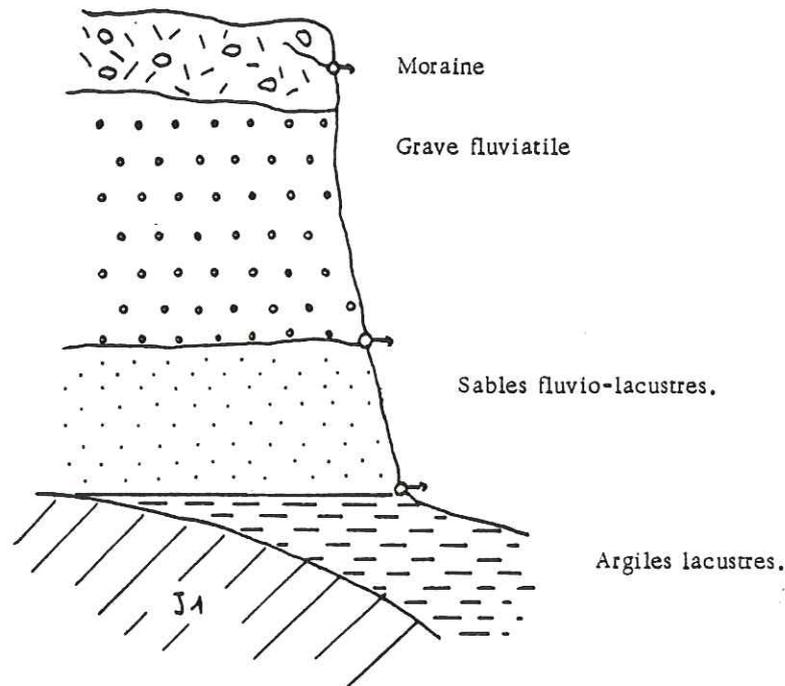
Les sources, dans l'ensemble, se localisent le long des contacts formation perméable - formation moins perméable, soulignant ainsi la répartition des formations géologiques.

## F. CONCLUSION.

Deux types de terrain se rencontrent dans le secteur étudié :

- Les marno-calcaires du Bajocien, imperméables en "petit", faiblement perméables à l'échelle du massif : G. Massonnat (1981) a évalué cette perméabilité en tenant compte de la fissuration à :  
 $5.10^{-6} < K < 5.10^{-5}$

- les terrains quaternaires : sables, graviers et argiles dont les perméabilités sont très différentes.



EMPLACEMENT DES PRINCIPALES ZONES DE SOURCES au contact zone perméable/zone moins perméable. Fig. 71.

La comparaison entre les différents types d'eau et la connaissance de la géologie des sources étudiées, nous permettent d'établir un profil-type caractéristique des eaux de ces formations en fonction du niveau où elles circulent :

Bajocien :  $1300 \Omega\text{cm} < \gamma < 3000 \Omega\text{cm}$   
 $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$   
 $\text{HCO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4$

Quaternaire :  $1000 \Omega\text{cm} < \gamma < 2500 \Omega\text{cm}$   
 $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$   
 $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$

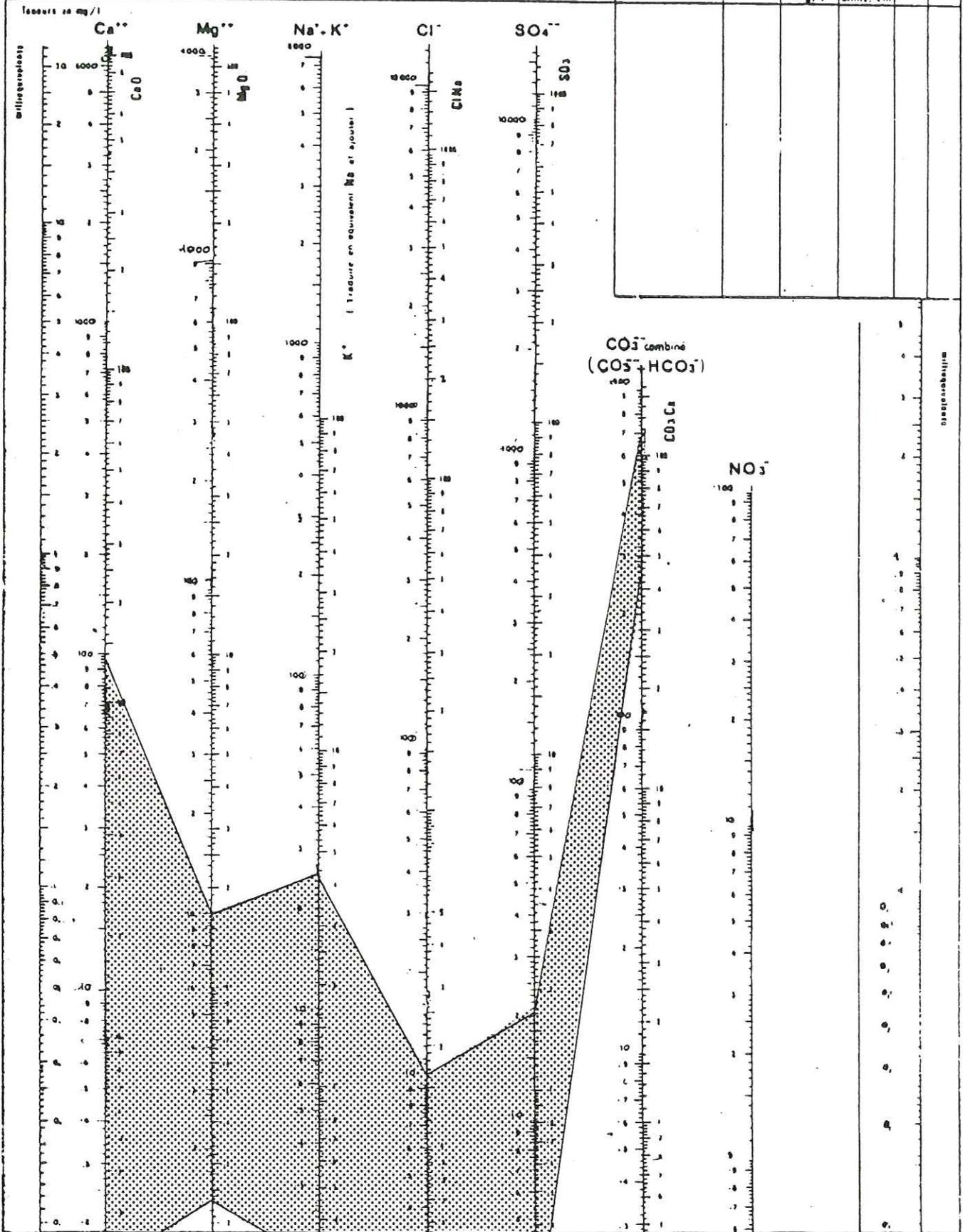
Les caractères chimiques de ces eaux sont représentés aux fig. 72-73 et 74.

DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER  
et E. BERKALOFF

L E C E N D E

Figure	n°	Rés. sec mg/l	p ohm/cm	TM	pH



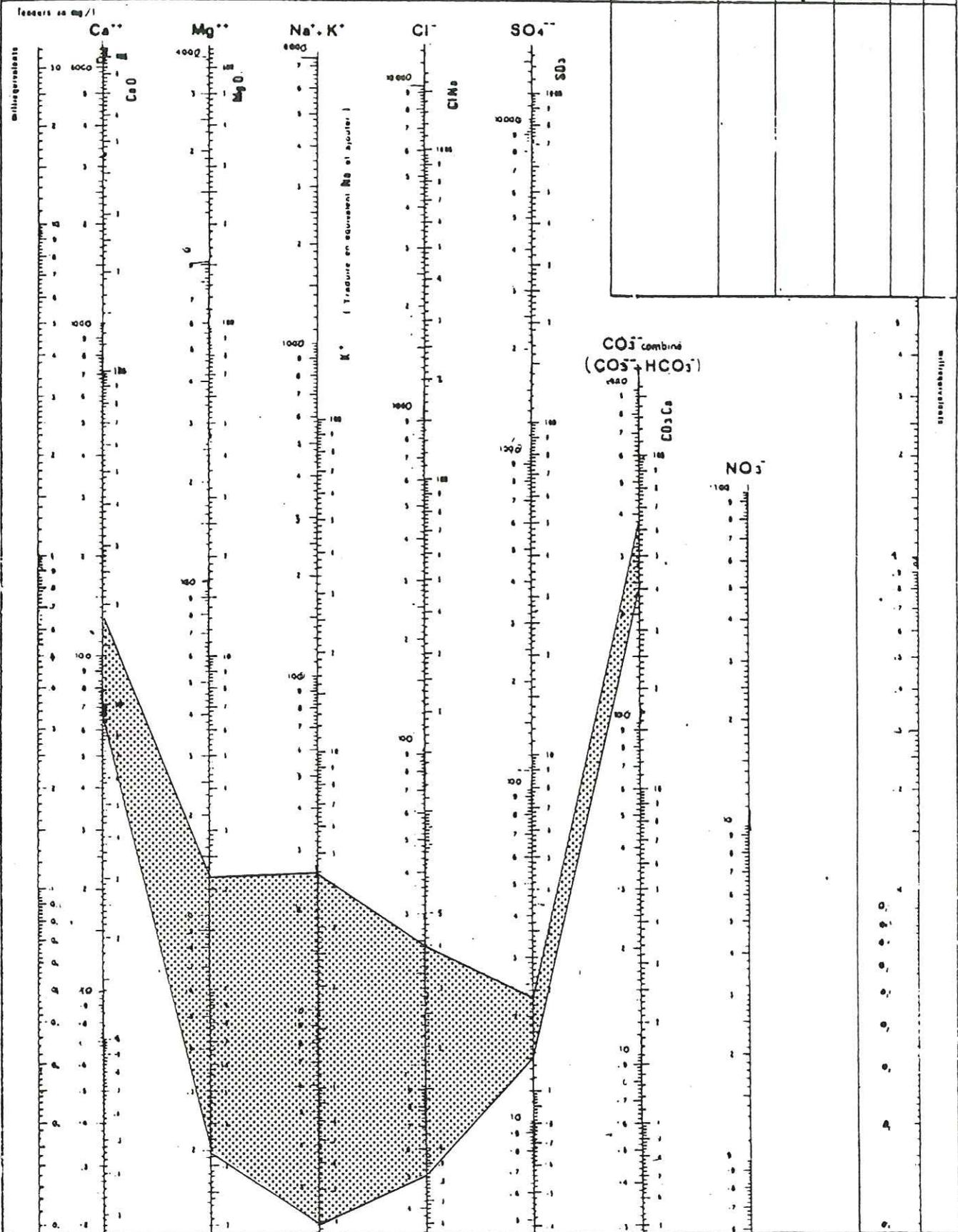
ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES ISSUES DU SUBSTRATUM . FIG : 72

DIAGRAMME  
D'ANALYSE D'EAU

après H. SCHOELLER  
et E. BERKALOFF

L É C E N D E

Figure	n°	Rés sac mg/l	p ohm/cm	TH	pH



ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES ISSUES DU QUATERNAIRE PLEISTOCENE

FIG : 73



### CHAPITRE III : ETUDE DE NAPPE DU GELON.

Nous avons exposé précédemment les résultats de l'étude géoélectrique qui a été réalisée dans la plaine du Gelon en novembre 1980. Celle-ci avait pour but, d'une part de mettre en évidence d'éventuelles nappes phréatiques exploitables, d'autre part de reconnaître la nature du remplissage quaternaire superficiel de la vallée en vue de l'établissement d'un futur projet de drainage.

#### A. L'HYDROGEOLOGIE DE LA VALLEE DU GELON.

##### 1°/- L'aquifère :

Dans la vallée, entre La Rochette et Chamoux sur Gelon, les dépôts de cailloutis argileux morainiques (110 à 340  $\Omega\text{m}$ ) qui reposent soit sur des argiles glacio-lacustres interglaciaires, soit directement sur le substratum, et les alluvions argilo-limoneuses (30 à 60  $\Omega\text{m}$ ), un peu plus sableuses dans la partie amont de la vallée (100 à 130  $\Omega\text{m}$ ), sont des formations très peu perméables qui, bien que saturées, constituent un aquifère de mauvaise qualité.

Tous ces dépôts argileux doivent cependant admettre des lentilles sableuses plus perméables qui contiennent de petites réserves en charge. Certaines de ces lentilles ont été crevées dans la vallée par des forages artisanaux peu profonds ; mais bien qu'artésiens, ces forages ne donnent que des débits négligeables qui montrent bien que les circulations à l'intérieur de ces lentilles sont très lentes. De plus, celles-ci sont très mal alimentées du fait de leur enveloppe argileuse.

Les sondages électriques ont par ailleurs rencontré en plusieurs endroits, en profondeur, des niveaux résistants qui semblent assez paradoxalement remonter vers l'aval entre 150 et 100m de profondeur. Ces niveaux présentent des résistivités variables mais assez fortes (300 à 600  $\Omega\text{m}$ ) bien qu'insuffisantes pour être attribués au substratum rocheux. Ils ont été interprétés sans certitude comme étant des graviers par la CFEG.

##### 2°/- L'alimentation :

Les apports d'eau du remplissage alluvial proviennent des ruissellements sur les versants, qui s'infiltrent pour une partie au pied des versants ou à la faveur des placages colluviaux ou des cônes de déjection.

Au niveau de la plaine de Bourgneuf, les renseignements apportés par les quelques piézomètres en place (DDA, EDF) montrent qu'au débouché de la vallée du Gelon, la nappe est alimentée à l'Est par l'Arc et au Sud par les apports de cônes de déjection (notamment celui de Chamoux sur Gelon). Cette alimentation se fait par quelques rares lentilles moyennement perméa-

bles, noyées dans les alluvions argileuses. L'influence de l'Arc se limite approximativement à la route nationale 525 où disparaissent pratiquement les alluvions grossières qu'il a déposées.

Ainsi, le remplissage superficiel de la vallée du Gelon est essentiellement argileux. Lorsque les précipitations sont abondantes ou fréquentes, ou lorsque le ruissellement est important, lors de la fonte des neiges, ces argiles sont saturées et l'eau stagne en surface, créant selon les endroits des flaques boueuses, des mares et des marais.

## B. ETUDE DE LA NAPPE DU GELON.

Nous avons vu à la partie 2, chapitre II C.1 que le remplissage alluvial de la vallée du Gelon était essentiellement argileux, caillouteux argileux. Seules quelques lentilles sont sableuses, donc perméables et servent de réservoir, malheureusement mal alimenté. Les formations argileuses sont gorgées d'eau mais forment un réservoir d'alimentation de bien mauvaise qualité. La transmissivité est faible. La nappe, lors de fortes pluies, est superficielle.

La pose de piézomètres longs s'avérait inutile dans un tel cas, la nappe n'étant pas exploitable. Dans le but d'un drainage, des piézomètres courts (6-7m de profondeur) ont été posés afin d'étudier les variations de niveaux de la nappe superficielle et, en particulier, de déterminer son niveau optimal ainsi que les relations nappe-Gelon.

### 1°/- Le matériel mis en place :

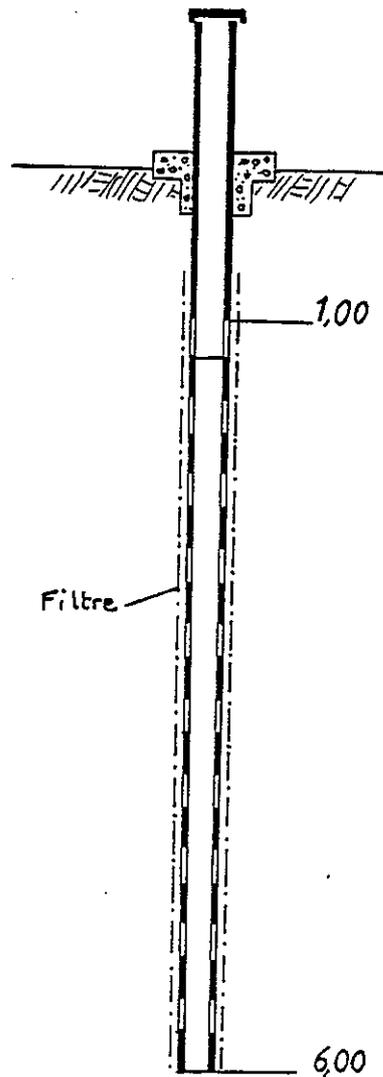
Des forages peu profonds, allant de 6,20 à 6,90m de profondeur ont été réalisés au moyen d'une tarière continue de 100mm de diamètre, entraînée par un moteur portable de 3,5 CV. La coupe lithologique détaillée a été levée à l'avancement.

Les forages ont été équipés de piézomètres constitués par un tube PVC 43/40 crépiné, en fonction de la profondeur de la nappe, par fentes longitudinales assurant un coefficient d'ouverture de 5%. Le filtre est constitué par une enveloppe double de textile anticontaminant dont la perméabilité ( $3.10^{-3}$  m/s) est bien supérieure à celle des matériaux traversés, et apte à retenir les particules de 60 à 80  $\mu$ m de diamètre maximale.

Le tube aveugle dépasse de 1m la surface du sol et est scellé par un manchon d'argile surmonté d'un blocage en béton (cf. fig. 75).

### 2°/- Position des piézomètres (cf. fig. 76) :

Profil 1 : La Trinité	P1, P2 et P3 ;
Profil 2 : Villard-Mougin	P4 à P8 inclus ;
Profil 3 : Villard-Léger	P9 à P12 inclus ;
Profil 4 : Betton-Bettonet	P13, P14 et P15.



Equipement

d'un piézomètre

Fig 75

PVC  $\varnothing$  43/40 mm

C<sub>o</sub> : 5%

Filtre BIDIM : 2 tours

3°/- Résultats des forages :

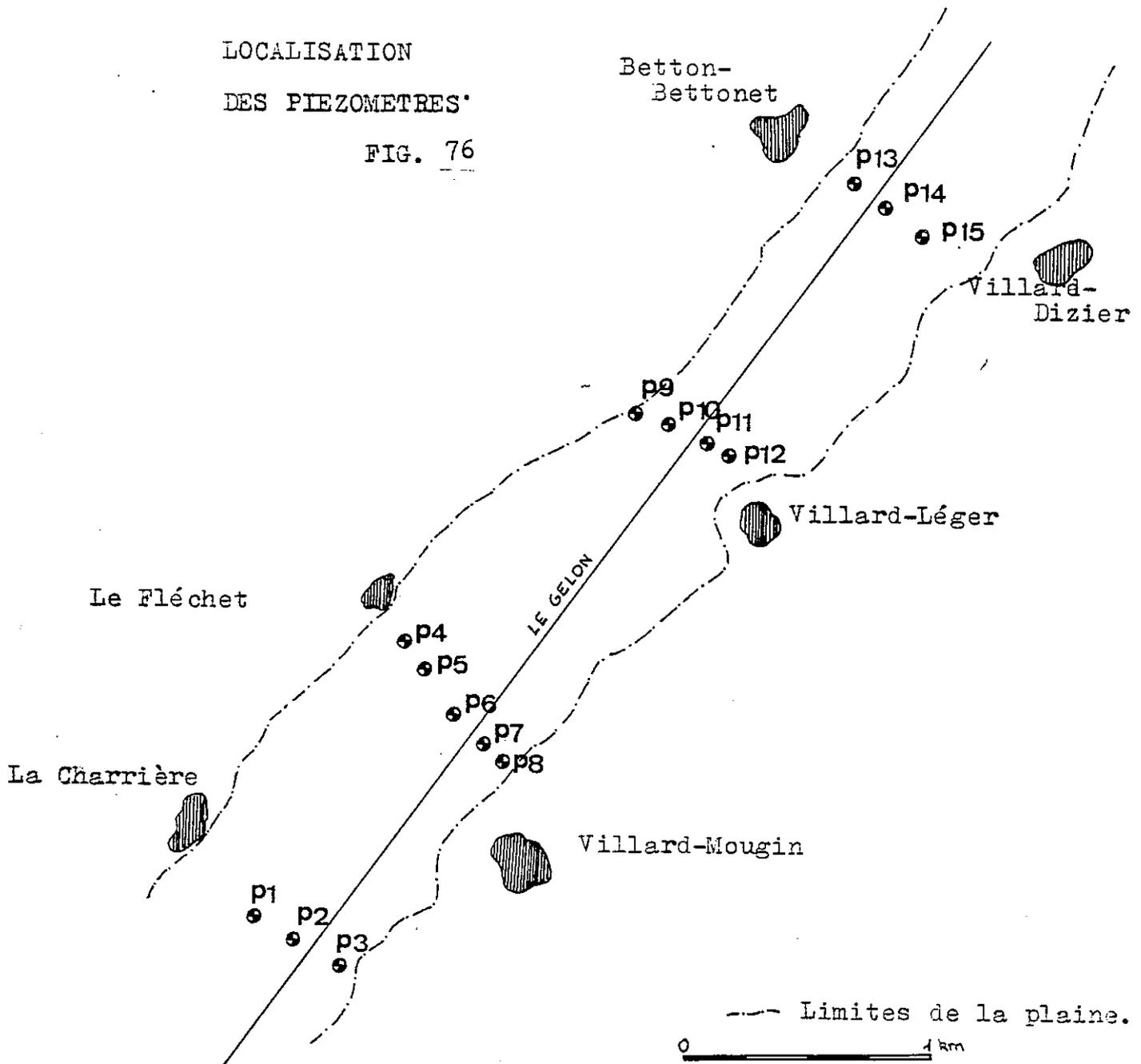
Simultanément au forage un relevé des ensembles lithologiques rencontrés a été effectué.

Les "logs" sont représentés selon chaque profil à la fig. 77. L'étude de ceux-ci a montré : (résultats du CFEG)

LA PLAINE DU GELON.

LOCALISATION  
DES PIEZOMETRES\*

FIG. 76



- Profil P1 - sondages P1-P2-P3.

Les forages ont rencontré principalement des limons argileux. Cependant on note en P1 une couche d'argiles plastiques entre 1,80m et 4,10m de profondeur, correspondant vraisemblablement à un ancien chenal du Gelon. En P2, nous retrouvons un niveau identique, mais beaucoup plus mince, à la même profondeur.

- Profil P2 - sondages P4 à P8 inclus.

Nous ne retrouvons pas de niveaux franchement argileux intercalés dans les limons argileux. En revanche, nous notons en P4 un lit sableux de 20cm d'épaisseur et en P5, P6, P7, P8 des niveaux de limons tourbeux à partir de 3,70m de profondeur. Ces niveaux épais au minimum de 1,50m en P7 et P8, sont plus imperméables que les terrains encaissants comme en témoignent les remontées d'eau enregistrées au cours de certains forages.

- Profil P3 - sondages P9-P10-P11-P12.

En surface, sur 1m à 1,50m de profondeur, de la rive gauche à la rive droite, nous rencontrons des argiles caillouteuses provenant du cône de déjection de Villard-Léger.

Ensuite, nous retrouvons des limons gris plus ou moins argileux, et enfin des niveaux tourbeux à partir de 4,10m à 4,30m dont l'épaisseur minimum est de 2,40m (P12).

- Profil P4 - sondages P13-P14-P15.

En P13, la surface est formée de tourbe sur 0,80m d'épaisseur. Ensuite, des niveaux tourbeux à 3,60m et 4,80m s'intercalent entre les limons.

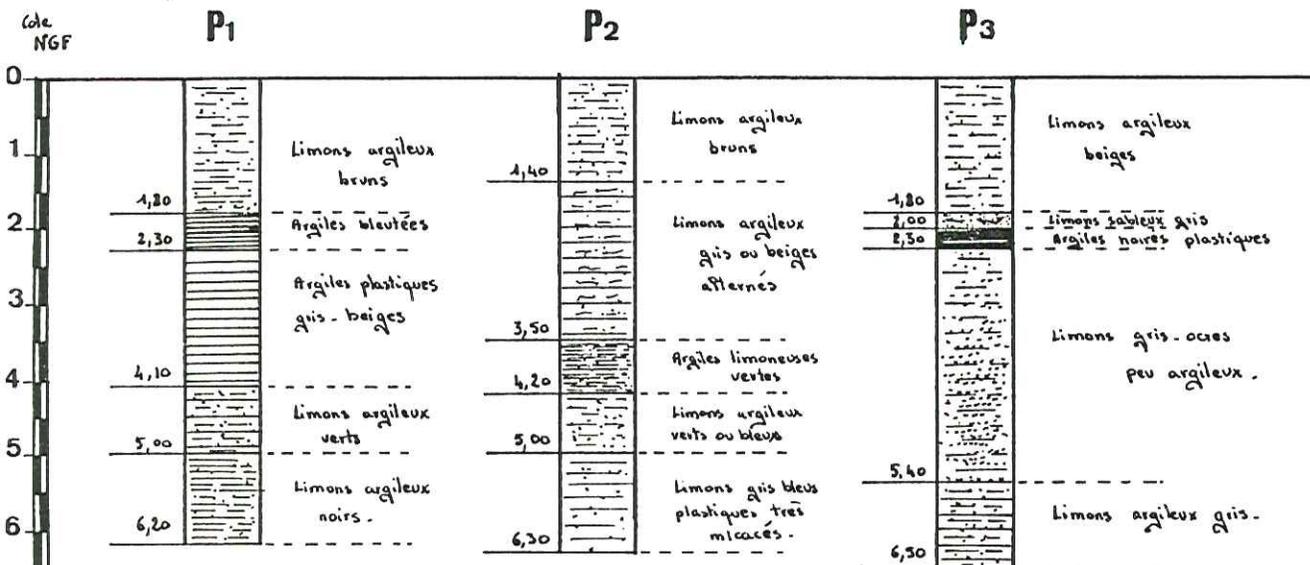
En P14 et P15, ces mêmes niveaux ne se retrouvent sous les limons qu'à partir de 5,70 à 5,80m de profondeur.

4°/- Interprétation :

Les forages ont rencontré la couche superficielle de la plaine du Gelon, constituée essentiellement de limons argileux. S'intercalent entre ces limons, des niveaux tourbeux dont les positions les plus profondes se trouvent en rive gauche au profil 2 (P6), puis en rive droite du Gelon aux profils 3 et 4 (P11, P14 et P15). En P10 seulement, ces formations tourbeuses ont été traversées jusqu'à atteindre les argiles bleues compactes ; cette observation est trop ponctuelle pour pouvoir affirmer que ces argiles forment le mur imperméable des alluvions récentes superficielles. D'après l'étude géologique, elles pourraient être glacio-lacustres post-würmiennes.

Nous pouvons cependant penser que les niveaux tourbeux marquent la fin des dépôts argileux liés au dernier retrait glaciaire, avant l'alluvionnement propre du Gelon et les apports colluviaux des versants. L'alluvionnement du Gelon est essentiellement représenté par des limons argileux intercalés de minces niveaux sableux et de dépôts lenticulaires argileux.

Cote NGF

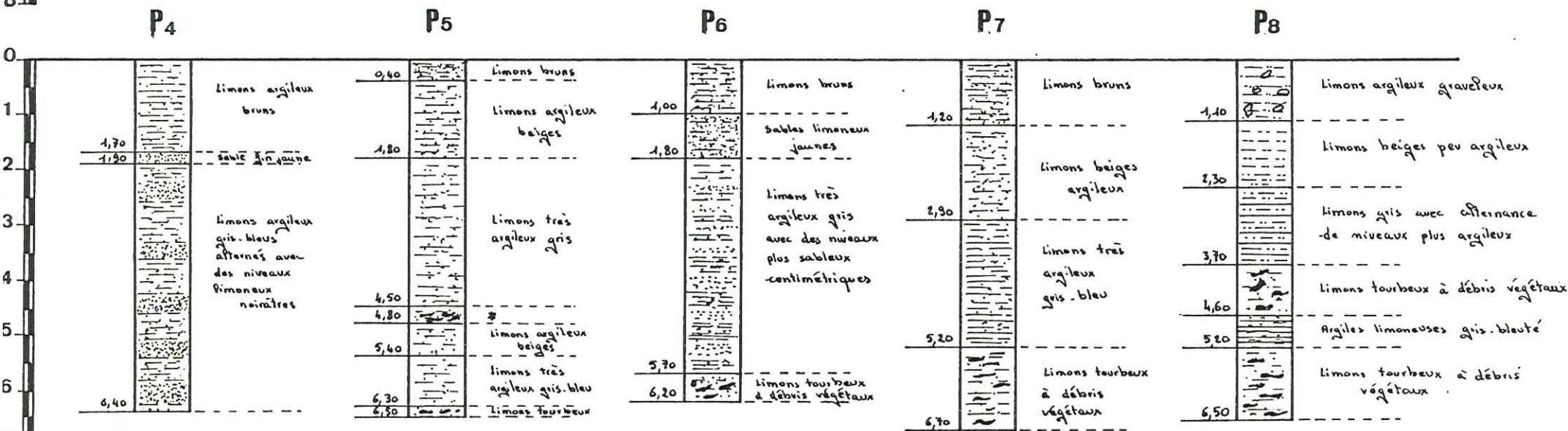


Relevé des logs lors des forages

effectués dans la plaine du

GELON par le CFEF

Fig 77.



⊗ limons tourbeux à débris de végétaux

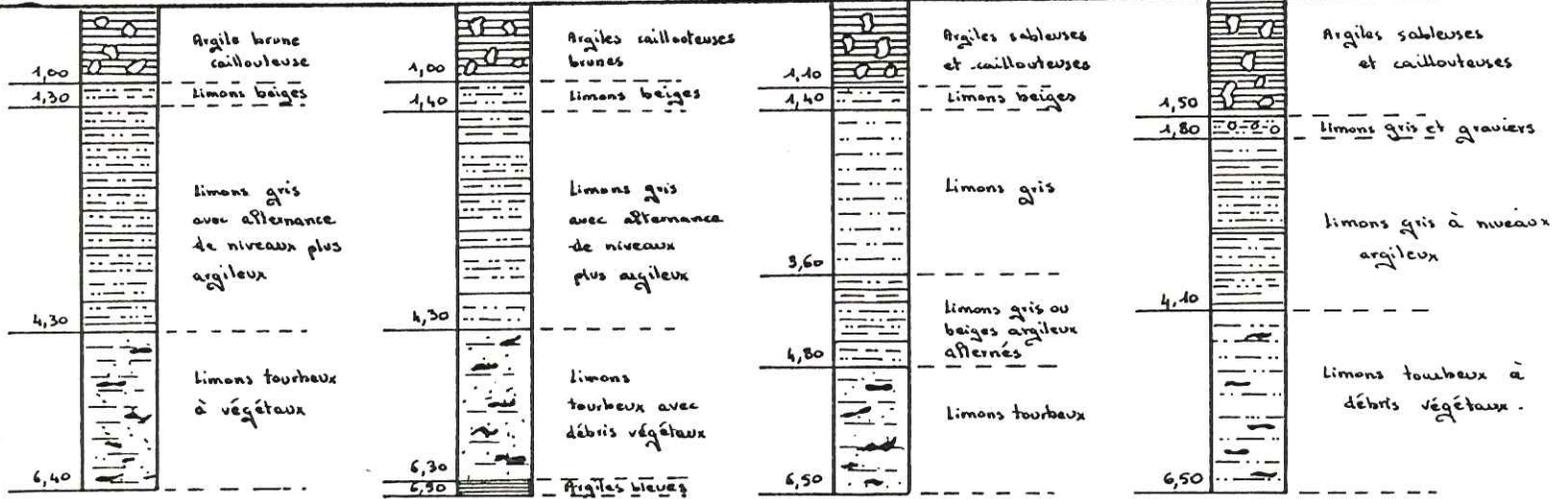
Cote NGF

P9

P10

P11

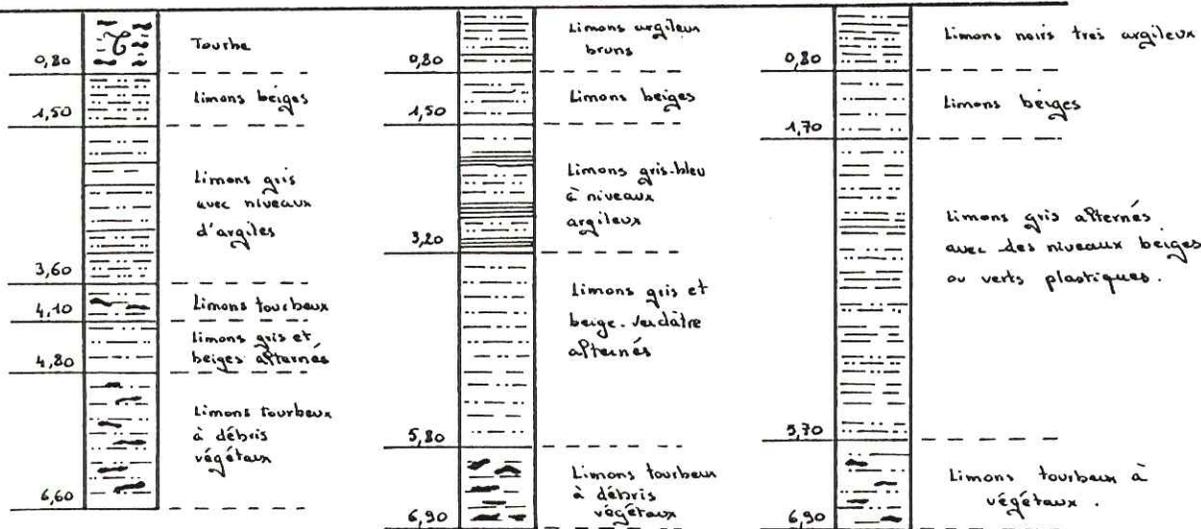
P12



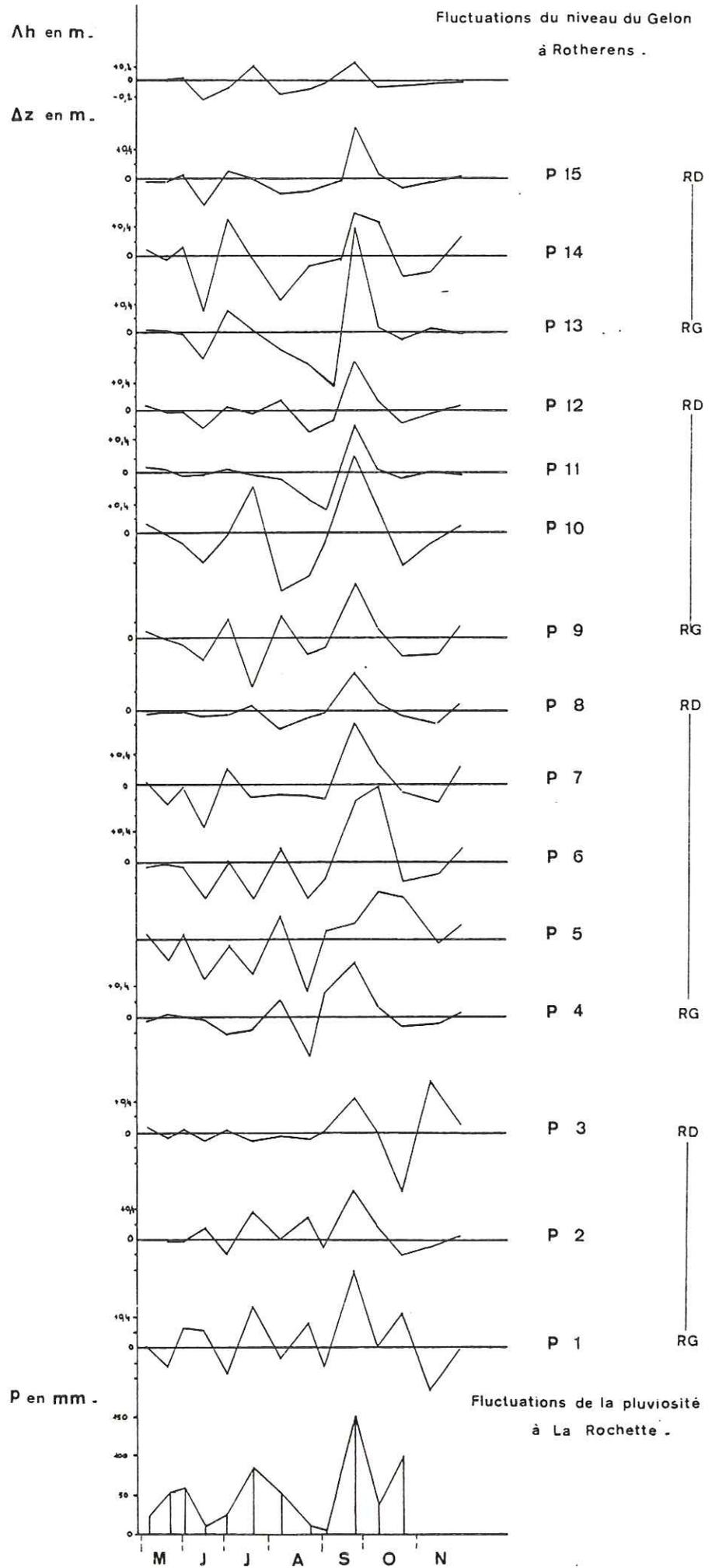
P13

P14

P15



( repère 0 = niveau du sol )



## 5°/- Etude de la nappe superficielle :

Les quinze piézomètres implantés dans la vallée du Gelon début mai 1981, ont fait et font encore l'objet d'un relevé systématique tous les quinze jours. Ce relevé nous a permis d'établir des diagrammes de fluctuations de la nappe au niveau de chaque piézomètre, en fonction du temps, une carte des battements maximaux de la nappe, des cartes piézométriques et enfin une carte des résistivités des eaux de la nappe.

### a- Fluctuations en fonction du temps.

L'examen des courbes (fig. 78) montre que la hauteur de la nappe au niveau de chaque piézomètre varie indépendamment. Quelques piézomètres présentent cependant le même schéma de variation : P1 et P2, P5, P6 et P9.

Bien qu'aucune loi générale ne puisse être établie, il semble que les fluctuations suivent la pluviosité. Certains piézomètres donnent une fluctuation négative après de grosses pluies, mais nous ne savons pas à quelle cote la nappe a pu descendre entre les deux mesures. Seul un relevé en continu pourrait montrer l'influence de la pluviosité sur les battements de la nappe, et même permettre de calculer le temps de réponse de cette dernière aux pluies.

Les piézomètres P3 et P11 présentent des fluctuations très amorties ; ils sont peu sensibles aux précipitations.

### b- Carte de battements des eaux.

Parallèlement au versant ou selon un profil perpendiculaire à la vallée, les variations piézométriques à un temps T, au niveau de chaque sondage, semblent évoluer indifféremment les unes des autres. De même, entre deux mesures, le comportement d'un piézomètre peut être opposé bien que les conditions climatiques soient identiques avant la mesure, mais nous ne pouvons pas tirer de conclusions sur ces phénomènes n'ayant pas de mesures en continu.

Il apparaît cependant qu'en période de sécheresse, la cote de la nappe baisse en tout point. Les valeurs minimales sont comprises entre 0,86m et 1,97m. Les valeurs optimales seront obtenues à l'automne et au printemps. Il apparaît à ces périodes-là, que la nappe est subaffleurante. Au niveau de Chamoux-sur-Gelon, la nappe est au-dessus du sol. Elle forme des plans d'eau qui atteignent 40cm de hauteur d'eau.

Pour visualiser ces résultats, nous avons tracé la carte des battements maximaux de la nappe par rapport au sol (cf. fig. 79), c'est-à-dire les battements entre la période d'étiage (relevé le 8/9/1981) et la crue du 12/10/1981.

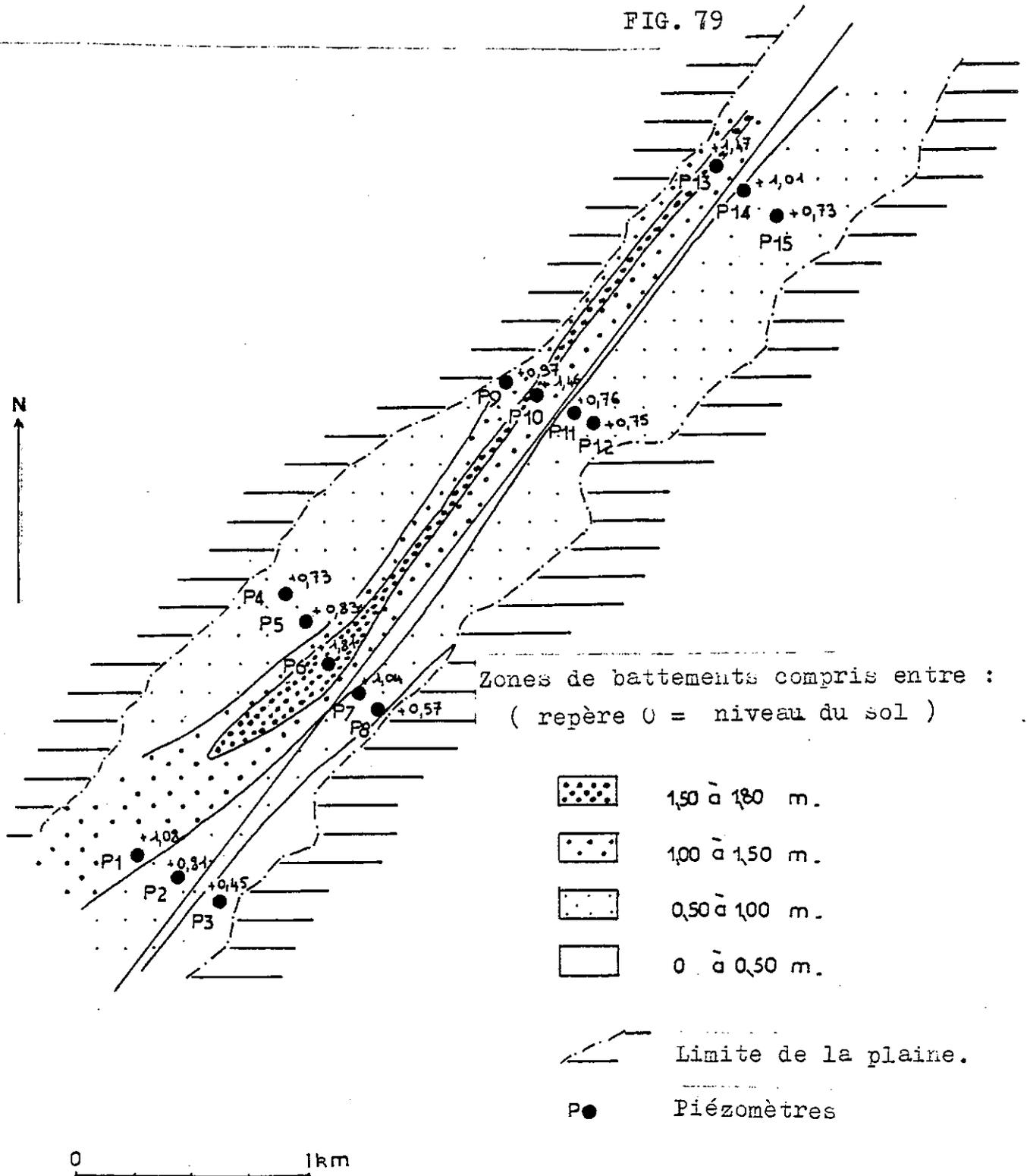
Cette carte met en évidence quatre zones :

- au centre de la plaine en rive gauche du Gelon, une zone étroite où les battements sont maximaux (entre 1,50m et 1,80m) ;

CARTE DES BATTEMENTS MAXIMAUX  
DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON

entre le 8/9/1981 ( étiage ) et le 12/10/1981 ( crue ).

FIG. 79



- entourant cette zone, en partant de la plaine en bordure du Montraillant au SW, puis longeant le Gelon en rive droite, un second secteur où les battements sont encore importants bien que plus faibles (entre 1,00 et 1,50m) ;

- en bordure du Montraillant et en grande partie dans la plaine en rive droite du Gelon, les battements sont compris entre 0,50 et 1,00m ;

- reste en rive droite, une zone au pied de la montagne de La Table où les mouvements de la nappe sont très faibles.

Ces quatre zones peuvent être interprétées comme :

- au centre, une zone plus perméable, sans doute sableuse, où les circulations des eaux sont rapides et les battements maximaux ;

- autour, une zone assez perméable où se font sentir les effets de drainage du Gelon. Au SW, s'individualise une zone qui se retrouvera lors de l'établissement des cartes piézométriques ;

- en bordure de la plaine, le matériel de l'aquifère est argileux, les circulations de la nappe sont lentes, les variations du niveau de celle-ci sont faibles ;

Nous avons injecté dans le piézomètre P<sub>12</sub>, situé au bord d'un fossé de drainage de la fluorescéine, puis quelques litres d'eau. Nous avons constaté que le niveau d'eau était monté dans le piézomètre. Au bout d'une demi-heure, le niveau n'était descendu que de 15cm environ et il n'y avait aucune trace de colorant dans le canal voisin, ce qui montre que les circulations au sein de la nappe sont très lentes.

- au SE, en rive droite du Gelon, existe une zone où les apports semblent régularisés. Les variations du niveau de la nappe sont là très amorties. La nappe est là alimentée régulièrement par des eaux souterraines provenant de circulations au sein des alluvions anciennes sableuses et graveleuses qui bordent la plaine à cet endroit, et qui sont plus perméables que les colluvions et éboulis à dominante argileuse que nous rencontrons dans le reste du secteur étudié.

#### c- Cartes piézométriques.

Le relevé des 15 piézomètres en place nous a permis de tracer des cartes piézométriques de la nappe du Gelon, d'une part en période d'étiage, d'autre part, en période de crue. Pour chaque "état" de la nappe, nous avons établi deux cartes :

- à l'étiage, le 29/8/1981 et le 8/9/1981.
- en crue, le 27/9/1981 et le 28/10/1981.

Ces cartes montrent :

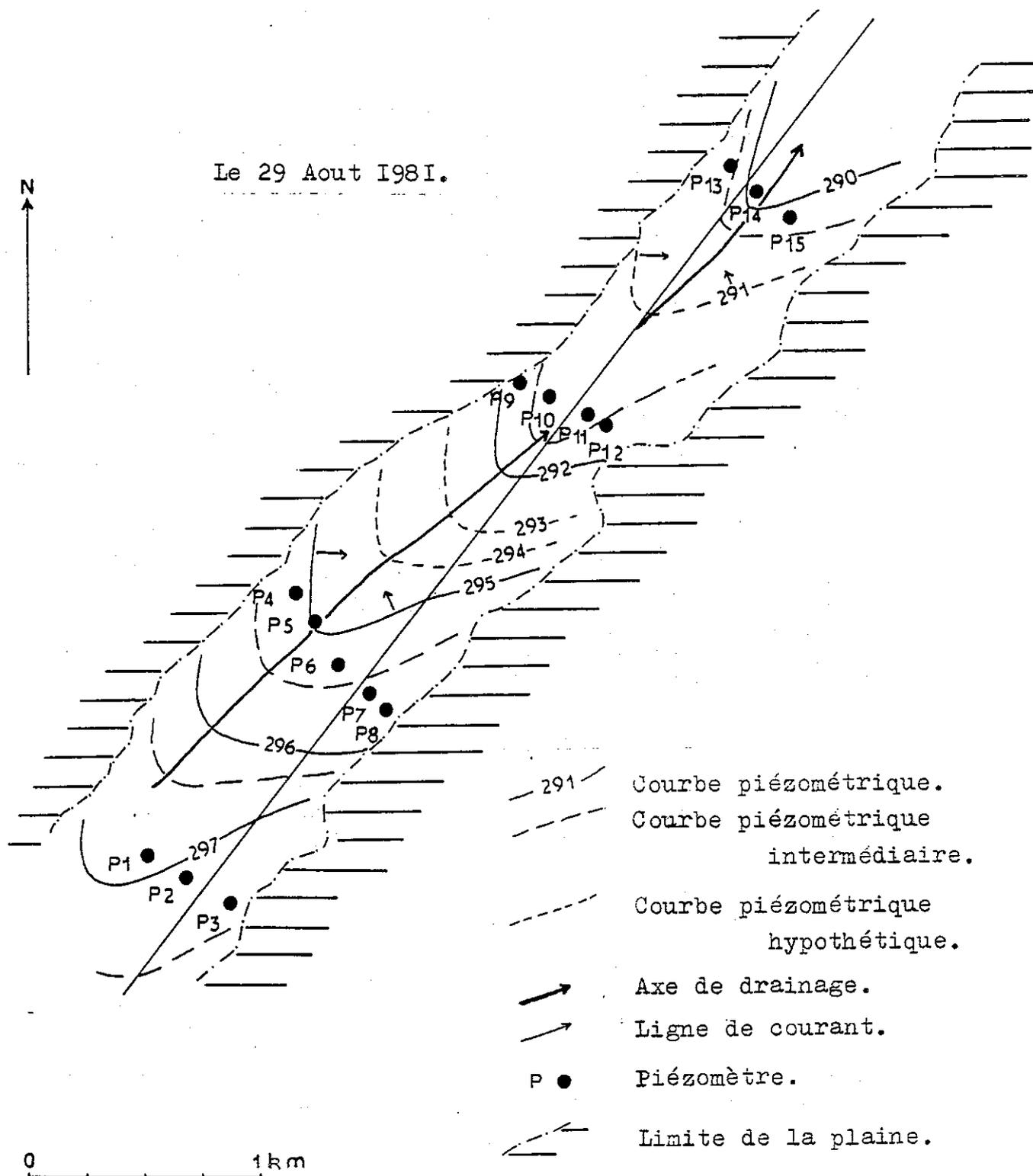
à l'étiage : (cf fig. 80 et 81) en aval de Villard-Léger se dessine un axe de drainage qui se superpose au Gelon. En revanche, à l'amont de cette commune, un axe part du centre de la plaine, en rive gauche, se rapproche lentement du Gelon et conflue ensuite avec l'axe précédent. Le Gelon alimente donc, dans cette partie, la nappe en rive gauche.

Il apparaît également sur ces cartes que l'alimentation de la nappe se fait aussi par les versants.

Remarque : le P<sub>11</sub> semble un point aberrant.

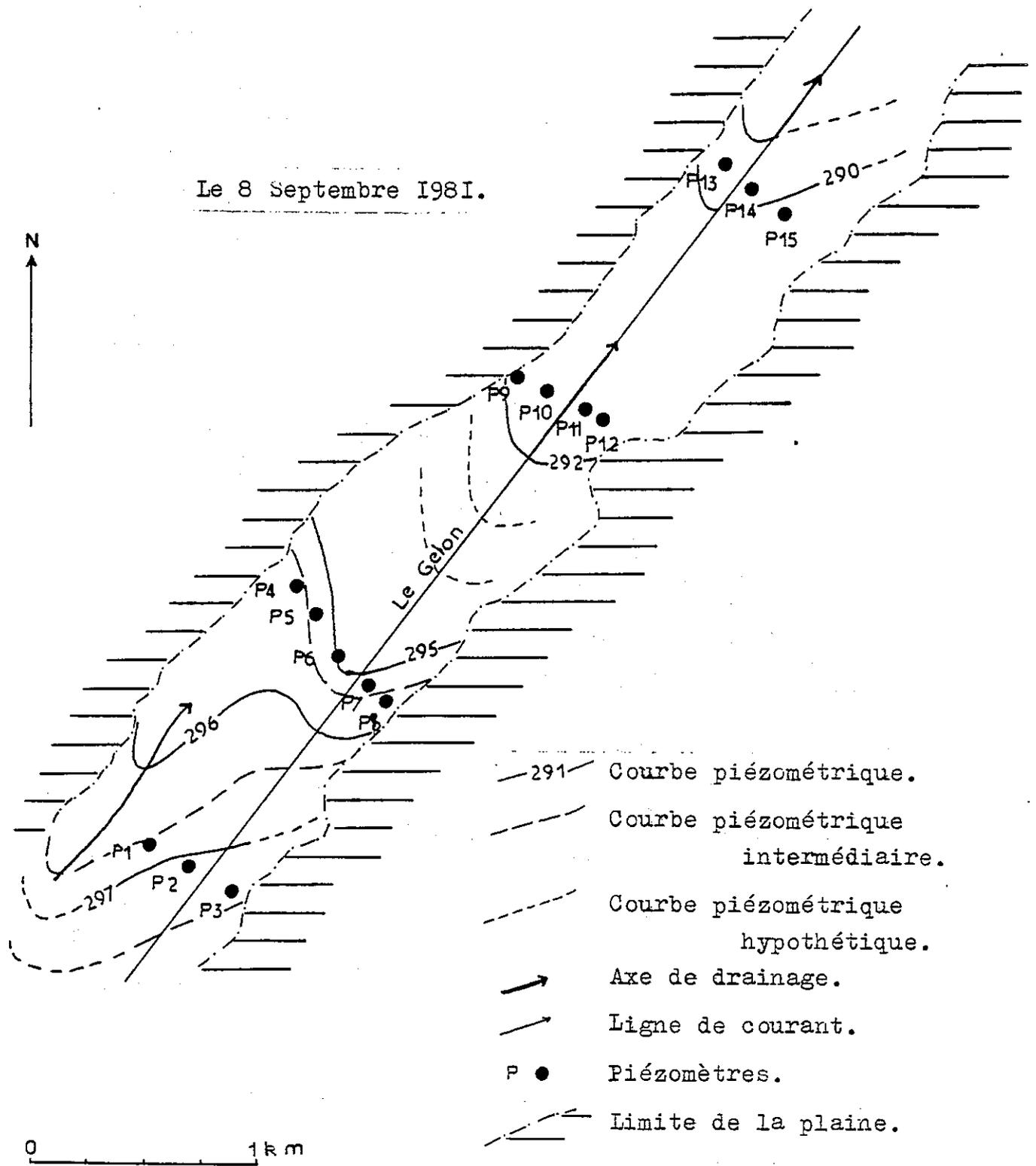
CARTE PIEZOMETRIQUE

DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON  
en période de basses eaux. FIG. 80



CARTE PIEZOMETRIQUE

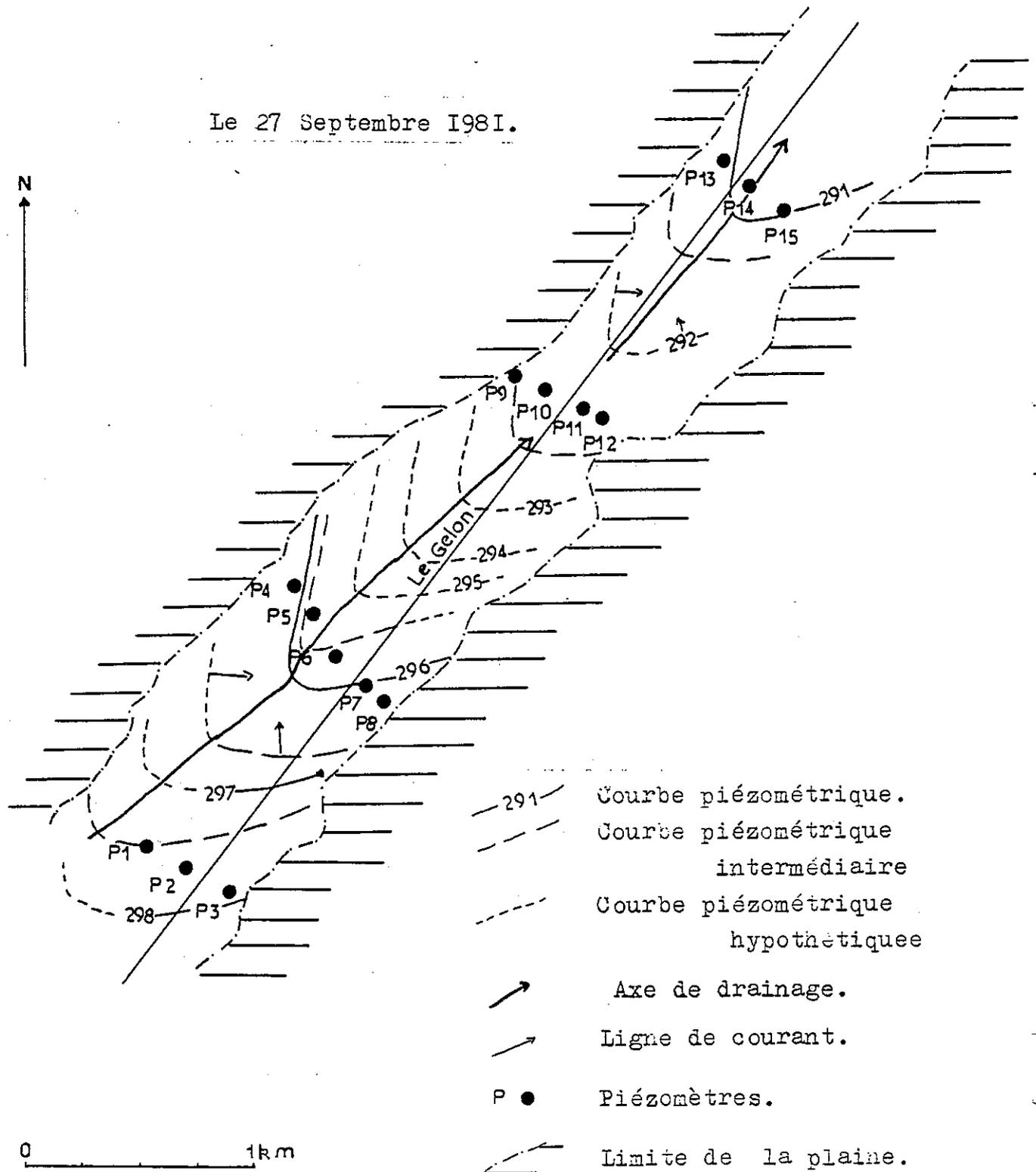
DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON  
en période de basses eaux. FIG. 8I



CARTE PIEZOMETRIQUE

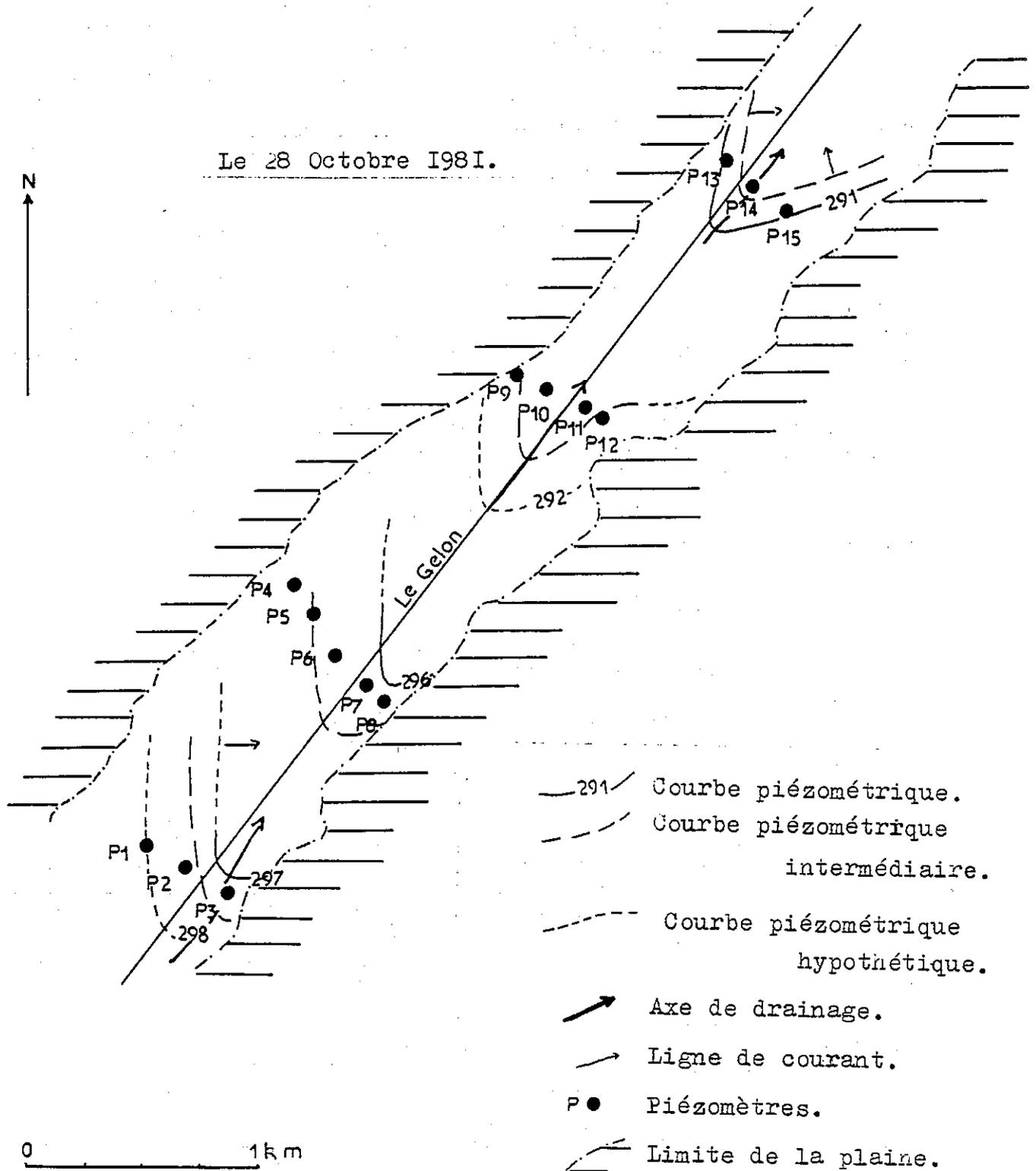
DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON

en période de hautes eaux . FIG. 82



CARTE PIEZOMETRIQUE

DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON  
en période de hautes eaux . FIG. 83



- en crue : la carte du 27/9/1981 (fig. 82) montre toujours deux axes de drainage : un axe en rive gauche qui rejoint au niveau de Villard-Léger, un axe selon le Gelon. Sur la carte du 28/10/1981 (fig. 83), l'axe de drainage en rive gauche s'est déplacé en rive droite du Gelon. La nappe en rive gauche est alors drainée par le Gelon.

Le Gelon draine toujours la nappe en aval du Villard-Léger.

L'alimentation de la nappe se fait aussi par les versants, mais nous pouvons remarquer que les apports sont plus importants du côté Montraiillant. Ceci peut être dû au fait que les collecteurs des eaux de ruissellement (ruisseaux, cônes de déjection, sillons glaciaires) sont nombreux sur le versant La Table - Montgilbert alors qu'ils sont pratiquement inexistantes sur le versant Montraiillant. Le ruissellement sur ce versant arrive donc directement dans la plaine, étant peu freiné par les colluvions de bordure de vallée qui sont de nature dominante argileuse.

#### d- Cartes de résistivité des eaux de la nappe.

Les mesures de la résistivité des eaux de la nappe à l'étiage montrent une homogénéité des valeurs autour de 1300  $\Omega$ cm qui ne permet pas de tracer de carte. Cette homogénéité est sans doute due à une minéralisation des eaux plus ou moins stagnantes, au contact des terrains aquifères.

En revanche, les mesures effectuées en hautes eaux (cf. fig. 84) permettent de définir plusieurs zones qui montrent un transfert de la minéralisation vers l'aval ou "effet de chasse". En effet, les eaux "douces" repoussent les eaux plus dures vers l'aval.

Notons cependant une alimentation par le versant en P15 et un point aberrant en P6.

#### e- Conclusion.

Comme le montre la prospection géophysique, le remplissage alluvial de la vallée du Gelon est essentiellement argileux.

La nappe d'accompagnement du Gelon est une nappe libre au sein d'argiles. Le gradient de la nappe est d'environ 2%. Les circulations dans ces terrains argileux sont très lentes.

L'alimentation de la nappe se fait par le Gelon, les versants et directement par les pluies. En effet, le Gelon alimente la nappe en amont de Villard-Léger, surtout en rive gauche, et la draine en aval, jusqu'à Chamousset. Cette influence de la rivière se manifeste surtout lors de pluies, auxquelles le torrent est très sensible. L'évaporation, au niveau de terrains argileux, étant très importante (par phénomènes de capillarité), les battements de la nappe sont maximaux dans cette zone d'influence.

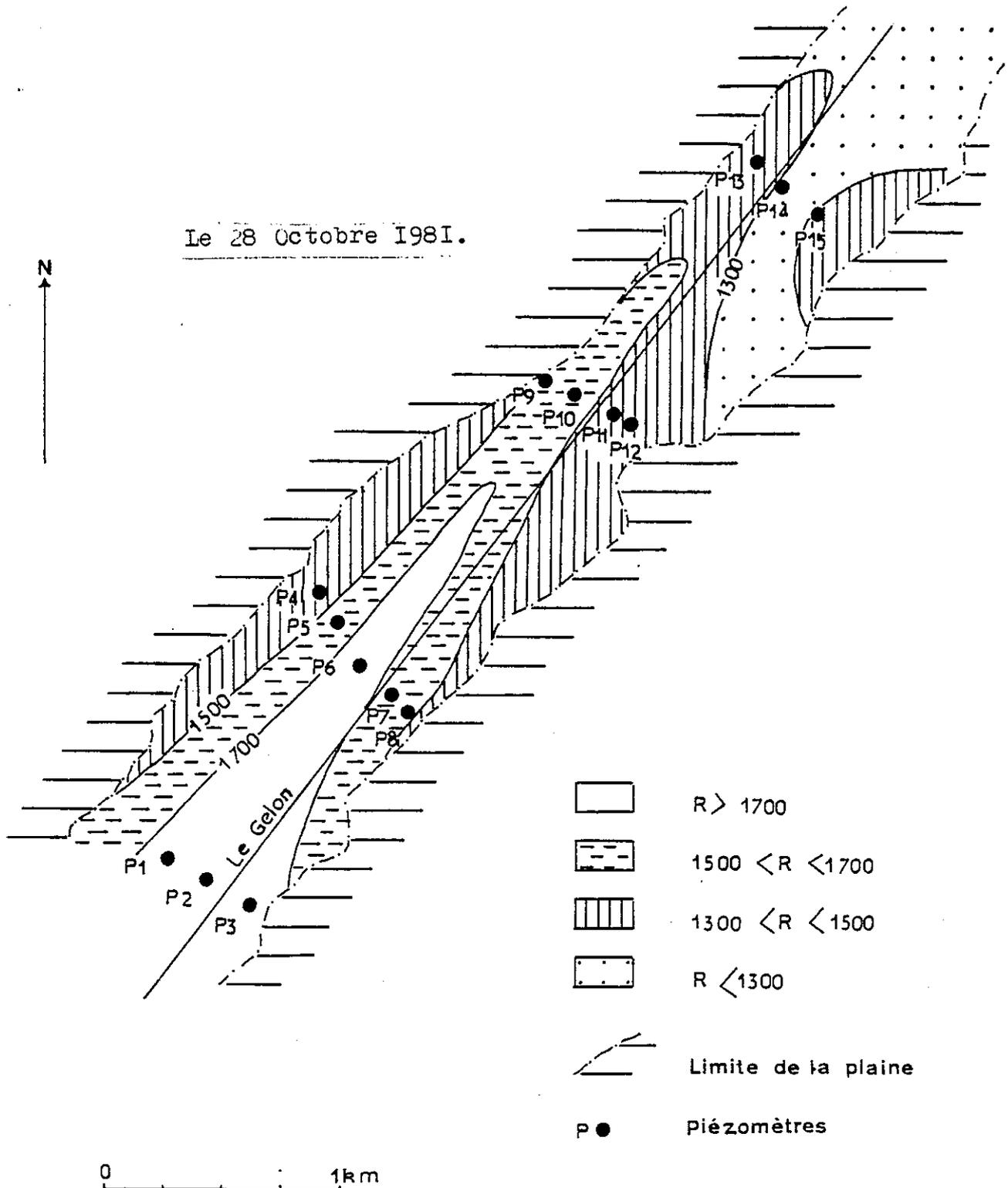
L'alimentation par les versants se fait sentir d'une manière plus discrète bien qu'elle soit très importante. En effet, les eaux de ruissellement représentent au moins 60% des précipitations tombées sur le versant en raison de la nature imperméable du substratum. Ces eaux sont ensuite captées par les formations quaternaires qui jalonnent la plaine. Ce sont, en rive gauche, des alluvions anciennes, de la moraine et des colluvions, et, en rive droite, des alluvions anciennes et de nombreux cônes de déjec-

CARTE DES RESISTIVITES

DE LA NAPPE D'ACCOMPAGNEMENT DU GELON

en période de hautes eaux.

FIG. 84



tion dont les trop-pleins s'évacuent par des sources. Les eaux ainsi stockées, sont restituées progressivement à la nappe au cours de l'année, soit par circulations souterraines, soit par sources.

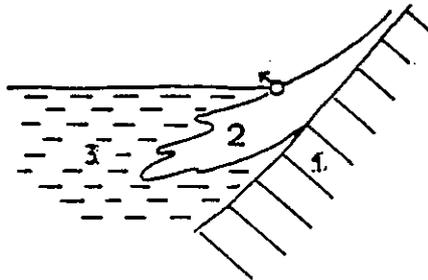
Il est à remarquer que le niveau du Gelon, dépend, non seulement des pluies tombées sur le bassin-versant du Bas Gelon, mais également des eaux drainées par le Haut-Gelon.

### C. PROBLEMES POSES PAR LA NAPPE SUPERFICIELLE DE LA VALLEE.

#### 1°/- Les causes de l'humidité :

Elles sont au nombre de trois principalement :

- Les arrivées d'eau sont abondantes : elles se font soit sous forme de ruissellement superficiel, soit sous forme d'écoulements souterrains. Dans le cas de la vallée du Gelon, le ruissellement est important. En effet, nous avons vu à la partie géologique que les formations du Bajocien du Montraillant et du plateau de La Table - Montgilbert sont très peu perméables. De ce fait l'infiltration est réduite sauf au niveau des cônes de déjection à la base desquels sortent généralement des sources (cf. fig. 85). Celles-ci s'alignent le long de la vallée.



SOURCE AU CONTACT CONE DE DEJECTION-REPLISSAGE ALLUVIAL. Fig.85.

1. Substratum.
2. Cône de déjection.
3. Remplissage alluvial.

- la stagnation des eaux : est due ici à la nature argileuse du remplissage alluvial.

- l'évacuation naturelle des eaux est restreinte : en effet, l'émissaire principal est le Gelon, mais le niveau de celui-ci en période de crue est haut. A Chamoux-sur-Gelon, il est au-dessus de la nappe, aussi ne peut-il la drainer. De plus, en raison de la faible perméabilité des terrains, les circulations au sein de la nappe sont lentes, donc l'évacuation restreinte.

Des canaux de drainage existent depuis longtemps dans la vallée, mais ils ne sont plus entretenus ; les remblais et les herbes les ont rendu inefficaces.

## D. L'ASSAINISSEMENT AGRICOLE : LE DRAINAGE.

L'assainissement agricole a pour but de mettre en valeur des terres humides, insalubres et le dessèchement des marais et marécages. La technique employée est le drainage.

### 1°/- Le drainage :

Cette technique englobe tous les travaux ayant pour objet l'évacuation intensive des eaux excédentaires, soit qui saturent les couches superficielles, soit qui stagnent en surface des parcelles afin de cultiver celles-ci avec un bon rendement, en tout point du terrain.

On distingue le drainage par fossés ouverts et le drainage par aqueducs enterrés.

### 2°/- L'effet du drainage :

Celui-ci a des effets immédiats physiques et chimiques sur le sol :

- il aère le sol ;
- il modifie la constitution physique du sol ;
- il favorise la nitrification ;
- il permet aux terres argileuses de mieux résister à la sécheresse ;
- il assure une pénétration plus profonde des racines ;
- il réchauffe le sol ;
- il amène la disparition des plantes nuisibles et des maladies ;
- il facilite le travail.

### 3°/- Conséquences sur les cultures :

Une série d'observations a montré un accroissement de la production (J. Tricart, 1962) :

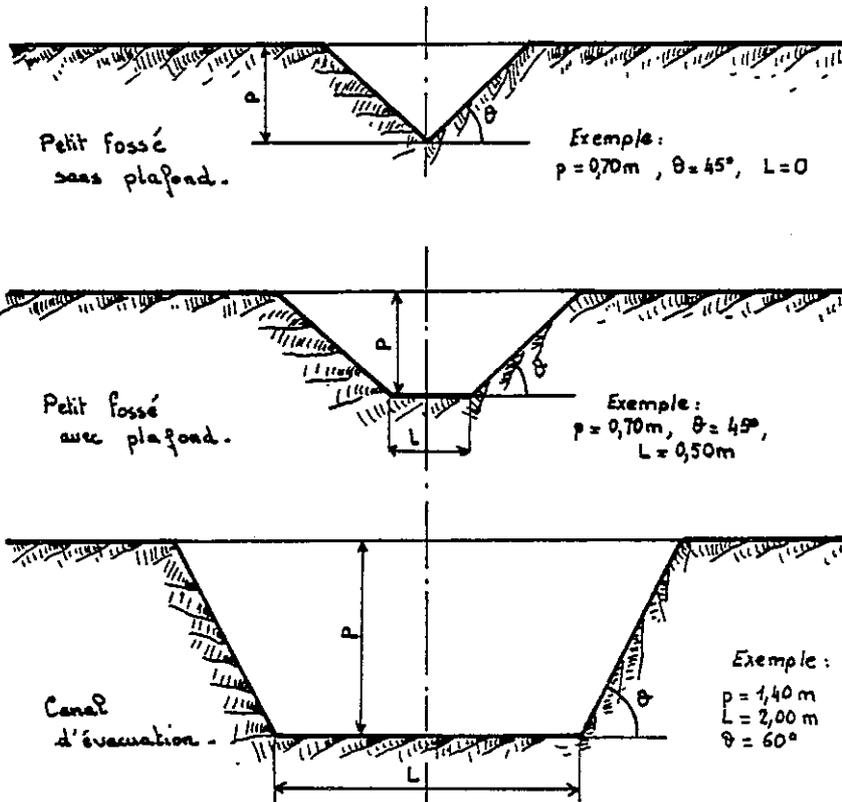
- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| - en blé : 57%    | - en pomme de terre : 81% |
| - en avoine : 83% | - en seigle : 119%        |
| - en orge : 87%   | - en prairie : 133%       |

## E. LES PROCÉDES D'ASSAINISSEMENT.

Le rôle principal des fossés est de recueillir les eaux superficielles et souterraines, et les conduire jusqu'à l'émissaire principal. Le drainage se fait soit par fossés ouverts, soit par conduites enterrées.

1°/- Le drainage par fossés ouverts :

- Différents types de fossés.



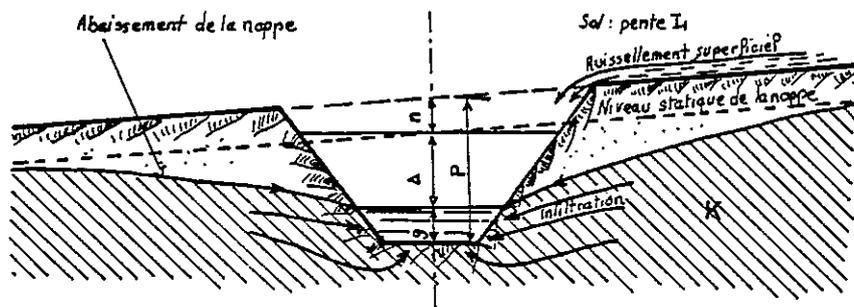
Différents types de fossés - Fig.86

- Le rôle du fossé.

Le fossé est creusé dans un terrain de perméabilité  $K$  et de pente  $I$ , perpendiculaire à l'axe du fossé. La nappe phréatique se trouve à la profondeur  $n$  par rapport à la surface (cf. fig. 87).

Le fossé recueille :

- . d'une part, les eaux de ruissellement superficiel ;
- . d'autre part, il joue le rôle de puits captant, c'est-à-dire que les parois laissent filtrer l'eau de la nappe.



LES ECOULEMENTS AU NIVEAU D'UN FOSSE DE DRAINAGE . FIG : 87

. S'il n'y a pas d'écoulement, le fossé se remplit jusqu'au niveau statique de l'eau. S'il y a un écoulement, on atteint un équilibre entre l'eau qui arrive et celle qui s'écoule, et lorsque le régime permanent est atteint, la hauteur d'eau dans le fossé se stabilise à la hauteur  $g$  correspondant à une certaine dénivellation  $\Delta$  par rapport au niveau statique.

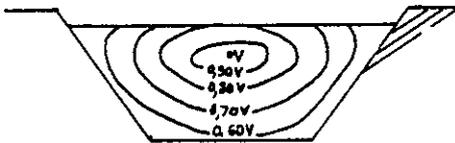
## 2°/- Le drainage par tuyaux enterrés :

Il consiste en un réseau de tuyaux en poterie ou béton, disposés dans le sol de façon à l'assainir et à l'aérer.

Un réseau comprend deux types de tuyaux : les drains et les collecteurs. Les drains sont disposés parallèlement. Ils conduisent les eaux jusqu'à un collecteur qui se déverse par une bouche dans l'émissaire.

## 3°/- Écoulement des eaux dans les fossés et aqueducs :

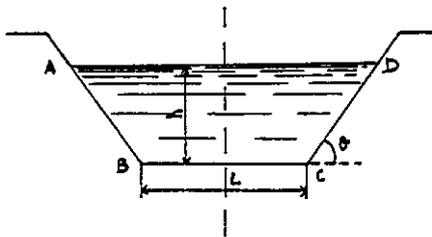
### a- Répartition des vitesses dans un fossé.



vitesse moyenne :  $W \# 0,80 V$   
 vitesse de fond :  $W \# 0,60 V$   
 $V$  vitesse maximale.

Les divers filets parallèles à l'axe du canal ne sont pas animés de la même vitesse. La vitesse maximale se produit vers le milieu du courant, à une certaine distance de la surface libre. Celle-ci diminue constamment en se rapprochant des bords, tout d'abord lentement, puis rapidement près des rives.

### b- Equation fondamentale générale de l'écoulement.



Soit  $S$  : aire (ABCD)  
 $P$  : périmètre mouillé de cette section  
 (AB+BC+CD)

## Écoulement de l'eau .

Le rapport  $\frac{S}{P}$  de la section d'écoulement s'appelle le rayon moyen de la section ou rayon hydraulique  $R$ .

Cette notion de rayon hydraulique est généralisée à toute forme de section et de périmètre mouillé.

De plus, si  $I$  = pente de la ligne d'eau ou du canal  
 $U$  = vitesse moyenne de l'eau en m/s

On démontre que :

$$\frac{S}{P} \cdot I = f(U) \quad \text{soit} \quad RI = f(U)$$

Telle est l'équation fondamentale de l'écoulement en régime permanent et uniforme de l'eau dans les canaux.

Si Q est le débit effectif du canal, nous avons  $Q = SU$

Il s'agit donc de déterminer la fonction  $f(u)$ . Divers auteurs ont proposé des formules dont nous n'en citerons que trois :

- Formule de Darcy et Bazin :

$$f(U) = \left(\alpha + \frac{\beta}{R}\right) U^2 \quad \alpha \text{ et } \beta \text{ étant des valeurs déterminées suivant la nature des parois.}$$

- Formule de Ganguillet et Kutter :

$$U = C \quad RI \quad \text{avec} \quad C = \frac{23 + \frac{0,00155}{I} \cdot \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{I}\right) \frac{n}{VR}}$$

n est la rugosité des parois.

- Formule de Tadini :

pour les émissaires de petites dimensions :

$$U = 50 \quad RI$$

#### 4°/- Choix de la section des canaux :

Les canaux ouverts sont le plus souvent à section trapézoïdale. Dans ce cas, nous avons :

$$S = h (1 + h \cotg \theta) \quad \text{d'où} \quad R = \frac{S}{P} = \frac{h (1 \sin \theta + h \cos \theta)}{1 \sin \theta + 2h}$$
$$P = 1 + \frac{2h}{\sin \theta}$$

$$\text{Si } \theta = 45^\circ \text{ (cas le plus fréquent) : } R = \frac{h (1 + h)}{1 + 2h \sqrt{2}}$$

- Profondeur des fossés :

Elle varie avec les causes d'humidité. S'il s'agit d'évacuer des eaux superficielles, le fossé sera peu large et peu profond. S'il faut, en même temps, recueillir les eaux souterraines, on dispose le plafond des fossés environ 20cm plus bas que le niveau auquel on désire abaisser le niveau de la nappe.

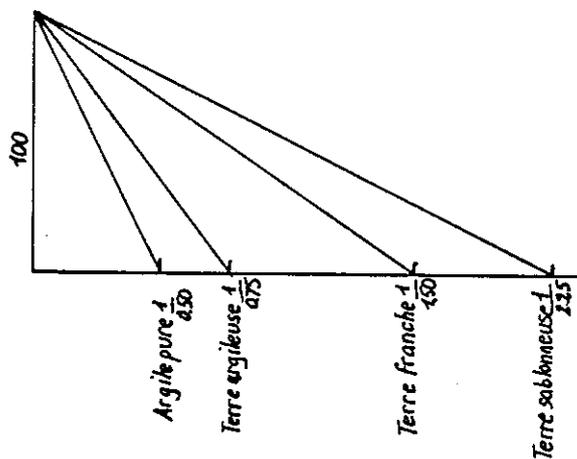
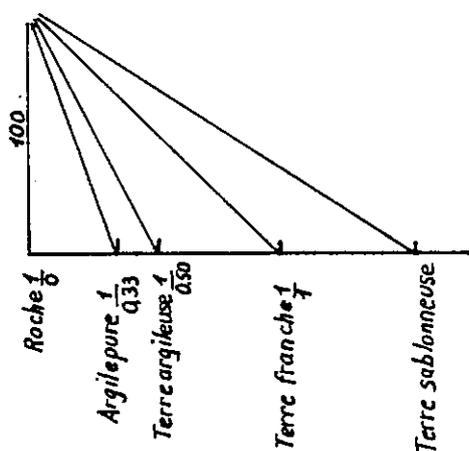
La profondeur normale à adopter est de 0,80 à 1,25m : 0,80 à 1m pour les prairies, 1 à 1,25m pour les terres arables. Dans le cas de sols argileux, il ne faut pas dépasser 0,90 à 1,05m pour ne pas trop dessécher ces sols.

- Pente du talus  $\theta$ .

La pente du talus  $\theta$  est déterminée par le rapport de la longueur de la base à la hauteur correspondante.

Ainsi, pour un talus ayant pour hauteur l'unité, une pente de 1/0,33 sera un talus ayant 1m de hauteur sur 0,33m de base.

Les terres en remblais ayant moins de cohésion que celles en déblais, la pente du talus sera plus faible.



Talus en déblai :

$$\frac{1}{m} = \frac{\text{hauteur}}{\text{base}}$$

Talus en remblai :

$$\frac{1}{m + \frac{m}{2}} = \frac{\text{hauteur}}{\text{base}}$$

50/- Ecartement des fossés :

On aura souvent recours pour fixer cet écartement à des considérations topographiques et culturelles, et l'on rejoint pour cela la méthode américaine. On creusera des fossés dans les petits thalwegs naturels et en particulier là où la présence des joncs ou des plantes de marais indiquent l'affleurement de la nappe souterraine. Souvent encore, il faudra placer les fossés à la limite des parcelles ou le long des chemins de façon à limiter le nombre d'obstacles à la culture et éviter la construction de nombreux ponceaux.

A.N. Kostiakov propose la formule suivante :

$$E_m = \frac{78}{\gamma} d \cdot i \cdot T^2 \cdot V_I$$

E : écart des drains

$\gamma$  : coefficient de rugosité de la parcelle

d : coefficient d'écoulement

i : intensité en mm/h des précipitations

T : durée en jours de submersion admissible

I : pente du terrain à drainer.

Dans le cas de terrains argileux compacts, l'écartement des drains est de :

- pour une pente < 1/300 : 10 à 12m
- pour une pente > 1/300 : le nombre augmente de 20%, soit 10 à 15m.

#### F. ETUDE PREALABLE A UN PROJET DE DRAINAGE.

Avant de commencer un projet de drainage, certains termes climatologiques, géologiques et agronomiques sont à déterminer.

#### 1°/- Données climatologiques et hydrogéologiques :

Elles consistent en l'étude des précipitations, du ruissellement et de l'évaporation qui ont lieu sur les parcelles à assainir. On définit ainsi :

- le module de pluviométrie : hauteur d'eau tombée en une année, exprimée en millimètres.

- le ruissellement :  $d = \frac{D}{P}$  D : débit du cours d'eau à l'aval du bassin.  
P : précipitations tombées sur le bassin-versant.

- L'infiltration : elle dépend de la nature du terrain : D'après des observations, des coefficients d'infiltration ont été évalués :

Limons argileux : 5mm/h  
Alluvions : 20 à 100mm/h  
Terre sableuse : 500mm/h  
Sable : 0,80mm/h  
Limons : 0,40mm/h  
Terres franches labourées : 0,30mm/h  
Terres argileuses : 0,20mm/h

Lorsque le sol est nu, il présente une plus grande résistance à l'infiltration que lorsqu'il est couvert de végétation car celle-ci l'a ameubli dans sa couche superficielle.

Dans ce dernier cas, le sol retient l'eau mais il la donne aux plantes qui la restituent sous forme d'évapotranspiration.

- L'évaporation : Il faut distinguer :

. l'évaporation physique due :

- au climat : le climat agit en fonction de l'humidité générale, la température, l'altitude, le régime des pluies et des vents.

- au vent : les qualités du sol interviennent sur l'évaporation. En effet, plus les particules sont fines, plus l'évaporation est grande. De plus, l'eau qui s'évapore est immédiatement remplacée par l'eau qui remonte de la profondeur par capillarité.

- la couverture du sol : elle diminue l'évaporation directe en diminuant l'échauffement des rayons solaires et l'action des vents.
- . l'évaporation physiologique : elle correspond aux besoins des plantes. Quelques valeurs ont été déterminées, sous climat tempéré, pendant les mois d'été :
  - prairies e = 3 à 7mm d'eau par jour ;
  - céréales e = 2 à 4mm d'eau par jour ;
  - Forêt de pins e = 0,5 à 1mm d'eau par jour ;
  - Forêt de chênes e = 0,5 à 0,8mm d'eau par jour.

Pour un drainage dans la vallée du Gelon, ces différents termes (pluviométrie, ruissellement, infiltration et évaporation) seront définis lors de la recherche du bilan hydrogéologique du bassin versant (chapitre 4).

### 2°/- Données géologiques :

Dans un problème de drainage, il est important de connaître la nature du sol, comme nous l'avons vu précédemment. On définit en particulier sa perméabilité.

### 3°/- Données agronomiques :

Il s'agit de définir la hauteur optimale de la nappe d'eau de façon à assainir les couches superficielles du terrain, mais sans les dessécher complètement.

En effet, le ressuyage de la portion du sol qui doit recevoir les racines des plantes est indispensable pour le rendement. De plus, un excès d'eau entraîne le développement de phénomènes anaérobies provoquant la formation d'un "mor" tourbeux et d'horizon de gley créant des marais.

D'autre part, un assainissement trop poussé est néfaste car il diminue les possibilités d'approvisionnement en eau des racines à partir de la nappe supérieure, qui se fait à partir d'une certaine profondeur par ascension capillaire.

Ainsi pour chaque plante, il existe un niveau optimal de la nappe qui correspond à son épanouissement maximal.

De nombreux auteurs ont essayé de déterminer cette valeur pour différents types de cultures. Nous pouvons citer, par exemple, les résultats de Tcherkassov (URSS) :

Cultures	Profondeur optimale de la nappe en m	
	Alluvions argilo-sableuses	Sols argileux
Mélange orge-avoine pour fourrage-Lins-fourrages verts	0,45 - 0,60	0,50 - 0,55
Fourrages verts pluri-annuels en pâturage	0,70 - 0,90	0,80 - 0,85
Fourrages	0,55 - 0,70	0,50 - 0,65
Céréales - Cultures ensilées	0,60 - 0,80	0,70 - 0,75
Pomme de terre	0,70 - 1,00	0,80 - 0,90
Cultures à racines profondes	0,80 - 1,00	0,85 - 0,95
Arbustes à haies et arbres fruitiers	0,90 - 1,20	1,00 - 1,10

Ces valeurs ne sont qu'indicatives. Dans chaque cas, il faut faire des expériences locales.

#### 4°/- Conclusion :

Le drainage par fossés ouverts, présente quelques inconvénients sur le drainage par tuyaux enterrés. En effet, le drainage par fossés ouverts est inférieur au drainage par tuyaux enterrés au point de vue de l'intensité d'action sur les propriétés physiques des sols. Il entraîne de plus, une perte de terrain pour l'agriculture et augmente les frais d'exploitation.

Il exige aussi un entretien régulier. Il faut curer les fossés au moins une fois par an, rectifier les parois qui s'éboulent facilement sous l'action des infiltrations latérales et enlever les herbes qui y croissent abondamment et donc, nuisent à l'infiltration.

Pour une terre argileuse homogène, les ingénieurs s'accordent à reconnaître dans de nombreux cas, la supériorité du drainage profond sur le superficiel, car la capacité de rétention de celles-ci est élevée, la perméabilité faible et la remontée capillaire importante.

## G. PROJET DE DRAINAGE DANS LA VALLEE DU GELON.

La vallée du Gelon présente toutes les caractéristiques de sols humides, voire même de marécages et de marais. En effet, il existe de nombreuses zones marécageuses permanentes. Dans les prairies, les herbes sont de type plantes de marais.

Les anciens ont déjà essayé de lutter contre cet "excès d'eau". De nombreuses parcelles sont plantées de peupliers. Un réseau de drainage parcourt la vallée, mais la plupart des fossés ne sont pas entretenus, aussi leur effet est très minime, si ce n'est nul.

Actuellement, la Direction Départementale de l'Agriculture de la Savoie se propose d'assainir les marais de la vallée du Gelon.

Le premier point serait de curer les fossés existants afin de voir leur efficacité réelle. Ensuite, il faudrait vérifier le niveau du Gelon afin de pouvoir juger s'il est captable d'évacuer rapidement les eaux des collecteurs et de drainer la nappe. Enfin prévoir un réseau de drainage renforçant le réseau existant.

Avant tous travaux, il s'avère nécessaire d'effectuer des études préalables ; l'étude climatologique, l'étude du ruissellement superficiel et souterrain, c'est-à-dire le bilan hydrogéologique du bassin versant, l'étude du sous-sol sont effectuées dans ce présent travail. Outre toutes ces données, il est important de connaître les variations de la nappe superficielle également étudiées ici.

## H. CONCLUSION.

L'excès d'humidité de la plaine du Gelon pose de nombreux problèmes en agriculture. Pour pallier à ces inconvénients, la Direction Départementale de l'Agriculture de Savoie se propose d'établir un réseau de drainage.

Il en existe déjà un, mais les fossés sont bien souvent remblayés ou envahis par une végétation de type marais. Les écoulements sont donc nuls.

Les caractéristiques du drainage dépendent du niveau de la nappe dans le sol. En effet, il faut abaisser cette nappe, mais cet assainissement ne doit pas être trop poussé car il diminue alors les approvisionnements en eau des racines. En fait, pour chaque catégorie de plante, il faut un niveau optimal particulier de la nappe. De ce niveau dépendent les rendements. En général, il est nécessaire que ce niveau se situe entre 0,50 et 1m de profondeur.

Dans la plaine du Gelon, la nappe, lors des saisons pluvieuses est sub-affleurante et même, par endroit, au-dessus du sol. A l'étiage, elle est à 1 ou 2m de profondeur selon les points.

Il apparaît donc nécessaire d'abaisser la nappe d'un mètre environ. Dans le cas de fossés ouverts, on dispose le plafond des fossés environ 20cm plus bas que le niveau désiré pour la nappe. Donc dans le cas présent, les fossés devraient être profonds de 1,10 à 1,20m.

Cependant, comme le terrain est très argileux, il ne faut pas dépasser 0,90 à 1,05m pour ne pas dessécher le sol.

Dans le cas de terrains argileux, le drainage profond s'avère supérieur à celui par fossés ouverts. De plus, ce dernier procédé exige un entretien régulier.

## CHAPITRE IV : ETUDE DE LA NAPPE DU COISIN-COISETAN.

### A. DESCRIPTION DE LA PLAINE.

Le Coisin prend naissance dans un marais au niveau de Maltaverne, puis il s'écoule dans une vallée large d'environ 300m entre le chaînon de Planaise-Chamousset et le Montraillant. Il se jette ensuite dans le lac de Sainte-Hélène. Il ressort à l'aval du lac et porte alors le nom de "Coisetan". La vallée s'ouvre aux Molettes sur la plaine de l'Isère.

### B. LE REMPLISSAGE DE LA PLAINE.

Celui-ci est décrit à la partie 2, chapitre II A. Nous ne ferons ici que rappeler les différentes formations rencontrées lors de sondages et de prospection géophysique dans la partie aval de la plaine du Coisetan. L'observation des coupes transversales ainsi réalisées montre une imbrication de formations à granulométries très différentes, avec le plus souvent :

- une couverture de limons superficiels gris-bleu ;
- un cordon plus ou moins épais d'alluvions grossières ;
- un tapis discontinu de sablons ;
- des argiles bleues compactes.

Le lac de Sainte-Hélène est une dépression creusée par les glaciers würmiens dans ces argiles bleues que l'on retrouve à la base du chaînon de Planaise-Chamousset.

### C. ETUDE DE LA NAPPE COISIN-COISETAN.

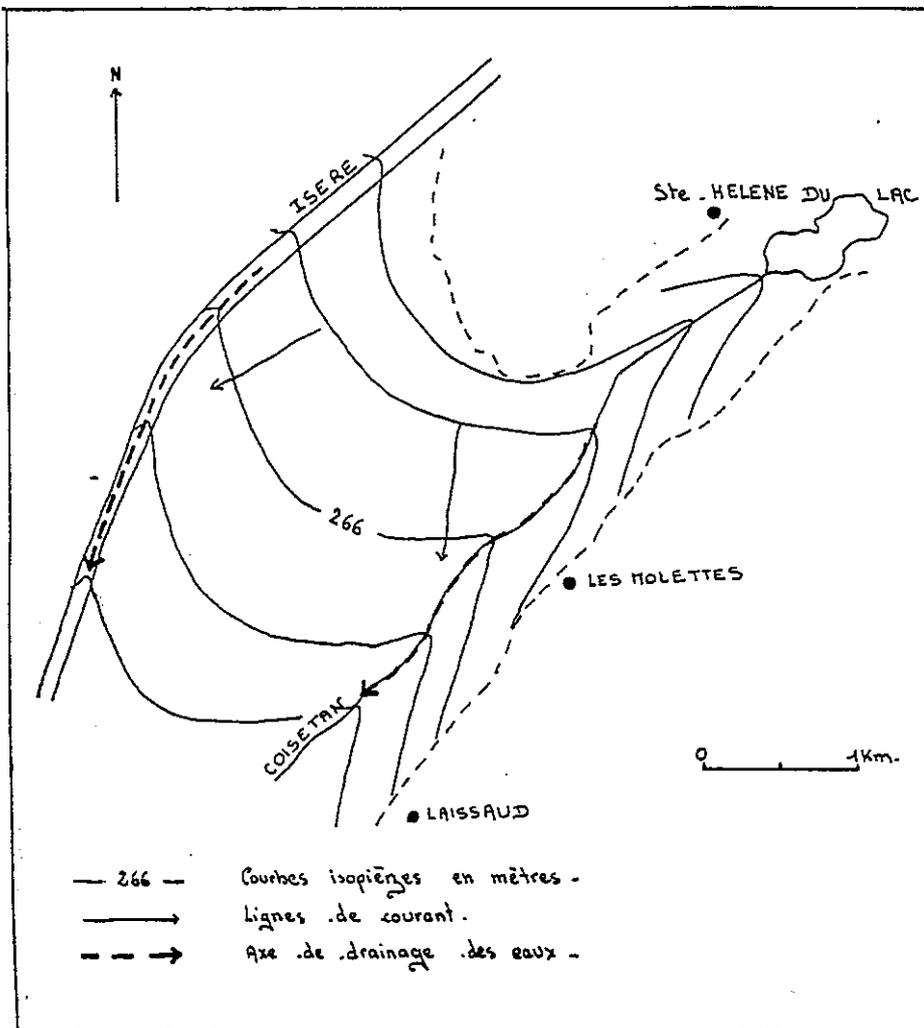
#### 1°/- Le matériel en place :

Des piézomètres et des forages existent depuis longtemps au niveau de la plaine du Coisetan, entre Les Molettes et Laissaud. Ils ont été placés pour l'étude de la nappe de l'Isère.

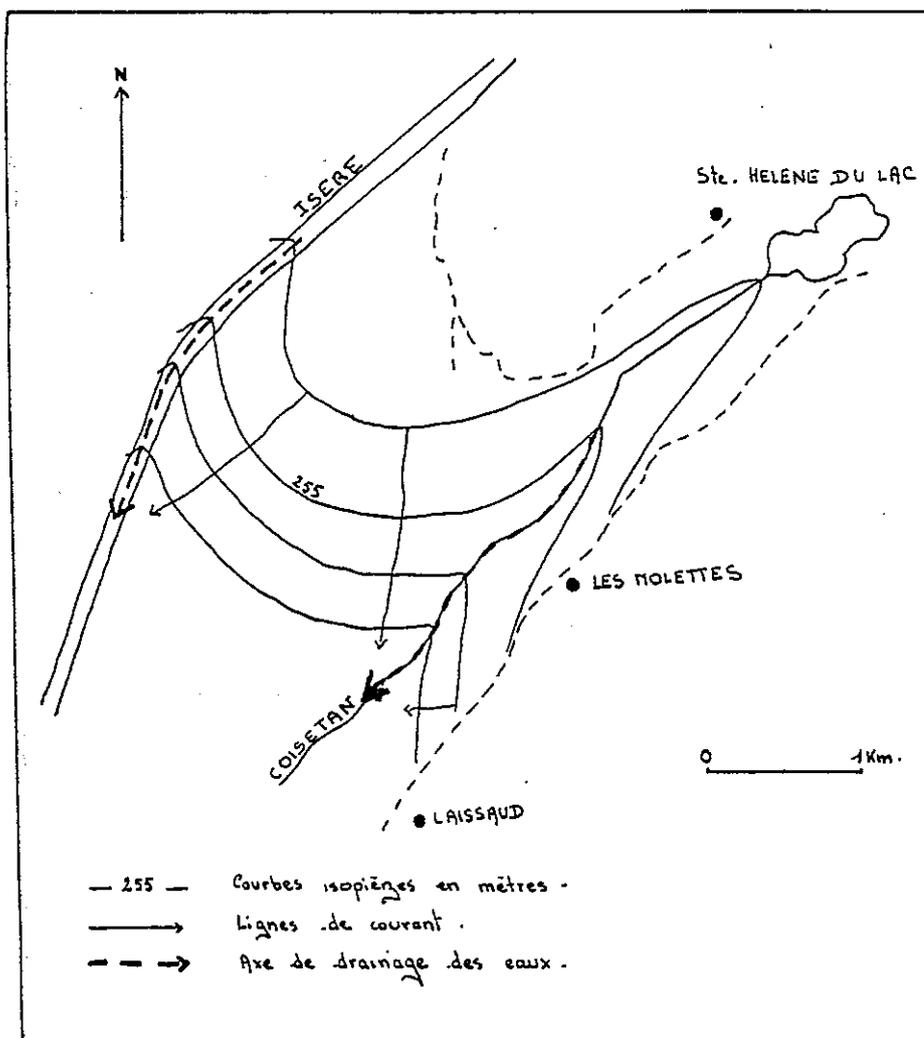
Sur le ruisseau, sont installés trois limnigraphes : l'un à l'amont du lac, l'autre à l'exutoire du lac (L8) et enfin un aux Teppes de Laissaud (L9).

#### 2°/- Cartes isopièzes :

Dans la plaine de l'Isère, existe un grand nombre de piézomètres qui font l'objet d'un contrôle régulier par l'E.D.F. Ces relevés, effectués au niveau de la plaine Coisetan-Isère nous ont permis de tracer les cartes isopièzes en basses eaux (octobre 1980) et en hautes eaux (juillet 1980). Ces cartes montrent : (cf. fig. 88)



CARTE PIEZOMETRIQUE  
 DES BASSES EAUX.  
 octobre 1978



CARTE PIEZOMETRIQUE  
 DES HAUTES EAUX  
 juillet 1978

Fig. 88

- en basses eaux : un axe de drainage suit le tracé du ruisseau du Coisetan qui se dirige vers Pontcharra : le Coisetan draine la nappe depuis la sortie du lac jusqu'au niveau où il franchit la voie ferrée Grenoble - Montmélian, à environ 2 km en amont de Pontcharra; ensuite ce ruisseau alimente la nappe. Ce changement de "régime coïncide avec un changement de la granulométrie des alluvions. Depuis Sainte-Hélène jusqu'à la sortie de Laissaud, le Coisetan coule sur des alluvions, où les fines dominent très largement. La nappe est, là, alimentée par les versants et même si cette alimentation reste toujours peu importante, la faible perméabilité des alluvions provoque une régulation des apports et permet à la nappe de rester haute toute l'année. Au contraire, au moment où le canal atteint la voie ferrée, il vient couler sur des alluvions grossières, où la nappe est drainée par l'Isère ; le canal va perdre une partie importante de son débit sur 300 ou 400m. de son cours". (J.C. Fourneaux, 1976).

Un second axe se dessine au niveau de l'Isère.

- en hautes eaux : comme en basses eaux, deux axes de drainage apparaissent : l'un selon l'Isère, l'autre selon le Coisetan.

### 3°/- Conclusion :

Il existe deux types d'alimentation de ce bassin : l'alimentation par les versants et l'alimentation directe par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans la nappe. On constate sur les cartes isopièzes, que le Coisetan draine la nappe depuis l'exutoire du lac jusqu'à Laissaud. Ensuite, il l'alimente.

Les crues du Coisetan se produisent avec beaucoup de retard en raison d'une part du rôle de tampon joué par le lac, d'autre part par la création de barrages végétaux. Ces derniers rendent inexploitable les limnigrammes réalisés.

Rappelons la formule de Dupuis qui permet de calculer le débit d'un drain :

$$Q = \frac{K (H^2 - h^2)}{2R} \quad \text{avec}$$

Q : débit du drain  
K : perméabilité du terrain  
H : niveau statique de la nappe  
h : niveau d'eau dans le canal  
H-h : rabattement de la nappe  
R : rayon d'influence

QUATRIEME PARTIE

APPROCHE DU BILAN HYDROLOGIQUE

L'étude hydrogéologique du bassin versant du Gelon et de celui du Coisin a pour but :

- d'évaluer les quantités d'eau présentes dans le bassin-versant, sous toutes ses formes : pluie, neige, ruissellement, eaux souterraines, afin de déterminer les différents termes du bilan hydrologique :

$$P = E + R + I + \Delta W$$

P: précipitations  
R: ruissellement  
E: évapotranspiration  
I: infiltration  
 $\Delta W$ : variation des réserves

- de déterminer les limites exactes du bassin versant, pour cela définir tout exutoire ou apports extérieurs au bassin versant topographique, correspondant à des formations géologiques particulières.

Pour déterminer les différents termes du bilan hydrologique, nous avons été amenés à faire un relevé quantitatif sur une année (novembre 1980 à octobre 1981) de certains éléments climatiques telles les précipitations et les températures, de mesurer les écoulements superficiels et souterrains.

Connaissant tous ces paramètres, nous essayerons d'approcher le bilan hydrologique de chaque bassin versant.

## CHAPITRE I : LES FACTEURS CLIMATIQUES.

### A. APERCU CLIMATIQUE.

Le secteur étudié se situe d'une part à l'"ombre" du massif de Belledonne, d'autre part au niveau de la confluence de la vallée de l'Isère (de direction ESE-NWN puis, après Montmélian, de direction NEN-SWS) et de la Cluse de Chambéry.

Du fait de sa position, la région est soumise d'une part aux conditions climatiques dues à la présence de la chaîne de Belledonne qui forme un rempart aux vents et d'autre part, à l'influence de trois climats indépendants : océanique, méditerranéen et continental qui marquent principalement le Grésivaudan. Ces différents climats se manifestent par des vents du Sud assez violents et annonceurs de pluies, d'orages en été et du vent du Nord, frais ou froid, mais toujours messenger de beau temps. Les vents d'Ouest influent également de manière importante, amenant avec eux une grande partie des précipitations, tandis que quelques vents de traverse soufflent épisodiquement, vent d'Est au pied de Belledonne ou du Nord-Ouest.

L'extrémité Sud-Ouest de la montagne de Montraillant est soumise à tous ces vents contraires. De ce fait, elle est beaucoup moins humide que la région environnante : les pluies sont beaucoup plus importantes dans les vallées du Gelon et du Coisin qu'à La Chapelle-Blanche.

Nous avons donc étudié les principaux facteurs climatologiques, c'est-à-dire, les précipitations et la température. Grâce à ce dernier paramètre, nous avons pu essayer d'évaluer l'évapotranspiration.

### B. LES PRECIPITATIONS.

#### 1°/- Le réseau pluviométrique existant :

Dans la région, le réseau pluviométrique est assez dense. Sa distribution est représentée à la fig. 89.

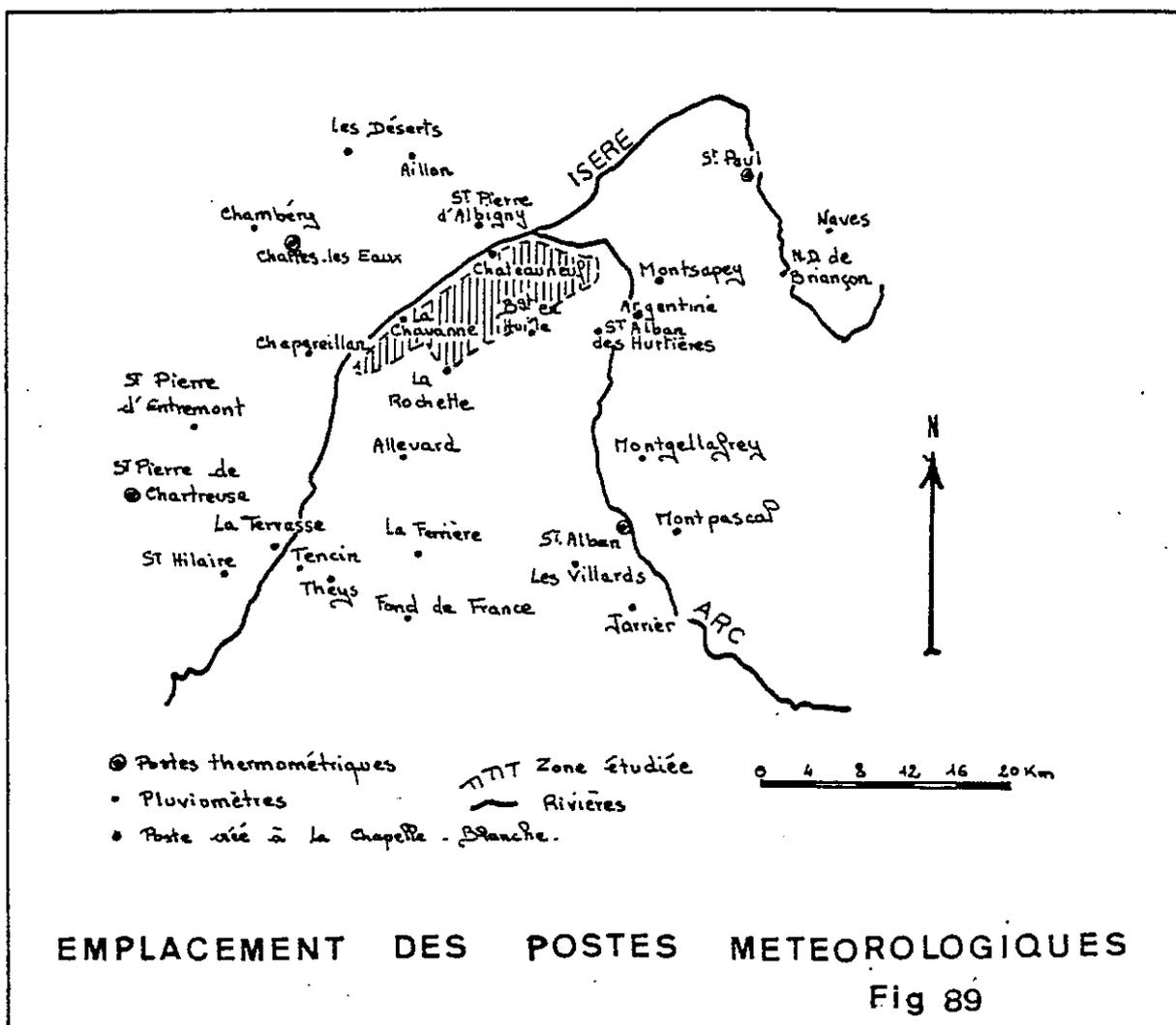
Parmi ces postes, nous avons utilisé les données des stations suivantes : La Rochette (347m), le Bourget-en-Huile (890m), La Chavanne (318m), Chateauneuf (382m).

#### 2°/- Le matériel mis en place :

Nous avons créé deux postes sur la montagne du Montraillant :

- à La Chapelle-Blanche (altitude 495m), nous avons placé un pluviographe type Marshall à augets basculeurs, de surface de réception 2000 cm<sup>2</sup> ;

- sur le Montraillant, au lieu-dit "Plan Perrier", à une altitude de 770m a été implanté un tube totaliseur en PVC d'une diamètre de 456 cm<sup>2</sup>, de hauteur totale 3m, enfoncé sous terre d'environ 50cm.



Une répartition spatiale homogène des postes pluviométriques nous permettra de discuter l'éventualité d'un gradient pluviométrique pour l'ensemble des bassins versants du Gelon et du Coisin.

### 30/- Résultats :

L'enregistrement des précipitations se fait de façon journalière dans les stations existantes et créées. Cependant, pour mieux représenter les variations, il est plus commode de réaliser l'étude à partir des totaux mensuels.

D'autre part, la répartition des précipitations n'étant pas homogène, il est intéressant de définir un indice saisonnier. Pour cela, nous groupons les mois trois par trois de telle sorte que le premier mois de chaque saison soit marqué par un solstice ou un équinoxe.

	Décembre		Mars		Juin
Hiver	Janvier	Printemps	Avril	Eté	Juillet
	Février		Mai		Août
	Septembre				
Automne	Octobre				
	Novembre				

a- Moyenne (1970-1981).

Nous avons comparé la répartition mensuelle et saisonnière des précipitations moyennes (moyennes arithmétiques) des années de 1970 à 1981. Nous avons obtenu les valeurs de précipitations mensuelles pour une année moyenne calculée sur 10 ans de 1970 à 1981.

Les moyennes calculées sont reportées à la fig. 90.

Ces calculs montrent une certaine homogénéité des pluies au cours de l'année. Les mois les plus humides sont octobre et novembre, suivis de février, juin, janvier et décembre en général.

Du fait de la régularité des précipitations au cours de l'année, les saisons sont peu marquées. Cependant, nous pouvons définir pour chaque station un indice saisonnier. La comparaison de ces indices montre que chaque station possède son indice particulier car ce sont en général des sites influencés par des conditions climatiques particulières. Par exemple, La Rochette, du fait de sa position encaissée au pied de Belledonne est souvent arrosée par les pluies. Au niveau du chaînon de Plaine, les précipitations sont assez homogènes. Dans l'ensemble, nous ne pouvons pas tirer de conclusion précise du fait du faible nombre des stations de mesure.

b- Le cycle annuel hydrologique de nombre 1980 à octobre 1981.

Cette année hydrologique apparaît dans l'ensemble des stations, déficitaire par rapport à la moyenne calculée précédemment sur 12 années.

Les précipitations ont été abondantes en janvier, juillet, septembre et octobre pour les stations de haute altitude (fig. 90), janvier, mars, mai, septembre et octobre pour les stations de plaine et de basse altitude (fig. 91). Les indices saisonniers sont alors respectivement : A.H.E.P. et A.P.H.E.

Cette répartition saisonnière se calque parfaitement sur celle calculée pour l'année moyenne 1970-1981.

Les diagrammes fig. 92 montrent la fréquence et l'intensité des pluies à La Rochette et à La Chapelle-Blanche. Les jours de pluie apparaissent bien répartis au cours de l'année. L'intensité des pluies est nettement plus forte au niveau de la plaine (La Rochette) que sur le Monttraillant (La Chapelle-Blanche) (cf. tableau fig. 93). Les précipitations les plus importantes sont les pluies automnales et hivernales ainsi que celles de mai.

c- Etablissement d'un gradient pluviométrique.

Certains auteurs discutent l'existence du gradient pluviométrique. Ils attribuent les variations pluviométriques des différentes stations à l'exposition aux vents humides et non à l'altitude.

G. Pappini (1976) montre que si les stations subissent les mêmes influences, il est alors possible de tracer des courbes isohyètes qui suivent sensiblement les courbes topographiques, prouvant ainsi dans le cas du bassin du Haut-Gelon, l'existence d'un gradient pluviométrique.

STATIONS	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	TOTAL
La Rochette (347m)	89	114	100	77	83	103	91	88	89	99	117 *	80 *	1130
Le Bourget en Huile (890m)	118	148	116	102	96	129	116	93	103	161	153 *	107 *	1441
La Chavanne (318m)	93	110	96	65	82	99	91	76	86	95	116 *	66 *	1075
Chateauneuf (382m)	84	111	93	63	65	85	84	70	87	77	99 *	90 *	1008

STATIONS	PRINTEMPS M.A.M.	ETE J.J.A.	AUTOMNE S.O.N.	HIVER D.J.F.	INDICE
La Rochette	343 (30,35%)	282 (24,9%)	305 (26,99%)	283 (25%)	P.A.H.E.
Le Bourget-en- Huile	314 (21,8%)	338 (23,45%)	417 (28,9%)	372 (25,8%)	A.H.E.P.
La Chavanne	243 (22,6%)	266 (24,7%)	297 (27,6%)	269 (25%)	A.H.E.P.
Chateauneuf	221 (21,9%)	239 (23,7%)	263 (26%)	285 (28,2%)	H.A.E.P.

Fig. 90 : PRECIPITATIONS MOYENNES EN mm - 1970-1981.

\* année moyenne 1970-1980

STATIONS	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUI.	AOÛT	SEP.	OCT.	TOTAL
La Rochette 347m	84	88	156	48	142	22	154	47	134	15	150	150	1190
La Chapelle Blanche 490m	49	93	102	44	101	18	196	26	78	10	104	138	959
Le Bourget en Huile 890m	110	136	192	63	63	29	40	56	174	23	155	251	1292
Le Montrailant 770m	-	-	200	160	40	50	80	50	120	60	112	140	-
La Chavanne 318m	70	94	180	60	143	32	148	38	129	26	128	158	1206
Chateauneuf 382m	72,2	-	-	-	58,2	10,8	77,9	29,5	116,5	16,4	144,2	-	-

STATIONS	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE	HIVER	INDICE
La Rochette	318 (26,7%)	196 (16,5%)	384 (32,2%)	292 (24,5%)	A.P.H.E.
La Chapelle Blanche	315 (32,8%)	114 (11,9%)	291 (30%)	283 (29,5%)	A.H.P.E.
Le Bourget en Huile	132 (10%)	253 (19,5%)	516 (40%)	391 (30%)	A.H.E.P.
Le Montrailant	170	230	302	+ de 360	H.A.E.P.
La Chavanne	323 (26,7%)	193 (16%)	356 (29,5%)	334 (27,7%)	A.H.P.E.
Chateauneuf	147	162	-	-	E.P.

PRECIPITATIONS (en mm) pendant le CYCLE HYDROLOGIQUE.

- novembre 1980 à octobre 1981 - fig. 91.

Nous nous sommes cependant limités à établir un gradient annuel, un gradient mensuel accentuerait les variations locales.

A partir des résultats précédemment énoncés, nous avons établi les relations linéaires pluviométriques suivantes (cf. fig. 94).

Moyenne 1970-1981 :  $P = 0,574 h + 919$

Cycle hydrologique 1980-1981 :  $P = 0,59 h + 764$

Le gradient s'élève à 58mm/100m pour le cycle 1980-1981.

Nous pouvons les comparer à ceux calculés par G. Pappini (1976) pour le bassin versant du Haut-Gelon : Versant NW : 68mm/100m ; Versant SE : 44mm/100m, et aux relations déterminées par G. Massonnat (1981) sur le massif de Bra-mefarine :

Année moyenne 1960-1979 :  $P = 0,48 h + 975$

Cycle annuel juil. 1978-juin 1979 :  $P = 0,50 h + 820$

Cycle annuel juil. 1979-juin 1980 :  $P = 0,62 h + 1075$

#### d- Calcul de la lame d'eau précipitée.

Les courbes isohyètes suivent sensiblement les courbes topographiques. Il y a bien là, la démonstration de l'influence de l'altitude sur la pluviométrie. C'est pourquoi nous avons choisi pour calculer la lame d'eau précipitée la méthode dite des isohyètes simplifiée qui fait intervenir le gradient pluviométrique. Nous avons donc remplacé à l'intérieur de chaque relation linéaire calculée précédemment, le paramètre h par l'altitude médiane de chaque bassin versant déterminée lors de l'étude morphologique.

BASSIN VERSANT	h 1/2	MOYENNE 1970-1981	CYCLE HYDROLOGIQUE nov. 1980-oct. 1981
GELON	430	1165 mm	1017 mm
COISIN	335	1111 mm	961 mm

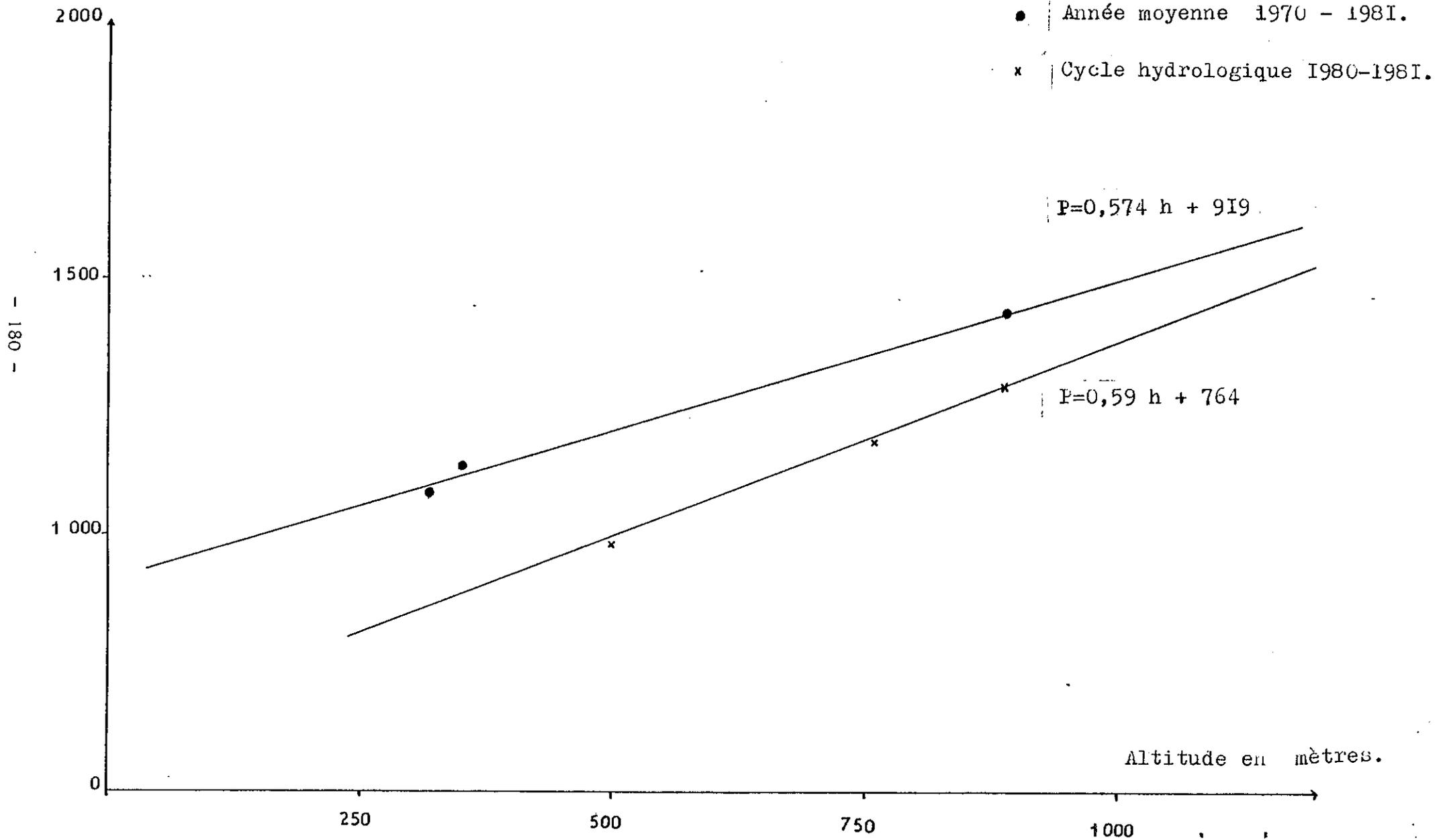
#### 4°/- Conclusion :

Les précipitations présentent une grande régularité au cours de l'année avec cependant deux saisons où la fréquence et l'intensité des pluies sont plus fortes : automne et hiver.

Le cycle hydrologique nov. 1980 - oct. 1981 est marqué par une plus grande variabilité saisonnière que l'année moyenne 1970-1981. Cette période est déficitaire par rapport à 70-81 surtout pendant la période estivale.

RELATION LINEAIRE PLUIE ALTITUDE , FIG .94

Précipitations en mm.





La Chapelle Blanche

	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	TOTAL INDICE
Nbre de jours de pluie	13	14	14	11	15	5	20	6	14	4	14	18	148
Coefficient de fréquence	0,43	0,45	0,45	0,39	0,48	0,16	0,64	0,2	0,45	0,12	0,46	0,58	A.H.P.E.
Coefficient d'intensité	-	6,6	7,2	4	6,7	3,6	9,8	4,3	5,5	2,5	7,4	7,6	A.P.H.E.

La Rochette

	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	TOTAL INDICE
Nbre de jours de pluie	13	15	14	10	16	5	17	6	13	6	13	20	148
Coefficient de fréquence	0,43	0,48	0,45	0,35	0,51	0,16	0,56	0,19	0,41	0,2	0,43	0,64	H.P.A.E.
Coefficient d'intensité	6,46	5,86	11,1	4,8	8,87	4,4	9	7,8	10,3	2,5	11,5	7,5	A.P.H.E.

FREQUENCE ET INTENSITE DES PLUIES A LA CHAPELLE BLANCHE ET A LA ROCHETTE. Fig. 93

- Coefficient de fréquence :  $\frac{\text{nombre de jours de pluie}}{\text{nombre de jours dans le mois}}$

- Coefficient d'intensité :  $\frac{\text{précipitations mensuelles}}{\text{nombre de jours de pluie}}$

Un jour est considéré comme pluvieux si  $P > 0,1\text{mm}$ .

Les gradients pluviométriques laissent apparaître une augmentation des pluies moyennes avec l'altitude (58mm pour 100m).

### C. LES TEMPERATURES.

Les températures sont un facteur important qui conditionne l'hydrologie d'une région.

Les relevés de température ne sont plus effectués par la plupart des stations implantées dans notre secteur d'étude. Nous n'avons pu utiliser que les résultats de La Rochette pour l'année moyenne 1960-1971.

Nous étudierons, de même que pour les précipitations, le cycle annuel compris entre novembre 1980 et octobre 1981 au niveau de la station de La Chapelle-Blanche.

En effet, nous avons placé à La Chapelle-Blanche, pour l'année d'étude, un thermographe de type Marshall à enregistrement hebdomadaire, étalonné sur un thermomètre mini-maxi, le tout sous abri.

#### 1°/- Variations mensuelles des températures :

Nous avons travaillé essentiellement sur des valeurs de température moyenne mensuelle, calculée à partir de la température maximale et de la température minimale relevées quotidiennement aux stations. Nous avons alors

$$T \text{ moy.} = \frac{T \text{ max.} + T \text{ min.}}{2}$$

Les résultats sont portés à la fig. 95B. Le diagramme fig. 95A fait intervenir les températures moyennes maximales, moyennes et minimales mensuelles.

Dans le cas du calcul de l'année moyenne 1970-1980, nous n'avons bénéficié que des valeurs de la station de Chateauneuf. Nous ne pouvons considérer qu'une seule station puisse représenter l'ensemble du secteur de manière absolue, car dans ce cas de nombreux facteurs locaux n'entrent pas en jeu. C'est pourquoi, nous ne rentrerons pas en détail dans l'étude des températures.

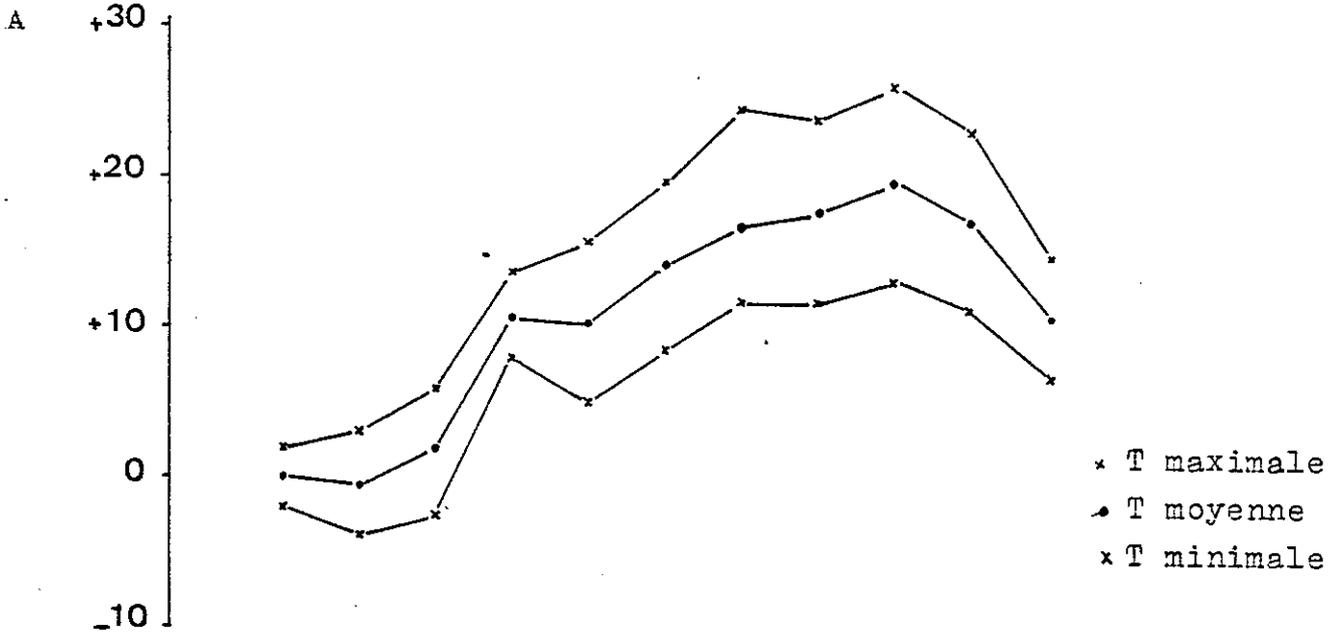
Les résultats suivants montrent cependant que :

- le cycle annuel novembre 1980 - octobre 1981 se calque parfaitement sur l'année moyenne ;
- la régularité des variations de température d'une station à une autre.

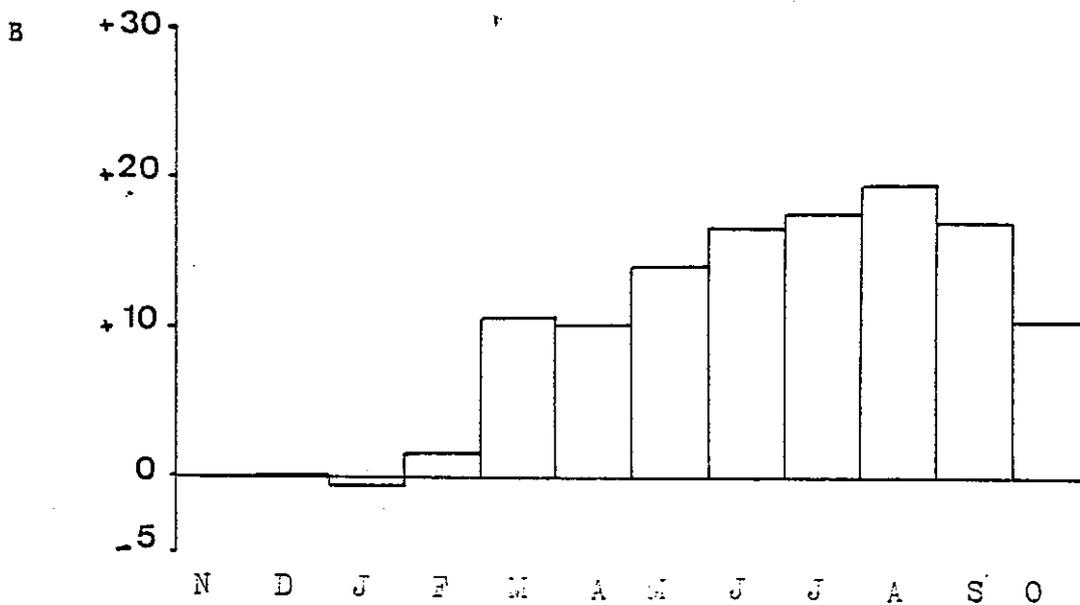
TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES

A LA CHAPELLE-BLANCHE. FIG. 95

Période de novembre 1980 à octobre 1981.



Températures moyennes.



TEMPERATURES MOYENNES - ANNEE MOYENNE 1970-1980

STATIONS	J	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	MOYENNE
La Rochette *	-0,5	2,3	5,4	10,3	14,1	17,5	19,5	18,7	15,7	11,0	4,8	-0,1	9°9	

\* de 1960 à 1971

TEMPERATURES MOYENNES - PERIODE DE NOVEMBRE 1980 à OCTOBRE 1981

STATIONS	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	MOYENNE
La Chapelle Blanche	+4	0	-0,5	1,8	10,7	10,3	14	16,7	17,6	19,5	17	10,5	10°1

## 2°/- Gradient altimétrique des températures :

Etant donné le peu de données pour l'année moyenne 1970-1980 et pour le cycle 1980-1981, nous n'avons pu établir les droites de régression linéaire pour le secteur d'étude. En effet, il faudrait un échantillonnage suffisamment important pour effectuer une régression multiple liant les températures à l'altitude, à l'exposition et au cadre local ou régional.

G. Massonnat (1981) a établi des droites de régression-linéaire altitude-température sur le massif de Bramefarine, en utilisant les données des stations de Challes-les-Eaux, La Rochette, Allevard, Saint Hilaire du Touvet, Fond de France. Il a ainsi déterminé les relations suivantes :

Année moyenne 1960-1979 :  $T = 11 - 0,0032 h$   
Cycle annuel juil. 1978-juin 1979 :  $T = 10,75 - 0,0030 h$   
Cycle annuel juil. 1979-juin 1980 :  $T = 11 - 0,0036 h$

Pour notre étude, nous utiliserons la relation définie sur l'année moyenne 1960-1979.

## 3°/- Calcul des températures moyennes :

La température moyenne peut être déterminée en remplaçant dans la formule du gradient altimétrique :  $T = 11 - 0,0032 h$ ,  $h$  par l'altitude de fréquence 1/2 calculée lors de l'étude morphologique de chaque bassin-versant.

Bassin-versant du Gelon :  $h \text{ 1/2} = 430\text{m}$      $T \text{ moy.} = + 9,6^{\circ}\text{C.}$   
Bassin-versant du Coisin :  $h \text{ 1/2} = 335\text{m}$      $T \text{ moy.} = + 9,93^{\circ}\text{C.}$

## 4°/- Conclusion :

Le régime thermique du secteur est difficile à appréhender du fait de la rareté des postes thermométriques.

Nous pouvons cependant remarquer "la rudesse du climat" avec des valeurs moyennes en hiver autour de zéro.

La température décroît avec l'altitude. Dans les Alpes du Nord, le gradient altimétrique de E. Benevent (1926) est de  $0,5^{\circ}/100\text{m}$ .

## D. CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION.

L'évapotranspiration comprend, d'une part une évaporation physique due au climat, à la nature du sol et à sa couverture, d'autre part une évaporation physiologique qui fait intervenir les plantes. Celle-ci dépend de plus du type de plantes couvrant le bassin-versant.

Exemples : prairies             $e = 3 \text{ à } 7\text{mm}$  par jour.  
Forêt de pins             $e = 0,5 \text{ à } 1\text{mm}$  par jour.

Ainsi, une partie de la lame d'eau précipitée est rejetée dans l'atmosphère et ne participe donc pas aux écoulements superficiels et souterrains. L'évapotranspiration est donc un terme du déficit d'écoulement, l'autre étant les variations de réserve, malaisé à déterminer. Sur une longue période, il est possible d'assimiler le déficit d'écoulement et l'évapotranspiration.

Les valeurs de l'évapotranspiration peuvent être déterminées à partir d'appareillages du type case lysimétrique, bac colorado ou évaporomètre Piche. Mais ceux-ci sont d'utilisation malaisée, aussi leur sont préférées les formules théoriques de Thornwhaite, Turc, Penman ... . A la suite des travaux de J.C. Fourneaux et J. Sarrot-Reynaud (1976) il apparaît que la formule de Turc est celle qui donne les résultats les plus satisfaisants dans les Alpes du Nord, et en particulier sous le climat affectant la chaîne de Belledonne et la vallée de l'Isère.

Cette formule fait intervenir la pluviométrie P et la température T. Notons qu'elle n'est applicable que si  $P > 500\text{mm}$  et  $T < 14^\circ\text{C}$ .

$$E = \frac{P}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} P = 1017\text{mm Gelon} \\ P = 961\text{mm Coisin} \\ L = 300 + 25T + 0,05T^3 \\ T = 9,6^\circ\text{C Gelon} \\ T = 9,9^\circ\text{C Coisin} \end{array}$$

D'autre part, des études de l'évapotranspiration selon la formule de Turc sur un grand nombre de stations par J.P. Vacher, 1971 et J.C. Fourneaux, 1975, ont permis de définir deux droites de régression altitude-évapotranspiration, qui ont pour équations :

$$\begin{array}{ll} \text{J.P. Vacher} & E = - 0,12 h + 575 \pm 22\text{mm} \\ \text{J.C. Fourneaux} & E = - 0,24 h + 585 \pm 20\text{mm} \end{array}$$

Dans le cadre de son étude sur les massifs de Bramefarine-Allevard, G. Massonnat (1981) a établi la relation :  $E = - 0,053 h + 544$ .

Nous avons donc remplacé dans ces équations l'inconnue h par les altitudes médianes calculées pour chaque bassin-versant. Nous avons ensuite comparé les valeurs obtenues avec celle déterminée directement par la formule de Turc.

Les résultats sont exposés dans le tableau suivant.

	CYCLE ANNUEL NOV. 1980 - OCT. 1981			
	TURC	JC FOURNEAUX	JP VACHER	G. MASSONNAT
B.V. du Gelon	514 mm	482 mm	523 mm	521 mm
B.V. du Coisin	514 mm	504 mm	535 mm	526 mm

Signalons que nous avons volontairement omis dans les calculs, l'étendue d'eau libre du lac Sainte-Hélène au niveau duquel l'évapotranspiration se produit.

Conclusion :

Au vu des résultats, on remarque que la linéarisation de la courbe de régression évaporation - altitude de J.C. Fourneaux entraîne une faible sous-estimation de la lame d'eau évaporée par rapport à celle calculée par la formule de Turc, alors que les droites de régression de J.P. Vacher et de G. Massonnat la surestiment légèrement.

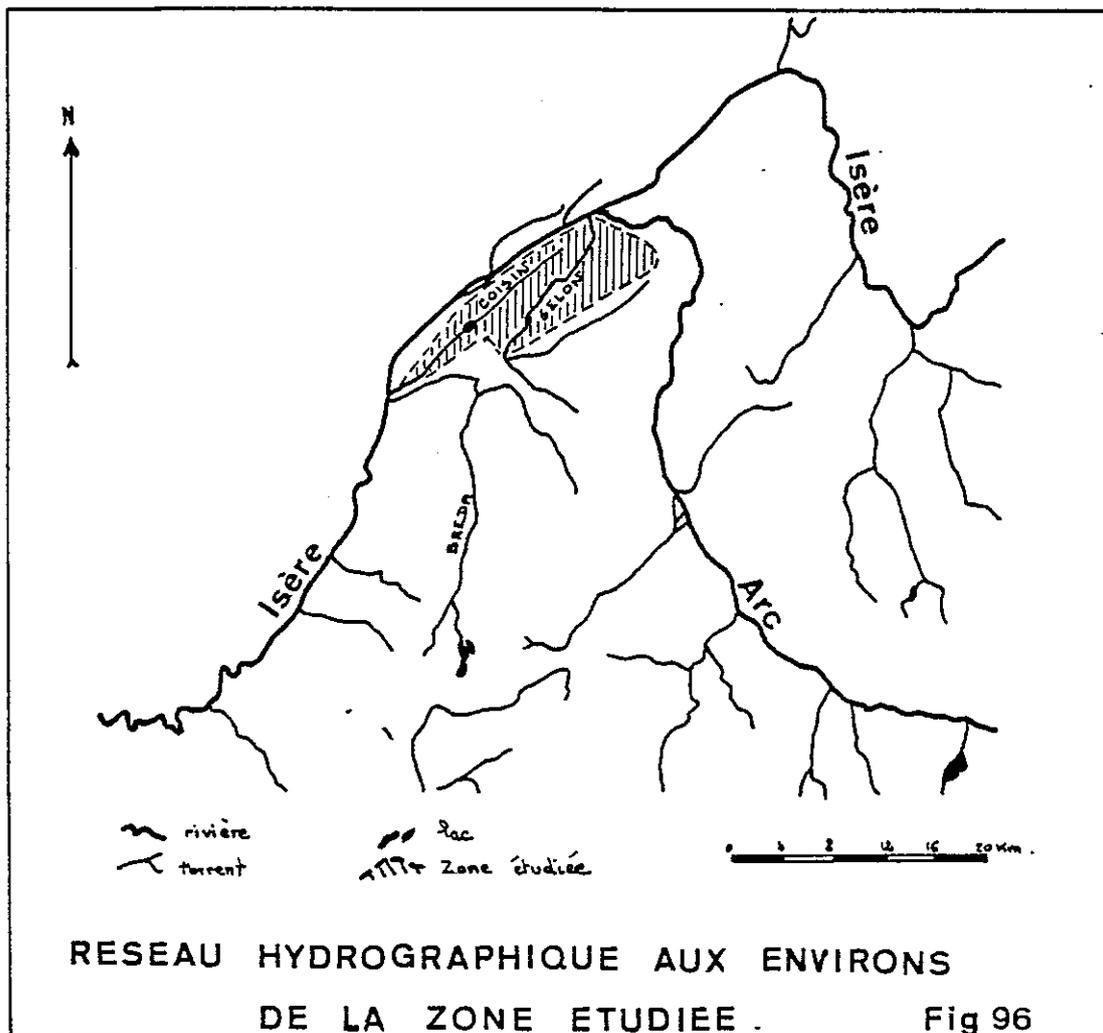
## CHAPITRE II : ETUDE DU RUISSELLEMENT.

Après avoir étudié respectivement, les précipitations (P) et la lame d'eau évaporée (E), il va être nécessaire d'étudier la lame d'eau écoulee (R) dernier terme du bilan d'expression :

$$P = R + I + E.$$

Nous pouvons grouper les termes ruissellement et infiltration sous le terme Q, quantité d'eau restituée par le massif ou écoulement.

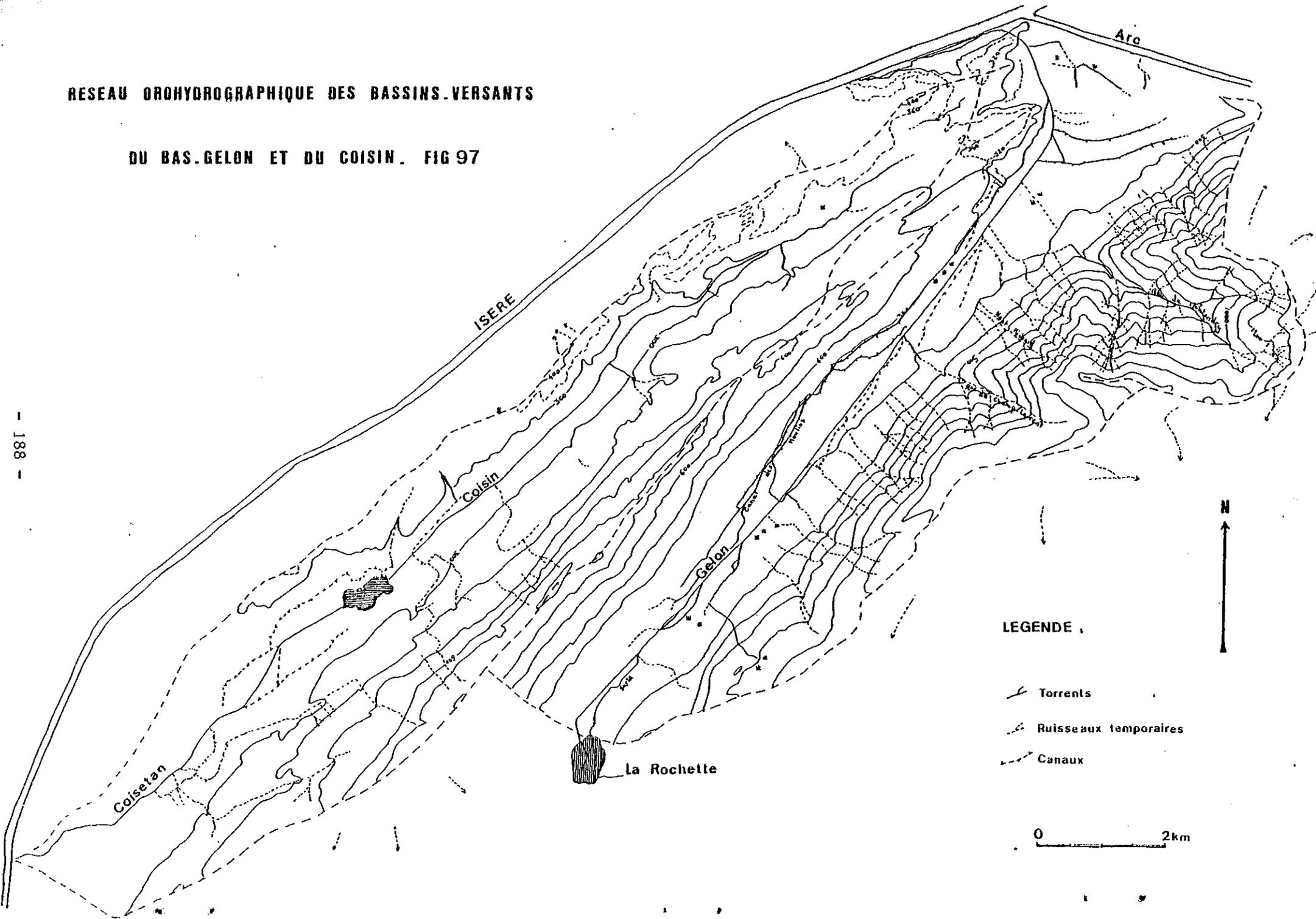
### A. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.



Dans l'ensemble de la région, le chevelu du réseau hydrographique est assez développé. Ceci est dû au fait que la majeure partie des terrains est de nature assez imperméable. A ceci, s'ajoutent les fractures qui sont de véritables collecteurs des eaux de ruissellement.

RESEAU OROHYDROGRAPHIQUE DES BASSINS-VERSANTS

DU BAS-GELON ET DU COISIN. FIG 97



LEGENDE

- Torrents
- Ruisseaux temporaires
- Canaux

0 2km

## B. DESCRIPTION DU RESEAU DU SECTEUR ETUDIE.

### 1°/- La vallée du Gelon :

Le collecteur principal entre La Rochette et Bourgneuf est Le Gelon. Celui-ci prend naissance à proximité du Fort-Montgilbert à 1350m d'altitude. Il chemine alors jusqu'à La Rochette dans la vallée des Huiles avec une pente moyenne de 7,1% pouvant atteindre par endroit 20% (G. Pappini, 1976). A partir de La Rochette, sa direction d'écoulement préalablement NE-SW, devient SW-NE. Sa pente est très faible car il occupe une vaste vallée rectiligne. De plus, il est à ce niveau canalisé.

De nombreux collecteurs secondaires s'y déversent tout au long de son trajet car un réseau de drainage parcourt la vallée. Certains canaux sont l'arrivée de torrents qui descendent du plateau de La Table-Montgilbert, mais ils ne sont pas nombreux. Leur direction est NE-SW. Ils sont sans doute liés à la fracturation. Les villages sont implantés sur leurs cônes de déjection aujourd'hui stabilisés.

Quant au versant du Montraillant, le ruissellement en période de pluie est très diffus. Il n'existe aucun ruisseau important sur ce versant (cf. fig. 97).

### 2°/- La vallée du Coisin :

Comme dans le cas de la vallée du Gelon, le réseau hydrographique de ce bassin-versant est très réduit. Que ce soit le long du versant du chaînon de Planaise-Chamousset ou le long de celui du Montraillant, les torrents sont rares (cf. fig. 97).

Le Coisin prend sa source au niveau d'un marais à Maltaverne, puis il s'achemine dans une vallée à pente douce, de direction NE-SW. Il se jette dans le lac Sainte-Hélène et en ressort à l'opposé avec le nom de "Coisetan".

## C. LES MESURES DE DEBIT.

Afin de connaître la lame d'eau transitée à travers les plaines du Gelon et du Coisin, des limnigraphes ont été installés.

### 1°/- Stations de mesure :

Gelon : deux limnigraphes ont été installés par la Direction Départementale de l'Agriculture de Savoie, l'un à l'entrée du bassin-versant à Rotherens, l'autre à la sortie de Bourgneuf.

Coisin : un limnigraphe a été placé sur le Coisin en amont du lac par les soins du C.G.R.E.F. Il en existe un à la sortie du lac, mais celui-ci est inutilisable. Un troisième se situe sur le Coisetan, en aval du lac, au niveau de la plaine des Molettes.

Une échelle scellée a proximité permet de les étalonner.

## 2°/- Les jaugeages :

Ils ont été effectués à différentes périodes de l'année au niveau de chaque station afin de définir une gamme de débits très étalée.

Les mesures de débit ont été faites au micro-moulinet. En effet, il n'a pas été possible de faire des jaugeages par dilution chimique car Le Gelon et Le Coisin ne donnent pas de bons brassages. Nous n'avons pas de mesure de débit lors de la crue, car la hauteur d'eau et le courant ne permettent pas de se maintenir dans le lit du torrent.

Nous avons cependant effectué de nombreuses mesures de débit en fonction de la hauteur d'eau afin d'établir la loi hauteur-débit de ces torrents. Les courbes obtenues (fig. 98 et 99) permettent l'estimation des débits journaliers.

### - Le Gelon.

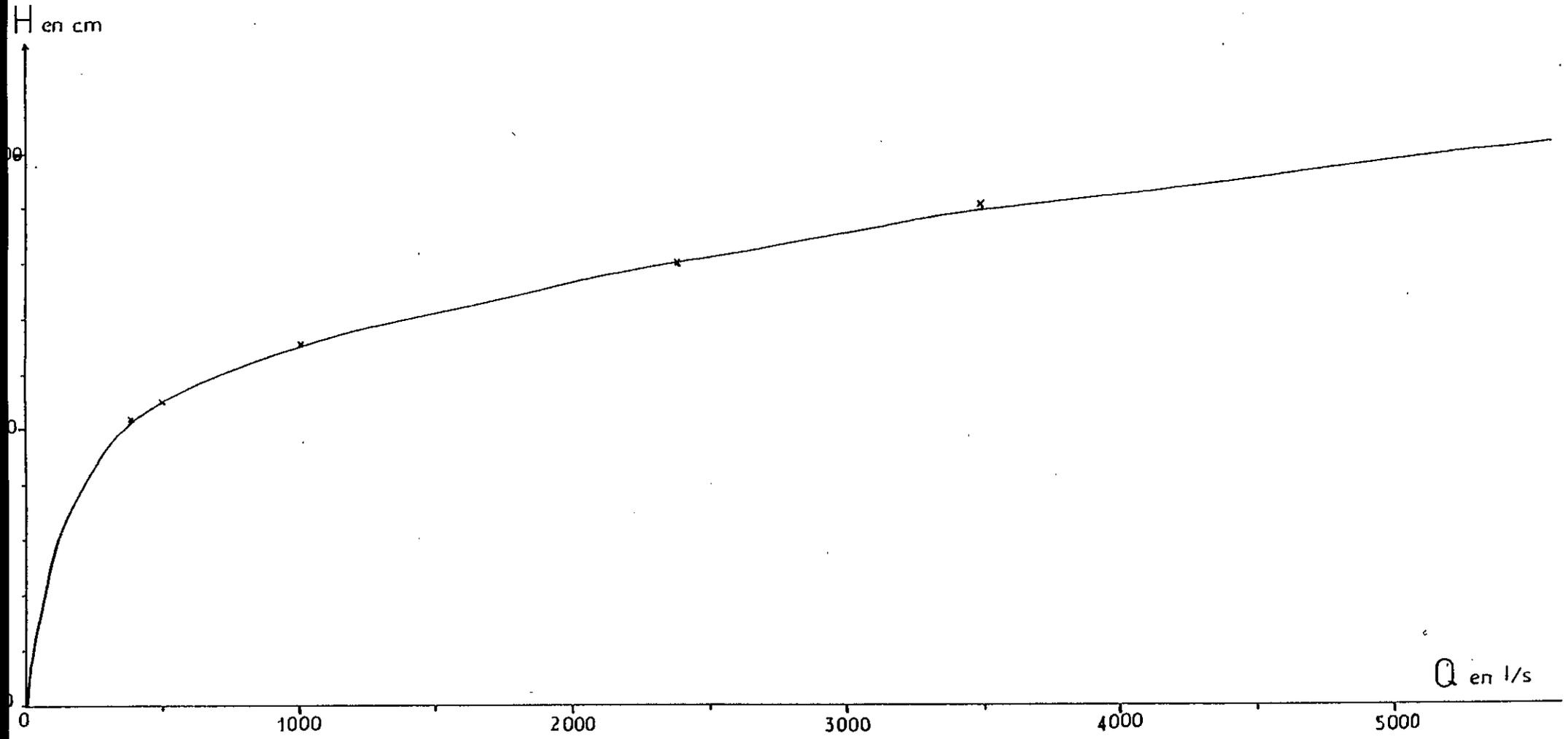
Pour des raisons indépendantes de notre volonté, les limnigraphes du Gelon n'ont été placés qu'au mois d'avril 1981. Nous n'avons donc des résultats que sur la période 1er avril 1981 - octobre 1981. Les crues de printemps n'ont donc pas été enregistrées. L'étiage se situe fin août, début septembre avec des valeurs de 400 l/s à Rotherens et 500 l/s à Bourgneuf. Les pics maxima se situent au printemps et à l'automne (cf. fig. 100 et 101). En effet, lors de la fonte des neiges et lors de précipitations abondantes, le ruissellement en raison de la nature imperméable des terrains, est important sur les versants. Le Gelon collecte toutes ces eaux. De plus, le torrent répond directement aux précipitations. La pluie du 18 septembre au soir est directement marquée à Bourgneuf, 2 h après le début de la pluie. Le même schéma se reproduit pour les pluies du 23-24-27 septembre.

Le régime de ce torrent, soumis aux influences des précipitations sous toutes leurs formes, peut être caractérisé de nivo-pluvial.

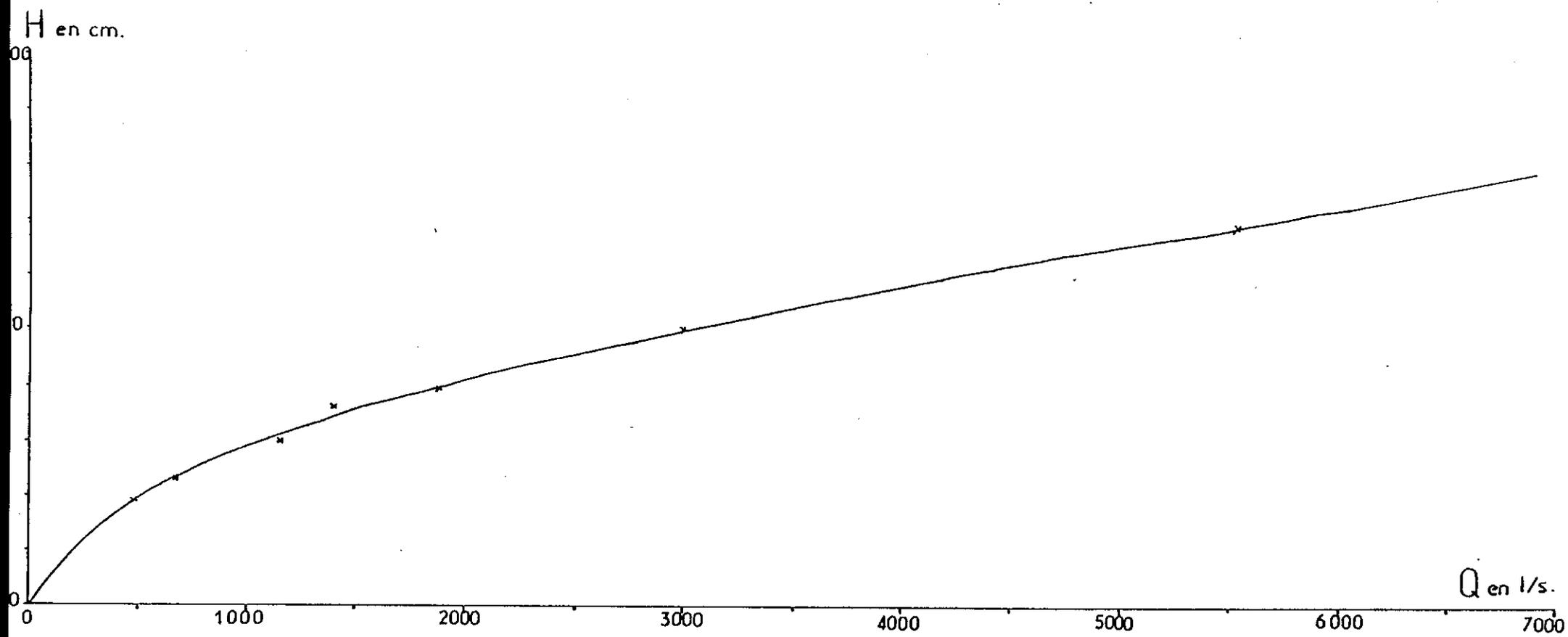
### - Le Coisin.

Nous n'avons pas de relevés journaliers des débits du Coisetan car les limnigraphes L8 et L9 sont rendus inutilisables par une végétation abondante qui forme des barrages naturels. Cependant les courbes de débits établies par J. Kyroussis (1979) (fig. 102) sur les années 1972 à 1976 montrent que la crue principale est en hiver, avec une seconde crue moins importante au printemps. L'étiage a lieu autour du mois d'août. Ces observations montrent que le Coisetan possède un régime nivo-pluvial. Un limnigraphe a été placé à l'amont du lac sur le Coisin, par le C.T.I.R.E.F. Là aussi, les résultats sont incomplets (seuil emporté, cloche ensablée ...). Il apparaît cependant que le ruisseau possède un régime nivo-pluvial.

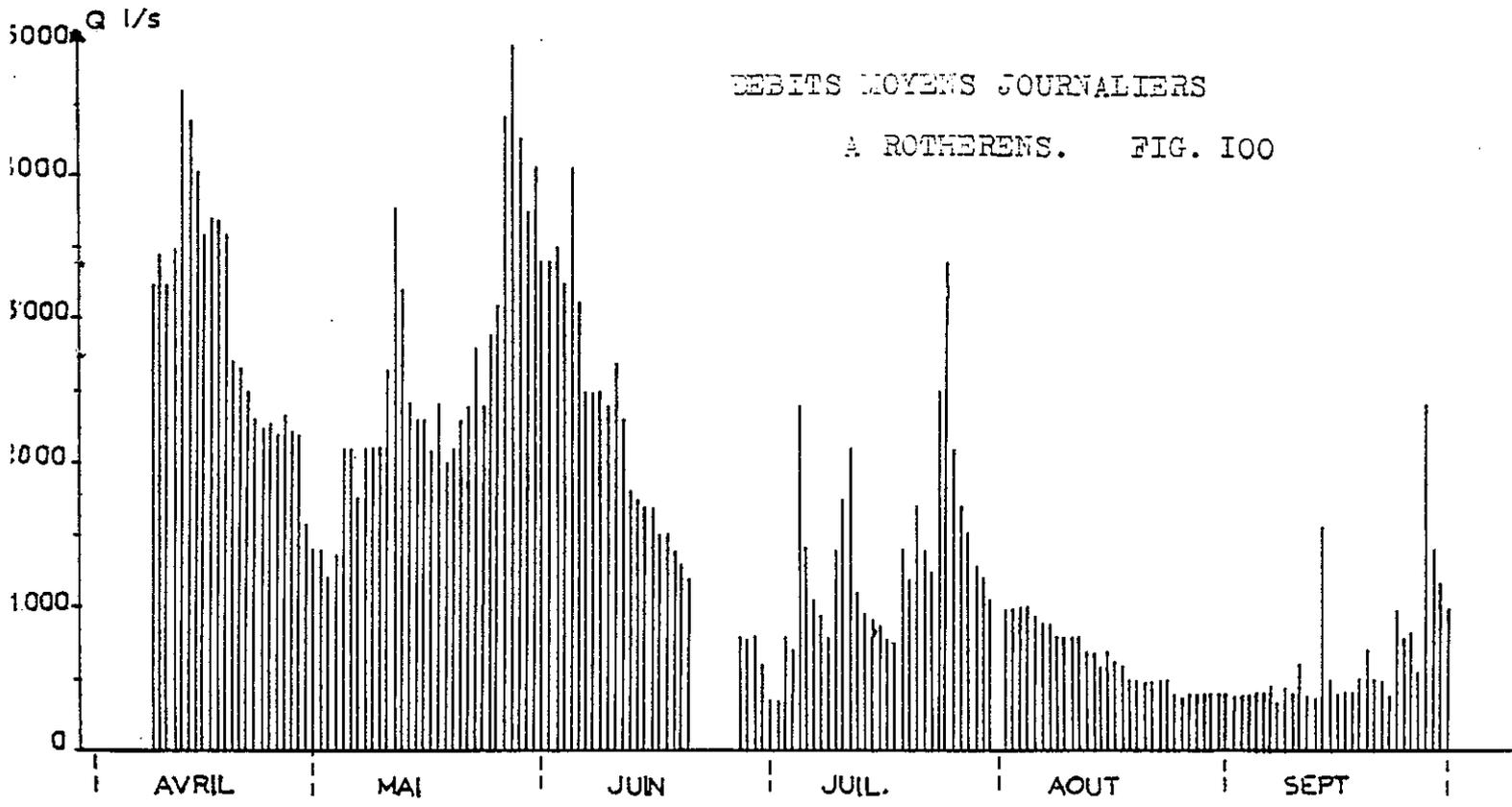
COURBE HAUTEUR-DEBIT. LE GELON A ROTHERENS. FIG. 98



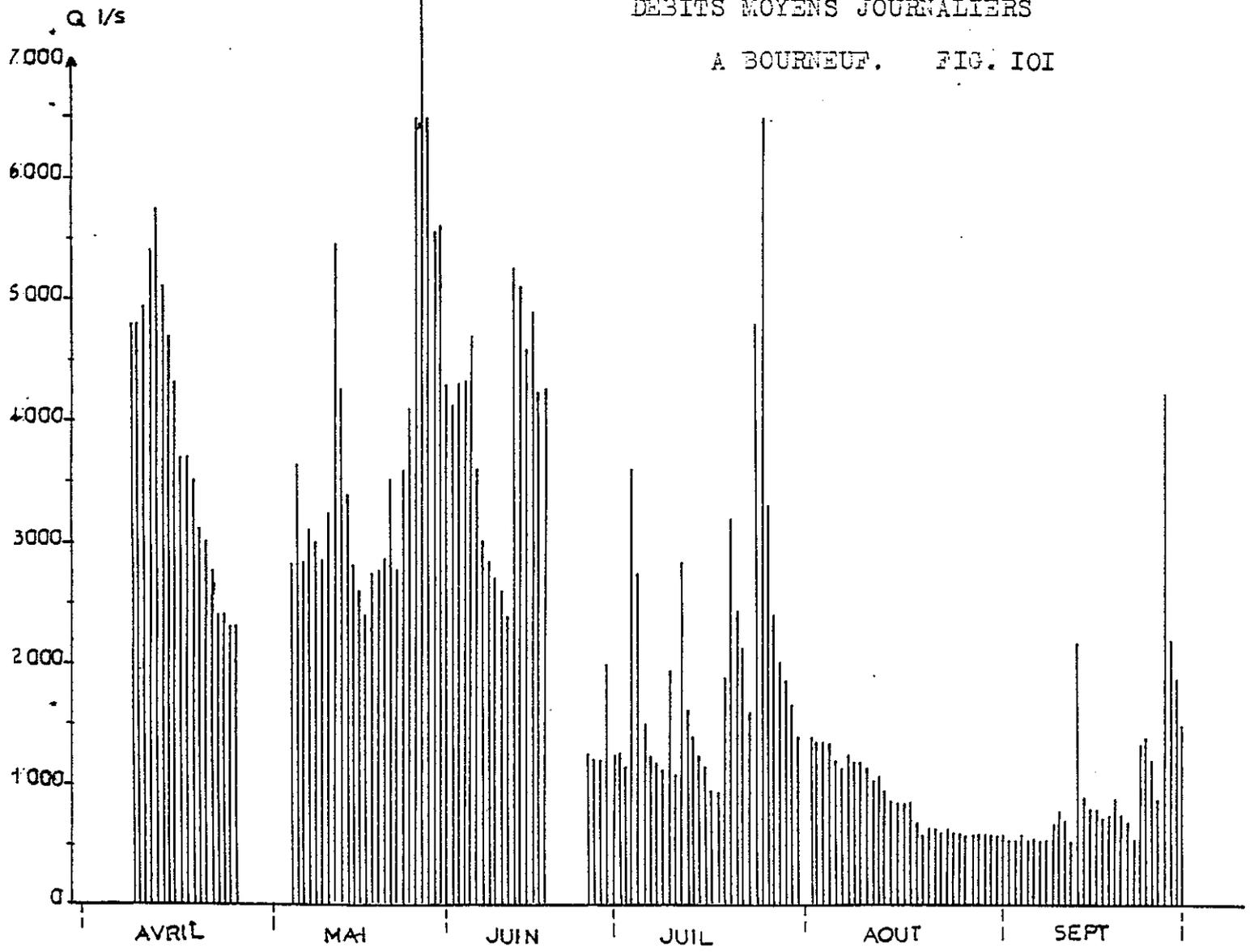
COURBE HAUTEUR-DEBIT. LE GELON A BOURNEUF. FIG. 99



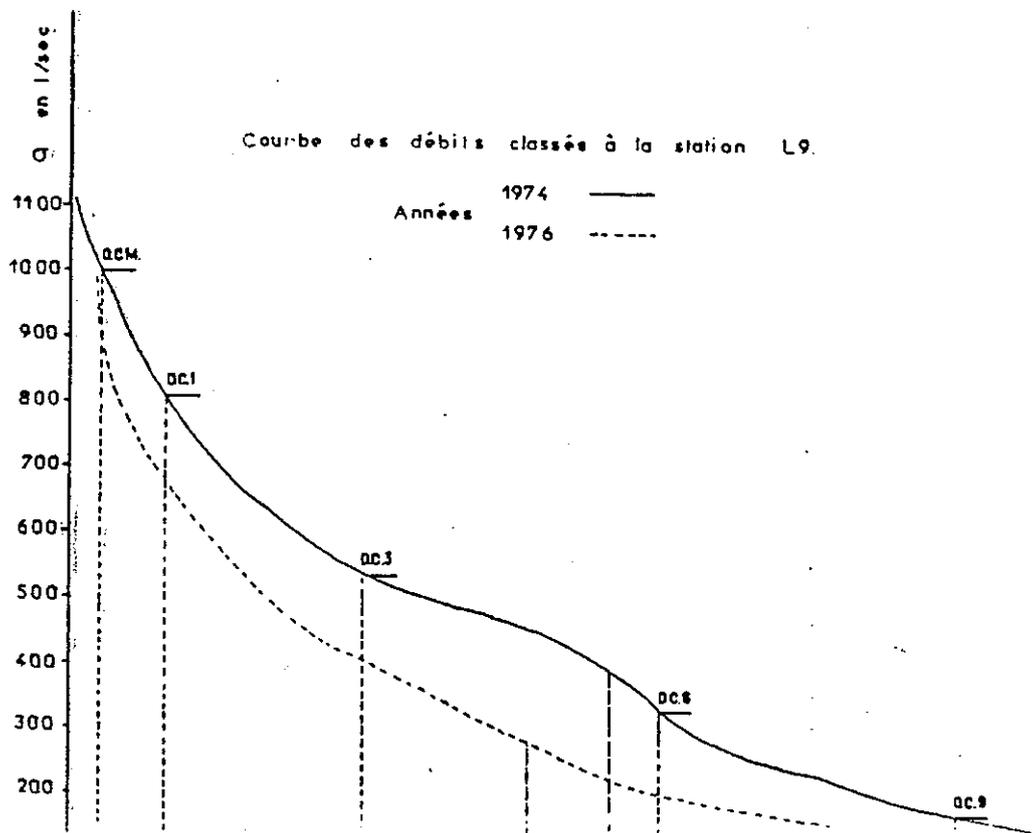
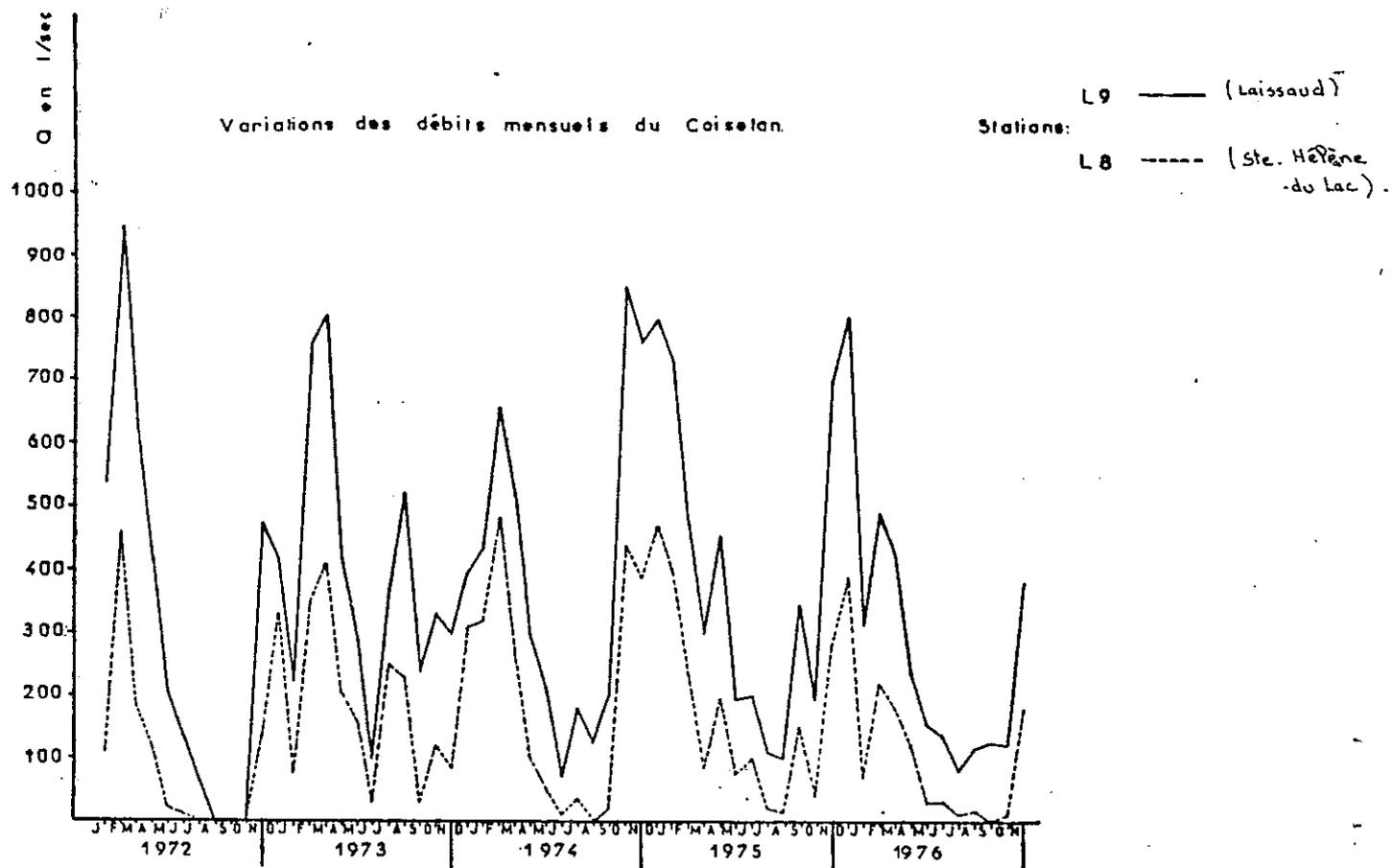
DEBITS MOYENS JOURNALIERS  
A ROTHERENS. FIG. 100



DEBITS MOYENS JOURNALIERS  
A BOURNEUF. FIG. 101



VARIATIONS DES DEBITS MENSUELS DU COISETAN . Fig.102.  
d'après J. Kyroussis 1979.



## D. ETUDE DES ECOULEMENTS DANS LE BASSIN-VERSANT DU GELON.

### 1°/- Calcul de la lame d'eau écoulée :

Les courbes des débits moyens journaliers permettent de déterminer les débits moyens annuels sur les torrents et sur l'ensemble du bassin-versant. Souvent, on exprime ces débits en "débit spécifique", c'est-à-dire ramenés à l'unité de surface, ce qui permet de faire des comparaisons immédiates du ruissellement entre plusieurs bassins.

L'expression de la lame d'eau répartie sur l'ensemble du bassin-versant, facilite la comparaison avec la pluviométrie. On l'obtient en divisant le volume d'eau écoulé par la surface totale du bassin-versant.

Comme nous l'avons précisé antérieurement, nous n'avons pas sur le bassin-versant de relevés annuels des débits. Celui-ci s'étend seulement sur la période du 1er mai 1981 au 1er octobre 1981. Nous avons donc calculé la lame d'eau écoulée sur cette période, d'une part sur Le Gelon, d'autre part sur le Bas-Gelon.

	S en Km <sup>2</sup>	V en m <sup>3</sup>	Q l/s journalier	Q l/s/km <sup>2</sup>	Lame d'eau écoulée
Haut et Bas Gelon	104	28 442 877	2150	20,6	273 mm
Bas-Gelon	56	9 742 550	737	13,17	173 mm

### 2°/- Coefficient de tarissement :

L'alimentation des rivières provient de l'épuisement progressif des réserves aquifères. La vitesse d'épuisement est tributaire de la nature des réservoirs et de leurs volumes. L'établissement du coefficient de tarissement ne peut se faire qu'en période non influencée. Le régime d'écoulement peut être considéré comme laminaire car nous sommes en milieu poreux.

Nous avons choisi la formule de Maillet :

$$Q(t) = Q(o) e^{-\alpha t}$$

avec Q(t) débit à l'instant t  
Q(o) débit au début du tarissement  
 $\alpha$  coefficient de tarissement  
t temps écoulé depuis le début du tarissement.

Nous avons appliqué cette relation pour la période non influencée du 13 au 18 septembre 1981 (fig. 103), soit 5 jours consécutifs, suffisants pour engendrer une décroissance des débits qui s'effectue bien de façon exponentielle comme nous pouvons le constater sur le diagramme semi-logarithmique (fig. 104).

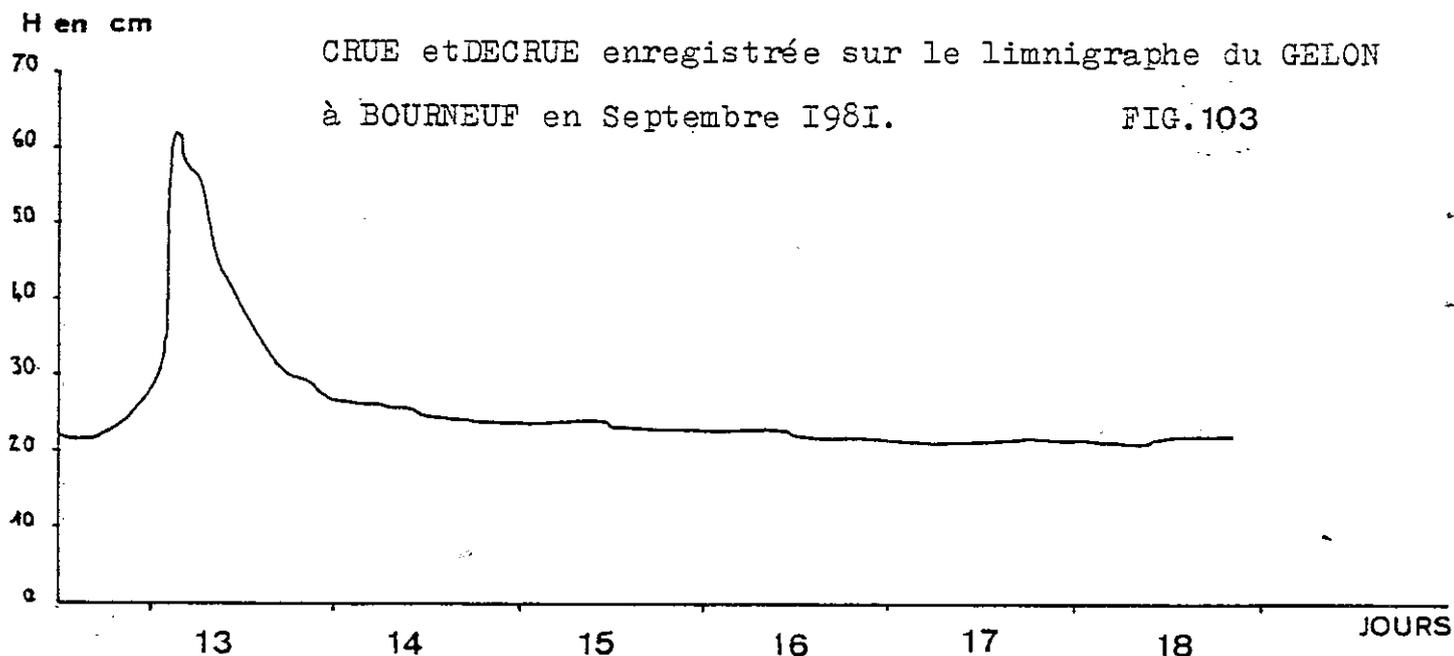
Ce graphique nous donne les valeurs suivantes :

$$Q_0 = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} \text{ d'où } \alpha = 0,094$$

$$Q_t = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = 4 \text{ jours}$$

Ce coefficient de tarissement est relativement fort et traduit la présence de circulations rapides au niveau du bassin-versant. Les eaux de ruissellement sont importantes sur les versants, l'infiltration très faible. Les circulations souterraines sont liées à des zones de fractures. Les eaux de pluie s'acheminent donc rapidement vers Le Gelon. L'infiltration étant faible, le tarissement est rapide. Le temps de réponse à la crue comme à la décrue est très faible, c'est ce qui nous a permis de calculer  $\alpha$  sur une courte période non influencée de 5 jours. L'examen des courbes limnigraphiques ne nous a pas donné de période plus longue.

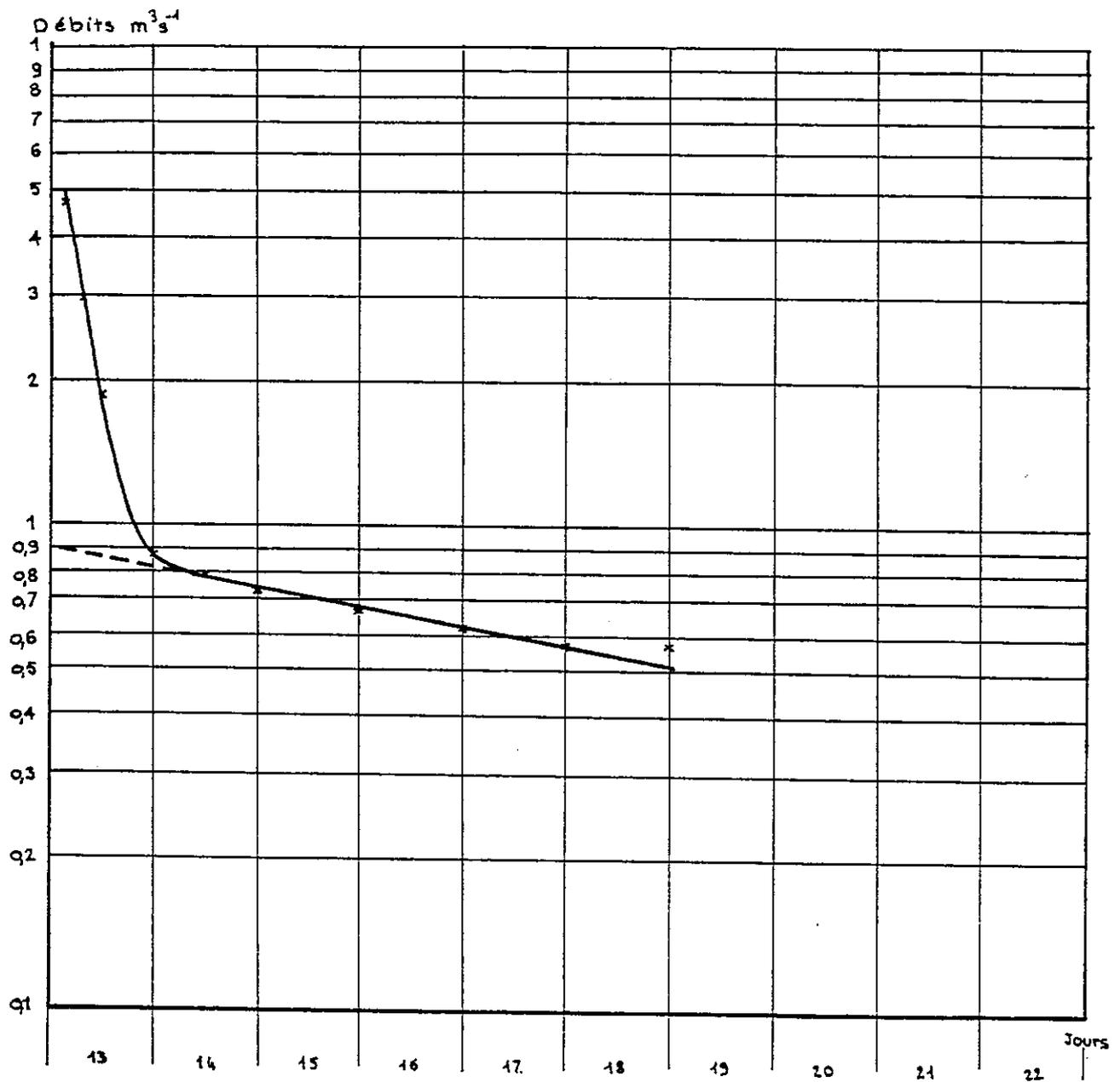


3°/- Calcul du volume d'eau emmagasiné :

C'est le volume d'eau stocké au-dessus du niveau de l'exutoire de l'aquifère pendant une période d'alimentation et restituée à l'écoulement pendant la période de non alimentation suivante :

$$W_0 = \int_t^{\infty} Q_0 e^{-\alpha t} dt \text{ d'où l'on tire } W_0 = \frac{Q_0}{\alpha}$$

$$W_0 = \frac{86\,400 \times 0,8}{0,076} = 909\,450 \text{ m}^3$$



COURBE DE TARISSEMENT DU GELON A BOURNEUF. Septembre 1981. FIG.104

4°/- Indice d'emmagasinement :

L'indice d'emmagasinement est la lame d'eau emmagasinée à  $t_0$ , exprimée en mm :

$$dW = \frac{W}{S} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}$$

S en m <sup>2</sup>	W en m <sup>3</sup>	dW en mm	P en mm
50.10 <sup>6</sup>	909 450	16	26

L'eau stockée ( $\frac{dW \times 100}{P}$ ) et restituée pendant la période de tarissement représente 61,5% des précipitations. Les 38,5% restant sont certainement, d'une part freiné par les circulations dans les zones fracturées des massifs, d'autre part retenu au niveau de la nappe du Gelon dont les circulations dans des argiles ou cailloutis argileux sont très lentes.

#### E. ETUDE DES ECOULEMENTS DANS LE BASSIN-VERSANT DU COISIN-COISETAN.

##### 1°/- Calcul de la lame d'eau écoulée :

Pour effectuer ce calcul, nous pensions utiliser les résultats du limnigraphe L9 qui se situe à la sortie du bassin total. Or les relevés sont tellement incomplets pour les raisons évoquées précédemment, que nous n'avons pas pu calculer le volume d'eau écoulé pendant le cycle novembre 1980 - octobre 1981.

##### 2°/- Coefficient de tarissement :

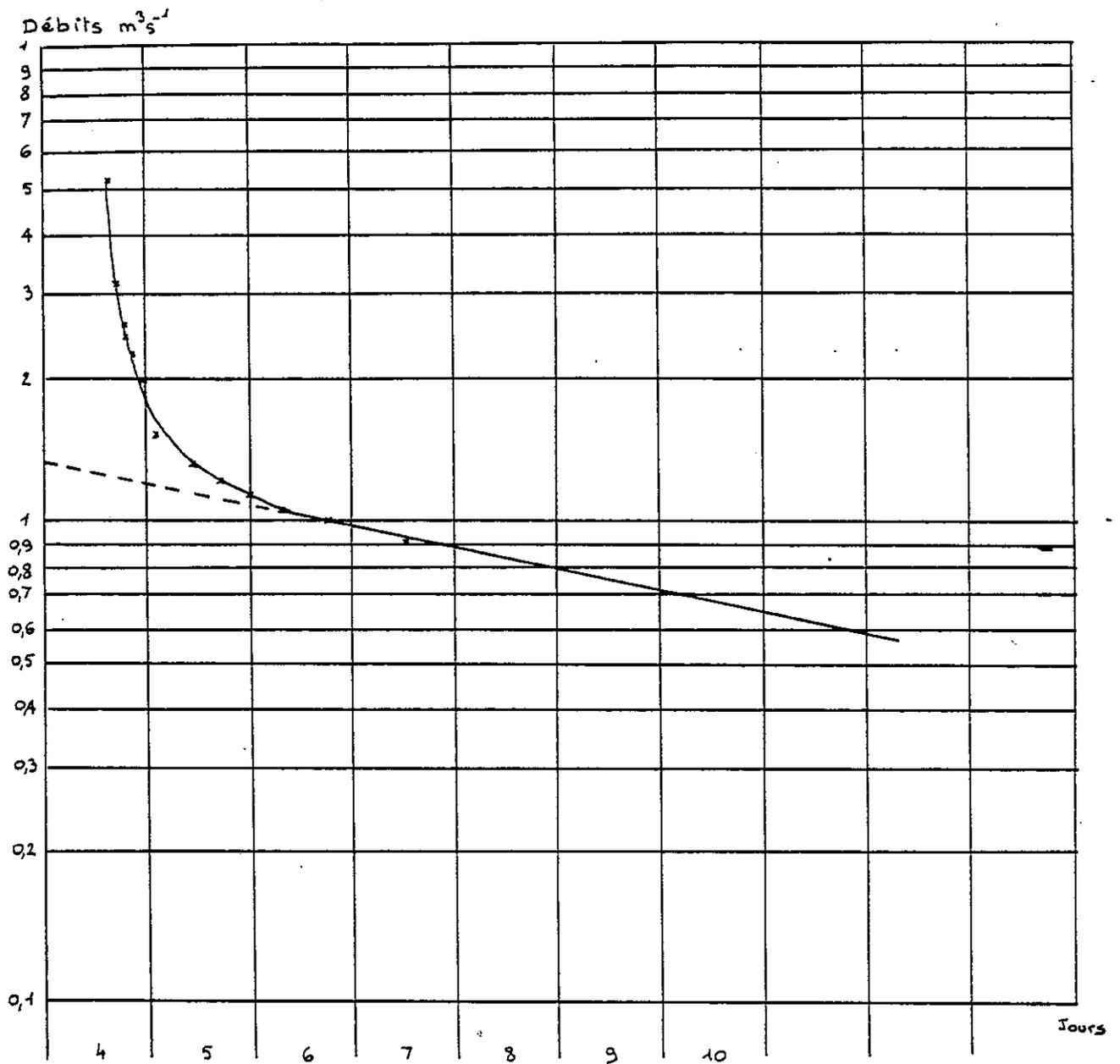
Aucune crue nette suivie d'une période de tarissement, non influencée n'a été enregistrée par le limnigraphe L9 du fait de son mauvais fonctionnement. Nous ne ferons donc que rappeler les résultats de J. Kyrrousis (1979) sur le Coisetan :

$\alpha = 0,033$ en 1972	$\alpha = 0,023$ en 1974
$\alpha = 0,04$ en 1973	$\alpha = 0,03$ en 1975

L'observation des courbes obtenues au limnigraphe placé sur le Coisin à l'amont du lac, nous permet de calculer  $\alpha$  sur la période du 4 janvier (crue) au 9 janvier 1981 (période non influencée). La décroissance des débits s'effectue de façon exponentielle (cf. fig. 105).

Appliquons la formule de Maillet. Nous obtenons :

$Q_0 = 1,14 \text{ m}^3/\text{s}$	<u>d'où <math>\alpha = 0,03</math>.</u>
$Q_t = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$	
$t = 3 \text{ jours}$	



COURBE DE TARISSEMENT DU COISIN A L'AMONT DU LAC.  
JANVIER 1981. (Fig. 105)

3°/- Calcul du volume d'eau emmagasiné sur le bassin du Coisin proprement dit, à l'amont du lac :

$$W_0 = \frac{Q_0}{\alpha} \text{ d'où } W_0 = \frac{1,14 \times 86\,400}{0,03} = 3\,283\,200 \text{ m}^3$$

Ce sont les réserves dynamiques.

### CHAPITRE III : APPROCHE DU BILAN HYDROLOGIQUE.

L'expression du bilan est formulée de la façon suivante :

$$P = R + I + E + \Delta W$$

Nous pouvons regrouper les termes du ruissellement et de l'infiltration d'où :

$$P = Q + E \quad \text{avec} \quad Q = R + I$$

#### A. BASSIN VERSANT DU BAS-GELON.

Sur le cycle hydrogéologique de novembre 1980 à octobre 1981, nous n'avons les valeurs du ruissellement que sur la période de mai 1981 à septembre 1981. Il nous manque donc le terme Q du bilan. Cependant, connaissant les valeurs de P et de E, nous pouvons essayer d'évaluer un Q théorique.

En effet, nous avons obtenu :

$$\begin{aligned} P &= 1017 \text{ mm} \\ E &= 514 \text{ mm} \end{aligned}$$

D'où Q théorique = 503 mm.

Soit un Q spécifique annuel de l'ordre de 16 l/s/km<sup>2</sup>.

Il faut noter que le ruissellement et l'infiltration sur le bassin versant du Bas-Gelon sont influencés par le ruissellement du bassin versant du Haut-Gelon (crues et fortes pluies qui réalimentent la nappe du Bas-Gelon).

#### B. BASSIN VERSANT DU COISIN-COISETAN.

Sur ce bassin versant, nous avons calculé les termes suivants du bilan :

$$\begin{aligned} P &= 961 \text{ mm} \\ E &= 514 \text{ mm} \end{aligned}$$

D'où Q théorique = 447 mm.

Ce qui correspond à un débit spécifique de l'ordre de 14 l/s/km<sup>2</sup>.

Nous avons rassemblé sous le terme Q les valeurs du ruissellement et de l'infiltration sur le bassin. J. Kyroussis (1979) a montré que, dans le bassin de Sainte-Hélène du Lac ou du Coisetan, l'infiltration est directement liée aux précipitations par la relation :  $I = 0,26 P + 21,38$ . Nous avons étendu cette formule au bassin versant total Coisin-Coisetan. Nous avons obtenu :  $I = 316,5$  mm.

Il en résulte que le terme ruissellement R est de 130,5 mm. Nous pouvons comparer ce résultat aux valeurs déterminées par J. Kyroussis : 1972 R = 26mm, 1973 R = 219mm, 1974 R = 347mm, 1975 R = 129mm, 1976 R = 34mm.

## CONCLUSION GENERALE

Les vallées du Gelon et du Coisin sont deux dépressions parallèles, séparées par la montagne du Montraillant. L'étude géologique de ces deux bassins montre que leur évolution au cours des temps géologiques a été semblable. D'origine tectonique, ces deux vallées ont été creusées par les glaciers rissiens de l'Isère et de l'Arc qui ont conflué au niveau de la plaine d'Aiton-Chamousset. Puis, dans un vaste lac résultant de la fusion de ces glaces, sous climat tempéré, se sont déposées les argiles dites d'Eybens. Une deuxième glaciation correspondant au Würm II décrite par J.C. Fourneaux à La Gache, mais non mise en évidence dans le chaînon de Planaise marque alors la région, suivie d'un épisode lacustre qui se traduit par des dépôts sableux, de type deltaïques au niveau du chaînon de Planaise-Chamousset. Les sables comblent le lac et passent à des alluvions fluviales de progradation glaciaire. Les glaciers würmiens (W III) se réinstallent sur la région. Leur passage est marqué par des sillons glaciaires plus ou moins importants, par une moraine de retrait bleue très argileuse, et par des dépressions glacio-lacustres dont le lac de Sainte-Hélène est un témoin.

Cette dépression est creusée dans les argiles bleues lacustres qui forment l'essentiel du remplissage des vallées. En fait, il faudrait distinguer des argiles anté-würmiennes et des argiles post-würmiennes car le milieu de dépôt après le retrait des glaciers rissiens et après celui des glaciers würmiens était le même. Seuls des essais au pénétromètre pourraient les différencier en mettant en évidence les valeurs de la compaction, très forte dans le premier cas, faible dans le second.

Du fait de la nature très argileuse du remplissage alluvial, de nombreux problèmes se posent pour l'agriculture car les terres des plaines sont très humides. En effet, et c'est surtout le cas de la plaine du Gelon, la nappe contenue dans ces argiles est proche du sol et parfois même, en périodes de fortes pluies, au-dessus du sol.

Dans le cadre de l'étude de cette nappe, nous avons essayé de dresser le bilan hydrologique du bassin pour le cycle de novembre 1980 à octobre 1981.

Les mesures de précipitations et leur comparaison avec la pluviosité des années antérieures, nous ont permis de montrer que l'année considérée est une année déficitaire en pluie, bien que les précipitations neigeuses aient été importantes. Le calcul de la lame d'eau précipitée nous donne 1017mm pour la vallée du Gelon, 961mm pour celle du Coisin.

Des mesures journalières des températures nous ont permis de calculer la lame d'eau évaporée qui est de 543mm pour le Gelon, 545mm pour le Coisin.

Pour des raisons indépendantes de notre volonté, nous n'avons pas pu suivre les écoulements du Gelon sur une année. A la suite de l'étude d'une crue du Gelon, il apparaît que l'infiltration représente 61% des précipitations. J. Kyroussis a établi une relation  $I = f(P)$  dans le cas du bassin de Sainte-Hélène qui donne  $I = 316,5\text{mm}$ .

La mise en place de piézomètres dans la plaine du Gelon nous a permis de suivre l'évolution des battements de la nappe en fonction des conditions climatiques. Les variations de la nappe dépendent directement de la pluviosité : La nappe, comme le ruisseau du Gelon, répond immédiatement aux pluies. En périodes de hautes eaux, le Gelon draine la nappe dans la partie aval de la plaine (cf. cartes piézométriques). Cependant, lors de fortes crues, celui-ci inonde la plaine, surtout entre les communes de Villard-Léger et Villard-Mougin (Inondations du 6 janvier 1982).

L'alimentation de la nappe se fait donc, d'une part directement par les précipitations et localement par le Gelon, d'autre part, par les versants. En effet, du fait de la nature imperméable des terrains (marno-calcaires bajociens), le ruissellement sur les versants est très important. Ces eaux peuvent être récoltées par les terrains quaternaires mais sont généralement rendues à la plaine par les cônes de déjection, les éboulis, les colluvions et les dépôts pléistocènes qui bordent la plaine. Ces différents écoulements souterrains ont été suivis lors de l'étude physique et chimique des sources.

Cette nappe est donc abondamment alimentée. Cette alimentation est très visible et accentuée par le fait que les circulations au sein de ces argiles sont très lentes. Il existe des lentilles de sables mais les eaux sont là en charge. Faute de moyens techniques, nous n'avons pas pu mesurer la transmissivité de la nappe.

De plus, les variations de la nappe sont très locales, indépendantes d'un point à un autre. Les variations maximales sont d'environ 2m de profondeur par rapport à la surface du sol à l'étiage, et en surface ou parfois au-dessus du sol lors de crues.

De tels excès d'humidité ne profitent pas à la végétation et l'agriculture en ressent les conséquences : les rendements sont faibles, le travail de ces terres boueuses est plus lent et plus dur que dans le cas de terres saines. De plus, de nombreuses parcelles ne sont plus cultivées : elles sont soit plantées de peupliers, soit abandonnées à une végétation envahissante de type marais. Il s'avère donc nécessaire d'assainir cette plaine.

Un réseau de drainage existe mais il est aujourd'hui, en grande partie obstrué. Il faudrait dans un premier temps le remettre en état, recréer les fossés et ensuite s'il ne paraît pas suffisant, prévoir de le renforcer par un collecteur de ceinture, c'est-à-dire un canal qui longerait les versants récoltant les eaux de ruissellement, et par des canaux en évitant si possible de faire des coudes pour contourner les parcelles. De ce fait, un réseau par drainage enterré est généralement conseillé. En effet, d'une part, il ne diminue pas les surfaces cultivables, d'autre part, il ne nécessite pas un entretien régulier comme dans le cas de fossés ouverts. Dans ce second cas, les ingénieurs s'accordent à dire que dans des terres argileuses, les fossés ne doivent pas dépasser 1m de profondeur afin de ne pas dessécher le terrain à l'étiage car les phénomènes de capillarité sont importants au sein des argiles.

La plaine du Coisin présente les mêmes caractéristiques que la plaine du Gelon, mais un ancien drainage a rendu sa fertilité à la terre (communication orale d'un habitant).

Bien que l'eau semble en excès, il existe un important problème pour l'alimentation des communes. Quelques unes s'alimentent elles-mêmes par captage des sources les plus importantes de la région (Champ-Laurent, Villard-Léger, La Rochette). Ces sources, qui résultent de circulations profon-

des le long de fissures dans le substratum bajocien sont peu nombreuses (ces eaux sont chimiquement bicarbonatée calcique sauf la source de La Sausse qui est bicarbonatée sodique). La plupart des émergences sont liées à des circulations superficielles dans des terrains quaternaires et ne sont pas exploitables.

La nappe du Gelon est un aquifère de bien mauvaise qualité pour répondre aux besoins grandissants des communes. Les seules zones intéressantes se situent sur les cônes de déjection en rive droite du Gelon : les cônes de La Rochette et de Chamoux-sur-Gelon sont les plus importants.

Dès lors, de nombreuses communes ont choisi de ne faire confiance qu'aux eaux des Bauges ou de Belledonne.

BIBLIOGRAPHIE

---

- ANDRE H., AUDINET M., MAZERAN G., RICHER C. (1976) - Hydrométrie pratique des cours d'eau. *Paris Eyrolles*, 259 p.
- APRAHAMIAN J., FOURNEAUX J.C., LACROIX B. et USELLE J.P. (1970) - Observations nouvelles sur les argiles interglaciaires de la vallée de l'Isère. *C.R.A.S., Paris, t. 272, série D, p. 1071-1074.*
- APRAHAMIAN J., BELLAIR P., Mme BILLARD A., MONTJUVENT G. et USELLE J.P. (1976) - Bilan des connaissances actuelles sur les argiles interglaciaires d'Eybens (Isère). *C.R.A.S., Paris, t. 276, série D, p. 1257-1260.*
- ARMAND C. et DELAQUAISE B. (1977) - Analyse physico-chimique des eaux. *Memento pratique.*
- BACONNAIS G., DOUDOUX B. et NICOUUD G. (1981) - Les dépôts quaternaires des principales vallées alpines et de l'avant-pays molassique de Haute-Savoie, France. Conséquences hydrogéologiques. *C.R.A.S., Paris, t. 292, série II, p. 1313-1318.*
- BARFETY J.C., DEBELMAS J. et MOUTERDE R. (1972) - Caractères stratigraphiques, paléontologiques et structuraux du Jurassique inférieur et moyen des bordures W et SE du massif de Belledonne (Isère). *Feuille 1/5 000e : Domène, Montmélian et Vizille. T.L.G., t. 48, p. 151-158.*
- BELLAIR P., MONTJUVENT G. et SARROT-REYNAULD J. (1970) - Les argiles d'Eybens et le lac du Grésivaudan. *C.R.A.S., Paris, t. 270, série D, p. 7-11.*
- BERTHOIS L. (1975) - Etude sédimentologique des roches meubles. *Edition Doïn.*
- BLACHE J. (1914) - Le bord de l'auge glaciaire du Grésivaudan. *R.G.A., t. 2.*
- BOIS Ph. (1977) - Hydrologie générale. *Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique de Grenoble.*
- BOURDIER F. (1962) - Le bassin du Rhône au quaternaire. 2 volumes, *Editions CNRS.*
- CAILLERE S. et HENIN S. (1963) - Minéralogie des argiles. *Masson et Cie.*
- CAILLEUX A. (1945) - Distinction des galets marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. Fr., 5ème série, 15, p. 373-404.*
- CAILLEUX A. et TRICART J. (1959) - Initiation à l'étude des sables et des galets. *Centre Doc. Universitaire Paris, 3 volumes.*
- CARCEL L. (1936) - La région du Gelon. *R.G.A.*
- CASTAGNY G. (1962) - Traité pratique des eaux souterraines. *Dunod Paris, 657 p.*
- CATALAN LAFUENTE J. (1969) - Química del agua. *Editorial Blume, 355 p.*
- C.F.E.G. (1980) - Etude des ressources en eau de la vallée du Gelon. Prospection géoélectrique préliminaire. *Rapport D.D.A. de Savoie.*
- C.F.E.G. (1981) - Vallée du Gelon. Mise en place de piézomètres. *Rapport D.D.A. de Savoie.*
- CHARBON M. (1980) - Formes glaciaires et périglaciaires dans la région de Grenoble. *R.G.A. Fr., n° 68, Fasc. 1, p. 21-38.*
- CHOUTEAU AF et FOURNEAUX J.C. (1971) - Etude de la chimie des eaux souterraines de la plaine du Grésivaudan. *T.L.G., t. 47.*

- COUTEAU M. (1978) - Analyses polliniques d'un sédiment tardiglaciaire à la Rivièrè (Isère) ; évolution paléoécologique du lac de Voreppe Voiron. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat. FRA.*, 15, n° 57, p. 171-178.
- DE BEAULIEU P. et MONTJUVENT G. (1979) - Mise en évidence de dépôts de type interglaciaire ancien sur le plateau de Lans-en-Vercors (Isère). *C.R.A.S., D, FRA 288*, n° 22, p. 1651-1654.
- DEBELMAS J. (1974) - Géologie de la France, t. 2, p. 405-406. *Editions Doïn Paris.*
- DEPAPE G. et BOURDIER F. (1953) - Le gisement interglaciaire à Rhododendron Ponticum L. de Barraux, dans le Grésivaudan entre Grenoble et Chambéry. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. XXX, p. 81-102.
- DEPERET Ch., KILLIAN W. et REVIL J. (1896) - Lignites interglaciaires de Chambéry. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 24, série 3, p. 90.
- DONDEY D. (1960) - Contribution à l'étude de la série cristallophyllienne et de la couverture sédimentaire de la chaîne de Belledonne méridionale. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 36, p. 285.
- DOUDOUX B. et NICOUUD G. (1980) - Précisions sur le quaternaire de la région chambérienne. *Cong. Géol. Inter. 26/1980/Paris FRA, Orléans, BRGM 2*, 648.
- FOURNEAUX J.C. (1968) - Hydrogéologie du Grésivaudan. *Thèse doctorat 3ème cycle, Grenoble*, 98 p.
- FOURNEAUX J.C. (1975) - Etude des échanges nappe-rivière. La nappe de la plaine de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. *Thèse doctorat d'Etat, Grenoble*, 325 p.
- FOURNEAUX J.C. et GIDON M. (1975) - Le Grésivaudan, aperçu géologique. Connaissance du Dauphiné, tome 2 : Le Grésivaudan p. 1-21. *Centre Régional de Recherche et de Documentation Pédagogique de Grenoble.*
- FOURNEAUX J.C. (1976) - Les formations quaternaires de la vallée de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, tome 52, p. 31-72.
- FOURNEAUX J.C. et SARROT-REYNAULD J. (1977) - Déficit d'écoulement et évapotranspiration dans les Alpes du Nord. *102e Cong. Nat. des Sociétés Savantes, Limoges*, p. 215-226.
- FRIEDMAN et SANDERS J.E. (1978) - Principles of Sedimentology. *Editions J. Wiley and Sons. New-York*, 792 p.
- FUDRAL S. (1968) - Rapport de stage. Hydrogéologie Montmélian - Sainte Hélène du Lac. *Trav. Lab. Géol. Grenoble.*
- HANSS G. (1974) - Premières indications par une datation au C14 pour l'âge interstadiaire würmien des dépôts fluviatiles de la banquette de Barraux. *R.G.A. Fr.*, 62, n° 4, p. 551-554.
- HANSS G. et NICOUUD G. (1980) - Précisions sur la stratigraphie des alluvions fini-pliocènes et les dépôts pleistocènes du Val du Bourget (Savoie). *R.G.A. Fr.*, 68, n° 3, p. 267-271.
- JAYET A. et AMBERGER G. (1969) - L'interglaciaire Riss-Würm de Sous-Terre à Genève. *C.R. Soc. Géol. Suisse, vol. 62*, n° 2, p. 622-636.
- KYROUSSIS J. (1979) - Infiltration et alimentation des aquifères alluviaux. Détermination du coefficient d'infiltration dans la combe de Savoie. *Thèse 3ème cycle, Grenoble.*
- LEMEE G. (1951) - L'histoire forestière et le climat contemporain des lignites de Savoie et de la tourbe d'Armoy, d'après l'analyse pollinique. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. XXIX, p. 167-180.

- LLYBOUTRY L. (1964-1965) - Traité de glaciologie. *Paris, Masson, 2 vol.*
- LORY P. (1951) - Etudes géologiques dans la chaîne de Belledonne. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. XXIX, p. 167-180.*
- MANDIER P. (1980) - Les phénomènes stratigraphiques du quaternaire dans la vallée du Rhône. *Ass. Fr. et du IV. 40-51, 1 tab.*
- MASSONNAT G. (1981) - Hydrogéologie en milieu fissuré et thermalisme. Etude du massif de Bramefarine et du Nord du massif d'Allevard. La source thermominérale d'Allevard (Isère-France). *Thèse 3ème cycle Grenoble, 313 p.*
- MICHEL R. (1960) - Contribution à l'étude de la température des sources dans le département de l'Isère. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 36, p. 115-131.*
- MILLOT G. (1963) - Géochimie des argiles. *Masson et Cie.*
- MONTJUVENT G. (1969) - Nouvelles datations absolues dans les formations quaternaires du sillon alpin. *Revue Géog. Alp., tome 57, fasc. 3.*
- MONTJUVENT G. et USELLE J.P. (1969 - Interprétation des argiles d'Eybens d'après la sédimentologie. *I.N.Q.U.A. 1969. Bull. Ass. Fr. pour l'étude du quaternaire n° 35 (1973), 2.*
- MORGAN J.P. (1970) - Deltaic Sedimentation. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists - Special publication n° 15, 312 p.*
- NICOUD G. (1979) - Deux exemples de difficultés rencontrées dans le génie civil du quaternaire chambérien. *Doc. B.R.G.M. (FRA), n° 8, p. 859-872.*
- NICOUD G. (1981) - Les dépôts pleistocènes du bassin chambérien et du Nord-Grésivaudan. Enseignements paléogéographiques. *C.R.A.S. Paris, t. 292.*
- OLIVE Ph. (1979) - Eléments de climatologie. *Centre de recherches géodynamiques, publication n° 205.*
- PAPPINI G. (1976) - Hydrogéologie du bassin versant du Haut-Gelon (Savoie). *Thèse doctorat 3ème cycle, Grenoble, 175 p.*
- PENCK A. et BRUCKNER E. (1907) - Les Alpes françaises à l'époque glaciaire. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, 8, p. 111-267.*
- PILLET L. (1883) - Etude sur les terrains quaternaires de l'arrondissement de Chambéry. *Mém. Acad. de Savoie, tome IV, Chambéry.*
- POIRE M. et OLLIER Ch. (1962) - Assainissement agricole. Drainage par tuyaux ou fossés. Aménagement des cours d'eau et émissaires. *Editions Eyrolles, Paris.*
- SAINTIGNON M.F. de (1976) - Décroissance des températures en montagne de latitude moyenne : exemple des Alpes françaises du Nord. *Rev. de Géogr. Alp., fasc. 4, p. 483-491.*
- SARROT-REYNAULD J. (1953) - Observations sur la nature physico-chimique des argiles d'Eybens. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, 31, p. 243-246.*
- SARROT-REYNAULD J. (1965) - Style tectonique et morphologique de la bordure occidentale de la chaîne de Belledonne au Sud d'Allevard. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 41, p. 7-32.*
- SCHOELLER H. (1962) - Les eaux souterraines. *Masson, Paris, 642 p.*
- TRICART J. et CAILLEUX A. (1962) - Le modelé glaciaire et nival. *Editions Sedes, Paris, 508 p.*

- VACHER J.P. (1971) - Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin de l'Isère. *Thèse Doctorat 3ème cycle, Bordeaux, 2 tomes.*
- VATAN A. (1967) - Manuel de sédimentologie. *Editions Technip.*
- VIVIAN R. et RICQ M. (1966) - La rencontre des glaciers du Rhône et de l'Isère dans la cluse de Chambéry et le Val du Bourget. *R.G.A., t. LIV, p. 389-413.*
- VIVIEN J. (1896) - Description des gisements ligniteux de la vallée de Chambéry. *Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie, 3, série 2, p. 16-23.*

#### ABREVIATIONS.

- C.R.A.S. : Compte-rendu de l'Académie des Sciences (Paris).  
R.G.A. : Revue de Géographie Alpine (Grenoble).  
T.L.G. : Travaux du Laboratoire de Géologie (Grenoble).  
D.D.A. : Direction Départementale de l'Agriculture.

## ANNEXES

- Annexe 1 : Relevé des sources du bassin-versant du Coisin et du Gelon en octobre et novembre 1980.
- Annexe 2 : Analyses physico-chimiques des sources.
- Annexe 3 : Caractéristiques des piézomètres de la vallée du Gelon et relevé piézométrique.
- Annexe 4 : Températures et résistivités de la nappe superficielle de la vallée du Gelon.

ANNEXE 1 : RELEVÉ DES SOURCES DU BASSIN VERSANT DU COISIN ET DU GELON - OCTOBRE et NOVEMBRE 1980.

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
Le Pichat	1	890,4375	60	310	0,025	13°5	1512
Le Touvet	2	893,4025	61,65	292	0,6 0,4	12° 10°5	1645 1972
Le Touvet	3	893,4625	61,8	285	0,4 0,06	10°5 8°	1841 1714
Beauregard	4	893,200	62,225	305	1 0,6	13° 11°	1689 1760
Ventonnex	5	893,795	62,325	298	2,8 3	11° 10°6	1547 1557
Le Monnet	6	895,325	64	300	0,06	14°5	2309
Le Monnet	6'	895,250	64,050	330	0,07	10°	2361
Le Monnet	7	895,350	64,100	310	0,13 0,1	12° 10°	2330 2075
Le Monnet	8	895,5125	64,0875	280	0,33 1,57	12° 12°	2220 2138
Le Molot	9	896,3125	65,150	300	0,5 0,17	12°5 11°	2000 2134
Coise	10	896,6625	65,650	325	0,21 0,35	11° 9°	1868 2068
Coise (Le Puits)	11	897,675	66,05	318	2,4 2,4	11°5 12°	2027 2138

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
Maltaverne	12	900,600	2068,075	330	0,15 0,15	10°5 9°8	1794 1591
Maltaverne	13	900,675	2068,225	330	0,8	10°3	1699
Maltaverne	14	901,7125	2068,375	330	0	10°5	1709
Les Guillardes	15	898,3125	2065,500	415	-	-	-
Villard d'Héry	16	896,9125	64,900	270	0,062 0,04	11° 10°5	1281 1183
Villard d'Héry	17	897,175	64,050	470	0,75 0,62	12°8 10°	2043 1946
Col de Cochette	18	897,600	63,850	605	≈ 0 0,03	14°5 8°5	2134 3228
Col de Cochette	19	897,550	63,850	605	-	-	-
Les Domenges	20	895,725	62,750	389	-	-	-
Pouille	21	893,325	60,2375	349	1,6 3,5	12°5 10°8	1888 1910
Pouille	22	893,350	60,875	360	4 2,4	12° 10°8	2056 1750
Pouille	22'	893,50	60,25	360	0,075	10°	1894
Gagout	23	891,925	58,025	460	0,5 0,4	12°5 10°5	1527 1840
Villaroux	24	892,875	58,400	590	0,65	10°	2337
Montbertrand	25	895,225	58,950	405	0,06 0,06	16° 13°	1820 1260

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
Grelu	26	894,825	59,375	580	0,04	10°2	2138
Les Portiers	27	894,600	59,150	570	0,1	11°	2081
La Générale	28	894,400	59,500	760	-	-	-
La Générale	28'	894,875	59,935	750	-	-	-
La Croix de la R.		895,550	59,250	360	0,235	12°	1809
Villard-Salet	29	896,850	60,775	310	0,346	12°5	1333
					0,35	12°7	1767
Villard-Salet	30	896,825	60,7875	320	1,2	12°5	1666
					0,1	12°5	1805
Villard-Salet	31	897,050	61,150	320	1,5	12°	1699
Villard-Salet	32	897,1875	61,200	310	0,6	12°5	1666
					0,4	12°	1343
Le Molaret	33	897,500	61,375	305	0,5	11°2	1394
Sur les Vignes	34	896,400	61,475	600	0,04	11°	1868
Tours Montmayeur	35	895,675	61,325	745	≈ 0	9°5	2048
La Trinité	36	897,775	62,125	308	diffuse	-	-
La Trinité	37	897,675	62,300	330	2,4	12°5	1444
La Conche	38	897,900	63,275	455	0,08	11°	2134
Cochette	39	897,850	63,850	555	0,6	12°	1919
Cochette	40	897,8875	9	560	≈ 0	14°5	2134
					0,02	12°5	2100
Cochette R	41	897,950	64,100	590	0,06	10°	1842
Pont-Bélon	42	899,150	64,500	330	0,4	11°	1600

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
Le Fléchet	43	899	64	305	2,4	12°	1645
Le Fléchet	44	899,100	64,150	300	0,55	12°	2000
Betton-Bettonet R	45	900,350	65,725	365	0,75	11°	1869
Betton-Bettonet	46	900,625	66,125	365	-	-	-
L'Abbaye	47	901,500	67,375	300	0,075 0,1	12°5 12°	1805 2275
Bourneuf	48	902,125	68,450	290	0,07 0,07	11°5 10°7	1521 1931
Bourneuf	48'	902,100	68,375	300	0,34	9°4	1938
Chamoux	53	902,725	66,825	300	0	-	-
Chamoux	54	903,500	66,675	470	0 0	- -	- -
Magnin	55	903,750	66,65	620	0,5 0,18	10°2 11°	1956 1600
Magnin	56	903,800	66,100	660	0 0,03	11° 10°	2081 1972
Planet captage	57	905,425	64,800	1110	-	-	-
Villard-Dizier	58	902	66,025	300	2,5	9°8	2324
Villard-Dizier	59	901,925	66	300	1,6 0,35	11°8 10°5	2046 2104
Villard-Mougin	60	899,550	62,725	350	0,2	11°	2110
Villard-Mougin	61	899,425	62,700	320	0,32	10°5	2235
Champ-Laurent R	62	901,975	66,025	-	0,7	8°	1273

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
Champ-Laurent R	63	903	63,725	980	0,6	7°5	2896
Touvière	64	901,50	63,450	900	-	-	-
Grand-Charvet	65	901	63,025	970	≈ 0	-	-
					0,03	7°2	2630
Les Michelins	66	900	63,775	300	0,008	9°8	2148
Villard-Mougin	67	899,750	63,100	325	≈ 0	12°7	2234
Villard-Mougin	68	899,825	63,050	350	0,1	9°8	2143
Villard-Mougin	69	899,325	62,875	300	-	-	-
Villard-Mougin	69'	899,350	63	300	0,05	10°	1894
Les Clercs	70	898,975	62,300	308	0,5	10°5	1973
					0,19	10°2	2060
Les Clercs	71	898,750	62,200	300	-	-	-
Les Clercs	72	898,750	62,125	308	0,5	11°	3735
					0,5	11°5	2244
Les Clercs	73	899,025	62,075	320	0,3	11°	2455
					0,9	10°	2309
Montmalfou	76	899,325	61,325	610	0,2	9°8	2092
Montmalfou	77	899,500	61,475	630	0,1	9°2	2157
Tournaloup	78	900,050	61,800	830	0,008	11°	2668
					0	-	-
Tournaloup	79	900,025	61,700	830	0,15	9°	2824
La Table	80	899,750	60,725	835	0,4	11°	2668
					0,16	10°	1790

Situation	N°	Coordonnées			Q en l/s	T en °C	R en Ωcm
		X	Y	Z			
La Table	81	899,5375	60,375	800	0,2	10°5	2530
					0,15	9°2	2538
La Table	82	899,525	60,350	800	0,3	11°5	2568
					0,1	10°	2361
La Table	83	899,525	60,2875	810	0,05	12°	2604
					0	-	-
La Table	84	899,275	60	810	0,8	10°	3244
					0,66	7°	2613
Rotherens	85	897,350	60,050	335	1	10°6	2112
					0,6	10°	1687
Rotherens	86	897,250	60,025	345	0,5	13°7	2151
					0,4	11°7	1930

ANNEXE 2 : ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOURCES.

N°	Situation	$\theta$ °C de l'eau	$\rho$ en $\Omega$ .cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
4	Beauregard	13°	1689	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		11°	1760	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°	1557	0,72	6,8	36,5	125	17	386	-	-	-
		8°	1701	1,5	6,9	35,1	129	9	370	17	2,3	12,4
		7°5	1717	2,2	-	33,8	121	12	329	23	0,4	12,8
		10°	1496	2,4	7,2	35,3	130	9	346	16,5	-	18,2
		10°	1636	1,75	-	36,3	127	15	358	20,5	-	17,1
		12°	1705	1,5	7,3	39	133	19	368	-	-	17,8
		13°2	2401	1,25	7	38,7	138	14	392	19	-	18,5
		13°2	1397	2,2	7,3	40	140	17	403	16	-	17,8
		14°	1425	0,9	7	38,3	142	9	390	-	1,4	15,4
		13°	1547	0,5	-	31,8	137	10	398	-	-	14,6
		5	Ventonnex	11°	1547	2,8	-	-	-	-	-	-
10°6	1557			3	7,2	35,8	128	8,9	368	23	-	-
10°8	1591			3	7	36	128	9,7	362	22	0,4	-
9°8	1701			1,7	7	34,4	125	7,2	364	23	0,4	16,56
9°4	1701			3,3	-	37,4	120	17,9	368	21	1,94	16,15
9°7	1672			1,75	7,5	35,6	124	10,9	357	25	0,64	18,87
10°	1568			3,3	-	30	123	0,2	363	19	-	-
10°3	1594			2,4	7,2	36,8	126	12,8	367	27	-	16,8
10°2	1622			4	7,1	36,5	126	11,9	364	-	-	17,4
10°2	1599			3	7,3	36	124	12,1	378	14	-	15,4
10°2	1544			2,6	7,5	38	130	13	394	17	-	14,4
10°8	1309			2	7	37,5	135	9,2	385	14	1,29	15,4
10°8	1591			1,4	-	38,5	134	12	400	-	-	11,2

N°	Situation	$\theta^{\circ}\text{C}$ de l'eau	$\rho$ en $\Omega \cdot \text{cm}$ à $18^{\circ}\text{C}$	Q en l/s	pH	THT en mg/l	$\text{Ca}^{2+}$ en mg/l	$\text{Mg}^{2+}$ en mg/l	$\text{HCO}_3^{-}$ en mg/l	$\text{SO}_4^{2-}$ en mg/l	$\text{NO}_3^{-}$ en mg/l	$\text{Cl}^{-}$ en mg/l
7	Le Monnet	12°	2330	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°	2075	0,1	7,5	30,3	90	18,9	308	-	-	-
		9°	2395	0,13	7,2	25	88,5	7	274	-	-	-
		7°	3150	0,5	7,4	19	67,3	5,3	207	12	0	2,4
		7°	3130	0,5	-	19,5	66	7,2	209	14	0,5	2,02
		7°	3206	1	7,3	18,9	62,5	8	183	13	0,4	2,03
		8°5	2386	0,6	-	21,7	69,7	10,4	251	13	-	4,9
		10°	2601	0,3	7,4	25	80	12,1	270	13	-	3,7
		12°	2300	0,2	7,3	25,8	84,5	11,4	289	-	-	4,1
		11°8	2410	0,15	7,4	26	84,5	11,9	298	9	-	3,9
		14°3	2154	0,1	7,5	27,1	90,9	10,6	319	9	-	-
		14°	2138	0,06	7	30,6	101,4	12,8	355	4	0	1,8
		13°5	2139	0,05	-	29,4	101,2	9,9	329	-	-	0,86
		8	Le Monnet	12°	2220	0,3	-	-	-	-	-	-
12°	2138			1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
11°	2000			1,2	7	31,7	107	11,6	353,8	-	-	-
10°	2056			1,6	7,2	29	104	7	345,2	12,5	0,7	4,7
10°	2099			1,6	-	29	102	8,2	334,2	11,5	0,2	3,7
9°7	2058			1,6	7,3	29,8	101	11	319,6	12	0,3	4,1
10°5	2025			1,3	-	29,5	96	13,3	329,4	13	-	5,5
11°2	2064			1	7,4	23	69	13,8	329,4	16	-	5,2
11°8	2047			0,75	7,1	30	100	12	337,9	-	-	5,4
11°5	2038			0,8	7,6	30,2	92,9	17	347,7	0	-	4,9
12°	1894			0,4	7,8	30,7	105	10,9	366	8	-	2,6
13°	1945			0,4	7	30,6	101	12,8	355	1	0,04	2,7
12°	1945			0,35	-	30,5	108	8,5	362	-	-	1,2

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
11	Le Puits	11°5	2027	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
		12°	2138	2,4	7,4	31	102,6	13,1	333	-	-	-
		11°7	2039	2,3	7,3	31	106,2	10,9	330	-	-	-
		10°4	1899	3,3	7,5	30	102,2	10,9	324	17	0	6,43
		10°	2006	2,7	-	31,1	103	13,1	322	18	0	6,7
		9°8	2053	3,3	7,5	29,3	100,2	10,4	303,7	19,5	0,4	7,1
		9°5	2098	3,1	-	30,4	99,7	13,3	319,6	18	-	8,09
		9°4	2022	2,6	7,3	30,2	100,6	12,4	318,4	22	-	7,86
		9°8	1810	2,75	7,3	30,6	99,4	14	324,5	-	-	8,9
		9°8	1958	2,6	7,7	25,7	98,1	2,9	328,1	13	-	7,99
		10°2	1750	2,8	7,9	31,4	102,2	14,3	339	14	-	6,03
		10°8	1833	3	7,3	31	105,8	11,2	333	7	1,04	6,8
		11°2	1742	3	-	32,9	99,2	18,9	335	-	-	4,47
12	La Maladière	10°5	1794	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
		9°8	1591	0,15	7,6	35,6	118,6	14,5	369,6	-	-	-
		9°	1967	0,13	8	34,5	121	10,45	366	19	0	-
		7°	1812	0,12	7,5	33,8	117,8	10,69	361	23	0	23,6
		7°8	1725	0,08	-	34,3	115,4	13,3	361	26	0	20,2
		7°	1717	0,1	7,3	33,6	114,6	12,1	344	32	0,4	23,3
		9°	1762	0,12	7,3	33,7	116,6	11,1	353	32	-	24,8
		11°	1580	0,03	7,4	34,5	113,4	15	355	-	-	25,2
		9°5	1753	0,2	7,7	34,6	109,4	17,7	356	17	-	18,5
		10°	1665	0,2	7,2	35	107,8	19,7	366	16	-	21,7
		10°	1665	0,05	7,4	34,7	115,4	14,3	353,8	14	0,54	15,4
		10°6	1583	0,2	-	29,5	114,4	-	333	-	-	13,9

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
22	Pouille	12°	2056	4	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°8	1910	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		9°	2067	2,6	7	31	120	2,4	346,4	-	-	-
		5°8	2035	2,5	7,6	29	108	4,8	318,4	15	0	7,3
		6°	2167	4,5	-	31,3	108,6	10,2	323,3	15	0,6	8,11
		5°	2031	2,6	7,2	30,6	109,4	8	318,4	18	0,7	6,87
		7°	2053	2,75	-	29,9	107,8	7,3	319,6	13,5	-	9,65
		8°	2123	3,5	7,3	29,1	106,2	6,3	312,3	17	-	9,5
		9°5	2148	2,3	7,4	29,6	112,2	16,5	323,3	-	-	9,99
		10°	2232	0,8	7,5	29,7	82,9	21,8	324,5	9	-	10,6
		12°	1894	0,6	7,3	31,9	115	7,8	356,2	14	-	9,56
		12°2	1905	0,15	7,3	30,5	112,6	5,8	335,5	4	0,24	7,6
		12°	2000	0,6	-	30,5	112	6	341	-	-	3,95
24	Lordet	10°	2337	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°	2543	0,4	7,9	24,5	88,1	6	289	-	-	-
		9°	2446	0,7	7,9	23,5	87,3	4	262	16	0,24	-
		2°5	2253	1,4	7,8	19,2	75,3	0,97	225,7	13	0,34	2,54
		2°8	2849	0,6	-	20,7	74,9	4,86	219,6	16	0,14	1,68
		3°8	2913	1,2	7,5	21,9	81,3	4,13	219,6	20	0,14	1,64
		6°	2762	0,45	-	21,4	76,95	5,3	222	17,5	-	3,68
		7°	2853	0,4	7,4	20,5	63,3	11,4	231,8	18	-	3,45
		7°	2580	0,35	7,2	22,8	79,3	7,3	242,7	-	-	3,61
		7°5	2764	0,3	7,7	23,3	84,9	5,1	262,3	3	-	2,69
		8°1	1987	0,2	7,3	26,7	89,7	10,45	286,7	11	-	0,94
		3°2	2004	0,1	7,4	25,9	93,7	6	291,5	2	0	0,94
		8°8	2255	0,3	-	27,4	96,8	7,8	286	-	-	0,68

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
29	Louise	12°5	1333	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-
		12°7	1767	0,35	7,3	43	113	35,9	433	-	-	-
		12°	1749	0,5	7,5	42	111	34,7	402,6	-	-	-
		10°5	1504	1,2	7,4	41,8	111,4	34	402,6	78	0,19	2,9
		11°	1621	1	-	42	72,1	58,3	402,6	47	0,24	2,73
		10°5	1601	1,4	7,8	41,4	107,4	35,5	394	66	0,11	3,11
		11°3	1717	1,5	-	41	100,2	38,9	384	42,5	-	3,66
		11°8	1552	0,77	7,4	42,2	108,2	36,9	395	86	-	4,33
		12°2	1715	0,5	7,1	42,3	109,4	36,4	409	-	-	3,95
		12°1	1550	0,4	7,5	42,4	106,6	38,4	414	30	-	3,34
		12°	1488	0,3	7,6	43	111,4	36,9	423	43	-	3,54
		12°5	1589	0,22	7,4	41,5	113,4	32	414,8	16	0	1,33
		12°7	1535	0,2	-	42,1	112	34,2	402	-	-	0,86
		37	Trinité	12°5	1444	2,4	-	-	-	-	-	-
12°2	1488			2	7,5	45,1	119,4	39,6	448,9	63	0,14	-
11°8	1464			2	7,5	46	121,4	38,1	451,4	68	0,44	1,83
11°8	1525			2	-	46,5	111,4	45,4	445,3	45,5	0,04	2,2
11°3	1441			2	7,3	44,3	116,6	36,9	430,6	67	0,19	2,62
11°2	1493			2,2	7,3	44,2	116,6	36,9	434,3	53	-	3,64
11°5	1552			2	7,2	44,3	116,2	37,2	430,6	83	-	4,06
12°	1302			1,8	7,2	44,5	115,8	37,9	436,7	-	-	4,06
11°7	1452			2	7,2	44,3	113,4	34	445,3	29	-	3,15
11°5	1387			1,9	7,6	46	115,4	41,8	461,1	36	-	1,13
11°8	1347			1,8	7,1	45,1	118,2	37,9	447,7	21	0,04	1,52
12°	1370			1,6	-	43	117	36	422	-	-	0,34

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
38'	Charrière	11°2	1978	2,2	7,6	37,4	104,2	27,7	380,6	47	0,39	3,17
		11°	1805	2,6	-	39	82,1	44,9	375,7	38	0,44	3,25
		11°	1643	2,5	7,4	36,8	107,8	24	374,5	56	-	3,65
		11°	1568	2,4	-	38	105	28,6	369,6	41	-	4,4
		11°2	1636	1,4	7,5	38,4	100,2	32,5	378,2	68	-	4,52
		11°5	1975	1,2	7	38,6	104,2	30,6	380,6	-	-	3,95
		11°6	1612	0,7	7,6	36,2	106,2	23,5	390,4	23	-	4,4
		11°5	1548	0,5	7,5	41,5	108,2	35,2	405	40	-	3,84
		11°8	1616	0,45	7,2	40,1	110,2	30,6	409,9	37	0,04	1,92
		12°	1507	0,4	-	38,3	106,8	28	403	-	-	0,86
39	Cochette	8°2	1829	0,4	-	29,7	117,8	0,73	368,4	20	-	3,76
		8°8	1972	0,4	7,5	34,4	125	7,7	378,2	26	-	3,04
		10°1	2003	0,27	7	35,4	131,4	6,6	386,7	-	-	2,88
		11°	1993	0,15	7,4	33,6	118,2	9,9	378,2	8	-	2,62
		12°8	1657	0,1	7,3	35	115	15,3	384,3	17	-	0,62
		14°5	1587	0,016	7,2	29,9	89,7	18,2	350	13	0,19	1,52
		13°1	1833	0,01	-	24,5	96,8	0,7	336	-	-	0,5
43	Le Fléchet	10°	1842	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
		12°5	1653	3,14	7,2	39,8	116,2	26,2	402,6	69	0,19	-
		11°8	2176	4	7,5	40,5	115	28,6	402,6	48	0,34	5,23
		11°5	1741	3,66	-	40,5	105,4	34,5	389,1	42	0,4	4,2
		11°5	1605	6	7,5	39,1	112,2	26,9	386,7	64	0	4,56
		11°8	1568	3,6	-	38,8	110,2	27,4	396,5	45	-	6,15
		11°8	1611	2,6	7,3	38,8	107,4	29,1	389,1	65	-	5,66
		12°2	1497	3	7,3	39,5	106,2	31,6	402,6	-	-	6,27
		11°8	1638	2	7,3	37	109,4	25	411,1	34	-	5,01
		11°8	1481	1,5	7,2	41	104,6	36,2	411,1	16	-	2,95
		12°	1488	0,11	7,2	40,1	111,8	29,6	403,8	32	0,14	3,68
		12°	1699	0,9	-	31,3	110,8	-	388	-	-	1,72

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
45	Betton	11°	1869	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-
		8°	1812	1	7,7	30,5	122,2	0,2	378,2	18	0,6	3,77
		7°5	2046	2	-	30	113	4,3	335,5	14	0	3,75
47	Abbaye	12°	2275	0,1	7,6	33,6	122,2	7,53	397,7	-	-	-
		10°	2330	0,2	7,6	31	113,4	6,56	366	12	0,14	-
		9°8	1899	0,15	7,3	33,5	119,4	8,99	378,2	20,5	0,29	4,05
		9°	2006	0,15	-	31,4	111	6,56	359,9	14,5	0,04	2,24
		8°	2240	0,3	7,3	27,9	98,9	7,77	309,8	12	0,09	2,13
		9°5	1904	0,07	-	33,3	117	9,96	375,7	17,5	-	5,18
		10°	1913	0,06	7,2	35,1	116,2	14,8	378,2	20,5	-	5,62
		10°5	1843	0,1	7	35,4	119,8	13,4	390,4	-	-	4,78
		11°5	1851	0,05	7,7	34,4	116,2	13,1	396,5	8	-	5,47
		11°5	1601	0,03	7,2	34,6	117,8	12,6	405	18	-	3,78
		12°	1759	0,016	7,1	34,3	119	11,2	402,6	13	0,19	3,88
		12°2	1654	0,33	-	33,5	120,4	8,2	378	-	-	1,89
58	Villard-Dizier	9°8	2324	2,5	7,6	28,2	98,9	8,5	312,3	-	-	-
		8°	2158	4,5	7,5	28,3	101,4	7,3	314,7	-	-	-
		7°	2058	1,6	7,4	27,6	99,4	6,8	307,4	19	0,70	4
		6°	2311	5	-	26,5	96,1	6	292,8	16	0,44	3,5
		5°	2563	8	7,6	21,8	77,3	6	241,5	16	0,4	3,45
		7°	2165	2,33	-	27,7	93,3	10,7	290,3	18	-	5,7
		9°5	2282	2	7,4	27,5	94,9	9,2	294	18	-	5,09
		9°5	2401	1,4	7	27,6	90,1	12,4	289,1	-	-	5,92
		9°5	2418	0,6	7,7	25,2	90,1	6,5	280,6	12	-	2,05
		11°	1975	0,2	7,6	28,8	81,3	20,6	312,3	16	-	2,74
		11°8	1885	0,04	7,2	27,6	102,6	4,8	311,1	0	0	3,68
		11°	2001	0,06	-	25,7	98,4	2,6	286	-	-	1,72

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
63	Champ Laurent	7°5	2896	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
		6°7	3984	0,6	7,6	18,2	68,1	2,9	222	8	0	0,78
		4°2	3371	0,4	-	20,5	62,1	12,1	219,6	0	0,04	0,60
		2°8	3360	0,6	7,8	18,1	64,9	4,6	197,6	4	-	2,5
		4°5	3734	0,08	-	14,9	58,1	0,9	173,2	4	-	2,5
		9°2	3251	0,08	7,8	20	66,9	8	226,9	5	-	1,36
		9°	2988	0,11	7,8	20,5	72,1	6	231,8	5	-	0
		10°	2690	0,33	7,4	22,1	80,1	5,1	246,4	0	0	0
		8°8	2956	0,08	-	19,5	72	3,6	229	-	-	0
64	Touvière	8°5	2856	0,9	7,7	22,7	76,1	8,99	261	-	-	-
		8°7	2749	1	7,3	23	79,3	7,77	262,3	15	0,24	-
		7°8	2612	0,8	7,6	23	80,1	7,29	268,4	13	0,30	1
		7°5	2775	1	7,7	24,5	76,1	13,37	241,5	20	0,26	1,86
		7°2	2756	1	-	23	76,9	9,23	258,6	12	-	3,19
		8°	2752	0,87	7,3	22,4	76,9	7,77	252,5	16,5	-	3,65
		8°1	2666	0,7	7,2	22,9	76,9	8,99	248,8	-	-	3,53
		7°5	2613	0,55	7,8	21	75,7	5,10	265,9	9	-	3,76
		9°	2988	0,11	7,9	23,4	76,9	10,2	267,1	5	-	0,66
		9°8	2677	0,35	7,4	22,7	78,1	7,77	256,2	1	0,19	1,72
		8°	2448	0,3	-	24	72	14,5	258	-	-	0,17
72	Les Clercs	11°	3735	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		11°5	2244	0,5	7,7	28,5	94,9	11,6	296,4	-	-	-
		-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-

N°	Situation	θ°C de l'eau	ρ en Ω.cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en mg/l	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
73	Les Clercs	11°	2455	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°	2309	0,9	7,5	27,8	103,4	4,86	308,6	-	-	-
		9°5	2630	1,57	7,4	28,1	104,2	5,10	312,3	-	-	-
		8°8	2137	1,4	7,5	27,8	103	5,10	313,5	18	0,40	2
		8°	2247	2,75	-	26,9	99,4	5,10	294	17,5	0,30	1,94
		8°	2315	2,5	7,6	27,6	100,2	6,32	297,6	18	0,24	1,52
		7°2	2315	0,12	-	25,5	97,8	3,88	280,6	17	-	3,91
		7°8	2391	0,55	7,5	26,2	94,9	6,07	283	18	-	3,07
		8°2	2190	0,7	7,3	26	94,9	5,59	283	-	-	3,07
		9°5	2022	0,2	7,5	28,2	89,7	14,09	303,7	12	-	1,05
		10°2	2111	0,2	7,5	28,8	97,8	10,69	298,9	13	0	0,74
		10°2	2398	0,15	-	26,2	101,6	1,9	306	-	-	0,5
		85	Rotherens	13°7	2151	0,5	-	-	-	-	-	-
10°	1687			0,6	7,6	36	131,4	7,77	397,7	-	-	-
10°	2196			0,4	7,2	34,7	127,4	7,04	380,6	29	0	-
8°2	1820			0,5	7,4	35,7	125,8	10,45	368,4	17,5	0,74	3,74
8°5	1862			0,7	-	33,2	123	6,07	355	16	0,70	3,55
7°2	2128			0,6	7,6	30	111,4	5,34	324,5	14	0,40	2,47
9°2	2016			0,6	-	31	113,4	6,56	337,9	19,5	-	4,75
9°	2181			0,2	7,3	32,7	114,2	10,21	348,9	20	-	4,59
9°8	1810			0,4	7,3	32,8	116,6	8,99	345,2	-	-	4,78
10°	1958			0,2	7,6	32,4	116,2	8,26	368,4	13	-	8,37
10°	1793			0,15	7,9	33,8	122,2	8,02	384,3	12	-	2,78
11°	1844			0,06	7,2	33,3	124,2	5,59	380,6	9	0,24	2,5
10°2	1825			0,25	-	31,5	123,2	1,70	378	-	-	1,2

N°	Situation	$\theta$ °C de l'eau	$\rho$ en $\Omega$ .cm à 18°C	Q en l/s	pH	THT en °F	Ca <sup>2+</sup> en mg/l	Mg <sup>2+</sup> en mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> en mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Cl <sup>-</sup> en mg/l
16	La Sausse	11°	1281	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10°5	1183	0,04	8,4	1	1,6	1,45	669,78	14,4	0,5	0,09	-
		10°	1245	0,2	7,9	1,4	4,8	0,48	661,24	14,4	0	0,09	-
		9°	1266	0,25	8,5	1,3	4	0,72	645,3	26,4	1,5	0,14	8,11
		9°5	1107	0,08	-	1,4	2	2,18	658,8	18	5	0	9,16
		9°5	1082	0,06	8,2	1	2,8	0,73	620,9	27,6	0	0,04	9,19
		9°8	1045	0,02	-	0,9	1,2	1,45	635,6	24	3	-	10,48
		10°2	1074	0,06	8,6	1,3	1,6	1,70	663,68	27,6	0,6	-	10
		10°5	1246	0,05	8,2	1,5	1,6	2,18	634,4	30	-	-	10
		10°5	1080	0,03	8,3	1	0,8	1,94	647,8	26,4	0	-	9,91
		10°8	1099	0,016	8,4	2,7	0,4	6,32	736,88	15,6	0	-	8,34
		11°2	1138	0,03	8,5	1	1,6	1,45	666,12	37,2	0	0,04	7,99
		10°8	1193	0,33	-	1	2,8	0,7	623	-	-	-	4,98

ANNEXE 3 : CARACTERISTIQUES DES PIEZOMETRES.

Piézomètre	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Longueur totale en m	6,00	6,00	6,40	6,10	6,20	5,70	6,30	6,10	6,20	6,00	6,00	6,00	6,00	6,15	6,50
Longueur crépinée en m	5,00	5,30	5,30	5,00	5,20	4,70	4,30	4,80	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Longueur hors du sol en m	1,15	0,97	0,98	1,04	1,01	0,97	0,94	0,95	0,81	0,98	1,06	1,05	0,99	0,94	1,01

RELEVÉ PIEZOMETRIQUE.

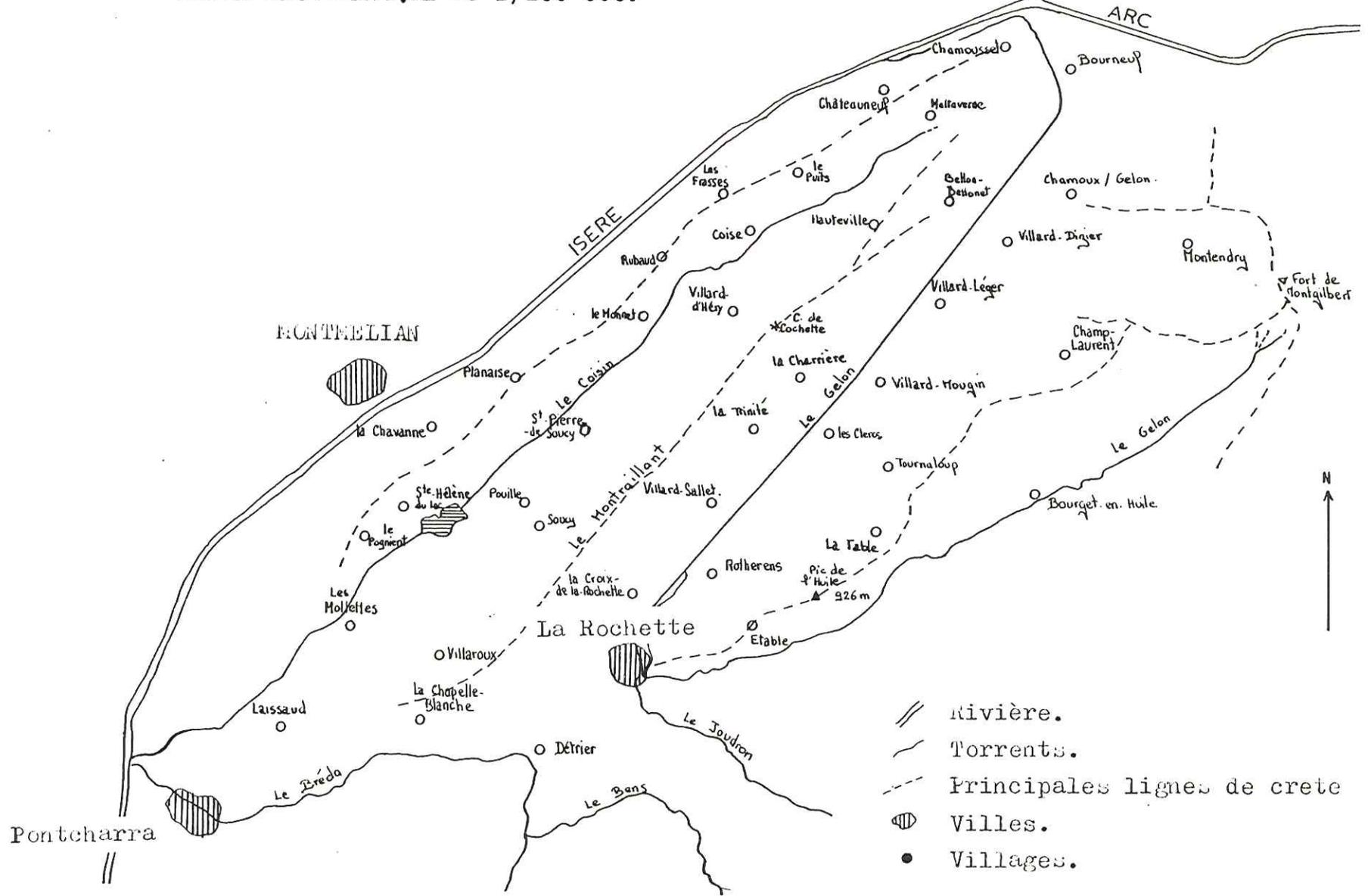
Date	Hauteur du Gelon à Rotherens	P1 z/sol	P2 z/sol	P3 z/sol	P4 z/sol	P5 z/sol	P6 z/sol	P7 z/sol	P8 z/sol	P9 z/sol	P10 z/sol	P11 z/sol	P12 z/sol	P13 z/sol	P14 z/sol	P15 z/sol
6/5/81	-	1,26m	0,84m	0,89m	0,75m	0,49m	0,36m	0,59m	0,70m	0,48m	0,74m	0,46m	0,75m	0,26m	1,38m	0,47m
11/5/81	0,90m	1,29	0,83	0,81	0,80	0,44	0,44	0,55	0,77	0,41	0,61	0,41	0,69	0,23	1,30	0,51
12/5/81	0,90	1,03	0,81	0,87	0,77	0,61	0,47	0,81	0,80	0,45	0,63	0,39	0,71	0,21	1,33	0,56
4/6/81	0,92	1,27	0,80	0,83	0,77	0,56	0,55	0,85	0,82	0,55	0,77	0,44	0,72	0,22	1,21	0,53
17/6/81	0,68	1,48	0,95	0,94	1,00	1,07	1,01	1,21	0,90	0,84	1,05	0,47	0,95	0,61	1,93	0,85
3/7/81	0,60	1,12	0,65	0,89	1,23	1,15	1,00	0,99	0,95	0,60	1,07	0,44	0,80	0,32	1,45	0,76
19/7/81	0,80	1,65	0,99	0,99	1,40	1,59	1,46	1,15	0,89	1,23	0,45	0,41	0,77	0,28	1,49	0,76
6/8/81	0,63	1,50	0,98	1,02	1,18	1,30	1,27	1,28	1,12	0,93	1,2	0,50	0,90	0,50	1,57	0,96
29/8/81	0,53	1,82	1,27	1,09	1,68	1,97	1,74	1,42	1,21	1,13	1,75	0,86	1,18	0,90	1,70	1,12
8/9/81	0,52	2,03	1,38	1,06	1,37	1,86	1,95	1,61	1,23	1,24	1,88	1,14	1,30	1,68	1,73	1,14
27/9/81	0,79	0,98	0,75	0,60	0,78	1,66	1,15	0,85	0,77	0,41	0,70	0,42	0,67	0,29	1,17	0,47
12/10/81	0,73	0,95	0,57	0,61	0,64	1,03	0,14	0,57	0,66	0,27	0,42	0,38	0,55	0,21	0,72	0,41
28/10/81	0,70	0,51	0,77	1,37	0,76	0,47	0,39	0,67	0,70	0,49	0,84	0,45	0,71	0,29	1,06	0,53
16/11/81	0,60	1,06	0,87	0,70	0,82	0,51	0,54	0,91	0,84	0,68	0,97	0,44	0,75	0,25	1,27	0,57
5/12/81	0,62	1,07	0,84	0,62	0,76	0,33	0,35	0,68	0,73	0,49	0,88	0,45	0,69	0,25	1,02	0,54
28/12/81	0,74	1,15	0,83	0,54	0,74	0,33	0,35	0,61	0,59	0,43	0,90	0,45	0,62	0,24	0,98	0,33
6/1/82	1,55	0,67	0,43	0,41	0,31	0,30	+ 9cm /sol	0,51	0,29	0,13	0,30	0,22	0,48	0,06	0,17	0,21

ANNEXE 4 : TEMPERATURE ET RESISTIVITE DE LA NAPPE SUPERFICIELLE DE LA VALLEE DU GELON.

Piézomètre	Date	Température en °C	Résistivité en $\Omega$ .cm
P1	8/09/1981	16°	1348
	28/10/1981	10°5	1817
	6/01/1982	8°	1450
P2	8/09/1981	18°	1727
	28/10/1981	12°	1759
	6/01/1982	6°5	1961
P3	8/09/1981	16°	1857
	28/10/1981	12°	1759
	6/01/1982	6°8	1863
P4	8/09/1981	15°	1344
	28/10/1981	11°8	1481
	6/01/1982	5°8	2031
P6	8/09/1981	13°4	1292
	28/10/1981	10°8	2671
	6/01/1982	6°	2728
P7	8/09/1981	14°8	1337
	28/10/1981	12°	1624
	6/01/1982	8°	1209
P8	8/09/1981	15°3	1325
	28/10/1981	10°9	1498
	6/01/1982	6°	2046
P9	8/09/1981	17°2	1324
	28/10/1981	12°	1488
	6/01/1982	6°	1364
P10	8/09/1981	17°6	1400
	28/10/1981	12°5	1644
	6/01/1982	4°8	2622
P11	8/09/1981	17°2	1293
	28/10/1981	12°2	1361
	6/01/1982	6°3	1101
P12	8/09/1981	16°5	1060
	28/10/1981	11°5	1334
	6/01/1982	6°	1136
P13	8/09/1981	16°2	1355
	28/10/1981	12°5	1370
	6/01/1982	5°2	1440

Piézomètre	Date	Température en °C	Résistivité en $\Omega$ .cm
P14	8/09/1981	16°2	1355
	28/10/1981	12°8	1243
	6/01/1982	5°5	2350
P15	8/09/1981	16°2	1535
	28/10/1981	12°2	1497
	6/01/1982	5°1	1650

CARTE GEOGRAPHIQUE AU 1/100 000.

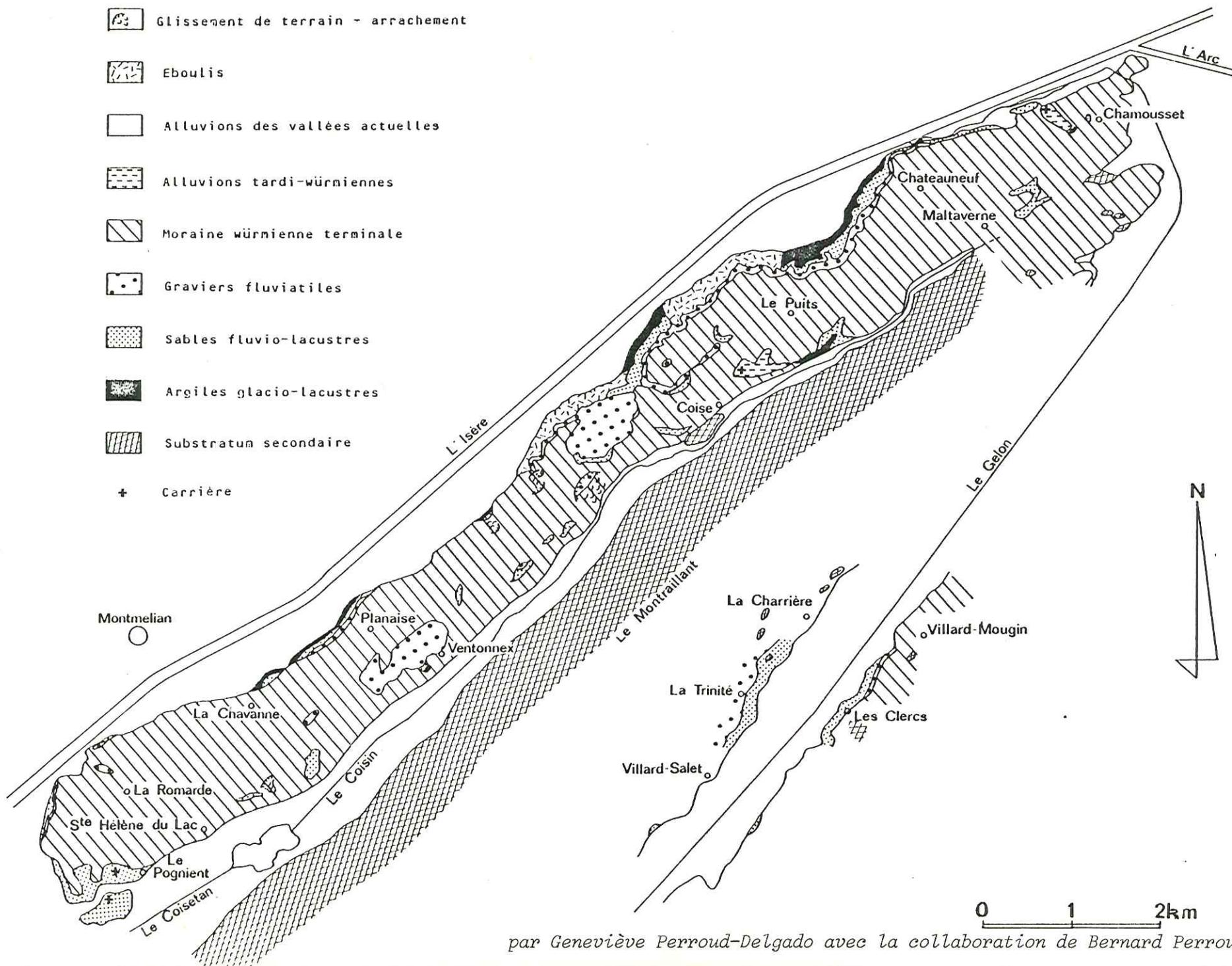


- /// Rivière.
- ~ Torrents.
- - - Principales lignes de crete
- ▨ Villes.
- Villages.

CARTE GEOLOGIQUE DES FORMATIONS QUATERNAIRES DE LA BANQUETTE DE PLANAIZE

ENTRE CHAMOUSSET ET SAINTE HELENE DU LAC

-  Glissement de terrain - arrachement
-  Eboulis
-  Alluvions des vallées actuelles
-  Alluvions tardi-würmiennes
-  Moraine würmienne terminale
-  Gravier fluviatiles
-  Sables fluvio-lacustres
-  Argiles glacio-lacustres
-  Substratum secondaire
-  + Carrière

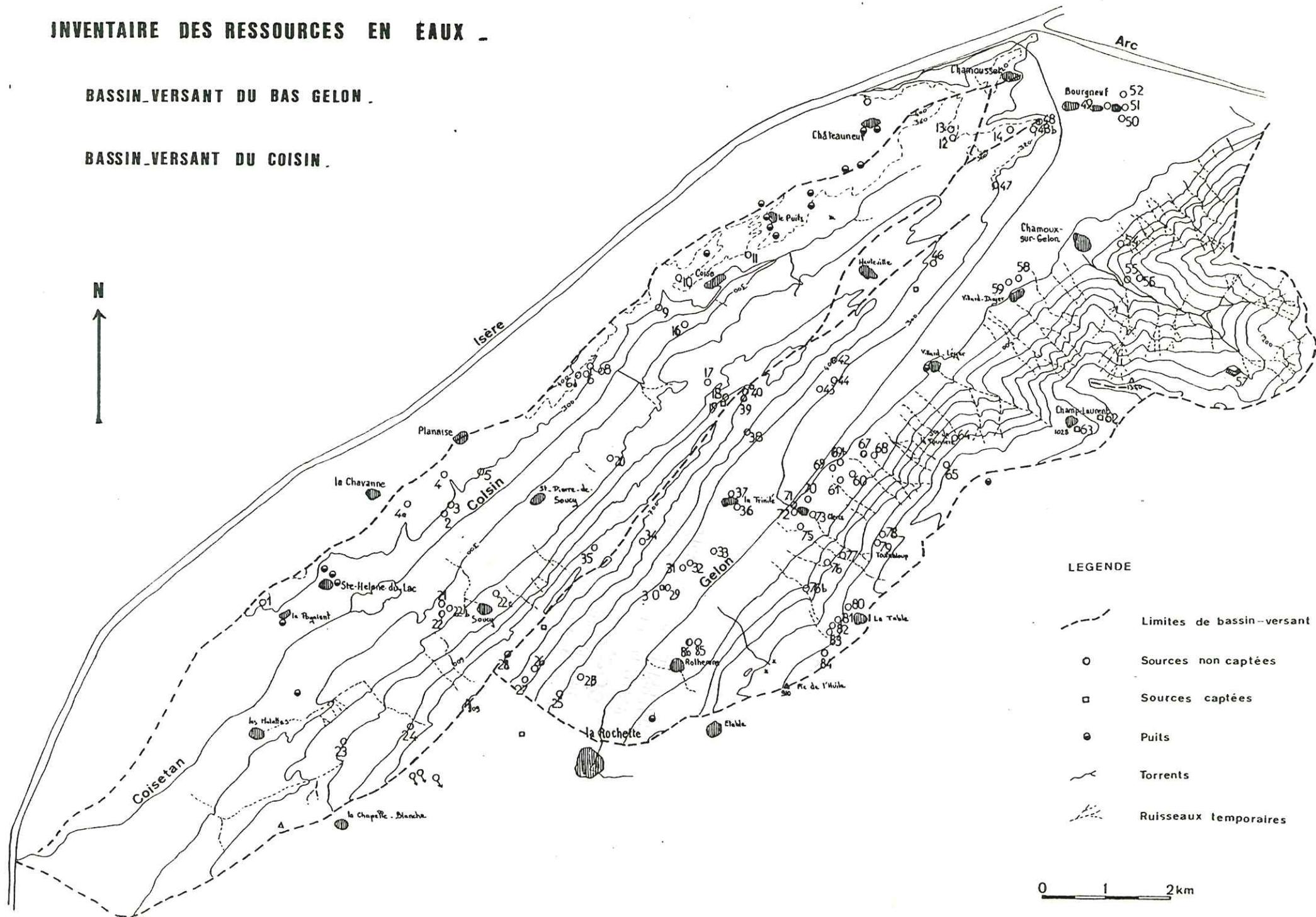


par Geneviève Perroud-Delgado avec la collaboration de Bernard Perroud.

# INVENTAIRE DES RESSOURCES EN EAUX

BASSIN\_VERSANT DU BAS GELON.

BASSIN\_VERSANT DU COISIN.



## RESUME

Les bassins-versants du Bas-Gelon et du Coisin sont situés en bordure ouest de la chaîne de Belledonne et au Sud-Ouest de la confluence Arc-Isère.

Nous rencontrons dans ce secteur deux grandes formations géologiques : le substratum bajocien constitué par des marno-calcaires très schistosés et le recouvrement quaternaire représenté d'une part, par la série pléistocène (argiles bleues, sables deltaïques, alluvions fluviatiles, moraines) du chaînon de Planaise, d'autre part, par des dépôts de pente holocènes.

Du fait de la faible perméabilité des marno-calcaires, les circulations d'eau à l'intérieur des massifs du Montraillant et de La Table se font essentiellement le long de fissures et diaclases. Ces eaux sont bicarbonatées calciques et magnésiennes ou bicarbonatées sodiques. Les terrains quaternaires montrent une grande variété de perméabilités. Les émergences (eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes) sont liées à des circulations superficielles ou à des affleurements de nappe.

Le quaternaire holocène est également représenté par les alluvions récentes du Coisin et du Gelon. Le remplissage alluvial de la plaine du Gelon, mis en évidence par sondages électriques, s'est avéré essentiellement argileux : limons et argiles limoneuses du Gelon en surface, reposant sur des cailloutis argileux morainiques et enfin des graviers mal définis. Le substratum n'a pas été atteint au centre de la plaine.

Ce remplissage argileux constitue un aquifère de mauvaise qualité. Les circulations de la nappe sont très lentes. De ce fait, cette nappe libre au sein d'argiles, est très sensible aux précipitations, les variations de son niveau sont très importantes : subaffleurance en période de pluie, son toit est à environ 2m de profondeur à l'étiage. Son alimentation se fait donc, d'une part directement par les pluies et par le ruissellement qui est très important sur les versants, d'autre part, en certains endroits, par le Gelon.

En période de pluie, la nappe est haute et l'évacuation des eaux peu rapides. Les terres sont très humides et cet excès d'eau, néfaste à la croissance des plantes, posent de nombreux problèmes à l'agriculture.

Les conséquences sont des rendements faibles et des produits de mauvaise qualité. La solution à apporter serait un assainissement des terres par drainage.

Mots clés : Bajocien, Coise, Coisetan, Coisin, Drainage, Gelon, Montraillant, Nord-Grésivaudan, Planaise, Pleistocène, Rochette.

24 JUN 1982

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