MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 – 45 Orléans (02) – Tél.: (38) 66.06.60

ÉVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DES BASSINS DU CARAMY ET DE L'ISSOLE

(Var)

I - HYDROGÉOLOGIE

par

G. DUROZOY

avec la collaboration de Cl. GOUVERNET

et l'aide technique de R. Arvois et P. Theillier

Service géologique régional PROVENCE – CORSE
16, boulevard Pèbre, 13 Marseille (8e) – Tél.: (91) 76.00.40

71 SGN 404 PRC

Marseille, décembre 1971

R E S U M E

Le présent rapport étend aux massifs calcaires constituant les bassins du Caramy et de l'Issole, affluents de l'Argens, les résultats obtenus par l'étude hydrogéologique du synclinal de Val Vins.

La climatologie et la géologie sont rapidement décrites et le caractère karstique des massifs jurassiques et surtout triasiques mis en évidence.

L'étude hydrogéologique appuyée sur une carte au 1/50.000 en couleurs, comprend la description de chaque source, sa position dans l'ensemble et éventuellement les données qu'apporte la chimie des eaux.

La description de chaque unité hydrogéologique est ensuite réalisée ; pour certaines des incertitudes subsistent quand à la définition des limites. Le bilan doit, sur ce point, apporter des précisions et orienter la recherche de ressources nouvelles, mais ce sont les massifs triasiques qui paraissent pouvoir, plus facilement que les massifs jurassiques, se prêter à cette recherche; c'est le cas notamment du grand massif de Flassans.

TABLE DES MATIERES

Résumé		2
Avant propos		7
Chapitre 1	- INTRODUCTION	8
	11 - Définition des objectifs	8
	12 - Rassemblement de la documentation	8
	13 - Travaux sur le terrain	9
Chapitre 2	- DONNEES GENERALES	10
	21 - Situation et limites	10
	22 - Hydrographie	12
	23 - Végétation naturelle et culture	13
	24 - Habitat et industrie	13
Chapitre 3	- CLIMATOLOGIE	16
	31 - Climats et vents	16
	32 - Précipitations	17
	321 - Hauteur en mm	17
	322 - Hauteur mensuelles	19
	33 - Températures	19
	34 - Insolation	22
	35 - Evapotranspiration réelle	22
Chapitre 4	- GEOLOGIE	24
	41 - Stratigraphie	24
	42 - Tectonique d'ensemble	32
	43 - Structure	35

44 - Karst et spéléologie 36
441 - Inventaire des phénomènes karstiques et cavités spéléologiques 36

Chapitre 5 - INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE 38

51 - Conditions d'établissement de l'inventaire 38
511 - Sources 38
512 - Puits 39
513 - Sondages

52 - Répartition des faciès en grands ensembles à vocation hydrogéologique différente 39

53 - Apports de la chimie des eaux 40

54 - Inventaire des circulations dans les exploitations minières 42
541 - Synclinal de Val-Vins 42
542 - Secteur de Mazaugues 43
543 - Mines de Saint Julien 45
544 - Mines d'Engardin 45
545 - Mines de Pélicon, Merlançon, Fontlade. 45

Chapitre 6 - HYDROGEOLOGIE 47

61 - Synclinal de Val Vins 47

62 - Massif d'Agnis 48

63 - Sainte Baume orientale 48

64 - Massif triasique de Tourves 49

65 - Massif de Néoules 50

66 - Plaine de Garéoult 50

67 - Massif des Themes-Rocbaron 51

68 - Massif de Saint Quinis 52

69 - Massif d'Engardin - La Celle 53

70 - Massif de Brignoles 53

71 - Massif triasique de Flassans 54

Conclusions 57

TABLE DES FIGURES

Figure	21	-	Carte de situation	page 11
Figure	24	-	Situation des concessions et permis d'exploitation de bauxite	14
Figure	321	-	Hauteurs des précipitations annuelles moyennes	18
Figure	322	-	Hauteurs des précipitations mensuelles 1961 - 1968	20
Figure	40	-	Série stratigraphique	25
Figure	41 a	-	Log du Trias	26
Figure	41 b	-	Log du Jurassique inférieur et moyen	27
Figure	41 c	-	Log du Crétacé	28
Figure	41 d	-	Log du Santonien de Mazaugues	29
Figure	42 a	-	Coupe structurale 1	33
Figure	42 b	-	Coupe structurale 2	33
Figure	42 c	-	Coupe structurale 3	34
Figure	42 d	-	Coupe structurale 4	34
Figure	542	-	Mines de Mazaugues. Schéma hydrogéologique.	44

LISTE DES ANNEXES

Carte hydrogéologique à l'échelle du 1/50.000

Annexe I - Inventaire spéléologique

Annexe II - Répartition et débit des sources

Annexe III - Sondages ayant fait l'objet d'un relevé de niveau d'eau

Annexe IV - Diagrammes logarithmiques d'analyse des eaux.

Annexe V - Carte d'implantation des puits au 1/50.000

AVANT - PROPOS

A la demande du Comité technique de l'eau et agissant pour le compte du Ministère du développement industriel et scientifique, le Bureau de Recherches géologiques et minières a réalisé pendant les exercices 1970-1971 l'inventaire des ressources hydrauliques des bassins du Caramy et de l'Issole, affluents de rive droite de la partie amont du bassin de l'Argens. Cet inventaire qui fait partie de la série d'études des nappes et formations aquifères de la région économique Provence - Côte d'Azur - Corse, a été exécuté conformément au programme défini en 1969 pour les années 1970 et 1971. Il complète les données recueillies au cours de l'année 1969 sur les synclinaux du Val et de Vins qui couvrent partiellement le bassin du Caramy.

Le présent rapport fait le point des études hydrogéologiques effectuées à la date du 1er mai 1971. Il sera suivi d'un rapport présentant un essai de bilan, à la fin des campagnes de jaugeages exécutées au cours de l'année 1970 pour les bassins du Caramy et de l'Issole et en 1971 pour le massif karstique de Flassans.

Il nous est agréable de remercier ici les différents organismes administratifs ou privés, techniques ou scientifiques, et particulièrement Monsieur le Professeur GOUVERNET dont l'efficace collaboration a apporté une aide essentielle à l'entreprise.

Chapitre 1

I N T R O D U C T I O N

11 - DEFINITION DES OBJECTIFS

La région étudiée porte sur un secteur caractérisé par une importante activité minière (mines de bauxite) freinée localement dans certains gisements par des problèmes d'eau qui en rendent l'exploitation difficile.

Inversement, l'on se trouve dans une zone où toute ressource en eau importante présente une grande valeur : les trois quarts de l'alimentation de Toulon proviennent en effet du lac artificiel de Carcès, qui accumule les eaux du Caramy et de l'Issole, affluents rive droite de l'Argens. Or, la période d'exceptionnelle sécheresse 1966-67 a montré la précarité de cette alimentation.

La présence de massifs calcaires karstiques étendus est à l'origine de sources importantes - ainsi que des venues d'eau dans certaines exploitations minières - mais le fonctionnement de ces appareils aquifères est mal connu. De plus, la région est structuralement très complexe. On conçoit donc l'intérêt d'une étude hydrogéologique approfondie.

12 - RASSEMBLEMENT DE LA DOCUMENTATION

On dispose pour la région de la réédition récente des cartes géologiques à l'échelle du 1/80.000 et du 1/50.000 Draguignan et

de l'édition récente de la carte à l'échelle du 1/50.000 de Collobrière. D'autre part, les levers de carte à l'échelle du 1/50.000 Cuers ont pu être consultés en minute.

Les documents géologiques et hydrogéologiques ont été rassemblées :

- travaux de l'université,
- travaux de certaines sociétés d'exploitation de bauxite[1], en particulier Péchiney,
- études d'alimentation en eau de centres et enquêtes de la Direction départementale de l'Agriculture,
- documents archivés au SGR.PRC au titre du Code minier (coupes de sondages),
- archives du service des Mines,
- résultats de jaugeages effectués par le Service régional de l'aménagement des eaux,
- archives de Eau et Ozone,
- explorations de spéléo-clubs.

13 - TRAVAUX SUR LE TERRAIN

L'inventaire des sources existantes a été effectué sur le terrain. De nombreux points d'eau ont fait l'objet de mesures de température et résistivité; des analyses chimiques complètes ont, en outre, été effectuées sur une dizaine de sources. Le contexte géologique de certaines émergences a été revu. L'inventaire des puits a été effectué dans les deux principales plaines alluviales.

Deux campagnes de jaugeages étendues sur une année (mesures bimensuelles) ont été exécutées : l'une en 1970 sur les bassins versants du Caramy et de l'Issole (70 stations), l'autre en 1971 intéressant le massif karstique de Flassans (25 stations). L'exploitation des résultats fera l'objet d'un second rapport (essai de bilan).

---

(1) - Les coupes des sondages de reconnaissance effectuées par les sociétés d'exploitation de bauxite sont archivées au SGR Provence Corse. Cette documentation est confidentielle. Ces ouvrages, non conduits dans un but de reconnaissance hydrogéologique, apportent, de ce point de vue peu de renseignements.

Chapitre 2

DONNEES GENERALES

21 - SITUATION ET LIMITES (fig. 21)

Géographiquement, la région étudiée correspond aux massifs montagneux calcaires s'étendant entre la dépression permienne à l'Ouest du méridien du Luc et la haute vallée de l'Argens. Trois de ces massifs sont importants : ceux d'Agnis, de la Loube et de Néoules qui culminent respectivement à 900, 800 et 700 m. Celui de Themes, quoique de relief abrupt, est moins élevé (400 m). Les reliefs septentrionaux (chaînes du Val et des Plaines) atteignent 450 m. Au Sud Est la massif karstique, d'allure très cahotique, de Flassans est très érodé. Par contre à l'Ouest, c'est l'extrémité orientale de la chaîne de la Sainte Baume qui, à l'altitude de 1000 m domine le haut bassin du Caramy.

Economiquement, la région est axée sur Brignoles, sur le parcours de la Nationale 7 qui traverse la région d'Ouest en Est dans sa partie septentrionale et partiellement la vallée du Caramy.

La vallée de l'Issole constitue également une bonne voie de pénétration dans cette région au relief très accentué.

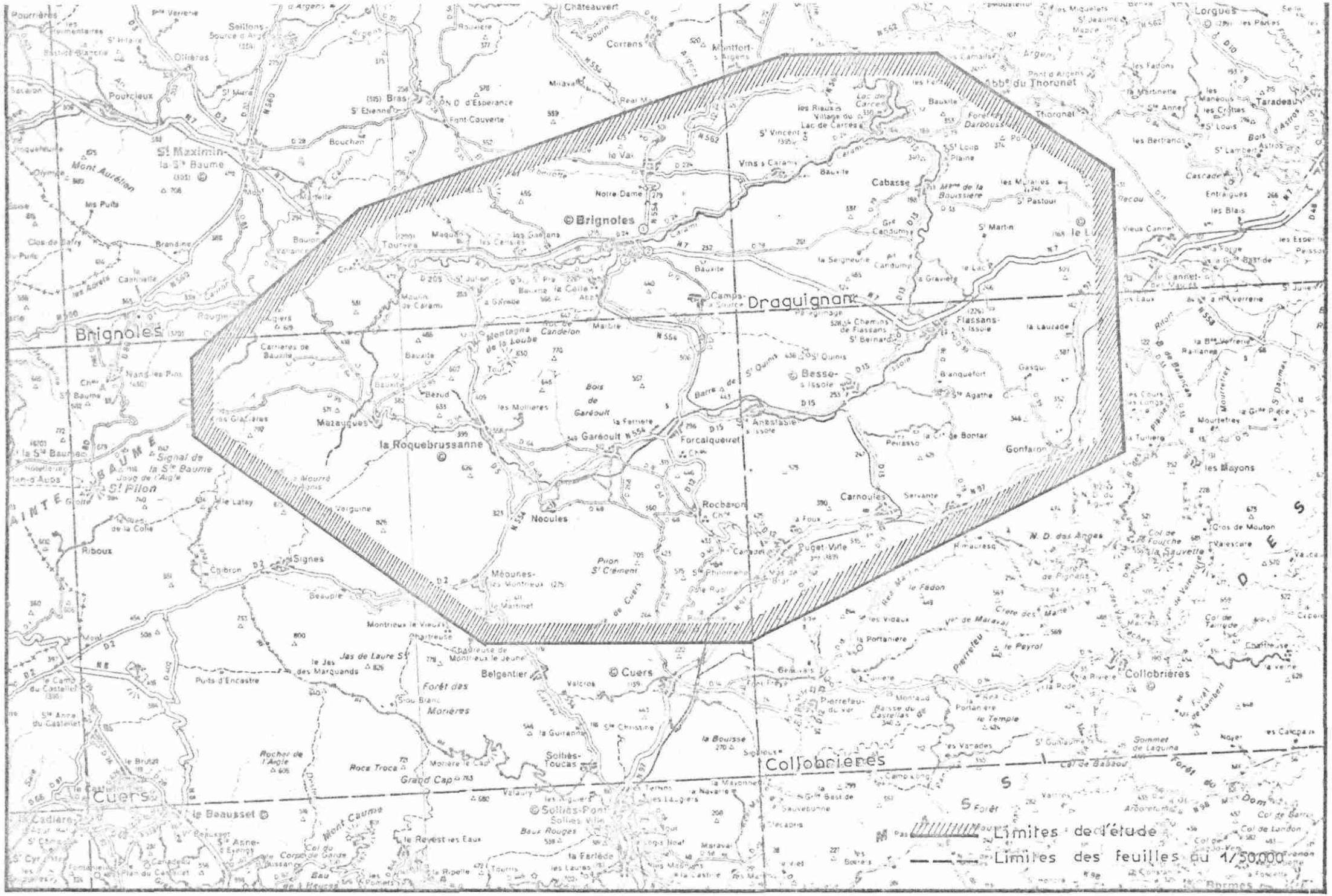


Fig. 2.1 _ Carte de Situation

Echelle 1/200.000

22 - HYDROGRAPHIE (Carte annexée hydrogéologique)

Le Caramy a sa source au pied du flanc nord du massif d'Agnis; il reçoit dans la petite plaine de Mazaugues, en rive gauche, les deux ruisseaux de Gaudin qui descendent du revers oriental de la chaîne de la Sainte Baume puis, coulant vers le Nord, s'encaisse dans des gorges jusqu'à Tourves; là son cours s'oriente E.W pour suivre une zone déprimée, plaine alluviale correspondant au noyau anticlinal triasique du pli de Brignolles. Son cours s'infléchit vers le N.E. pour suivre ensuite un axe synclinal à coeur supra-crétacé. Il reçoit alors l'Issole en rive droite et son cours s'oriente N.S pour recouper des plis liasiques jusqu'à Carcès où il conflue avec l'Argens. Avant sa confluence, à l'amont de Carcès, son cours est barré pour constituer une retenue qui sert à l'alimentation de Toulon.

Le Caramy ne reçoit comme affluent notable que le Garagay drainant le synclinal de Camps la Source (1).

L'Issole naît au pied du flanc oriental du massif d'Agnis (sourcesde la Foux et de la Sambuc). Son cours serpente dans la plaine de la Roquebrussane, correspondant à une zone déprimée à substratum triasique et remplissage alluvial. Pendant tout l'été le débit des sources s'infiltre dans le remplissage quaternaire et le Trias pour reparaître aux sources de Garéoult, à l'extrémité orientale de la dépression. De là l'Issole suit une zone déprimée correspondant à un axe anticlinal liasique assez tectonisé. A Besse il pénètre en domaine karstique triasique et son cours sinueux s'oriente vers le Nord à partir de Flassans; il recoupe alors une série monoclinale jurassique pour s'orienter finalement vers l'Ouest avant de rejoindre le Caramy dans la retenue du barrage de Carcès.

Le seul affluent notable est le ruisseau de la source de Trians issu du massif de Néoules.

---

(1) et issu d'un aven ou garagaï débordant temporairement.

23 - VEGETATION NATURELLE ET CULTURES

Tous les reliefs calcaires sont recouverts d'une végétation forestière de type méditerranéen où le chêne vert domine, encore que le pin d'Alep gagne peu à peu. Le taillis est évidemment encombré de genévriers, arbousiers, lentisques, chênes kermess, cistes, argeiras, romarins.

Cependant dans toute la partie occidentale de cette région, d'altitude nettement plus élevée et plus arrosée (flanc nord du massif d'Agnis, secteur oriental de la Sainte Baume)d'autres essences apparaissent: chênes blancs, ifs, donnant à la couverture végétale une allure plus montagnarde.

Dans les dépressions et sur les coteaux, et dans les dépressions karstiques du massif de Flassans, en zone non irriguée, la vigne est cultivée intensément. En secteur irrigué, et dans la vallée de l'Issole notamment, les praieries sont développées.

24 - HABITAT ET INDUSTRIE

Sur tous les massifs calcaires les habitations sont rares par suite de l'absence de points d'eau (anciennes bergeries, toutes en ruines). Dans les vallées l'habitat est groupé près des sources importantes, mais toujours sur des reliefs montrant le souci de la position stratégique, trace de l'ancienne insécurité (Rocbaron, Forcalqueiret, Besse, Vins). Seul centre important Brignoles, à l'origine bâtie sur une hauteur, s'étale maintenant largement dans la plaine du Caramy.

Les résidences secondaires tendent actuellement à se développer dans les deux vallées.

L'industries est dispersée comme les affleurements de Bauxite (fig. 24). Aujourd'hui, elle se concentre à l'Est du lac de Carcès :

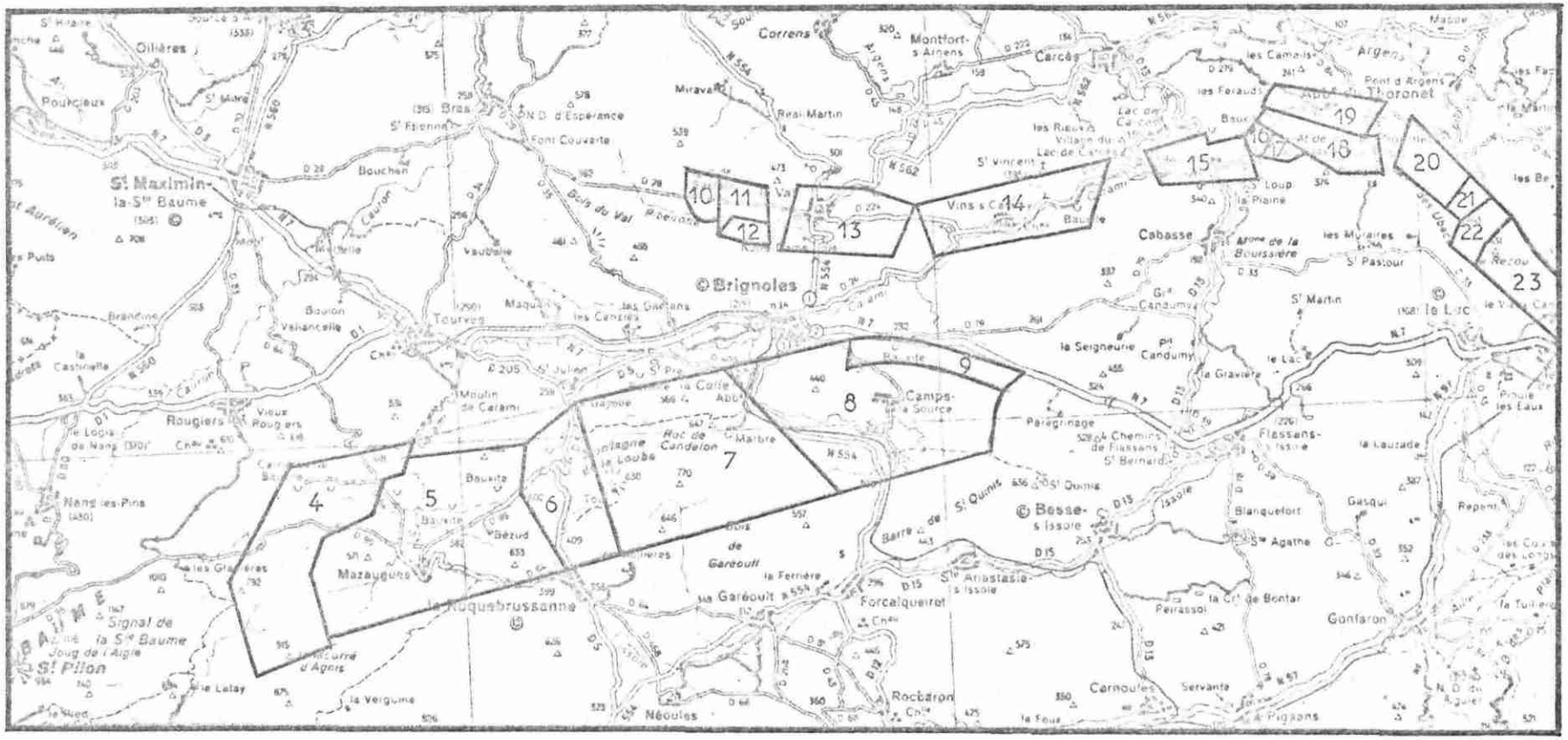


Fig. 2.4. Situation des concessions et permis d'exploitation de bauxite

Echelle 1/200.000

4	Tourves	10	La Brasque	17	Maron (Péchiney et U.B.)
5	Mazaugues	11	La Gde Bastide (Pechiney)	18	Peygros (Ugine)
6	St Julien	12	Le Carnier (CEVB)	19	Blanquette (SABAP)
7	Engardin	13	Le Val (Ugine)	20	Rigoulier (Pechiney et U.B.)
8	Pelicon	14	Vins St Christophe (Pechiney)	21	Les Codouls (SABAP)
9	Merlançon	15	Combecave (SARAP)	22	Pas de Recoux (Pechiney et U.B.)
		16	La Dérobade (Bauxites de France)		Le Recoux (Pechiney)

- S.A.B.A.P. à Combecave et Blanquette,
- Péchiney à Maron et Regoulier,
- Bauxite de France à la Dérobade,
- Ugine à Peygros,

alors que les recherches sont localisées plus à l'Ouest :
- Péchiney à Vins, Saint Christophe et à la Grande Bastide
- Ugine au Val.

Le centre important est Brignoles, à caractère commercial et agricole (foire annuelle de Vins) et siège technique des sociétés d'exploitation de Bauxite.

Chapitre 3

C L I M A T O L O G I E

La seule station dont dispose la Météorologie nationale sur les bassins étudiés est celle de Brignoles (altitude 215 m).

La station de Saint Maximin (altitude 300 m) est située à quelques kilomètres de la bordure occidentale.

Ces stations ne sont pas équipées pour des observations complètes. On ne connaît pas l'influence des hauts reliefs (massif d'Agnis 800 m, massif de la Roquebrussane 750 m) du secteur occidental mais les précipitations y paraissent plus abondantes que sur les plaines.

31 - CLIMATS ET VENTS

La région étudiée est située à une trentaine de km au Nord de la cote. Le climat méditerranéen y est encore influencé par le voisinage de la mer, mais une légère tendance continentale est marquée par des été chauds. Le caractère est provençal, marqué par la maitrise du Mistral, un ensoleillement important et une luminosité bonne.

Grâce aux vents d'Est, la région est mieux arrosée que le littoral.

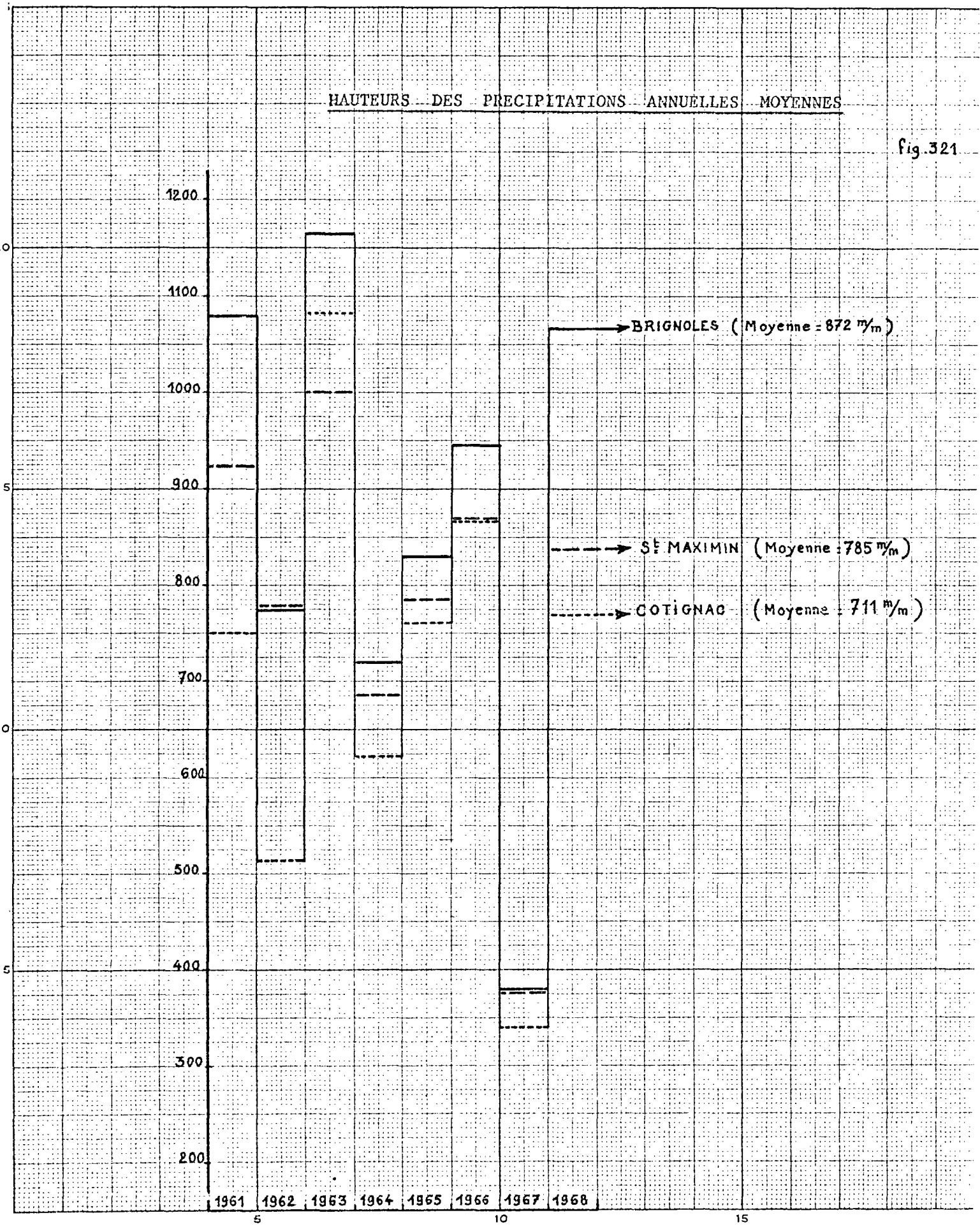
32 - PRECIPITATIONS

321 - Hauteurs en mm

	Brignoles	Saint Maximin
1907 - 1967	910	
1931 - 1960	979	871
1961 - 1968	872	785
1969	945	988
1970	909	observations manquantes

Les précipitations sont donc assez importantes. Cependant le régime pluriannuel est assez irrégulier comme en témoigne la figure 321 où, des années 1961 - 1968, il apparaît que :

- 1931 a été la plus humide,
- 1967 exceptionnellement séche.


HAUTEURS DES PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES
fig.321
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
BRIGNOLES (Moyenne = 872 m/m)
St MAXIMIN (Moyenne : 785 m/m)
COTIGNAC (Moyenne : 711 m/m)
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
20
5
10
5
5
10
15

322 - Hauteurs mensuelles

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Brignoles												
1907 - 1967	79	68	82	78	68	45	15	27	85	124	133	107
1931 - 1960	89	63	86	65	77	44	16	35	89	135	150	130
1968	98	135	136	24	91	42	41	34	95	14	110	122
1969	98	135	136	24	91	43	43	34	15	14	111	121
1970	198	35	85	2	72	25	0	6	6	214	104	160
1971	72	23	116	134	121	10	0	10	36			
Saint Maximin												
1931 - 1960	77	51	74	62	70	42	20	36	76	119	131	113

Le tableau précédent et le graphique fig. 322 mettent en évidence deux périodes distinctes :

- une période pluvieuse, entre Octobre et Décembre
- une période séche, de Juin à Aout

et éventuellement une nouvelle pointe pluvieuse en février.

33 - TEMPERATURES

- Moyenne annuelle

	Brignoles	Saint Maximin
1953 - 1967	13°4	Pas d'observation
1961 - 1968	13°5	"
1968	13°4	
1969	12°2	
1970	13°5	

B R I G N O L E S

Hauteurs des précipitations mensuelles 1961 à 68

300
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

15
10
5

J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D

1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968

Fig.322

- Moyennes mensuelles

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Brignoles 1961 - 1968	5°7	6°9	9°3	12°4	16°3	20°2	22°6	21°2	18°2	14°2	9°0	6°0
1968	6°3	7°5	9°0	12°2	15°0	20°2	21°7	19°3	16°7	15°9	9°6	7°3

- Minima et maxima Brignoles

	Minima	Maxima
1 9 6 9		
Janvier	0,00	12,07
Février	-1,2	9,3
Mars	3,4	13,8
Avril	5,1	16,5
Mai	6,7	23,1
Juin	8,2	25,4
Juillet	11,5	30,3
Aout	13,2	28,8
Septembre	9,9	24,5
Octobre	6,4	23,1
Novembre	2,5	14,3
Décembre	-1,5	9,4
1 9 7 0		
Janvier	2,6	11,4
Février	3,8	12,5
Mars	2,1	12,8
Avril	4,1	16,5
Mai	7,4	22,2
Juin	14,6	27,8
Juillet	14,03	31,1
Aout	14,2	30,2
Septembre	10,3	28,5
Octobre	7,2	20,1
Novembre	4,9	16,9
Décembre	-0,7	11,4

1 9 7 1		
Janvier	-1,2	+ 10,6
Février	+0,9	+ 13,7
Mars	-0,8	+ 11,6
Avril	+6,5	+ 19,4
Mai	+8,6	+ 21,4
Juin	+11,7	+ 26,2
Juillet	+14	+ 32,4
Aout	+15,4	+ 32,9
Septembre	+10,5	+ 25,7
Octobre		
Novembre		
Décembre		

- Nombre moyen de jours de gelée sous abri

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Brignoles 1953 - 1967	15,7	14,4	9,3	1,6						0,4	6,8	13,2

34 - INSOLATION

La valeur moyenne de l'insolation est de 3.000 heures par an.

35 - EVAPOTRANSPIRATION REELLE

C'est la quantité d'eau qui peut réellement s'évaporer et se transpirer à partir du sol, compte tenu de son humidité propre. Elle dépend évidemment de la température qui favorise l'évapotranspiration mais aussi des précipitations, qui, de temps à autres, entretiennent l'humidité du sol.

La formule de Turc ayant été calculée sur ordinateur et des abaques pratiques établies, on en tire directement :

Brignoles 1961 -	1968	582 mm
	1969	572 mm
	1970	595 mm

Chapitre 4

G E O L O G I E

La région sous inventaire se situe en Basse Provence occidentale. Elle correspond à la couverture secondaire du massif cristallin des Maures, plissée de plus enplus intensément au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la dépression permienne vers le nord. La direction générale de l'axe des plis est E.W.

41 - STRATIGRAPHIE (Fig. 40 et 41 a à d)

Permien

Il est constitué par des alternances de schistes rouges et de grès plus ou moins grossiers. L'épaisseur totale dépasse 1000m., Le sommet de la série est fait de pelites rouges et de grès roses à lits de galets.

Trias inférieur (Grès bigarré). Il comprend une vingtaine de mètres de grès arkosiques roses à galets de quartz.

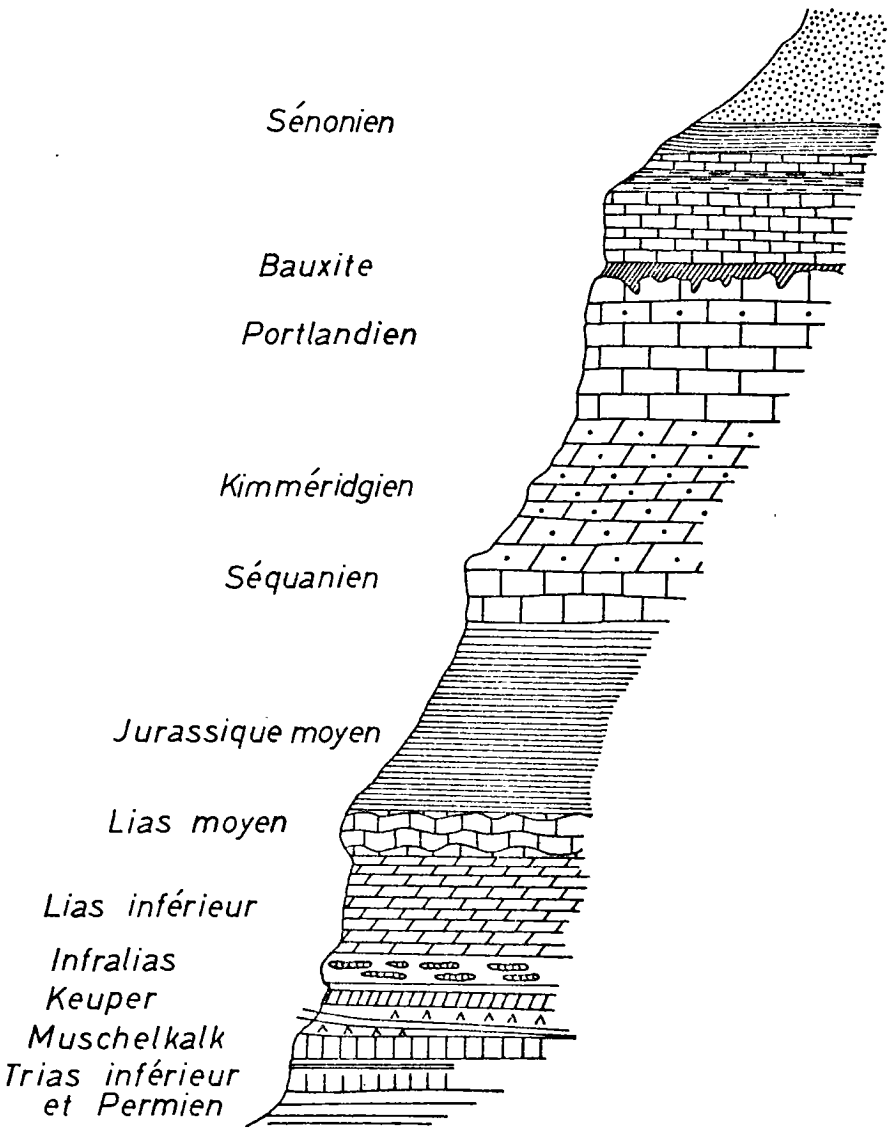
Trias moyen (Muschelkalk)

Il comprend de bas en haut : des dolomies et cargneules, des calcaires noirs sans fossiles, un niveau de cargneules, argiles à gypse et anchydrite (cette dernière mise en évidence seulement par sondage), des calcaires gris ou clairs fossilifères puis des calcaires dolomitiques.

SÉRIE STRATIGRAPHIQUE

Fig. 40

MASSIF D'AGNIS



D'après S.C.P.

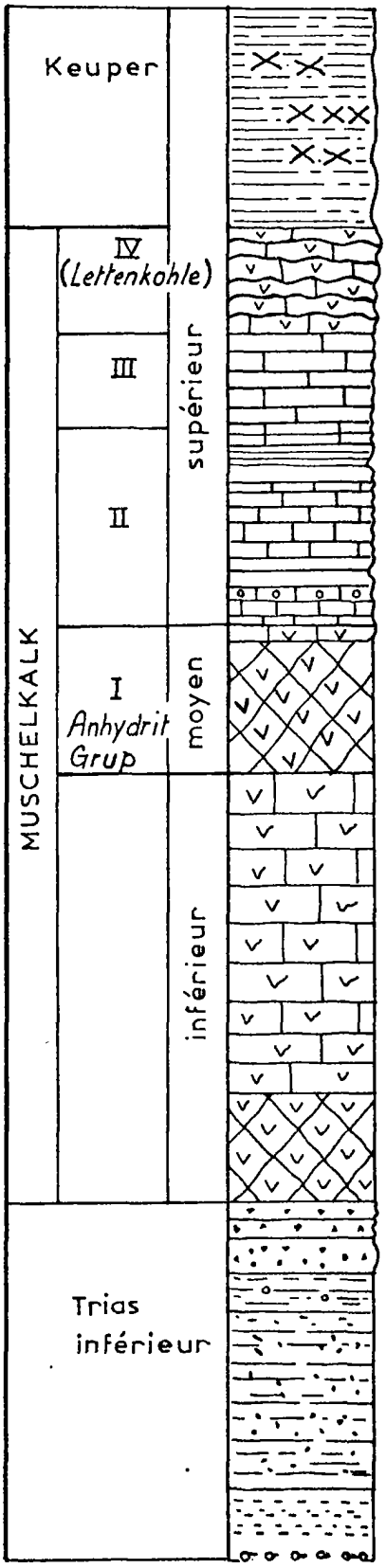
ECH : 1 10000 environ

Fig 4.1.a.

Log du Trias

Echelle : 1/1000

10 m



Argiles et marnes bariolées à amas de cargneules et gypse

Calc. dolomit. et dolomies à stratification mal marquée

Calc. coquilliers
Calc. argileux et calc. gris
Calcarenite
Brachyopodes

Calc. en bancs réguliers

Calc. lités fossilifères compacts à 2 niveaux marneux

Calc. dolomit. et dolomies

Calc. dolomitique et dolomie cargneulisée cahotique à niveaux marneux jaunes à gypse et anhydrite localement dolomitisé au sommet

Calcaire gris fumé bien stratifié à vermiculations

Dolomies cargneulisées brechiformes

Argiles et grés

Grés grossiers

Grés argileux rouges et pélites

Grés grossier
Conglomérat à galets de quartz

— *.Niveaux siliceux cargneulisation secondaire en stries // dans des bancs réguliers*

— *.Calc. bicolore*
Calc. à Dasycladacées

d'aprés J.P CARON

Fig. 4.1.b

Log. du Jurassique inférieur et moyen

Calcaire dur zoogène oolithique et graveleux jaune clair bien stratifié.
A Carcès vers Cabasse intercalation marneuse
épaisseur 30 à 100 m

9

Bancs calcaires massifs

Calc. massifs gris intercalés de bancs plus tendres

Calcaire détritique

Calcaire oolithique

Calc. jaune très détritique. (microbrèche)

bancs tendres _ Schistes marno-calcaires.

8

Calc. dur rugueux. microbrèche suboolithique

Col sous la Chapelle St. Vincent

7

Bancs calcaires clairs puis gris calc. argileux gris.

Parkinsonia

Puissante serie monotone de calc. marneux jaune et gris alternant avec des marnes schisteuses

Même série

Cancellophycus et Entolium valauryense (pecten)

Cadomites humphriesi et braikenridgei
Cœloceras bayeli et subcoronatum
Reprise sensiblement même niveau

Faille possible

Alternance de calcaires gris schisteux et de marno calcaires schisteux dépression dans la topographie

à ce niveau :
bancs localement dolomitisés
débris d'Ammonites

6

Calc. gris argileux, tendre, détritique

5

niveau gréso argileux detritique.

Cancellophycus fréquents

Calc. gris argileux tendre, détritique
Calc. clair, détritique organique.

Reprise coupe 100m au S.W

direction Ch.lle St Vincent

Marnes jaunes et marno calcaires schisteux
Ammonites. Belemnites

Calc. gris delités en bancs irréguliers 0,10 - 0,20 intercalés de calcaire schisteux
calcaire clair à la cassure peu détritique

4

Calcaire gris rosé détritique organique

15°S

3

Calcaire détritique cristallisé à Bryozaires

Calcaires en bancs massifs à patine brun jaune ou grise silex surtout à la base

5° S

Calcaire cristallin rosé
suboolithique
microdetritique à Algues
finement cristallin dolomitique
gros nodules de silex blanc.

2

45°S

Calcaire à structure microdetritiques à Algues.

1

Calcaire dolomit. gris cendré bien stratifié à débit souvent parallelipipedique avec q.q. lits de marne vert-réséda ou rouge
Epaisseur max. 80 m

60°S

Alternance de calcaires massifs blancs mais à délitage finement parallelipipedique et de calcaires en plaquettes

Structure :
calcaires blancs ou rosés cristallins ± dolomitiques à structure oolithique locale, et calcaires argileux blancs ou rosés, un peu dolomitiques

Azoïque
(cargneulisé par place donnant une roche vacuolaire à cassure miroitante)

50°S

Rhétien supr
épr max. 30m
Barre de calc. durs café au lait ou rosés en gros bancs cassure tranchante crist. de calc. disseminés sans fossiles.

Eboulis

Dolomie rosée à patine grise

Rhétien inférieur
30 à 40m.
Calc. gris fumé alternant avec marne esquilleuse vert réséda
Marno-calc. en plaquettes
Fausses cargneules jaunes
Marno. calc. gris
Lumachelle dans les calcaires

Eboulis

Calcaires en bancs, 0,40 et bancs plus petits
Structure :
Cassure brun gris ou jaune detritique
(Lumachelles à Avicula)

35°S

Début coupe X 909,84 Y 135,54
Fin X 908,50 Y 134,52

Balthonien supr J1-III

Bathonien infr JIV. III

Bajocien supr CIV. III

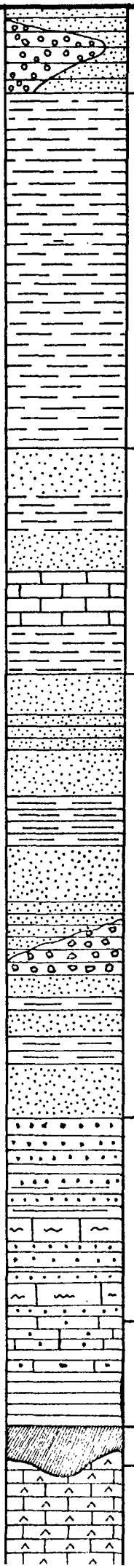
Domérien - charmouthien supr — Toarcien-Aalenien — Bajocien infr — 1⁴ - JIV

Hettangien 1.1

Rhétien 1/

Feuille à 1/20.000 Draguignan 5

Fig. 4.1.c Log. du Crétacé (Est)



Grés et pisolithes

Argiles rouges

Bégudien

Sable argileux
Argiles jaunes
Sable argileux
Calcaires en plaquettes
Marnes

Fuvelien

Sable
Grés
Sable
Marne
Sable
Brèche des Lambés
Sable et Marne
Marne
Sable

Valdonnien

Calcaires noduleux
Grès argileux

Crétacé supr marin

Calcaires à silex
Marnes jaunes

Albo-Aptien

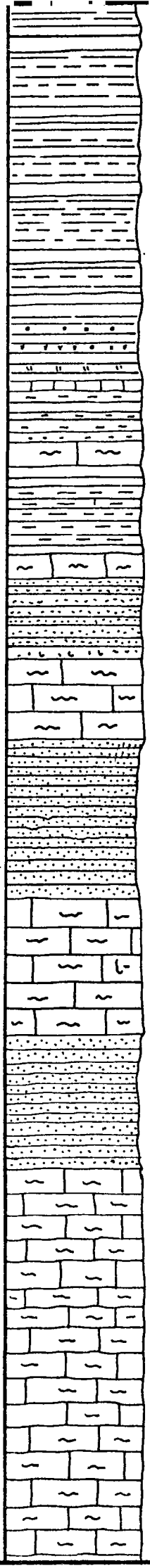
Bauxite

Dolomie

Juras. sup.

Echelle 1/100

Fig. 4.1.d



Calcaire, marnes et argiles gréseuses

Crétacé supérieur marin de Mazaugues

Echelle : 1 / 1000

Grés argileux et calcaires

Grés argileux et calcaire

Calcaires noduleux à Rudistes

Grés argileux

Calcaires à Rudistes

Grés argileux

Calcaires grumeleux à Rudistes

Trias supérieur (Keuper)

Très épais au Nord de l'Argens (800 m), il est ici toujours très réduit en affleurement dans des séries toujours très plissées (argiles à gypse, dolomies et cargneules).

Rhétien

C'est un ensemble à patine gris jaune verdâtre caractéristique. Le Rhétien inférieur est toujours fossilifère; il est formé de calcaires gris fumé, de lumachelles, de marno-calcaires en plaquettes, de fausses cargneules et de passées de marnes esquilleuses vert réséda. Vers le sommet, le Rhétien devient un peu dolomitique. Le plus souvent, dans le secteur étudié, il se termine par des calcaires massifs, stratifiés, café au lait, gris ou marbré de rose ou de jaune.

Epaisseur moyenne : de 30 à 40 m.

Jurassique supérieur dolomitique (Kimmeridgien et Portlandien)

C'est une puissante série monotone de dolomies grises, azoïques, bien stratifiées à leur base. Au sommet les bancs sont moins visibles et on observe fréquemment un faciès ruiniforme; les dolomies sont "poussièreuses". L'érosion résultant de l'exondation de "l'Isthme" durancien a enlevé les derniers termes de la série dans le nord et le nord est. Dans le S.W la série se termine par des calcaires marmoréens attribués au Portlandien. On peut y adjoindre à la base le Bathonien supérieur.

Epaisseur variable; elle peut atteindre 500 m.

La bauxite

Elle est présente en couche irrégulière, souvent épaisse, dans tout le secteur étudié. La lacune correspondant à son dépôt est sujette à des variations selon le point considéré, du Portlandien au Coniacien. Généralement, sur le secteur étudié, le mur est formé par le Jurassique supérieur dolomitique karstifié et le toit par le Crétacé supérieur. Le dépôt lui-même est sans doute d'âge albien. Dans le synclinal de Camps la Source, l'Aptien supérieur (marnes jaunes) et l'Albien inférieur (calcaires à silex) peu épais - 25 m-sont conservés.

Le Cenomanien supérieur : Il n'affleure qu'au vallon de Lamaron.

Le Turonien

Il n'est représenté que par un seul banc calcaire à Mazaugues. avec niveau ligniteux.

Crétacé supérieur marin

Des calcaires noduleux à Rudistes et Miliolidae forment le toit de la bauxite dans le secteur ouest de la région. Epais de 350 m à Mazaugues, cet étage est formé d'alternances de calcaires noduleux à Rudistes et de grès argileux à niveaux ligniteux, mais vers l'Est les calcaires se terminent progressivement en biseau.

Valdonnien

Cet étage est représenté par des sables fluviatiles, bariolés, arkosiques (galets de quartz et de roches cristallines) associés à des marnes. Dans l'Est l'épaisseur atteint 100 m. Par endroi ts sables et argiles sont remplacés par une brêche polychrome, dite brêche des Lambès, présentant des éléments rouges.

Epaisseur 80 m.

Fuvélien

Il est formé d'argiles jaunes, de grès à Corbicules, et de calcaires en plaquettes très fossilifères. Il n'est présent qu'au Nord (synclinal du Val).

Epaisseur 40 m.

Bégudien

Dans le synclinal du Val, il est représenté par des argiles bariolées surmontées par des bancs de grès, de poudingues et des calcaires pisolithiques. Epaisseur 80 m.

Vindobonien

L'étage est constitué par des marnes jaunes noduleuses et des calcaires blancs en plaquettes; les affleurements sont très nombreux, conservés dans les dépressions du karst triasique de Flassans.

Alluvions anciennes (Riss et Würm probables)

Développées le long de la dépression permienne et dans certaines vallées (dépression de la Roquebrussane), elles comprennent des formations de tufs et de cailloutis, avec des conglomérats.

Alluvions récentes (Flandrien)

Elles sont développées dans la vallée du Caramy surtout (plaine de Brignoles) ainsi que dans la dépression permienne (vallée de l'Aille) mais aussi dans la vallée de l'Issole et celle du CaragaI de Camps la Source.

42 - TECTONIQUE D'ENSEMBLE

Durant le Jurassique, la Provence apparaît comme une plateforme continentale avec présence de hauts fonds. Il y a généralisation des dépôts dolomitiques : les cuvettes de sédimentation sont à peu près comblées.

A la fin du Crétacé inférieur, une surrection d'ensemble se produit entre les Maures et le Massif Central déterminant la formation de l'Isthme Durancien, en fait, et plus probablement, un archipel d'îles séparées de hauts fonds. Il y a karstification des formations carbonatées, et, sur la surface d'érosion qui recoupe en biseau les anticlinaux jurassiques à noyau triasique, dépôt des bauxites[1].

Première phase tectonique provençale (Maestrichien)

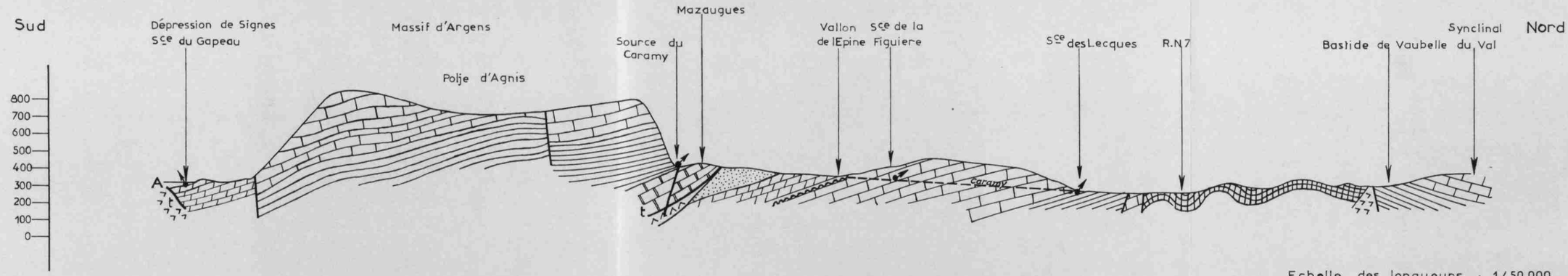
La transgression crétacée supérieur ne s'étend pas versle Nord au delà du Val; les dépôts correspondant à cette époque sont lagunaires ou fluvio-lacustres [2]. La tendance est à l'émersion, mais dès la surrection les matériaux sont démantelés comme en témoigne la brêche polychrome des Lambès. C'est à ce moment, conséquence de probables soulèvements (Nord de Bras, Massif d'Agnis) qu'apparaissent les failles bordières (Bois du Val, La Roquebrussane) mettant en contact le Jurassique supérieur

---

(1) - Le problème de l'origine des bauxites ne sera pas examiné ici.

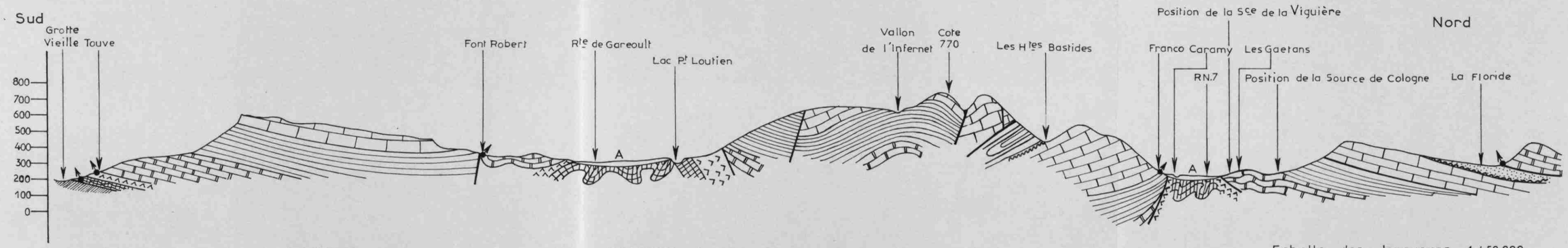
(2) - Après le Santonien.

Coupe structurale 1



Echelle des longueurs : 1/50.000

Coupe structurale 2



Echelle des longueurs 1/50.000

Crétacé sup. argilo sableux

Crétacé moyen et supérieur calcaire

Bauxite

Jurass. supr calc et dolomitique et Bathonien calc.

Dogger marneux

Lias calcaire

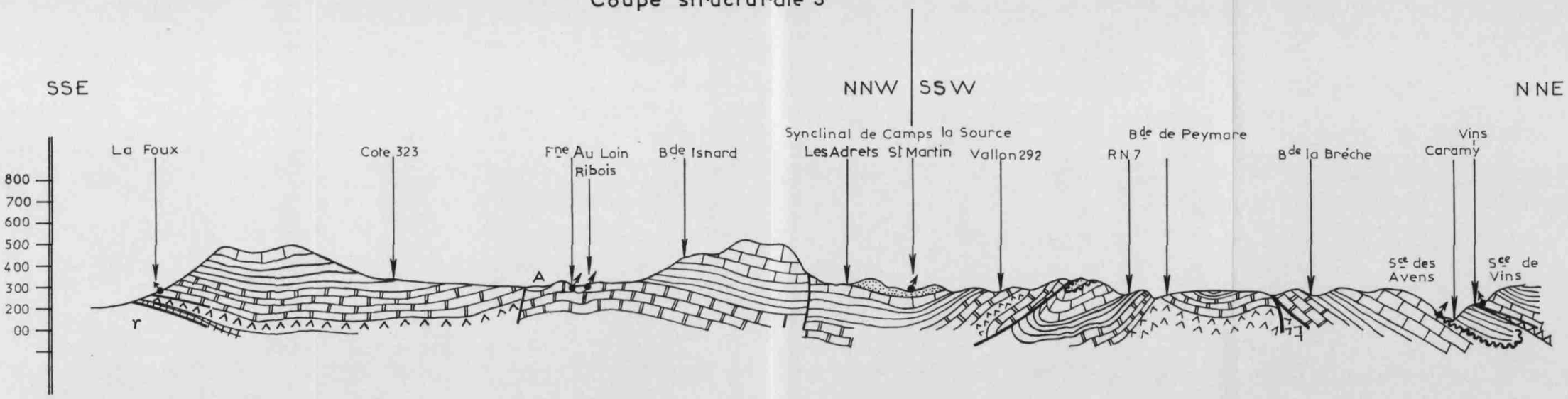
Keuper argilo gypseux

Muschelkalk calcaire

Trias supérieur et Permien argileux

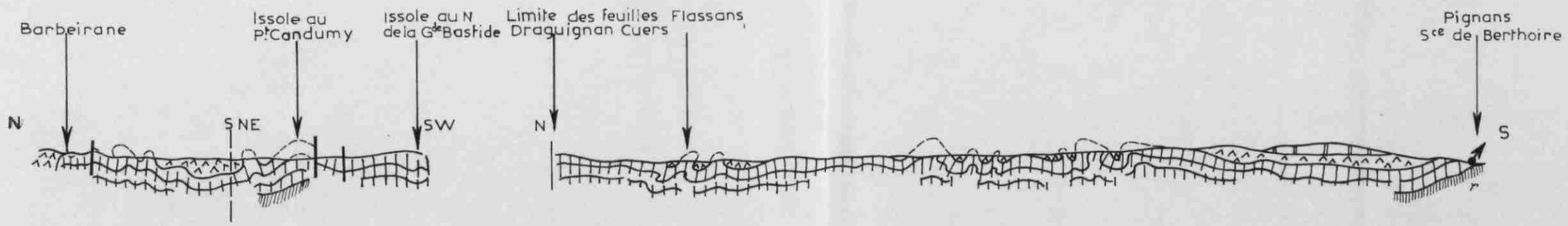
Fig 4.2.c et 4.2.d

Coupe structurale 3



Echelle des longueurs : 1 / 50.000

Coupe structurale 4



Echelle 1/50000. D'après G. Menessier

- Crétacé supérieur, argilo sableux
- Crétacé moyen et supérieur calcaire
- Bauxite
- Jurassique supérieur calc. et dolom. et Bathonien calcaire.
- Dogger marneux
- Lias calcaire
- Keuper argilo gypseux
- Muschelkalk calcaire
- Trias supr et Permien argileux

dolomitique avec le Trias ou le Crétacé. C'est également cette tectonique, sans doute de revêtement, qui dès la fin du Crétacé,met en place des ébauches de plis, synclinaux et anticlinaux d'axes E.W.

Phase provençale majeure (Supra Eocène)

Les mouvements anté-sannoisiens,tangentiels, sont responsables du décollement et de l'écaillage de la couverture sédimentaire, Eocène inclus, sur le socle cristallin.

Phase tectonique oligocène

Les mouvements oligocènes achèvent de désolidariser socle et Permo-Trias d'une part, couverture post-triasique d'autre part. C'est lors de ces deux phases tectoniques que s'effectue la mise en place des unités jurassiques chevauchant les synclinaux crétacés (Le Val, Vins, Le Thoronet, Pélicon).

Contrecoups alpins

Ces derniers mouvements achèvent de donner à la région sa physionomie actuelle. Il y a basculement complet de la Provence dont les hauts sommets étaient situés au Sud du rivage actuel, si bien que le drainage du réseau hydrographique s'effectuait vers le Nord. Dès le Pontien, la mer se retire du golfe durancien et la Provence s'enfonce vers l'Ouest. Bientôt les régions sud s'affaissent et le drainage bascule vers le Sud; il y a ennoiement de la chaîne cristalline tandis que la Provence se soulève vers le Nord et le Nord-Est en direction des Alpes.

43 - STRUCTURE (Fig. 42 a à d. Coupes 1 à 4)

La structure de la région résulte des efforts orogéniques subis par une couverture calcaire épaisse et relativement rigide (Jurassique) séparée du substratum par un ensemble très hétérogène (Trias) où des assises rigides mais peu épaisses sont intercalées d'assises très plastiques dont l'une au moins très épaisse, le Keuper, crée un niveau

disharmonique continu entre les deux ensembles. D'où l'existence de grand compartiment peu plissés mais affectés de grandes cassures (Néoules, Thémes Agnis, Saint Quinis, Mazaugues, Le Val, Vins) séparés les uns des autres par de grandes cassures orthogonales le long desquelles le complexe inférieur s'est fortement plissé et étiré (arcs triasiques de la Roquebrussane et de Tourves);très fortement comprimés ces grands ensembles jurassiques se sont séparés longidutinalement en deux unités chevauchant l'une sur l'autre (Agnis sur Mazaugues, Vins sur le Val). Dans l'angle N.E , le chevauchement de l'unité septentrionale est tellement accentué qu'il a entraîné la formation d'une demi klippe, celle de Peygros. Dans la partie centrale, dans la région de Brignoles,est conservée une série de plis allongés E.W. simples (synclinaux de Camps la Source et de Brignoles) ou chevauchant (synclinal de Pélicon).

A l'Est le grand massif de Flassans présente ce qui reste du complexe inférieur (séries triasiques) plissé de façon indépendante de l'ancienne couverture presque complètement enlevée par l'érosion.

Les grandes lignes tectoniques directrices figurent sur la carte qu'explicitent les coupes jointes.

44 - KARST ET SPELEOLOGIE (Carte hydrogéologique)

441 - Inventaire des phénomènes karstiques et cavités spéléologiques

L'inventaire spéléologique a été ébauché. Le tableau résumant les observations est donné en annexe I; il donne pour chaque aven, grotte, lapies, doline :

- son nom et sa nature
- son indice B.R.G.M.
- la cote de son orifice
- éventuellement sa position géologique
- la commune.

Les faciès calcaires constituant une part importante des bassins du Caramy et de l'Issole ,les phénomènes karstiques y sont bien développés. Le massif triasique très érodé de Flassans en particulier présente une morphologie karstique bien caractérisée avec nombreuses cuvettes fermées et semi fermées. Les phénomènes karstiques sont aussi bien développés dans les massifs calcaro dolomitiques liasiques (bassin fermé de Pomples à l'angle nord oriental de la région étudiée) mais surtout jurassiques (massifs d'Agnis, de Néoules, de Saint Quinis, des Plaines ou de Fontaine d'Ajonc). Les phénomènes karstiques particuliers de chacun de ces massifs seront évoqués plus loin lorsque sera examinée l'hydrogéologie de chaque ensemble.

Chapitre 5

INVENTAIRE HYDROGEOLOGIQUE

51 - CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DE L'INVENTAIRE

511 - Sources

Le résultats de l'inventaire des sources est condensé dans les tableaux en annexes : elles figurent sur la carte hydrogéologique annexée. Toutes les sources ont été inventoriées (Annexe II). Elles sont groupées par 1/8 de feuille au 1/20.000. Pour chacune d'elle il est donné :

- le nom,
- l'indice B.R.G.M.,
- les coordonnées,
- la cote,
- la température quand elle a été mesurée et la date correspondante,
- le débit estimé à la date indiquée,
- les conditions d'émergence et d'alimentation,
- le sous bassin hydrographique,
- la commune.

C'est à partir de cet inventaire et compte tenu d'observations tectoniques, morphologiques et chimiques que l'on débouche sur la définition des nappes, des circulations et des unités hydrogéologiques.

512 - Puits

Les puits ont été également inventoriés. Ils ont été reportés sur la carte hydrogéologique avec leur numéro d'inventaire correspondant par 1/8 de feuille. Leurs caractéristiques (y compris Résistivité et Titre hydrothimétrique) sont consignéesau fichier B.R.G.M.

513 - Sondages

Les résultats des principaux sondages, groupés par 1/8 de feuille figurent annexe III.

Ils sont reportés sur la carte hydrogéologique annexée. Pour chacun d'eux il est donné :
- l'indice B.R.G.M.,
- les coordonnées,
- le niveau de l'eau et sa cote absolue,
- les terrains traversés.

Ils fournissent des données très intéressantes, notamment en ce qui concerne les circulations dans le karst profond du massif triasique de Flassans.

Exécutés à un prix assez bas, par de nombreuses petites entreprises locales, leur nombre tend à se multiplier en fonction du développement des résidences secondaires.

52 - REPARTITION DES FACIES EN GRANDS ENSEMBLES A VOCATION HYDROGEOLOGIQUE DIFFERENTE (Figure 40)

D'après la lithologie, on peut distinguer plusieurs grands ensembles perméables séparés par des niveaux pouvant former écran imperméable. Sur l'esquisse hydrogéologique (carte annexe), ces grands ensembles ont été rangés en quatre classes :

- la classe I qui regroupe les terrains perméables en grand où les circulations karstiques peuvent se développer ainsi que les terrains à grande perméabilité d'interstices (alluvions),
- la classe II qui regroupe les terrains à faible perméabilité de fissures,
- la classe III qui regroupe les terrains peu perméables ou hétérogènes (formations sablo argileuses ou alternativement calcaréo-marneuses
- la classe IV comprenant les terrains à perméabilité très faible.

De la base au sommet, les grands ensembles retenus sont les suivants :

- le Permien, considéré comme imperméable limitant l'étude au Sud (classe IV)
- le Keuper qui forme le soubassement de tout le secteur inventorié;il est considéré comme imperméable, et , de ce fait, délimite hydrogéologiquement les principales unités (classe III) cependant localement et notamment en zone tectonisée, il peut être perméable (classe II),
- le Muschelkalk calcaréo dolomitique, perméable en grand, siège de phénomènes karstiques très développés (classe I),
- le Lias, qui, malgré les passées marneuses que l'on rencontre à la base du Rhétien, constitue un premier ensemble perméable en grand (classe I),
- le Dogger calcaréo marneux,peu perméable, mais qui souvent, et notamment en zone tectonisée,présente une certaine perméabilité (classe II),
- le Jurassique supérieur qui, avec le Bathonien supérieur, constitue un second ensemble carbonaté, épais, perméable en grand, au caractère karstique nettement marqué (classe I),
- l'Urgonien et l'Albien calcaires - ainsi que le Santonien calcaro-gréseux - qui affleurent très peu,mais sont perméables par fissures (classe I),
- le Crétacé supérieur (sables et argiles) qui est peu perméable (classe III)
- les alluvions très perméables en général (classe I)

53 - APPORTS DE LA CHIMIE DES EAUX (Annexe IV)

Quel que soit l'âge du massif d'où elles sont issues les eaux des bassins étudiés, de nature quasi exclusivement calcaire, ont des faciès très voisins : ce sont des eaux bicarbonatées calciques et magnésiennes, assez faiblement sulfatées et chlorurées. Cependant les eaux du Lias,qui sourdent généralement au contact du Keuper argilo gypseux

et quelquefois chloruré, sont nettement plus chargées -et quelquefois très chargées- en sulfates. Il en est de même des eaux du Muschelkalk dont le faciès est très voisin : l'analyse chimique ne permet pas de différencier les deux origines : Lias ou Muschelkalk.

Les eaux du Jurassique supérieur peuvent être également sulfatées en même chlorurées si elles émergent le long d'un accident faisant remonter le Keuper (la Sambuc, près de la Roquebrussane).

Par contre les eaux issues du Bajo-Bathonien marno-calcaire sont remarquables par leur faible teneur en ion Mg^{++}.

L'étude des analyses d'eau, faite massif par massif, permet d'intéressantes comparaisons. En général l'identité de composition est remarquable sauf si le Trias apparaît le long d'un accident de bordure.

Dans certains secteurs l'analyse apporte des précisions importantes sur l'origine supposée des eaux : c'est le cas des sources du village de Garéoult qui émergent dans les alluvions au resserrement de la vallée, l'origine triasique (calcaire du Muschelkalk sous les alluvions de la plaine de la Roquebrussane) est évidente.

A Tourves, la très faible teneur en sulfates de la Mère des Fontaines amène à considérer comme vraisemblable une origine surtout jurassique bien que l'émergence soit située dans le Trias.

Les résultats des analyses effectuées, reportées sur diagrammes logarithmiques et classés par niveaux géologiques d'alimentation, sont donnés en annexe.

Les enseignements qu'on peut tirer de ces analyses seront explicités lors de l'examen des différentes unités hydrogéologiques.

54 - INVENTAIRE DES CIRCULATIONS DANS LES EXPLOITATIONS MINIERES

541 - Synclinal de Val Vins

Les conditions dans lesquelles se sont opérées les anciennes exploitations de bauxite ont été décrites dans l'étude hydrogéologique -rapport 69.SGL.268.PRC de novembre 1969- du synclinal de Val Vins (essentiellement quartier Vins Est et quartier Saint Christophe). Depuis la Société Péchiney a commencé les travaux de découverte (argiles et grès du Crétacé supérieur), en vue de l'exploitation à ciel ouvert du quartier Saint Christophe(1).

Les pompages destinés à maintenir les fouilles hors d'eau ont été effectués dans les anciens puits d'exploitation de Saint Christophe d'abord, des Beaux Quartiers ensuite. Ceux ci sont distants de 300 m et descendent dans deux compartiments tectoniquement séparés par un accident vertical de direction SW-NE.

Les pompages ont débuté le 15 mai 1970 (pompe à 246 m soit vers la cote -70) au débit de 220 m^3/h. Le débit total pompé au 31 décembre 1970 était de 1.562.400 m^3.

Le puits des Beaux Quartiers ne ressentait pas l'effet du pompage au dessous d'une certaine cote (étanchéité de la faille séparant les deux compartiments).Par contre les piézomètres du compartiment ouest étaient influencés par le pompage à l'inverse de ceux du compartiment est.

Le piézomètre situé entre le point de pompage et le Caramy a été influencé par le pompage montrant ainsi qu'il n'y avait pas réalimentation induite par la rivière.

Le pompage dans le puits des Beaux Quartiers a commencé le 8 mars 1971 (pompe entre les cotes -62 et -70) au débit de 85 m^3/h.

---

(1) - Nous remerçions vivement les ingénieurs de la Société Péchiney qui nous ont très aimablement communiqué toutes les données d'ordre hydrogéologique relatives à ces travaux.

Au total, en 1971 il a été pompé en moyenne 300 m^3/h (225 sur le puits Saint Christophe et 75 sur le puits des Beaux Quartier De plus les venues d'eau en fond de fouille ont progressivement augmenté du 20 juillet (début des pompages) au début d'octobre (de 15 à 70 m^3/h).

542 - Secteur de Mazaugues (fig. 452)

Trois permis, exploités en galerie avec exhaures existent dans le secteur de Mazaugues:Tourves, Baume Sud et Mazaugues aval.

5421 - Tourves (Société Alu Suisse)

Présente la particularité d'exploiter dans deux quartiers différents : un d'hiver et un d'été; ce dernier est noyé en hiver, dénoyé en été l'eau d'exhaure étant rejetée dans le karst du Crétacé supérieur calcaire dans une excavation naturelle (garagaï). L'eau vient surtout du Crétacé supérieur dans lequel s'infiltre une partie du débit du ruisseau du Grand Gaudin. Une coloration du ruisseau effectuée à l'amont des exploitations (en X 886,900 Y 124,580) a été décelée dans les exploitations de la Baume sud et à la source de la Figuière.

5422 - Baume sud

L'exhaure se fait à la cote 235 NGF (niveau hydrostatique à la cote 310). Les pompages ont commencé fin 1965. Les débits à l'étiage sont de l'ordre de 25 l/s. Les débits totaux mensuels minima étaient de 35.800 m^3 en 1966 (Aout), 63.360 en 1969 (Aout), 23.300 en 1971 (Aout) et les minima de 142.535 m^3 en 1966 (Nov.), 164.000 en 1969 (avril) et 305.370 en 1970 (janvier). Le fait que les pointes se produisent en période de fortes précipitations amène à penser qu'une grande partie du débit vient du toit. Le rejet s'effectue dans le Caramy à l'amont du banc calcaire santonien inférieur[1] après passage dans des bacs de décantation.

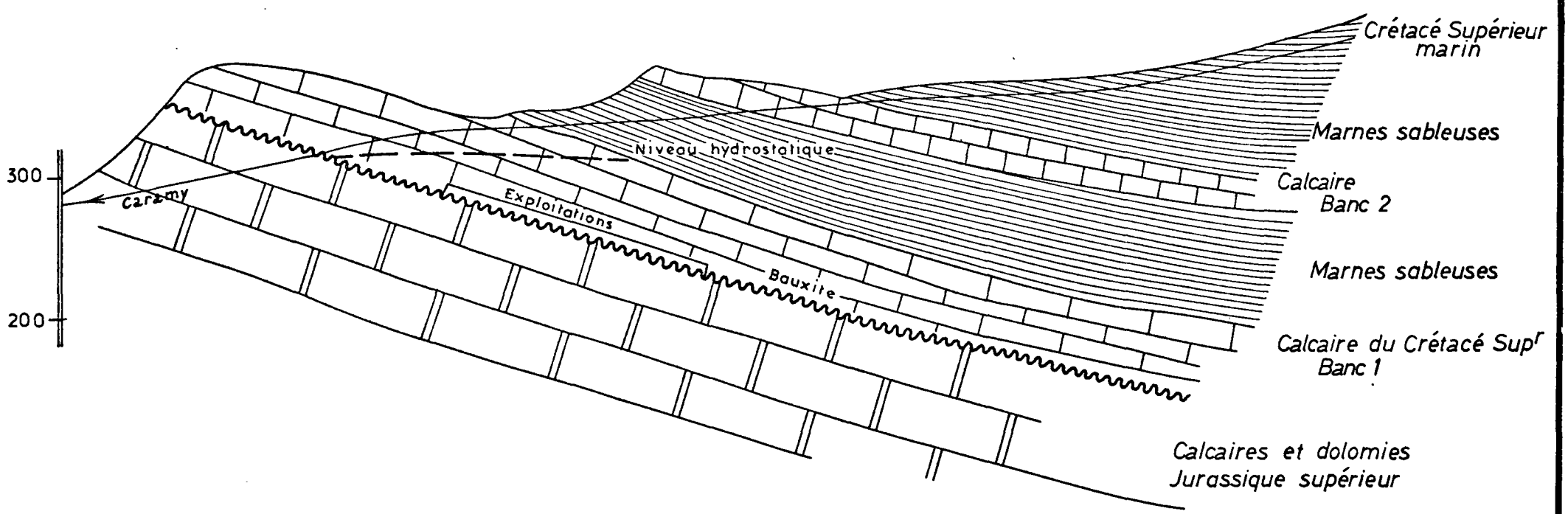
---

(1) - Le banc calcaire santonien inférieur (dit banc n° 1) est au toit de la bauxite. Le banc calcaire supérieur (dit banc n° 2), séparé du précédent par 50 m d'argiles peu sableuses, est le siège de circulations d'eau peu importantes et a une cote nettement supérieure (60 m) à celui de l'ensemble inférieur (jurassique supérieur - bauxite - banc n° 1).

Fig 5-4-2

Mines de Mazauges

Schéma Hydrogéologique



Echelle 1/10.000

5423 - Mazaugues aval (Société Péchiney)

Il n'y a pas eu nécessité d'exhaure en 1968 et 1969 jusqu'au mois de juillet où s'est produit une forte venue d'eau vers la cote 150 NGF ; les arrivées d'eau viennent du toit ; il n'y a pas cependant de liaison directe avec les précipitations. Les débits totaux mensuels ont progressivement augmenté : 206.700 m^3 en juillet 1969, entre 302.000 et 407.000 m^3 en 1970, entre 373.500 et 421.500 m^3 de janvier à octobre 1971.

L'eau est rejetée dans le ruisseau de l'Epine, affluent de rive droite du Caramy à l'amont du banc calcaire santonien n° 1.

543 - Mines de Saint Julien

Elles sont situées à l'Est des mines de Mazaugues, au-dessus de Saint Julien. Le contexte hydrogéologique est le même qu'à Mazaugues. L'exhaure s'est effectué à la cote 222 de 1963 à novembre 1967, avec un débit annuel de l'ordre de 500.000 m^3/an puis à la cote 196 ; le débit a alors augmenté (666.700 m^3 en 1968, 975.240 m^3 en 1969)(1).

A la fin de novembre 1970, l'émergence principale du groupe des sources de Saint Julien, situées à l'aval, tarissait ; elle coulait de nouveau au début de janvier 1971 mais tarissait au début de juillet.

544 - Mines d'Engardin

Le contexte hydrogéologique est le même qu'à Mazaugues mais l'exploitation se fait au-dessus de la cote du niveau hydrostatique. L'évacuation du minerai se fait par un travers banc traversant les calcaires et dolomies du flanc nord du synclinal jurassique au-dessus du niveau hydrostatique et les venues d'eau évacuées vers l'Argens sont faibles.

545 - Mines de Pélicon - Merlançon - Fontlade

Elles exploitent la couche de bauxite d'un synclinal étroit et déversé vers le Sud situé à l'Est de Brignoles au Sud de la nationale 7.

---

(1) L'apparition d'une venue d'eau a provoqué, dès le mois d'octobre 1969, une augmentation du débit (180.000 m3 en janvier 1970); un serrement réalisé en septembre a alors ramené le débit à des valeurs voisines de l'état antérieur).

Les exhaures se font en deux points mais il s'agit d'un seul réservoir aquifère, les galeries mettent les exploitations en communication. L'eau est rejetée dans le ruisseau de Gourgueïssou, affluent de rive droite de l'Argens.

Les pompages ont lieu depuis 1950.

En 1960, les débits pompés ont varié de 390 m^3/h en septembre à 530 m^3/h en mars. C'est l'année des exhaures les plus importants. La moyenne entre 1950 et 1964 se situe vers 275 m^3/h en septembre et 375 m^3/h en mars. Actuellement (hiver 1971) le débit serait voisin de 500 m^3/h.

Chapitre 6

HYDROGEOLOGIE

Les débits moyens et les cotes d'émergence des sources figurent dans le tableau en annexe II (voir carte hydrogéologique).

61 - SYNCLINAL DE VAL VINS (Massifs de Bois du Val et des Plaines)

L'hydrogéologique de ces massifs a fait l'objet de deux rapports[1] auxquels nous renvoyons. Nous rappellerons les conclusions des études hydrogéologiques , des analyses chimiques et des jaugeages :

- Drainage du massif du Val par les sources des 13 Rais au Nord, de Cologne, Font Verte, Bonnaval et la Viguière sur la bordure méridionale, le Dogger marneux ne pouvant être considéré comme imperméable.
- Impluvium de la source d'Ajonc constitué par le massif des Plaines, son auréole liasique méridionale en rive gauche de l'Issole et le prolongement du même ensemble en rive droite jusqu'au bassin fermé de Pomples[2].
- Non intervention du Caramy et de l'Issole.

---

(1) - Synclinal de Val Vins. Etude hydrogéologique 69.SGL.268.PRC et Campagne de jaugeages 1969.-70. Essai de bilan 71.SGN.106.PRC

(2) - Des analyses chimiques effectuées récemment montrent l'influence du Trias sur les eaux de la source du Chateau de la Plaine émergeant dans le Lias en rive droite de l'Issole (et le faciès très voisin de celui de l'eau d'un forage atteignant le Keuper sous le Lias à Pomples). L'influence du Trias sur Fontaine d'Ajonc est aussi manifeste (cf. annexe IV) . Il faut aussi tenir compte d'une suralimentation du captage par dérivation de l'Issole à certaines époques.

62 - MASSIF D'AGNIS

Tectoniquement isolé, il est essentiellement constitué par des calcaires et dolomies du Jurassique supérieur. L'hydrogéologie en est très bien connue par les travaux de la Société du Canal de Provence (galerie de Signes). Les exutoires sont les suivants :

- Au SW : source du Raby,
- Bordure méridionale : Sources du Gapeau et de Beaupré,
- Bordure septentrionale : source du Caramy,
- Bordure orientale : Sources de la Barrière, La Foux de la Roquebrussane, La Sambuc et La Servie.

Les analyses chimiques montrent l'identité des eaux des sources du Gapeau et de Beaupré. La Foux a des caractéristiques voisines mais est moins chargée en Na^+. Par contre Méounes est très magnésienne et très chargée en SO^{4-} et Na^+. Elle émerge d'ailleurs dans le Muschelkalk qui doit participer à son alimentation dans le secteur sud de la plaine de La Roquebrussane. La Sambuc par contre est peu chargé en Na^+ et SO^4 mais est très chlorurée. Là aussi le rôle du Trias est évident. L'alimentation doit provenir pour une grande part des secteurs nord de la plaine de La Roquebrussane.

Seule la moitié nord de cette unité (dépression fermée d'Agnis vraisemblablement exclue) intéresse le bassin du Caramy.

63 - SAINTE BAUME ORIENTALE

Cette unité hydrogéologique englobe le Crétacé supérieur calcaire de la plaine de Mazaugues et le Jurassique calcaro dolomitique recoupé en gorges par le haut Caramy.

Les limites méridionale (Crétacé supérieur argileux), orientale (accident de la Roquebrussane), et septentrionale (dépression triasique de Tourves) sont bien définies. Par contre à l'Ouest, il

existe une ligne de partage des eaux au sein des calcaires et dolomies de part et d'autre de laquelle le drainage s'effectue, à l'Ouest vers la Foux de Nans, à l'Est vers le Caramy. Cette limite passe vraisemblablement un peu à l'Est de la ligne de partage des eaux superficielles car on sait que le réseau du gouffre du petit Saint Cassien a son exutoire à la Foux de Nans et qu'il en est sans doute de même de tout le secteur très karstique environnant.

Les exutoires sont les suivants :
- le Long du Caramy : La Figuière, Lieutaud, Les Lecques,
- à l'extrémité nord orientale : Saint Julien,
- au Nord : La Mère des Fontaines.

Cette dernière émergence se trouve dans le Muschelkalk mais sa composition chimique -très différente de celle de la Foux de Tourves plus au Nord et très proche de celle des Lecques- conduit à l'envisager comme un exutoire du Jurassique supérieur.

Notons que dans cette unité les exploitations souterraines de bauxite ne sont possibles que grâce à des exhaures importants dont l'origine est soit des eaux de surface percolant à travers le Crétacé supérieur, soit des eaux en provenance du Jurassique supérieur. Les rejets se font, soit dans le Caramy, soit dans le ruisseau de Saint Julien.

64 - ZONE TRIASIQUE DE TOURVES

La source de la Foux est située sur la ligne de partage des eaux superficielles entre les bassins du Haut Argens et du Caramy; son impluvium s'étend donc à l'Ouest.

A l'Est de cette ligne de partage des eaux l'impluvium triasique est réduit. La tectonisation introduit un certain compartimentage.

Les exutoires sont les suivants :
Sources de Baou Mouron, Font Rouvière, Cocoul, La Blanche et Telmond. Seule celle de Baou Mouron présente quelque importance.

Les courbes de la surface piézomètrique établies à partir des quelques sondages existants montrent que le drainage du karst profond (Muschelkalk inférieur s'effectue vers l'Est, en direction du Caramy.

65 - MASSIF DE NEOULES

Il constitue une unité hydrogéologique bien définie englobant toute la série jurassique du Lias au Malm (et englobant une bande triasique au Sud-Est).

Les exutoires sont les suivants :
- au Nord : Font Bayaou, Font Robert, La Servette et Trians,
- au Sud Ouest : Les Tuves, Les Rampins, Font Saint Jacques étudiées dans le cadre du bassin du Beausset.
- au Sud Est : sources de Cuers (Touve, Grotte Vieille, La Grille et Saint Emmanuel).

Seule la partie nord -englobant vraisemblablement la dépression fermée de Pymeningond- intéresse le bassin de l'Issole

66 - PLAINE DE GAREOULT (Haute vallée de l'Issole)

C'est une zone d'effondrement tectonique dans le Trias comblée par des sédiments continentaux pliocènes et quaternaires. Le Muschelkalk calcaire affleure sporadiquement sur les bordures nord et sud et plus largement au SW. Un pointement de Permien existe près de la Foux de la Roquebrussane.

Des lacs temporaires à niveau variable existent sur la bordure nord dans des effondrements de Keuper au contact de lentilles de calcaires du Muschelkalk très redressés (Petit et Grand Loutien).

Le Grand Loutien a la forme d'un cratère de 120 m sur 150 m et 43,5 de profondeur et n'est jamais à sec (plan d'eau à la cote moyenne de 816 m). Le Petit Loutien a la forme d'une cuvette régulière de 120 m de diamètre et tarit complétement en année séche. Les eaux du ruisseau du Cendrier y sont dérivés en périodes de précipitations.

Plus à l'Ouest mais dans le même alignement, se trouvent également les dolines des Pesquiers liées aussi à des effondrements dans le Trias; la plus orientale, d'environ 70 m de diamètre et 4 m de profondeur, reçoit des eaux de colature.

L'Issole est tarie en été à l'amont de Garéoult. Les courbes isopièzes montrent que le drainage s'effectue vers Garéoult ou existent plusieurs sources importantes : Aiguines, Bouilladoux et de Clastre dont les eaux, chargées en sulfates, ont un faciès caractéristique des eaux issues du Muschelkalk (analogue à celui des eaux de la Foux de Tourves).

67 - MASSIF DES THEMES - ROCBARON

Cette unité est bien délimitée : au Nord par la vallée de l'Issole, au Sud par la dépression permienne, à l'Ouest par la dépression de Trians et l'accident de la chapelle Sainte Philomène, à l'Est par la dépression Carnoules - Besse.

Le massif est constitué surtout de calcaires marneux du Dogger avec une couverture réduite de calcaires du Malm (massif de Thèmes proprement dit). Il est entouré -sauf à l'Ouest- d'une auréole liasique.

Les exutoires sont :

- à l'Est les sources de Garouvin, des Fontinelles, la mère des Fontaines

- au Sud la Foux de Puget,
- au Nord un drainage s'effectue par l'Issole.

Des émergences isolées au sein du massif, et de faible débit, sont issues du Malm (sources au Sud du massif de Thèmes, Fray Long, captage de Rocbaron) ou du Dogger, émergeant sur des accidents.

L'analyse chimique de la source de la Mère des Fontaines montre que l'eau -non sulfatée- n'a pas circulée dans le Trias donc que son alimentation vient de l'Ouest et non de l'Est.

Les jaugeages mettent en évidence des pertes de l'Issole à l'aval du contact Lias-Keuper (voir § 611). La source de Garouvin -dans le Keuper- est en liaison avec ces pertes, mais la majeure partie de celles ci s'effectue dans le Muschelkalk plus à l'aval.

68 - MASSIF DE SAINT QUINIS

L'unité hydrogéologique est bien délimitée au Nord (dépression des Hautes Bastides au Nord de la Loube, et de Camps la Source -Crétacé supérieur-), à l'Ouest (accident de Roquebrussane), au Sud (haute vallée de l'Issole) et au SE (bordure du Keuper). Au NE la limite est imprécise : elle correspond vraisembleblement aux accidents prolongeant la dépression de Camps la Source vers le SE.

Ainsi délimitée cette unité comprend surtout des calcaires et dolomies du Jurassique supérieur mais également du Dogger et du Lias à l'Ouest (massif surélevé et faillé de la Loube et de l'Infernet) et au SE (flanc nord de l'anticlinal de l'Issole dans la région de Sainte Anastasie).

Les exutoires sont les suivants :

- bordure septentrionale : source de la Moutonne, la Présidente et groupe des émergences de Camps la Source (Capen Vert - Le Plan, Mandris - Saint Julien, Pierre)

- bordure méridionale : Saint Médard, Saint Martin (contact Jurassique-Dogger) campagne Bruno (Lias), sources de Sainte Anatasie (Au Loin, Rebois) et source des Angles.

Un drainage s'effectue par l'Issole entre les sources de Garéoult et la base du Lias à l'Est de Sainte Anastasie.

L'analyse chimique montre l'identité de faciès des eaux de la bordure septentrionale. Par contre celles de la bordure méridionale, Saint Médard et Saint Martin, sont plus sulfatées, de même que les sources de Sainte Anastasie et Les Angles.

69 - MASSIF D'ENGARDIN - LA CELLE

Il est constitué uniquement de Malm (calcaires et dolomies) chevauchant vers le Sud le Crétacé supérieur argilo-gréseux.

Les exutoires sont tous situés au Nord : sources d'Eouvière et de Franco. Les galeries d'exploitation des bauxites, au dessus du niveau hydrostatique, ne drainent qu'un faible débit.

A l'extrémité orientale, dans le secteur écaillé du Candellon, existent de petites émergences (Les Tuves, Les Lauriers).

70 - UNITE DE BRIGNOLES

Elle est constituée par une série de synclinaux séparés par des anticlinaux pincés où affleure le Keuper. L'ensemble est limité au Sud par le Crétacé supérieur de la dépression de Camps la Source, au Nord par l'Issole puis la bordure liasique du massif des Plaines - Cabasse, à l'Ouest par la dépression de la Celle (ruisseau de Camps la Source), à l'Est la limite est incertainne; les gouttières synclinales plongent tectoniquement vers l'Ouest, cependant il semble qu'à l'Est des exploitations de bauxite de Pélicon le drainage s'effectue vers l'Issole. Les deux synclinaux méridionaux sont drainés au Sud (source communale de Camps la Source) et au NW en bordure de la vallée de l'Issole (source de Saint Pierre et Saint Simon au Sud de Brignoles). Le débit d'exhaure des mines

de bauxite de Pélicon est peu important.

Le synclinal septentrional est drainé vers la source de Vabre sur sa bordure sud; le long du Keuper de bordure, existent des puits.

71 - MASSIF TRIASIQUE DE FLASSANS

Cette vaste unité correspond pour l'essentiel à des affleurements triasiques (calcaires du Muschelkalk) où les phénomènes karstiques sont très développés et où les bassins fermés ou semi fermés sont très nombreux.

Parmi ces bassins certains peuvent être submergés pendant plusieurs semaines; d'autres doivent être drainés pour pouvoir être cultivés. Le problème de l'évacuation des eaux se pose toujours à partir du moment où les fissures du calcaire sont gorgées d'eau.

Il existe dans ces formations des circulations à deux niveaux.Au niveau supérieur se forment des nappes perchées atteintes par des puits isolés ; les eaux sont retenues par le Keuper altéré ou par les formations calcaires disloquées au dessus des assises argileuses correspondant au Muschelkalk moyen. Le second niveau se localise dans le karst profond se développant dans les calcaires et dolomies du Muschelkalk inférieur. Le drainage du premier niveau s'effectue surtout vers le Nord et l'Issole.

Quelques forages - dont le nombre tend à se développer actuellement- atteignent le karst profond. Ils sont malheureusement concentrés dans le secteur nord; l'établissement d'une carte de la surface piézomètrique est donc aléatoire. Néanmoins il paraît établi que dans le Nord l'Issole assure une partie du drainage mais l'essentiel de celui-ci s'effectue vers l'Est (Le Luc) et le Sud (bordure permienne). Les cotes topographiques sont d'ailleurs plus basses dans ce secteur.

Les premiers résultats des jaugeages effectués montrent des pertes de l'Issole dans le karst triasique à partir du méridien de Besse. Ceci est décelable surtout à l'étiage. Ces jaugeages montrent en outre qu'il ne s'effectue aucun drainage par l'Issole entre Besse et la sortie du karst triasique à Flassans. Les résultats sont les suivants :

Stations de jaugeage :

1000 - Issoles entre Sainte Anastasie et Besse
1001 - Dérivation Issole R.G. même point
1005 - Issole Pont du G.C. 130 au Sud de Besse
1020 - 21 - 22 - Issole à la Grande Bastide au Nord de Flassans
1030 - Issole à l'aval de Cabasse (Saint Loup).

	15 mars	15 juin	15 septembre
1000	1.320	83	0
1001	217	251	95
1000+1001	1.537	334	95
1005	/	33	0
1020-21-22	1.842	174	54
1030	2.260	197	37

Les résultats des quelques sondages existants montrent qu'il faut également inserré dans l'unité de Flassans les affleurements jurassiques situés entre l'Issole et le massif de Brignoles.

Les exutoires de cette unité sont les suivants :

- Bordure méridionale :
  - Captage de la Seyne (Puits Guisol - Grand Toun - Petit Toun)
  - Source des Platanes à Carnoux
  - Source de Pignans (Berthoire, Les Laines, Pré des Anes, Saint Pierre, Le Cresson)
  - Font d'Aille et Saint Tiburce.

Les analyses chimiques montrent que le faciès de la source des Platanes est très comparable à celui de la Foux de Tourves émergence d'un karst triasique.

- Bordure nord orientale

. Sourcesdu Luc (Gamaton, Engalinesse, Saint Antoine).

Les teneurs en carbonates et sulfates de la source minérale de Pioule -de faible débit (0,5 1/s)- qui sourd dans les grès permiens à proximité du Luc, amène à penser à une liaison avec le massif triasique de Tourves à la faveur de fractures affectant le substratum argilo-gréseux de ce dernier.

- Dans la vallée de l'Issole

. Sources de Flassans (Colombier, Saint Michel, Rayol).

C O N C L U S I O N S

Cette étude préliminaire décrit l'hydrogéologie de la région. Il s'en dégage, en fonction de la nature lithologique des terrains, de la structure, des cotes des émergences et de la composition chimique des eaux, un certain nombre d'unités hydrogéologiques drainées par une ou plusieurs sources.

Cependant une telle étude descriptive ne peut résoudre tous les problèmes. En particulier certaines limites d'unité restent imprécises. La campagne de jaugeages en cours, qui intéresse aussi bien les sources les plus importantes ou les plus caractéristiques, que les débits de ruissellements superficiels, doit permettre de tenter l'approche du bilan des unités et de lever les inconnues.

Deux terrains jouent un role essentiel dans l'hydrogéologie de ces bassins : les calcaires et dolomies du Jurassique supérieur et les calcaires et dolomies du Muschelkalk. Les calcaires du Lias sont perméables par fissures mais les affleurements sont moins étendus. Les marno calcaires du Dogger -ainsi que l'avait montré l'étude du synclinal de Val Vins- ne sont pas rigoureusement imperméables.

En ce qui concerne les circulations dans le Jurassique il ne semble pas qu'il y ait des ressources nouvelles à récupérer. C'est d'ailleurs ce qu'ont montré les travaux entrepris sur le massif d'Agnis en liaison avec l'exécution de la galerie de Signes.

Des exhaures importants ont lieu actuellement dans certaines exploitations de bauxite (Mazaugues - Saint Christophe); les résultats en seront examinés lors de l'établissement des bilans. A Mazaugues les prélèvements s'effectuent au détriment des réserves régulatrices (tarissement des sources de Saint Julien). Il en est de même à Saint Christophe, cependant la situation est ici différente car on se trouve à une plus grande distance des résurgences (Fontaine d'Ajonc) et d'autre part le rejet s'effectuant dans le Caramy, il y a possibilité de réinfiltration dans le magasin plus à l'aval. Le bilan de l'unité jurassique intéressée a été calculé lors de la réalisation de l'étude du synclinal de Val Vins; les conclusions en sont confirmées par l'étude du bassin de l'Issole (extension de l'impluvium de Fontaine d'Ajonc à la rive droite de l'Issole).

En ce qui concerne cette unité la coloration qui devait être effectuée aux embuts de Pomples, pour vérifier les liaisons probables avec le bassin de l'Issole, n'a pu être réalisée, les intensités des précipitations n'ayant pas été suffisantes. Cette coloration reste à effectuer.

Une autre coloration inscrite au programme est celle du garagaï de Combaret dans le massif de Saint Quinis. Les résultats permettraient d'établir la concordance ou la non concordance de la ligne de partage des eaux superficielles avec la ligne de partage des eaux souterraines.

Deux autres colorations ayant le même but seraient intéressantes dans les unités de Néoules (dépression fermée de Pymeningoud) et de Themes (dépression des Themes) mais les reconnaissances spéléologiques n'ont pu encore localiser des circulations souterraines permanentes ou semi permanentes.

En ce qui concerne les circulations dans le Muschelkalk, l'étude hydrogéologique conduit à envisager une suralimentation par perte de l'Issole du grand massif de Flassans. D'autre part les résultats des quelques sondages réalisés montrent l'existence de circulations importantes dans un karst profond dans les niveaux inférieurs du Muschelkalk alors que des circulations perchées existent dans des niveaux superficiels.

De ce fait, et étant donné l'existence de nombreuses cuvettes déprimées topographiquement basses, des ressources nouvelles paraissent aisément sollicitables par forages dans toute l'étendue du massif.

L'établissement du bilan apportera sur ce point des données complémentaires importantes.

Le Muschelkalk paraît aussi jouer, vis à vis des circulations dans les massifs jurassiques, un rôle de drain : ceci est semble-t-il vérifié par l'étude hydrochimique pour l'extrémité orientale de la Sainte Baume (Mère des Fontaines de Tourves). Le fait est aussi très probable pour le Muschelkalk de la plaine de la Roquebrussane qui semble drainer -avec les alluvions- le massif de Saint Quinis. Là aussi le bilan doit permettre de préciser ce fait.

Les alluvions constituent -tant dans la plaine de la Roquebrussane que dans la vallée de l'Issole en amont de Brignoles- un magasin aquifère intéressant, peu sollicité jusqu'ici.

BIBLIOGRAPHIE

Carte géologique de la France:au 1/50.000 Feuilles Draguignan et Collobrières;au 1/80.000 Feuilles Aix en Provence et Draguignan.

W. KILIAN - 1906. Essai d'une monographie hydrologique des environs de Garéoult (Var).S.G.F, Bull. n° 111, T. XVI, Juin 1906, p. 475 - 492

J. DE LAPPARENT - 1930. Les bauxites de la France méridionale. Thèse Sc. 1930.

BURGEAP (M.R.U.) - 1948. Etude hydrogéologique détaillée de la région de Carnoules Besse (Var). Juin 1948

P. IMBERT - 1952. Contribution à l'étude de l'eau minérale de Pioule (Le Luc en Provence) Thèse Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marseille 8 juillet 1952.

C. CORNET - 1957. Etude tectonique et morphologique de la région de Méounes et de la Roquebrussane. R. Geog. phys. Geol. dyn, t.I, 2,1957, p. 113 - 118 et 4, p. 235 - 245.

G. MENESSIER - 1958. Observations tectoniques dans les massifs de Saint Quinis et de Thèmes près de Besse (Var). Bull. Carte géolog. Fr. n° 56, 1958, p. 197 - 207.

G. MENESSIER - 1959. Etude tectonique sur le massif de la Loube. B.S.G.F. (7), I, 1, 1959, p. 43 - 51.

J. NICOD - 1963. Sur la morphologie quaternaire du Bassin de la Roquebrussane (Var). Ministère de l'Education Nationale. Comité des travaux historiques et scientifiques. Bull. section de géographie, T. LXXVI, 1963, pp. 141 - 165.

J. NICOD - 1967. Recherches morphologiques en Basse Provence calcaire. Etudes et Travaux de Méditerranée 1967.

Société du Canal de Provence - 1968. Etude hydrogéologique de l'extrémité orientale du massif de la Sainte Baume. Ressources en eau entre Mazaugues et Tourves. Cabinet d'études Ruby. Avril 1968.

G. MENESSIER - 1969. Etude tectonique du massif triasique de Flassans (Var). Bull. du B.R.G.M., (2 ème série), Section I, n° 2, 1969, p. 55 - 72.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

Carte Hydrogéologique
BASSINS DU CARAMY ET DE L'ISSOLE
(VAR)

ECHELLE 1/50 000

LÉGENDE

GÉOLOGIE

Terrains à perméabilité élevée. Perméabilité de fissures (calc. et dolomies) ou d'interstices (alluvions)	Terrains à faible perméabilité. Perméabilité de fissures (calcaires marneux ± tectonisés).	Terrains peu perméables ou hétérogènes (formations sablo-argil. Altern. calcaires-marnes).	Terrains à perméabilité très faible. (marnes et argiles).

QUATERNAIRE
Eboulis et terrasses
Colluvions et éluvions

CRETACE INF., MOYEN, ET SUPERIEUR –
Urgonien et Albien calcaires
Cenomanien calcaire
Santonien calc. et greso-calc.

JURASSIQUE SUP. et BATHONIEN – Calcaires et dolomies.

DOGGER
Calcaire marneux

LIAS
Calcaires

MUSCHELKALK
Calcaires dolomies et cargneules.

MIOCENE
CRETACE SUPERIEUR
(VALDONNIEN)

Calcaires et marnes

Sable et argiles

Bauxite

KEUPER. Argiles et gypse. Dolomies et cargneules peu épaisses et tectonisées

KEUPER. Argiles à gypse, dolomies et cargneules – Séries épaisses.

TRIAS INF. et PERMIEN. Argiles gréseuses.

STRUCTURE

Contour géologique

Faille

Chevauchement

Axe anticlinal

Axe synclinal

Ligne de crête structurale profonde dans le massif karstique triasique de Flassans (toit des Grès Bigarrés) et sens d'abaissement d'axe (d'après G. Menessier)

Gouttière structurale dans le même système et sens d'abaissement d'axe.

1/ Tracé de coupe

HYDROLOGIE DE SURFACE

OUVRAGES HYDRAULIQUES

Limite de bassin versant superficiel

Limite de bassin versant souterrain

Cours d'eau aérien à circulation permanente

Cours d'eau aérien à circulation temporaire

Barrage et retenue

Bassin fermé à drainage souterrain

930 Station de jaugeage non équipée – source

970 Station de jaugeage non équipée – ruissellement

Canal de Provence – Tracé à l'air libre et souterrain

HYDROLOGIE SOUTERRAINE

SONDAGES

Repérage par 1/8 de feuille au 1/50 000

1022	Numéro de la feuille
8	Numéro du 1/8 de feuille (1 à 8)
91	Numéro du forage dans le 1/8 de feuille
•	Puits
16	Forage ayant rencontré un aquifère (son numéro dans le 1/8 de feuille)

300 Nappe profonde du Karst triasique
Courbe isopiézométrique
(d'après résultats de sondages 1970-1971)

Nappe des alluvions et des terrains sédimentaires

Nappe superficielle suspendue dans le Karst triasique

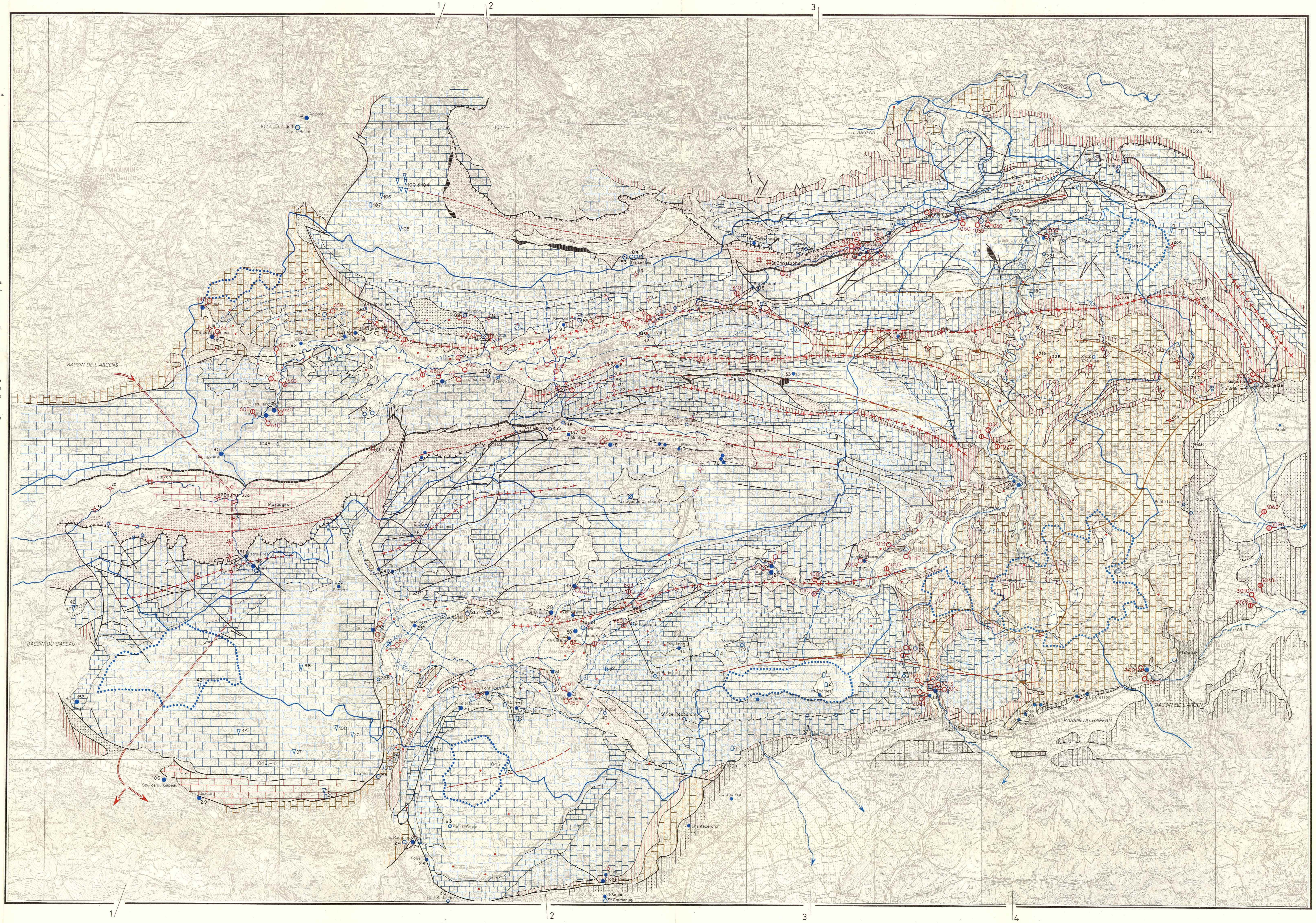
350 Courbe isopiézométrique
(Vallée de l'Issole : printemps 1970)
(Vallée du Caramy : printemps 1971)
(Trias : printemps 1970)

SOURCES ET CAVITES KARSTIQUES

Repérage des sources et cavités par 1/8 de feuille au 1/50 000

1022	Numéro de la feuille
4	Numéro du 1/8 de feuille (de 1 à 8)
27	Numéro de la source dans le 1/8 de feuille

Débit inférieur à 1 l/s	Source temporaire
1 à 5 l/s	Station de pompage
5 à 10 l/s	Aven
10 à 100	Grotte
Supérieur à 100 l/s	Exhaure mine de bauxite



71 – SGN – PR.C.

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
Service Géologique Régional – Provence Corse

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

Carte Hydrogéologique
BASSINS DU CARAMY ET DE L'ISSOLE
(VAR)

ECHELLE 1/50 000

LÉGENDE

GÉOLOGIE

Terrains à perméabilité élevée. Perméabilité de fissures (calc. et dolomies) ou d'interstices (alluvions)

Terrains à faible perméabilité. Perméabilité de fissures (calcaires marneux ± tectonisés).

Terrains peu perméables ou hétérogènes (formations sablo-argil. Altern. calcaires-marnes).

Terrains à perméabilité très faible. (marnes et argiles).

QUATERNAIRE
Eboulis et terrasses
Colluvions et éluvions

CRETACE INF., MOYEN, ET SUPERIEUR – Urgonien et Albien calcaires
Cenomanien calcaire
Santonien calc. et greso-calc.

JURASSIQUE SUP. et BATHONIEN – Calcaires et dolomies.

DOGGER
Calcaire marneux

LIAS
Calcaires

KEUPER. Argiles et gypse. Dolomies et cargneules peu épaisses et tectonisées

MUSCHELKALK
Calcaires dolomies et cargneules.

MIOCENE
CRETACE SUPERIEUR (VALDONNIEN)

Calcaires et marnes

Sable et argiles

Bauxite

KEUPER. Argiles à gypse, dolomies et cargneules – Séries épaisses.

TRIAS INF. et PERMIEN. Argiles gréseuses.

STRUCTURE

Contour géologique

Faille

Chevauchement

Axe anticlinal

Axe synclinal

Ligne de crête structurale profonde dans le massif karstique triasique de Flassans (toit des Grès Bigarrés) et sens d'abaissement d'axe (d'après G. Menessier)

Gouttière structurale dans le même système et sens d'abaissement d'axe.

1/ Tracé de coupe

HYDROLOGIE DE SURFACE

OUVRAGES HYDRAULIQUES

Limite de bassin versant superficiel

Limite de bassin versant souterrain

Cours d'eau aérien à circulation permanente

Cours d'eau aérien à circulation temporaire

Barrage et retenue

Bassin fermé à drainage souterrain

930 Station de jaugeage non équipée – source

970 Station de jaugeage non équipée – ruissellement

Canal de Provence – Tracé à l'air libre et souterrain

HYDROLOGIE SOUTERRAINE

SONDAGES

Repérage par 1/8 de feuille au 1/50 000

1022 Numéro de la feuille

8 Numéro du 1/8 de feuille (1 à 8)

91 Numéro du forage dans le 1/8 de feuille

Puits

16 Forage ayant rencontré un aquifère (son numéro dans le 1/8 de feuille)

320 Nappe profonde du Karst triasique
Courbe isopiézométrique
(d'après résultats de sondages 1970-1971)

Nappe des alluvions et des terrains sédimentaires

Nappe superficielle suspendue dans le Karst triasique

350 Courbe isopiézométrique
(Vallée de l'Issole : printemps 1970)
(Vallée du Caramy : printemps 1971)
(Trias : printemps 1970)

SOURCES ET CAVITES KARSTIQUES

Repérage des sources et cavités par 1/8 de feuille au 1/50 000

1022 Numéro de la feuille

4 Numéro du 1/8 de feuille (de 1 à 8)

27 Numéro de la source dans le 1/8 de feuille

Débit inférieur à 1 l/s

1 à 5 l/s

5 à 10 l/s

10 à 100

Supérieur à 100 l/s

Source temporaire

Station de pompage

Aven

Grotte

Exhaure mine de bauxite

71 – SGN – PR.C.

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
Service Géologique Régional – Provence Corse

Annexe I

I N V E N T A I R E S P E L E O L O G I Q U E

Nom et nature	Coordonnées Lambert			Indice B.R.G.M.	Position géologique - Description	Commune
	X	Y	Z			
Aven de Combecave	914.261	135.240	200	1023.6.5	Calcaire dolomitique Bathonien supérieur	Cabasse
Grotte Maison des Fées	914.800	134.300	200	1023.6.6	Calcaire Bathonien supérieur	Cabasse
Aven de Carteresse	915.600	129.250	285	1023.6.7		Flassans
Aven de Gagère	916.190	135.600	255	1023.6.8	Calcaire Bathonien supérieur	Cabasse
Aven de Pomples	919.150	134.250	337	1023.6.9		Cabasse
Grotte des Loups	919.950	121.900	295			Gonfaron
Aven de la Miraillette	920.700	129.500	200	1023.6.11		Le Luc
Aven des Pins Bâtards	914.100	134.550	195	1023.6.30		Cabasse
Aven de la Bouissière	915.000	132.050	310	1023.6.180	Calcaire hettangien	Cabasse
Aven du Mulet	885.370	120.900	667	1045.2.42	Calcaire lapiaz urgonien	Signes
Aven Ragage du Marquis	889.500	118.700	860	1045.2.43		Signes
Aven la Marseillaise	890.760	117.300	710	1045.2.44		Signes
Aven Signoret	892.500	116.750	650	1045.3.97	Calcaire urgonien	Méounes

Nom et nature	Coordonnées Lambert			Indice B.R.G.M.	Position géologique - Description	Commune
	X	Y	Z			
Aven de Léounière	892.750	119.350	674	1045.3.98		La Roquebrussane
Aven de Souquier	893.240	123.810	625	1045.3.99	Calcaire urgonien	La Roquebrussane
Aven (petit de Bramapan) n° 11	893.800	117.520	630	1045.3.100		Méounes
Aven du Bramapan n° 1	894.300	117.350	-	1045.3.101		Méounes
Grotte de Rate Pénate	896.750	116.950	400	1045.3.102	Calcaire dolomitique jurassique supérieur	Méounes
Aven le Regaï de Néoules (temporaire)	899.000	118.640	340	1045.3.103	Dogger jurassique - Bathonien inférieur	Néoules
Grotte de la Baroubine	905.610	120.410	470	1045.4.3		Besse
Grotte des Ferrières	906.120	117.280	358.90	1045.4.11	Calcaire	Puget ville
Grotte Baume de Néoules	899.450	118.000	370	1045.4.12	Calcaire schisteux	Néoules
Aven du Pissadou	893.500	115.500	330	1045.7.19	Calcaire urgonien	Méounes
Grotte des Baous	893.560	115.340	325	1045.7.20	Calcaire urgonien	Méounes
Aven du Tanck 1	895.190	108.820	610	1045.7.18	Dolomies néo jurassique Portlandien	Solliès Toucas
Grotte des Rampins	896.520	114.040	328,5	1045.7.25	Calcaire à silex Bajocien Bathonien	Méounes
Grotte de Fogelli	896.800	113.560	310	1045.7.26		Méounes
Aven Coste	899.120	116.420	520	1045.7.70	Dolomie Jurassique	Néoules

Nom et nature	Coordonnées Lambert			Indice B.R.G.M.	Position géologique - Description	Commune
	X	Y	Z			
Grotte résurgence de Thèmes	(1) 908.600	119.250	412	1046.1.1	Bathonien supérieur	Besse
Grotte des 8 heures	(1) 909.220	119.420	409	1046.1.2	Bathonien supérieur	Besse
Grotte Deven	914.230	127.050	280	1046.2.1		Flassans

(1) - Coordonnées de la fiche spéléologique : à vérifier

Annexe II

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°BRGM	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	ϕ	T°
	Brignoles 1022/3										
Bras	14	892.000	136.570	259	Muschelkalk	Arguilée	Important	Argens (Lauron)	Vidange du karst triasique de Saint Maximin		15° mai 1969
	Brignoles 1022/6										
Tourves	51	889.050	130.500	305	Muschelkalk	La Foux de Tourves	50	Caramy	Débit variant de 10 à 110 (année 1970) pouvant s'assécher temporairement, exutoire du haut triasique de Tourves	2150	13,9° juillet 1970
Tourves	50	889.360	129.540	300	Muschelkalk	Mère des Fontaines	10	Caramy	Débit variant de 6 à 18 (année 1970), exutoire du karst triasique de Tourves		14,1° juillet 1970
Tourves	47	891.070	127.060	280	Jurassique supérieur	Lieutaud	40	Caramy	Débit variant entre 20 et 150 (année 1970). Emergence à la base du Jurassique supérieur dolomitique		14,3° juillet 1970
Tourves	48	891.440	127.420	275	Jurassique supérieur	Les Lecques	30	Caramy	Débit variant de 20 à 60 (année 1970). Emergence à la base du Bathonien calcaire.		14,1°W juillet 1970
	Brignoles 1022/7										
Brignoles	110	896.600	128.490	236	Jurassique supérieur	Eouvière	50	Caramy	Débit variant entre 20 et 130 (année 1970)		14,5° juillet 1970
Brignoles	135	898.320	128.790	235	Jurassique supérieur	Platrière	faible	Caramy	Est de la Bastide Franco. Source temporaire		
Brignoles	136	898.000	128.790	235	Jurassique supérieur	L'Abois	faible	Caramy	Ouest de la Bastide Franco. Source temporaire.		
Brignoles	132	894.220	127.400	259	Jurassique supérieur	Saint Julien	30	Caramy	Tarie en 1970 par les exhaures des mines de Bauxites à l'amont	1510	
Tourves	117	895.230	130.220	350	Muschelkalk	Fontaine Telmond	2 (mai 70)	Caramy		1600	
Tourves	116	894.290	130.720	260	Muschelkalk	Les Jonquiers	2 (mai 70)	Caramy		1655	
Tourves	90	892.870	130.500	277	Muschelkalk	Baou Mouron	12	Caramy	Débit variant de 3 à 60 (année 1970)		14,5° mai 1969

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	ℓ	T°
Tourves	114	893.400	129.750	255	Muschelkalk	La Blanque	5 (mai 70)	Caramy		1545	
Tourves	92	892.200	129.540	258	Muschelkalk	Cocoue	30 (mai 69)	Caramy	Sort à la base d'un petit pointement de calcaire noyé dans les alluvions		14° mai 69
Tourves	81	897.8	130	234	Miocène	Font Verte	30 (mai 69)	Caramy	Jaugeage mai 69. Point bas d'une petite vallée miocène reposant sur le Jurassique moyen		14° mai 69
Tourves	91	893.85	129.98	255	Muschelkalk	Font Rouvière	5 (mai 69)	Caramy	Point bas du vallon; contact avec les alluvions. Drainage du Trias région de Tourves		14° mai 69
Brignoles	82	897.24	130.63	239	Jurassique moyen supérieur	Cologne	9 (mai 69)	Caramy	Sourd dans le Rhétien, mais est un exutoire de l'unité du Jurassique supérieur du Bois du Val.		14° mai 69
Bras	84 Brignoles 1022/8	891.690	136.270	270	Muschelkalk	Gourts Benis	Très gros débit	Argens (Lauron)	Vidange du karst triasique de Saint Maximin		15° mai 69
Brignoles	137	900.6	127.000	258	Jurassique	La Moutonne	5 (mars 1970)	Caramy	Sourd dans le Crétacé supérieur		
Brignoles	93	900.3	130.5	228	Lias	Bonnaval	1,5 (mai 1969)	Caramy	Base du Rhétien captée dans les alluvions		15° mai 69
Brignoles	85	900.8	130.6	227	Lias	La Viguière	6 (mai 1969)	Caramy	Base du Rhétien captée dans les alluvions		14° mai 69
Brignoles	132	902.02	129.34	228	Lias	St Pierre	3 (mars 1970)	Caramy	Lias; contact Lias-Keuper probable masqué par les alluvions		
Brignoles	94	901.67	128.97	235	Lias	St Simon	15	Caramy	Vidange de l'unité jurassique du sud de Brignoles (au contact d'un accident)		15° mai 69
Brignoles	131	902.88	130.21	205	Lias	Fontaine de Vabre	0,5 (mars 1970)	Caramy	Point bas dans le Lias		
Le Val	83	902.1	132.8	245	Jurassique supérieur	Les 13 Rais Ste Catherine	80 (mai 1969)	Argens (Riberotte)	Vidange du massif jurassique du Val		15° mai 69
Le Val	84	902.43	132.69	243	Jurassique supérieur	Sce Est des 13 Raies	20 (mai 1969)	Argens (Riberotte)	Vidange du massif jurassique du Val		15° mai 69

(1) Débit moyen si la date de jaugeage ou l'estimation n'est pas donnée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous.bassin	Observation	ϕ	T°
La Celle	135	900.000	127.25	280	Santonien	Les Lauriers	0,20 (juin 70)	Caramy	Contact Crétacé Jurassique (chevauchant)		
La Celle	136	900.41	127.55	245	Jurassique	Les Tuves	10 (juin 70)	Caramy	Contact Crétacé Jurassique (chevauchant)		
Comps la Source	Draguignan 1023/5	904.340	127.58	265	Crétacé supérieur	Source communale	3				
Vins	69	909.520	133.190	195	Jurassique supérieur	Aven Ouest	Temporaire	Caramy	N'a pas débordé en 1970. Débordement de la nappe du Jurassique supérieur du massif des Plaines.		
Vins	70	909.740	133.260	192	Jurassique supérieur	Petit Etang	2	Caramy	Nappe du Jurassique ayant envahi les anciennes exploitation de bauxite et venue au jour à la suite d'effondrement.		
Vins	71	910.060	133.260	192	Jurassique supérieur	Aven Est	Temporaire	Caramy	N'a pas débordé en 1970. Source de trop plein ne fonctionnant qu'en très hautes eaux		
Vins	40	909.52	133.25	181	Jurassique supérieur	Grand effondrement	60 mai 1969	Caramy	Débit entre 0 et 200 en 1970. L'effondrement provoqué par exploitation de bauxite sous la couverture crétacé supérieur Eau du Jurassique dolomitique du massif des Plaines surtout en charge		
Vins	107	907.700	133.100	220	Bajo-Bathonien	La Fontaine	6 mai 1969				14° mai 1969
Vins	57	910.7	134.23	177	Lias	Lauron	0,7 mai 1969				16° mai 1969
Vins	55	906.140	133.620	265	Jurassique supérieur	La Cressonière	5 mai 1969	Caramy	Jurassique chevauchant sur Crétacé supérieur		14,5° mai 1969
Flassans	52	910.900	130.610	241	Keuper	La Guérine	0,20 mai 1969	Argens (Issole)	Petite émergence dans le Keuper (marne marron et calcaire gris)		14° mai 1969
Brignoles	53	907.450	129.400	249	Jurassique	Le Rouge	80 mai 1969	Argens (Caramy)	Point bas au sein du Jurassique dolomitique; vidange de l'unité de Pellegrine - Clavière ?		13,5° mai 1969

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas donnée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous.bassin	Observation	f	T°
Vins	54	908.060	133.200	217	Bathonien	La Servy	8 mai 1969	Argens (Caramy)	Sort des compartiments bathoniens tectonisés de Vins		15° mai 1969
Vins	56	910.360	133.900	178	Hettangien	Marcounious	0,8 mai 1969	Argens (Caramy)	Zone faillée, contact Hettangien Bajocien		15° mai 1969
Brignoles	108	906.020	131.950	220	Hettangien	St Christophe	0,10 mai 1969	Argens (Caramy)	Contact faillé : Hettangien - Jurassique dolomitique		
	Draguignan 1023/6										
Cabasse	223	914.53	131.62	192	Infralias	Les Meuniers	6 mai 1969	Issole	Nappe alluviale en relation avec gîtes karstiques de l'Infralias		14° mai 1969
Cabasse	226	913.21	134.38	175	Jurassique supérieur	Fontaine d'Ajonc	200	Issole	Q: de 70 à 450. Point bas des calcaires bathoniens, vidange de l'unité jurassique du Nord de Cabasse.		15° mai 1969
Cabasse	224	915.250	133.940	189	Bajo-Bathonien	St Loup	1,5 mai 1969	Issole	Drainage du Jurassique de la colline de St Loup		14° mai 1969
Cabasse	221	915.270	133.420	190	Lias	La Plaine	2 mai 1969	Issole	Puits - Source sur faille Lias Bajocien		
Thoronet (Source 1)	225	917.670	136.400	197	Rhétien	Vallon de l'Abaye	1,5 mai 1969	Caramy	4 émergences exutoire du massif de la Darboussière		
Cabasse	222	915.010	131.530	198	Keuper	l'Ormeau	3 mai 1969	Argens (Issole)	Contact alluvions Keuper; drainage du vallon		14° mai 1969
	Cuers 1045/2										
Tourves	190	889.850	125.930	305	Jurassique supérieur	La Figuière	15	Caramy			
Mazaugues	193	891.050	122.360	480	Jurassique supérieur	Source Caramy sup.	5	Caramy	Sources du Caramy sur faille mettant en contact Jurassique supérieur et Jurassique moyen		
Mazaugues	192	890.920	122.470	440	Jurassique supérieur	Source Caramy inf.	10	Caramy			
Mazaugues	191	890.750	122.900	430	Lias	Petit Prés	2,3	Caramy	Sort au contact Hettangien Santonien		
Signes	153	885.660	177.970	510	Jurassique supérieur	Le Raby	30	Gapeau	Emergence sur faille dans le Dogger. Vidange du massif d'Agnis		

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	f	T°
	Cuers 1045/3										
Roquebrus-sanne	232	894.85	120.67	358	Jurassique supérieur	La Foux	50 février 70	Issole	Vidange du massif d'Agnis sur de revers oriental	2150	13,5° 7.70
Roquebrus-sanne	230	895.33	120.28	336	Muschelkalk	Le Sambuc	80 février 70	Issole	Tarie en été, sourd dans les alluvions. Draine un secteur situé au Nord et non le massif d'Agnis.	1920	
Roquebrus-sanne	239	893.67	121.93	395	Jurassique supérieur	La Barrière	2 février 70	Issole	Alimente 3 bornes et 180 usagers		
Roquebrus-sanne	264	894.90	122.44	383	Jurassique supérieur	Le Clos	2 février 70	Issole	Alimente 3 fontaines		
Roquebrus-sanne	240	895.34	122.57	470	Jurassique supérieur	La Vierge	1 février 70	Issole			
Roquebrus-sanne		895.92	123.74	506	Jurassique supérieur	Les Orris	1 février 70	Issole	Non captée		
Roquebrus-sanne	228	895.05	119.20	353	Muschelkalk	Petit Loou	0,5 février 70	Issole	Faille en contact jurassique et Muschelkalk		
Roquebrus-sanne	259	896.000	120.920	344	Muschelkalk	Les Pesquiers	2 février 70	Issole	Source temporaire	1895	
Roquebrus-sanne	266	896.300	124.060	550	Jurassique supérieur	Les 3 fontaines	faible	Issole	Zone faillée; contact jurassique supérieur et inférieur. Vidange du massif de la Loube.		
Roquebrus-sanne	267	895.930	123.360	510	Jurassique supérieur	Les Orris	faible		" " "		
Néoules	211	897.70	118.45	330	Jurassique supérieur	Font Gayaou	50	Issole	Vidange du massif jurassique de Néoules		13.6° 7.70
Néoules	201	898.447	118.862	330	Jurassique supérieur + Lias	Font Robert	0,5	Issole			13,5° 7.70

(1) - Débit moyen si la date d'estimation ou de jaugeage n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	ρ	T°
	Cuers 1045/4										
Garéoult	19	900.95	122.31	320	Jurassique supérieur	St Martin	20	Issole	Alimente usagers agglomération vidange du massif de Saint Quinis versant sud.		13,3° juillet 1970
Garéoult	20	900.23	121.43	315	Jurassique supérieur et Bathonien	St Médard	30	Issole	Alimente 2 fontaines. Vidange du massif de Saint Quinis versant sud. Emerge à proximité du contact Trias		
Garéoult	57	900.900	120.630	303	Quaternaire + Trias	Font. de Clastre	1 mars 1970	Issole	Emerge dans le Muschelkalk drainant les alluvions de la plaine de la Roquebrussane	2280	
Garéoult	58	901.070	120.990	302	Quaternaire + Trias	Bouillidore	30	Issole	Drainage des alluvions par le Muschelkalk sous jacent	2300	
Garéoult	74	901.25	121.60	301	Quaternaire + Trias	L'Aiguine	10	Issole	Alimente 5 fontaines à Forcalqueiret. Drainage des alluvions par le Muschelkalk sous jacent.		
Garéoult	62	901.020	121.460	304	Lias	Campagne Bruno	3 mars 1970	Issole	Point bas du Trias au contact des alluvions	2400	
Garéoult	52	902.100	119.800	311	Jurassique moyen	Relief cote 275,2	0,2 mars 1970	Issole		2190	
Garéoult	45	903.360	119.530	335	Jurassique supérieur	Fray long	2 mars 1970	Issole			13,9 juillet 1970
Garéoult	43	903.650	119.610	330	Jurassique moyen	Fray Redon	0,5 mars 1970	Issole	Sourd sur le tracé d'un accident dans le Bajo-Bathonien	2120	
Garéoult	40	902.050	118.440	319	Cénomanien	Preque Jout	0,5 février 1970		Sourd dans les alluvions	1820	
Garéoult	31	900.410	119.620	306	Lias	Relief cote 353,5	1 février 1970		Emerge dans le Muschelkalk	2180	
Garéoult	21	900.98	118.88	306	Jurassique supérieur	Trians inférieur	30	Issole			
Forcalqueiret		?	?	310	Bathonien	Castellabas	1	Issole	Alimente 2 fontaines		

(1) - Débit moyen si la date d'estimation ou de jaugeage n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous.bassin	Observation	ϕ	T°
Brignoles	18	901.950	126.820	270	Crétacé supérieur	La Présidente	25	Caramy (Garagay)	Exutoire du Jurassique supérieur		13,5° juillet 1970
Camps la Source	75	904.100	126.730	270	Santonien	Mendris ou St Julien	1,3	Caramy			13,5°
Camps la Source	76	905.500	126.450	285	Jurassique	Sources Pierre	faible	Caramy	3 émergences sur faille		
Camps la Source	78	903.500	126.800	270	Santonien	Capen Vert le Plan	faible	Caramy			
Nioules	77	899.420	118.350	350	Lias	la Servette	faible	Issole			
Ste Anastasie	79	906.400	120.670	340	Bajo-Bathonien	Bourbouléou	faible	Issole			
	Cuers 1045/6										
Signes	29	889.62	115.14	315	Jurassique supérieur	Beaupré	50	Caramy	Emergence sur faille dans le Crétacé supérieur, vidange du massif d'Agnis.		
Signes	106	888.40	115.84	316	Jurassique supérieur	Gapeau	100	Caramy	Emergence sur faille dans le Crétacé supérieur, vidange du massif d'Agnis.		
	Cuers 1045/7										
Méounes	99	895.200	116.100	280	Muschelkalk	la Servie de Méounes		Gapeau	Emergence sur faille Jurassique supérieur, Muschelkalk, vidange du massif d'Agnis		
Méounes	24	896.340	114.050	249	Muschelkalk	Les Rampins	30	Gapeau	Emergence sur faille Muschelkalk Keuper. Vidange du massif de Méoules		
Méounes	79	896.000	114.050	240	Keuper	Les Tuves	0,5 juin 66	Gapeau	Emergence sur faille Keuper Dogger. Vidange du massif de Méoules		
Méounes	26	896.800	113.560	310	Keuper	Fogelli	faible	Gapeau	Emergence sur faille dans le Dogger		
Belgentier	36	897.540	112.180	205	Lias	Font Saint Jacques	1	Gapeau			
Méounes	63	897.480	114.610	470	Bathonien	Fontaine d'argile	0,1	Gapeau			

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	℘	T°
	Cuers 1045/8										
Cuers		902.30	113.10	206	Muschelkalk	Grotte vieille	120	Gapeau (Réal Martin)	Emergence au point bas d'affleurement des calcaires triasiques		
Cuers		902.50	113.44	210	Lias	Touve	2	Gapeau (Réal Martin)	Emergence base du Lias		
Cuers		902.38	112.74	189	Permien	La Grille	faible	Gapeau (Réal Martin)	Emergence sur les alluvions du Permien		
Cuers		902.40	112.66	185	Permien	St Emmanuel	5	Gapeau (Réal Martin)	Emergence sur les alluvions du Permien		
Puget ville					Permien	Grand Pré	faible	Gapeau (Réal Martin)			
Puget ville					Permien	Chante-perdrix	faible	Gapeau (Réal Martin)			
	Collobrières 1046/2										
Flassans	26	914.54	126.22	228	Muschelkalk	St Michel	4	Issole	Alimentation Flassans		
Flassans	27	914.43	126.30	225	Muschelkalk	Le Rayal	8	Issole	Jaillit dans la rivière		
Flassans	28	914.85	126.05	225	Muschelkalk	Le Colombier	20 mai 1970	Issole	Débit variable seulement en basses eaux		
Gonfaron	30	919.000	120.450	190	Muschelkalk	Font. l'Aille	80	Argens (l'Aille)	Vidange sur le versant Argens du massif de Flassans, sourd sur le contact Muschelkalk - Trias inférieur	1550	
Pignans	31	917.200	119.600	188	Muschelkalk	Le Cresson	1	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk - Trias inférieur		
Pignans	24	916.860	119.530	187	Muschelkalk	St Pierre	2 avril 70	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk - Trias inférieur	1720	

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	ϕ	T°
Pignans	32	915.00	118.7	180	Muschelkalk	Berthoire	3	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk Trias inférieur		
Pignans	25	915.10	118.8	180	Muschelkalk	Les Laines	faible mai 1970	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk Trias inférieur		
Pignans	33	915.66	119.06	170	Muschelkalk	Pré des Anes	2	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk Trias inférieur.		
Pignans	34	915.80	119.10	170	Muschelkalk	Campagne Pages	1,5	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur le contact non visible Muschelkalk Trias inférieur		
	Collobrières 1046/4										
Ste Anastasie	27	907.20	123.04	273	Lias	Font au Loin	15	Issole	Lié aux irrigations		13,8° juillet 1970
Ste Anastasie	29	907.21	123.18	271	Alluvions + Rhétien	Ribois	15	Issole	Lié aux irrigations		14,4° juillet 1970
Besse	10	910.04	123.55	257	Infralias	Fontaine de Fourque	1	Issole			
Besse	10	910.00	123.41	257	Infralias	Les Angles	1	Issole	Alimentation de Besse		14,7° juillet 1970
Carnoules	32	911.450	119.910	245	Lias	Fontinelles	0,5 avril 70	Gapeau (Réal Martin)	Sourd sur un accident	1900	
Carnoules	33	912.360	119.600	223	Lias + Muschelkalk	Platanes	10 avril 70	Gapeau (Réal Martin)	Vidange du massif liasique au N.E de Carnoules. Emergence dans le Muschelkalk.	2150	
Carnoules	34	912.240	119.360	223	Jurassique + Muschelkalk	Mère des fontaines		Gapeau (Réal Martin)	Emergence dans le Muschelkalk Vidange probable du Jurassique supérieur Bathonien du massif des Thermes		
Carnoules	35	911.710	120.860	244	Lias	Garouvin	10 avril 70	Gapeau (Réal Martin)	Proximité du contact Lias-Keuper	1420	

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Répartition et débit des sources

Commune	Feuille IGN et n°B.R.G.M	Coordonnées X	Y	Z	Géologie alimentation	Désignation	Débit Résultat	Bassin et sous-bassin	Observation	f	T°
Puget	37	908.550	118.150	232	Lias	La Foux de Puget		Gapeau	Contact Hettangien Rhétien		
Besse	1	908.600	119.250	412	Jurassique supérieur	Les Thermes		Bassin fermé	Résurgence		

(1) - Débit moyen si la date de jaugeage ou d'estimation n'est pas indiquée.

Annexe III

SONDAGES AYANT FAIT L'OBJET D'UN RELEVE DE NIVEAU D'EAU

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1022.6.16	889.230	129.770	301,4	0,20	301,20	-	-	19.4.64	Confidentiel
1022.6.19	889.400	129.570	299	1,65	297,35	13	Alluvions récentes et Trias supérieur	7.2.66	
1022.6.21	889.455	129.150	279,5	12,90	266,60	21	Alluvions récentes	2.3.66	
1022.7.59	898.350	126.945	415	entre 80 & 90		298,50	Santonien et jurassique	8.64	Présence d'eau
1022.7.94	892.152	131.392	310	2	308	14,50	Trias supérieur	20.3.69	
1022.7.95	892.825	131.270	282	3	279	15	Trias supérieur	22.3.69	
1022.7.96	892.075	131.680	312,5	6	306,50	18	Trias supérieur	27.3.69	
1022.7.113	897.940	130.530	243	10	233	280	Bajo-Bathonien et Lias	1966	42 m^3/h 65m

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1022.8.46	904.445	131.305	196	5,60	190,40	12	Alluvions modernes et Trias moyen	30.4.64	
1022.8.47	903.205	130.690	202	2,70	199,30	22,80	Alluvions modernes et Trias moyen	14.4.64	
1022.8.56	905.499	133.250	240	-	-	310	Valdo Fuvélien	9.65	Venues d'eau en cours de sondage
1022.8.69	901.600	131.400	251	31	220	34	Domérien	7.67	venues d'au ou niveau stabilisé ?
1022.8.78	905.350	131.269	197,5	3,55	194	15,5	Alluvions récentes et Trias moyen	16.11.68	
1022.8.99	902.820	130.960	220,4	13	207,4	15	Alluvions récentes	1.12.67	
1022.8.109	902.895	131.390	251	11,2	239,8	14	Lias inférieur	31.7.69	
1022.8.113	902.500	132.160	265	24	241	47	Bathonien	5.11.69	Q=1200 l/h
1022.8.119	904.410	129.570	228	4,70	223,30	17,50	Keuper	3.69	

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1022.8.119	904.410	129.570	228	4,70	223,30	17,50	Keuper	3.69	
1022.8.121	901.940	128.610	275	68	207	83	Hettangien ?	22.11.69	Faible venue d'eau
1022.8.122	901.980	128.460	340	25	315	60	Hettangien ?	3.11.69	Arrivée d'eau importante à 58 m
1022.8.145	902.680	130.080	207	4,50		10	Alluvions récentes	6.70	Niveau après 2 h de pompage à 15m^3/h
1022.8.177	904.480	127.670	290	10,50	279,50	47,05	Portlandien	2.10.70	
1023.5.14	906.235	129.775	231	0,30	230,70	15	Alluvions et Lias inférieur	4.64	Confidentiel
1023.5.34	912.130	130.810	215	12	203	40	Rhétien	31.10.64	
1023.5.73	906.740	131.200	217	2,90	214,10	13	Trias supérieur	24.2.69	
1023.5.74	906.337	131.120	229	21,50	207,50	24,2	Trias supérieur	15.3.69	
1023.5.75	911.730	130.283	213	9,50	203,50	16,1	Trias supérieur	8.2.69	

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1023.5.76	910.215	130.470	254	0,10	254	9,5	Trias supérieur	12.2.69	
1023.5.86	907.813	130.775	262	2,75	259,25	11,2	Trias supérieur	27.12.68	
1023.5.87	910.850	130.595	240	0,50	239,50	15	Trias supérieur	21.12.68	
1023.6.98	914.270	129.675	205	0,50	204,50			6.4.64	Confidentiel
1023.6.216	914.130	129.860	205	2,50	202,50	9,50	Trias moyen	3.1.69	
1023.6.229	915.630	130.040	232	0,20	231,80	10,50	Trias supérieur	4.3.69	
1023.6.231	916.805	129.935	236	3	233	15	Trias supérieur	14.2.69	
1023.2.234	919.485	130.215	243	6,50	236,50	22	Trias supérieur	25.2.69	
1023.2.247	920.270	129.850	215	8,50	206,50	68	Vindobonien	30.5.69	
1023.2.248	917.600	132.100	239	30	209	104	Keuper	16.12.69	Q = 500 l/au soufflage
1023.2.264	920.080	132.190	213	31	182	52	Implanté dans le Muschelkalk	21.5.70	Q = 2 m^3/h

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1023.6.266	919.190	133.850	310	78	232	118	Rhétien et Keuper	26.5.70	Q = 30 l/m
1023.6.267	917.280	130.400	242,5	26,5	216	45	Implanté dans le Muschelkalk	30.7.70	Q = 2 m^3/h
1023.6.268	919.050	133.690	304	39,8	264,2	91	Lias - Rhétien	2.11.70	Q = 400 l/h
1045.2.1	890.197	124.859	376	Différents en cours de sondage		57,8	Santonien	5.58	Plusieurs niveaux à des cotes très différentes
1045.2.3.	890.252	124.363	358,6	Différents en cours de sondage		105,2	Santonien et Portlandien		Plusieurs niveaux à des cotes très différentes
1045.2.5	890.271	123.800	366,1	Différents en cours de sondage		185,95	Santonien et Portlandien		Plusieurs niveaux à des cotes très différentes
1045.2.7	890.190	123.130	387	Différents en cours de sondage		140,10	Santonien et Portlandien		Plusieurs niveaux à des cotes très différentes

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1045.2.9	890.220	122.610	450	Différents en cours de sondage		492	Trias et Santonien	3.61	Plusieurs niveaux à des cotes très différentes
1045.2.11	890.260	122.200	540	70,50		337,85	Lias - Infralias - Trias	3.7.61	
1045.2.20	886.380	124.660	440			50,55	Santonien		Eau à 40,40 m
1045.2.34	885.970	123.950	435			74,40	Santonien et Jurassique		Eau à 64,40 m
1045.2.68	889.165	121.988	430			464,50	Infralias - Crétacé - Jurassique	9.56	Venue d'eau sous pression à 197 m 15 m^3/h
1045.2.69	889.750	124.530	361.16	Plusieurs venues d'eau		77,50	Sénonien et Jurassique	5.3.59	50,50 m, 60 et 71 m
1045.3.182	895.565	116.610	290	7	283	15,85	Muschelkalk	28.6.67	
1045.4.1.	904.750	126.100	302,5	18,10	284,40	70,10	Valanginien et Jurassique	28.1.63	
1045.4.2	904.675	125.550	305	18,30	271,70	70,05	Jurassique supérieur	26.1.63	

Indice B.R.G.M.	Coordonnées Lambert			Niveau de l'eau	Cote absolue	Profondeur de l'ouvrage	Géologie	Date du relevé	Observations
	X	Y	Z						
1045.3.24	901.510	121.050	301	0,50	300,50	17,20	Alluvions récentes	6.10.69	Q = 13,5 m^3/h
1045.8.1	902.520	113.580	215	9,10	205,90	50,10	Rhétien	18.3.64	Q = 225 m^3/h 72 h
1046.1.4	907.790	122.650	267	2 à 4,80			Alluvions et Trias supérieur	11.68	10 sondages groupés
1046.2.8	915.625	121.410	324	40,80	283,20	43,80	Trias	22.1.68	
1046.2.29	916.340	127.470	235,75	12,30	223,45	20	Alluvions et Trias	5.70	

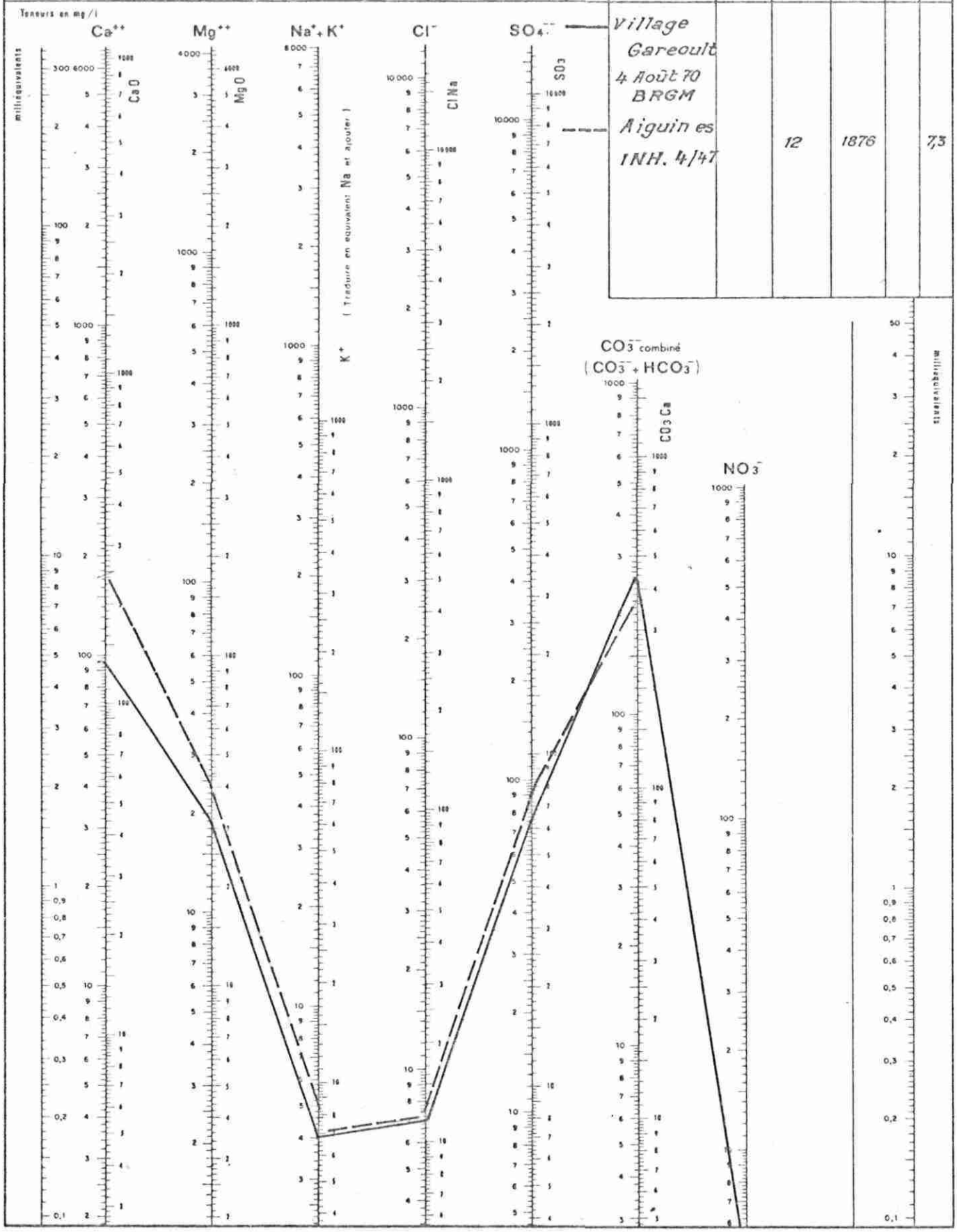
Plaine de Garéoult *Muschelkalk*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER
et E BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	To	P ohms/cm	dH	pH
Village Garéoult 4 Août 70 BRGM					
Aiguines INH. 4/47		*12*	*1876*		*7,3*



Annexe IV

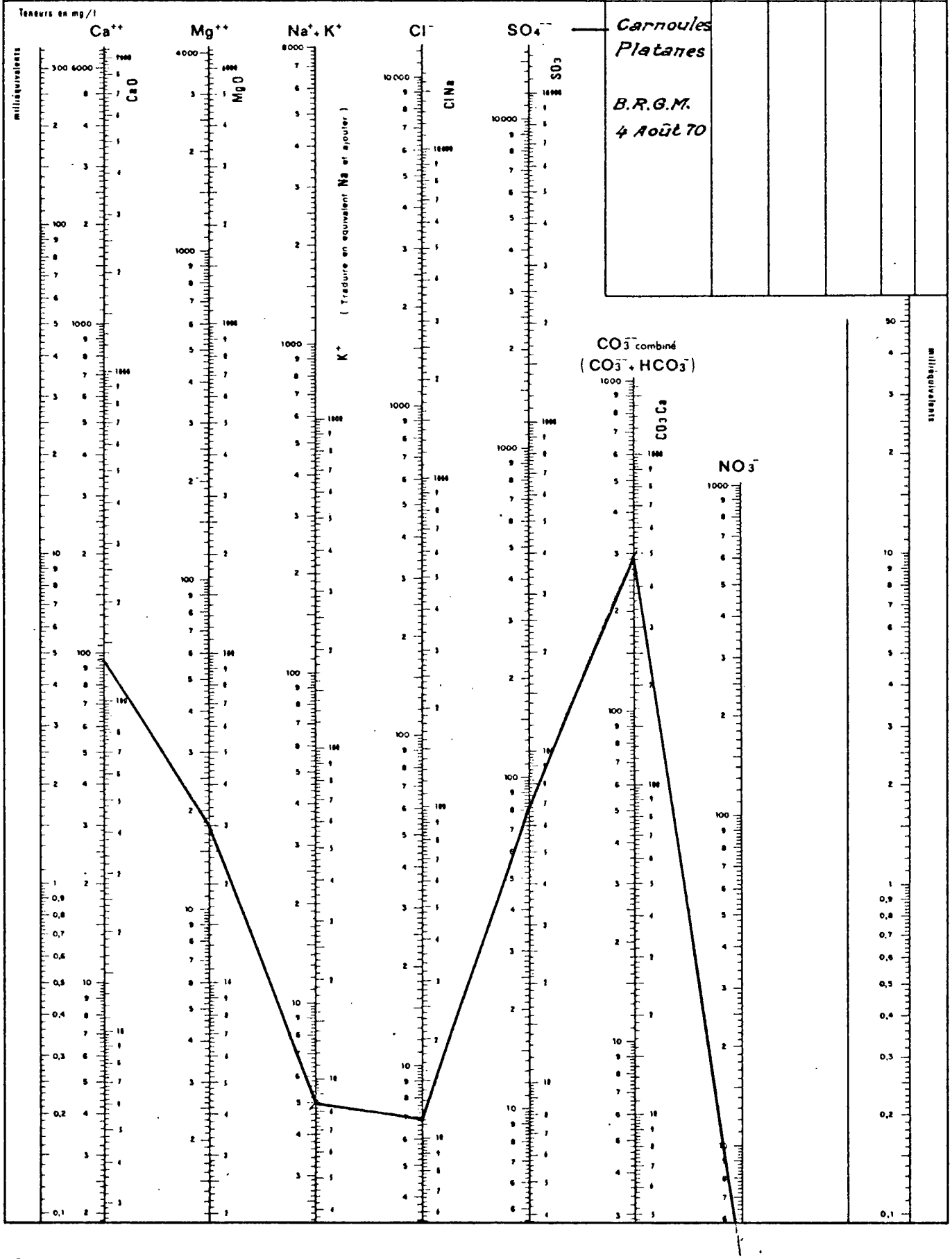
Massif de Flassans. Pignans — *Muschelkalk (+ Lias)*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H. SCHOELLER et E. BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
Carnoules					
Platanes					
B.R.G.M. 4 Août 70					



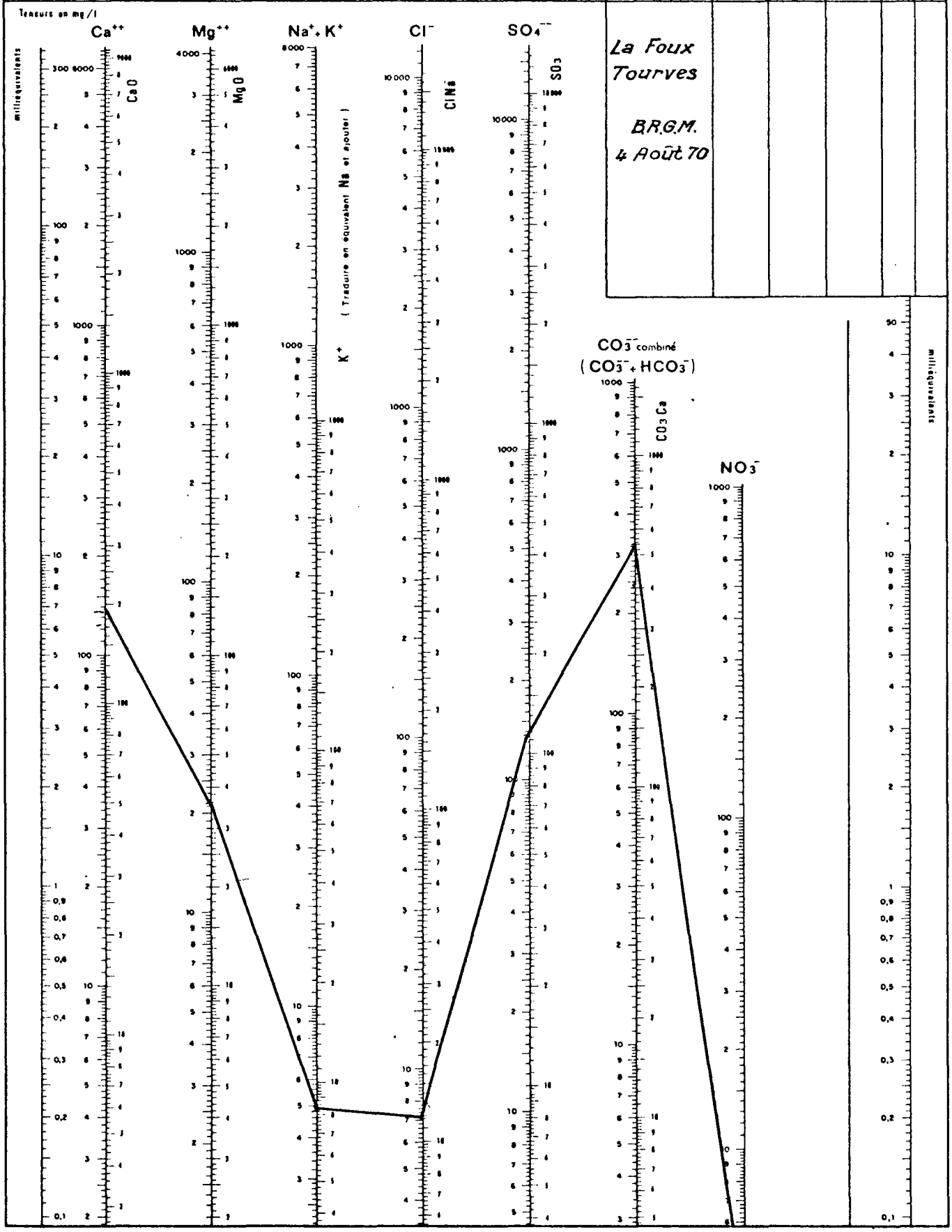
Massif de Tourves *Muschelkalk*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
La Foux Tourves *B.R.G.M. 4 Août 70*					



Massif d'Agnis

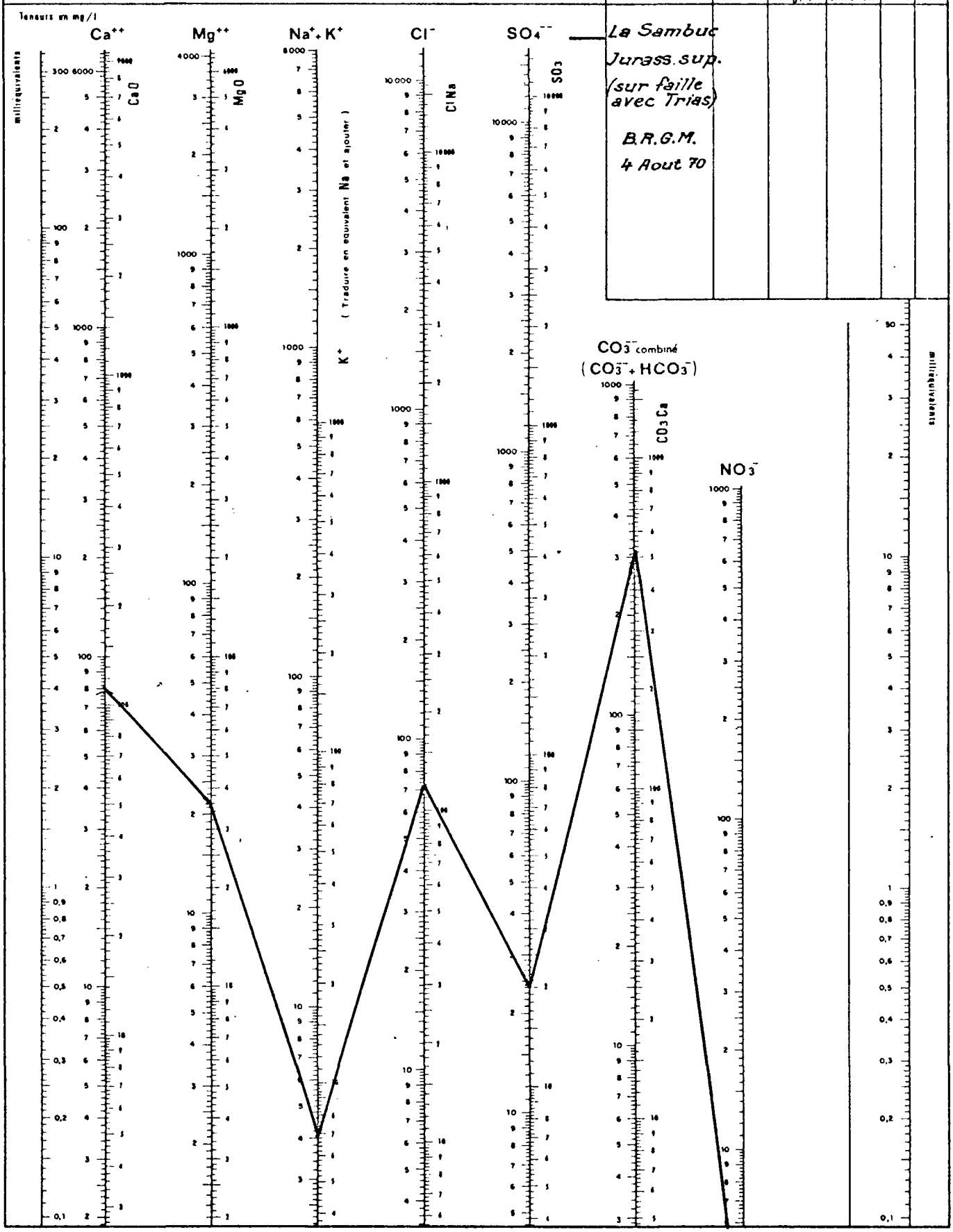
Trias

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
. Figuré	n°	Rés sec mg/l	ρ ohms/cm	TH	pH
La Sambuc Jurass. sup. (sur faille avec Trias) B.R.G.M. 4 Aout 70					



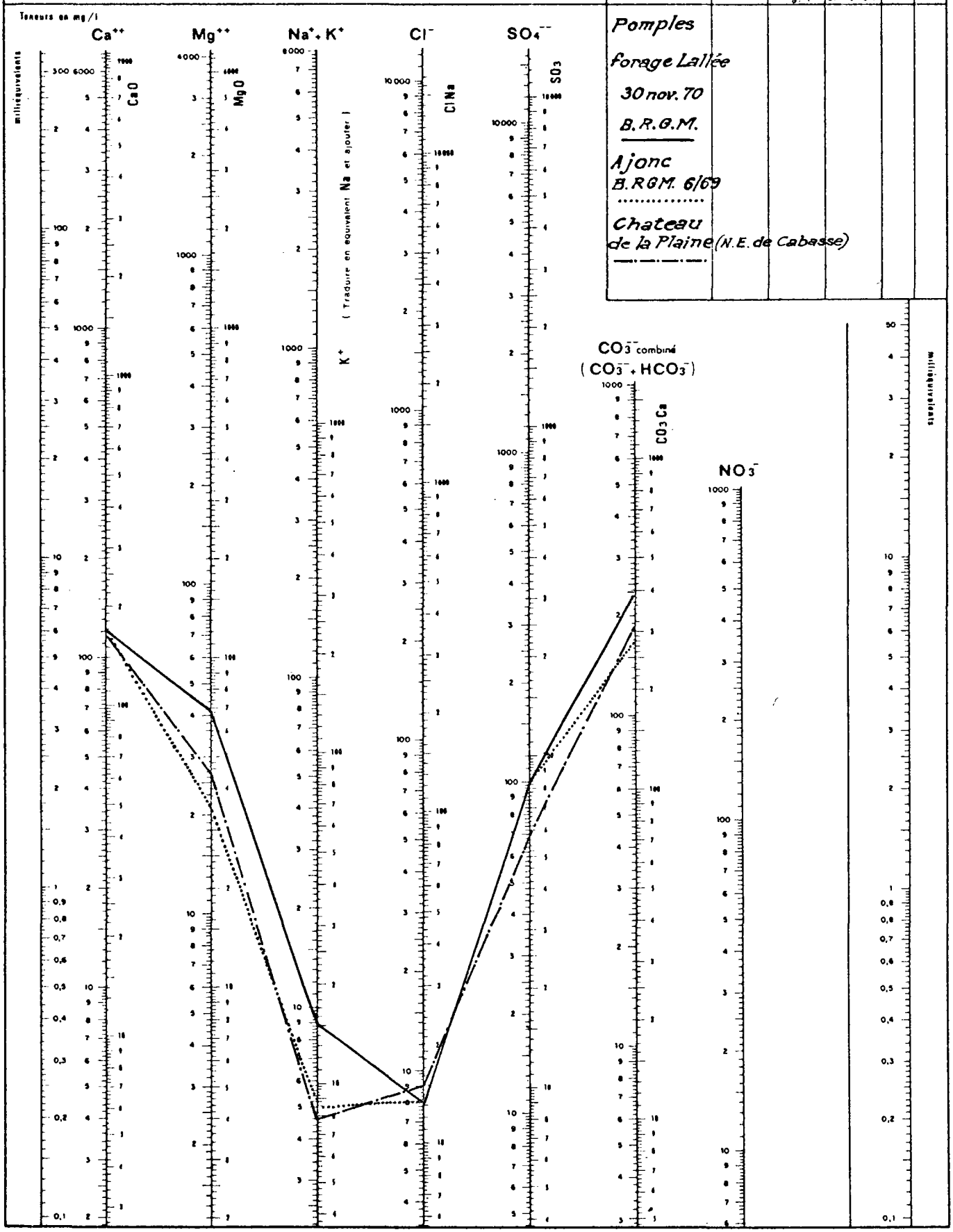
Massif de Pomples — *Lias. Influence du keuper*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	ρ ohms . cm	dH	pH
Pomples					
forage Lallée					
30 nov. 70					
B.R.G.M.					
Ajonc					
B.R.G.M. 6/69					
Chateau					
de la Plaine (N.E. de Cabasse)					



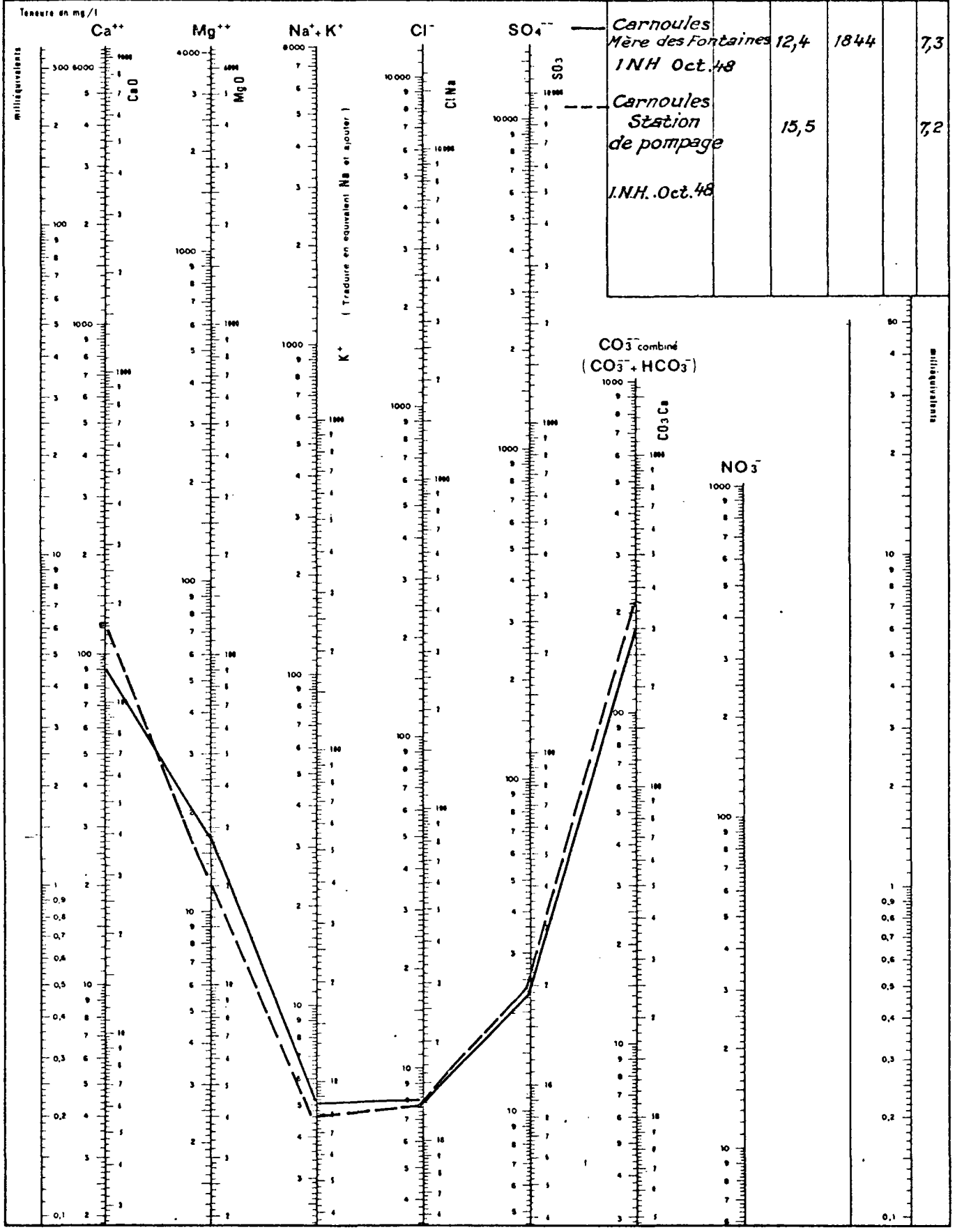
Bordure dépression permienne *Lias*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
• Figuré	n°	T°	ρ ohms/cm	TH	pH
Carnoules Mère des Fontaines 1 NH Oct. 48		12,4	1844		7,3
Carnoules Station de pompage I.N.H. Oct. 48		15,5			7,2

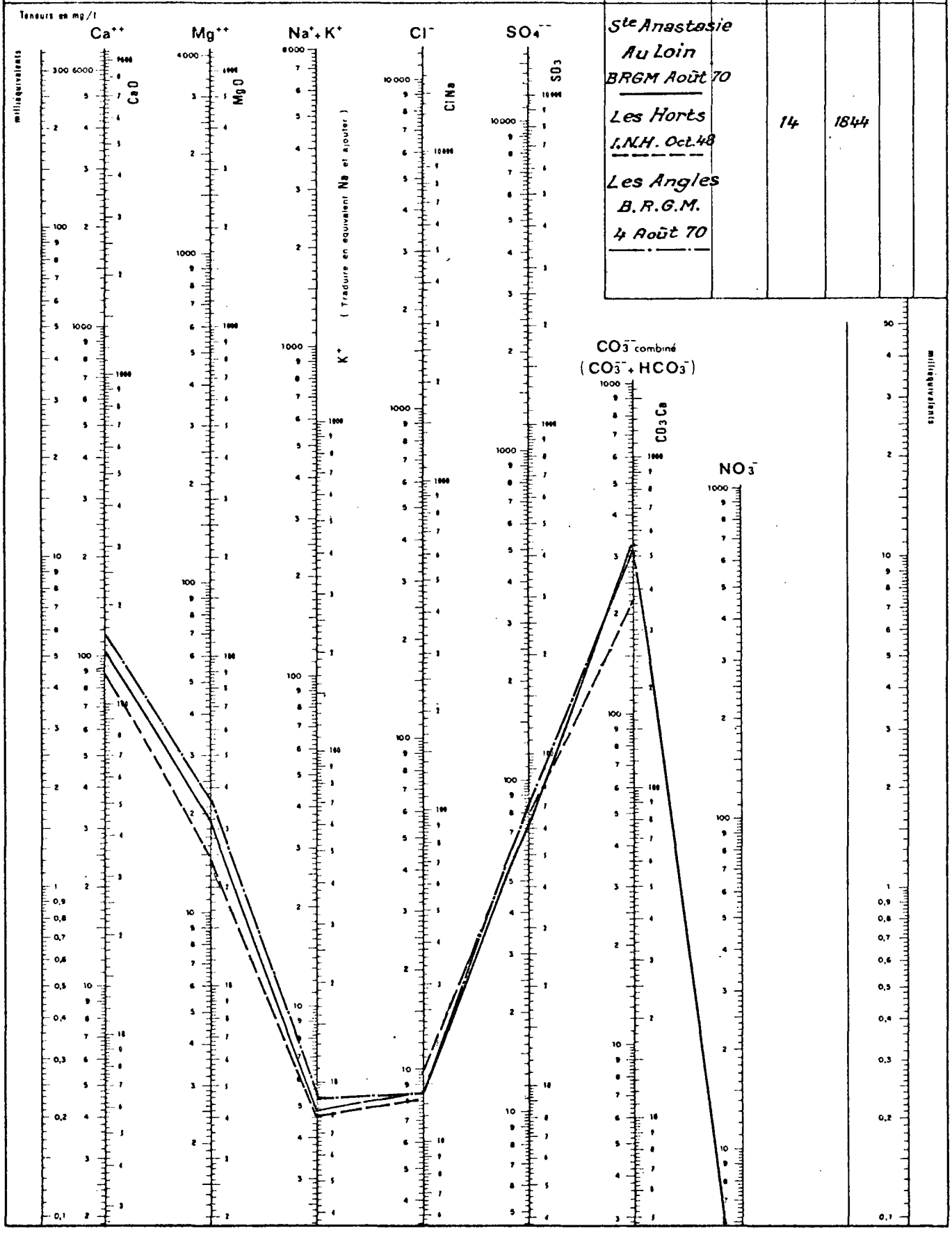


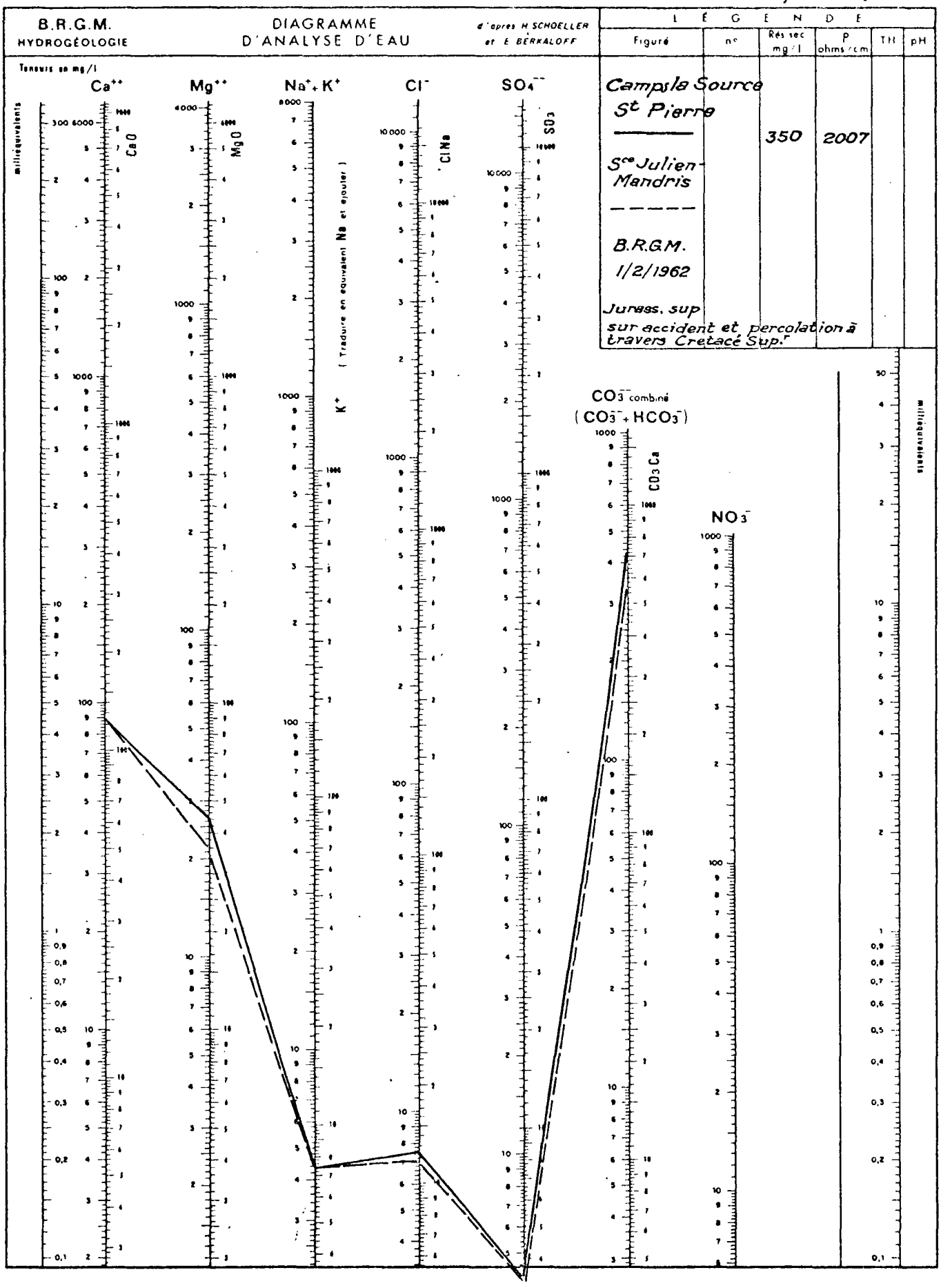
B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

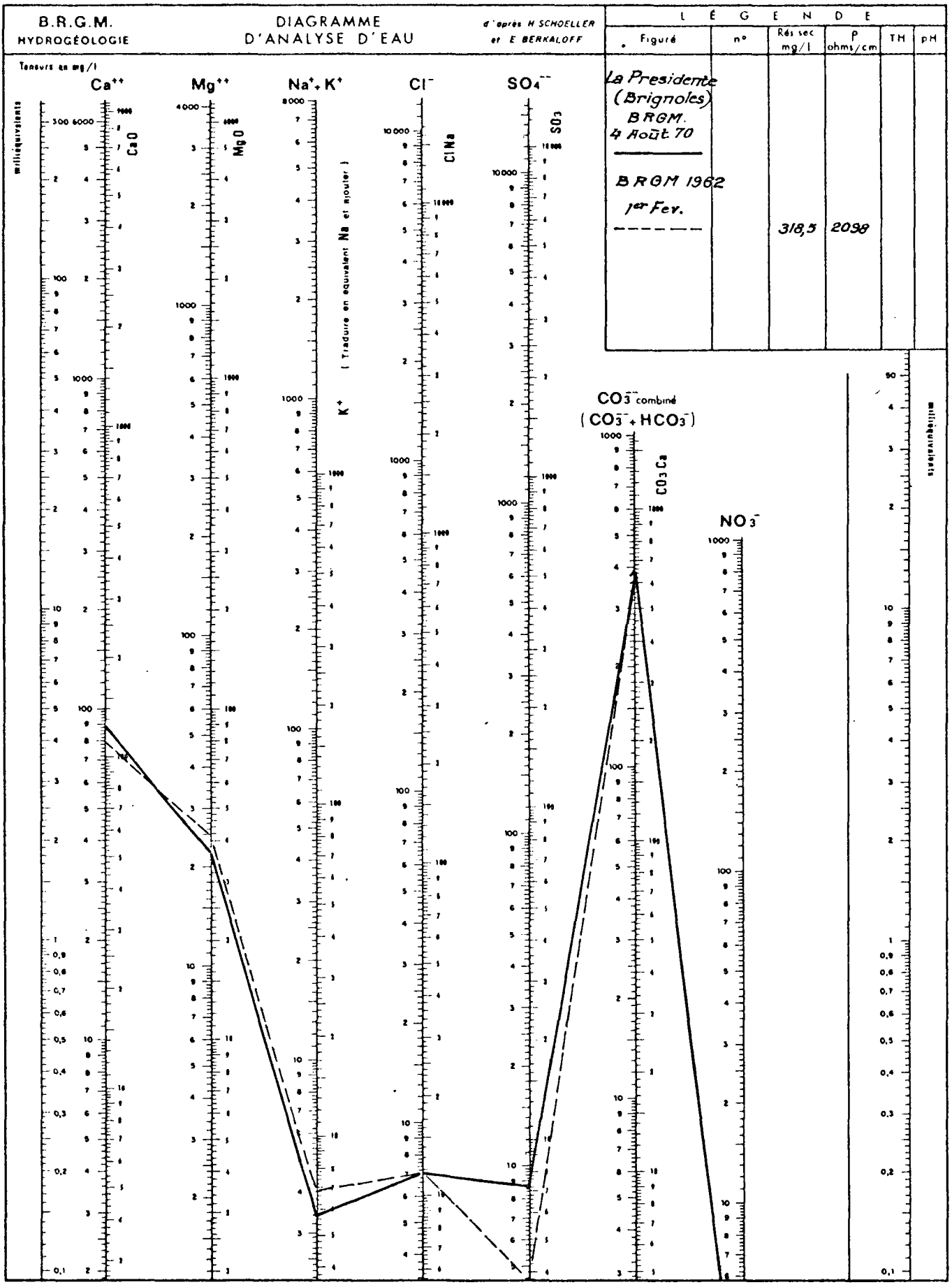
d'après H SCHOELLER
et E BERKALOFF

LÉGENDE					
. figuré	n°	T°	P ohms/cm	TH	pH
Ste Anastasie Au Loin BRGM Août 70					
Les Horts I.N.H. Oct. 48		14	1844		
Les Angles B.R.G.M. 4 Août 70					




B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE
DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU
d'après H. SCHOELLER et E. BERKALOFF
Teneurs en mg/l
Ca++
Mg++
Na+ + K+
Cl-
SO4--
milliéquivalents
CaO
MgO
Cl Na
SO3
K+ (Traduire en équivalent Na et ajouter)
CO3-- combiné
(CO3-- + HCO3-)
CO3 Ca
NO3-
LÉGENDE
Figuré
n°
Rés sec mg/l
P ohms/cm
TH
pH
Camp sla Source St Pierre
350
2007
Sce Julien-Mandris
B.R.G.M.
1/2/1962
Jurass. sup sur accident et percolation à travers Crétacé Sup.r

Massif de St Quinis - bordure septentrionale Jurassique sup. (émergence dans le Crétacé sup



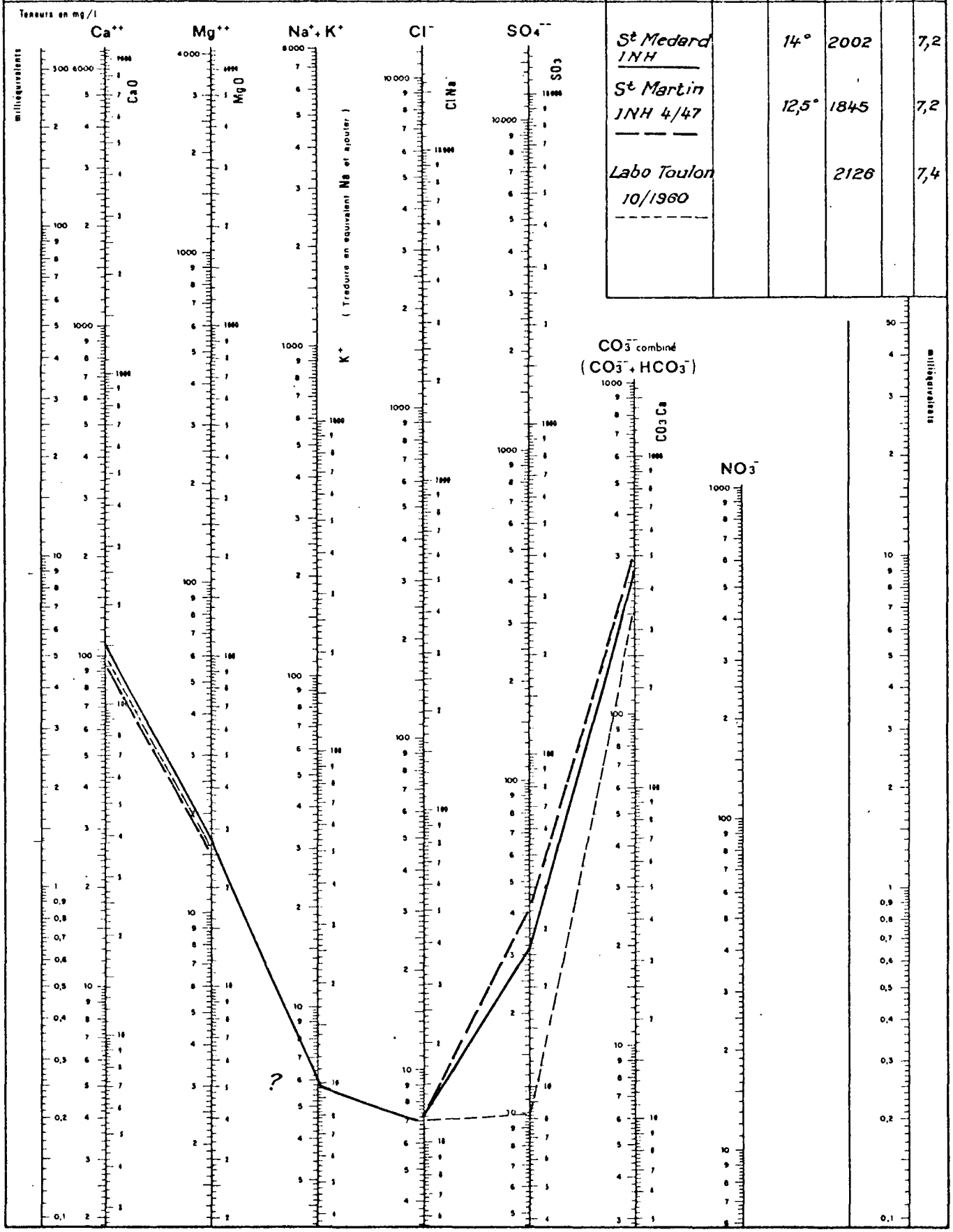
Massif de St Quinis - bordure méridionale — *Jurassique supérieur*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER
et E BERKALOFF

LÉGENDE					
• Figuré	n°	T°	P ohms/cm	TH	pH
St Medard INH		14°	2002		7,2
St Martin INH 4/47		12,5°	1845		7,2
Labo Toulon 10/1960			2126		7,4



Annexe IV

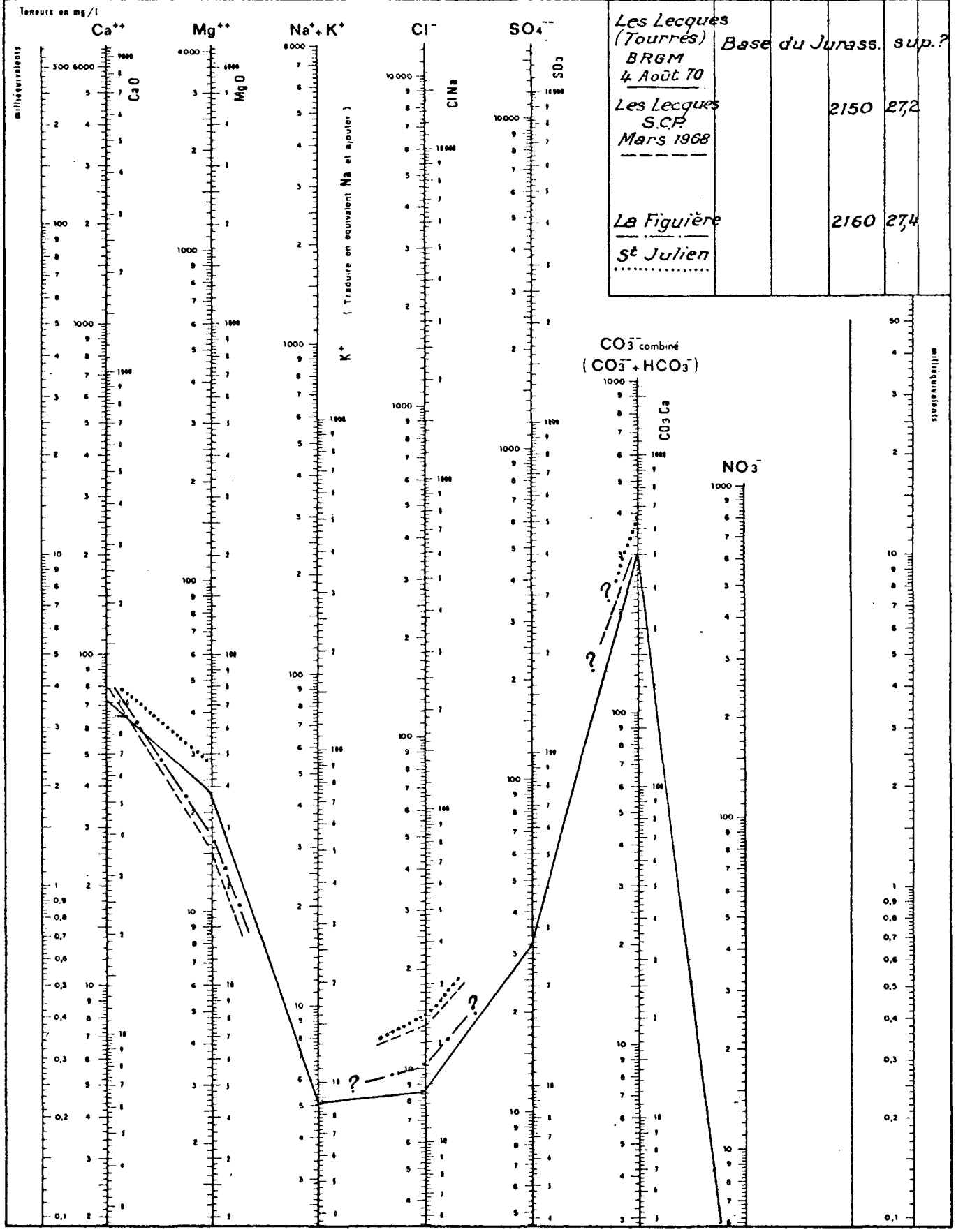
Massif de Tourves (Ste Baume orientale) *Jurassique supérieur*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER
et E BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	Rés sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
Les Lecques (Tourrès) BRGM 4 Août 70	Base du Jurass.				sup.?
Les Lecques S.C.P. Mars 1968			2150	27,2	
La Figuière			2160	27,4	
St Julien					



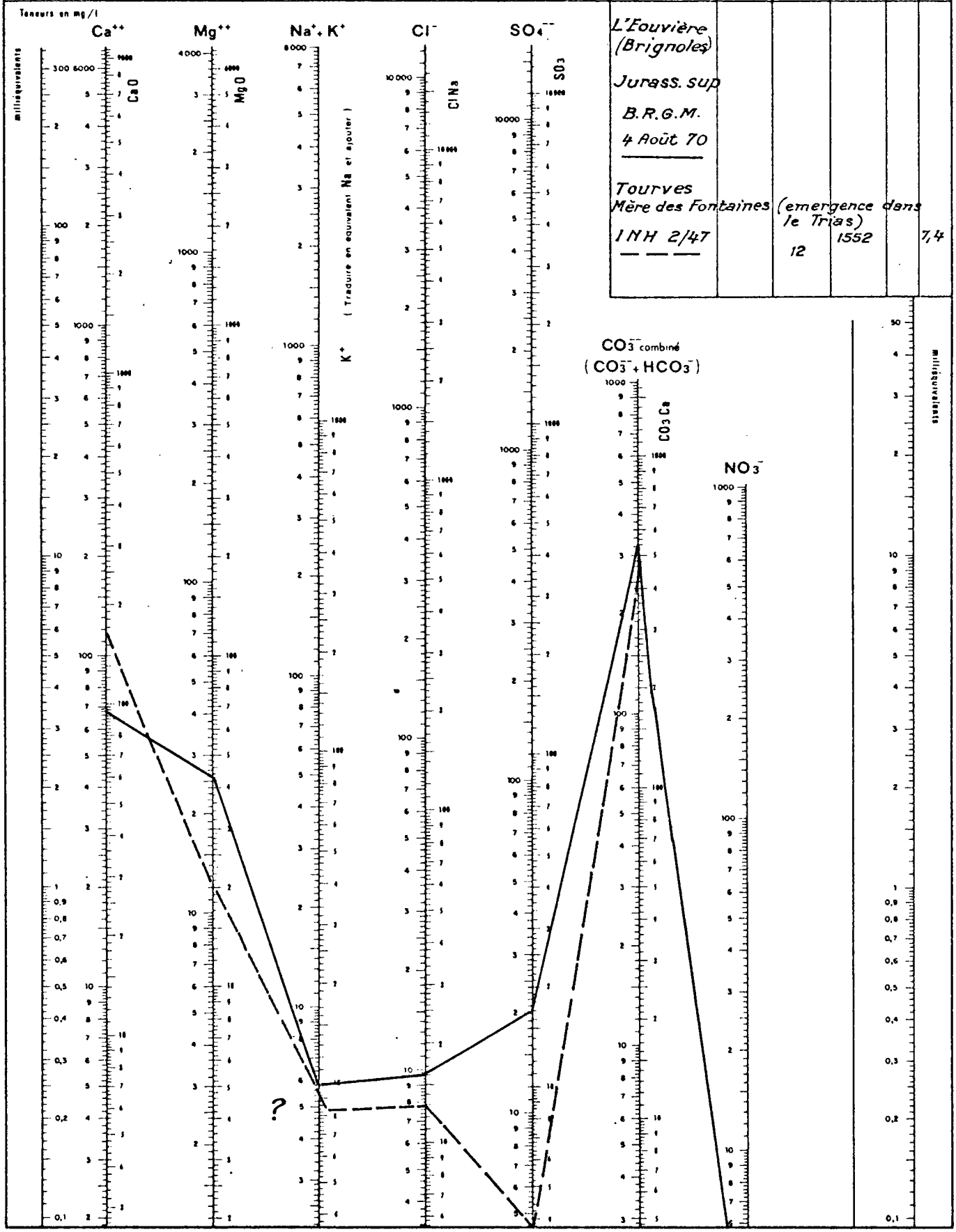
Massif de Tourves - Eouvière — *Jurassique supérieur*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
Figuré	n°	T°	ρ ohms/cm	TH	pH
L'Eouvière (Brignoles) Jurass. sup B.R.G.M. 4 Août 70					
Tourves Mère des Fontaines (emergence dans le Trias) INH 2/47		12	1552		7,4



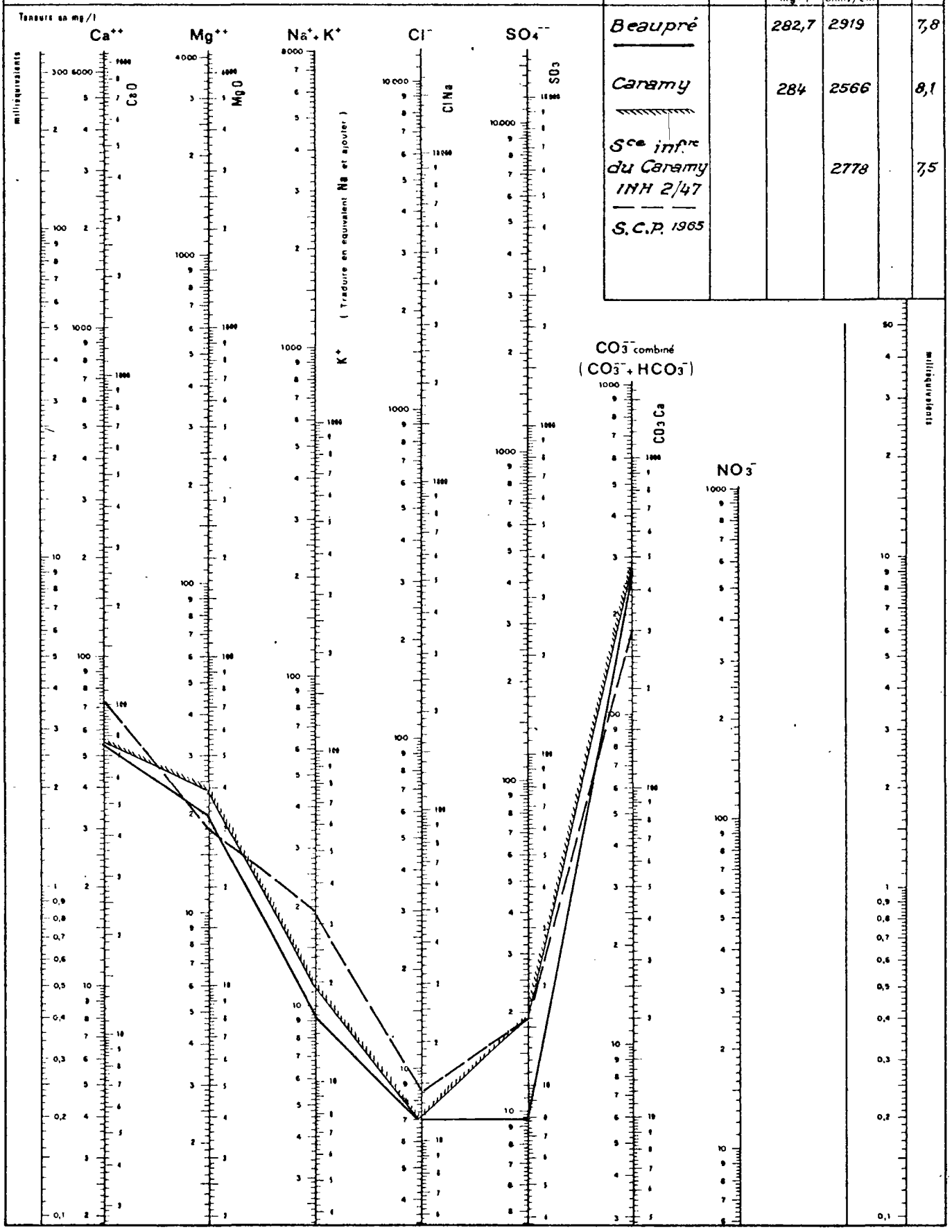
Massif d'Agnis — *Jurassique supérieur*

B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE						
Figuré	n°	Rés sec mg/l	ρ ohms/cm	TH	pH	T°
Beaupré		282,7	2919		7,8	
Caramy		284	2566		8,1	
Sce inf^re du Caramy INH 2/47			2778		7,5	12
S.C.P. 1965						



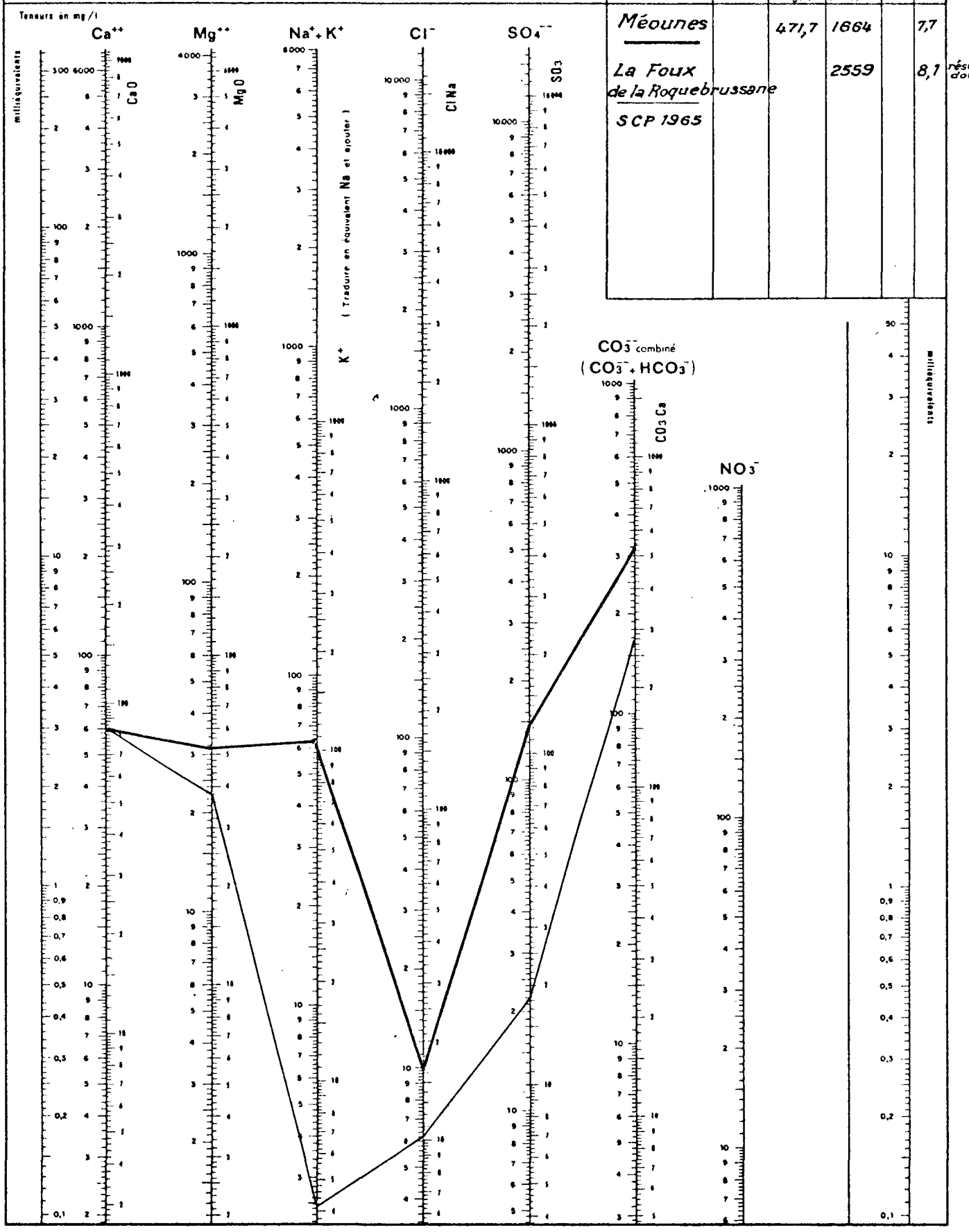
Massif d'Agnis — *Jurassique sup. (Influence du Trias)*

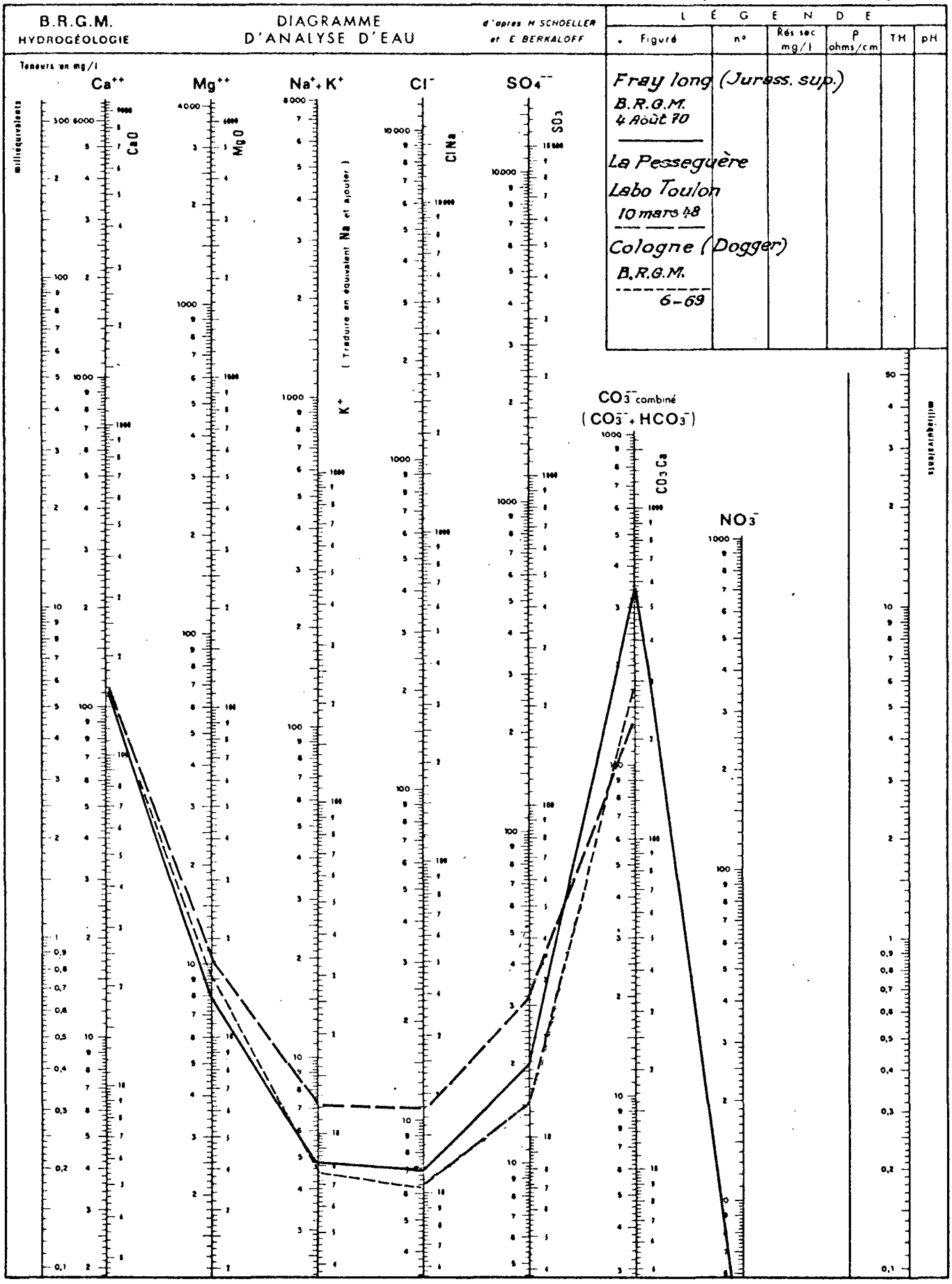
B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE

DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU

d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF

LÉGENDE					
• Figuré	n°	Rés sec mg/l	P ohms/cm	TH	pH
Méounes		*471,7*	*1664*		*7,7*
La Foux de la Roquebrussane			*2559*		*8,1* résultats douteux
SCP 1965					




B.R.G.M.
HYDROGÉOLOGIE
DIAGRAMME
D'ANALYSE D'EAU
d'après H SCHOELLER et E BERKALOFF
Teneurs en mg/l
Ca++
Mg++
Na+ + K+
Cl-
SO4--
CO3-- combiné
(CO3-- + HCO3-)
NO3-
milliéquivalents
CaO
MgO
K+ (Traduire en équivalent Na et ajouter)
Cl Na
SO3
CO3 Ca
LÉGENDE
Figuré
n°
Rés sec mg/l
ρ ohms/cm
TH
pH
Fray long (Juress. sup.)
B.R.G.M.
4 Août 70
La Pesseguère
Labo Toulon
10 mars 48
Cologne (Dogger)
B.R.G.M.
6-69

Ministère du développement industriel et scientifique

E.R.H.

Bassins du Caramy et de l'Issole

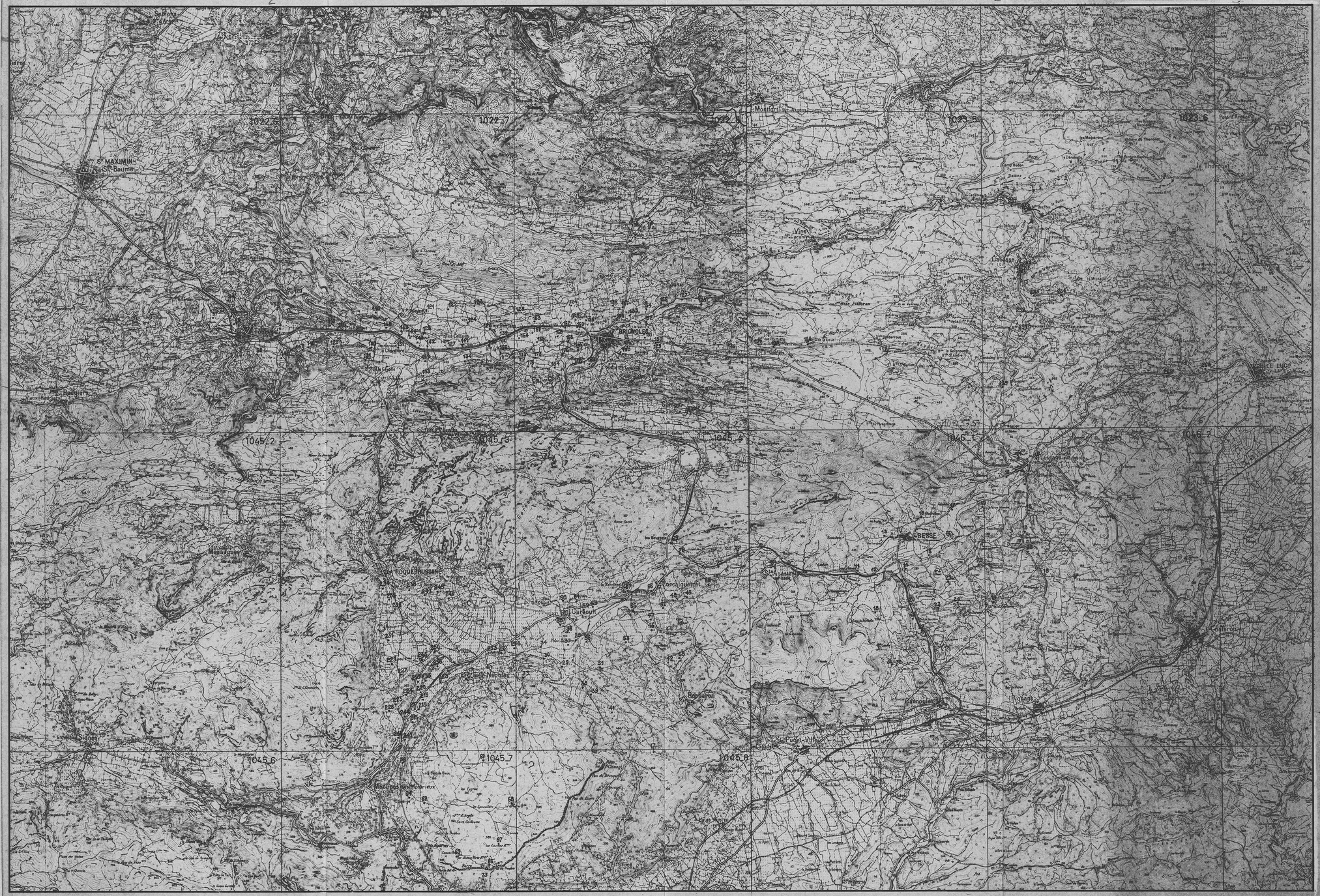
CARTE D'IMPLANTATION DES PUITS

Echelle 1/50.000

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
74 rue de la Federation _ 75 . Paris 15ème _ Tél. 783.94.00.

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL PROVENCE CORSE
13 MARSEILLE _

71. SGN. .PRC. Annexe IV

Légende

•245 Puits et son n° dans le 1/8 de feuille