



BRGM

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES

74, rue de la Fédération
PARIS 15°

DEPARTEMENT DES SERVICES
GEOLOGIQUES REGIONAUX

Service géologique régional
Provence Corse

16, Bd Pèbre - MARSEILLE 8°

FACULTE DES SCIENCES
DE MARSEILLE

Laboratoire
de géologie appliquée

DONNEES HYDROGEOLOGIQUES SUR LES BASSES VALLEES
ALLUVIALES ENTRE L'ESTEREL ET LE VAR
(SIAGNE, BRAGUE, LOUP ET CAGNE)
Alpes-maritimes

par

B. DELLERY, G. DUROZOY et CL. GOUVERNET

avec la collaboration de

P. CHABALIER, H. PIREDDU, J.P. VIALA

DSGR.66.A20

Marseille, le 27 décembre 1965

R E S U M E

Ce rapport fait partie de la série relative à l'inventaire des ressources hydrauliques des nappes de la région économique Provence - Côte-d'Azur - Corse.

L'étude de ces nappes a été demandée au B.R.G.M. par l'intermédiaire du Comité technique de l'eau et réalisé sous convention pour le compte du Ministère de l'industrie.

On expose ici l'état des connaissances acquises sur la géologie et les nappes souterraines des basses vallées de la Siagne, de la Brague, du Loup et de la Cagne. (1)

Il ressort de cette étude qu'il est difficile de séparer l'hydrogéologie du matériau alluvial des vallées proprement dit de celle des formations sédimentaires dans lesquelles ces vallées s'inscrivent.

Si dans une vallée comme la Siagne le prélèvement de nouvelles ressources, et donc l'exécution de sondages, peut être envisagé, il n'en est pas de même pour celle de la Brague où les nappes sont chimiquement polluées.

Pour les autres vallées (Loup, Cagne et son affluent le Malvan) les données que l'on possède actuellement sont trop restreintes pour qu'il soit possible de se prononcer sur un ordre de grandeur de la valeur des ressources disponibles. Une campagne géophysique et quelques sondages permettraient de tester les possibilités de cette zone.

TABLE DES MATIERES

	page
RESUME	
Chapitre 1 - INTRODUCTION - CONDITIONS D'EXECUTION DE L'ETUDE	1
Chapitre 2 - DONNEES GENERALES	2
21 - Situation et limite	
22 - Réseau hydrographique	
23 - Végétation et cultures	
24 - Habitat et industrie	
Chapitre 3 - GEOLOGIE	5
31 - Cadre géologique	
32 - Stratigraphie	
33 - Tectonique	
Chapitre 4 - CLIMATOLOGIE	13
41 - Climat	
42 - Vents	
43 - Précipitations	
44 - Température	
45 - Hygrométrie	
46 - Evapotranspiration	
Chapitre 5 - LA SIAGNE	32
51 - Hydrographie - bassin versant	
52 - Géologie	
53 - Circulations dans les alluvions	
54 - Nappe superficielle	
55 - Fluctuation de la nappe	
56 - Composition chimique	
57 - Prélèvements	
58 - Perméabilité - Transmissivité	
59 - Conclusions	
Chapitre 6 - LA BRAGUE	66
61 - Hydrographie	
62 - Géologie	
63 - Débits superficiels	
64 - Circulations dans les alluvions	
65 - Eaux des calcaires jurassiques - les sources romaines	
66 - Composition chimique des eaux	
67 - Prélèvements	
68 - Conclusions	

Chapitre 7 - LE LOUP	84
71 - Hydrographie - bassin versant	
72 - Géologie	
73 - Nappe des alluvions	
74 - Source des Tines	
75 - Source du Loubet et du Logis du Loup	
76 - Prélèvements	
77 - Conclusions	
Chapitre 8 - LA CAGNE	114
81 - Hydrographie - bassin versant	
82 - Régime de la Cagne - pente	
83 - Géologie	
84 - Hydrogéologie	
85 - Conclusions	
CONCLUSIONS GENERALES	124

F I G U R E S

	page
2.1 - Vallées alluviales entre Estérel et Var. Carte de situation 1/200.000	3
3.1 - Schéma géologique de la région comprise entre l'Estéron et la mer d'après L. Ginsburg 1/320.000	6
3.2 - Bassin sédimentaire de Villeneuve Loubet. Coupe géologique schématique	7
4.2 - Fréquence pour 1.000 des directions des vents à Antibes	14
4.3.2. - Moyennes mensuelles du nombre de jours de pluie	16
4.3.3. - Précipitations - année 1963 et moyenne pluri- annuelle	21
4.3.4. - Hauteurs de précipitations annuelles à Antibes	22
4.3.5. - Ecartés relatifs - précipitations Antibes-les- moulières	23
5.1.1. - Réseau hydrographique de la Siagne	33
5.1.2. - Profil longitudinal du réseau de la Siagne	34
5.2.1 - Esquisse géologique de la basse vallée de la Siagne	37
5.2.2. - Coupe à travers la plaine de la Siagne	38
5.2.3. - Coupe de sondage 1025.2.60	39
5.2.4. - Coupe de sondage 1025.2.8. (D.2)	40
5.2.5. - Coupe de sondage 1025.2.8. (D.8)	41
5.2.6. - Coupe de sondage 999.6.57	42
5.3.1. - Débits superficiels de la Siagne. Station de Veyans	44
5.4. - Surface piézométrique de la nappe de la Siagne	46
5.5. - Fluctuation du niveau piézométrique de la Siagne à Mandelieu	52
5.6.1. - Vallée de la Siagne. Diagramme d'analyse d'eau	53

5.6.2.	- Vallée de la Siagne. Carte hydrochimique	56
5.7.	- Vallée de la Siagne. Carte des prélèvements	58
5.8.	- Vallée de la Siagne. Station de pompage de Pégomas - Puits 11. Courbe de descente	60
6.2.1.	- Vallée de la Brague. Carte géologique d'après L. Ginsburg	68
6.2.2.	- Coupe à travers la plaine de la Brague	69
6.4.	- Surface piézométrique de la nappe de la Brague	71
6.6.1.	- Vallée de la Brague. Diagramme d'analyses d'eau	74
6.6.2.	- Vallée de la Brague. Carte hydrochimique	76
6.7.	- Vallée de la Brague. Carte de prélèvements	79
7.1.1.	- Profil longitudinal du Loup	87
7.1.2.	- Débits du Loup à la station de Colombier	88
7.1.3.	- Débit moyen du Loup	89
7.2.1.	- Vallées du Loup et de la Cagne. Esquisse géologique d'après L. Ginsburg 1/50.000	90
7.2.2.	- Coupe de sondage 999.4.61 bis	91
7.3.1.	- Surfaces piézométriques des nappes du Loup et de la Cagne	93
7.3.2.	- Vallée du Loup. Diagramme d'analyses d'eau	95
7.3.3.	- Vallée du Loup et du Malvan. Titre hydrotimétrique	97
7.4.0.	- Sources des Tines et du Loubet. Esquisse géologique au 1/20.000	98
7.4.1.	- Sources des Tines et du Loubet. Diagramme d'analyses d'eau	100
7.4.21.	- Origine des eaux des sources des Tines. Croquis schématiques	104
7.4.22.	- Vallée du Loup. Source des Tines. Coupe géologique schématique	106

7.4.23.	- Sources du Lauron. Diagramme d'analyse d'eau	109
7.5.	- Vallée du Loup. Carte des prélèvements	111
8.1.1.	- Profil longitudinal de la Cagne	115
8.1.2.	- Débits de la Cagne à la station de la Garde	116
8.4.1.	- Puits de la vallée de la Cagne. Diagramme d'analyses d'eau	121

DOCUMENTS CONSULTÉS

Carte géologique de la France au 80.000 feuilles Nice et Antibes.

- M. BERTRAND - Quelques faits relatifs à l'hydrologie des Alpes maritimes - II 1935.
- J. BOURCART - Pliocène et Quaternaire des feuilles de Nice et
C. OTTMANN - Antibes au 50.000 - Bull. serv. carte géologique France.
- G. CORROY - Notice géologique et hydrogéologique sur le département des Alpes maritimes - Bull. institut national d'hygiène - n° 4 oct.-déc. 1957.
- G. CORROY - La Provence occidentale - Hermann éditeur Paris
G. DENIZOT 1943.
- D. ESSNET - Hydrologie et chimie des eaux potables du Jurassique des Alpes maritimes - Diplôme études supérieures - Fac. des sciences Marseille 1960.
- G. GEZE - Caractères structuraux de l'Arc de Nice - Livre à la mémoire de P. Fallot - T. 2 p. 289-300 1963.
- M. GIGNOUX - Les nappes d'eau souterraines profondes dans les alluvions des vallées alpines - Congrès intern. mines metall. et géol. appl. VII session 1935.
- L. GINSBURG - Etude géologique de la bordure sud-alpine à l'ouest de la basse vallée du Var - Bull. serv. carte géologique France n° 259 T. LVII 1959.

- J. GOGUEL - Description tectonique de la bordure des Alpes, de la Bléone au Var - Mémoire carte géologique France Paris 1936.
- M. KAZMITCHEFF - Contribution à l'étude tectonique de la région Cannes - Antibes - Mémoire institut géologique université de Louvain T. VII 1935.
- A.F. de LAPPARENT - Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance - Bull. carte géologique France T. XL n° 198 1938.
- Y. MASUREL - La Provence cristalline et ses enveloppes sédimentaires. Essai de géographie physique - Imprimerie Louis Jean Gap 1964.
- G. PALAUSI - Limite de l'ancienne zone d'inondation dans le sud-est de la vallée de la Siagne, Alpes maritimes - Reconnaissance de travaux - Station marine d'Endoume 1963.
- J. PERRIAUX - Les formations pliocènes des Alpes maritimes - Bull. soc. géologique France pp. 751-766- 1957.
- G. REYNE - L'utilisation de l'eau dans le bas pays des Alpes maritimes - Diplôme études supérieures - Fac. des lettres Aix 1951.
- J. VERNET - Géologie et hydrogéologie de la région des collines situées entre la Brague, le parc de la Valmasque et l'autoroute Estérel-Côte d'Azur - BRGM R 2011 janvier 1962.

Chapitre 1

INTRODUCTION

CONDITIONS D'EXECUTION DE L'ETUDE

Cette étude rentre dans le cadre de l'inventaire des ressources hydrauliques entrepris par le Bureau de recherches géologiques et minières à la demande du Comité technique de l'eau.

Le but était la détermination des conditions de circulation des nappes dans le matériau aquifère alluvial et l'établissement d'un ordre de grandeur des ressources.

Les travaux ont été entrepris en liaison avec les différents services administratifs scientifiques et techniques du département des Alpes maritimes (Génie rural⁽¹⁾, Ponts et chaussées, Université, sociétés de distribution d'eau).

L'objectif de l'étude se limitait aux basses vallées alluviales des principaux petits fleuves cotiers entre le golfe de La Napoule près de Cannes et Nice, Siagne, Brague, Loup et Cagne (à l'exclusion du Var sur lequel un travail de plus grande ampleur était par ailleurs entrepris) ; l'on s'est rapidement aperçu qu'il était difficile de séparer l'étude des circulations dans le matériau alluvial proprement dit de celle des circulations dans les terrains sédimentaires avoisinants. L'on a donc été amené à élargir le cadre de l'étude mais en travaillant uniquement sur documents car l'on ne disposait dans les limites imposées à l'opération ni du temps ni des crédits nécessaires.

(1) Nous tenons à remercier de leur collaboration MM. les Directeurs et Ingénieurs de la Compagnie générale des eaux et de la Société des eaux de Cagnes, et la Société des eaux de Villeneuve Loubet.

Chapitre 2

DONNEES GENERALES

21 - SITUATION ET LIMITE

La région considérée s'étend au nord du littoral entre la baie de La Napoule et l'embouchure du Var ; elle est située entre une zone de plateaux élevés (900 à 1200 m.) appartenant encore à la Haute Provence (plateau de Caussols) au nord , le massif de Tanneron culminant à 570 m à l'ouest, et le profond sillon du Var à l'est. Au pied de falaises calcaires de la bordure septentrionale s'étend une région au relief moins accusé (100 - 250 m.), plus adouci, s'abaissant progressivement vers la mer et entaillée par des talwegs assez étroits.

22 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La région ainsi délimitée se divise en deux parties : d'une part les plateaux calcaires et marneux au réseau hydrographique plus ou moins marqué, d'autre part les vallées des différentes rivières cotières formant l'essentiel du réseau superficiel et drainant à la fois les eaux de ruissellement et d'infiltration. Dans les parties basses quelques zones marécageuses existent encore.

23 - VEGETATION ET CULTURES

A l'ouest, le Massif du Tanneron, de part sa nature géologique, est recouvert de forêts (pin d'Alep, pin maritime, chêne liège, chêne vert, mimosas) faisant place dans les zones de déboisement à des plantations de fraisiers.



Fig. 21
 Vallées alluviales entre Esterel et Var
 Carte de situation
 ZONES étudiées

Les régions de coteaux, surtout calcaires, ont conservé localement un manteau forestier (chêne vert, pin d'Alep) où sont cultivés en terrasses (olivier). Les cultures florales s'y développent de plus en plus, en serres ou en pleine terre, grâce à l'irrigation. Dans les vallées l'horticulture et la culture maraîchère se partagent le sol avec les vergers.

24 - HABITAT ET INDUSTRIE

Les villages anciens sont installés sur des pitons. L'habitat actuel (surtout résidentiel) est concentré le long de la mer et au débouché des petites vallées ou au fond des golfes ; il est dispersé cependant dès que l'on aborde les collines du fait de la culture horticole qui a besoin du maximum d'ensoleillement.

De plus en plus les villes situées le long de la côte ont tendance à s'étager le long des collines et à repousser les cultures.

Les industries sont très peu développées. Les principales sont celles de la parfumerie, de la poterie qui reste au stade artisanal et quelques chantiers navals aux abords des grandes villes. Les grandes ressources sont l'hôtellerie et la culture florale.

Chapitre 3

GÉOLOGIE

31 - CADRE GEOLOGIQUE (fig. 31)

La région étudiée correspond à un domaine provençal calcaire inclus entre la terminaison orientale de l'Arc de Castellane au nord, l'Arc de Nice à l'est et les massifs cristallins à l'ouest (Tanneron) ; c'est une zone déprimée au sud d'une ligne de falaises formant la façade méridionale des chaînes subalpines.

Une série stratigraphique complète, allant du Primaire métamorphique au Pliocène et au Quaternaire, intéresse ce domaine ; elle est décrite ici brièvement.

32 - STRATIGRAPHIE (fig. 3.2)

321 - Cristallin

La bordure occidentale de la région étudiée est constituée par le massif du Tanneron composé essentiellement de gneiss ; ce dernier affleure également sur la rive gauche de la Siagne entre Pégomas et Cannes (hauteurs dominant la ville à l'ouest et petit massif de La Maure à l'est).

322 - Trias

Transgressif sur les terrains cristallins il dessine une large auréole entre Grasse et Antibes. La base de la série (conglomérats, grés bigarrés, argiles vertes et rouges) est peu épaisse (25 m) .

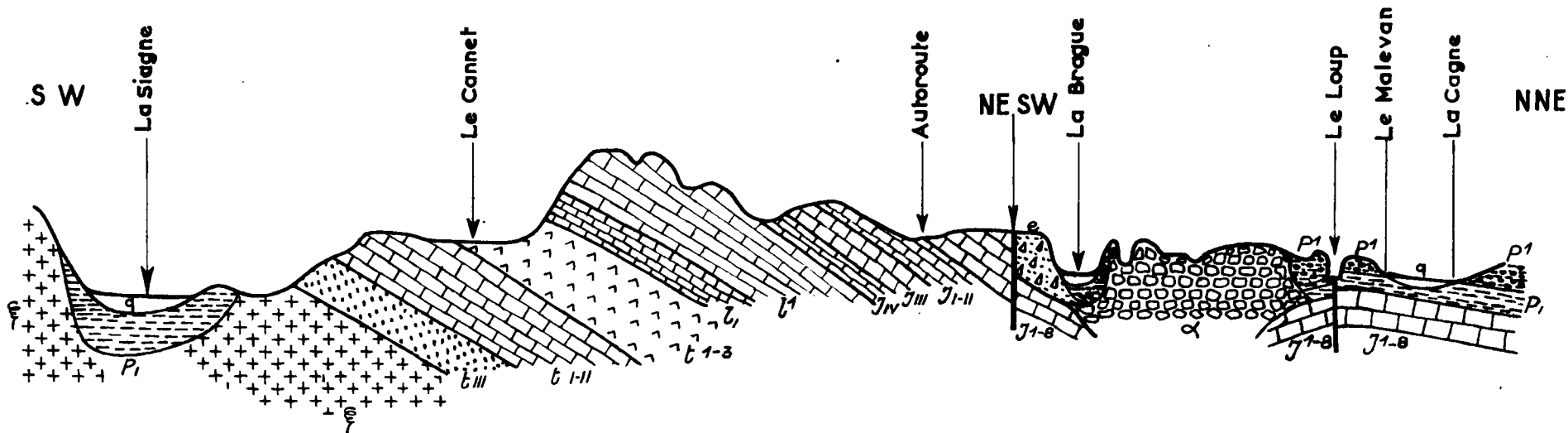


Fig. 3_2

Bassin sédimentaire de Villeneuve Loubet

Coupe géologique schématique

- ⊞ Gneiss t.III Trias inf^r t.I-II Trias moyen t.I-3 Trias sup^r r, Rhetien - r¹ Hettangien
- J.IV Bajocien J.III Bathonien inf^r J.I-II Bathonien sup^r J¹⁻⁸ Juras. sup^r e Nummulitique
- α Conglomerat lebradorite p, Plaisancien p¹ Pliocene sup^r

Viennent ensuite des calcaires gris en gros bancs, renfermant par endroits des silex à minces intercalations de marnes brunes et des dolomies blanchâtres en gros bancs : c'est le Trias moyen ou Muschelkalk (80 m environ) ; le Trias supérieur ou Keuper est plus épais (localement plus de 100 m) il est formé d'une alternance de cargneules et de marnes bariolées et se termine par des dolomies et des petits bancs d'argiles.

323 - Jurassique inférieur et moyen

Cet étage très largement développé forme une deuxième aureole entre Vence et Antibes. On y distingue les termes suivants

Rhétien - épais d'une vingtaine de mètres il est composé de calcaires gris en plaquettes avec intercalations de marnes noires et vertes et de dolomies.

Hettangien - d'épaisseur très variable mais importante (plus de 100 m) il est formé de dolomies blanches et grisâtres, se présentant en bancs bien lités, à division parallélépipédique, séparées par de minces lits d'argile verte.

Lacune du Lias moyen et supérieur.

Bajocien - il est représenté par des calcaires à silex beige et des dolomies brunes. L'épaisseur varie beaucoup ; elle peut atteindre 50 m ou être réduite à quelques mètres. Les calcaires sont très fréquemment oolithiques ou pisolithiques.

Bathonien - les calcaires gris et jaune de miel constituant cet étage sont intercalés avec des dolomies et des bancs d'argiles bariolées ; ils sont épais par endroits d'une cinquantaine de mètres.

324 - Jurassique supérieur

La série depuis le Callovien jusqu'à la base du Portlandien (Argovien, Rauracien, Séquanien) est très dolomitisée au sud-ouest de la Colle sur le Loup. L'épaisseur totale est de 150 m environ.

Kimméridgien-Portlandien - les calcaires blancs, de faciés récifal, en gros bancs, du Tithonique, sont souvent très dolomitisés. On y trouve des niveaux à silex et des lits de petits galets de calcaires noirs intercalés dans des bancs d'argiles vertes rattachés au Purbeckien (150 m environ).

325 - Crétacé

Il est représenté par des couches glauconieuses où l'on trouve un mélange de faune d'étages inférieurs remaniés ; ce remaniement serait d'âge cénomaniens.

326 - Tertiaire

3261 - Eocène inférieur et moyen

Constitué par des sables mêlés à des argiles bariolées d'épaisseur variable, l'Eocène peut atteindre sur la rive droite du Biot 60 à 70 m d'épaisseur. Dans sa partie supérieure ce sable est surmonté par des argiles vertes et des calcaires lacustres blancs.

3262 - Eocène supérieur

Il est essentiellement composé de marnes, de grés à Nummulites, de calcaires gréseux et de marnes vertes. L'épaisseur est peu importante.

3263 - Miocène

On rattache au Burdigalien des marnes à galets dites des Terres blanches (20 m), des conglomérats volcaniques à éléments andésitiques pris dans une gangue de Cinérite (150 m) et une molasse dite de Vence, qui est plutôt un grés calcaire à éléments grossiers (plus de 30 m).

3264 - Pliocène

Celui-ci est constitué, essentiellement, dans la région intéressée, par des argiles (Plaisancien), des sables marneux et des poudingues. Les argiles remplissent le fond et les flancs des vallées ; elles passent latéralement à des faciès littoraux plaqués contre les roches sous-jacentes. Ces argiles sont bleues, imperméables, épaisses de plus de 50 m. Elles constituent le substratum des alluvions. Au-dessus les poudingues du Var, amas de galets bien stratifiés, à intercalations sableuses, peuvent atteindre une grande épaisseur (plus de 200 m dans la vallée du Var) mais sont très réduits entre Antibes et Biot.

327 - Quaternaire

Alluvions anciennes - elles se rencontrent dans le fond des vallées et sont constituées de bancs de galets bien roulés

arrachés aux roches encaissantes avec intercalations sableuses et argileuses.

Formations littorales - Des dunes d'origine récente existent le long du littoral entre la Bocca et la Napoule.

33 - TECTONIQUE

Les assises correspondant aux différents termes de la série allant du Trias au Plaisancien s'inscrivent, autour du massif andésitique de Villeneuve Loubet, en une série d'auréoles concentriques, dont la convexité est tournée vers l'ouest, et qui s'appuient, dans cette direction, sur le massif cristallin du Tanneron. L'ensemble dessine un vaste demi synclinal de direction est-ouest s'ennoyant à l'est sous la mer et les sédiments récents de la basse vallée du Var qui masquent l'interruption par les plis orientés nord-sud de l'Arc de Nice.

Des accidents importants de direction sud-ouest - nord-est ou nord-sud affectent l'ensemble de la série sédimentaire (faille de Valauris à la bordure du massif ancien de la Maure, faille du Biot).

Les premiers recouvrements tectoniques responsables de la structure actuelle des terrains sédimentaires datent de la fin du Crétacé (antérieur au dépôt de l'Eocène), et les seconds du milieu de l'Eocène (caractère transgressif du Nummulitique) ; c'est la "Phase provençale". Ces mouvements sont de faibles amplitudes.

Des plissements plus importants, en relation avec l'orogénèse alpine, ont lieu à la fin de l'Oligocène avant le dépôt du Burdigalien, mais la phase la plus marquée se situe à la

fin du Miocène ; elle est responsable du chevauchement de l'extrémité de l'Arc de Castellane sur la région étudiée ici. C'est de cette époque également que datent les épanchements volcaniques.

Ultérieurement l'inclinaison des poudingues du Var traduit une surélévation de l'arrière pays.

Il est difficile de rattacher les différents systèmes d'accidents à telle ou telle phase de plissements. Les failles nord-sud paraissent en liaison avec les directions méridiennes de l'Arc de Nice, donc avec l'orogénèse alpine ultime ; les autres systèmes de failles seraient antérieurs.

Chapitre 4

CLIMATOLOGIE

41 - CLIMAT

La région est caractérisée par un climat essentiellement méditerranéen ; abritée des vents du nord par les reliefs de l'Arc de Castellane, elle jouit d'une température élevée et d'un ensoleillement très grand. La mer fait sentir son influence (volant thermique). Du fait de la proximité des reliefs élevés des Alpes de la frontière franco-italienne, la hauteur des pluies est relativement importante mais l'évaporation est élevée.

42 - VENTS

Particularité de la région les vents soufflent d'une façon sensiblement égale sur la région considérée, (fig. 4.2).

Le vent dominant reste cependant le vent d'est ou Levant qui souffle toute l'année avec cependant une légère pointe au printemps.

On note un pourcentage appréciable des vents des secteurs nord-est et sud-ouest, les premiers soufflent plus souvent en hiver les autres au printemps.

La Tramontane ou vent du nord souffle principalement en automne et en hiver. C'est cependant un vent plus rare et froid.

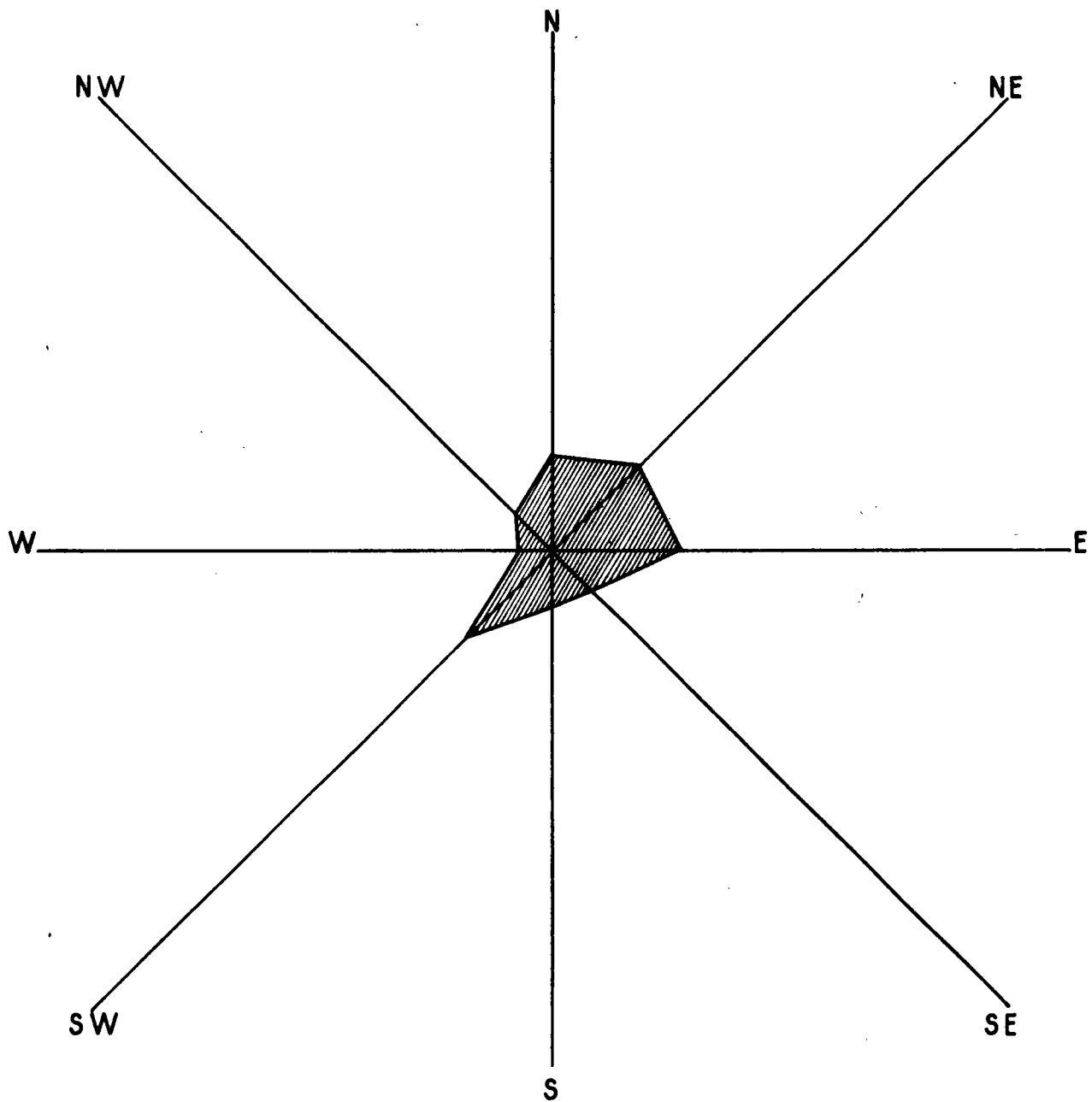


Fig.4.2

Fréquences pour 1000 des directions des vents
(calmes exclus) à Antibes

Tous ces vents interviennent peu dans l'évaporation et sont un phénomène négligeable dans le calcul, étant entendu que les vents sont rares et sont souvent accompagnés de pluies, cas du vent d'est par exemple.

43 - PRECIPITATIONS

431 - Hauteur moyenne annuelle

Elle est de 958 mm à Grasse (altitude 211 m), de 796 mm à Cannes (altitude 59 m) et de 798 mm à Antibes (altitude 10 m) pour la période de 1891 à 1930.

Pour la période de 1951 à 1960 les chiffres sont les suivants Grasse 989 mm, Cannes 969 mm, Antibes 960 mm, La Colle-sur-Loup 1104 mm, Vence sanatorium 1122 mm.

Ces stations sont soit périphériques soit intérieures au secteur étudié.

La hauteur moyenne annuelle pour l'ensemble de la région considérée peut être estimée à 960 mm environ par an.

Les indications concernant le régime des pluies ont été groupées dans les tableaux suivants.

432 - Régime annuel des pluies

Répartition du nombre de jours de pluie (figure 4.32 et tableau A) observé pendant 15 ans, moyennes annuelles. Pour une

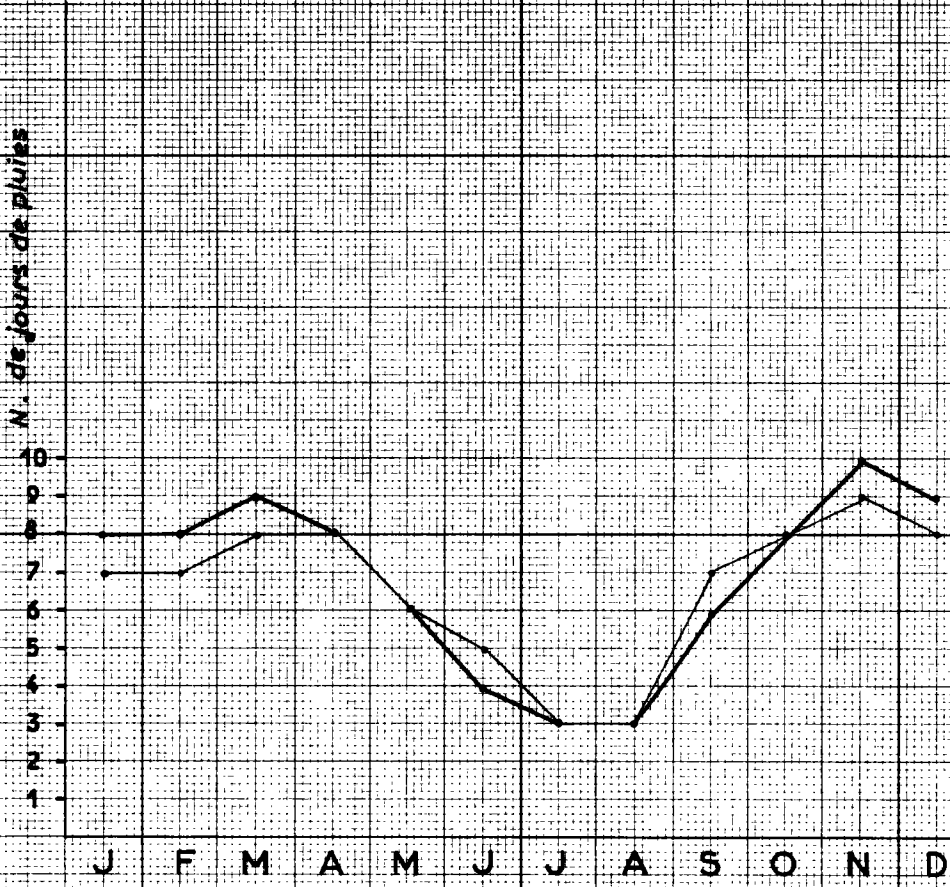


Fig.4.32

Moyennes mensuelles du nombre de jours de pluies
à Antibes
à Cannes

TABLEAU A

TABLEAU DONNANT LA
 REPARTITION MOYENNE DES JOURS DE PLUIE PAR INTENSITE
 A ANTIBES

 Période de 1921 à 1935

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Intensité												
< 1 mm	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
de 1 à 5 mms	2	2	3	3	2	2	1	1	2	2	2	2
5 à 10 mms	1	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	1
> 10 mms	2	2	2	2	2	1	0	1	2	3	3	3

période de 10 ans et pour une période plus longue (40 ans 1891-1930); classement des précipitations par intensité, (tableau A).

Toutes ces données ont permis de définir le régime annuel des pluies de façon satisfaisante. Nous avons pris comme base la station d'Antibes. Quatre périodes peuvent être définies : une saison très pluvieuse de septembre à décembre ayant son maximum en novembre, interrompue par une période plus sèche en janvier, et une nouvelle saison pluvieuse de février à avril à laquelle succède la saison sèche ayant son maximum en juillet. Le volume d'eau tombé entre septembre et décembre est toujours plus grand et atteint plus de la moitié du volume total annuel.

433 - Régime interannuel des pluies tableaux B - C fig. 433-434

A l'irrégularité du régime annuel s'ajoute celle du régime interannuel. Si nous comparons avec les moyennes pluviométriques relevées entre 1951 et 1960 et entre 1891 et 1930, nous voyons que l'année 1963 est une année très humide. On peut considérer que ces totaux annuels varient énormément avec les années, la figure 434 met en valeur les groupes d'années excédentaires et déficitaires.

En s'en tenant à une observation prudente des faits l'on peut remarquer que les années 1951 - 1959 - 1960 sont des années relativement pluvieuses ; qu'au contraire les années 1953 - 1955 - 1962 sont des années plutôt sèches.

(1)
L'écart relatif moyen interannuel est de 1 (voir figure 435),
la variabilité annuelle (2) moyenne est de 0,75.

-
- (1) Moyenne arithmétique des écarts des totaux annuels par rapport à la moyenne arithmétique prise comme unité
- (2) Moyenne arithmétique des différences entre les totaux annuels successifs.

TABLEAU BTABLEAU DES MOYENNES MENSUELLES
DES DIFFERENTES STATIONS
DE 1951 A 1960

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Cannes Pépinière alt. 59	76,1	77	90	76	53	41	20	26	87	127	157	138
Antibes Villa Thuret alt. 16	65	83	82	72	45	32	25	33	79	131	142	132
Antibes Les Moulières 10,30	70	76	92	78	52	36	25	25	84	132	151	140
La Colle sur Loup	66	62	108	94	68	54	30	38	93	156	167	153
Vence Sanatorium 323	63	79	108	99	71	54	40	43	94	160	168	144
Cannes Aéroport	80	76	96	80	52	49	22	28	86	127	169	143

REGIME ANNUEL

TABLEAU DES MOYENNES MENSUELLES
DES DIFFERENTES STATIONS
DE 1891 A 1930

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Grasse	63	77	89	73	70	63	41	27	63	167	128	97
Cannes	67	87	86	60	42	42	11	19	74	114	130	64
Antibes	67	69	84	50	48	30	18	20	63	142	119	88

ANTIBES les MOULIERES

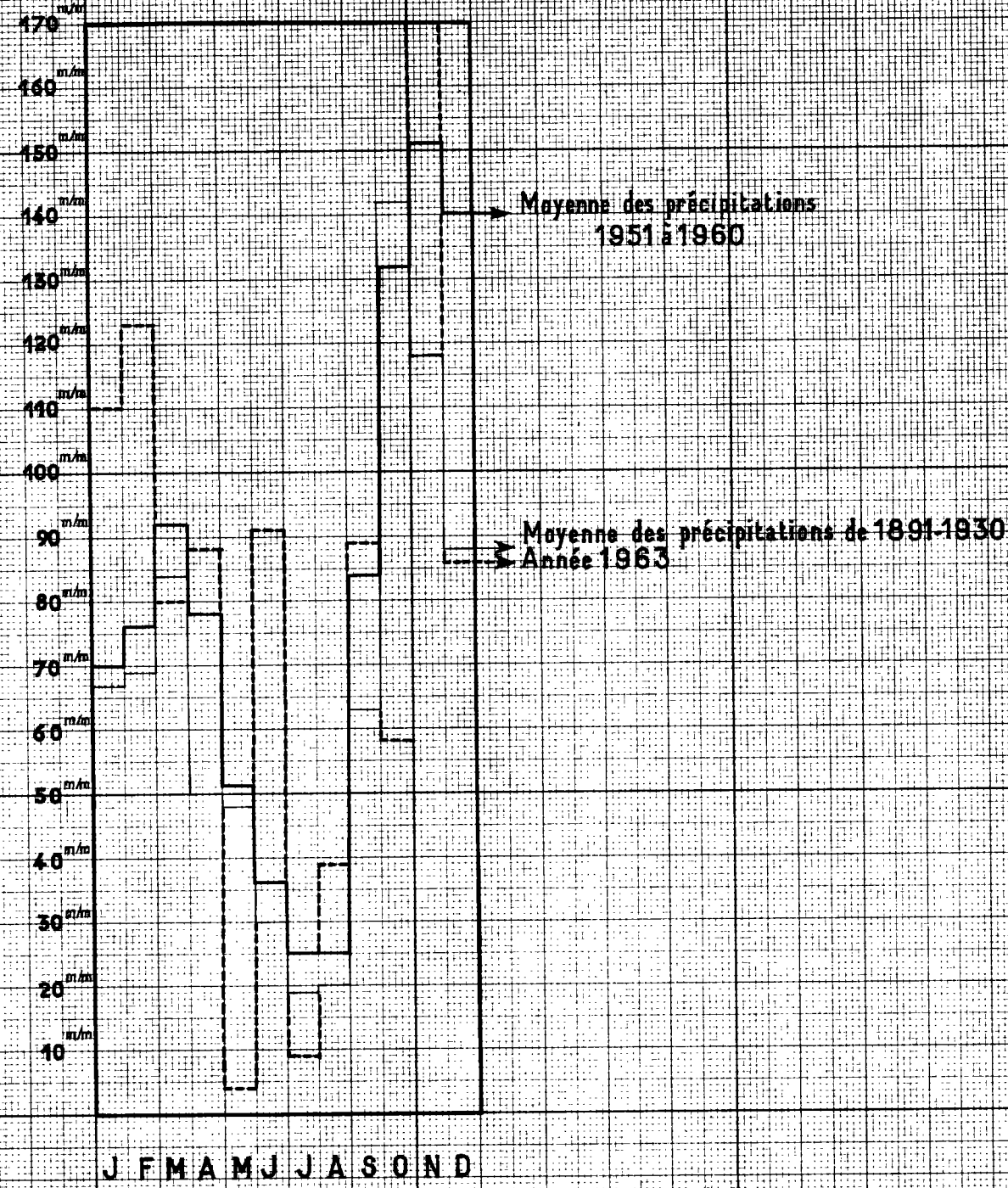


Fig. 433

Comparaison graphique entre 2 moyennes pluriannuelles et l'année 1963

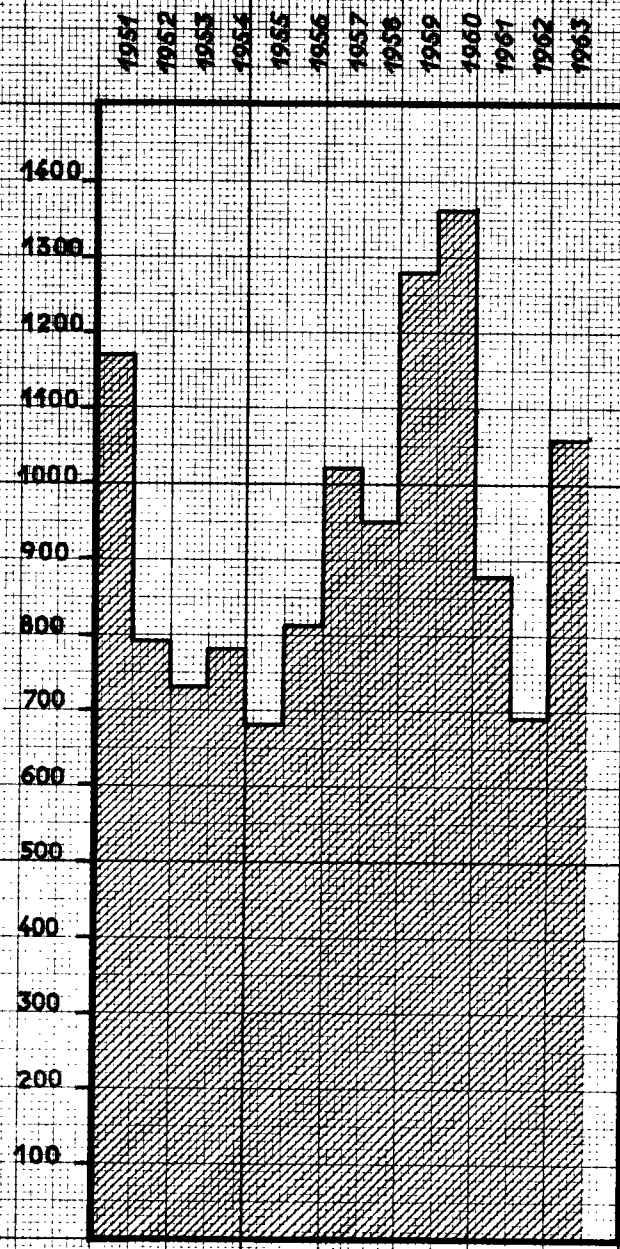


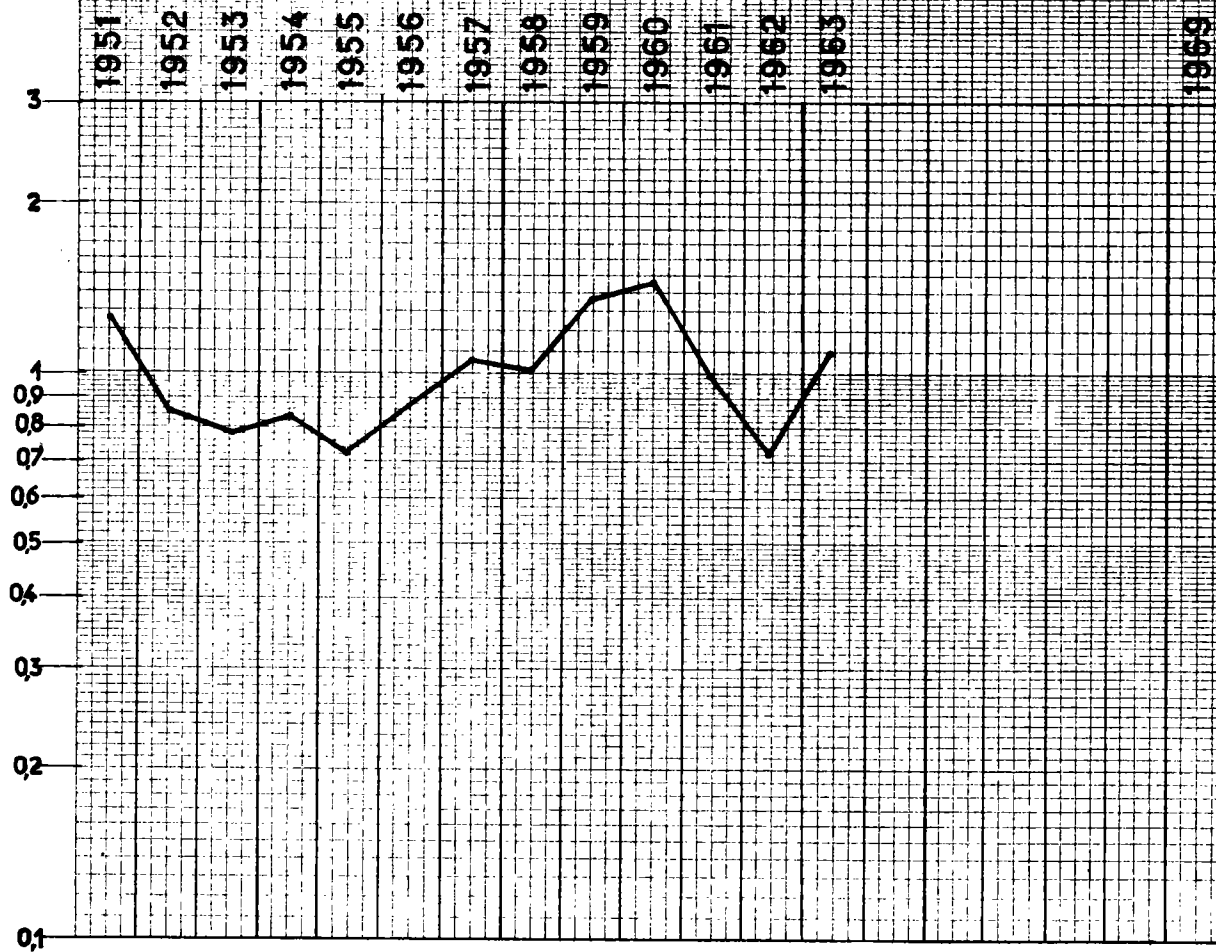
Fig. 434

Hauteurs des précipitations annuelles relevées à la station d'Antibes les Moulieras

Période 1951-1963

Fig. 435
EGARTS RELATIFS

PRECIPITATIONS A ANTIBES LES MOULIERES



Les écarts positifs, par rapport à la moyenne annuelle, sont plus nombreux que les écarts négatifs et de valeurs généralement plus grandes.

Il n'est pas possible, vu le nombre d'années observées, de parler de périodicité dans les variations pluriannuelles. Cette recherche peut s'appuyer sur le rapport de la variabilité moyenne sur l'écart, dit coefficient de Goutereau. Ce rapport est voisin de 2 (1,414) si aucune périodicité n'est décelable, or sur le peu d'années observées l'on pourrait penser à une périodicité mais il faut être très prudent : le volume des pluies tombant sur la région considérée ne contribue que partiellement à l'alimentation du sous-sol.

Orage

Nombre total de jours d'orage

	<u>J</u>	<u>F</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>M</u>	<u>J</u>	<u>J</u>	<u>A</u>	<u>S</u>	<u>O</u>	<u>N</u>	<u>D</u>
Antibes	7	4	7	19	20	25	25	27	38	24	25	6
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

C'est un relevé effectué pendant une période de 10 ans sur la station d'Antibes.

44 - TEMPERATURE

Les relevés de température effectués par la SMMA ont donné une température moyenne pour la région de 15°. On remarquera seulement que le mois de juillet est le plus chaud de l'année,

TEMPERATURES EN DEGRE - MOYENNES MENSUELLES

PERIODE DE 1951 A 1963

PERIODE DE 1891 A 1930

Stations	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	
Cannes Aéroport	7,53	7,78	9,79	12,38	15,62	18,90	21,65	21,38	19,44	15,36	11,41	8,93	14,2
Antibes	9,04	9,48	11,60	15,02	17,03	20,56	22,62	22,30	20,57	16,06	11,96	9,63	15,4
Villa Thuret	8,8	9,2	11	13,3	16,3	20,2	22,7	23	20,07	16,50	12,50	10,1	15,2
Vence Janna (1953 - 1960)	6,77	7,18	9,62	12,18	16,4	19,34	22,18	21,69	19,42	14,87	10,47	8,07	14,01

que le mois de janvier est plus froid que les mois de février et de décembre, que l'écart absolu entre les températures hivernales et estivales est de 13° en moyenne dans les basses vallées.

45 - HYGROMETRIE

L'humidité moyenne concernant la station d'Antibes relevée à différentes heures de la journée est la suivante :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
7 heures	72	72	73	74	75	70	70	68	73	73	73	73
13 "	61	62	64	68	69	66	65	65	64	63	63	63
18 "	71	71	71	73	73	70	70	70	73	73	73	73

On voit que les minima (moyenne) sont situés toujours vers 13 h. et que les maxima de 7 h. et de 18 h. sont souvent équivalents. Un phénomène intéressant : toute l'année l'hygrométrie est sensiblement égale sauf pendant les mois d'été.

46 - EVAPOTRANSPIRATION

L'évapotranspiration mesurée en surface libre est équivalente à l'évapotranspiration potentielle d'un sol, c'est-à-dire à une quantité d'eau qui serait effectivement évaporée et transpirée si les réserves d'eau pouvaient compenser toutes les pertes

L'évapotranspiration réelle est, au contraire, fonction de son alimentation en eau, compte tenu des précipitations et de la température.

Plusieurs méthodes de calcul permettent de calculer les évapotranspirations réelle et potentielle; elles sont plus ou moins empiriques et pour cela il faut considérer les résultats comme des ordres de grandeur.

461 - Formule de Thornthwaite ⁽¹⁾

La méthode Thornthwaite se base sur la température pour calculer l'évapotranspiration potentielle, puis elle dresse des bilans mensuels pour évaluer l'évapotranspiration réelle, à partir de i représentant l'indice mensuel

$$i = \left(\frac{T}{S} \right) 1,514$$

elle s'écrit :

$$E_p = 1,6 \left(10 \frac{T}{i} \right) \alpha$$

I = somme des indices mensuels

T = température moyenne du mois considéré

$$\alpha = \frac{0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I \cdot 771 \cdot 10^{-7}}{I^2 + 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3}$$

L'on se servira pour l'application de cette formule d'une méthode graphique établie par F. Joly ⁽²⁾.

-
- (1) C. W. Thornthwaite - An approach toward a rational classification of climate - Geographical review 1948 p. 55 à 94
- (2) F. Joly - Note sur le calcul des indices de Thornthwaite - Rabat 1959 - Institut scientifique Cherifiem (notes marocaines 11 et 12)

463 - Evapotranspiration réelle

De même que pour l'évapotranspiration potentielle on peut calculer l'évapotranspiration réelle à partir des deux méthodes.

4631 - Méthode de Thornthwaite

A partir des données obtenues par l'évapotranspiration potentielle il est possible de calculer l'évapotranspiration réelle. Le tableau joint donne le résultat de cette méthode

4632 - Méthode de Turc

Elle s'écrit

$$E T r = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

P = pluviométrie moyenne annuelle

L = paramètre faisant intervenir la température moyenne annuelle

$$L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$$

$$E = 15,48$$

Valeur du paramètre

$$L = 300 + 25 (15,48) + 0,05 (15,48)^3 = 872$$

$$E T r = \frac{798}{\sqrt{0,9 + \frac{798^2}{872^2}}} = 609$$

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	
Température moyenne	9,04	9,48	11,60	15,02	17,03	20,56	22,62	22,30	20,57	16,06	11,96	9,63	
Précipitation en mm	67	69	84	50	48	30	18	20	63	142	119	88	P=798
Indice de chaleur I	2,44	2,6	3,58	5,28	6,38	8,47	9,82	9,62	8,50	5,82	3,72	2,69	
Evapotranspiration potentielle approchée	2,5	2,75	3,6	5,4	6,6	9,0	10,5	10,3	9,00	6,00	3,8	2,7	
Coefficient	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77	
Evapotranspiration réelle = e	2	2,25	3,67	6,04	8,31	11,52	13,54	12,36	9,36	5,70	3,07	2,07	Etp 798,9
Bilan hydrique b = p - e	4,7	4,65	4,73	-1,04	-3,51	-8,52	-12,7	-10,36	-3,06	+8,5	+8,83	6,73	
Variation de rétention en eau sol V	0	0	0	-1,04	-3,51	-4,84	0	0	0	8,5	1,5	0	
rétention	10	10	10	8,96	4,89	0	0	0	0	8,5	10	10	
Déficit et surplus d	0	0	0	0	4,89	3,63	12,7	10,36	3,06	0	0	0	D 34,64
b - v s	4,7	4,65	4,73	0	0	0	0	0	0	0	7,44	6,73	S 28,14
Evapotranspiration réelle e' = e - d	2,0	2,25	3,67	6,04	3,42	7,89	0,84	2,00	6,00	5,70	3,07	2,07	449,5
Ruissellement r = $\frac{s+r \text{ mois préc.}}{2}$	4,03	3,50	3,02	1,51	0,75	0,37	0,18	0,09	0,04	0,02	3,66	5,19	

464 - Comparaison des résultats

	Méthode de Thornthwaite	Méthode de Turc
Evapotranspiration		
- potentielle	789	1002
- réelle	450	609

Les résultats de ces méthodes laissent apparaître des différences. Ceci est dû à leurs modes de calcul qui font intervenir des éléments différents (pluviométrie, insolation), et ne sont pas basés sur les mêmes hypothèses quant à la rétention d'eau dans le sol.

Chapitre 5

LA SIAGNE



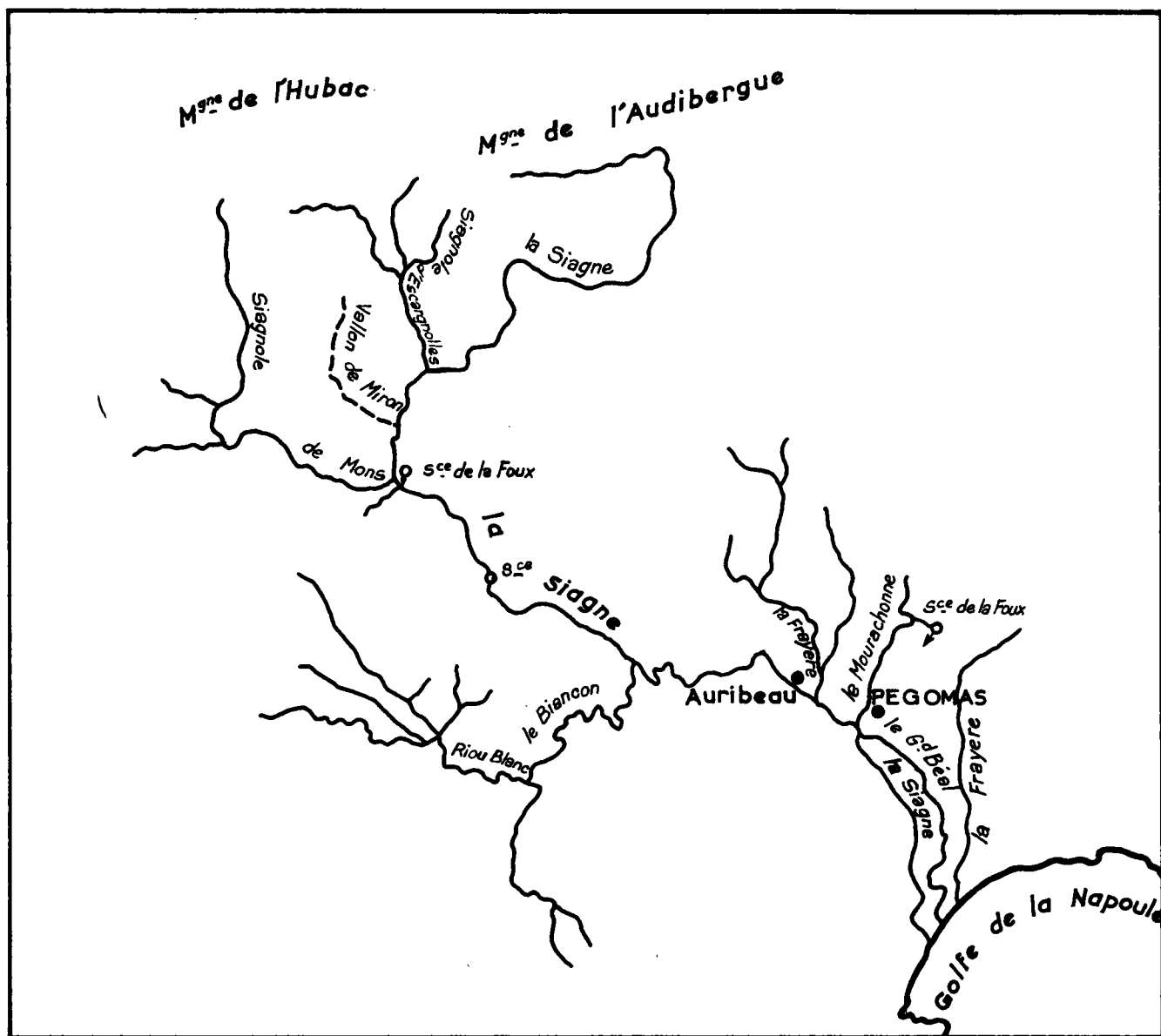
Les nappes alluviales des basses vallées qui font l'objet de ce rapport (Siagne, Brague, Loup et Cagne) seront étudiées de l'ouest à l'est. C'est donc la vallée de la Siagne qui sera examinée en premier lieu (voir fig. 51.1)

51 - HYDROGRAPHIE - BASSIN VERSANT (fig. 51.1 et 51.2)

La Siagne est une rivière de 44,7 km de long, de sa source, située au pied du Massif de l'Audibergue (630 m d'altitude), à son embouchure.

Sa pente est forte sur 35,6 km de son parcours - voir profil longitudinal fig. 51.2-, (6 %) pour s'établir sur les derniers kilomètres à 0,6 %.

Les sources de la Siagne ont pour origine des venues karstiques. Des essais de coloration effectués en 1963 ont mis en évidence sa liaison avec les avens de la région de Caille. Les eaux, s'infiltrant dans les dolines des calcaires de la Montagne de l'Hubac, viennent réapparaître en partie à la source de la Siagne, en partie à la source d'Escragnolles, après avoir traversé le front de chevauchement du Jurassique sur 8 km pour une dénivellation de 480 m. La Siagne s'encaisse ensuite profondément à travers le Jurassique calcaire, puis le Trias. Dans cette partie de son cours elle reçoit successivement la Sia-



Echelle: 1/200000

Fig. 5.11

RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA SIAGNE

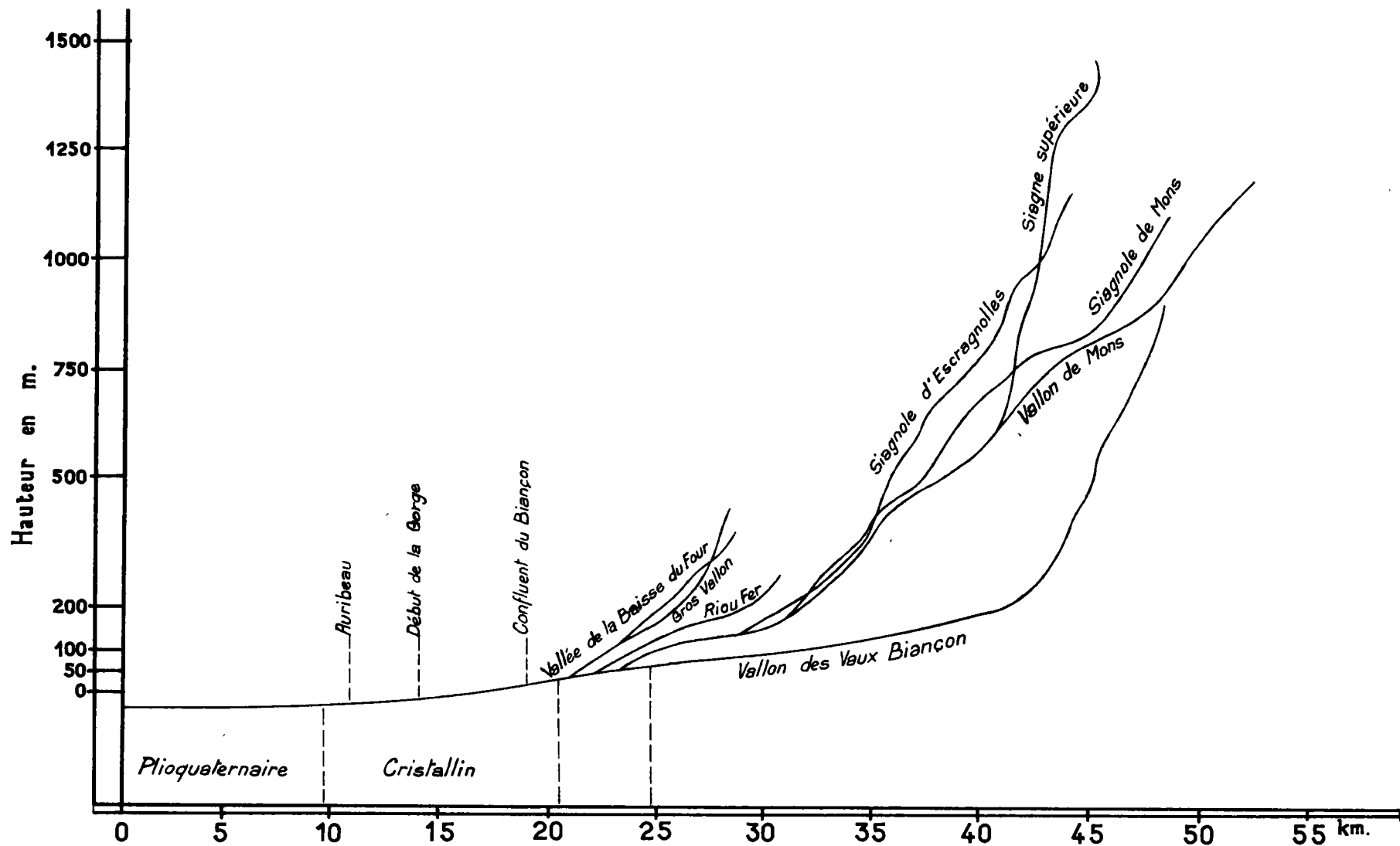


Fig. 512

PROFIL LONGITUDINAL DU RESEAU DE LA SIAGNE

gnole d'Escragnolles et la Siagnole de Mons, ainsi que la source de la Foux. Son cours devient ensuite sinueux et étranglé à la traversée des gneiss du Massif du Tanneron. A la hauteur de Saint Cassien elle recueille les eaux issues du Biançon, affluent de rive droite ; au droit d'Auribeau elle reçoit la rivière Frayère et à Pégomas le Mourachonne, alimenté par la source de la Foux issue du Muschelkalk. A l'aval du confluent la largeur de la vallée atteint rapidement 1,600 km. La pente s'adoucit. Au pont de Pégomas, à 6 km de la mer, la cote du sol est de + 12.

Autrefois, vers 1706, la Siagne suivait un ancien cours correspondant à l'actuel Béal sur le bord oriental de la vallée. Le cours aurait été dévié artificiellement vers Mandelieu.

Il y a quelques années la région comprise entre le ruisseau le Béal et la Siagne était encore marécageuse, aujourd'hui elle est drainée par de petites rigoles.

Sur la rive gauche de la Siagne une petite rivière indépendante, la Frayère, descend des collines triasiques pour se jeter dans la mer.

Le bassin versant de la Siagne, et de ses affluents, compte tenu de l'impluvium supposé des venues karstiques alimentant sa source, est de 463 km².

52 - GEOLOGIE (voir carte fig. 52.1 et coupe fig. 52.2)

La Siagne dans les derniers kilomètres de cours, correspondant à la basse vallée, est une rivière calme avec une très faible pente. Ses alluvions sont constituées, en majorité, d'éléments fins (intercalations de niveaux sableux puis de niveaux

argileux et de galets) qui reposent sur des argiles bleues du Pliocène inférieur. L'épaisseur moyenne est d'une trentaine de mètres. Les alluvions s'appuient directement en rive droite sur les gneiss. En rive gauche par contre affleurent de façon continue les argiles plaisanciennes, à intercalations de sables et poudingues, reposant elles-mêmes transgressivement sur les gneiss.

Lors de la régression flandrienne le lit de la Siagne a été entaillé jusqu'à une cote très inférieure au 0 actuel. Deux sondages effectués dans la vallée, l'un au lieu dit les "Termes" (1025-2-60 cote + 2,60) a reconnu à - 24,60, sous les alluvions quaternaires, le Pliocène inférieur, et cela jusqu'à - 70 ; l'autre au Moulin de Labadie (999-6-57) a rencontré jusqu'à 53,20 les formations argileuses du Quaternaire et ensuite le Pliocène jusqu'à la profondeur de 55,70 puis le socle cristallin. Le comblement s'est ensuite effectué, au fur et à mesure du relèvement du niveau de base marqué par des oscillations négatives ou positives dont il reste des témoins (lambeaux de terrasse du Mont de Saint Cassien et du plateau de la Tour).

Les alluvions de la Siagne sont constituées d'argiles et de sables fins avec intercalations de niveaux de galets ; elles ont une épaisseur de 30 m environ.

Le sondage des "Termes" 1025-2-60 a recoupé successivement 3 m de terre jaune, 3,80 m de sable, 12,50 m d'argile marneuse, 1 m de graviers et de sable, 6 m de sable et 65 cm de galets. Le sondage 1025-2-8 (D 2) a recoupé sous 1 m de terre végétale, 3,50 m d'argile sableuse, 1,10 m de sable fin, 8,80 m sable et graviers avec à la base un banc de galets, 7,60 m de sable fin argileux, 7,70 m de tourbe et 4,30 m de sable et galets avec intercalations conglomératiques. Le sondage 999-6-57 a recoupé de 0 à 9,90 m une alternance de sables et galets avec passages

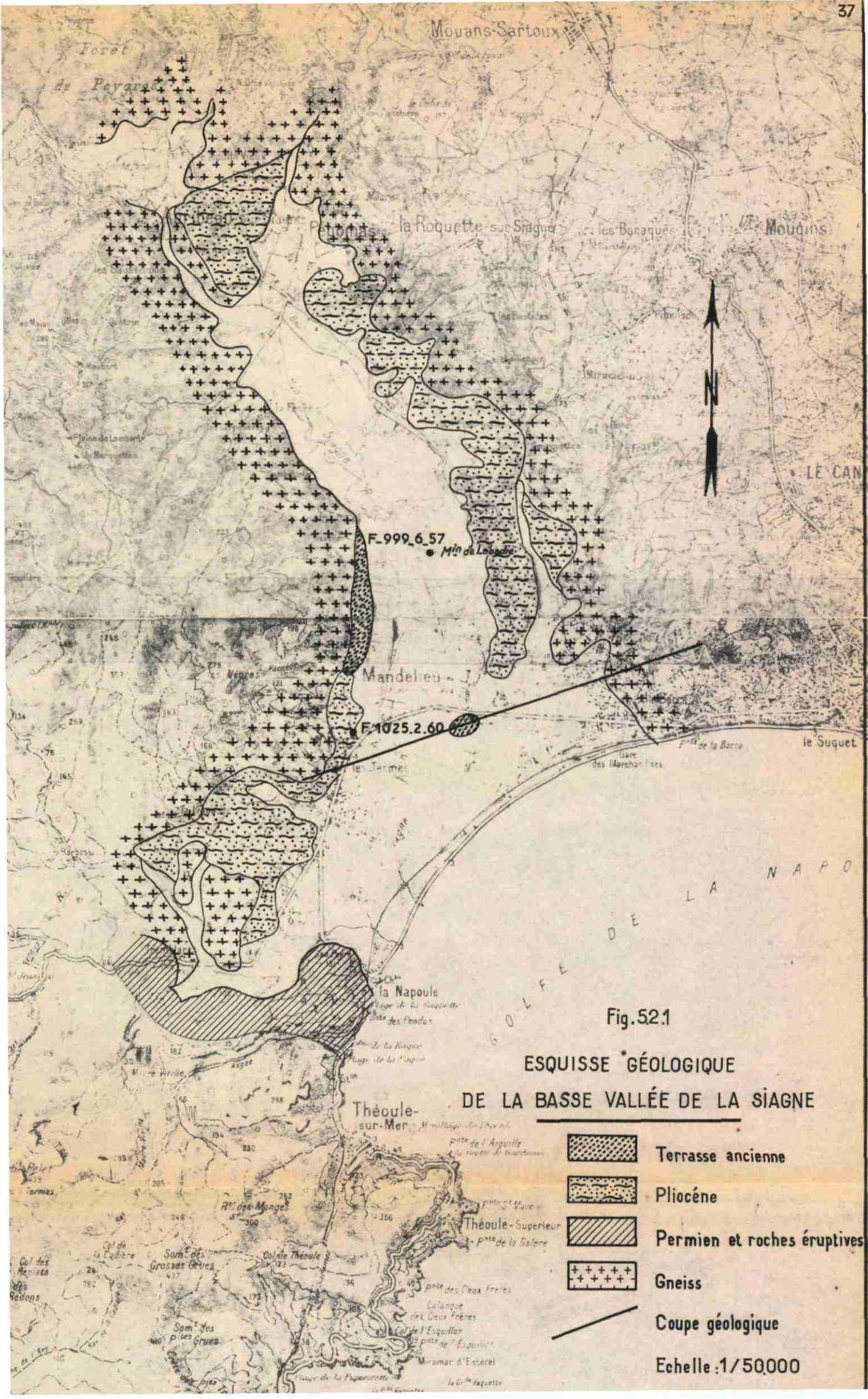







Fig.52.1

**ESQUISSE GÉOLOGIQUE
DE LA BASSE VALLÉE DE LA SIAGNE**

-  Terrasse ancienne
-  Pliocène
-  Permien et roches éruptives
-  Gneiss

 Coupe géologique

Echelle : 1/50,000

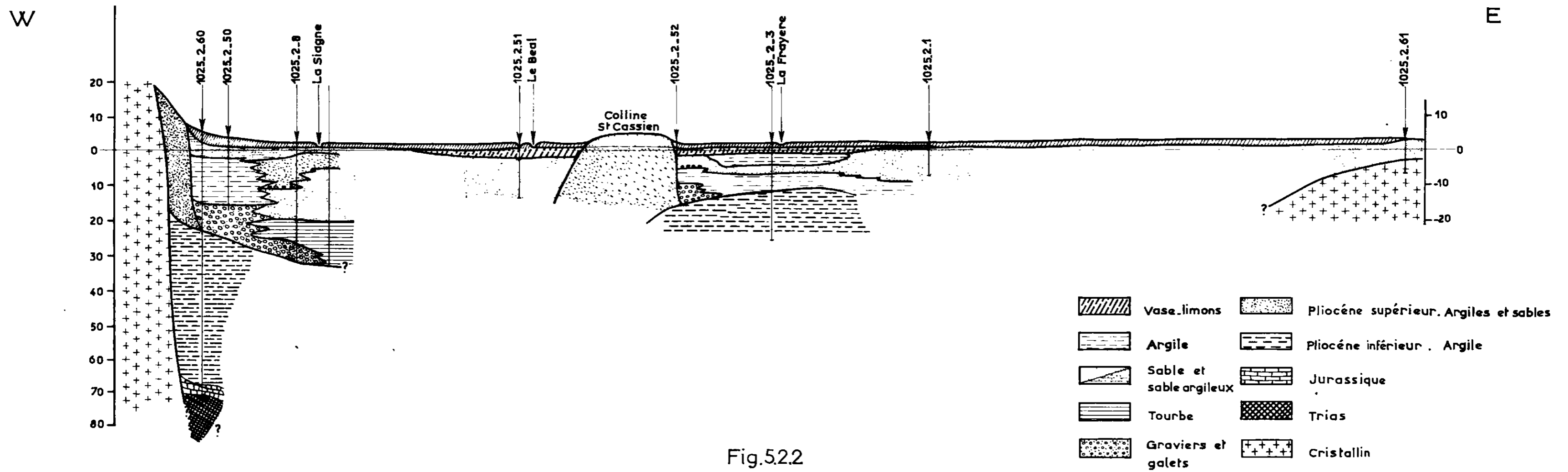


Fig.52.2

Coupe à travers la plaine de la Siagne

Echelle des longueurs: 1/10000

Echelle des hauteurs : 1/1000

DÉPARTEMENT : *Alpes Maritimes*

COMMUNE : *Mandelieu*

x 971,720

y 149,090

z +5

Désignation : *Sondage coté de la Mairie* Date d'exécution : *22/10 au 3/11/61*

Interprétation de M. *Bertrand-Vernet*

Indice de classement : 1025 2 60

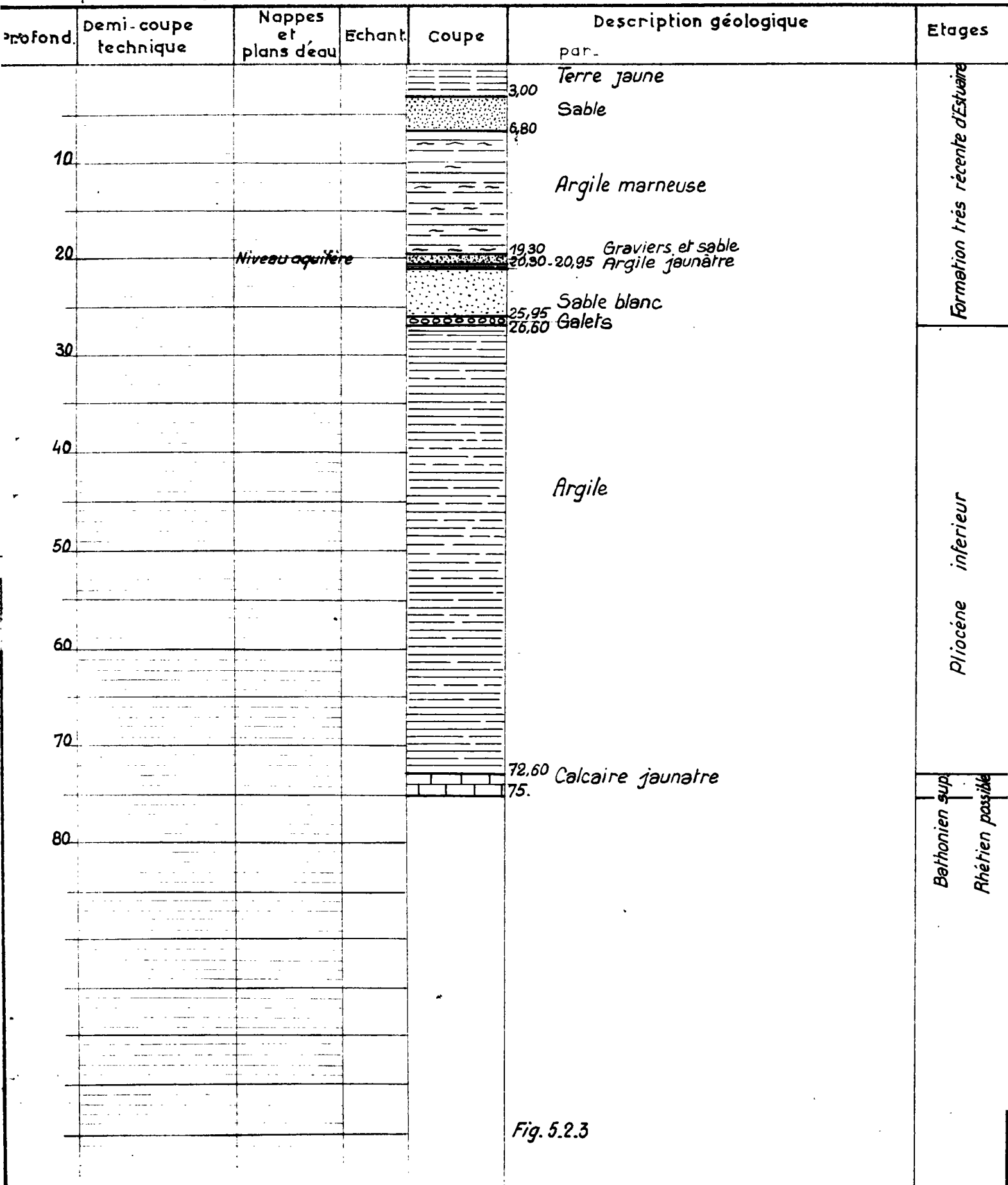


Fig. 5.2.3

DÉPARTEMENT : *Alpes Maritimes* COMMUNE : *Cannes* x *972,510*
 Désignation : *Sondage au L dit Labodie* Date d'exécution : y *151,250*
 Interprétation de M. *L. Bertrand* Indice de classement : *999* *6* *57* z *+6*

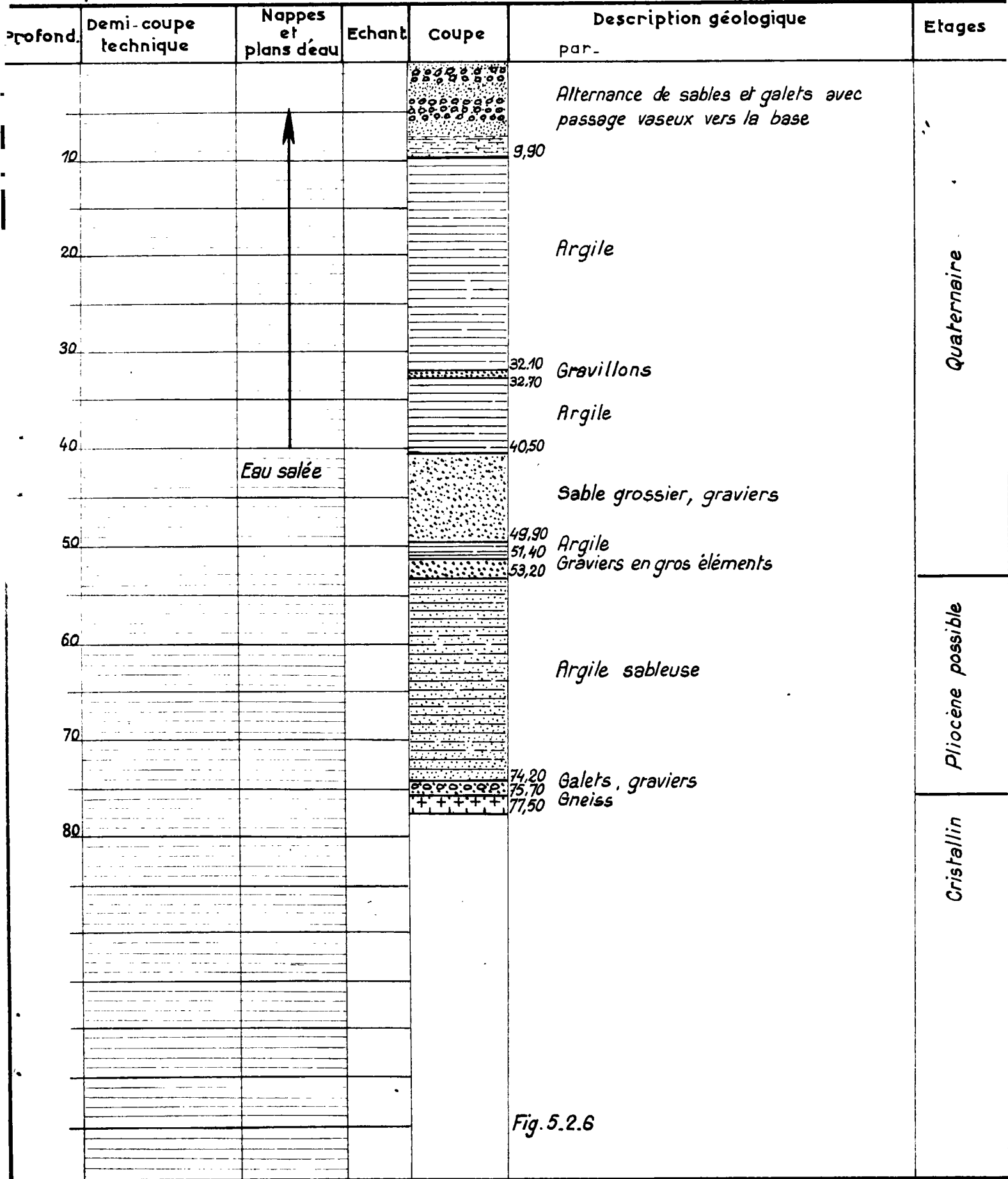


Fig. 5.2.6

vaseux puis 32,10 m d'une série de vase argileuse très homogène sauf un lit de 0,60 m de gravillons puis ensuite un banc de graviers.

53 - CIRCULATIONS DANS LES ALLUVIONS

Des circulations existent au sein des alluvions de la basse vallée alimentées par les infiltrations à partir des précipitations sur la plaine elle-même. Une nappe circulant dans les formations superficielles plus grossières est sollicitée par de nombreux puits et, d'autre part, un sondage de reconnaissance, effectué au Moulin de Labadie (999-6-57), a rencontré à 40,50 m de profondeur, (12,70 m de graviers grossiers avec un banc d'argile intercalé de 1,50 m d'épaisseur), une nappe en charge sous des argiles dans les graviers.

Débits superficiels

Le ruissellement sur les reliefs cristallins et les émergences provenant de l'infiltration en pays calcaire contribuent à l'alimentation de la Siagne en amont de la basse plaine. On ne connaît pas avec précisions le régime de la rivière au Pont de Pégomas, par contre celui-ci est bien connu pour le cours amont grâce aux jaugeages effectués par EDF (stations des Veyans) nous avons établi un graphique (fig. 531) figurant d'une part le régime de la Siagne, d'autre part la pluviométrie sur le bassin versant. Le débit est très irrégulier ; il est caractérisé par deux périodes de hautes eaux (mars et décembre) séparées par un étiage peu marqué ; un débit très bas marque la période estivale (août).

Une évaluation du débit total de la Siagne a été tentée au Pont de Pégomas : le débit moyen annuel serait de $17,9 \text{ m}^3/\text{s}$ avec une crue maximale de $280 \text{ m}^3/\text{s}$. Etant donné l'irrégularité du régime les débits minimaux sont très bas ($0,920 \text{ m}^3/\text{s}$ en novembre 1954).

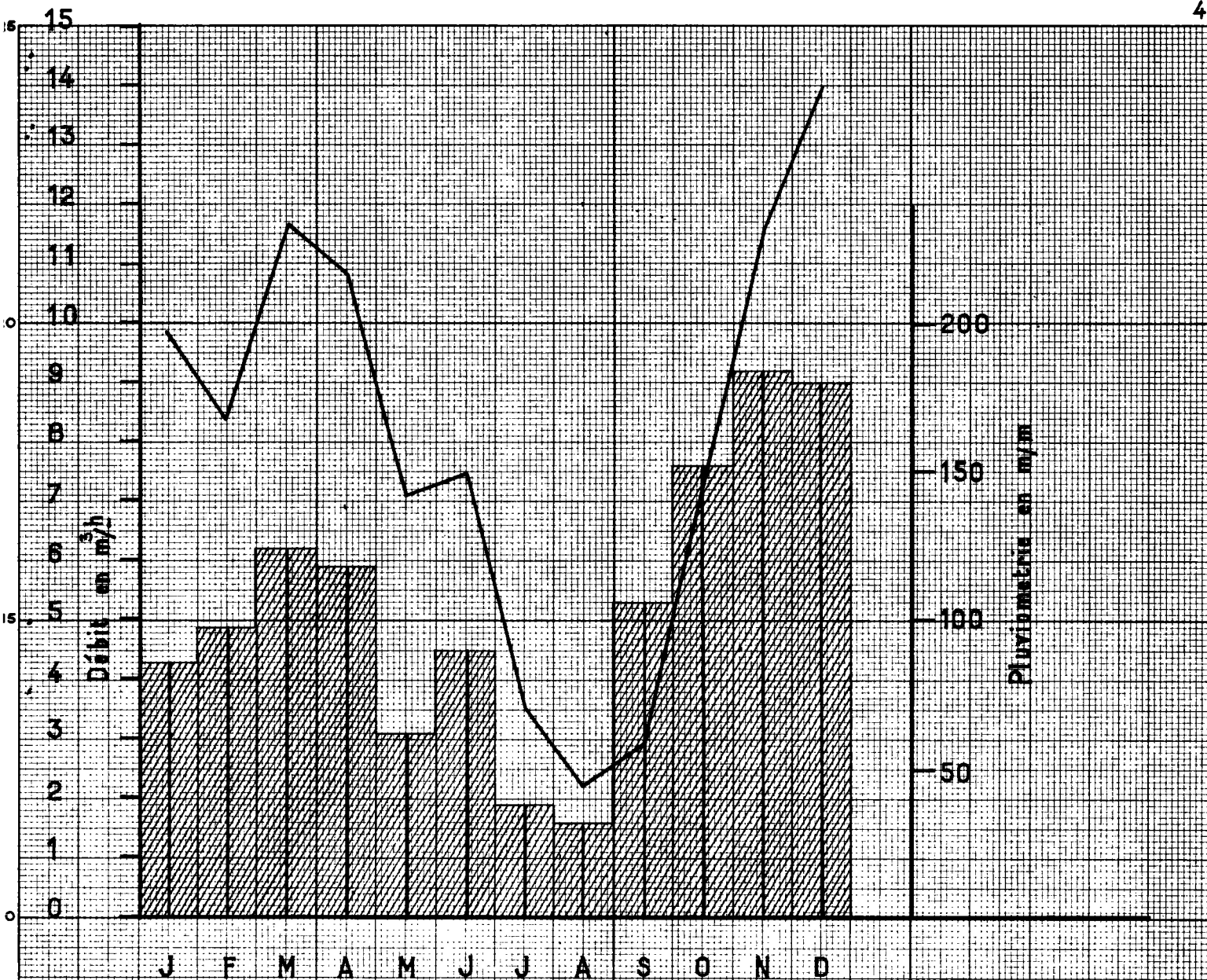


Fig. 531

Débits mensuels de la Siagne - Stations des Veyans

Moyenne 1953-1964

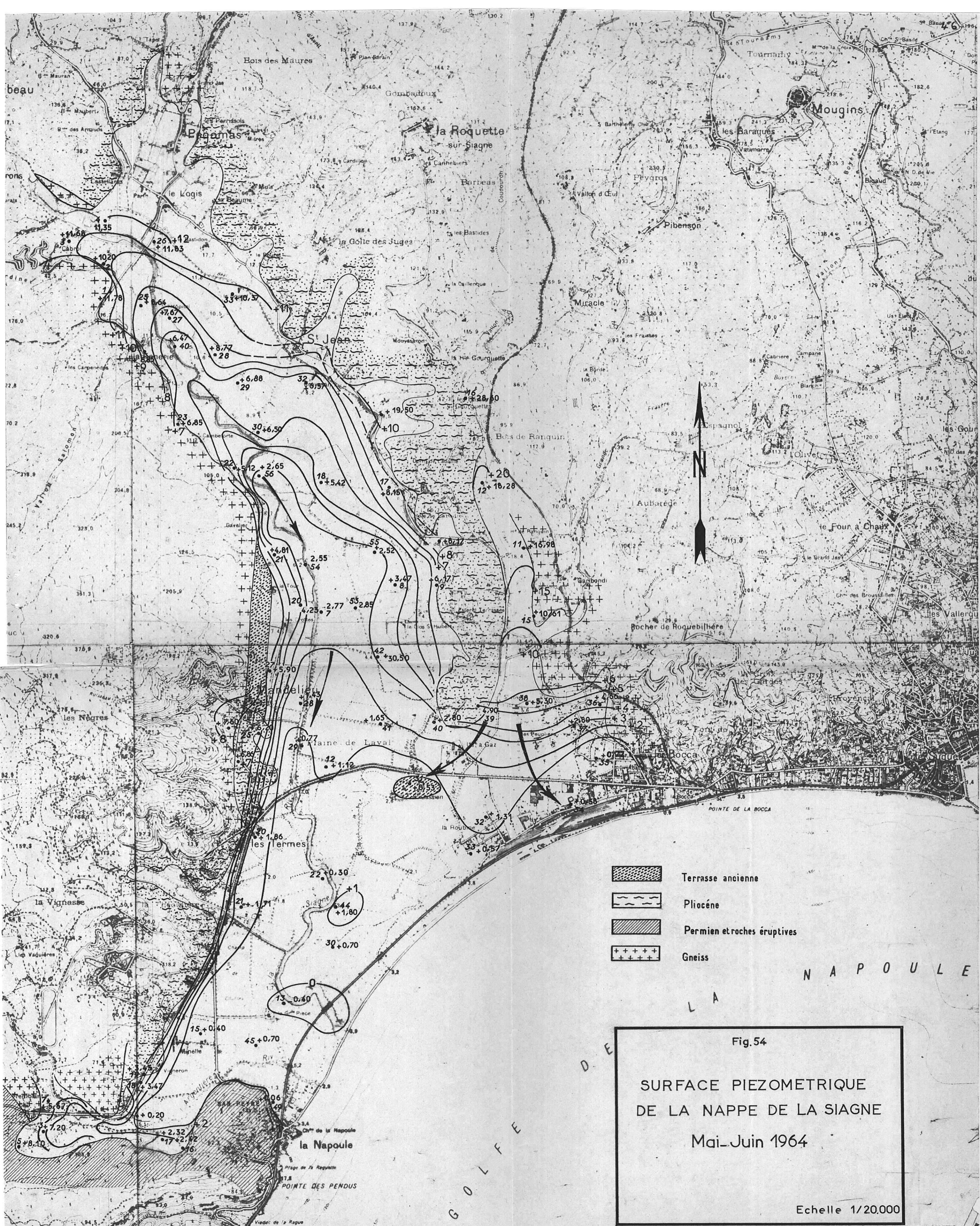
Pluviométrie à St Vallier - alt. 730

54 - NAPPE SUPERFICIELLE

Les tableaux joints indiquent les niveaux piézométriques de la nappe relevés sur les différents ouvrages de la région.

Ceux-ci ont permis d'établir la carte des courbes isopiézométriques qui traduit l'allure générale de la nappe (voir fig. 54). Cette carte met en évidence les faits suivants :

- La nappe des alluvions est drainée de façon importante par la Siagne.
- A l'extrémité sud ouest de la basse plaine la rivière l'Argentière assure également un drainage des alluvions.
- Le ruisseau de la Frayère alimente au contraire la nappe dans la partie basse.
- En amont de l'embouchure de la Siagne, en rive gauche, un gonflement localisé de la nappe apparaît : si une erreur de mesure n'intervient pas (points non rattachés au nivellement général), il s'agit d'une suralimentation locale, soit à partir de canaux d'irrigation (zone irriguée ?), soit à partir de venues d'eau plus profondes (nappe profonde en charge localement en communication avec la nappe superficielle).
- Une zone de fort gradient de la nappe s'étend de façon continue tout le long de la bordure cristalline dont les pentes sont très accentuées ; ceci traduit à la fois une faible alimentation à partir de ces versants et une perméabilité moins élevée dans cette zone.






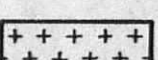
-  Terrasse ancienne
-  Pliocène
-  Permien et roches éruptives
-  Gneiss

Fig. 54

SURFACE PIEZOMETRIQUE
DE LA NAPPE DE LA SIAGNE
Mai-Juin 1964

Echelle 1/20.000

N° B.R.G.M.	Commune	Désignation de l'ouvrage	Date du relevé	Cote du niveau piézométrique	Observation
1025 - 2 - 13	Mandelieu	Pts au L.D La Grande Pièce	13.5.64	- 0,40	
- - 14	-	Pts en bordure d'un verger	-	+ 1,20	
- - 15	-	Pts L.D. Minelle	-	+ 0,40	
- - 16	-	Pts de M. Carmello	-	+ 2,42	
- - 17	-	Pts de MM. Pazero et Martin	-	+ 2,32	
- - 18	-	Pts au L.D Vigneron	-	+ 3,47	
- - 19	-	Pts au L.D Vigneron	-	+ 3,45	
- - 20	-	Tranchée au L.D les Thermes	14.5.64	+ 1,86	
- - 21	-	Pts au L.D les Thermes	-	+ 1,71	
- - 22	-	Tranchée en bordure de la Siagne	-	+ 0,30	
- - 23	-	Pts au L.D la Théoulière	-	+ 7,85	
- - 27	-	Pts de M. Rebuffel	-	+ 5,90	
- - 28	-	Pts à Mandelieu	-	+ 1,43	
- - 29	-	Pts en bordure de la Siagne	-	+ 0,77	
- - 30	-	Sablière Isnard	15.5.64	+ 0,70	
- - 31	Cannes	Pts à l'aérodrome Cannes - Mandelieu	-	+ 0,53	
- - 32	-	Pts à la villa Marie Thérèse	-	+ 1,31	
- - 33	-	Pts au L.D la Roubine	-	+ 0,57	
- - 34	-	Pts au chemin de la Roubine	-	+ 0,58	
- - 35	-	Pts rue Gabrièl Cordier	-	+ 0,72	
- - 36	-	Pts au L.D la Bocca	-	+ 4,66	
- - 37	-	Pts avenue des muriers	-	+ 2,80	
- - 38	-	Pts au L.D St Joseph	-	+ 5,30	
- - 40	-	Pts au L.D St Cassien	19.5.64	+ 2,78	
- - 41	Mandelieu	Pts au L.D Plaine de Laval	-	+ 1,65	
- - 42	-	Pts de M. Bernard	-	+ 3,05	
- - 43	-	Pts au L.D Plaine de Laval	-	+ 1,12	
- - 44	-	Sablière Castaldi	-	+ 1,80	
- - 45	-	Pts du Camping de la plage	2.6.64	+ 0,70	
- - 49	-	Pts de M. Jacquin	25.6.64	+ 0,06	

N° B.R.G.M.	Commune	Désignation de l'ouvrage	Date du relevé	Cote du niveau piézométrique	Observation
1025 - 1 - 2	Mandelieu	Pts de M. Chauvet	28.5.64	+ 0,20	
- - 3	-	Pts au L.D Tremblant	2.6.64	+ 7,20	
- - 4	-	Pts de M. Bermont	-	+ 10,45	
- - 5	-	Pts au L.D Tremblant	-	+ 8,10	
- - 6	-	Pts de M. Tardieu	-	+ 9,35	
- - 7	-	Pts au L.D Tremblant	-	+ 5,67	
- - 8	-	Pts au L.D les Vaquières	23.6.64	+ 13,95	

N° B.R.G.M.	Commune	Désignation de l'ouvrage	Date du relevé	Cote du niveau piézométrique	Observation
999 - 6 - 7	Mandelieu	Pts de M. Giraud	20.5.64	+ 2,77	
- - 8	-	Pts de M. Ozola	-	+ 3,47	
- - 9	Cannes	Pts de M. Silvaléro	-	+ 6,17	
- - 10	-	Pts du moulin de Labadie	-	+ 8,17	
- - 15	-	Pts de M. Roustang	21.5.64	+ 10,61	
- - 17	La Roquette sur Siagne	Pts Villa mon travail	-	+ 8,15	
- - 18	-	Pts de M. Bargéris	-	+ 5,42	
- - 19	-	Pts de M. Barbéris	-	+ 10,50	
- - 20	Mandelieu	Pts L.D la Tour	26.5.64	+ 4,23	
- - 21	-	Pts de M. Rey	-	+ 4,81	
- - 22	Pégomas	Sablière L.D Cambétarte	-	+ 5,12	
- - 23	-	Sablière Duranti	-	+ 6,85	
- - 24	-	Pts L.D la Ferrerie	-	+ 8,84	
- - 25	-	Pts devant une maison	-	+ 8,64	
- - 26	-	Pts L.D le Logis	27.5.64	+ 11,83	
- - 27	-	Pts L.D l'Hopital	-	+ 7,67	
- - 28	La Roquette sur Siagne	Pts de M. Armanet	-	+ 8,77	
- - 29	-	Pts à proximité d'une maison	-	+ 6,88	
- - 30	-	Pts en bordure de route	-	+ 6,50	
- - 31	-	Pts au L.D St Jean	-	+ 14,63	
- - 32	-	Pts au L.D Cravéson	-	+ 6,57	
- - 33	-	Pts au L.D Le Rouret	-	+ 10,37	
- - 34	-	Pts au L.D Le Rouret	-	+ 14,03	
- - 35	Pégomas	Pts au L.D Le Logis	28.5.64	+ 18,80	
- - 37	-	Pts de M. Beudronne	-	+ 21,90	
- - 38	-	Pts au L.D Tapet	-	+ 28,55	
- - 39	-	Pts au quartier du Chateau	-	+ 17,13	
- - 40	La Roquette sur Siagne	Pts n° 7 de la Sté Lyonnaise des eaux	9.6.64	+ 6,47	
- - 48	-	Pts au L.D Labadie	24.6.64	+ 16,60	
- - 52	Pégomas	Pts de M. Laget	-	+ 17,25	
- - 53	Mandelieu	Pts au L.D Le Clos St Hubert	30.6.64	+ 2,85	
- - 54	-	Pts en bordure de Piste	-	+ 2,55	
- - 55	Cannes	Pts de M. Roustang	-	+ 2,52	
- - 56	Pégomas	Pts de M. Bellot	-	+ 2,65	

N° B.R.G.M.	Commune	Désignation de l'ouvrage	Date du relevé	Cote du niveau piézométrique	Observation
999 - 5 - 1	Pégomas	Pts en bordure de la route D. 109	25.5.64	+ 11,78	
- - 2	-	Pts au lieu dit Cabrol	-	+ 10,20	
- - 3	-	Pts au lieu dit Cabrol	-	+ 11,68	
- - 4	-	Pts au lieu dit Castellaras	-	+ 11,35	
- - 5	-	Pts au restaurant de l'Ecluse	-	+ 16,53	

- Sur la bordure orientale au contact des marnes sableuses et du Pliocène le gradient est moins accusé. Ces marnes sableuses renferment des petits niveaux aquifères qui réduisent l'importance du ruissellement et contribuent à une alimentation permanente de la nappe des alluvions.

55 - FLUCTUATIONS DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES

Nous ne possédons aucun renseignement sur l'évolution des niveaux dans le temps ; il semble cependant que les amplitudes restent faibles.

Un limnigraphe enregistreur placé par nous dans les alluvions n'accuse au p int 999/6/55 depuis son installation que des variations voisines du mètre (voir figure 55). Les réactions de la nappe paraissent très rapides, après une forte pluie le niveau remonte brutalement.

56 - COMPOSITION CHIMIQUE (voir diagramme fig. 56) et tableau A)

L'analyse complète des eaux effectuée dans les puits situés dans les alluvions (999/6/55), près de la mer (1025/2/60) et dans la Siagne elle-même montre que toutes ces eaux sont du type bicarbonatée calcique.

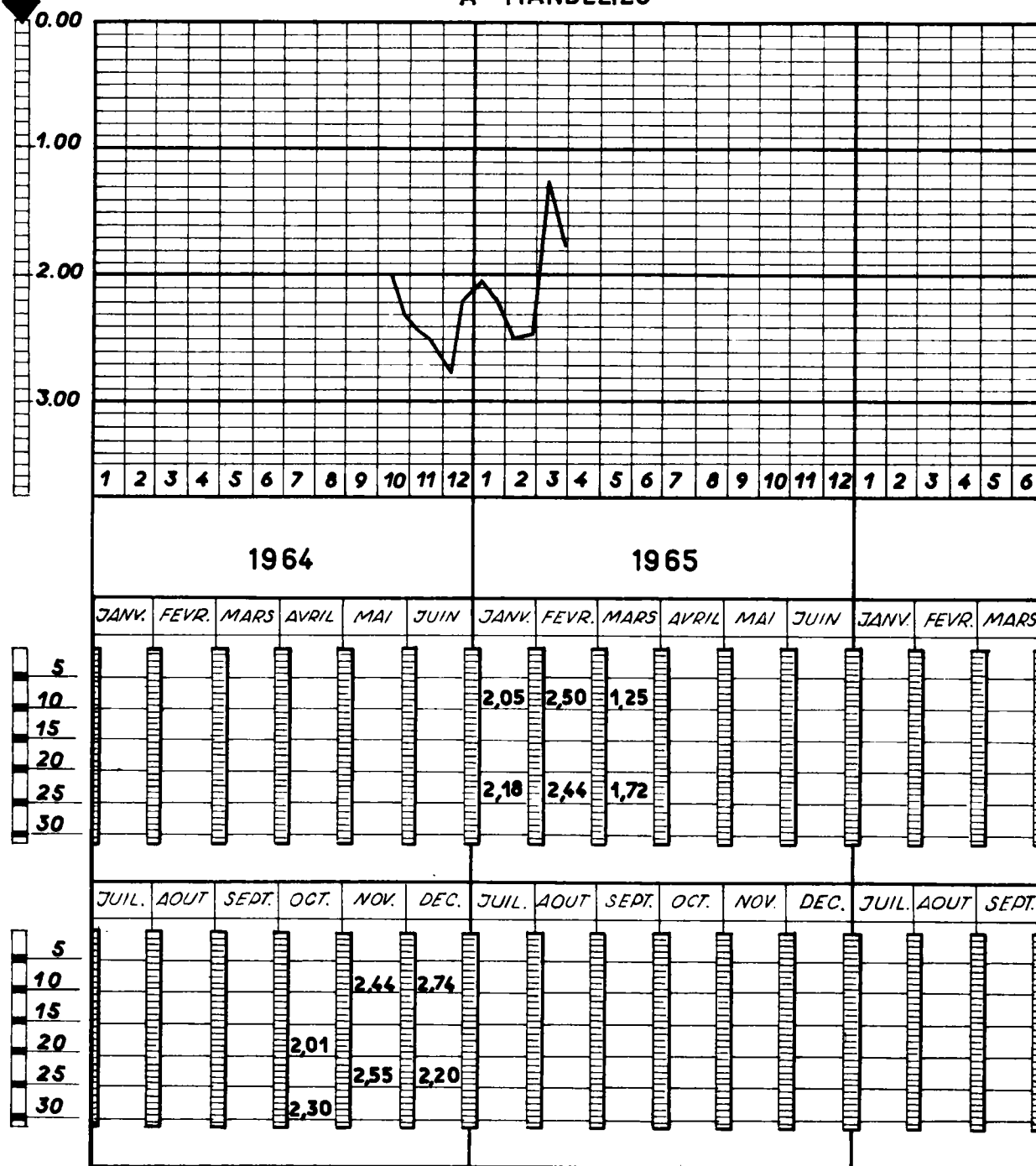
Par contre les eaux du puits 1025/2/24, en bordure des affleurements cristallins, sont sodiques (prédominance des feldspaths sodiques dans les terrains cristallins ?).

Fig.55

FLUCTUATION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE LA SIAGNE

Repère N.G.F

A MANDELIEU



Vallée de la Siagne

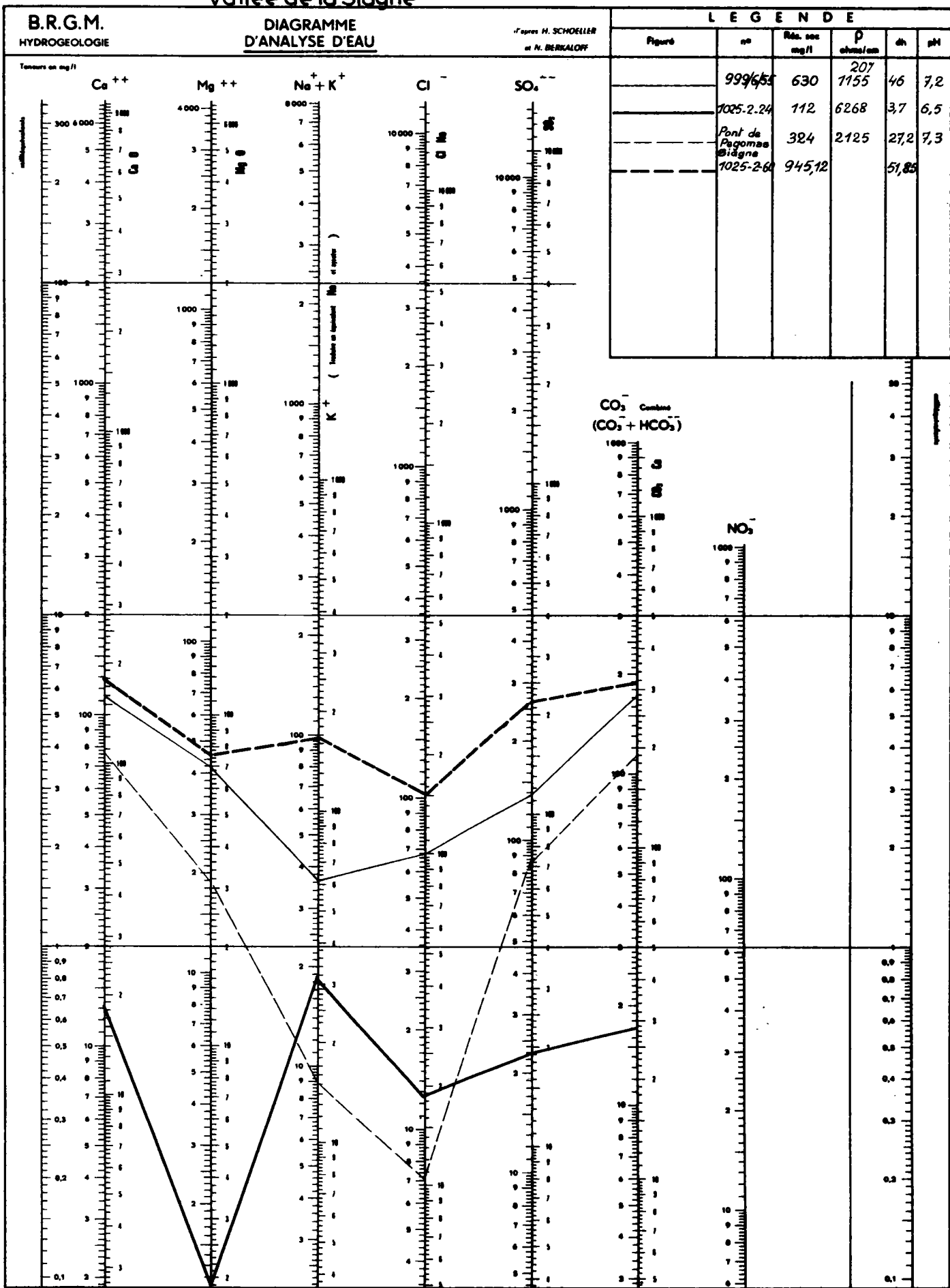


Fig. 56.1

T A B L E A U A

	Cations				Anions				Rési- du sec	Th	Résis- tivité	
	Ca	Mg	Na	Total	Co ₃	Cl	So ₄	Total				
Puits 1025.2.24	0,66	0,08	0,79	1,53	0,58	0,36	0,48	1,52	112	3,7	6268	
999.6.55	5,7	3,5	1,49	10,69	5,8	1,89	2,9	10,59	630	460	1155	
Siagne Pont de Pégomas	3,86	1,6	0,32	5,78	3,69	0,34	1,79	5,82	324	27°2	2125	
1025.2.60 (27 nov.31)	6,49	3,70	4,25	14,44	6,23	2,84	5,55	14,62	945,12	51,85	785	*18°
1025.2.60 (7 déc. 32)	2,95	2,5	2,1	7,55	2,1	2,1	0,8	5,0	402	37	1435	*18°

Les eaux de la rivière Siagne au Pont de Pégomas sont faiblement minéralisées, ceci s'explique par l'importance des affleurements cristallins dans le bassin versant.

La nappe au contraire voit sa minéralisation augmenter du fait des apports latéraux à partir du ruissellement sur le Pliocène et de la proximité de la mer dans la partie aval.

Une étude des chlorures et du titre hydrotimétrique a été faite à partir d'échantillons prélevés sur les puits existants.

561 - Titre hydrotimétrique (fig. 562)

Somme des concentrations calciques et magnésiennes il donne une image de la minéralisation.

Les eaux de la Siagne sont en général peu minéralisées. Le titre oscille entre 12° sur la rive droite et 40° sur la rive gauche.

Ceci s'explique, comme il a été dit précédemment, par la faible minéralisation des eaux en provenance du socle cristallin en rive droite.

La minéralisation des eaux de la plaine s'établit aux environs de 30°. Les apports de la rive gauche sont d'une part plus importants, d'autre part constitués d'eaux plus chargées en calcaire et en magnésie en provenance du Pliocène. Dans la région de Pégomas les fortes teneurs s'expliquent par la confluence avec la vallée du Mourachonne qui a circulé sur des terrains triasiques assez minéralisés.

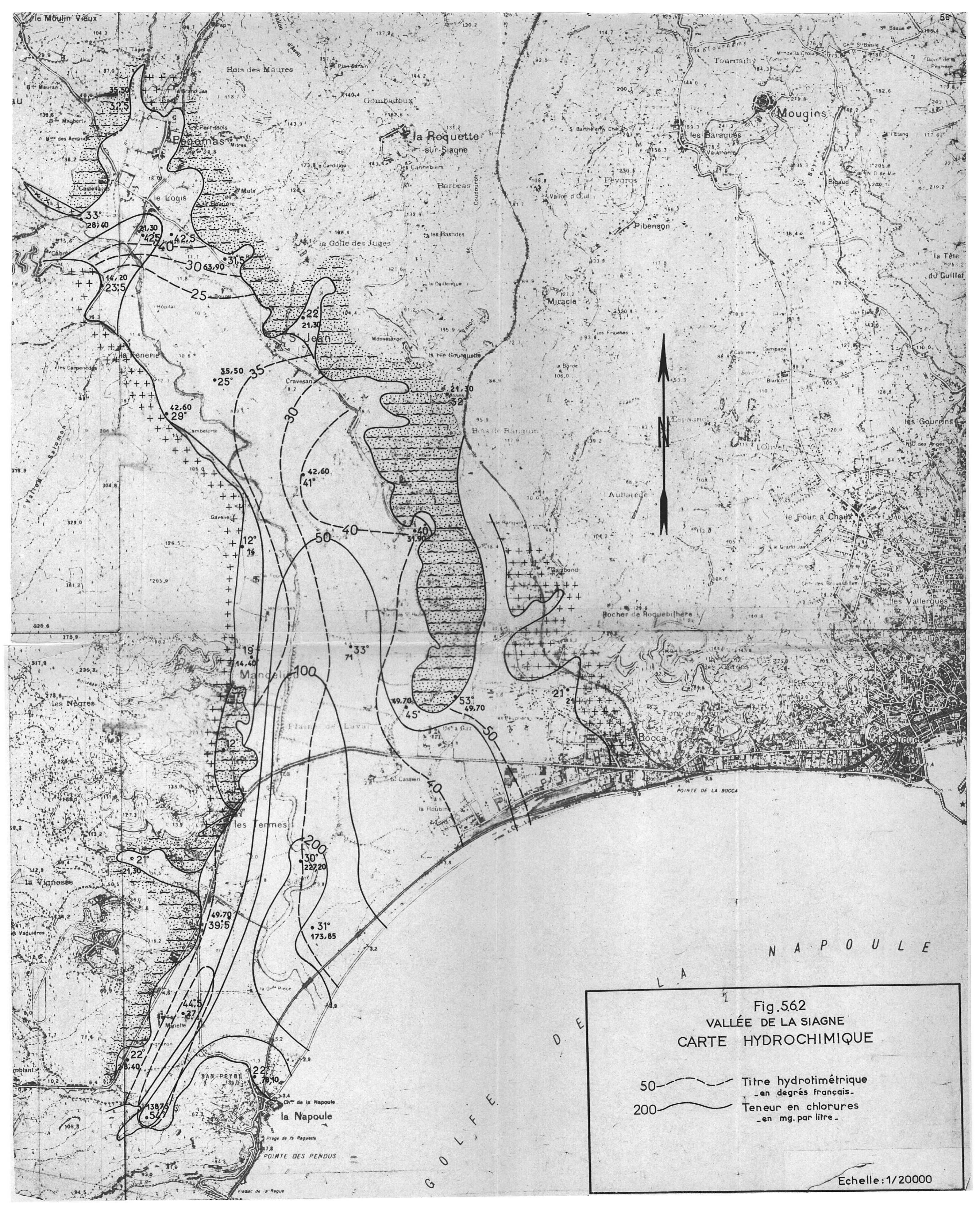


Fig.562
VALLÉE DE LA SIAGNE
CARTE HYDROCHIMIQUE

50 — Titre hydrotimétrique
- en degrés français -
200 — Teneur en chlorures
- en mg. par litre -

Echelle: 1/20000

Des teneurs plus élevées existent en amont de l'usine à gaz et dans la région de l'Argentière (circulations lentes à l'aval de pentes constituées par des terrains permians).

562 - Chlorures

La nappe de la Siagne dans son ensemble est peu chlorurée, sauf dans sa partie basse où des teneurs de plus de 200 mg/l sont constatées, phénomène imputable à des remontées d'eau salée dans le cours de la Siagne à proximité de son embouchure. Les eaux sont moins chlorurées sur les rives que le long du cours de la Siagne.

Les courbes isochlores ont un gradient très accentué sur la rive droite, plus faible sur la rive gauche. L'allure des courbes isochlores est très voisine de celle des courbes isopiézométriques : l'augmentation de la teneur en chlorures varie de la même manière que le drainage de la nappe.

En ce qui concerne la nappe profonde rencontrée par le seul sondage de reconnaissance exécuté (Moulin de Labadie 999/6/57) l'analyse effectuée a révélé une forte teneur en ClNa (1,5 g/l). La distance à la mer est en ce point de 2,5 km. Il peut s'agir éventuellement d'eau fossile⁽¹⁾.

57 - PRELEVEMENTS (fig. 57)

Les prélèvements sur la nappe sub-superficielle sont peu nombreux mais l'un d'eux est très important c'est celui de l'usine de la Société Lyonnaise des eaux à l'aval du Pont de Pégomas (999/6/40 à 46) - consommation journalière 10.000 m³ -.

(1) ou plus simplement d'une nappe "piégée" sans exutoire vers l'aval.

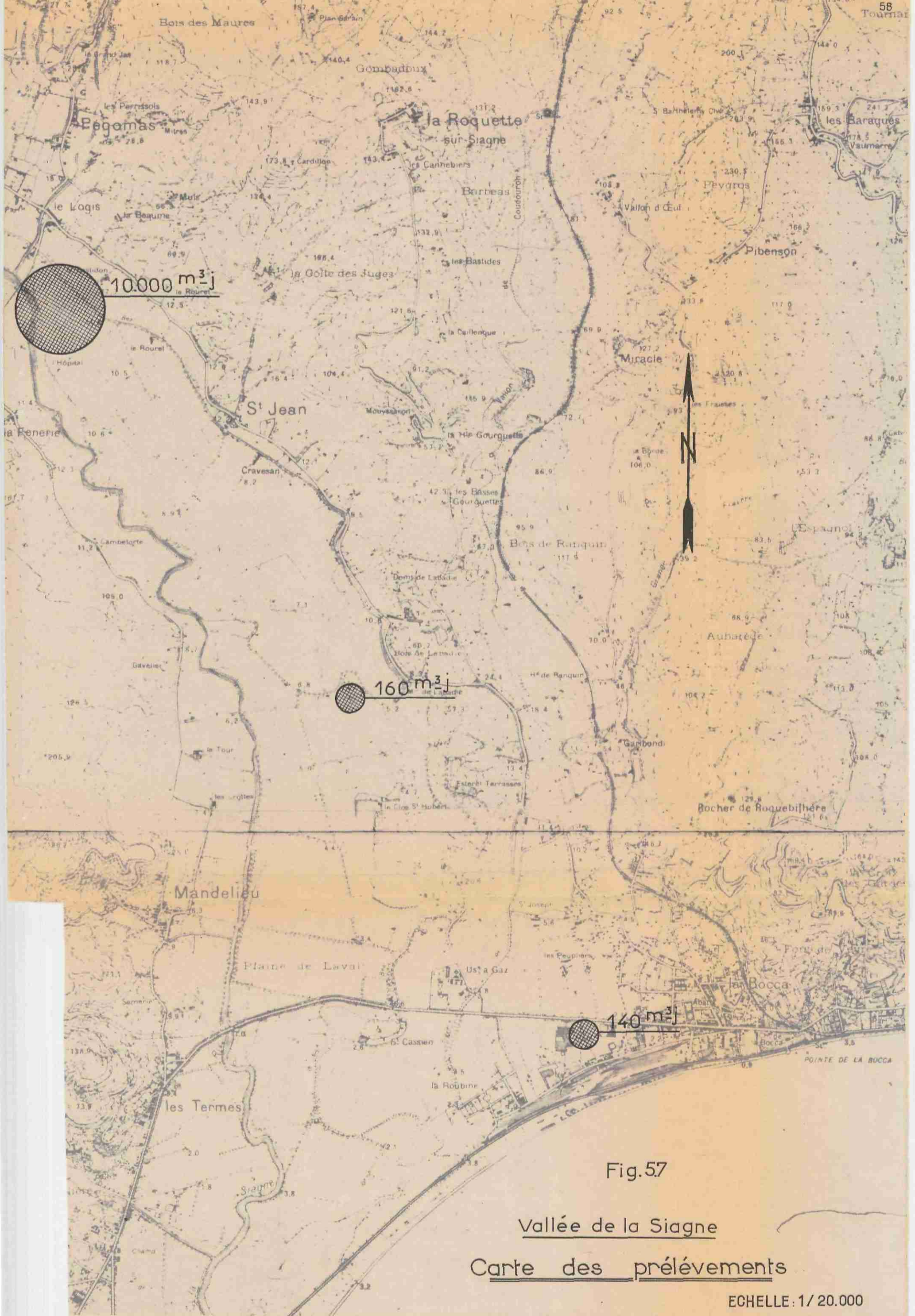


Fig.57

Vallée de la Siagne

Carte des prélèvements

ECHELLE: 1/ 20.000

La S.E.B. - construction métallique - (1025-2-46) - 140 m³/j à 500 mètres de la mer. Certains puits servant à l'irrigation prélèvent des débits importants comme le 999-6-55 - 160 m³/j pendant la période d'irrigation.

58 - PERMEABILITE - TRANSMISSIVITE

A partir des essais de débit effectués par la Société lyonnaise des eaux dans la région de Pégomas en 1963, on a tenté d'obtenir une valeur des coefficients de transmissivité et de perméabilité des alluvions de la Siagne, mais ces essais sont difficilement interprétables (voir graphique fig. 58).

La transmissivité, calculée à partir de la courbe de descente dans le puits 11 (999-6-41), est égale à :

$$4,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

et la perméabilité à :

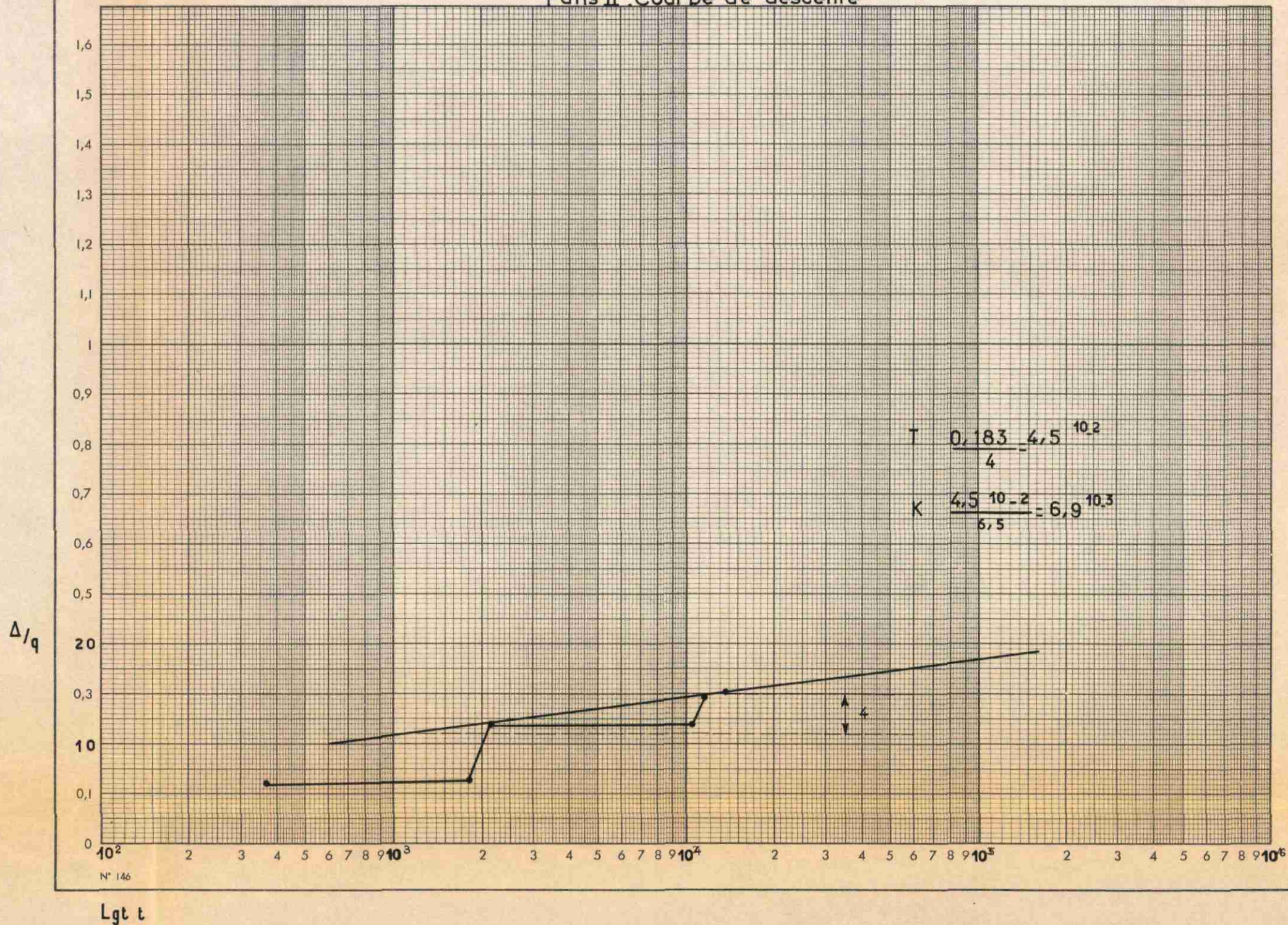
$$6,9 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

C'est une valeur moyenne pour des alluvions mais forte pour la région considérée (alluvions limoneuses de la basse plaine). En fait, les forages se trouvent à proximité immédiate de la rivière, dans une zone d'alluvionnement grossier.

Dans le cas d'une nappe libre située à faible profondeur qui s'évapore par sa surface il existe certaines relations entre la teneur en chlore de l'eau souterraine, le taux d'évaporation et la perméabilité de l'aquifère.

Fig.58
 Vallée de la Siagne . Station de pompage de Pegonas

Puits II . Courbe de descente



A partir de formules établies par Marc Schoeller⁽¹⁾ nous avons essayé de calculer d'une part l'évapotranspiration potentielle, d'autre part la perméabilité de l'aquifère à partir des courbes isochlores (voir carte fig. 562). Il faut cependant faire des réserves sur la méthode qui suppose, a priori, l'absence d'apport de chlore dans l'aire considérée, or l'on sait que la teneur en Cl de la pluie augmente en se rapprochant de la mer.

En appliquant la loi de Darcy aux essais de débit des forages de la Société lyonnaise des eaux sur un front de nappe dans la région de Pégomas l'on a :

$$Q = K \cdot S \cdot I$$

$$S = H \times L = 6,40 \times 800$$

$$K \neq 6,9 \cdot 10^{-3}$$

$$i = 2 \text{ mm/m}$$

$$Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

En utilisant la formule :

$$e - p = \frac{g^{\circ}}{x F} \left(1 - \frac{c^{\circ}}{c_1} \right)$$

où

e = évapotranspiration

p = précipitation

F = largeur du front de nappe

c^o = concentration en chlore à l'origine

c = " " " à la distance x

(1) M. SCHOELLER La concentration des eaux souterraines en chlore - Bull. du BRGM 1964 n° 2

l'on a (zone aval de la plaine) :

$$e - p = q \frac{31\ 536\ 000}{F \ x} \left(1 - \frac{c^0}{c_1} \right)$$

$$e - p = \frac{0,07 \cdot 31\ 536\ 000}{1\ 300 \cdot 4\ 000} \left(1 - \frac{42,60}{100} \right)$$

$$e - p = 0,243 \text{ m/an}$$

$$e = p + 243 \text{ mm}$$

or $p = 0,960 \text{ mm/an}$

$$e = 0,960 + 243 = 1\ 203 \text{ mm/an}$$

A partir des courbes isochlores nous pouvons calculer la perméabilité (coefficient de Darcy) à l'aide de la formule

$$K = \frac{q^0 \cdot x}{F \ H^2} \cdot \frac{c_1}{c_1 - c^0}$$

$$q^0 = 0,07$$

$$c^0 = 42,60$$

$$c_1 = 100$$

$$x = 4.000 \text{ m}$$

$$F = 1.300 \text{ m}$$

$$H = 16 \text{ m (valeur estimée d'après les données des sondages de l'autoroute)}$$

$$K = \frac{0,07 \cdot 4.000}{1.300 \cdot 256} \cdot \frac{100}{100 - 42,60}$$

$$K = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Les valeurs calculées de Q (débit du front de nappe dans la partie amont de la plaine), de K (perméabilité) et de e (évapotranspiration potentielle) ne doivent être considérées que comme des ordres de grandeur. En effet, la valeur de la perméabilité au Pont de Pégomas, tirée des essais de débit effectués, est sans doute locale (proximité du lit actuel de la rivière). Cette valeur est probablement moins élevée dans la partie aval de la plaine. D'autre part, l'on a vu qu'il y avait incertitude sur la valeur du débit percolant sur un front de nappe. Cependant, la valeur calculée de l'évapotranspiration potentielle est voisine de celle établie pour la basse vallée du Var⁽¹⁾ et à rapprocher de celle obtenue à partir des formules de Turc et Thornthwaite (cf. § 4.6). La valeur calculée de la perméabilité est plausible étant donné la nature des alluvions dans la partie aval de la plaine.

59 - CONCLUSIONS

On possède trop peu de données pour se faire une idée précise sur la valeur des ressources en eau de la basse vallée de la Siagne.

Les données sur la valeur de la perméabilité des alluvions et leur épaisseur au Pont de Pégomas, dans la partie amont, semblent montrer qu'en ce point (station de pompage de la Société des eaux) le débit prélevé est sous la dépendance d'une suralimentation de ces alluvions par la Siagne, avec l'apport de ses affluents le Mourachonne et la Frayère.

En admettant une valeur moyenne de la perméabilité des

(1) études en cours

alluvions de $5 \cdot 10^3$, une épaisseur de 15 m et une pente de la nappe de 0,002, le débit percolant selon un front de nappe dans la partie moyenne de la plaine serait de $0,150 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1\ 000 \times 15 \times 0,005 \times 0,002$).

Ceci paraît un maximum. En réalité, les données des sondages exécutés pour la construction de l'autoroute révèlent une faible perméabilité des alluvions.

Les ressources de la nappe profonde, connue par un seul sondage, ne peuvent être intéressantes que s'il ne s'agit pas d'eau fossile⁽¹⁾; s'il s'agit d'un biseau salé le problème de la limite d'invasion se pose, il se pose également pour la nappe superficielle.

Les recherches tant au Moulin de Labadie (999-6-57) qu'au sondage des Termes (1025-2-60) ont montré que l'étude des nappes rencontrées s'était bornée à la reconnaissance de la présence d'eau salée dans le premier à 40,50 m, en faisant abstraction de l'eau probablement existante dans le banc de gravillons intercalés. Pour l'autre sondage il est regrettable que nous ne possédions des données sur la composition chimique de l'eau que pour le premier niveau et que la nappe probablement contenue entre les niveaux 20,95 et 26,60 n'ait pas fait l'objet d'essai non plus que celle existant entre 72,60 et 75,-.

Une recherche d'eau pourrait être faite dans les alluvions de la Siagne; le secteur de l'usine à gaz est favorable; en effet les courbes isopiézométriques laissent présager une alimentation de la nappe. Les sondages de l'usine à gaz ont donné des débits de 9 à 10 l/s.

(1) voir remarque page 57

L'utilisation des ressources des alluvions nécessite une définition du réservoir aquifère et des conditions aux limites. L'exécution de profils de géophysique résistivité et de quelques sondages de reconnaissance, où seraient effectués des essais de perméabilité, sont nécessaires pour cela.

Chapitre 6

LA BRAGUE

61 - HYDROGRAPHIE (fig. 2.1)

La Brague prend sa source à 307 m. d'altitude au pied des falaises calcaires constituant le front des massifs préalpins de l'Arc de Castellane dans la région de Chateauneuf O_pio, dans une zone déprimée au sein du Trias inférieur argilo gypseux. Elle emprunte un lit sinueux creusé dans les argiles triasiques, les calcaires liasiques, puis les dolomies jurassiques. Au droit du village du Biot la rivière pénètre dans une vallée plus large, bordée par les collines au relief adouci pliocènes et éocènes. Cette vallée alluviale est d'importance restreinte et ouverte sur la mer.

Le bassin versant, réduit, n'a que 65 Km². La Brague ne possède que 2 affluents importants, tous deux situés en rive droite ; le ruisseau des Bouillides et le ruisseau de Valmasque drainant les plateaux jurassiques s'étendant entre Valbonne et Vallauris à l'altitude moyenne de 120 m.

En arrière d'un cordon littoral de nombreux étangs s'étendaient autrefois dans les parties basses de la vallée ; ils sont actuellement en cours de remblaiement. Un seul existe encore : l'étang de Vaugrenier.

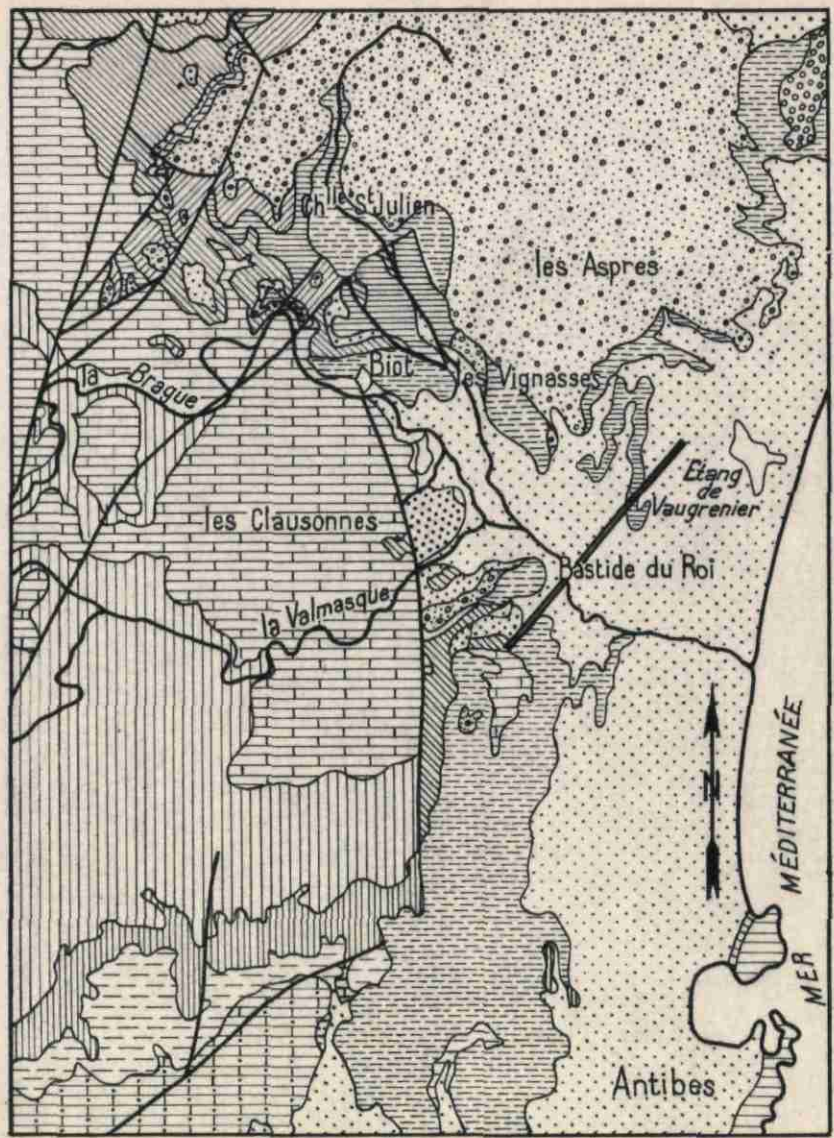
62 - GEOLOGIE (fig. 621)

La Brague longe, dans son cours aval, les termes supérieurs d'une série monoclinale orientée nord-ouest - sud-est, allant du Trias au Nummulitique, qui ont été décrits au chapitre 3 ; ces termes supérieurs, affleurant donc en rive droite et plongeant sous les alluvions de la vallée, sont les suivants : transgressif sur le Jurassique supérieure dolomitique, l'Eocène inférieur continental (marnes, lits calcaires et sables plus ou moins consolidés en grés) puis le Nummulitique marin (calcaire). En rive gauche affleurent les marnes plaisanciennes qui constituent le substratum des alluvions sauf sur la bordure occidentale (voir coupe).

Dans la partie amont de la plaine alluviale des forages, exécutés sur le territoire de la commune de Biot par la Compagnie des eaux de Nice, renseignent sur la composition des alluvions. L'épaisseur de celles-ci, au-dessus du Plaisancien argileux, est de 10 à 12 m. Sous 6 m de limon argileux on a d'abord des sédiments vaseux et tourbeux (1 à 2 m), puis des sables gris à débris de coquilles vraisemblablement marines (2 à 3 m), enfin des galets. Le Plaisancien argileux est épais ; un sondage poussé à 42,50 m est resté dans cette formation.

Des sondages ont été effectués pour la reconnaissance destinée à la traversée de la Brague par l'autoroute (coupe fig. 622) ; ils ont rencontré sur la rive droite à une profondeur de 25 m les calcaires éocènes de bordure.

Sur la rive gauche les ouvrages n'ont recoupé que des formations quaternaires limoneuses (argiles et vases). Le Pliocène qui affleure plus au sud, au vallon des Pommes, a été ici isolé ; par contre il existe certainement dans l'axe de la vallée, mais à une plus grande profondeur.



<i>Eboulis</i>	<i>Quaternaire</i>	<i>Poudingue du Var</i>	<i>Marnes Plaisanciennes</i>	<i>Conglomerats volcaniques</i>	<i>Ludien</i>	<i>Bartonien</i>
<i>Eocene inférieur</i>	<i>Portlandien</i>	<i>Callovien Kimmeridgien</i>	<i>Dogger</i>	<i>Lias</i>	<i>Keuper</i>	<i>Muschelkalk</i>

Coupe géologique

Echelle : 0 1 2 3 km

Fig.621

Carte géologique de la Vallée de la Brague (d'après L.Ginsburg)

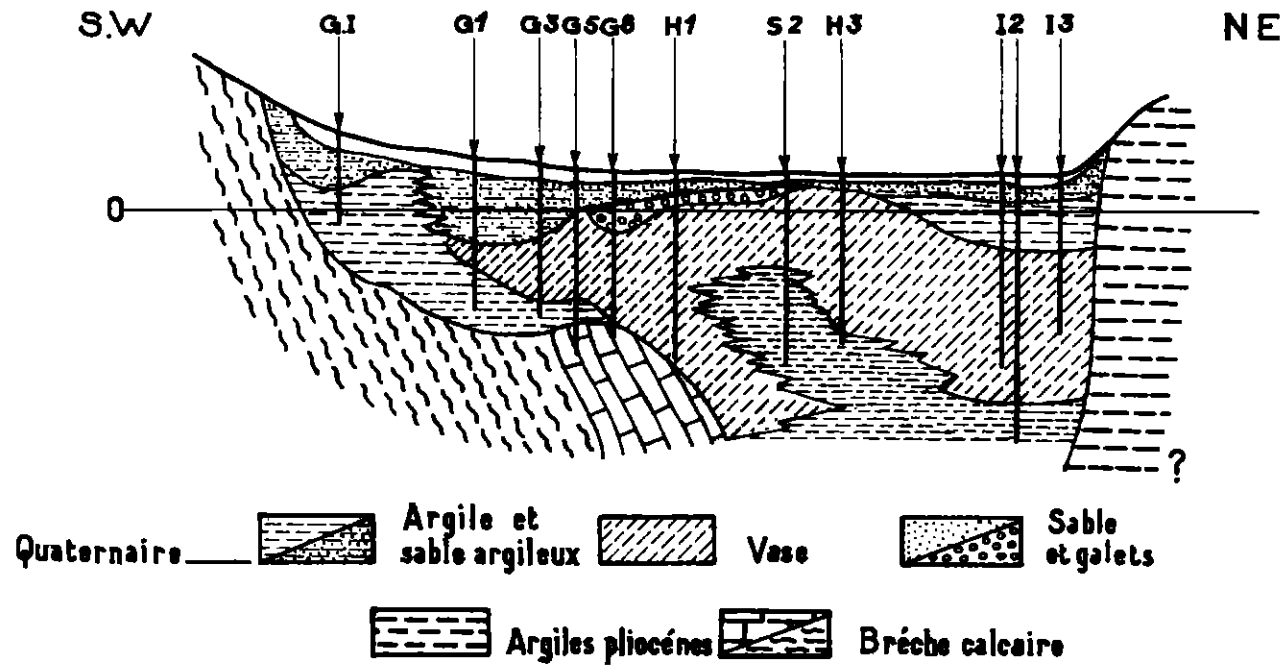


Fig.6.22

Coupe a travers la plaine de la Brague

Echelle: Longueur: 1/10000
 Hauteur: 1/1000

Un sondage (999.8.75) près de l'étang de Vangrenier a montré que le Quaternaire (dépôts argileux, sables végétaux) avait une épaisseur de 58 m.

63 - DEBITS SUPERFICIELS

La Brague, dont la superficie du bassin versant est modeste (65 Kms²) est une rivière peu importante. Nous ne possédons pas de données sur les débits. Ceux ci, à l'étiage sont très faibles (de l'ordre de la centaine de l/sec.).

64 - CIRCULATIONS DANS LES ALLUVIONS

Les tableaux des pages 81-82-83 font état des niveaux piézométriques relevés sur les différents ouvrages atteignant la nappe circulant dans les alluvions; ceux ci ont permis d'établir la carte des courbes isopiésométriques (voir fig.64) et de définir le profil de la nappe.

Cette carte fait ressortir l'existence d'un drainage dans l'axe de la vallée (et non selon le cours de la Brague). La courbe + 10 s'infléchit fortement vers l'amont à la hauteur de Biot, vraisemblablement sous l'influence des pompages effectués pour l'alimentation de ce centre.

La pente de la nappe, relativement forte (5/1000), traduit une perméabilité assez faible des alluvions; le gradient est plus accentué sur les bordures de la vallée.

Dans la basse plaine le retrait dessiné par la courbe +5 serait du à un pompage déprimant la nappe en cet endroit. Dans le secteur de Vangrenier, un forage (999.8.75) effectué jusqu'à

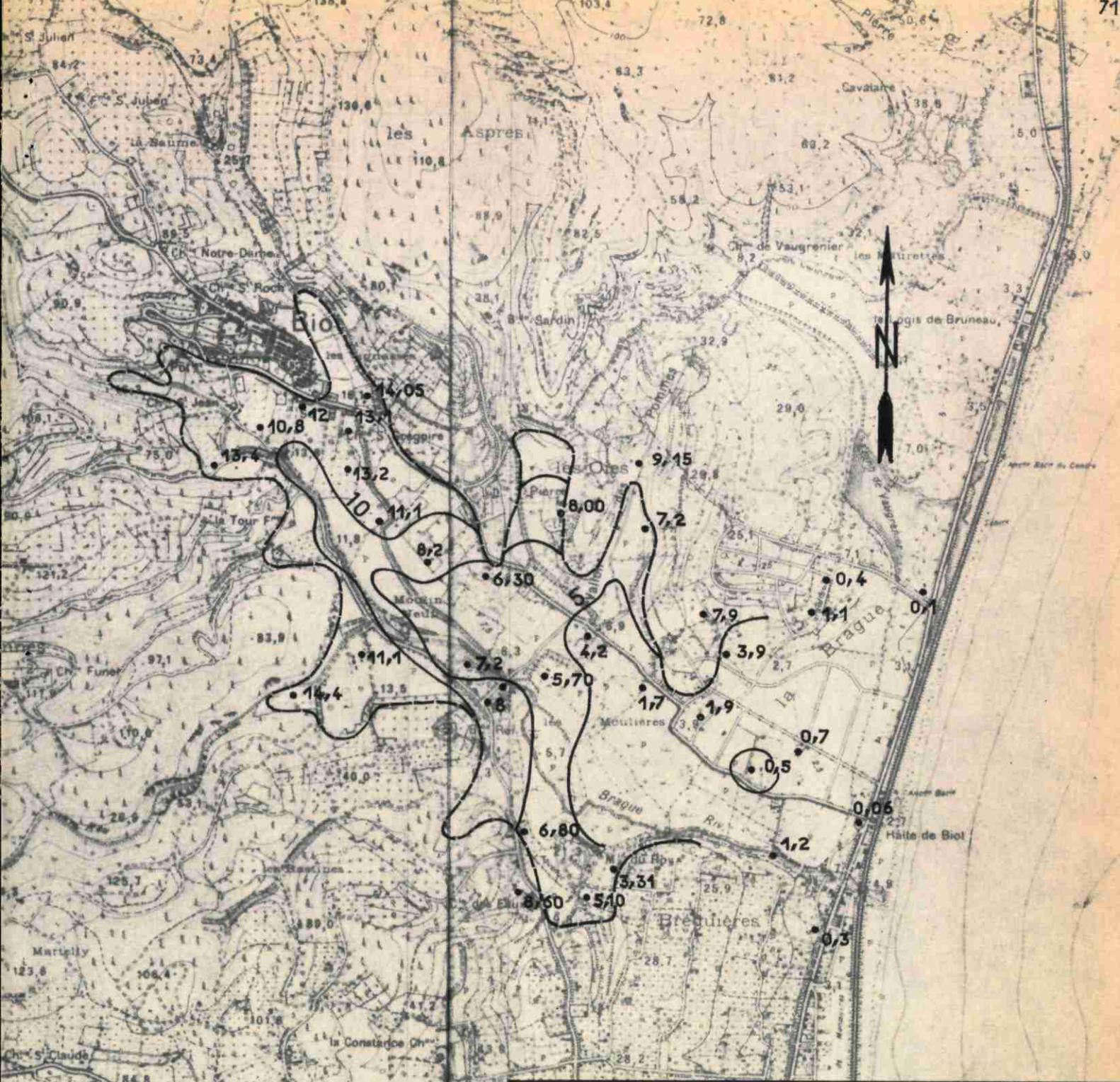




Fig. 64

SURFACE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE
DE LA BRAGUE
Eté 1964

-  Tracé des courbes hydroisohypses
-  Limite des alluvions

Echelle : 1/20000

une profondeur de 99,30m. a rencontré sous une couverture alluvionnaire une nappe artésienne profonde avec jaillissement et dégagement de gaz combustibles (lié probablement à une sédimentation ancienne en zone marécageuse). A la suite de ce jaillissement, qui s'est élevé jusqu'à 40 m. de hauteur, il y a eu entrainement de coquilles marines. Cette nappe doit se situer entre les formations alluviales et les marnes pliocènes imperméables.

65 - EAUX DES CALCAIRES JURASSIQUES - LES SOURCES ROMAINES

D'importantes sources émergent soit dans le lit de la Brague soit sur sa rive droite dans la région de la Bastide de Roy; celles-ci étaient captées du temps des Romains et amenées jusque dans le port d'Antibes par aqueduc.

Aujourd'hui les sources ont été aménagées; l'eau est refoulée dans le réseau d'alimentation d'Antibes et seul le trop plein emprunte le canal romain. Les émergences sont situées au contact des calcaires de l'Eocène inférieur et des alluvions argileuses, dans une région marécageuse au nord est de la Bastide du Roy. Sur la rive droite de la Brague s'étend un massif calcaro-dolomitique (Jurassique supérieur) diaclasé et fissuré. Les eaux tombées sur cette région s'infiltrent et s'écoulent suivant le pendage est des couches et sont relayés par les grès et les calcaires de l'Eocène. Un accident important de direction nord-sud (voir carte fig.62) mettant en contact l'Eocène et le Jurassique paraît jouer un rôle important. Sous les alluvions peu perméables, les marnes plaisanciennes arrêtent les écoulements vers l'est. Le débit de la Brague augmente immédiatement à l'aval des sources romaines; des émergences non captées existent en effet dans le lit de la rivière; elles ont

été mises en évidence lors d'étiages très accentués. Lors de l'élargissement du lit de la Brague et de la création d'un nouveau pont à la Bastide du Roy, les Ponts et chaussées ont, du fait des venues d'eau, éprouvé des difficultés sérieuses lors de la fondation des culées du pont. Les mêmes difficultés se sont présentées 300 m. plus en aval lorsqu'il s'est agi d'asseoir les fondations du pont de l'autoroute : l'ouvrage n'a pu être réalisé à cause de l'instabilité des terrains provoquée par des venues d'eau importantes. Un des sondages effectués pour la reconnaissance du tracé de l'autoroute (S.G5) -voir coupe fig.622- a rencontré un débit artésien (+ 2,10) de 22 m³/j environ .

La Compagnie générale des Eaux a effectué à son tour des forages à quelques mètres de la source de la Sambuque plus au nord. L'eau est prélevée par siphonnage et amenée dans un puisard d'où elle est refoulée. On pompe actuellement sur ces sources 192 l/sec.

66 - COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX

661 - Eaux des sources romaines

Les analyses complètes effectuées (voir diagramme logarithmique et tableau des concentrations en ions) montrent que les eaux sont du type bicarbonaté calcique ce qui confirme leur origine (alimentation par les calcaires jurassiques de l'ouest).

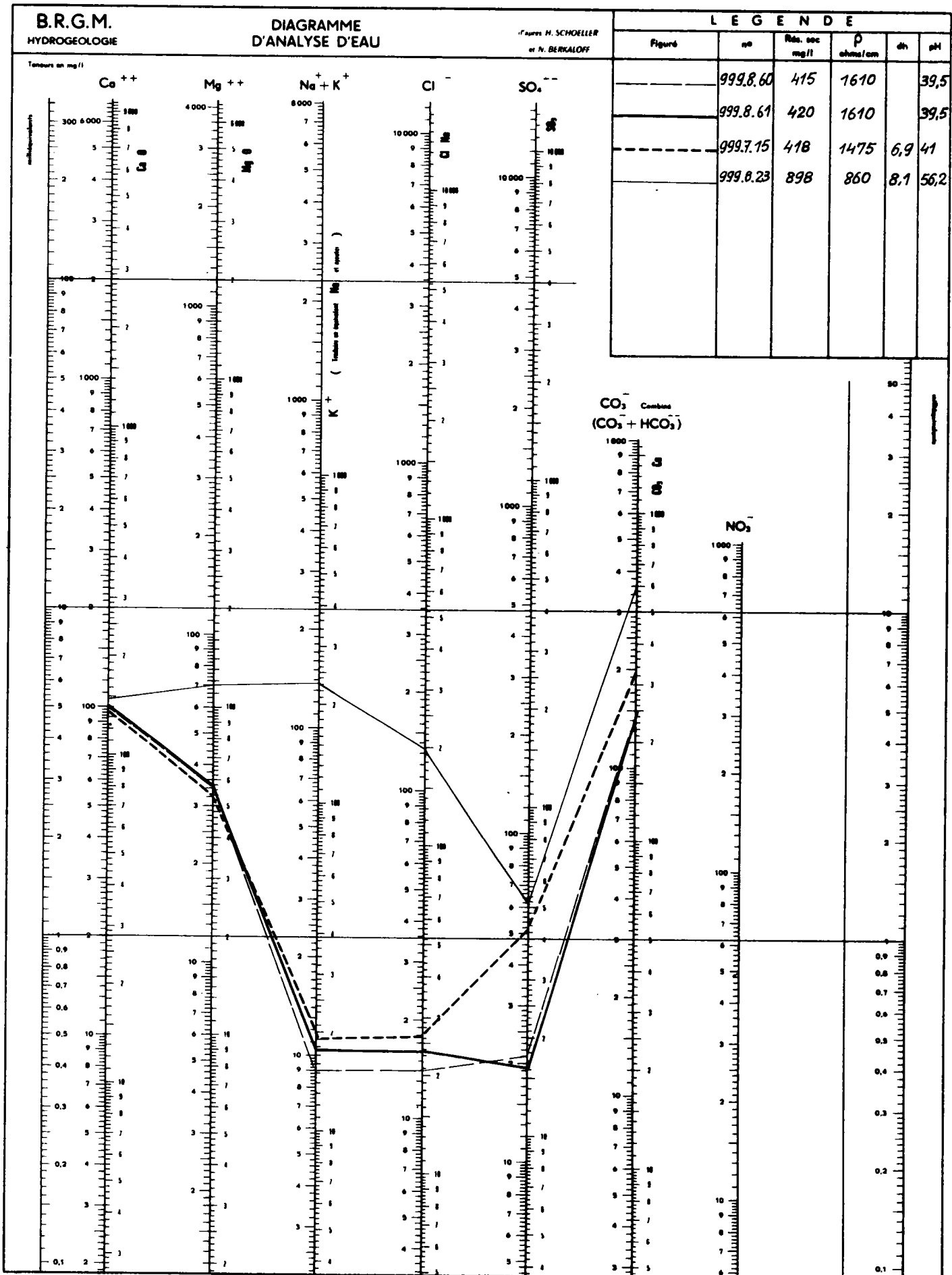


Fig. 6.61 Vallée de la Brague

	Cations			Total	Anions			Total
	Ca	Mg	Na		Cl	SO ₄	CO ₃	
Source de Lavencq 999.8.60	5	2,9	0,39	8,29	0,39	0,43	4,55	5,37
Source de la Louve 999.8.61	5	2,9	0,45	8,35	0,45	0,4	4,55	5,40

662 - Eaux des alluvions

Les eaux de la nappe alluviale au puits du Biot ont une composition assez voisine, cependant le rapport $\frac{SO_4}{Cl}$ est différent, la teneur en sulfate plus élevée (voir diagramme et analyse ci-dessous).


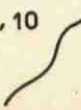
	Cations			Total	Anions			Total
	Ca	Mg	Na		Cl	SO ₄	CO ₃	
Puits du Biot 999.7 .15	4,9	2,76	0,39	8,15	0,5	1,06	6,5	8,06
Pépinière de la Brague 999.8.23	5,2	5,7	5,8	16,7	4,8	1,3	11,8	17,9

Dans la ~~partie~~ aval de la plaine, la nappe des alluvions se change anormalement en Cl Na, les eaux de cette région sont bicarbonatées sodiques. Ceci s'explique par la proximité de la mer et le fait que cette zone correspond à d'anciennes régions marécageuses aujourd'hui remblayées.

Une étude systématique des chlorures et du titre



Fig. 6.6.2
Vallée de la Brague
Carte hydrochimique

- 45  Titre hydrotimétrique
en degrés français
- 46.10  Teneur en chlorures
en mg. par litre

hydrotimétrique a été entreprise dans la vallée de la Brague et permet de faire les constatations suivantes (cf carte fig. 662) :

- Titre hydrotimétrique,

Somme des concentrations calciques et magnésiennes, il donne des indications sur la minéralisation des eaux. Les eaux de la Brague sont légèrement minéralisées, mais plus que celles de la Siagne; il n'y a en effet pas de cristallin dans le bassin d'alimentation. Le titre hydrotimétrique oscille entre 40° et 50°, ceci s'explique par les apports latéraux en provenance des pays calcaires (Jurassiques essentiellement et Eocène) en rive droite et des collines pliocènes en rive gauche. On relève cependant quelques teneurs plus élevées en rive gauche au pied du village de Biot, au débouché du vallon de la chapelle St Pierre et du vallon des Pommes, en rive droite dans les basses vallées des Clausonnes et de la Valmasque et surtout au sud du Moulin du Roy où les eaux deviennent beaucoup plus élevées - 80° et 89°- (faible épaisseur des alluvions sur le Pliocène et, d'autre part, cote très basse et liaison avec les anciennes zones marécageuses en arrière du cordon littoral).

- Chlorures

La nappe de la Brague est peu chlorurée en général. Les teneurs augmentent en aval de Biot, le long d'un petit affluent de rive gauche (vallon de Maïri); elles se chargent de plus en plus au fur et à mesure que l'on s'approche de la mer; la courbe isochlore 100 décrit une indentation dans la région du Moulin du Roy, les causes sont les mêmes que pour l'augmentation du titre dans cette zone (voir ci-dessus). Par contre dans la région des sources romaines, au droit de la Bastide du Roy, les courbes isochlores s'infléchissent vers l'est

sous l'influence des venues d'eau peu chlorurée en provenance des calcaires de bordure.

67 - PRELEVEMENTS

Il existe peu de prélèvements importants dans les alluvions proprement dites, seuls sont pratiqués, répartis dans toute la vallée, des pompages d'irrigation à faible débit.

Tous les prélèvements importants sont concentrés sur la rive droite de la Brague le long de la bordure calcaire où les alluvions sont suralimentées par les circulations en provenance des calcaires (jurassiques et nummulitiques). Les débits prélevés montrent bien que ceux ci ne peuvent être obtenus uniquement à partir des eaux des alluvions.

Alimentation du Biot	3.100 m ³ /j.
Inclausa	40 m ³ /j.
Puits des silices refractaires	480 m ³ /j.
Alimentation d'Antibes	12.000 m ³ /j.
Puits du golf	840 m ³ /j.
Puits servant à l'irrigation	50 m ³ /j.

68 - CONCLUSIONS

Les ressources des alluvions de la basse vallée de la Brague sont peu importantes : la superficie est très réduite, l'épaisseur également (une vingtaine de m. au dessus du Pliocène argileux). Les alluvions sont en général argileuses surtout dans la partie aval; les niveaux de galets à la base des alluvions paraissent d'étendue restreinte.

D'autre part, une surexploitation de la ressource, surtout dans la partie aval, poserait le problème de remontée du biseau salé. De façon à définir le réservoir alluvial, très mal connu en définitive, quelques profils de géophysique seraient nécessaires; ils montreraient l'intérêt, ou non, d'exécuter quelques sondages.

Le seul réservoir qui puisse être sollicité est le Jurassique de bordure; au nord de Valbonne à Vallauris, l'im-pluvium est important (en gros 20 Km²)⁽¹⁾; deux niveaux aquifères existent: le Lias et le Bajocien d'une part, le Jurassique supérieur d'autre part; ils alimentent un certain nombre d'exu-toires, mais les circulations profondes qui se font d'ouest en est sont interrompues en rive drpite de la Brague, au voi-sinage de l'accident méridien qui a été décrit plus haut, avant que les niveaux calcaires ne s'enfouissent profondément sous le Pliocène argileux. Une partie des eaux est drainée par les grès et calcaires éocènes, par les alluvions de la Brague et alimente notamment les sources romaines.

Des recherches ont été effectuées en 1926 et 1930, par la Compagnie des eaux dans le vallon de la Valmasque, mais les sondages exécutés étaient peu profonds. Un puits creusé en aval de ces forages a fourni un débit de 30m³/h.. D'autres recherches effectuées par des organismes privés sont en cours actuellement. Une étude hydrogéologique détaillée qui conduisait peut être à l'exécution de quelques profils géophysiques, devrait précéder toute nouvelle recherche.

(1) - Au sud du parallèle de Valbonne. En admettant une pluviométrie de 900mm et un coefficient d'alimentation de 1/3 le débit possible est voisin de 200 l/sec. Le débit des quelques sources existant à Valbonne et dans le ravin des Bouillides au sud ne dépasse pas 6 à 7 l/sec. mais on pompe 190 l/sec. aux sources Romaines. Le coefficient d'infiltration est vraisemblablement plus important (40 %), le débit pompé aux sources romaines ne l'est pas de façon continue.

DONNEES RECUEILLIES SUR QUELQUES OUVRAGES DE LA BRAGUE

N° B.R.G.M.	COMMUNE	DESIGNATION DE L'OUVRAGE	DATE DU RELEVE	COTE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE	OBSERVATIONS
999.7.3	Biot	Lieu dit les Vignasses	7.7.64	+ 14,05	Niveau statique
999.7.4	Biot	Puits dans un cabanon	7.7.64	+ 13,40	
999.7.5	Biot	Lieu dit Chapelle St Jean	7.7.64	+ 10,85	
999.7.6	Biot	" " ancienne scirie de Biot	7.7.64	+ 12,00	
999.7.8	Biot	Puits devant un cabanon	7.7.64	+ 8,25	
999.7.9	Biot	Puits en bordure d'un canal	7.7.64	+ 11,13	
999.7.10	Biot	Puits devant une maison	7.7.64	+ 13,23	
999.7.11	Biot	Puits dans une vigne	7.7.64	+ 13,17	
999.7.12	Antibes	Lieu dit Moulin Neuf	8.7.64	+ 11,12	
999.7.13	Antibes	Puits en bordure de la Valmasque	8.7.64	+ 14,45	
999.8.13	Biot	Lieu dit Chapelle St Pierre	7.7.64	+ 7,93	
999.8.14	Biot	Puits devant une maison	7.7.64	+ 8,00	
999.8.15	Biot	Puits devant une maison	7.7.64	+ 6,37	
999.8.16	Biot	Puits devant une villa	8.7.64	+ 4,28	
999.8.17	Antibes	Puits devant une maison	8.7.64	+ 5,75	
999.8.18	Biot	Lieu dit les Oies	9.7.64	+ 9,15	
999.8.19	Biot	Puits en bordure d'un chemin	8.7.64	+ 7,22	
999.8.20	Antibes	Lieu dit l'Olivette	9.7.64	+ 3,91	

N° B.R.G.M.	COMMUNE	DESIGNATION DE L'OUVRAGE	DATE DU RELEVÉ	COTE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE	OBSERVATIONS
999.8.21	Antibes	Puits en bordure d'un chemin	9.7.64	+ 7,92	Niveau statique
999.8.22	Antibes	Lieu dit chemin des Groules	9.7.64	+ 1,98	
999.8.24	Antibes	" " La Brague	9.7.64	+ 0,75	
999.8.25	Antibes	" " La Brague	9.7.64	+ 1,19	
999.8.26	Antibes	" " La Brague	10.7.64	+ 0,24	
999.8.27	Villeneuve Loubet	" " La Brague	10.7.64	+ 0,14	
999.8.28	Antibes	" " La Brague chemin des Groules	10.7.64	+ 0,44	
999.8.29	Villeneuve Loubet	" " Château de Vaugrenier	10.7.64	+ 3,67	
999.8.30	"	" " Vaugrenier	10.7.64	+ 8,46	
999.8.31	"	" " Les Cabots	10.7.64	+ 28,70	
999.8.32	"	" " Logis de Bruneau	10.7.64	+ 1,06	
999.8.33	"	Puits dans un champ	10.7.64	+ 2,67	
999.8.34	"	Lieu dit les Mourettes	16.7.64	+ 2,55	
999.8.35	"	" " Loges de Bruneau	16.7.64	+ 1,02	
999.8.36	Antibes	" " les Molières	16.7.64	+ 1,72	
999.8.38	"	Puits à côté d'un cabanon	17.7.64	+ 8,66	
999.8.39	"	Lieu dit Moulin du Roy	17.7.64	+ 3,31	
999.8.40	"	Puits dans une prairie	17.7.64	+ 5,19	
999.8.41	"	Puits dans une prairie	17.7.64	+ 15,80	
999.8.42	"	Puits dans une prairie	17.7.64	+ 23,84	
999.8.43	"	Lieu dit Bréguières	17.7.64	+ 22,50	
999.8.44	"	Lieu dit Bréguières	17.7.64	+ 10,54	
999.8.45	"	" " Logis de la Brague	21.7.64	+ 0,06	

N° B.R.G.M.	COMMUNE	DESIGNATION DE L'OUVRAGE	DATE DU RELEVÉ	COTE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE	OBSERVATIONS
999.8.46	Antibes	Puits dans un champ	21.7.64	+ 19,00	Niveau statique
999.8.47	Antibes	Lieu dit Bréguières	21.7.64	+ 8,61	
999.8.48	Antibes	Lieu dit Bréguières	21.7.64	+ 1,28	
999.8.49	Antibes	Lieu dit Bréguières	21.7.64	+ 11,10	
999.8.50	Antibes	Lieu dit Les Prugnons	21.7.64	+ 24,17	
999.8.51	Antibes	Lieu dit Bréguières	21.7.64	+ 15,70	
999.8.52	Antibes	Lieu dit Bréguières	23.7.64	+ 0,35	
999.8.53	Antibes	Lieu dit Bréguières	23.7.64	+ 0,37	
999.8.54	Antibes	Lieu dit Bréguières	23.7.64	+ 1,78	
999.8.55	Antibes	Lieu dit Les Prugnons	23.7.64	+ 16,07	
999.8.56	Antibes	Lieu dit Les Prugnons	23.7.64	+ 13,19	
999.8.57	Antibes	Lieu dit Les Prugnons	23.7.64	+ 24,17	
999.8.58	Antibes	Lieu dit Les Prugnons	24.7.64	+ 15,15	
999.8.60	Antibes	Station de pompage de la Louve	4.8.64	+ 7,27	
999.8.61	Antibes	Station de pompage de la Louve	4.8.64	+ 7,62	
999.8.63	Antibes	Lieu dit les Moulières	4.8.64	+ 8,03	
999.8.71	Antibes	Puits devant le camping de l'hippodrome	21.10.64	+ 3,65	
999.8.72	Antibes	Puits Campagne Taix	21.10.64	+ 1,90	

Chapitre 7

LE LOUP

71 - HYDROGRAPHIE - BASSIN VERSANT (fig. 2.1)

Cette rivière prend sa source au pied des montagnes de Thorenc à 1.250 m d'altitude, son cours, d'abord orienté ouest-est, longe le massif du Cheiron ; il reçoit sur sa rive gauche le torrent de la Canière; à Gipières il s'oriente brusquement au sud et traverse en gorges profondes les séries calcaires jurassiques, redoublées par le chevauchement de Caussols; ils recueille alors d'importantes venues d'eau d'origine karstique dans la région de Gréolières et Gipières et à Bramafan. Au débouché des gorges à Gourdon Le Loup pénètre dans la dépression triasique pour traverser, à nouveau, en gorge, les plateaux calcaires jurassiques de Roquefort, d'altitude plus réduite. Le cours, d'orientation générale nord-ouest - sud-est, devient sinueux. La rivière collecte encore là des venues importantes d'origine karstique (source du Lauron). Elle traverse ensuite une zone de collines (grés et marnes gréseuses de l'Eocène puis conglomérats andésitiques miocènes). Avant de pénétrer dans sa basse vallée Le Loup reçoit sur sa rive droite son principal affluent le Mardaric, à hauteur de Villeneuve Loubet. La vallée s'élargit ensuite entre des berges très escarpées. Les alluvions sont plus développées. Au sein des alluvions émergent, en rive gauche, les sources des Tines, venues d'eau d'origine profonde.

Avant d'aborder la zone littorale Le Loup traverse, en

un court défilé, des conglomérats pliocènes redressés au-delà desquels se trouvent de nouvelles émergences : les sources du Loubet. Cette région, très basse, autrefois très marécageuse, est maintenant remblayée et en partie assainie depuis les captages des sources du Loubet.

Le bassin versant topographique du Loup est d'environ 260 km^2 auquel s'ajoute un bassin hydrogéologique non encore précisé correspondant au système d'alimentation des grosses résurgences d'origine karstique.

711 - Régime du Loup (fig. 711 - 712 - 713)

La pente du cours, de son origine à sa sortie du front préalpin, est de 4 %, diminuant ensuite pour atteindre 1,1 % dans la partie terminale.

Les débits du Loup sont jaugés à la station du Colombier ; ils sont fonction de la pluviométrie comme le montre le graphique fig. 712.

Les débits sont de l'ordre de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ en moyenne. Cependant, l'on constate que l'écoulement de cette rivière a atteint un débit de $76 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $543,5 \text{ l/s/km}^2$ le 6 octobre 1960 et que celui-ci n'a été le 2^e novembre 1954 que de $0,940 \text{ m}^3/\text{sec}$.

72 - GEOLOGIE (fig. 7.21)

Dans sa basse vallée Le Loup coule sur des alluvions de faible épaisseur constitués de couches de graviers, de sables et d'argiles.

Un sondage (fig. 7.22), réalisé en 1937 à Villeneuve Loubet au confluent du Loup et du Mardaric, a donné une très bonne coupe des alluvions constitués de 12,65 m de graviers et de sable, 2,75 m de limon argileux gris imperméable et de 5,05 m de graviers et de limon gris en alternance. Le sondage a traversé ensuite des limons argileux jaunâtres imperméables sur 5,27 m et des sables et limon gris sur 2,- m atteignant une roche de nature non précisée à 28,50 m, probablement les poudingues andésitiques.

Les éléments du matériel alluvionnaire (graviers et sables) sont, pour la plus grande part, issus des séries calcaires jurassiques formant tous les reliefs du bassin du Loup en amont de Villeneuve Loubet.

D'autres sondages situés en face de la station des Tines sont restés, jusqu'à 10 m de profondeur, dans des argiles bleuâtres.

Ces alluvions reposent sur les formations argileuses du Plaisancien du delta du Var et localement sur les conglomérats andésitiques miocènes. Au moulin du Loup, le Plaisancien est recouvert par le poudingue villafranchien redressé, très diaclasé, se présentant en véritable dalle, avec pendage de 30° sud-est sur sa rive gauche, au contraire sur la rive droite le pendage est sud-ouest. Le poudingue est traversé par le Loup en une cluse étroite qui paraît en liaison avec l'existence d'une faille.

Cet accident paraît se rattacher au système de failles, d'orientation générale nord-sud, en liaison avec la direction des plis de l'Arc de Nice et datant de l'orogénèse alpine ; cette faille a pu rejouer lors de la surélévation générale postérieure de l'arrière pays que traduit l'inclinaison des poudingues du Var.

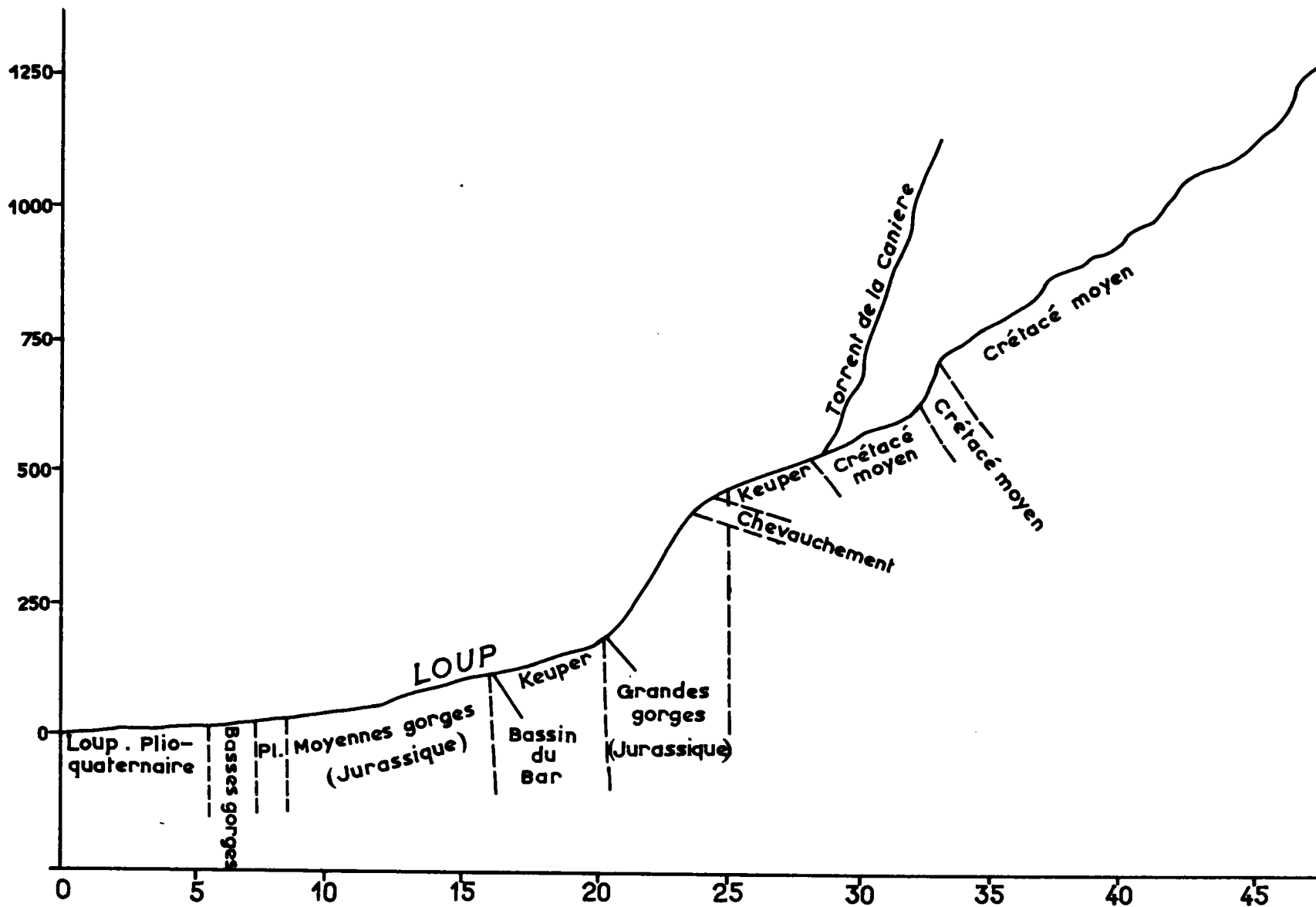


Fig. 7.11

Profil longitudinal du Loup .d'après Y. Masurel.

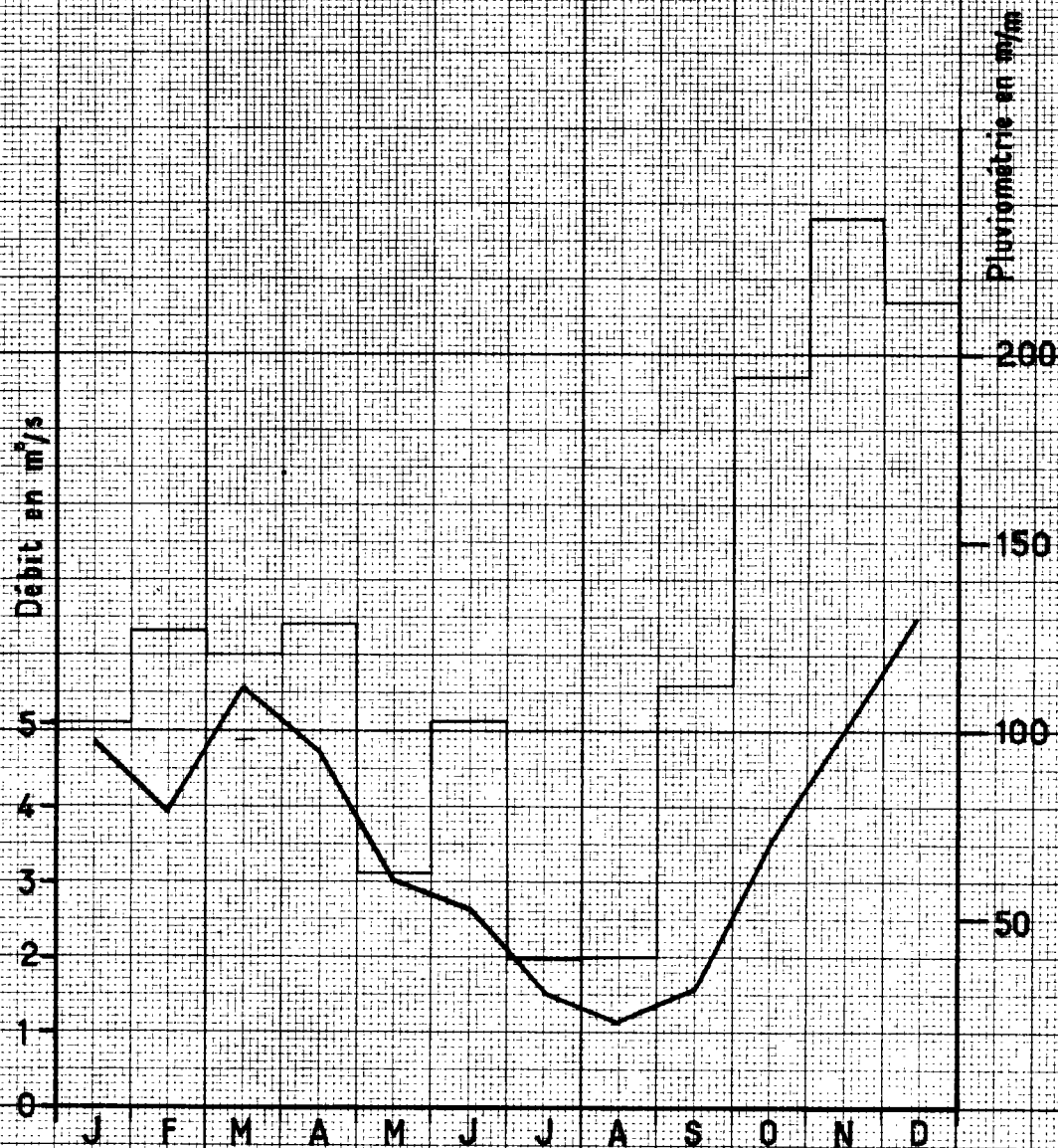


Fig 712

Débit mensuel du Loup en m³/s - Station de Colombier
et
Pluviométrie à Coursegoules
Années 1953-1964

Débit en m³/s

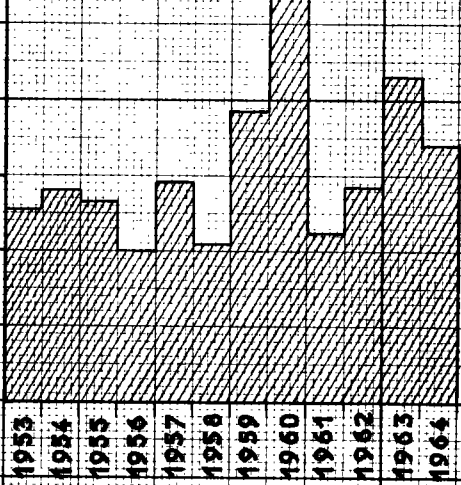


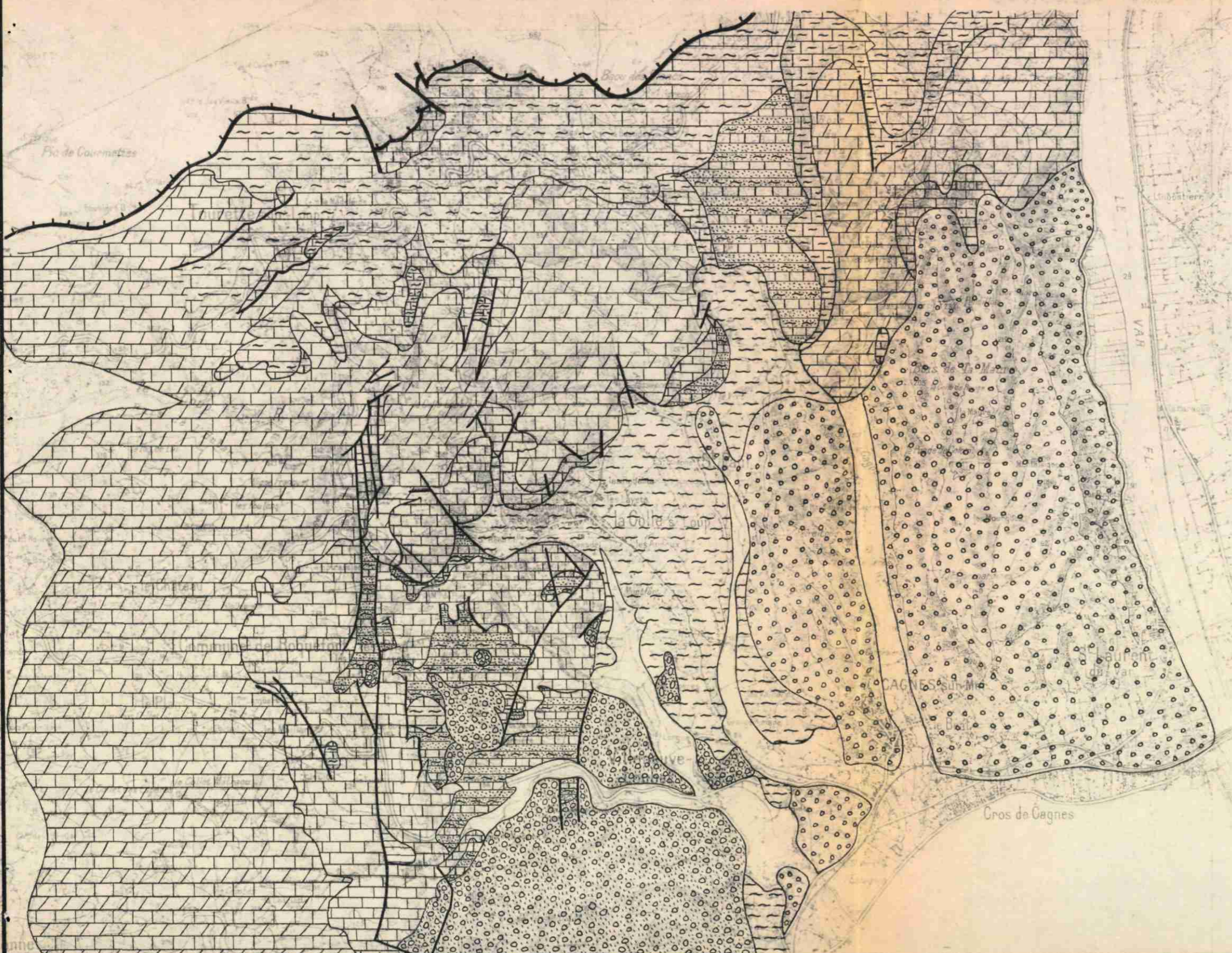
Fig. 713












Débit moyen du Loup en m³/s par année

Fig.7.21.

Vallées du Loup et de la Cagne

Esquisse géologique
d'après L.Ginsburg



-  Quaternaire
Alluvions cordon littoral
-  Pliocène supérieur
Poudingue du Var
-  Pliocène inférieur
Marnes
-  Miocène
Mollasse et marnes
-  Conglomérat labradoritique
-  Eocène
Calc. grés, marnes gréseuses
-  Crétacé
Marnes calc.
-  Portlandien
Calc. blanc
-  Kimmeridgien et Bathonien
Calc. et dolomies
-  Failles
-  Chevauchement

Echelle: 1/ 50,000

A l'amont du défilé pliocène la rive droite de la basse vallée alluviale du Loup est constamment constituée par le conglomérat andésitique d'âge miocène, recoupé en cluse à Villeneuve Loubet.

A l'aval du delta pliocène des formations alluviales récentes viennent recouvrir les conglomérats.

73 - NAPPE DES ALLUVIONS

731 - Allure générale de la nappe (fig. 7.31)

Le relevé du niveau des puits situés dans la vallée a permis de dresser une carte de la surface piézométrique de la nappe. La faible densité des ouvrages existants, surtout dans la partie aval, entraîne un certain degré d'imprécision. Un drainage général de la nappe des alluvions par la rivière apparaît. La nappe se situe à la cote + 15 au confluent du vallon de Lescours ; elle est à la cote + 4 au moulin du Loup. La distance est de 3,5 km soit une pente de 0,003.

Le forage de reconnaissance exécuté à Villeneuve Loubet a rencontré deux nappes dans les premiers mètres et une troisième nappe au-dessus du substratum ; seules les deux premières sont exploitées par les captages de Villeneuve Loubet.

732 - Chimie de la nappe alluviale

L'analyse des eaux effectuées dans deux puits de la nappe des alluvions, ainsi que dans la rive du Loup en amont de Villeneuve, montre bien la similitude des compositions chimiques

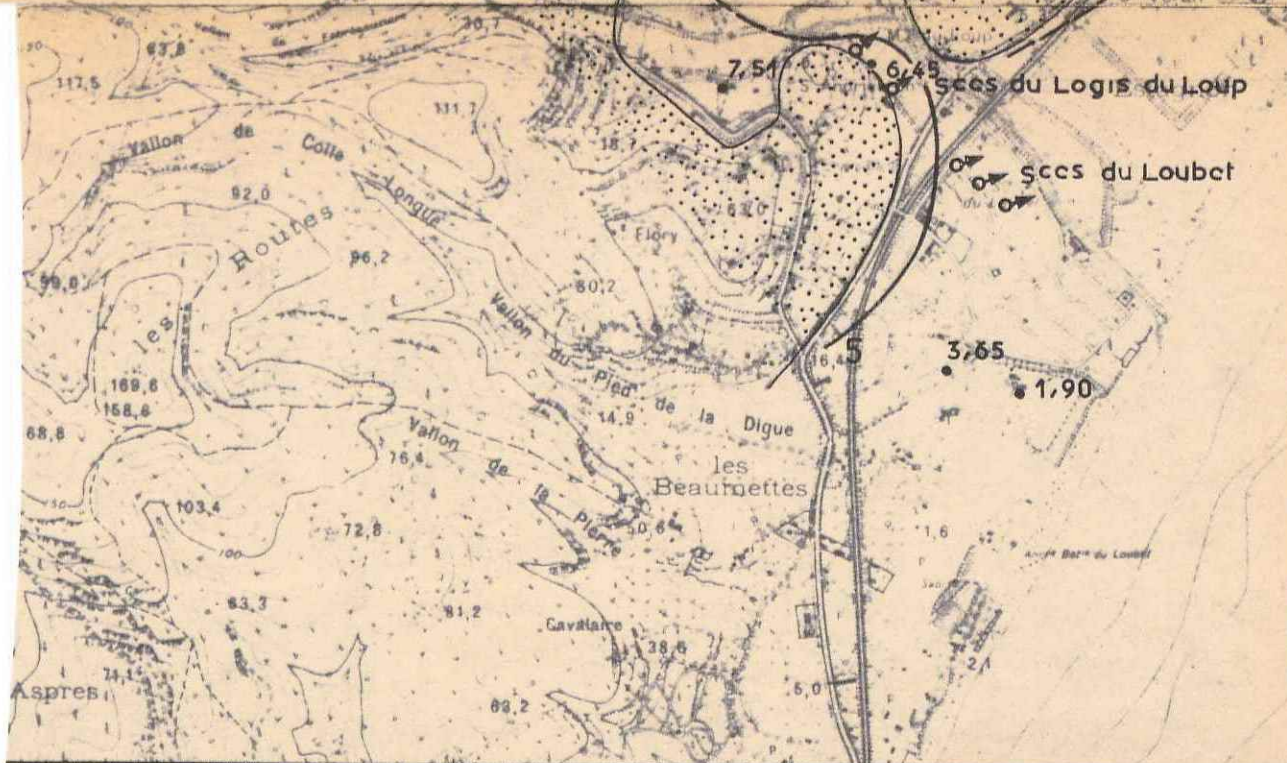
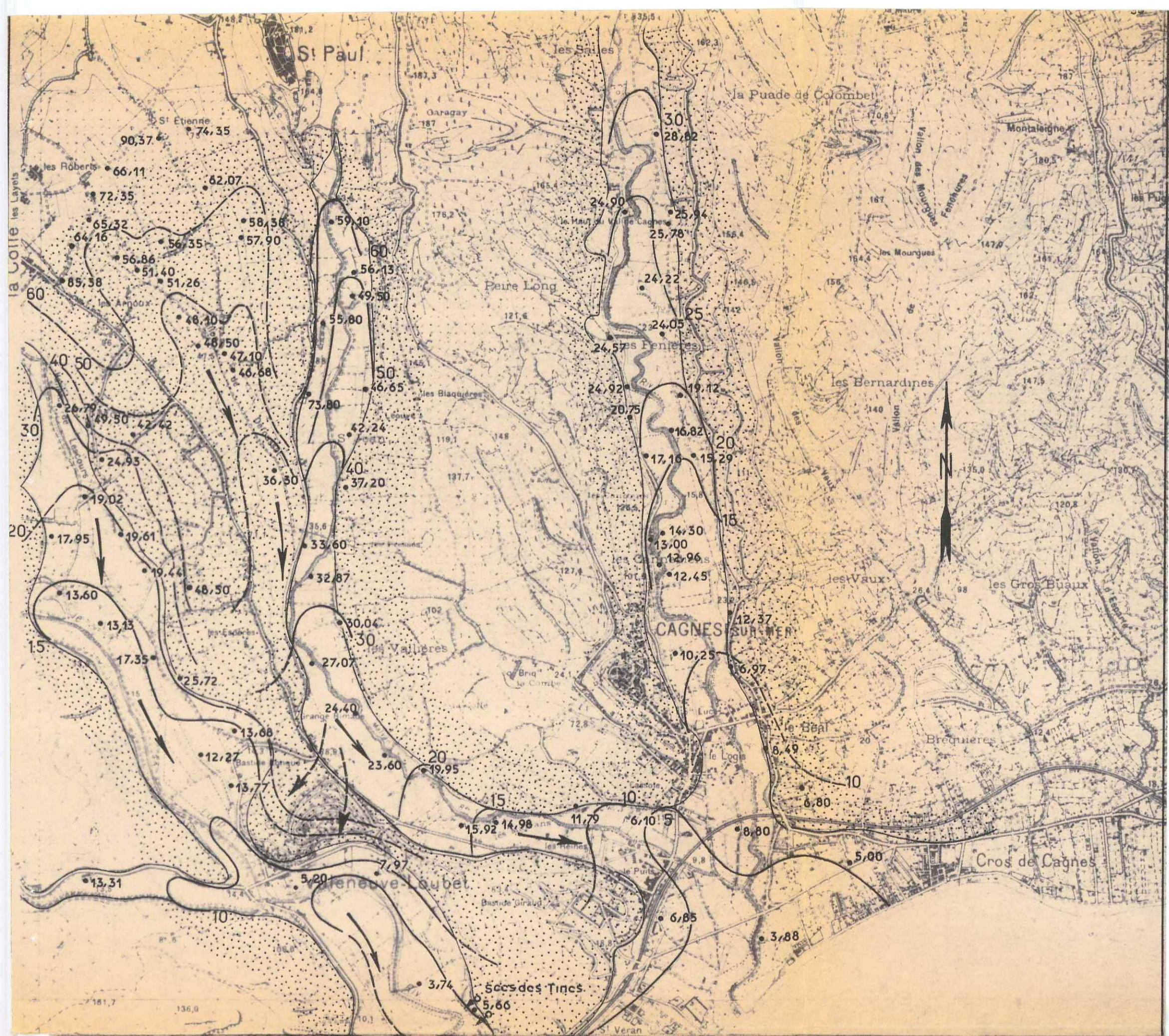



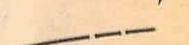
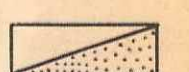


Fig. 7.31
 Surface piezométrique
 des nappes du Loup et de la Cagne

-  Direction d'écoulement
-  Suralimentation possible du Loup par le Malvan
-  Limite des alluvions
-  Tracé des courbes hydroisohypses
-  Alluvions et Pliocène

Echelle: 1/20.000

EAUX DES ALLUVIONS DU LOUP

	Cations			Total	Anions			Total	Résidu sec	à 20°	Th
	Ca	Mg	Na		Cl	So ₄	Co ₃				
999.4.84	5,8	1,36	0,26	7,42	0,20	3,00	4,35	7,55	439	1942	35°8
999.4.61	4,5	1,21	0,10	5,83 +0,02 k	0,12	2,24	3,54	5,89			
Loup au droit du Moulin	3,9	0,58	0,93	5,41	0,93	2,72	1,76	5,41			
Loup au droit du Pont de Villeneuve	4	1,3	0,02	5,32	0,16	2,4	3,1	5,66	346	2358	26°5

=====

TABLEAU DES TENEURS DES PRINCIPAUX ELEMENTS DISSOUS EXPRIMES EN CONCENTRATION EN IONS

=====

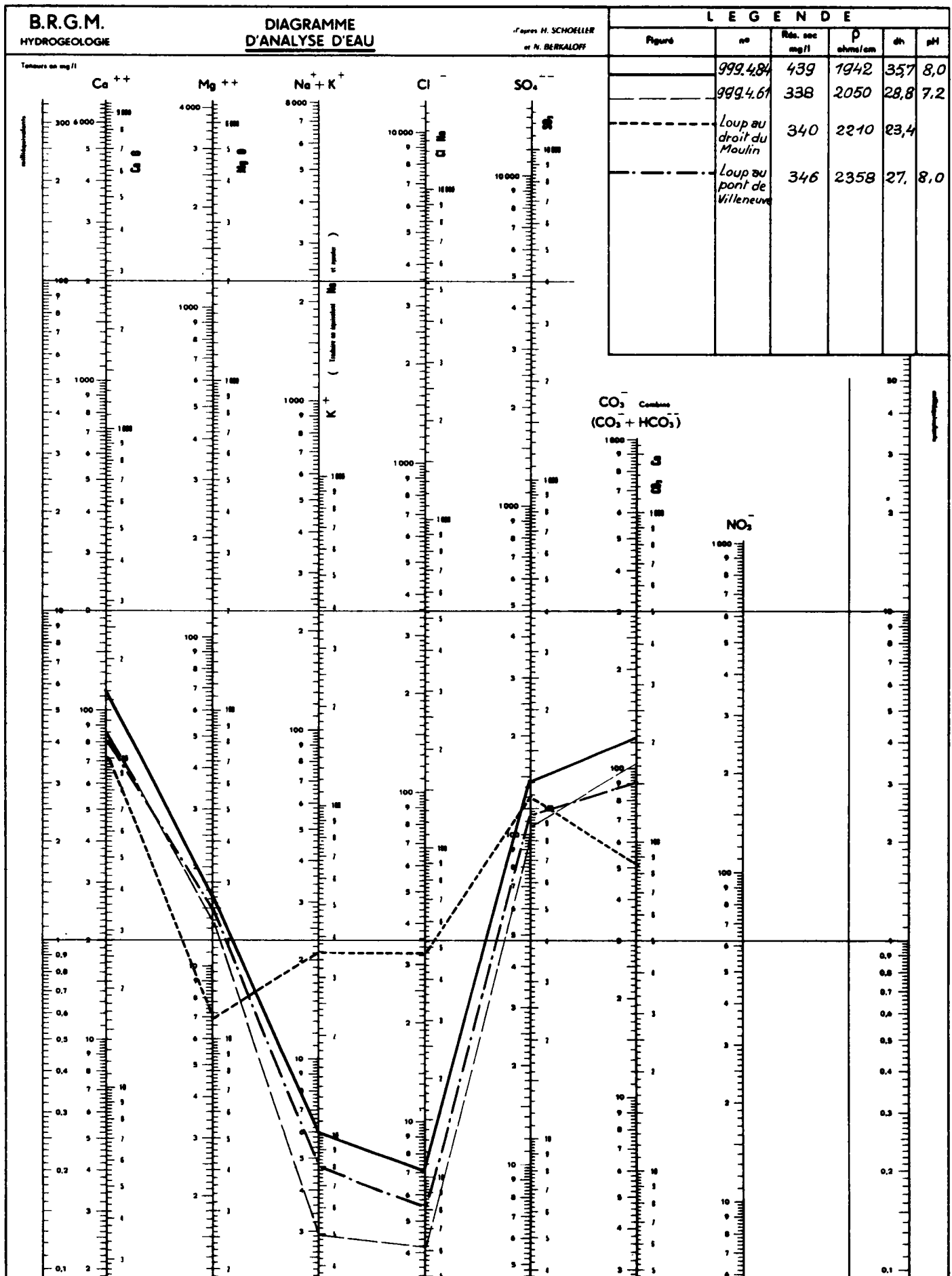


Fig.73.2 Vallée du Loup

Les eaux sont du type bicarbonaté calcique avec une teneur assez élevée en sulfate. Elles sont faiblement minéralisées, le titre hydrométrique voisinant 30°, le résidu sec se situant autour de 400 mg/l (fig. 7.32).

Il est à remarquer que l'analyse faite dans le Loup à hauteur de l'usine du Pont du Loup voit sa teneur en chlorure de sodium augmenter d'une façon notable. Ceci correspond à une invasion par l'eau de mer du cours de la rivière, ou bien au rejet des eaux des Tines, elles-mêmes plus chargées.

Une campagne de prélèvements systématiques a été effectuée (alluvions et zone du vallon de Lescours, fig. 7.33).

Dans le Pliocène, zone d'altération, le titre est relativement plus élevé et les eaux sont plus chargées en chaux et en magnésium que les eaux des alluvions ; c'est ainsi que le titre dans le vallon de Lescours voisine 40° et les chlorures oscillent entre 60 mg/l et 25 mg/l tandis que dans les eaux des alluvions les teneurs sont plus faibles.

74 - SOURCE DES TINES (999-4-62 - 999-4-63) - (fig. 7.40)

Les émergences sont situées sur la rive gauche du Loup au contact des alluvions et du Pliocène supérieur ; le plongement de ce dernier (poudingues) s'accroît immédiatement à l'aval, ce qui a imposé au Loup une traversée en cluse. Plusieurs griffons existent dans les poudingues. Les émergences sont captées pour l'alimentation de Cagnes sur mer ; le débit pompé est de 180 l/s, il sera porté dans un proche avenir à 280 l/s. La température est de 15°.

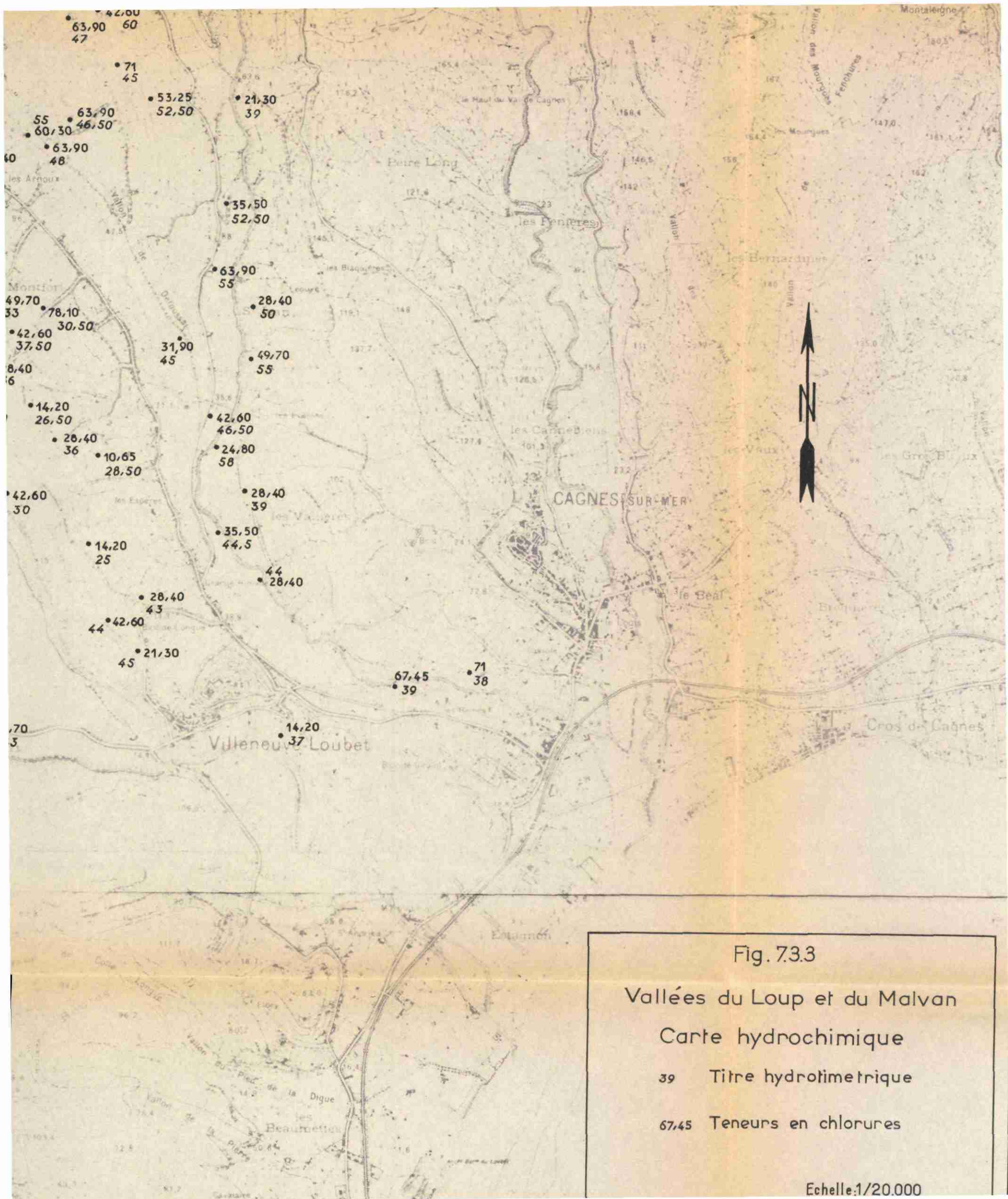


Fig. 7.3.3

Vallées du Loup et du Malvan

Carte hydrochimique

39 Titre hydrolimétrique

67.45 Teneurs en chlorures

Echelle: 1/20.000

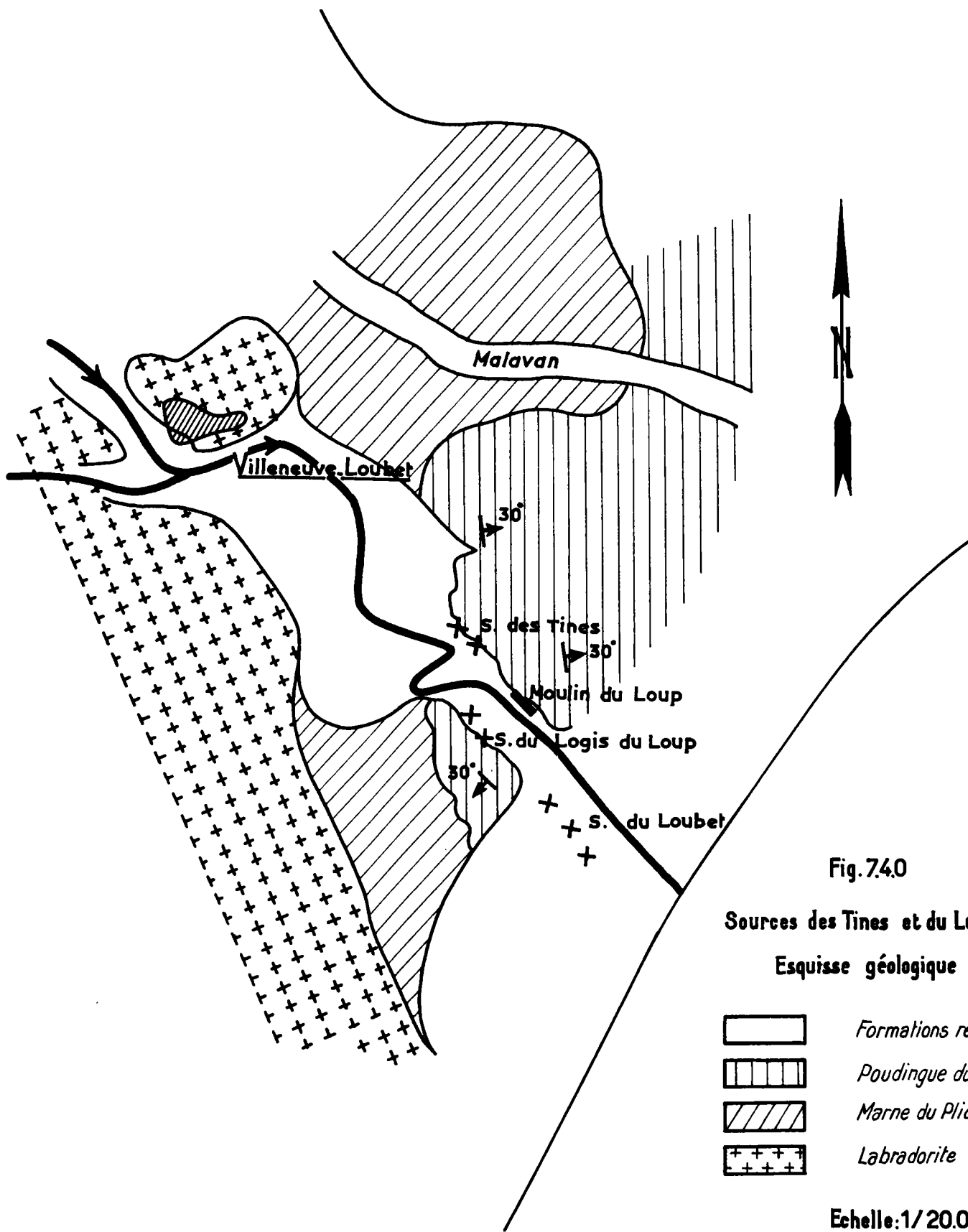






Fig.74.0

Sources des Tines et du Loubet

Esquisse géologique

-  Formations récentes
-  Poudingue du Pliocène
-  Marne du Pliocène inf.
-  Labradorite

Echelle:1/20.000

L'eau est en charge (niveau piézométrique voisin de + 5 m). En fonction d'un tel débit il est difficile de concevoir une alimentation uniquement à partir des poudingues dont les affleurements sont réduits. L'impluvium doit être recherché plus à l'amont. Le Jurassique constitue un impluvium possible.

741 - Chimie des eaux

Les analyses complètes effectuées (voir diagramme logarithmique concernant les eaux de ces sources et le tableau des concentrations en ions) montrent que celles-ci sont du type chloruré sodique. L'origine supposée de ces eaux explique difficilement cette anomalie. Une influence d'un Trias hypothétique paraît peu vraisemblable. La présence de ClNa pourrait amener à concevoir une contamination par l'eau de mer. Les poudingues viennent, en effet, à l'aval s'aboucher à la mer et peuvent être envahis par l'eau salée.

Cependant, suivant les théories énoncées par Ghyben et Herzberg, le niveau piézométrique se situant à environ + 5 l'interface eau-douce-eau-salée doit se situer à 192 m de profondeur à l'aplomb de l'émergence⁽¹⁾.

Gignoux⁽²⁾ propose une explication découlant des conclusions d'un article de J. S. Brown⁽³⁾, faisant lui-même état d'une théorie sur le cheminement des eaux dans des conditions

(1) Lorsqu'une nappe captive s'abouche à la mer s'il n'y avait pas écoulement, l'interface résulterait d'un équilibre hydrostatique et l'on aurait :

$$hm = ha \cdot \frac{d_1}{d^2 - d_1} = 38,5 \text{ ha}$$

ha = altitude de la surface piézométrique de la nappe dans la zone libre

hm = altitude de la surface d'abouchement du terrain aquifère à la mer

d^2 = densité de l'eau salée = 1,026

d_1 = " " douce = 1

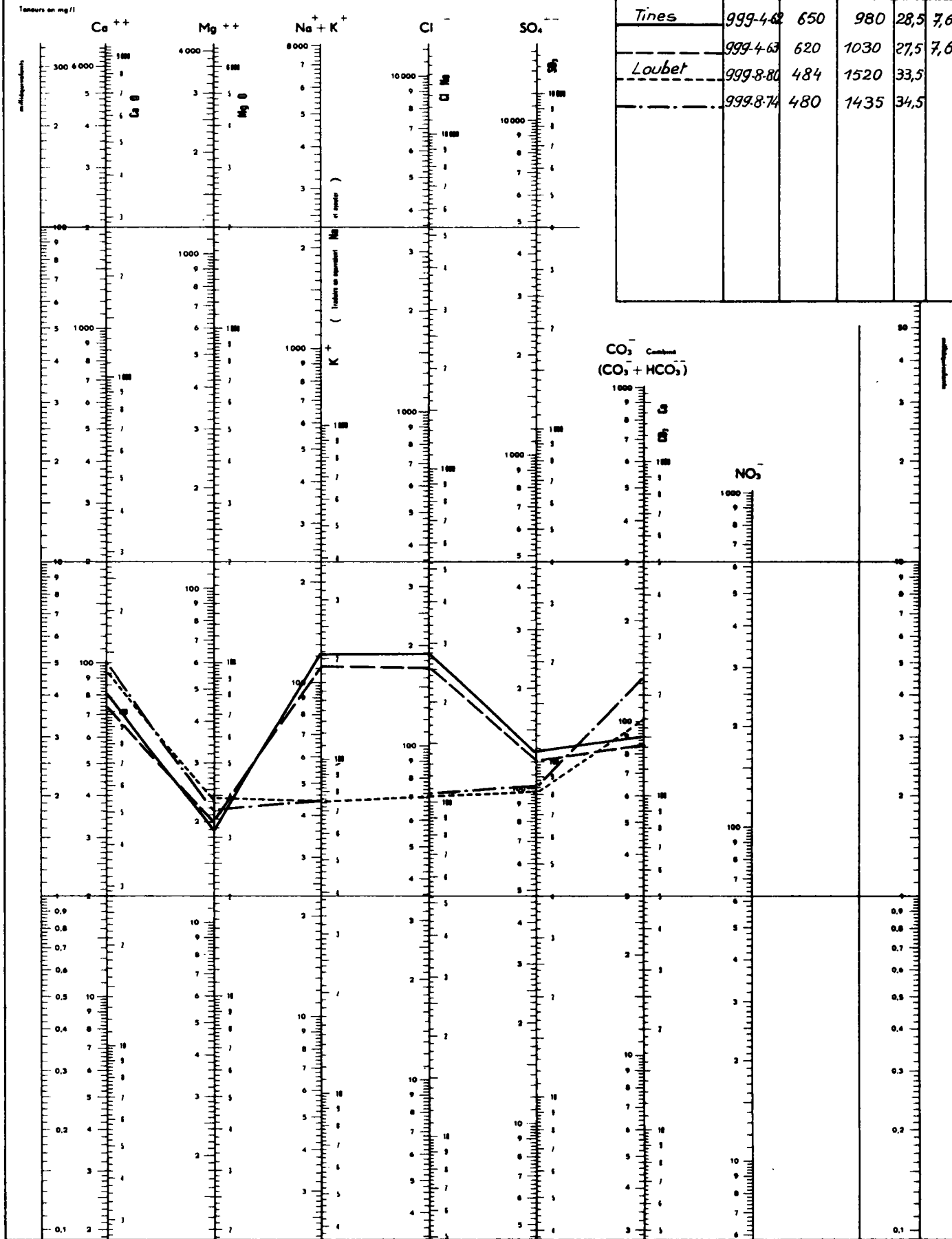
B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

**DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU**

d'après H. SCHOELLER
et N. BERKALOFF

LEGENDE

Figure	no	Rés. sec mg/l	p ohms/cm	dh	pH
Tines	999-4-62	650	980	28,5	7,6
	999-4-63	620	1030	27,5	7,6
Loubet	999-8-80	484	1520	33,5	
	999-8-74	480	1435	34,5	



Sources des Tines et du Loubet Fig.7.41

TABLEAU DES TENEURS DES PRINCIPAUX ELEMENTS DISSOUS EXPRIMES EN CONCENTRATION EN IONS

	CATIONS				ANIONS				Résidu sec	p à 20°	Th
	Ca	Mg	Na	Total	Cl	SO ₄	Co ₃	Total			
Source des Tines 999.4.62	4,1	1,6	5,3	11,00	5,3	2,7	3	11,00			
Source des Tines 999.4.63	3,8	1,7	4,9	10,4	4,9	2,6	2,9	10,4	595mg/l	1213	28°5
Source des Loubet 999.8.80	4,7	2	1,98	8,75 0,07k	2,04	2,01	4,65	8,70			
Source du Logis au Loup	5,05	1,85	2	8,90	2	2,14	4,76	8,90	436mg/l	1962	34,5

similaires due à l'ingénieur hydraulicien hollandais J.M.K. Penninck. Au droit des sources les eaux douces en charge venant de l'amont peuvent entraîner dans leur ascension les eaux salées existant à l'aval, ce qui expliquerait la teneur assez élevée en ClNa.

Il est possible également que les prélèvements aux exutoires ayant tendance à augmenter il y ait diminution de la charge et appel corrélatif sur la nappe salée existant à l'aval dans les poudingues malgré la distance de la mer (1,500 km).

Cependant aucune augmentation de salure n'est constatée entre un prélèvement effectué le 21 septembre 1955 et un autre dix ans après le 17 mars 1965.

742 - Conditions de gisement

L'origine lointaine, vraisemblablement jurassique, des eaux résurgentes aux Tines est admise par les auteurs ayant étudié ces sources; par contre le processus d'acheminement est plus discuté et diverses hypothèses ont été émises.

Pour M. Bertrand la nappe alimentant les sources circule sous l'épais manteau des argiles pliocènes, qu'elle traverserait, juste à l'aplomb de l'émergence, par des fissures. Cette nappe serait d'origine lointaine.

(2) (voir page précédente)

Gignoux - Les nappes d'eaux souterraines profondes dans les alluvions des vallées alpines. Congrès international mines métal. et geol. appliquée. VII session 20 et 26 oct. 1935.

(3) J.S. Brown A study of coastal ground water with special reference to Connecticut United States geological survey water supply p. 537 Washington 1925.

M. Gignoux a émis une autre hypothèse. Pour cet auteur les eaux de ces sources, avant de parvenir à leur point d'émergence, auraient circulé non pas sous les marnes pliocènes mais toujours au-dessus de ces marnes. Elles proviendraient alors d'une nappe alluviale profonde (fig. 742).

M. Corroy plus récemment, reprenant la thèse de M. Gignoux émet l'hypothèse suivante."A l'amont des Tines les limons de la plaine sont accolés aux marnes pliocènes des rives et constituent un barrage pour la nappe qui se met alors en charge. C'est donc bien une nappe profonde captive qui nourrit les sources des Tines, au sein de graviers, sous les alluvions argileuses du Loup et sur les marnes pliocènes couronnées en bordure par des poudingues puissants de l'ancien delta du Var."

Des recherches récentes par sondages dans les alluvions au droit de l'usine des Eaux aux Tines ont montré que l'on était dans les argiles très rapidement ; d'autre part, les fouilles exécutées sur un griffon ont montré que l'eau sortait effectivement des poudingues et non des graviers.

Le Ministère de la construction a fait effectuer, d'autre part, une campagne de géophysique sur la zone des émergences. L'interprétation des résultats aurait conduit à admettre l'existence en profondeur d'une formation résistante affectée de cassures⁽¹⁾ ; il ne paraît guère pouvoir s'agir que des conglomérats andésitiques.

Toute interprétation est obligée de tenir compte de la

(1) C.G.G. 1949 - L'interprétation admet que le substratum résistant correspond aux calcaires jurassiques.

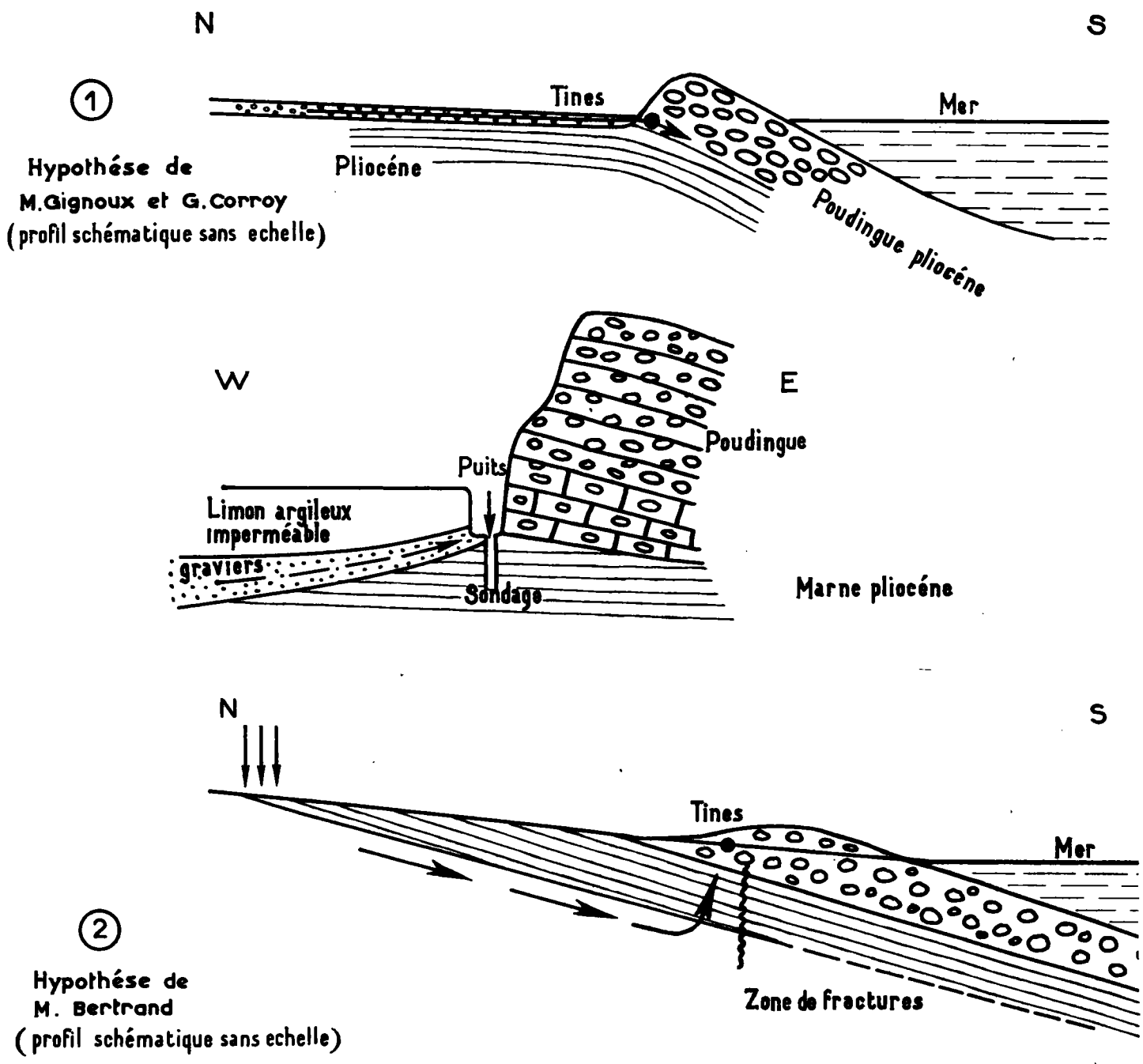


Fig.74.21

Origine des eaux des sources des Tines

présence du sill éruptif d'âge miocène de Villeneuve Loubet. Ce dernier n'est pas perméable (conglomérat d'éléments andésitiques bien cimentés et masse andésitique compacte) et ne peut constituer un impluvium.

Dès lors, ou bien les eaux d'origine profonde (Jurassique probable) remontent par un système de fractures directement à l'aplomb des émergences, ou bien elles remontent le long des failles limitant au nord-ouest le sill et circulent soit dans les alluvions profondes (hypothèse Corroy), soit à la base du Plaisancien dans les niveaux supérieurs des conglomérats andésitiques, dépôts effectués certainement sous une certaine épaisseur d'eau mais qui ont pu se trouver émergés avant le dépôt du Plaisancien.

Ces failles appartiennent ainsi que l'on a vu plus haut, à un important système d'accidents d'orientation générale nord-ouest sud-est ou nord-sud (fig. 7.2) affectant l'auréole de terrains sédimentaires (Jurassique à Miocène inclus) du bassin de Villeneuve Loubet ; elles sont de même direction que les plis occidentaux de l'Arc de Nice ; elles sont d'autre part, étant donnée la présence de l'éruptif miocène, en liaison avec des accidents profonds.

Sauf dans l'hypothèse Gignoux-Corroy on est forcé d'admettre une remontée des eaux à travers les marnes plaisanciennes au droit de la source. On peut supposer qu'une sédimentation hétérogène à cette époque s'est effectuée en ce point du fait de la présence possible des émergences en ce point au Pliocène inférieur et d'autre part les failles qui sont post-miocènes ont pu rejouer après le dépôt du Pliocène.

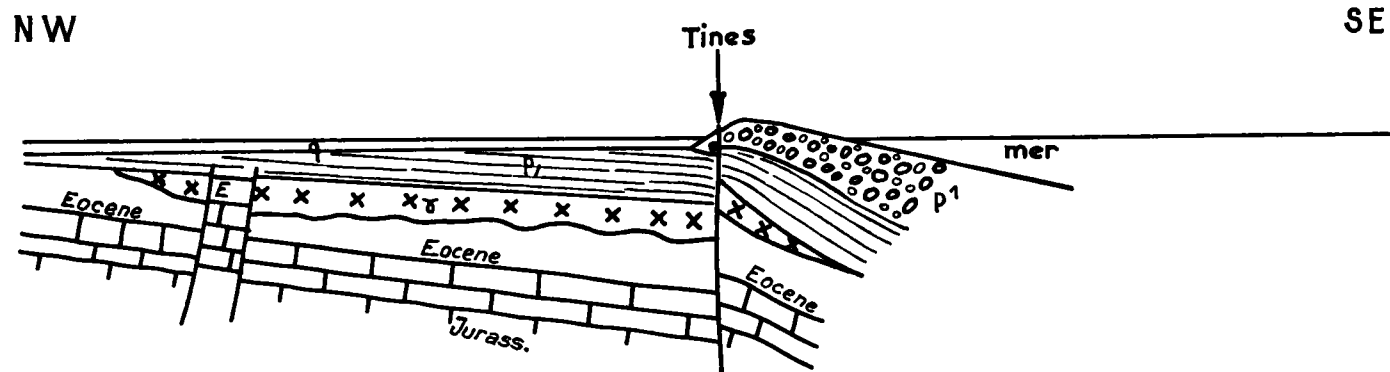


Fig.7.4-2.2
 Vallée du Loup - Source des Tines
 Coupe géologique schématique

Echelle des longueurs : 1/50.000

Dans l'état actuel des connaissances il est difficile de se prononcer en faveur de telle ou telle hypothèse. Tout au plus peut on observer que la température très peu élevée de l'eau des sources ne fait pas pencher en faveur d'une venue d'eau profonde à l'aplomb des émergences.

743 - Origine des eaux

Deux terrains seulement ont des surfaces d'affleurement suffisamment vastes pour justifier le débit des sources des Tines : les conglomérats pliocènes et les calcaires et dolomies jurassiques. Les premiers ne sont pas très perméables (intercalations de lits sablo-argileux) et s'ils intervenaient les émergences se situeraient dans les vallées du Malvan de la Cagne car ils n'affleurent de façon notable qu'entre ces deux vallées.

Le Jurassique moyen et supérieur, (calcaires du Bathonien et dolomies du kimmeridgien - Portlandien) couvrent d'importantes superficies au sud - et en dessous - du grand chevauchement de Tourrette Vence. Si l'on suppose que le drainage souterrain est voisin du réseau de drainage superficiel (Loup et son affluent le Mardaric) l'impluvium admissible se présente comme une vaste auréole s'étendant de Vence à Valbonne (fig. 7.21) et limité au sud au parallèle de Valbonne.

La superficie est d'environ 30 km^2 (non comprise la zone de la Gaude, 4 km^2 , le Lias et le Bajocien à l'ouest, 4 km^2).

La hauteur de précipitation est voisine de 900 mm ; le volume tombé est égal à $27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ou $75.000 \text{ m}^3/\text{jour}$.

Les exutoires connus seraient les sources du Lauron dans les gorges du Loup à l'ouest de la Colle (90 l/sec), les sources des Tines (180 l/s) et celles du Loubet, décrites plus loin, (80 l/s), au total 350 l/s ou 30.200 m³/j. Le coefficient brut d'infiltration serait voisine de 0,4, ce qui est admissible. D'autre part, les valeurs de débit données pour les sources des Tines et du Loubet sont relatives à des pompages et ne représentent sans doute pas des débits permanents. De plus, les affluents de la région de la Gaude (4 km²) n'ont pas été pris en compte.

La comparaison des analyses chimiques des eaux du Lauron (fig. 7.42), T° 15°5, et des sources des Tines et du Loubet (fig. 7.4.23), T° 17°, ne fait pas apparaître de similitude mais la teneur importante en ClNa des secondes - dont l'origine est à rechercher dans une contamination à partir de la mer ainsi que l'on l'a vu plus haut - a modifié profondément la composition. On remarquera d'ailleurs que le rapport Mg/Ca n'a pas varié.

L'origine jurassique des eaux des Tines paraît donc la plus vraisemblable.

75 - SOURCES DU LOUBET ET DU LOGIS DU LOUP (999/8/80. et 999/8/74)

Ces sources se présentent de la même façon que celles des Tines et dans le même alignement ; elles ont cependant des débits plus faibles, sources du Loubet 65 l/s (naturel) débit porté récemment par la Compagnie générale des eaux à 95 l/s.

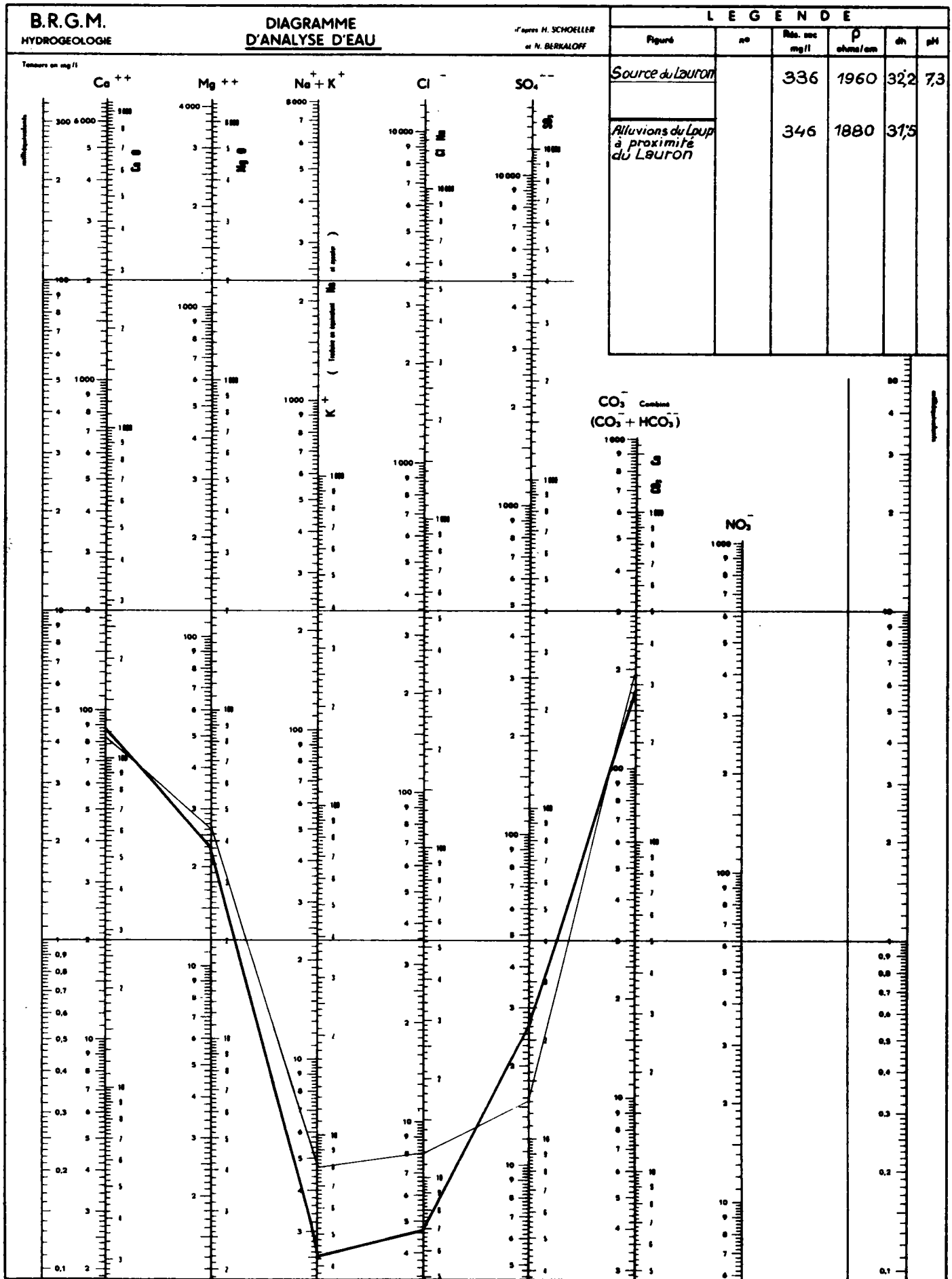


Fig. 7.4.23 Sources du Lauron

L'origine est vraisemblablement la même. L'analyse chimique révèle cependant une teneur en ClNa moins forte ; il n'y a donc pas contamination par les eaux salées bien que les émergences soient plus proches de la mer.

Les eaux sont du type bicarbonaté calcique.

76 - PRELEVEMENTS (fig. 7.5)

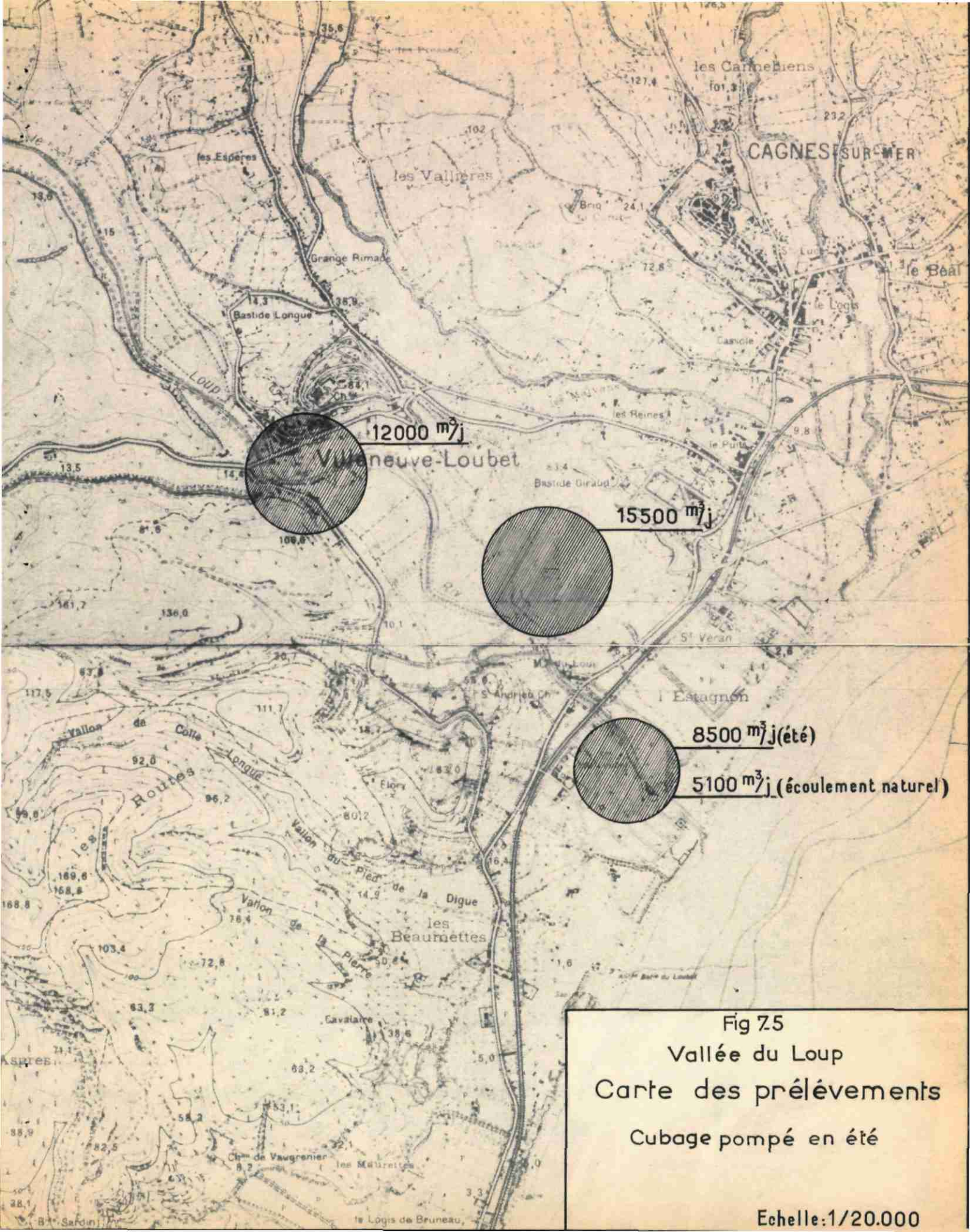
Les prélèvements importants dans la vallée sont cantonnés en aval de Villeneuve Loubet

- 12.000 m³/j en été captage de la ville de Villeneuve Loubet et
2.000 " hiver alimentation d'appoint pour la C.G.E.
- 15.500 m³/j captage des sources des Tinés pour ali-
mentation de la ville de Cagnes-sur-mer.
- 8.500 m³/j captage des sources du Loubet comme appoint
pendant les mois d'été.
- 5.100 m³/j écoulement naturel des sources du Loubet
pendant le reste de l'année.

77 - CONCLUSIONS

Les alluvions du Loup sont peu développées et la nappe qu'elles renferment est d'importance réduite. D'autre part, le matériel alluvionnaire est surtout limoneux. De plus, l'épaisseur est faible.

La station de pompage de Villeneuve Loubet judicieusement implantée au confluent du Loup et du Mardaric a rencontré une



12000 m³/j

Villeneuve-Loubet

15500 m³/j

8500 m³/j (été)

5100 m³/j (écoulement naturel)

Fig 75
 Vallée du Loup
 Carte des prélèvements
 Cubage pompé en été
 Echelle:1/20.000

vingtaine de mètres d'alluvions aquifères dans la partie basse.

Le pompage de 90 l/s obtenu par cette station à partir de 3 captages semble être un maximum. On s'est aperçu qu'en poussant les essais, l'eau devenait trouble ; il serait à craindre qu'en augmentant les pompages - et ceci sans parler d'un colmatage possible des ouvrages - il y ait un appel des eaux directement du Loup comme peuvent le laisser présager les analyses effectuées lors des pompages du 25 septembre 1959.

Les différentes sources (Tines et Loubet) situées dans la basse vallée du Loup sont déjà utilisées, sauf celle du Logis du Loup.

A l'aval de Villeneuve Loubet on pourrait cependant tester la nappe circulant dans les sables - probablement d'origine marine - au-dessus du substratum andésitique à - 26 m de profondeur - c'est-à-dire vers la cote absolue - 20⁽¹⁾. Cette nappe, comme celle qui est déjà exploitée - se trouve à 2 km de la mer à des niveaux inférieurs au 0. Il y a donc à la longue, et en fonction des rabattements, un danger de contamination possible; cependant le verrou des Tines assure une relative protection et d'autre part, plus à l'aval, est exploitée la ressource des Tines, à 1 km du rivage : la nappe en charge dans le Pliocène, mais percolant dans les alluvions, crée un barrage hydraulique.

A l'amont de Villeneuve Loubet les ressources des alluvions ne sont pas connues et sont vraisemblablement réduites. Deux courts profils de géophysique résistivité et deux sondages de faible profondeur permettraient de définir ces possibilités.

(1) A hauteur de la station de pompage des Tines un sondage électrique (M.R.L. - C.G.G. 1949) indique qu'il n'y a plus que des sédiments peu conducteur (argiles et sables argileux) entre les alluvions grossières superficielles et le Pliocène.

Les ressources importantes du secteur sont à rechercher dans le Jurassique. On a vu que théoriquement les sorties d'eau actuelles étaient bien en rapport avec l'impluvium constitué par l'auréole jurassique du bassin de Villeneuve Loubet. Il est cependant possible que le Trias, dont il n'a pas été tenu compte, intervienne également et que des ressources nouvelles puissent apparaître si le Jurassique calcaire pouvait être touché sous la couverture éocène et pliocène.

On peut objecter que les moyens à mettre en oeuvre (géophysique sismique - sondages supérieurs à 300 m) sont importants vis à vis des ressources supplémentaires à découvrir. Les points de recherche sont cependant localisés (traversée de la vallée du Loup et du Mardaric par la fracture bordant à l'ouest le massif éruptif andésitique).

La prudence s'impose de toutes façons dans de telles recherches et il importe d'abord de chercher à préciser les éléments du bilan. En effet, si l'exploitation d'eau de couches aquifères profondes se rééquilibre par diminution d'émergences visibles ou occultes dans les mêmes bassins il n'y a pas création de ressources nouvelles mais seulement répartition différente des modes de captage.

Chapitre 8

LA CAGNE

81 - HYDROGRAPHIE - BASSIN VERSANT (fig. 2.1)

Cette rivière prend sa source aux environs de Coursegoules à 1100 m. d'altitude au pied du massif du Cheiron. Son cours d'abord orienté suivant une direction ouest-est s'infléchit brutalement et prend une direction nord-sud à travers des gorges profondes entaillant les plateaux calcaires jurassiques au nord de St Jeannet. La rivière est alimentée sur sa rive droite par les sources du Riou sur le front de chevauchement des calcaires de l'Arc de Castellane et dont le débit varie de quelques litres/sec. à 3 m³/sec. ; ensuite elle creuse son lit dans les calcaires argileux du Crétacé inférieur puis s'encaisse profondément dans les dolomies de l'auréole jurassique du bassin de Cagnes-Villeneuve Loubet. A la sortie des gorges, à 5 km de son embouchure, le lit de la Cagne s'élargit dans les formations conglomératiques pliocènes. Sur sa rive droite, au sud de Cagnes sur Mer, la Cagne reçoit le Malvan descendant de la région de Vence et dont le cours est sensiblement parallèle. Le bassin versant de la Cagne est d'environ 62 km², la partie amont est karstique et le bassin hydrogéologique peut-être supérieur au bassin géographique. Le bassin versant du Malvan est sensiblement inférieur à celui de la Cagne.

82 - REGIME DE LA CAGNE - PENTE (fig. 8.11)

La Cagne a une pente de 6 % entre son origine et sa sortie

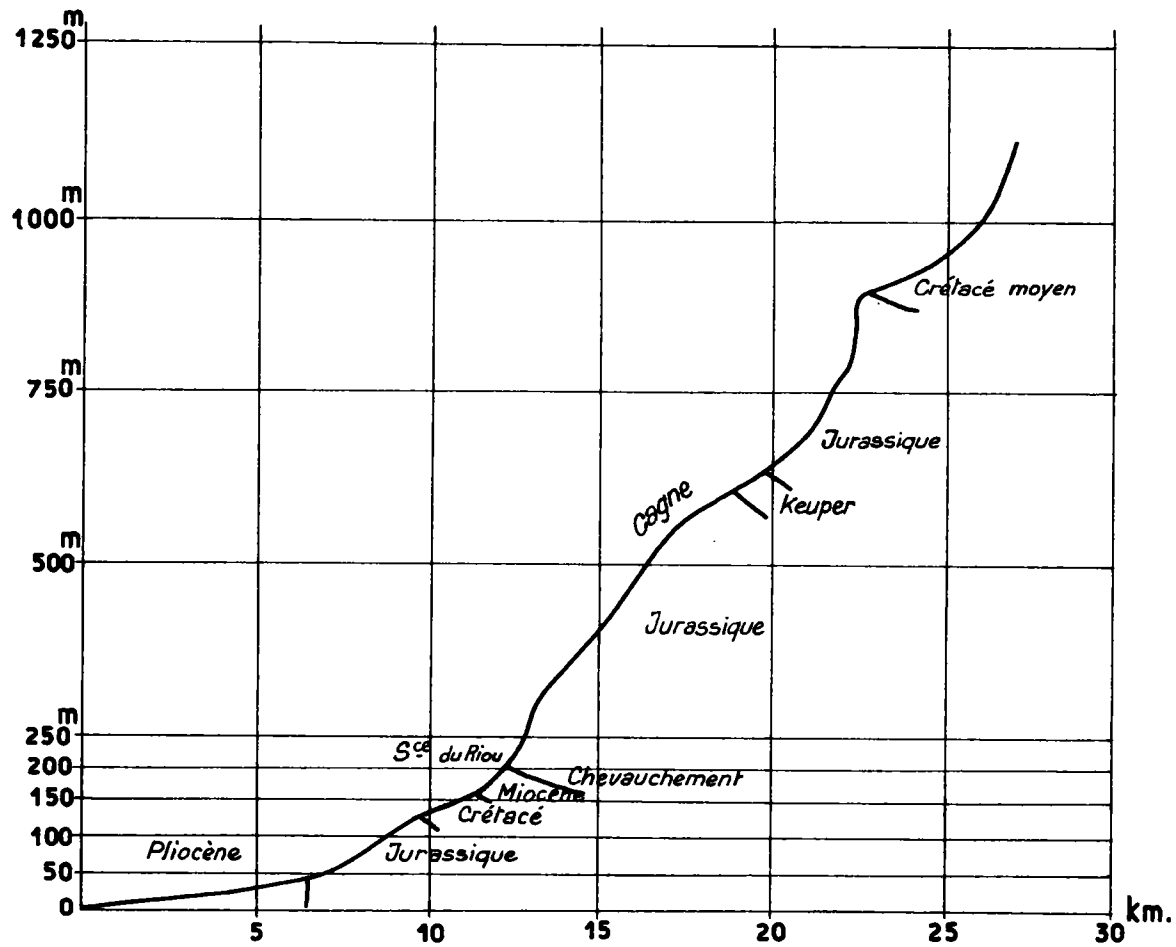


Fig.8.11

Profil longitudinal de la Cagne d'après Y. Masurel

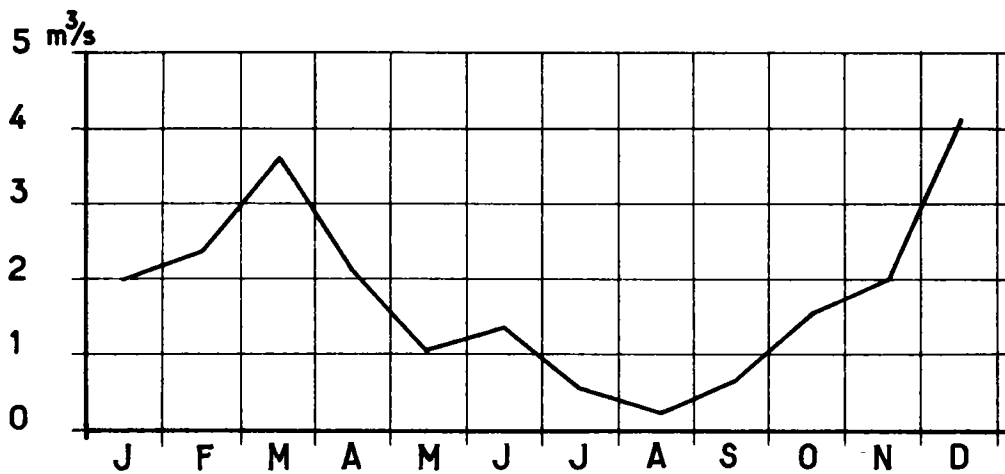


Fig.8.1.2

Débit mensuel de la Cagne à la station de la Garde

1953-1957

du Front préalpin, ensuite sa pente passe à 2,7 % pendant sa traversée en gorges du Crétacé et du Jurassique, puis elle n'atteint plus que 0,62 % dans sa basse vallée.

Depuis 1958, la Cagne ne fait plus l'objet de jaugeages suivis.

Les observations précédentes montrent que les débits sont de l'ordre de 1,7 m³/sec. en moyenne.

Les débits constatés sont les plus importants en mars et en décembre et faibles juillet, aout et septembre.

83 - GEOLOGIE (fig. 7.2)

La Cagne au débouché des gorges creusées dans les dolomies jurassiques coule sur ses alluvions. L'épaisseur de celles-ci est inconnue, de l'ordre d'une dizaine de mètres environ. Aucun sondage n'atteint le substratum. D'après les données fournies par quelques puits il semble que ces alluvions sont plutôt sablo-argileuses que graveleuses. Les rives de la basse vallée sont constituées par les formations villafranchiennes des poudingues du Var. A l'entrée de cette basse vallée, au contact du Jurassique, on remarque sous les poudingues une argile jaune rougeâtre avec nodules blanchâtres, probablement astienne.

Une campagne géophysique (1) semble avoir montré qu'il n'existait pas de niveaux grossiers développés dans les alluvions de la Cagne; le substratum est constitué par le conglomérat pliocène en amont de Cagnes sur Mer. Le Malvan affluent rive droite de la Cagne coule dans sa basse vallée sur des alluvions caillouteuses cantonnées strictement dans le lit lui-même. La même campagne de géophysique a montré que celles ci n'atteignent que 3 mètres d'épaisseur et qu'au dessous les alluvions sont

(1)- Exécutée par le C.G.G. pour le M.R.L. en 1949. Il n'a pu être tenu compte dans ce rapport que de résultats sommaires

argileuses et reposent directement sur les argiles pliocènes.

84 - HYDROGEOLOGIE

L'inventaire des points d'eau situés dans ces vallées a permis dans une certaine mesure de déterminer l'allure de la surface piézométrique (voir carte fig. 73). Celle ci met en évidence un drainage général par les rivières. La pente de la nappe est très forte, le gradient dans les deux vallées est très important sauf à partir de Cagnes sur Mer où la pente est plus douce. En aval de ce point, d'ailleurs, la nappe de la plaine cotière paraît alimentée par la Cagne.

Il n'existe aucun prélèvement important. Les pompages sont effectués à partir de puits de faible profondeur n'apportant qu'un complément à l'irrigation par canaux.

841 - Chimie

Les teneurs des principaux éléments dissous de l'eau des alluvions de la Cagne montrent que celle ci est du type bicarbonate calcique; la minéralisation est faible (fig. 841 et tableau joint)

Au contraire les eaux du Malvan, tout en étant bicarbonatées calciques, sont plus chargées. Le résidu sec est de 872 mg/l et la dureté de 65,2. La teneur en sulfates et chlorures est plus élevée. La différence tient sans doute au fait que les prélèvements ont été faits en amont des zones habitées pour la Cagne et en aval pour le Malvan (pollution)

DONNEES RECUEILLIES SUR QUELQUES OUVRAGES DE LA CAGNE

N° B.R.G.M.	Commune	Désignation de l'ouvrage	Date du relevé	Cote du niveau piézo- métrique	Observations
999.4.29	Cagnes	L.D. Haut Val de Cagnes	29.9.64	+ 24,90	Niveau statique
999.4.31	Cagnes	L.D. Les Fenières	29.9.64	+ 24,57	
999.4.32	Cagnes	L.D. Les Fenières	29.9.64	+ 24,92	
999.4.33	Cagnes	L.D. Les Fenières	29.9.64	+ 20,75	
999.4.34	Cagnes	L.D. Chemin des Sables	29.9.64	+ 17,16	
999.4.35	Cagnes	L.D. Les Cannebiens	29.9.64	+ 12,98	
999.4.36	Cagnes	L.D. Les Cannebiens	29.9.64	+ 14,30	
999.4.37	Cagnes	L.D. Les Cannebiens	30.9.64	+ 13,45	
999.4.38	Cagnes	L.D. Les Cannebiens	30.9.64	+ 12,96	
999.4.39	Cagnes	L.D. Propriété Fayssa	30.9.64	+ 10,75	
999.4.40	Cagnes	L.D. Les petites planches	1.10.64	+ 8,80	
999.4.41	Cagnes	L.D. Chemin de la Minoterie	1.10.64	+ 6,85	
999.4.42	Cagnes	L.D. Haut Val de Cagnes	8. 9.64	+ 28,82	
999.4.43	Cagnes	L.D. Haut Val de Cagnes	8.9.64	+ 25,94	
999.4.44	Cagnes	L.D. Haut Val de Cagnes	8.9.64	+ 25,78	
999.4.45	Cagnes	L.D. Les Sables	13.10.64	+ 25,215	
999.4.47	Cagnes	L.D. Les Fenières	13.10.64	+ 24,05	
999.4.48	Cagnes	L.D. Les Fenières	13.10.64	+ 19,12	

999.4.50	Cagnes	L.D. Les Fenières	13.10.64	+ 16,82
999.4.54	Cagnes	Puits devant une maison	15.10.64	+ 15,29
999.4.55	Cagnes	L.D. Les Cannebiens	15.10.64	+ 12,37
999.4.56	Cagnes	L.D. Cagnes	15.10.64	+ 6,97
999.4.57	Cagnes	L.D. La roche fleurie	15.10.64	+ 8,49
999.4.58	Cagnes	L.D. La Bastide	15.10.64	+ 6,80
999.4.59	Cagnes	L.D. Villa La Bastide	15.10.64	+ 5,00
999.4.60	Cagnes	L.D. Quartier du Moulin	15.10.64	+ 3,88

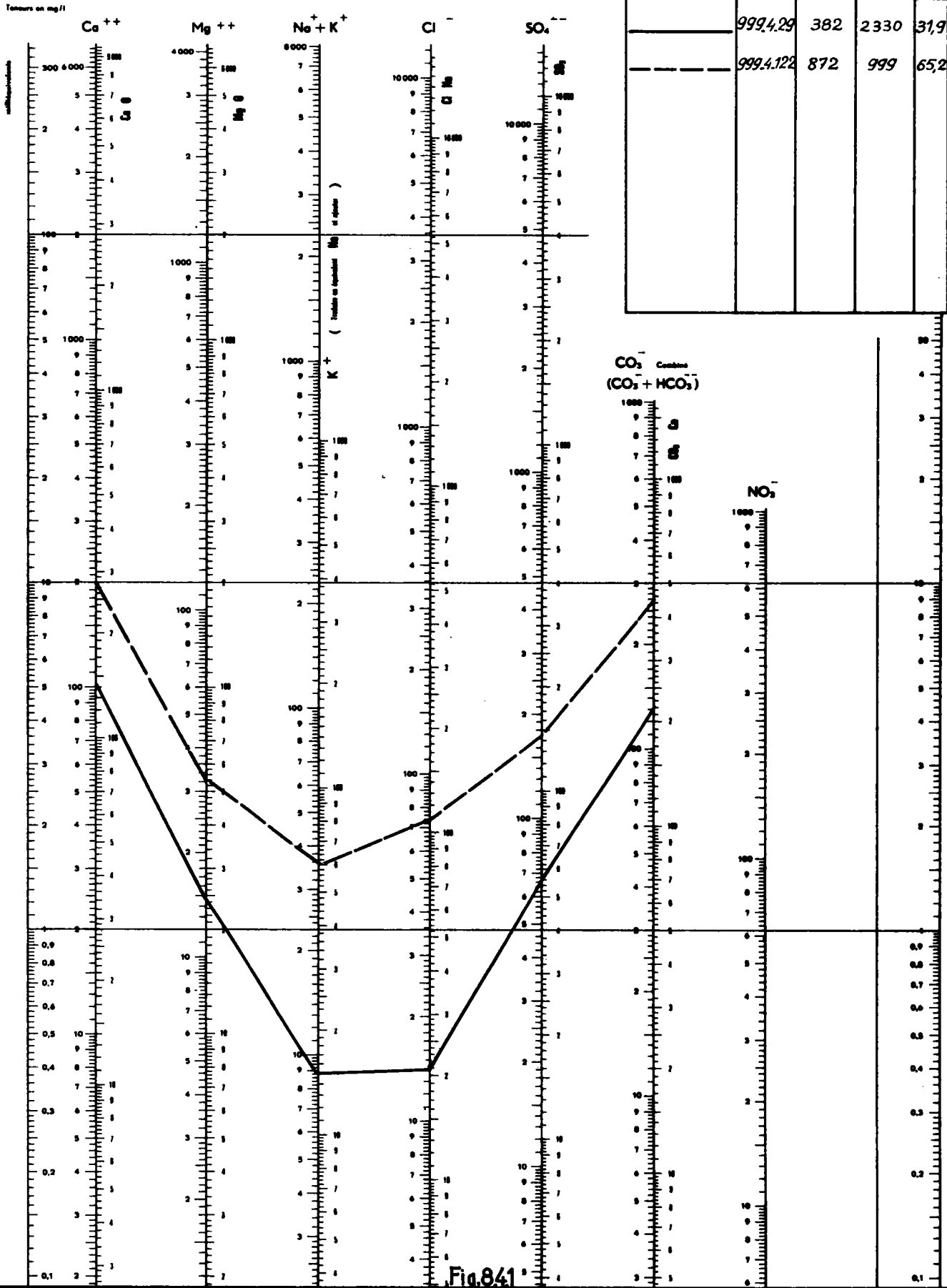
B.R.G.M.
HYDROGEOLOGIE

**DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU**

après H. SCHÖLLER
et N. BERKALOFF

LEGENDE

Figure	n°	Rés. sec mg/l	p ohms/cm	dh	pH
---	9994.29	382	2330	31,9	8,6
- - -	9994.122	872	999	65,2	7,7



Puits de la vallée de la Cagne

VALLEE DE LA CAGNE

	C a t i o n			Total	Cl	So ₄	Co ₃	Total	Résidu sec mgl	Rési- tivi- té	Th
	Ca	Mg	Na								
999.4.122	10,3	2,7	1,56	14,56 K=0,06	2,1	3,7	9,2	15,00	872	999	65°2
999.4.29	5,1	1,25	0,39	6,74	0,4	1,4	4,65	6,45	382	2330	31,9

Tableau des teneurs des principaux éléments dissous exprimés en concentration en ions.

85 - CONCLUSIONS

Les ressources en eau des alluvions des basses vallées de la Cagne et du Malvan paraissent faibles en raison de leur nature (prédominance des éléments fins) et de leur faible épaisseur. A l'aval du confluent avec le Malvan les possibilités sont plus grandes mais on est à proximité immédiate de la mer (800 m.) donc exposé à une invasion par l'eau salée en cas de rabattement important et prolongé. Il y a de plus, en zone habitée, risque de pollution de la nappe. Des mesures géophysiques permettraient de déterminer la position du biseau salé.

Les seules ressources possibles sont à rechercher sous les alluvions: les conglomérats pliocènes sont peu perméables (conglomérats intercalés de lentilles de sable et grés argileux) cependant il n'existe pas de sources notables le long des versants de la basse vallée de la Cagne. L'eau est drainée par les alluvions ou s'infiltré plus profondément. Un sondage, en amont de Cagnes pourrait donc reconnaître les possibilités de poudingues.

A la sortie des gorges entaillées dans les dolomies jurassiennes, à l'amont de la basse vallée, il n'existe pas de résurgence, le niveau piézométrique est donc à une cote inférieure et les eaux circulent à l'aval sous la couverture pliocène et peuvent alors participer à l'alimentation des sources des Tines et du Loubet. Il est possible également, étant donné l'amin-
cissement des argiles plaisanciennes, qu'un drainage se fasse par les conglomérats pliocènes. Il serait donc intéressant de reconnaître par sondage la cote du niveau piézométrique dans les dolomies au débouché des gorges. Le débit possible pour un impluvium de 4 km² environ est, en admettant un coefficient d'infiltration brute de 1/3, de l'ordre de 40 l/sec.

CONCLUSIONS GENERALES

Des quatre basses vallées alluviales étudiées dans le secteur Cannes-Antibes et qui sont, d'ouest en est : la Siagne, la Brague, le Loup et la Cagne, la seule qui soit suffisamment développée pour présenter des ressources intéressantes est la Siagne; c'est également la seule pour laquelle on puisse faire abstraction du contexte géologique et n'envisager que l'étude des possibilités du seul matériel alluvial.

Les ressources de la nappe superficielle de la Siagne paraissent de l'ordre de la centaine de l/sec.; une nappe profonde a été décelée par un seul sondage dans la partie aval. Il ne se pose pas de problème de pollution actuellement, la vallée encore agricole étant peu habitée sauf tout à fait à l'aval.

Une campagne de géophysique et quelques sondages permettraient de parvenir à une bonne définition du matériel alluvial et de déterminer des zones de prélèvements possibles où des travaux seraient nécessaires (forages avec essais de débit et mesures sur piézomètres) pour l'estimation des valeurs de la perméabilité des alluvions.

Pour la nappe superficielle, comme pour la nappe profonde, le problème de l'invasion par les eaux salées marines se pose.

Dans la vallée de la Brague et du Loup quelques profils de géophysique devraient permettre de mieux définir le réservoir alluvial et de montrer l'intérêt éventuel d'exécuter quelques

sondages courts. Quant au problème de l'invasion salée dans les zones aval il se pose pour toutes les vallées.

Les alluvions de la vallée de la Brague et du Loup sont seules sollicitées pour des alimentations de centre (Le Biot et Villeneuve Loubet) ; les stations sont installées immédiatement à l'aval de ceux-ci ; il y a donc risque de pollution et les analyses chimiques laissent déjà soupçonner une pollution de la nappe à l'aval du Biot.

Les seules ressources nouvelles susceptibles d'être sollicitées pour les trois vallées de la Brague, du Loup et de la Cagne seraient d'origine profonde : elles traversent, en effet, toutes trois l'auréole jurassique du bassin de Villeneuve Loubet en ne la drainant, semble-t-il, que partiellement (sources romaines d'Antibes, du Lauron, de la Colle sur Loup et des Tines dans la basse vallée du Loup) ; une partie des eaux infiltrées sur les reliefs calcaires peut donc s'écouler plus à l'aval vers la mer sous la couverture sédimentaire postérieure et pourrait être recherchée par sondages sous cette couverture récente ou directement dans les calcaires jurassiques en des points suffisamment bas.

Les points où il serait possible de faire des recherches sont les suivants :

- Vallée de la Brague en amont du village de Biot, sur le grand accident nord-sud affectant les calcaires jurassiques et recoupant cette vallée (sondage peu profond).
- Vallée du Loup, 2 km à l'amont de Villeneuve Loubet, sur l'accident bordant à l'ouest le massif éruptif andésitique (sondage profond).

- Vallée de la Cagne au débouché de la cluse à l'entrée de la plaine alluviale (sondage peu profond).

La prudence s'impose cependant en de telles recherches et les éléments du bilan devraient d'abord être précisés.

En outre dans la basse vallée de la Cagne un sondage pourrait tester les éventuelles ressources des conglomérats pliocènes.