

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Comité Eau

Contribution à la recherche d'action concertée
"Etude des réserves dans les karsts. Application à la Fontaine de Vaucluse"

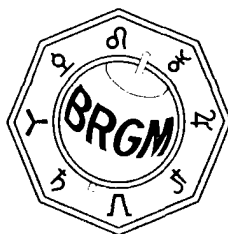
HYDROGÉOLOGIE DU BASSIN DU COULON
(Vaucluse - Basses-Alpes)

par

R. DOMINICI

avant propos de

H. PALOC



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
74, rue de la Fédération - 75-Paris (15ème) - Tél. 783 94-00

DIRECTION DU SERVICE GEOLOGIQUE ET DES LABORATOIRES
Boite postale 818 - 45-Orléans-La Source - Tél. 87-06-60 à 64

Service géologique régional Languedoc-Roussillon
Mas Jausserand - La Pompignane
34 - MONTPELLIER - Tél. 72-13-31

Département d'Hydrogéologie
Boite postale 818
45-Orléans-La Source
Tél. 87-05-06

68 SGL 199 HYD

Décembre 1968

R E S U M E

Le bassin du Coulon, en amont de Cavaillon, d'une superficie de 950 km², s'inscrit dans une région limitée au Nord par les Monts de Vaucluse et au Sud par la montagne du Lubéron. En plein coeur de la Provence, il subit les effets dominants du climat méditerranéen.

Les assises secondaires calcaires, urgoniennes, du monoclinal des Monts de Vaucluse et du flanc nord de l'anticlinal chevauchant du Lubéron, sont séparées par la gouttière synclinale du Pays d'Apt essentiellement constituée de terrains tertiaires, molassiques et marno-calcaires.

Le régime des écoulements du Coulon - ou Calavon - est soumis aux influences du climat et de la constitution lithologique du bassin.

Les conditions hydrogéologiques sont imposées par la structure. Un ensemble de terrains variés est superposé à un ensemble karstique qui affleure sur 50 % de la superficie du bassin versant, dont les Monts de Vaucluse, qui contribuent à l'alimentation de la Fontaine de Vaucluse, et le Lubéron qui assure l'alimentation de la source temporaire du Boulon.

Un inventaire des puits, sources et forages a été réalisé sur l'ensemble du bassin. Dans les terrains superposés aux formations secondaires, d'une part, les mesures piézométriques sur les puits inventoriés ont permis l'établissement de cartes iso-piézométriques dans les secteurs comportants une nappe continue.

D'autre part, quelques sondages effectués dans le synclinal du Coulon atteignent les calcaires urgoniens aquifères. Notamment un forage, dénommé forage du Chêne, a permis d'établir des corrélations entre les niveaux piézométriques relevés dans cet ouvrage et les niveaux de la Fontaine de Vaucluse. Enfin, des expériences de coloration à la fluorescéine et des essais de datation effectués par mesures de teneur en tritium tendent à montrer que les eaux du synclinal d'Apt, du moins dans le voisinage du Chêne, appartiennent au système alimentant la Fontaine de Vaucluse.

Des études postérieures et l'implantation de quelques forages de reconnaissance devraient permettre de préciser notamment le rôle joué par le Lubéron dans les échanges hydrauliques.

S O M M A I R E

AVANT-PROPOS par H. PALOC

1. APERCU GEOGRAPHIQUE SUR LE BASSIN DU COULON :

Régions naturelles, relief

- Les Monts de Vaucluse
- Le Lubéron
- Le Pays d'Apt

2. DONNEES CLIMATOLOGIQUES

- 2.1. Pluviométrie de l'ensemble de la région
- 2.2. Les vents
- 2.3. Les températures

3. GEOLOGIE

3.1. Stratigraphie

3.1.1. Secondaire

3.1.1.1. Le Crétacé inférieur

3.1.1.2. Le Crétacé supérieur

3.1.2. Tertiaire

3.1.2.1. Eocène

3.1.2.2. Oligocène

3.1.2.3. Miocène

3.1.3. Quaternaire

3.2. Histoire géologique - Tectonique

4. SOLS ET VEGETATION

4.1. Caractères généraux

4.2. Sols

4.3. Associations végétales

5. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET HYDROLOGIE DE SURFACE

5.1. Le Coulon ou Calavon

5.1.1. Les affluents

5.1.2. Le régime du Coulon

5.2. Autres mesures effectuées sur le bassin versant du Coulon

5.3. Conclusions

6. HYDROGEOLOGIE

6.1. Généralités

6.2. Les formations "alluviales"

6.2.1. Quaternaire

6.2.1.1. La plaine du Calavon entre les
Beaumettes et Coustellet

6.2.1.2. La plaine de Lacoste - Pont Julien
N.D. des Lumières

6.2.1.3. La plaine de l'Imergue

6.2.1.4. La plaine de l'Urbane

6.2.1.5. Essais de pompage

6.3. Les formations non karstiques

6.3.1. Le Miocène

6.3.2. L'Oligocène-Eocène

6.3.3. Le Crétacé supérieur

6.4. Chimie des eaux

6.5. Les formations karstiques - l'Urgonien

6.5.1. Rappels sur la Fontaine de Vaucluse

6.5.2. Inventaire des sources de la région karstique

6.5.2.1. Le flanc nord du bassin

6.5.2.2. Le flanc sud du bassin

6.5.3. Les forages de recherches d'eau dans le bassin d'Apt

6.5.4. Caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère
calcaire

6.5.4.1. Expériences de coloration

6.5.4.2. Observations piézométriques sur le
forage du Chêne. Remarques préliminaires.

6.5.4.3. Chimie des eaux

6.5.4.4. Datations et traçages à la fluorescéine

7. CONCLUSIONS

7.1. Le domaine karstique

7.2. Le domaine non karstique

PLANCHES

HORS TEXTE :

- Carte hydrogéologique du Bassin du Coulon au 1/100 000
- Fig. 6 : Profil en long du Coulon
- 7 : Débits du Coulon comparés aux précipitations
- 21 : Observations piézométriques sur le forage du Chêne comparées aux fluctuations de la Fontaine de Vaucluse.

DANS LE TEXTE :

- Fig. 1 : Synthèse lithostratigraphique des formations géologiques rencontrées dans le bassin du Coulon
- 2 : Esquisse paléogéographique du Crétacé dans le Sud-Est de
- 3 : la France.
- 4 : Coupes interprétatives dans le bassin du Coulon
- 5 : Dégradation typique de la Chenaie d'Yeuse et de la Forêt de Chênes pubescents dans le Bas-Rhône
- 8 : Coupes du remplissage alluvionnaire dans la région de Gordes - Ménerbes
- 9 : Carte isopiézométrique de la nappe phréatique du Coulon (région de Coustellet) au 1/50 000
- 10 : Chimie des eaux de la nappe aquifère de Coustellet
- 11 " " " " "
- 12 : Carte isopiézométrique de la nappe phréatique de la plaine de Lacoste au 1/50 000
- 13 : Chimie des eaux de la nappe aquifère de Lacoste
- 14 " " " " "
- 15 " " " " "
- 16 : Carte isopiézométrique de la nappe phréatique de l'Imergue au 1/50 000
- 17 : Coupes du remplissage alluvionnaire de la vallée de l'Urbane
- 18 : Profils de prospection géophysique dans la vallée de Calavon
- 19 : Schéma hydrogéologique de la région de Banon
- 22 : Chimie des eaux des forages recoupant l'aquifère des formations urgoniennes.

AVANT - PROPOS

par

H. PALOC

La présente étude a été réalisée par le B.R.G.M. dans le cadre de l'opération de recherche "étude des réserves dans les karsts-application à la Fontaine de Vaucluse", entreprise au titre de l'action concertée "EAU" de la D.G.R.S.T., sous la responsabilité scientifique de M. le professeur J. FLANDRIN.

Les travaux dont le présent rapport rend compte, avaient pour objet une reconnaissance hydrogéologique des différentes formations, essentiellement tertiaires et quaternaires, qui se développent dans la partie médiane du bassin du Coulon - le synclinal d'APT-au-dessus des calcaires urgoniens afin de rechercher s'il existait des relations hydrauliques éventuelles avec ces derniers, donc de préciser les conditions aux limites du réservoir aquifère karstique.

Ces calcaires affleurent largement dans la partie nord du bassin (Monts de Vaucluse) et, avec beaucoup moins d'extension, dans sa partie sud (Montagne du Lubéron). S'ils se trouvent masqués dans toute la partie médiane par des dépôts plus récents, leur continuité sous ces dépôts n'en est pas moins très certaine, attestée du reste par les affleurements localisés de Roquefure et du Rocher des abeilles à la faveur de replis anticlinaux qui les ramènent en surface, et par le forage de Salignan qui les atteint en profondeur.

Or il est depuis longtemps admis, et cela a été vérifié récemment par deux expériences de coloration (Caladàire, Jean Nouveau), que la partie "affleurante" de ces calcaires urgoniens du bassin du Coulon qui constitue les Monts de Vaucluse devait être comprise dans le périmètre d'alimentation de la Fontaine de Vaucluse.

Le problème se posait donc de savoir :

- 1) Si, dans leur zone d'envoyage sous les dépôts plus récents du coeur du bassin du Coulon, ces calcaires urgoniens pouvaient être en continuité hydraulique avec les Monts de Vaucluse, bref si le réservoir aquifère de la Fontaine de Vaucluse se prolongeait ou non sous les formations de couverture du bassin du Coulon,
- 2) S'il y avait des possibilités d'échange d'eau entre les calcaires urgoniens et les formations qui lui sont superposées dans la partie médiane du bassin, autrement dit si ces dernières participent ou non au réservoir.

Il est aujourd'hui possible de répondre en partie à ces deux questions.

En effet, durant la période -du 1er août 1967 au 31 juillet 1968- qui fut consacrée à l'examen des conditions hydrogéologiques des formations tertiaires et quaternaires du bassin, il se produisit un fait inattendu qui nous permit d'entamer une série d'observations nouvelles qui se révèlent déjà d'un intérêt capital pour la compréhension du régime de la Fontaine de Vaucluse. Ce fait est l'exécution, par la commune de Gargas, d'un nouveau forage -le forage du Chêne- atteignant les calcaires urgoniens sous couverture, et y trouvant de l'eau, mais la productivité demeurant toutefois insuffisante pour autoriser la mise du forage en exploitation. Ceci devait nous conduire, en accord avec la Direction de l'Agriculture du Vaucluse, à équiper ce forage en piézomètre et à y procéder à de nombreuses mesures dont on souhaite qu'elles puissent, longtemps encore, être poursuivies.

Les résultats qui sont présentés ici intéressent donc à la fois les diverses unités hydrogéologiques des formations post-crétacées qu'un inventaire portant sur plus de 700 points d'eau

a permis d'individualiser, et l'aquifère profond de la Fontaine de Vaucluse grâce aux premières observations effectuées sur le piézomètre du Chêne.

S'agissant d'une région bien individualisée du point de vue géographique, il a paru intéressant de faire précéder la présentation des faits acquis par l'étude hydrogéologique, d'un exposé de données plus générales dont on disposait sur le bassin du Coulon : climatologie, géologie, hydrologie. Ce rapport présente donc, dans une certaine mesure, un caractère de monographie, et il constitue à ce titre une base sérieuse pour des études ultérieures plus détaillées d'intérêt régional. Mais il n'en répond pas moins de façon très précise aux objectifs que nous lui avons fixé dans le cadre de la recherche générale entreprise à des fins méthodologiques sur l'évaluation des réserves et des ressources en eau dans les karsts, en prenant le système aquifère vauclusien comme modèle.

1. DONNEES GEOGRAPHIQUES SUR LE BASSIN DU COULON : régions naturelles, relief.

Situé en plein coeur de la Provence, le bassin du Coulon couvre une région limitée, au Nord par le Mont Ventoux et l'extrémité occidentale de la chaîne de Lure, au Sud par la Montagne du Luberon, à l'Ouest par la plaine du Combat. La limite est, moins franche, est constituée par une ligne de crête orientée Nord-Sud et jalonnée par les villages de La Rochegiron, Le Revest des Brousses et Montfuron.

La majeure partie de sa superficie (bassin moyen) est comprise dans le département du Vaucluse, le haut bassin est situé dans le département des Basses-Alpes. La superficie totale du bassin du Coulon est de 976 km². Seule la partie située à l'amont de Cavailon, d'une superficie de 950 km² est intéressée par cette étude. La longueur maximale est de 45 km, la largeur maximale est atteinte à la limite orientale du bassin avec 36 km.

L'ensemble du bassin du Coulon peut être subdivisé en trois régions distinctes : les Monts de Vaucluse et le pays d'Albion au Nord, le Luberon au Sud et le Pays d'Apt au Centre.

Les Monts de Vaucluse

Les Monts de Vaucluse -ou plateaux de Vaucluse- se présentent comme un grand entablement calcaire assez monotone. Ce domaine montagneux appelé au Moyen-Age Mont Amaron, culmine à 1 256 m au signal de Lagarde. Les Monts de Vaucluse ne présentent des formes structurales vives que sur les bordures et le long de chaque grande fracture qui les traverse. Toutes les failles donnent naissance à des reliefs plus accentués (Lioux). Les hauteurs ne dépassent 1 000 m que dans la région de Lagarde et à l'extrémité nord-est du bassin. Le plateau de St-Christol occupe la plus grande surface de cette région avec une altitude moyenne de 800 m ; la zone de bordure est plus abrupte et érodée par des vallons, la pente moyenne est de 15 %.

Le Luberon (ou Leberon)

C'est la chaîne séparant le bassin du Coulon de la Durance. Il se présente comme une longue muraille calcaire orientée d'Est en Ouest, arrondie en forme de dôme. Il atteint 720 m dans le secteur occidental et 1 125 m dans sa partie orientale au Sud-Ouest de Castellet. Son altitude moyenne est de 700 m environ. Le Luberon est bien individualisé : sa longueur est de 45 km pour une largeur moyenne de 4,5 km ; son axe forme une courbe légèrement concave vers le Nord. Le versant nord, le plus abrupt (pente de plus de 40 %), est entaillé par des ravins (ruz) qui y déterminent une topographie en "chevrons" liée au pendage des strates. Quelques torrents vigoureux ont scié cette montagne donnant les gorges du Régalon sur le flanc sud et la cluse de Bonnieux-Lourmarin qui, bien que ne faisant pas partie du bassin du Coulon, méritent d'être citées.

Le Pays d'Apt.

Il apparaît comme une région vallonnée comportant buttes et plateaux. Sa superficie totale est de 490 km² environ, son altitude varie de 80 à 300 m à l'Ouest d'Apt. Le secteur est plus accidenté ; l'altitude moyenne est de 450 m avec des hauteurs pouvant dépasser 700 m.

2. DONNEES CLIMATOLOGIQUES

Le bassin du Coulon, inséré entre les chaînes du Luberon (1 100 m) et les Monts de Vaucluse (700 à 1 000 m), s'incorpore dans un ensemble hétérogène où les contrastes sont assez marqués. C'est une région un peu à part dans le domaine climatique méditerranéen typique ; sa personnalité découle de son relief, de sa situation semi-continentale et plus encore de son débouché dans le couloir rhodanien. En général, on peut noter :

- une irrégularité des précipitations, avec de violents orages de pluie et parfois de grêle, ce qui a pour conséquence de donner aux rivières un caractère torrentiel ;

- une moyenne thermique assez élevée en chaque saison, mais relativement plus basse que dans les autres domaines méditerranéens. Les hivers sont en général doux et les étés chauds, souvent torrides ;
- des vents violents où le mistral règne en maître, avec une exception pour la partie centrale du bassin (région d'Apt) où ses effets sont pratiquement annulés par l'écran du Ventoux et les Monts de Vaucluse. A l'extrémité occidentale du Luberon il continue à jouer un rôle dynamique dans la gène des sols. (Accumulation des sables du Coulon sur le flanc nord du Luberon - Bordas J. 1950).

L'ensoleillement est exceptionnel et la sécheresse intense ; ce dernier facteur étant accentué par la grande perméabilité des calcaires karstiques prédominant dans le bassin.

2.1. Pluviométrie de l'ensemble de la région (DEVUN Ph. 1967)

Rapp. inédit B.R.G.M.

DS67 A137

Du point de vue précipitations on remarque l'importance particulière qu'exercent les deux courants principaux des masses d'air provenant de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Les données pluviométriques pour le bassin du Coulon sont données par 9 stations de l'Office Météorologique national dont les observations couvrent une assez grande période (à ces renseignements viendront s'ajouter les données des pluviographes de Murs et St-Christol, qui entrent dans le groupe des appareils installés en 1968 par le B.R.G.M., sur l'ensemble du bassin de la Fontaine de Vaucluse).

Le tableau suivant intéresse 8 années d'observations et fournit des valeurs moyennes de précipitations sur le bassin.

HAUTEURS MENSUELLES ET ANNUELLES DES PRECIPITATIONS (O.N.M.)

(moyenne 1959-1966)

Stations	Janv.	Févr.	Mars.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nove.	Déce.	Année
Apt	48,3	85,3	69,1	50,4	41,1	37,8	29,7	47,7	111,8	106,4	90,9	89,9	808,4
Bonnieux	30,7	56,1	47,8	41,2	38,6	58,1	26,5	52,9	77,9	78,5	61,9	80,6	650,8
Cavaillon	38,7	56,6	52,8	43,4	34,1	30,0	27,5	48,1	103,7	77,5	72,5	60,1	645,0
Gordes	34,2	58,0	60,0	45,2	40,4	33,9	33,2	58,6	123,6	126,5	79,4	77,6	775,6
Murs	43,3	50,8	97,7	53,3	62,9	58,8	42,2	67,7	131,2	99,0	78,1	84,9	869,9
St-Christol	73,1	89,1	97,4	76,3	58,5	62,0	35,3	57,7	125,5	128,8	124,6	92,2	1 020,5
Viens	46,5	76,3	67,8	64,4	51,8	47,7	31,0	53,8	109,6	105,4	93,9	88,1	836,3
Banon	65,4	95,7	102,7	77,9	58,4	16,1	44,3	68,3	129,6	128,3	127,9	91,8	1 006,4
Reillanne	46,6	77,0	75,1	65,1	67,0	48,3	24,2	49,3	93,0	122,8	99,9	73,6	841,9

Pour l'année 1967, les stations suivantes fournissent des valeurs de précipitations extrêmement faibles, inférieures à la moyenne depuis les trois dernières années.

En effet, en comparaison d'une moyenne calculée sur 8 ans de 828 mm, nous n'avons en 1967 que 380 mm (ce chiffre n'englobant pas les relevés de Reillanne, Murs, Banon).

Le nombre annuel moyen de jours de pluie est peu élevé :
Apt 84 - Cavaillon 62 - Gordes 71 - Murs 94 - St Christol 75 -
Viens 80 - Banon 73 - Reillanne 75.

L'automne apparaît comme la saison la plus pluvieuse, le maximum secondaire s'étalant sur l'hiver et le printemps. Les facteurs déterminant les différences de hauteur de pluie sont principalement la position des postes par rapport aux déplacements des masses d'air, l'éloignement par rapport à la mer et leur différence d'altitude.

De par son orientation et sa morphologie, le bassin du Coulon est ouvert aux influences atlantiques, leurs perturbations s'engouffrent dans le bassin d'Apt, canalisées par les Monts de Vaucluse et le Luberon. Quant aux conditions climatiques de la zone supérieure du bassin, intéressant donc le plateau d'Albion, elles sont influencées par les Massifs du Ventoux et de Lure qui arrêtent les influences nord mais n'empêchent pas les courants sud méditerranéens de contourner le Luberon par l'Est. Le bassin d'Apt est relativement à l'abri. D'une façon générale, les précipitations augmentent avec l'altitude bien que dans le cas présent l'éloignement par rapport à la mer contrarie les effets de l'altitude (DEVUN Ph. - 1967).

L'enneigement est parfois important sur le Ventoux et la Montagne de Lure ; il s'atténue progressivement en allant vers le Sud et n'intéresse pratiquement que le Nord-Ouest du bassin du Coulon (Pays d'Albion, plateau de St-Christol). Le Luberon et le centre du bassin sont rarement enneigés.

PRECIPITATIONS 1967

(en mm)

Stations	Janv.	Févr.	Mars	Avril.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Décembre	Année
Apt	30,9	39,1	17,9	23,6	30,0	27,9	1,4	9,8	32,7	17,2	92,6	19,8	343
Bonnieux	24,2	28,0	20,0	16,0	15,0	16,0	0	35,0	25,0	?	?	17,1	?
Cavaillon	22,0	43,5	8,5	11,5	13,5	38,5	0	11,0	25,0	14,0	70,0	9,5	267
Gordes	26,6	25,5	32,0	13,0	24,0	49,0	0	19,0	28,5	14,0	72,0	14,5	318
St Christol	67,8	70,1	32,2	53,0	30,8	55,1	1,5	21,0	49,5	30,7	165,6	31,8	609
Viens	33,4	23,4	17,2	23,4	16,2	28,6	0	15,6	46,2	29,8	107,0	23,6	364

2.2. Les vents

Le Mistral : c'est un vent sec du Nord et Nord Ouest. Il s'impose par la fréquence et la puissance de ses accès ; c'est un vent dominant l'hiver. Le mistral souffle quand le Golfe de Gênes est occupé par une dépression, mais parfois ce sont les bassins des plaines qui peuvent servir de point d'appel, un mistral local se crée alors en l'absence de gradient isobarique.

Le Marin : il souffle surtout en automne et vient du Sud-Ouest ; il est pluvieux en général mais parfois sec et chaud au printemps.

La gouttière naturelle du bassin du Coulon favorise les vents à dominance ouest.

2.3. Les températures

La moyenne thermique provençale est en général élevée ; mais un écart saisonnier peut être grand. La douceur de la température n'a cependant pas pour corollaire l'égalité. Les renversements des vents sont fréquents, rapides et ils entraînent des sautes thermiques dont la brutalité peut être rudement éprouvée en hiver et pendant les périodes intermédiaires de l'année.

Pour le bassin du Coulon, les stations équipées pour les mesures des températures sont peu nombreuses. Un ordre de grandeur peut nous être donné par les stations d'Apt, Carpentras, Cavailhon, Gordes et Sault.

Les moyennes calculées pour des périodes plus ou moins grandes d'observations sont sensiblement identiques :

15° 1 pour Apt - 12° 4 pour Cavaillon - 13° 45 pour Carpentras,
12° 7 pour Gordes - 10° 2 pour Sault. Il semble que pour l'ensemble du bassin on puisse prendre une valeur de 12° 5.

Quelle que soit la variation annuelle du régime des pluies, les durées d'ensoleillement sont quasiment constantes et toujours supérieures à 2 500 heures.

(Voir tableau suivant) - TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES

TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES

STATIONS	APT	CARPENTRAS				CAVAILLON	GORDES	SAULT
Année	t° C moyenne	t° C	Pé en mm	Insolation h	Evaporation "Piche" mm	t° C	t° C	t° C
1956	11° 71						11° 51	
1957	12° 78						12° 66	
1958	13° 48						12° 99	
1959	13° 75						13° 50	
1960	13° 19						12° 91	
1961	14° 22						13° 76	11° 00
1962	12° 81					13° 14	12° 24	9° 90
1963	12° 55					12° 66	11° 83	9° 50
1964	13° 23	13° 4	766,6	2 617	1 112,2	14° 13	12° 87	10° 70
1965	12° 86	13°	708,9	2 800	1 097,2	13° 21	12° 62	9° 80
1966	13° 30	13° 7	586,5	2 905	1 249,1	13° 92	13° 11	10° 50
1967	13° 50	13° 7	317,8	2 971	1 114,4	13° 40	13° 00	10° 20
Moyenne	13° 1	13° 45	594,95	2 823	1 145,67	13° 41	12° 7	10° 2

3. GEOLOGIE

3.1. Stratigraphie

La coupe de la figure 1 propose une synthèse lithostratigraphique. Les formations géologiques sont sédimentaires et s'étagent du Crétacé inférieur au milieu du Miocène (mis à part les dépôts récents du Quaternaire).

3.1.1. Secondaire

3.1.1.1. Crétacé inférieur

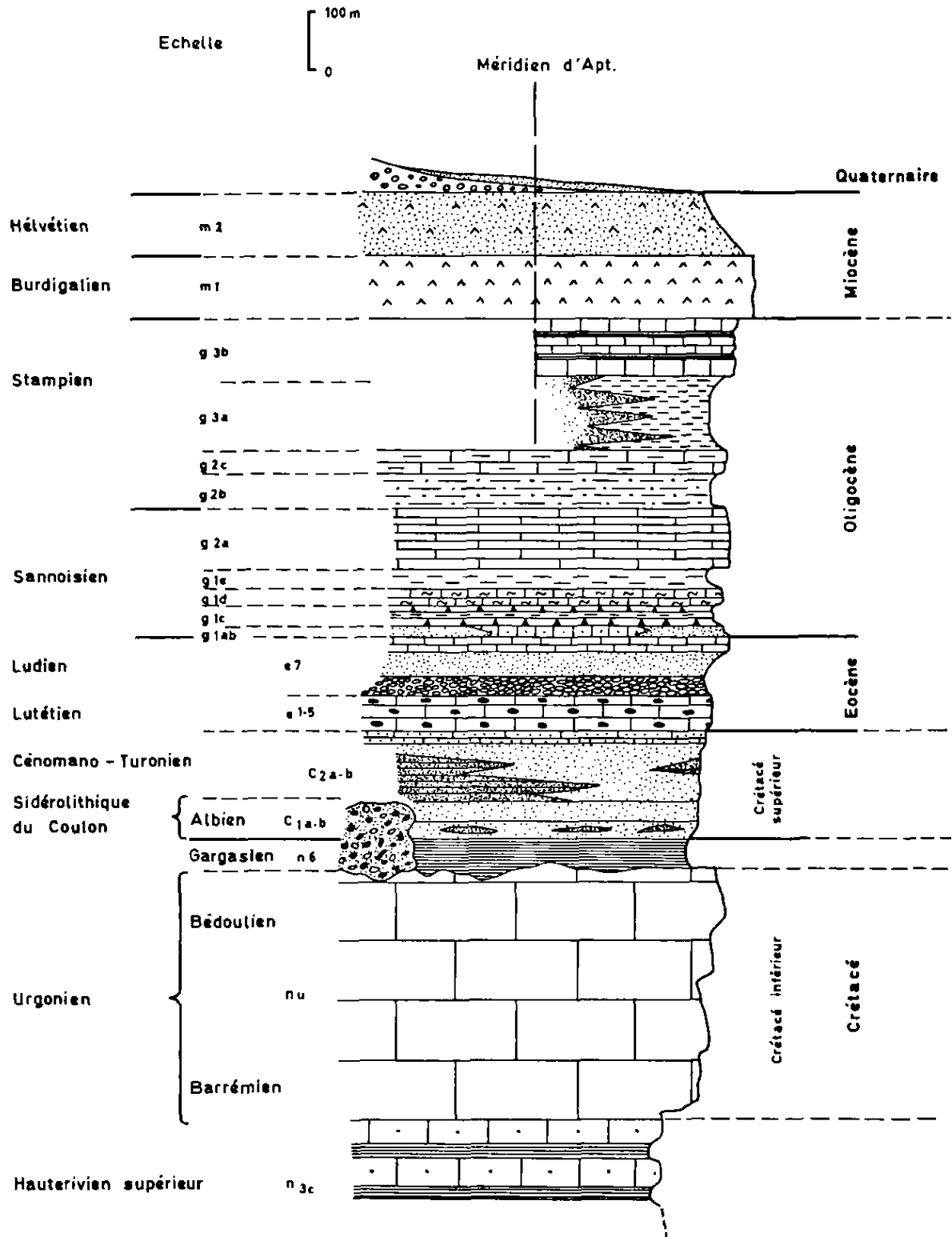
- a) Hauterivien (n₃c) Seule la partie supérieure est visible dans le Grand Luberon au Sud de Castellet. Il s'agit de calcaire plus ou moins marneux d'une assez grande épaisseur (250 m : carte géologique Reillanne 1/50 000).
- b) Barrémien (nU) Il affleure sur le petit Luberon, les Monts de Vaucluse et sur une petite frange du flanc nord du Grand Luberon à Auribeau.

Le Barrémien est constitué de calcaires sub-récifaux blancs, contenant des silex et de nombreux fossiles (rudistes). Dans la région il se présente sous son faciès urgonien typique, parfois équivalent à celui d'Orgon, c'est-à-dire crayeux et tendre (carrière des Chaux de la Tour à la Tour de Sabran).

c) Aptien (nU)

- Bédoulien (nU) : L'Aptien inférieur est bien représenté sur le versant sud des Monts de Vaucluse. Il se présente sous la forme de calcaires à débris, durs, récifaux, parfois argileux (Est de Gordes) ou crayeux (Roquefure - forage du Chêne). Il a le même faciès que le Barrémien d'où le nom d'Urgonien donné dans la région à ces deux formations.

Fig.1 - Log. stratigraphique simplifié des terrains rencontrés dans le bassin du COULON-CALAVON



- Aptien supérieur - Gargasien (n₆)

Le Gargasien est bien caractérisé au Nord du Coulon jusqu'aux Monts de Vaucluse. Il forme à l'affleurement de vastes étendues monotones de marnes grises ou bleutées, riches en faune, souvent pyriteuse, d'ammonites, de bélemnites et de bivalves que l'on trouve près de GORDES ou à SALIGNAN.

d) Albien (C₁)

Il est constitué à la base par des grès marneux siliceux et glauconieux comportant des intercalations argileuses (St Jean près de Roussillon), cet horizon pouvant être exploité pour la bentonite. Le sommet de l'étage est représenté par des grès ocreux à stratifications entrecroisées (Roussillon, Gargas, Rustrel), considérés d'abord comme des formations continentales désertiques ; il semble plutôt qu'il s'agisse de sédiments littoraux déposés près des terres émergées (grains de quartz éolisés).

A cet étage et peut être même plus bas dans la série se rattachent les argiles sableuses, rouges, lie de vin, concrétionnées d'hématite, qui comblent les anfractuosités du karst du Coulon (Pont-Julien).

3.1.1.2 Crétacé supérieur

- Cénomaniens - Turonien (c₂b)

Les formations ocreuses sont surmontées de couches de sables et de grès de teinte variable allant du blanc au rouge. Cette formation se rapproche de la précédente et peut se terminer par des bancs de grès quartzites assez durs bien représentés vers l'Est du bassin.

3.1.2. Tertiaire

3.1.2.1. Eocène

a) L'Eocène moyen ou Lutétien (e1-5)

Se présente comme un calcaire grumeleux à silex à l'aspect résineux (Apt). A la ferme de la Rabote, il apparaît sous la forme d'un cailloutis à éléments bien roulés enrobés dans une matrice sablo-argileuse, surmonté d'un calcaire pisolithique rose.

b) L'Eocène supérieur ou Ludien (e7)

Il débute par un conglomérat à éléments calcaires assez puissant (N.D. des Lumières) ; plus haut dans la série viennent les formations marno-sableuses rose saumon bien développées entre Goult - Roussillon - Perreal. Elles donnent au paysage une allure caractéristique. On peut y trouver des roses de sables, ce qui prouverait l'origine continentale du dépôt sous un climat aride. Le sommet de l'Eocène supérieur est couronné de calcaires lacustres.

3.1.2.2. Oligocène

Les sédiments oligocènes sont essentiellement laguno-lacustres. Il est le plus représentatif à l'Est du du méridien d'Apt.

a) Oligocène inférieur - Sannoisien

Il débute par des sables glauconneux et argiles vertes montmorillonitiques bien visibles en bordure de la Doua (Est de la ferme du Maronnier). En général, le Sannoisien se compose d'une alternance de calcaires et de niveaux marno-argileux, d'assez faible épaisseur. Les calcaires sont caractéristiques du milieu lacustre. Notons les calcaires blancs à cyrènes (g1b) que l'on peut rencontrer sur la colline de Perreal et auxquels succède un ensemble de marnes et argiles à gypse exploitées (g1c) puis un calcaire cargneulisé (g1d) et des marnes feuilletées (g1e).

Les variations de faciès sont fréquentes ; ainsi le Sannoisien supérieur (g_{1d}) représenté à l'Ouest d'Apt par des calcaires cargneulés, devient à l'Est le calcaire en plaquettes à soufre des Tapets. De même le niveau supérieur (g_{1e}) est constitué d'argiles vertes ou brunes avec quelques petites intercalations de calcaire ou de gypse bien visible au Sud de Gignac.

Le Sannoisien se termine par un niveau calcaire plus constant dans tout le secteur. Ce sont les calcaires en plaquettes dits de Campagne-Calavon (g_{2a}) à limnées et planorbis. Ce sont eux qui ont fourni une faune de poisson et des empreintes végétales. Ce calcaire en petits bancs peut se présenter sous une forme plus massive comme au rocher des Abeilles, au bois des Meuniers, où il recouvre en transgression le Barrémien.

b) Oligocène supérieur - Stampien

Comme l'Oligocène inférieur, il se présente sous la forme d'une alternance marno-calcaire. Mais ici, les horizons sont plus francs et mieux individualisés. On rencontre de bas en haut :

- le niveau de Caseneuve (g_{2b}) essentiellement marneux mais avec quelques horizons de calcaire gris (route d'Oppedette au lieu dit Le clos).

- le calcaire de Vachères (g_{2c}) complexe de calcaire en petits bancs renfermant des silex (Caseneuve). Ce calcaire est surmonté par un horizon marneux.

- les Marnes de Viens (g_{3a}) bien visibles sur la route de Viens. Ce sont des marnes versicolores, rouges, verdâtres avec des intercalations de grès grossiers et parfois plus sableux (c'est ce niveau assez épais que nous avons représenté sur la carte des faciès au 1/100 000 laissant sous le terme général d'Oligocène les formations éocènes et oligocènes proprement dites).

- Le calcaire de Reillanne (g₃b)

C'est un calcaire en bancs irréguliers entrecoupés de lits marneux et de calcaire argileux sous le Burdigalien de Saignon. Il est plus franchement calcaire vers Reillanne. Il est à noter que le Stampien supérieur (horizons (g₃a) et (g₃b) ne se rencontre pas à l'Ouest du méridien d'Apt.

3.1.2.3. Miocène

Les couches oligocènes sont le plus souvent surmontées par la molasse miocène. On distingue deux ensembles assez voisins l'un de l'autre du fait des variations latérales de faciès et des conditions quasi identiques de sédimentation.

a) Miocène inférieur - Burdigalien

Le Burdigalien apparaît comme une sorte de calcaire gréseux littoral riche en fossiles en grande partie fragmentés (Polypiers, pecten, oursins). Cette molasse calcaire est largement affleurante surtout à l'Ouest d'Apt (Bonnieux - Gordes - Lacoste) mais aussi à l'Est (Viens - Saignon).

Le Miocène inférieur peut se présenter sous forme d'assises à dominance sableuse surtout à la base de la série (Reillanne. Sud-Ouest de Ménerbes) pour devenir plus haut un véritable calcaire zoogène blanc (Lacoste, Oppède). Il est exploité alors comme pierre de taille et dans tout le pays d'Apt, il constitue l'essentiel du matériau de construction. Le Burdigalien peut être finement gréseux (R.N. 100 aux Beaumettes) et pseudolumachelique (Viens).

b) Le Miocène moyen - Helvétien

Généralement cet étage est plus marneux, dans le bassin du Coulon il est essentiellement sableux (Bastide neuve à l'Est de Cereste) grésosableux au N.E. de Ménerbes. On note quelques bancs intercalés plus molassiques identiques d'aspect au Burdigalien (ferme de Veissières près de Cereste).

3.1.3. Le Quaternaire

Le Quaternaire est constitué d'alluvions :

- anciennes (Fy_z)

rencontrées surtout dans la plaine des Beaumettes - Coustellet. Ce sont des cailloutis de galets calcaires mêlés aux éluvions de la roche mère molassique (Coustellet) ou sableuse (plaine de Lacoste). L'étendue de ces formations est assez faible.

- récentes (Fy)

Elles se situent de part et d'autre des cours d'eau en particulier du Coulon et des ruisseaux affluents. Leur extension est très réduite.

Enfin notons les éboulis sur les pentes miocènes et sur les collines marneuses aptiennes.

3.2. Histoire géologique - Tectonique

L'histoire de la région est commandée par l'évolution de l'isthme durancien, apparu dès l'Aptien et dont l'édification s'est poursuivie jusqu'au Crétacé supérieur.

A la fin du Crétacé inférieur, dans la région du bas Rhône, la mer se retire vers le Nord (fosse vocontienne) et vers le Sud, laissant une large bande de terre reliant les deux vieux continents hercyniens, les Cévennes au N.W. et les Massifs des Maures-Esterel au S.E. Cet isthme occupant alors le cours actuel de la basse et moyenne Durance va subir bien des bouleversements (fig. 2-3). Il résistera néanmoins à des mouvements tectoniques importants et sera soumis à l'influence des phénomènes classiques d'érosion et d'accumulation.

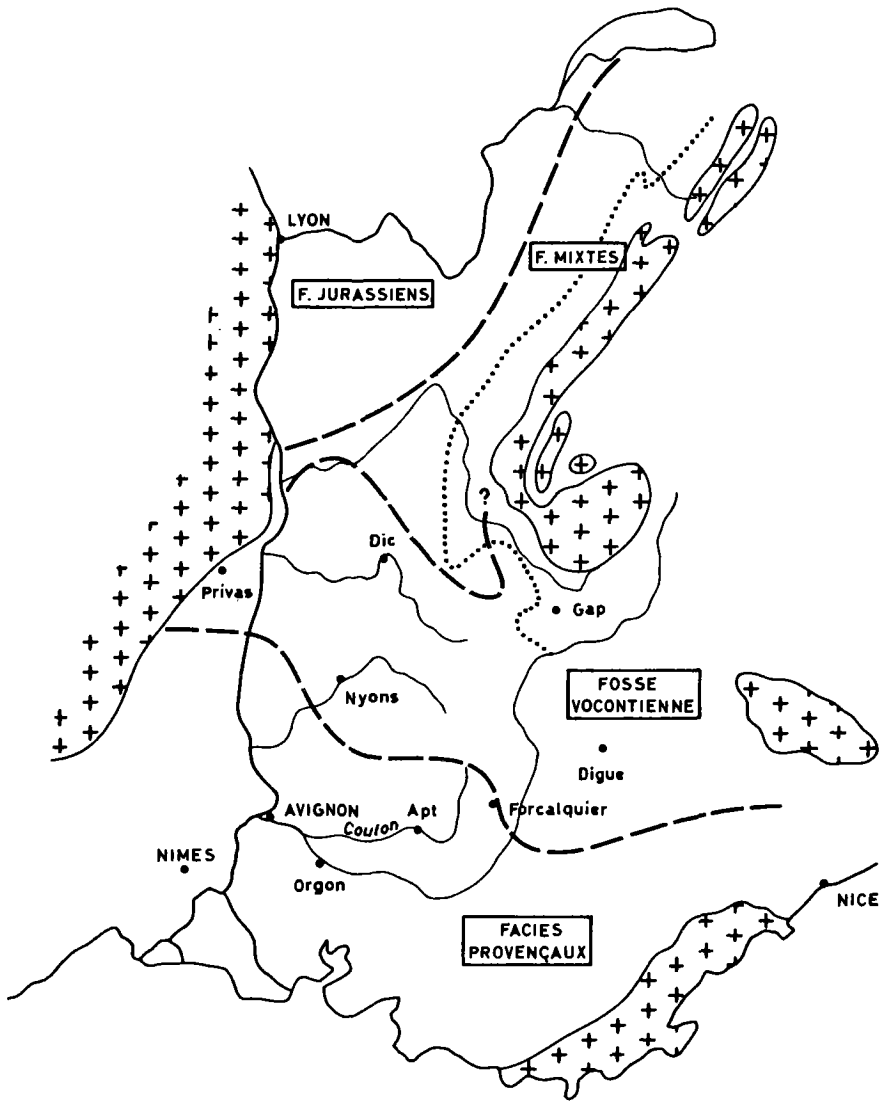


Fig.2

Schéma montrant la répartition des grandes zones de faciès
au crétaé inférieur dans le S.E. de la France

(d'après Gignoux)

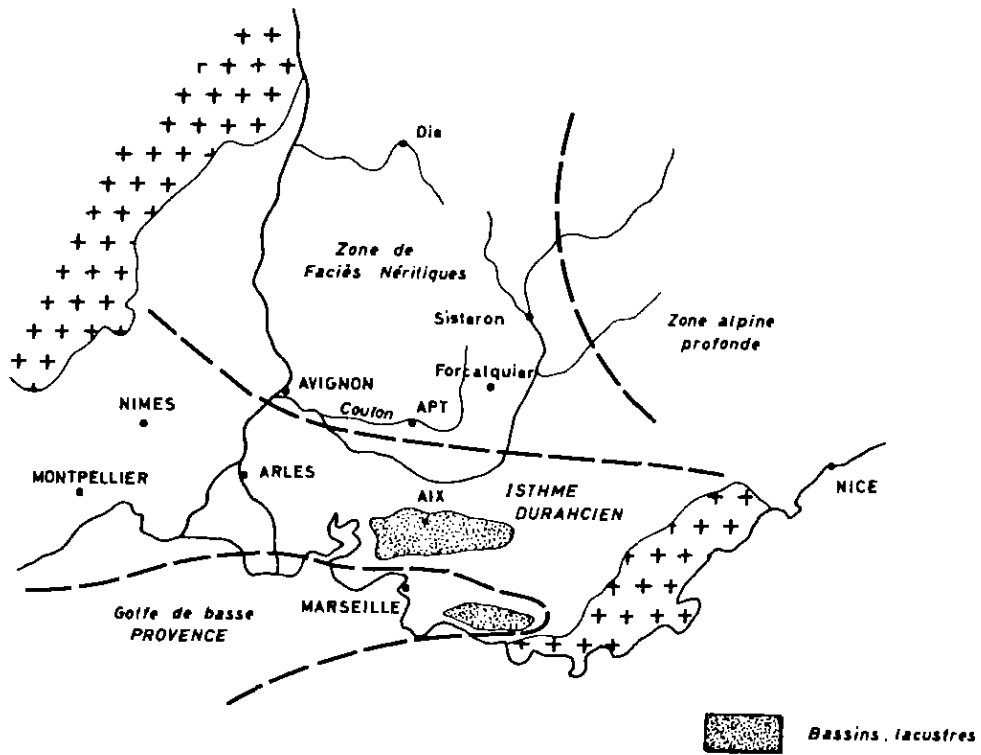


Fig.3

Les limites de l'Isthme Durancien se rapportant au Cénomaniien

(Plus tard, déplacement vers le Nord)

A l'Albien, l'isthme durancien commence à se bomber sous l'influence des mouvements pyrénéo-provençaux. Ce plissement se traduit par la dislocation Est-Ouest. Les premières déformations sensibles semblent se manifester par la délimitation de cuvettes et de dômes, base du relief actuel.

A l'Eocène nous entrons dans une période d'aplanissement continental ; les plis sont tronqués, les bassins d'ennoyage subsistent et présentent des zones de moindre résistance où s'accumulent les dépôts détritiques.

Juste avant la grande transgression miocène, la région est soumise aux mouvements alpins qui ne modifient pas l'allure générale de l'isthme et font rejouer les axes de plissements antérieurs ; les anticlinaux se relèvent et se cassent suivant les anciennes fractures (Combe de Lourmarin dans le Luberon).

Le Pliocène et le Quaternaire constituent de nouveau des périodes d'aplanissement cycliques, se traduisant par la modification des tracés des cours d'eau. Le bassin versant du Coulon occupe alors une position particulière entre la fosse vocontienne au Nord, zone de faciès profonds et l'isthme durancien au Sud, zone de faciès néritiques et de rivages.

Le Luberon, vestige et élément avancé de cet isthme, apparaît comme une frontière entre les domaines subalpin et provençal (Roch. E. - 1964) : "Il est assez aisé de reconstituer le rivage nord de l'isthme durancien ; dans la moitié sud de la région de Manosque à Cavaillon, le Barrémo-Bédoulien à faciès urgonien est le dernier ensemble marin connu ; à l'inverse de la moitié nord où les mers gargasiennes, albiennes, cénomaniennes et turonniennes ont stationné quelques temps".

Le pays d'Apt ne paraît pas connaître l'orogénèse provençale ; en effet l'Eocène n'est jamais discordant sur les couches plus anciennes. Les déformations datent du début de l'Oligocène, mais la tendance à l'émergence se manifeste bien avant. La mer peu profonde favorise le dépôt des ocres, tandis que sur le rivage où règne un climat tropical les marnes aptiennes et les grès albiens sont érodés, les calcaires karstifiés et remplis d'une formation rubéfiée (Sidérolithique du Coulon - Pont-Julien).

Avant le Pliocène, le territoire est affecté par un dernier plissement qui conduit à une disposition quasi définitive du synclinal d'Apt - Forcalquier.

Trois coupes orientées N.S. et se succédant d'Ouest en Est montrent l'allure générale du bassin versant du Coulon (Fig. 4). Nous sommes en présence de trois unités structurales bien délimitées qui du Nord au Sud sont :

a) La large ondulation anticlinale des Monts de Vaucluse et des plateaux d'Albion

Cette unité est orientée W.S.W-E.N.E. et possède un grand rayon de courbure. Vers l'Ouest, l'anticlinal est tronqué par les failles nord-sud de la Fontaine de Vaucluse ; dans la région de Murs nous remarquons un grand nombre d'accidents créant des fossés d'effondrement et favorisant par là-même la conservation de lambeaux oligocènes. Les accidents ont une orientation N.E-S.W et, vers le plateau d'Albion, NW.SE; la partie orientale, limite du bassin versant, est constituée par le fossé de Banon, vaste champ de fracture orientée N.N.E-S.S.W. Enfin, vers le Sud, les plateaux vauclusiens se terminent sur la dépression centrale par une série de gradins. La topographie reflète l'allure structurale de cet ensemble.

b) Le synclinal d'Apt - Forcalquier ou synclinal du Coulon

Il correspond pratiquement à la vallée du Coulon. Ce synclinal dont l'axe a une orientation E.W. est dissymétrique. Alors que les couches crétacées sont inclinées très faiblement (15 à 20°) vers le Sud dans la partie Nord, sur la bordure sud elles se redressent brusquement avec des pendages accusés (40 à 60°) contre le flanc nord

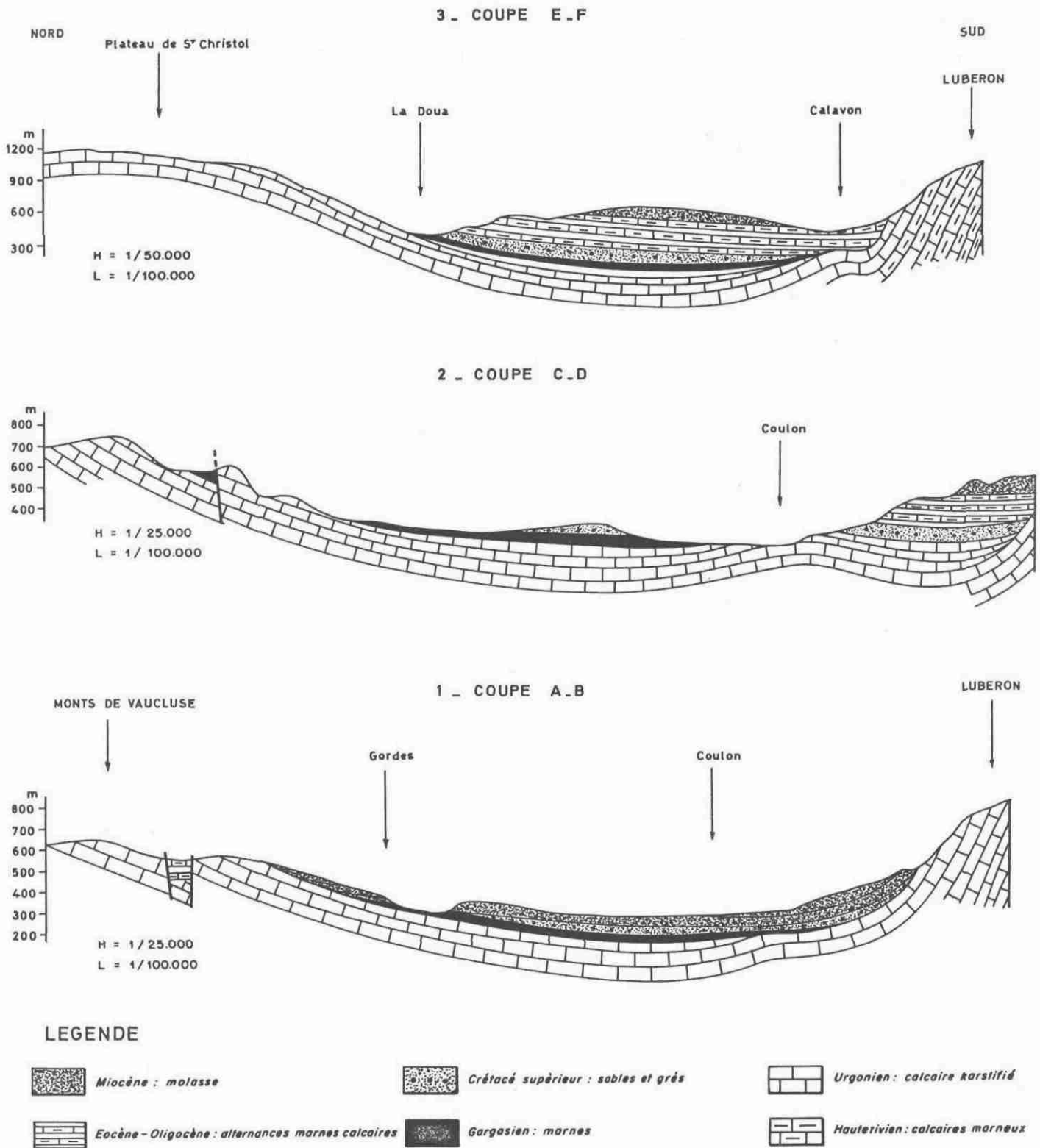


Fig.4 - Coupes dans le bassin du Coulon

du Luberon. Le coeur de ce synclinal est affecté d'ondulations anticlinales dont l'une apparaît érodée, karstifiée et probablement faillée à l'ouest d'Apt, au milieu de formations tertiaires et une autre plus à l'est, moins individualisée qui correspond au pointement urgonien du bois des Meuniers en bordure du Calavon.

Le synclinal d'Apt est occupé au-dessus d'un soubassement urgonien par des formations plus récentes allant du Crétacé supérieur au Miocène, ainsi que par un peu de Quaternaire. Les formations du Crétacé supérieur, (Albien-Cénomaniens) affleurent principalement au nord du Coulon (rive droite). Elles se biseautent vers le sud (limite de rivage). L'Eocène repose en concordance apparente sur le Cénomaniens quand ce dernier a échappé à l'érosion locale. On remarquera aussi que l'Eocène supérieur est nettement réduit dans le secteur compris entre Gignac et la haute vallée du Calavon. Les premières couches sannoisiennes le recouvrent en transgression ; au nord-est d'Apt, les argiles renferment même des ammonites et bélemnites gargasiennes remaniées (E. Roch - 1964).

Il est à noter que la série oligocène domine dans la partie orientale du bassin jusqu'à Apt où une faille nord-sud (syngénétique?) décale la série.

Enfin, le Miocène est discordant jusque sur le Crétacé inférieur du Luberon (Oppède), et en discordance sur les niveaux oligocènes du synclinal d'Apt-Forcalquier. On remarque aussi que les accidents de l'unité nord se poursuivant dans le synclinal n'affectent pas le Miocène.

c) L'anticlinal du Luberon

Il est apparemment simple mais deux forages pétroliers, l'un implanté dans la partie ouest et l'autre vers l'est, révèlent la complexité de cette structure.

L'anticlinal du Luberon orienté W.E. se divise en deux ensembles : le petit Luberon à l'ouest et le grand Luberon à l'est séparés par l'ensemblement miocène de Sivergues et une faille de décrochement oblique (combe de Lourmarin).

Le bassin du Coulon n'intéresse que le flanc nord, redressé mais normal, alors que le flanc sud est déversé et écaillé sur les formations tertiaires du bassin du Cucuron.

Le petit Luberon forme un péri-anticlinal se fermant à l'ouest, qu'affectent des fractures N.E.-S.W. Nous retrouvons là le même système d'ennoyage que dans l'unité des Monts de Vaucluse. Ces fractures favorisent l'abaissement du pli sous le Miocène.

4 - SOLS ET VEGETATION

4.1. Caractères généraux

Par sa situation géographique, son orientation essentiellement E.W., son relief s'étageant de 200 à 1 200 m, son sol et son climat, le bassin du Coulon offre une végétation de type méditerranéen classique avec néanmoins des influences secondaires diverses. C'est ainsi qu'on peut distinguer une influence :

- médio-européenne représentée par le chèvrefeuille buissonnant ou camerisier qui manque dans la région méditerranéenne type ;
- subatlantique avec le genêt à balai abondant sur les plateaux d'Albion, dans la région de Gargas et l'ajonc d'Europe caractéristique des landes bretonnes reconnu à Roussillon ;
- montagnarde avec la centaurée, la potentille caulescente (G. Clauzade - A. Tamisier - 1963).

Généralement, la végétation est pauvre, les forêts sont rares et peu riches en espèces ; les sous-bois aussi sont de la même espèce que les arbres qui les dominent. Par contre, les plantes s'adaptent aux rudes conditions d'existence, telles les xérophytes, les épineux (chênes kermes), les plantes aromatiques (labiées, romarins, lavandes). D'autres possèdent des réserves propres telles les plantes à bulbes et rhizomes (asphodèle, iris...).

4.2. Les sols

Le sol, conséquence naturelle de la géologie et d'un climat typique, conditionne le groupement des espèces végétales. Outre les jeunes sols gris des vallées ou terrains fluviaux on distingue :

a) les sols rouges méditerranéens (Monts de Vaucluse).

Ils sont formés dans les fissures calcaires ; les chênes verts les recherchent. Ils ne possèdent qu'un seul horizon et l'humus se forme difficilement.

b) les sols bruns

Ils dérivent par zonalité verticale des sols rouges.

c) les sols squelettiques d'érosion

Ils proviennent surtout des grès. Mais la végétation xérophyle n'arrive pas à les fixer ; des exemples de ces sols se trouvent dans la région de Bonnieux, Roussillon, Rustrel, Gargas.

d) les rendzines

Ce sont des sols calcaires peu évolués provenant des calcaires marneux, tendres où les éboulis sont nombreux (Monts de Vaucluse - Luberon) (Bordas J. - 1950).

4.3. Associations végétales

Les formations végétales caractéristiques, vestige d'un ancien climax, sont les groupements de chênes verts, dans la partie la plus chaude du pays (Monts de Vaucluse vers 700 - 800 m), et la chênaie de chênes pubescents dans les parties les plus fraîches. Enfin la hêtraie remplace les groupements précédents sur les versants nord au-dessus de 800 m.

La végétation arbustive et arborescente méditerranéenne est très sensible aux destructions. La dégradation peut être rapide et

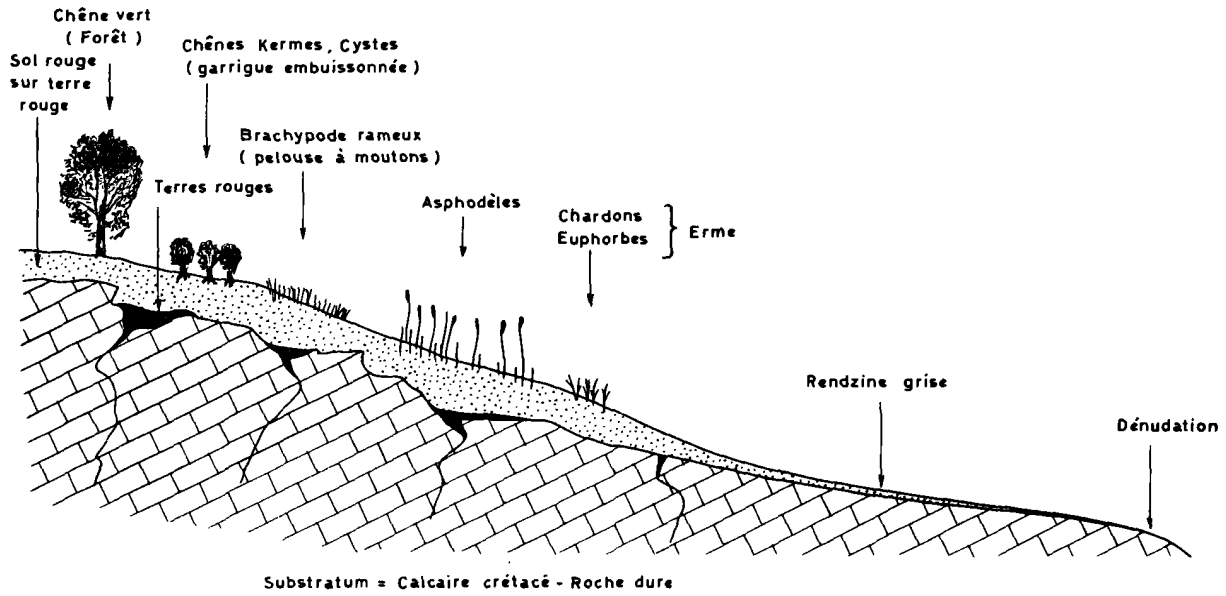
souvent favorisée par l'homme (fig. 5). La forêt vit sur un acquis antérieur et semble être actuellement à sa limite. Elle paraît ne plus entretenir le sol. Cependant l'étonnante rusticité du chêne d'yeuse, son comportement d'essence d'ombre lui permet de prendre une place qu'il occupera plus largement que le chêne blanc (forêt de Javon).

En général, les formations calcaires abondantes dans le bassin du Coulon sont le domaine des garrigues, végétation arbustive évoluant différemment soit vers une reconstitution du climax soit vers une dégradation plus complète.

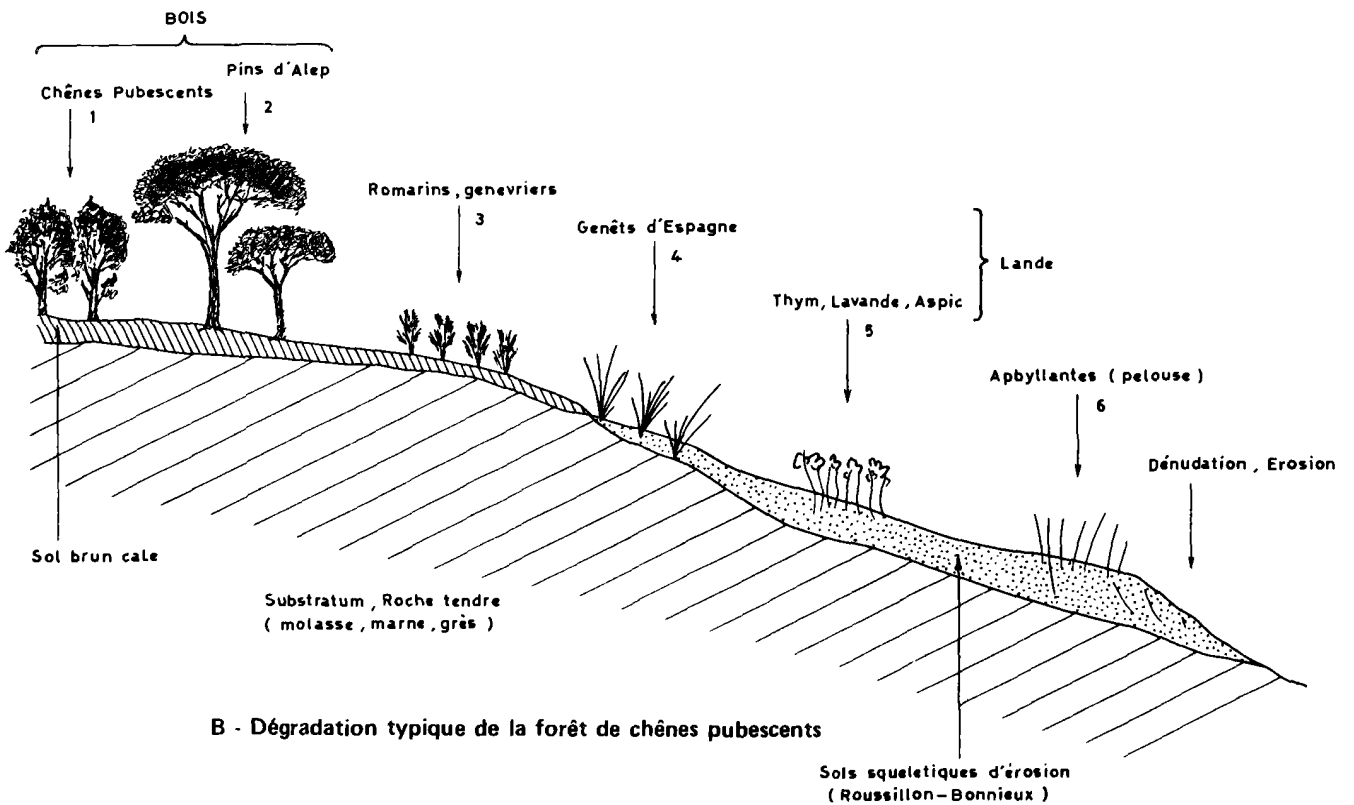
Il faut signaler néanmoins une végétation karstique sur le bord des avens. Des arbres et des buissons poussent dans les anfractuosités des rochers à l'abri du vent et de la chaleur. Ces dolines présentent souvent deux aspects de la végétation suivant l'exposition nord ou sud. Au nord, on trouve une végétation rabougrie où dominent les aubépines, genévriers, thyms et lavandes, au sud, des chênes pouvant atteindre une hauteur normale (dolines entre Banon et le Revest sur la R.N. 550 et la D. 18, près du petit Chavon).

Bien que le sol soit entièrement calcaire, en de rares endroits se sont accumulées des lentilles de sables ou d'argiles de décalcification présentant une association végétale de faciès siliceux (chênes blancs). A l'association des garrigues (chênes verts, genevriers, cistes, arbousiers, lauriers, thyms, lentisque) s'opposent les bois de pins, association plus fermée établie surtout sur les collines miocènes.

Signalons pour mémoire une végétation de culture artificielle, en particulier la vigne et les arbres fruitiers, développée dans les parties de faible à moyenne altitude (200m), à laquelle s'associe une végétation rudérale essentiellement composée de plantes nitrophyles.



A - Dégradation typique de la chenaie d'Yeuse



B - Dégradation typique de la forêt de chênes pubescents

- N.B Sur sols squeletiques Siliceux
- 2 = Pins maritimes - Chalaigners
 - 3 = Genêts à batais
 - 4 = Cystes à feuilles de Lauriers (Silicoles)

Fig.5

5 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET HYDROLOGIE DE SURFACE

La constitution du réseau hydrographique est commandée par l'existence de terrains de natures différentes dans les trois régions du bassin définies plus haut : des calcaires uniformément répartis sur les Monts de Vaucluse et le Luberon sur près de 460 km² et des terrains plus variés constitués par des calcaires, des marnes, des sables et des grès dans la zone centrale du pays d'Apt. Le chevelu hydrographique est assez dense, mais tout le réseau est rarement emprunté par les eaux de ruissellement. Les calcaires sont entaillés de vallées sèches toute l'année ; le bassin "effectif" du Coulon se trouve ainsi réduit à la zone centrale bien que cette dernière, du fait de sa constitution lithologique et de la répartition de ses affleurements, soit affectée d'un coefficient d'écoulement apparemment assez faible.

5.1. Le Coulon ou Calavon

C'est le dernier affluent rive droite de la Durance. Son tracé, conditionné par la tectonique et la lithologie, est en partie surimposé et en partie adapté à la structure.

Il prend sa source près de Banon dans le département des Basses-Alpes à 738 m d'altitude. Il coule tout d'abord dans une direction N.S., parallèlement aux fractures du fossé de Banon ; il traverse la "vallée sainte" et le pays d'Oppedette, puis bifurque franchement vers l'ouest pour aller se jeter dans la Durance, 4 km environ à l'ouest de Cavaillon.

Cette rivière porte le nom provençal de Calavon jusqu'à Apt ; elle est dénommée Coulon ou Caulon après la traversée de la ville.

Le Coulon est un véritable ruisseau à caractère torrentiel jusqu'à Oppedette, point, au delà duquel il a creusé dans le calcaire, sur 2,5 km, de belles gorges, étroites de 1 à 20 m et profondes de 150 à 200 m. L'étagement de bancs calcaires

plus ou moins résistants a donné lieu à une succession de cascades ; à la partie inférieure, les gorges sont garnies de marmites de géant, ou "Tines", tapissées d'argiles, qui gardent leur eau toute l'année. Sa pente est en moyenne de 2 ‰. Son cours se régularise au sortir des gorges dans les formations plus tendres du pays d'Apt ; jusqu'à Apt sa pente n'est plus que de 6 ‰, de Apt aux Beaumettes 4 ‰ et 3 ‰ jusqu'à sa confluence avec la Durance (alt. 56 m). L'examen du profil en long du cours d'eau (fig. 6) révèle un tracé ayant presque atteint son niveau d'équilibre.

Le lit du Coulon reste pratiquement encaissé jusqu'au pont Julien à son débouché de la cluse de Roquefure. Il s'élargit dans la plaine de Lacoste et se resserre à nouveau au seuil des Beaumettes. Dans la plaine de Coustellet le Coulon demeure étroit malgré l'absence d'obstacles à son épanouissement et il ne prend son caractère de véritable rivière que dans la plaine de Cavaillon, après Robion, où son lit s'élargit d'une façon notable. En période d'étiage le Coulon n'emprunte plus, au moins jusqu'à Coustellet, qu'un petit chenal. Son cours disparaît parfois sous les alluvions grossières de son lit surtout à l'amont d'Apt (La Bégude).

5.1.1. Les affluents

a) Rive droite

Dans la partie haute de son bassin, le Calavon reçoit un affluent d'allure torrentielle presque toujours à sec, dirigé dans le sens nord-sud suivant les fractures de la région de Banon : la Riaille. Elle prend naissance dans la montagne de Lure et son lit est entièrement creusé dans les calcaires, ce qui explique le caractère temporaire de son écoulement.

Le Calavon moyen reçoit en outre en rive droite le ruisseau de la Guicharde, le Rablassin, la Doua, la Riaille d'Apt, l'Urbane, l'Imergue et la Senancole.

La Doua

C'est de loin l'affluent le plus important et le seul ayant de l'eau toute l'année. La Doua prend sa source à Gignac ; elle coule dans le sens est-ouest jusqu'à la hauteur du hameau des Jean-Jean entaillant les séries sablo-gréseuses des ocres d'Apt. A partir de là, son orientation est sensiblement N.S. et elle se jette dans le Calavon à l'amont d'Apt après 11 500 m de cours. Les débits ne sont pas connus, mais il semble qu'ils soient de l'ordre de 5 l/s à l'étiage. On a cité jusqu'à 72 m³/s en crue. La largeur moyenne de son lit est de 12 m.

La Riaille d'Apt

Elle prend sa source à St-Saturnin ; son lit est pratiquement sec en étiage. Sa longueur est de 9 km environ pour une largeur moyenne de 5 m. J.H. BARRAL dans son livre sur les "irrigations dans le Vaucluse" (1876) indique 10 l/s à l'étiage et 24 m³/s en crue (sans précision de date ni de fréquence).

L'Urbane

Elle prend sa source dans le ravin des Bassaquets à l'ouest de St-Saturnin d'Apt ; sa longueur est d'environ 7 km, sa largeur 5 m. L'écoulement en étiage n'est visible que dans la partie inférieure de son cours, au nord du hameau du Chêne et au sud du hameau des Lombards. Son régime est influencé par les prélèvements intensifs effectués par pompage dans sa nappe phréatique.

l'Imergue

Il prend sa source près de Murs au hameau des Bayssons ; sa longueur est de 13 km, il coule en étiage avec un débit très faible à partir de son confluent, la Robine jusqu'à Notre-Dame de Lumière où il se jette dans le Coulon.

b) Rive gauche

En rive gauche les affluents notables sont moins nombreux que

sur la rive droite. De l'amont à l'aval on note :

- Le Grand Vallat

9 km environ de longueur. Il prend sa source au sud de Vachères - temporaire.

- L'Encrême

Comme le Grand Vallat, elle a son cours entièrement dans le département des Basses-Alpes. C'est le plus important des affluents de rive gauche. Pourtant à l'étiage, il est à sec dans les parties hautes et moyennes de son cours, soit sur près de 10 km. A partir de Céreste, son débit est assuré en totalité par les venues de sources diffuses se faisant jour dans les gorges qu'elle traverse. Il a été évalué à l'étiage de 30 l/s à 50 l/s.

On citera aussi le ruisseau de Rocsalière à la hauteur d'Apt dont le débit d'étiage était environ de 5 l/s (au nord du hameau de Rocsalière). Enfin le Real qui se jette dans le Coulon aux Beaumettes, pérenne à partir des "Grands Près" au nord de Ménerbes.

5.1.2. Le régime du Coulon

Par suite du déboisement, le Coulon est aujourd'hui un mauvais torrent aux crues irrégulières, souvent presque sans eau en été. "Il est bien différent de ce qu'il était autrefois, où des actes fort anciens affirment à Apt la pêche du poisson qui vivait dans ses eaux". Les renseignements oraux donnés par les riverains nous font penser qu'il est plus sec qu'il y a 50 ans.

Toutefois, l'excès des abats d'eau subits et violents occasionne des crues dévastatrices, comme celle qui détruisit la cité romaine, ou celle qui, le 24 août 1925 après une nuit de violent orage, fit déborder la rivière à Apt, inondant une partie de la ville, détruisant la voie de chemin de fer et faisant même une victime humaine.

Pour avoir des données plus précises sur le régime, une station de jaugeage a été installée en 1964 à 10 km environ à l'est d'Apt au lieu-dit Coste Raste (6^e circonscription électrique - station U 941). Elle comporte un limnigraphe à enregistrement continu, le débit journalier étant calculé par la moyenne faite de 0 à 24 heures. Cette station intéresse seulement une superficie de 333 km² et il est intéressant de noter que cette surface englobe 150 km² de formations calcaires karstifiées soit 45 % de la superficie intéressée.

Débit du Coulon comparé aux précipitations

La figure 7 permet de comparer le débit journalier de la rivière pendant l'année 1966 avec les précipitations sur la région. On a reporté pour la même période les hauteurs des précipitations journalières des stations de Banon et de Reillanne, intéressant respectivement les parties amont et aval du bassin.

Précipitations à B A N O N (1966)												en mm	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1					4,6					2,4		5,3	
2						2,6					2,52	12,4	
3			0								34,20	7,9	
4						12,4							
5				8,20		1,3	5,6				12,60		
6					3,17								
7		0		36,10									
8								18,2			9,30		
9				56,20		14,3				0			
10		37,20								9,3		0	
11	11,2	4,60		4,1	0					24,4			
12	8,4	14,20											
13					3,10							0	
14				0			0			5,4			
15				4,6						47,5			
16		19,80		1,6	0								
17					11,2								
18					11,6			48,3		36,4			
19	0	4,00											
20	10,6			7,2		5,6	18,6			3,6			
21	2,7	37,20											
22	4,6	3,7									6,10		
23													
24				0									
25	15,8		0							0			
26				0									
27				2,6								21,2	
28		16,2									7,20		
29								6,3	25,6		7,20	1,3	
30				1,3				4,2			12,30		
31					7,8								
Total mensuel	53,3	136,9	0	121,9	71,0	37,4	24,2	77,0	25,6	129,0	114,1	48,10	

Précipitations à R E I L L A N N E (1966) en mm												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1												0,6
2											18,20	1,4
3			2,3								40,20	5,4
4						10,6						
5				3,7			3,5				7,5	
6				0,7	26,1							
7		1,50		19,0								
8				9,5		1,7		8,0			7,6	
9				23,4		9,1				7,40		
10	10,9	37,60								7,90		
11		8,50				1,6				10,30		
12	14,7	14,70										
13		5,80		7,7	0,7							0,3
14				2,7	0,9					7,8		
15				5,0		4,2				41,4		
16		12,70		2,2								
17		1,30			17,3			0,1				
18		1,20			7,5					23,9		
19		0,70		0,8	9,2		34,5					
20		6,90		7,5		6,5	1,7			4,9		
21	9,8	20,90						0,2				
22	4,6	6,00									6,8	
23											2,7	
24				5,5						0,9		
25	13,1		0,2									
26			3,0									
27												16,1
28		11,30		1,3				11,9	9,4		13,8	
29									15,4			1,0
30											15,4	
31					4,9							
Total mensuel	53,1	129,1	5,5	89,0	66,6	33,7	39,7	20,2	24,8	104,5	112,2	24,80

DEBITS JOURNALIERS DU COULON A COSTE-RASTE
en m³/s pour l'année 1966

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
1	0,24	1,20	3,70	0,72	0,86	0,35	0,09	0,03	0,03	0,03	0,12	0,50	
2	0,24	1,20	2,96	0,72	0,72	0,35	0,09	0,03	0,03	0,03	0,16	0,42	
3	0,35	1,02	2,74	0,72	0,72	0,35	0,09	0,03	0,03	0,03	1,22	0,42	
4	0,35	1,02	2,74	0,50	0,72	0,35	0,09	0,03	0,03	0,03	1,38	0,35	
5	0,29	1,02	2,53	0,50	0,72	0,35	0,09	0,03	0,03	0,03	0,42	0,29	
6	0,24	0,86	2,34	0,50	1,02	0,29	0,09	0,03	0,03	0,03	0,50	0,29	
7	0,24	0,72	2,15	0,50	1,53	0,24	0,09	0,03	0,03	0,03	0,35	0,29	
8	0,20	0,72	2,15	1,36	1,02	0,24	0,07	0,03	0,03	0,03	0,29	0,29	
9	0,16	0,72	1,92	2,95	0,72	0,24	0,05	0,03	0,03	0,03	0,24	0,29	
10	0,16	0,72	1,72	5,95	0,72	0,29	0,04	0,03	0,03	0,03	0,24	0,29	
11	0,29	5,45	1,72	2,74	0,72	0,29	0,05	0,03	0,03	0,03	0,24	0,29	
12	0,50	3,70	1,72	2,15	0,72	0,29	0,07	0,03	0,03	0,03	0,24	0,24	
13	0,50	7,00	1,53	1,92	0,72	0,24	0,07	0,03	0,03	0,03	0,24	0,24	
14	0,42	5,70	1,36	1,72	0,72	0,24	0,07	0,03	0,03	0,05	0,16	0,24	
15	0,42	3,70	1,36	1,72	0,72	0,24	0,04	0,03	0,03	0,09	0,16	0,24	
16	0,42	3,44	1,20	1,53	0,72	0,35	0,04	0,03	0,03	0,35	0,16	0,24	
17	0,35	4,77	1,20	1,53	0,60	0,29	0,04	0,03	0,03	0,16	0,16	0,24	
18	0,35	3,70	1,20	1,36	0,86	0,24	0,04	0,03	0,03	0,09	0,16	0,24	
19	0,35	3,19	1,02	1,20	0,86	0,24	0,04	0,03	0,03	0,35	0,16	0,20	
20	0,35	3,19	1,02	1,20	0,72	0,16	0,05	0,03	0,03	0,29	0,16	0,20	
21	0,50	6,15	1,02	1,20	0,72	0,16	0,07	0,03	0,03	0,24	0,16	0,20	
22	0,72	7,10	0,86	1,20	0,72	0,09	0,07	0,03	0,03	0,20	0,16	0,20	
23	0,72	5,70	0,86	1,02	0,60	0,09	0,09	0,03	0,03	0,16	0,16	0,20	
24	1,02	4,77	1,02	1,03	0,60	0,09	0,09	0,03	0,03	0,16	0,16	0,20	
25	1,02	3,97	1,02	1,02	0,60	0,12	0,07	0,03	0,03	0,12	0,16	0,20	
26	2,53	3,70	1,02	1,02	0,60	0,12	0,07	0,03	0,03	0,12	0,16	0,20	
27	2,34	3,19	1,02	1,02	0,60	0,12	0,07	0,03	0,03	0,12	0,16	0,20	
28	2,15	3,44	0,86	1,02	0,50	0,12	0,05	0,03	0,03	0,12	0,16	0,24	
29	1,92		0,72	1,02	0,50	0,12	0,00	0,03	0,03	0,12	0,24	0,24	
30	1,72		0,72	1,02	0,50	0,09	0,00	0,03	0,03	0,12	0,24	0,24	
31	1,36		0,72		0,35		0,03	0,03		0,12		0,24	

Valeurs mensuelles et annuelles a) Débits mesurés

m ³ /s	0,72	3,25	1,55	1,40	0,72	0,22	0,06	0,03	0,03	0,10	0,28	0,26	0,7
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

b) débits naturels et lames d'eau équivalentes

m ³ /s	0,72	3,25	1,55	1,40	0,72	0,22	0,06	0,03	0,03	0,10	0,28	0,26	0,7
l/S/km ²	2,1	9,7	4,6	4,2	2,1	0,6	0,1	0	0	0,3	0,8	0,7	2,1
mm	6	23	12	11	6	2				1	2	2	66

On constate que, malgré une intensité moins forte à Reillanne (altitude inférieure), les pluies sont uniformément réparties sur le bassin. La réaction de la rivière semble rapide à une pluie supérieure à 10 mm. Les pics de précipitations correspondent aux pics de la courbe des débits légèrement décalés.

On remarquera cependant que pendant la période sèche-(juillet-Octobre) les réactions de la rivière sont différentes. Ainsi les 19 et 20 juillet une averse de 34,5 mm à Banon a une incidence faible sur le débit ; la valeur de ce dernier qui était de 0,4 m³/s passe à 0,9 m³/s. De même en août une pluie de 48,3 mm à Banon ne provoque aucune réaction. En période pluvieuse ce sont les pluies d'hiver qui provoquent les plus grandes variations de débit, alors que celles d'automne, égales en intensité, ont des influences moindres.

Ces différents comportements sont vraisemblablement dus à l'infiltration quasi-totale dans les calcaires et à une capacité plus grande d'absorption des terrains après une période de sécheresse. En étiage, il semble que seule la nappe des alluvions récentes du Coulon, en amont de la Bégude, et les sources plus ou moins diffuses des calcaires oligocènes et des grès miocènes dont les plus importantes se trouvent dans les gorges du Céreste, conditionnent le débit. Le palier de 30 l/s observé du début août à la mi-octobre pourrait bien avoir cette signification.

Les débits moyens mensuels du Coulon varient de 3,25 m³/s en février à 0,03 m³/s en août et septembre. Les valeurs des débits du Coulon pour l'année 1967 n'étant pas encore parvenus on a pu néanmoins observer que du mois d'août au mois de novembre 1967 aucun écoulement ne se faisait à la station.

Le débit spécifique moyen est de 1,8 l/s/km² alors que la lame d'eau écoulée varie de 0 à 23 mm. Pour l'année 1966 nous avons 66 mm.

5.2. Autres mesures effectuées sur le bassin versant du Coulon

A la suite d'un projet d'établissement de lacs collinaires dans la vallée du Coulon, le cabinet RUBY a entrepris pour l'année 1963-1964 une étude hydrologique au moyen de quatre stations de jaugeage intéressant quatre petits bassins versants drainés par les ruisseaux de la Robine, affluent de l'Imergue au sud-est de Gordes, le fossé de Devens à la petite Verrerie, au sud de Roussillon, le ruisseau d'Athenoux près de Villars et celui de la Bastide Neuve près de Rustrel.

Quatre pluviographes ont été installés pendant l'année d'observation et les débits mesurés sans interruption. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Stations	Superficie du B.V. en km ²	Hauteur de pluie annuelle en mm	Volume de précipitations en m ³	Volume écoulé en m ³	Coefficient d'écoulement
Robine	10,5	925	9 700 000	650 000	0,067
Fossé du Devens (Petite Verrerie)	1,6	910	1 450 000	325 000	0,225
Athénoux	29,9	850	25 500 000	1 500 000	0,059
Bastide Neuve	9,8	810	7 800 000	625 000	0,080

5.3. Conclusions

Rivière méditerranéenne, au bassin versant constitué en grande partie par des calcaires karstifiés (45 % de la superficie), le Coulon ou Calavon est caractérisé par :

- un régime irrégulier avec des basses eaux en été et des hautes eaux en hiver
- des débits d'étiage très faibles
- des crues pouvant être violentes
- un débit spécifique faible

Le bassin versant de 950 km² défini topographiquement ne correspond pas à l'aire d'où proviennent les écoulements parvenant au collecteur principal, auquel doit échapper une grande partie des eaux infiltrées sur l'impluvium.

6 - HYDROGEOLOGIE

6.1. Généralités

L'étude hydrogéologique du bassin du Coulon avait pour but de déterminer les caractéristiques hydrauliques des différentes formations lithologiques superposées à l'aquifère karstique de la Fontaine de Vaucluse, et de préciser leurs relations éventuelles.

Ainsi a été établi à partir du mois d'août 1967, un inventaire de sources et de puits témoins dans les domaines susceptibles de comporter une nappe souterraine assez étendue. Les puits ont fait l'objet de mesures (profondeur totale, mesure du niveau de l'eau) tandis qu'étaient recueillis, quand c'était possible, les renseignements intéressant les débits de pompage et la nature de l'aquifère.

Dans ces domaines il existe de nombreuses sources d'émergence, situées généralement au contact de deux faciès différents ou à un ressaut topographique. Ces sources ont toutes un débit très faible de l'ordre du litre/minute.

274 puits ont été inventoriés dans le bassin du Coulon. Deux relevés piézométriques ont été effectués à deux époques de l'année, le deuxième étant complété par l'inventaire de quelques points d'eau supplémentaires qui devaient se révéler nécessaires à l'établissement du tracé des courbes isopiézométriques. De même quelques analyses chimiques ont permis d'obtenir des informations sur la composition des eaux et leur minéralisation.

Enfin, des résultats d'études géophysiques entreprises par la C.P.G.F. pour le compte du Ministère de l'Agriculture (Service du Génie rural) et intéressant de très petites surfaces sont utiles pour connaître l'allure du remplissage alluvial au voisinage des cours d'eau.

6.2. Les formations "alluviales"

Les formations les plus récentes exploitées dans le bassin du Coulon sont les alluvions quaternaires. Presque tous les puits ont été creusés dans ces niveaux.

6.2.1. Quaternaire

Les alluvions récentes et anciennes du Coulon et de ses affluents constituent à leur base des couches aquifères, d'importances inégales. Quatre secteurs ont ainsi été étudiés (nous avons groupé sur la carte au 1/100 000 les différentes formations quaternaires) :

6.2.1.1. La plaine du Calavon entre les Beaumettes et Coustellet

C'est le secteur le plus important. D'une superficie d'environ 30 km², il est inscrit entre les hauteurs miocènes de Cabrières d'Avignon, les Beaumettes, Ménerbes, Maubec. Le Coulon le divise en deux parties. Du point de vue géologique les formations de remplissage surmontent des assises miocènes constituées par les niveaux sablo-marneux de l'Helvétien ou molassiques du Burdigalien.

De nombreux affleurements témoignent de la faible profondeur de ce substratum tertiaire. Ils compartimentent surtout les alluvions de la rive gauche, imposant ainsi à la couche aquifère des discontinuités. Signalons que ce remplissage intéresse une partie du synclinal du Coulon qui est ici très dissymétrique, l'axe étant déplacé vers le sud de la rivière.

a) Les alluvions récentes

Elles bordent la rivière du Coulon et ne sont développées que sur la rive droite suivant une étroite frange rectangulaire s'élargissant au débouché sur la plaine de Cavaillon. Il s'agit d'alluvions

calcaires assez caillouteuses.

b) Les alluvions anciennes

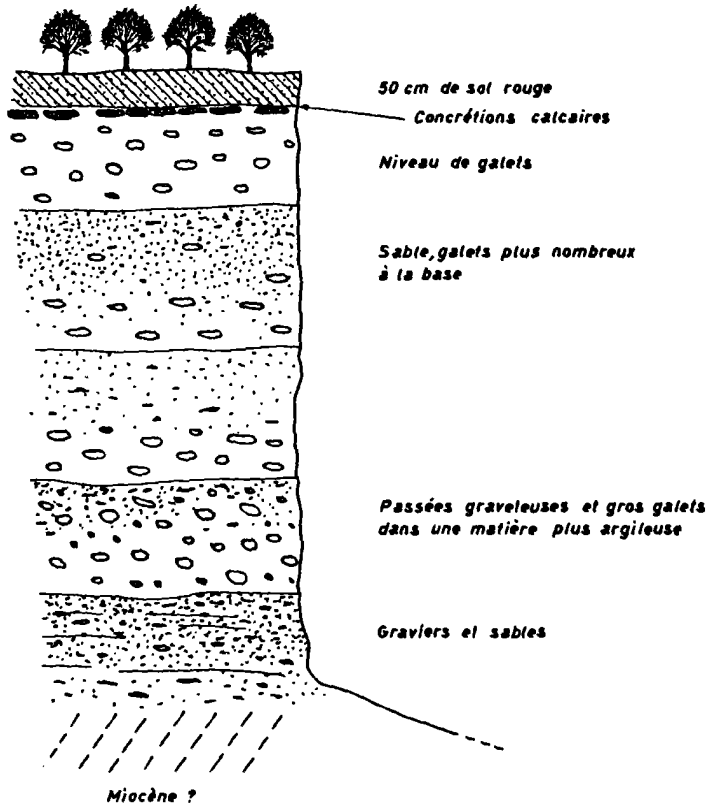
Le deuxième niveau est plus ancien et couvre de plus grandes surfaces. Il est constitué par des formations remaniées qui s'interpénètrent avec le niveau supérieur récent. Ce sont des sables d'origine miocène plus limoneux et graveleux par place avec quelques éléments polygéniques provenant du Crétacé.

Deux coupes, une située dans la sablière de l'usine C.G.G.B. au sud de Cabrières d'Avignon et l'autre en bordure de la route de Ménerbes au lieu-dit les Faysses, permettent d'observer ce remplissage (fig. 8).

Il s'agit d'une formation assez uniforme comportant une succession de niveaux de galets de petite à moyenne dimension, alternant avec des niveaux plus sableux et des graviers. L'épaisseur du remplissage est inégale ; les observations et les renseignements recueillis font admettre une puissance de 4 à 10 m.

Les puits inventoriés ont en majeure partie une profondeur moyenne de 7 m et n'excèdent pas 10-11 m. Un seul atteint 14 m. Malgré cela, plusieurs atteignent le Miocène, tel le puits de la Distillerie de Coustellet (967-2-22)* où le Miocène sableux se trouverait vers 8 m (?) le puits de Bagnol (967-2-25) l'atteint vers 4 m.

* 967-2-22 indice de classement B.R.G.M.



1) Sablières Sud de Cabrières



2) Sablières des Faysses

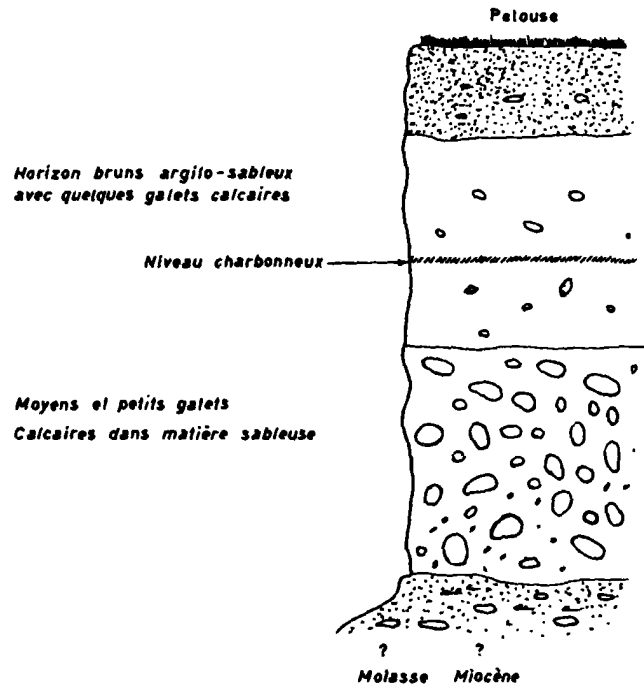


Fig.8

Généralement la nappe est comprise dans la base des alluvions et le substratum peut jouer alors le rôle de mur imperméable ; parfois la surface piézométrique se situe dans le Miocène ; la nappe est alors légèrement en charge, mais les niveaux observés ne présentent pas de grands écarts avec ceux de la nappe phréatique.






Bien que les conditions de gisements ne soient pas tout à fait identiques on n'a représenté dans le tracé des courbes isopiézométriques qu'une seule surface piézométrique de la nappe.

6.2.1.1.1. Piézométrie

Le tracé des courbes (fig. 9) a été fait au moyen des dernières mesures effectuées en mai 1968 sur 124 puits. Le nivellement de ces points d'eau n'ayant pas été effectué, la précision donnée par le plan directeur au 1/20 000 est approchée. Néanmoins il est probable que la forme générale de la surface construite soit proche de la réalité. Il semble que le Coulon n'intervienne que très peu dans l'alimentation de cette nappe. Sur la rive gauche on voit les courbes s'aligner sensiblement suivant des parallèles au cours de la rivière, ou avec une légère convexité dirigée vers l'amont. A l'époque du relevé il est incontestable que la nappe était drainée par le cours d'eau. Ceci semble être doublement confirmé par l'existence de sources diffuses sur le talus rive gauche dans la région de St-Antonin - Carnavet. Sur la rive droite, si on note un écoulement nord-sud de Cabrières d'Avignon à Coustellet, dans la partie intéressant la bordure du Coulon et par conséquent correspondant aux alluvions récentes, le tracé est assez difficile à établir, les puits sont en toute saison sollicités par pompage. L'alimentation par le Coulon est peut-être possible sur une mince frange, encore que les renseignements recueillis chez les propriétaires riverains viennent infirmer cette possibilité. Le propriétaire du puits 967-2-32 situé à 200 m du Coulon n'a jamais remarqué dans son puits même en période de crue, un

Echelle : 1/50 000

LEGENDE

-  *Affleurement du substratum miocène du recouvrement alluvial*
-  *Limite de la nappe*
-  *Puits*
-  *Analyses chimiques*
-  *Courbes hydroisohypses (alt en m)*

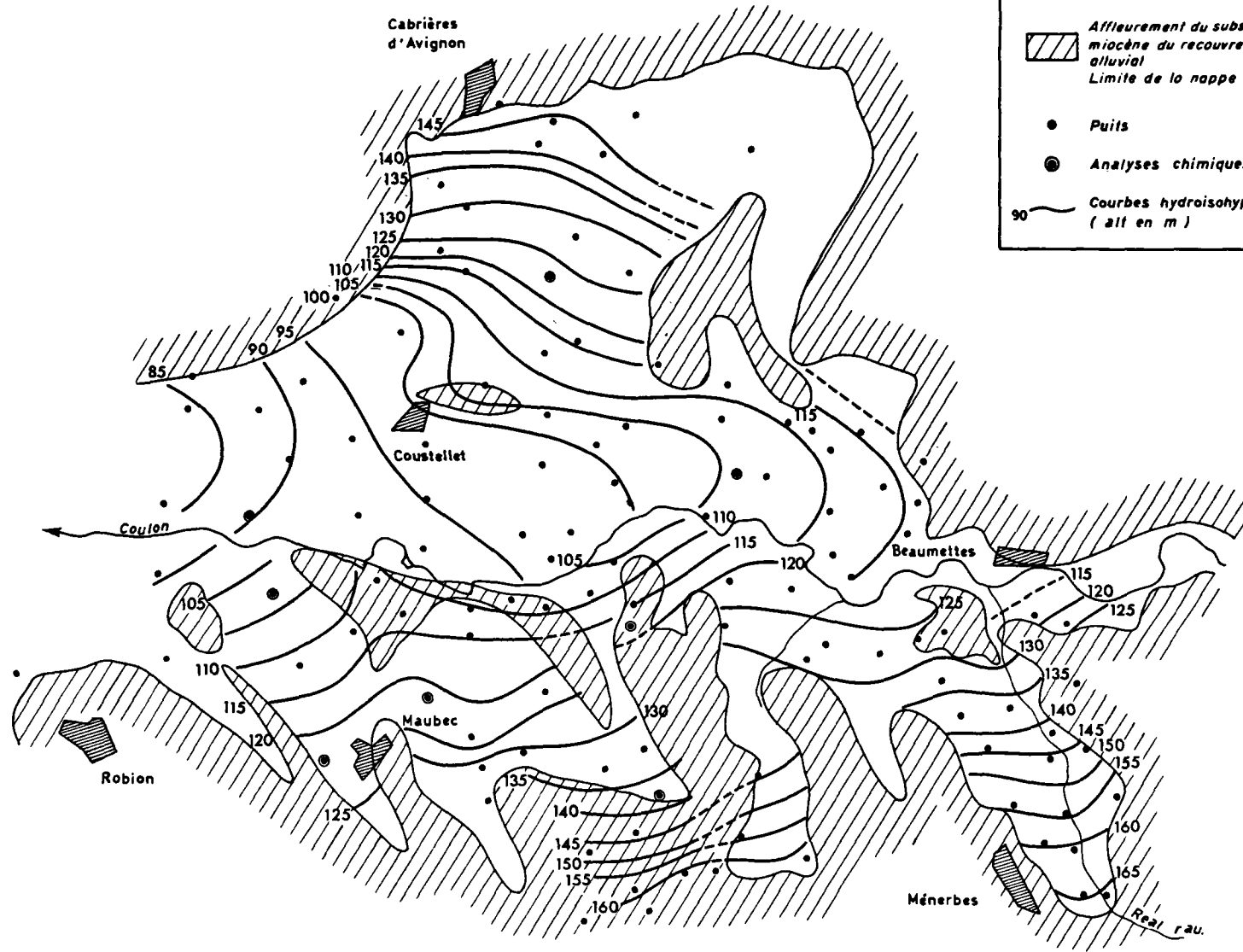


Fig.9 - Plaine de Coustellet, Les Beaumettes : Etat de la nappe - Mai 1968

relèvement du niveau de l'eau, lui semblant lié au régime de la rivière.

L'essentiel de l'alimentation de la nappe provient donc des pluies, les apports des assises inférieures miocènes n'étant pas prouvées.

Il n'existe pas d'étude géophysique dans le secteur. Une prospection électrique serait sûrement intéressante pour reconnaître la composition de la couverture alluviale et déceler d'éventuels chemins préférentiels d'écoulement de la nappe, correspondant aux anciennes divagations du Coulon. Aucun essai de pompage avec calcul des caractéristiques de l'aquifère n'a été effectué ; nous ne possédons que quelques données orales.

Ainsi, il semblerait que le débit de production maximal qu'on puisse atteindre soit de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ (Distillerie de Coustellet). Les propriétaires des puits (967-2-27 et 967-2-31) indiquent des débits plus importants : $100 \text{ m}^3/\text{h}$ pour le premier "sans trop de rabattement" (?). A part le lit même du Coulon où plusieurs ouvrages sont implantés, la région la plus favorable paraît être celle du secteur rive droite compris entre Coustellet-le-Gros au nord et le Coulon au sud.

6.2.1.1.2. Chimie des eaux (fig. 10-11)

Pour faciliter les comparaisons, les analyses ont été reportées sur des diagrammes semi-logarithmiques du type SCHOELLER-BERKALOFF. Elles montrent une grande analogie de composition chimique sur la rive droite comme sur la rive gauche. La résistivité garde une valeur moyenne et varie entre 1295 et 2220 ohms/cm. Ce sont des eaux bicarbonatées calciques avec, en rive gauche, des teneurs sensiblement importantes en sulfates. L'indice d'échange de base est inférieur à 1 mais varie de 0,56 à 0,05. Le rapport SO_4/Cl varie de 1,8 à 6,6. Les rapports Mg/Ca et Na/Mg sont relativement proches entre eux.

Fig.10 - Secteur Beaumettes - Coustellet - rive gauche du Coulon

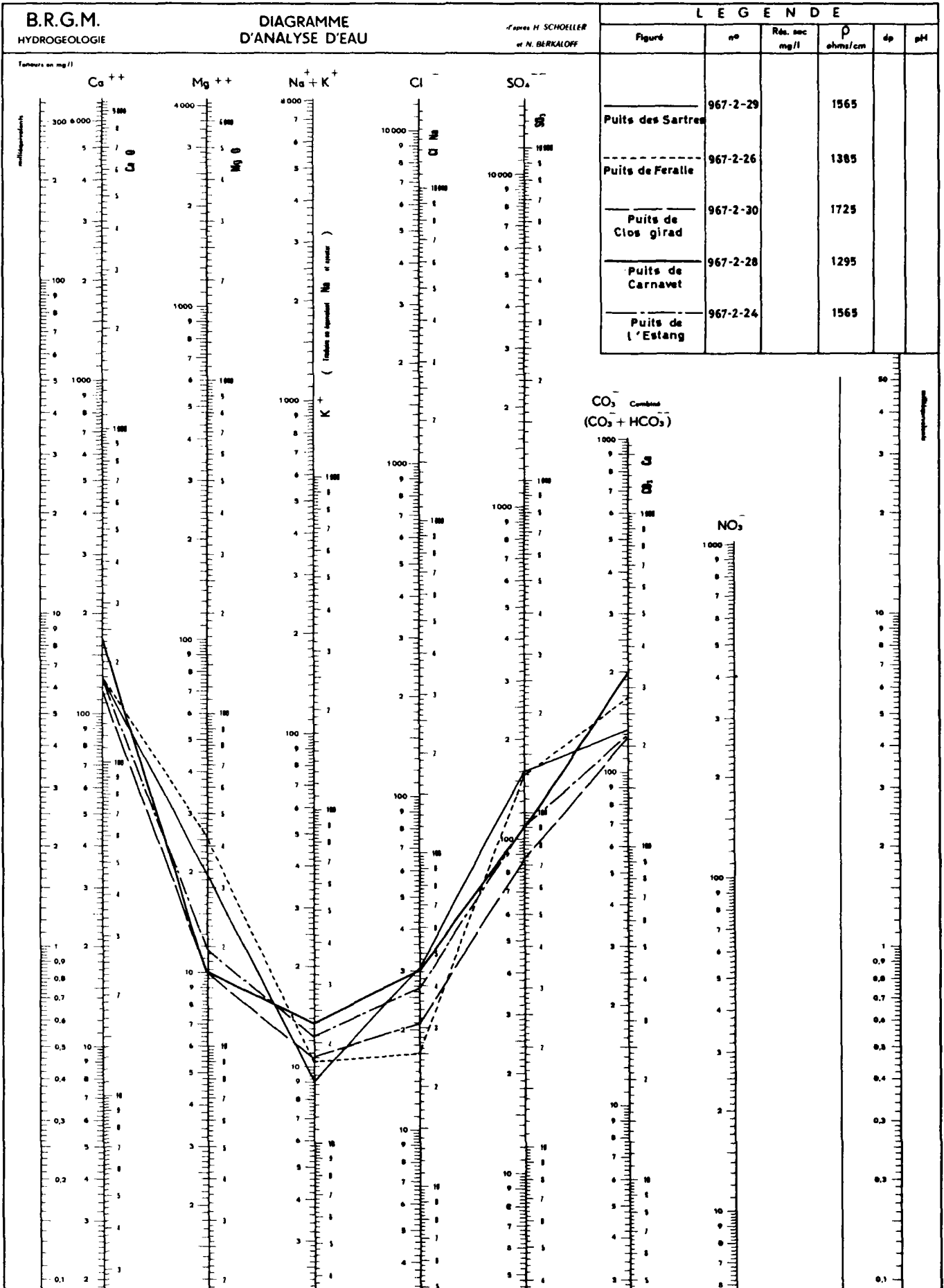
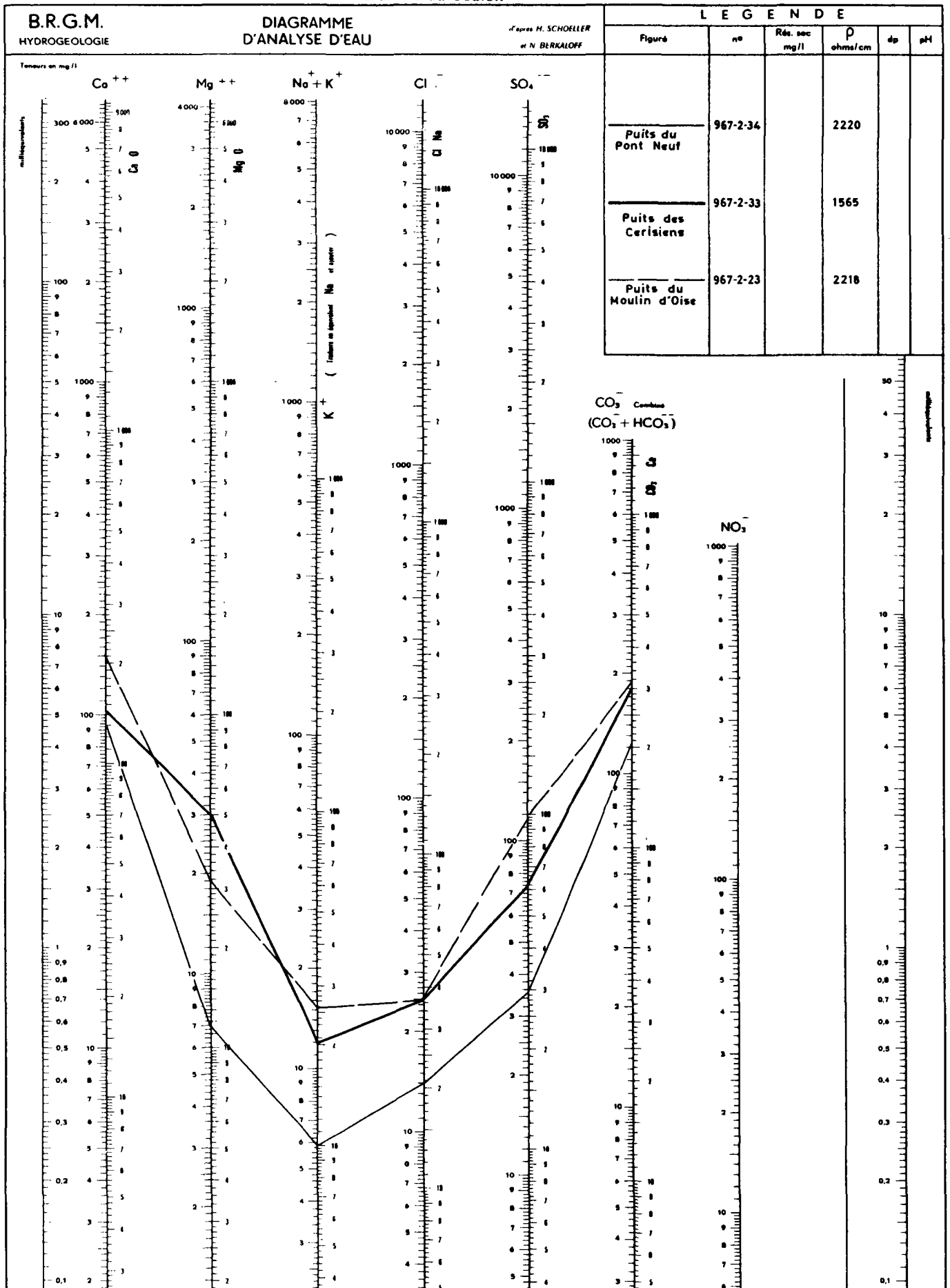


Fig.11 - Secteur Beaumettes - Coustellet - Rive droite du Coulon



CHIMIE DES EAUX - BEAUMETTES COUSTELLET

(valeurs en milliéquivalents)

Puits	967-2-23	967-2-24	967-2-26	967-2-28	967-2-29	967-2-30	967-2-33	967-2-34
Ca ⁺⁺	7,3	6,35	6,85	8,75	6,35	5,8	5,1	4,6
Mg ⁺⁺	1,6	0,95	2,25	0,90	1,65	0,85	2,55	0,6
Na ⁺	0,57	0,49	0,41	0,57	0,36	0,41	0,46	0,25
K ⁺	0,09	0,06	0,06	0,05	0,03	0,07	0,06	0,01
Cl ⁻	0,7	0,75	0,5	0,85	0,9	0,6	0,7	0,4
SO ₄ ⁻⁻	2,6	2,44	3,3	2,44	3,24	1,89	1,62	0,75
CO ₃ combiné	6,3	4,4	5,6	6,75	4,45	4,25	6,00	4,2
SO ₄ /Cl	3,7	3,2	6,6	2,8	3,6	3,15	2,3	1,8
Ca+Mg/Na+K	13,4	13,2	19,3	15,5	23	13,8	14,7	20
Mg/Ca	0,21	0,14	0,32	0,10	0,25	0,14	0,5	0,13
Na/Mg	0,35	0,51	0,18	0,6	0,21	0,48	0,18	0,4
Cl-(Na+K)/Cl	0,057	0,26	0,06	0,27	0,56	0,20	0,25	0,35
Résistivité								
18° ohm/cm	2 218	1 565	1 385	1 295	1 565	1 725	1 565	2 220

6.2.1.2. La plaine de Lacoste - pont Julien - N.D. des Lumières

Ce secteur de 12 km² environ s'étend du pont Julien à N.D. des Lumières. L'inventaire et les mesures faites sur 71 puits ont apporté des données générales sur l'aquifère de Lacoste. Le Coulon occupe la partie nord ; le ruisseau de la Riaille traverse du sud au nord la plus grande partie de la plaine.

6.2.1.2.1. Piézométrie (fig. 12)

Le substratum est constitué ici par des horizons sableux du Cénomaniens. En effet, un grand nombre de puits atteint les grès tendres, jaunes, tachés de rouge. La nappe se trouve dans les horizons sablo-gréseux remaniés, la profondeur de sa surface étant de 4 à 8 m sous le sol. Les hydroisohypses s'alignent parallèlement au bord sud de la plaine ; la nappe semble recevoir ainsi des apports de cette limite. De nombreuses sources dans le vallon de la Riaille paraissent prouver une telle alimentation. La pluie doit malgré tout jouer un rôle primordial dans l'alimentation de la nappe.

Le Coulon draine la nappe ; en effet, il débouche au sortir de la cluse calcaire de Roquefure avec un débit insignifiant. Plus à l'aval, le débit s'accroît légèrement pour devenir un peu plus important à N.D. des Lumières. En août 1967, il était d'environ 10 l/s. Les principaux apports doivent se faire vraisemblablement à l'entrée de Goult à N.D. des Lumières.

Les puits inventoriés ne sont guère profonds, en moyenne 7 m. Les renseignements recueillis montrent que les débits produits sont meilleurs à l'aval. Ainsi le puits (967-3-61) à la Bastide Neuve permet de pomper 3 m³/h

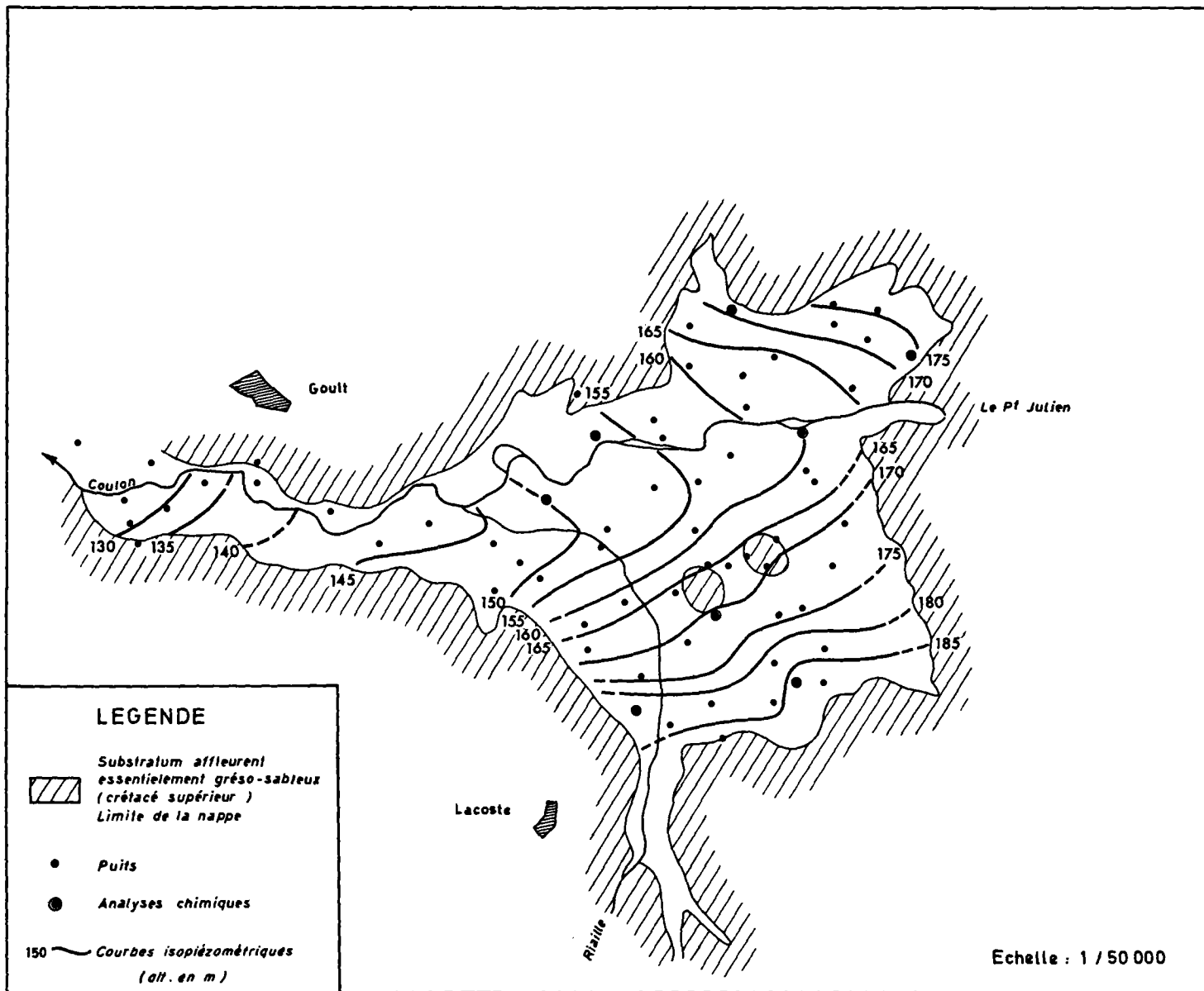


Fig.12 - Plaine de Lacoste : Etat de la nappe - Mai 1968

en hiver, mais se désamorce rapidement en étiage. Le puits de la Barasse (967-3-62) fournit un débit du même ordre. Dans le resserrement de la vallée le puits (967-3-65) produirait (?) un débit de $20 \text{ m}^3/\text{h}$. Signalons que la station de pompage de Goult, en bordure de la R.N. 100, peut débiter $10 \text{ m}^3/\text{h}$ environ. Enfin, au sud de Lumières, dans la plaine alluviale, le puits (967-3-64) peut, selon les personnes rencontrées, fournir un débit de 20 à $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Les possibilités d'exploitation de la nappe sont limitées. L'impluvium est très petit et les bordures ne contribuent que très légèrement à son alimentation.

6.2.1.2.2. Chimie des eaux (Fig. 13-14-15)

Il a été procédé là aussi à 8 analyses chimiques de l'eau de la nappe. On distingue sur la rive droite et sur la rive gauche des eaux bicarbonatées normales (967-4-33 ; 967-3-62 - 967-3-38 - 967-3-59), des eaux à tendance sulfatée (967-3-63 - 967-3-57). Enfin, en bordure du Coulon, deux puits (967-3-56 et 967-3-60) révèlent une eau chargée en chlorures traduisant peut-être une certaine influence du Coulon (?).

Les résistivités sont faibles et varient de 972 à 1 662 ohms/cm. Rappelons que ces analyses ponctuelles ne donnent qu'une idée imparfaite du chimisme de l'eau de la nappe.

6.2.1.3. La plaine de l'Imergue

Cette plaine de 10 km^2 aboutit au Calavon par le goulet de N.D. des Lumières. 47 puits témoins ont été inventoriés. Le recouvrement alluvionnaire est de faible épaisseur. On distingue deux secteurs :

a) Au nord de la Robine

Le recouvrement d'alluvions plus ou moins récentes repose sur des marnes bleues aptiennes (Gargasien).

Fig.13 - Plaine de Lacoste - rive gauche

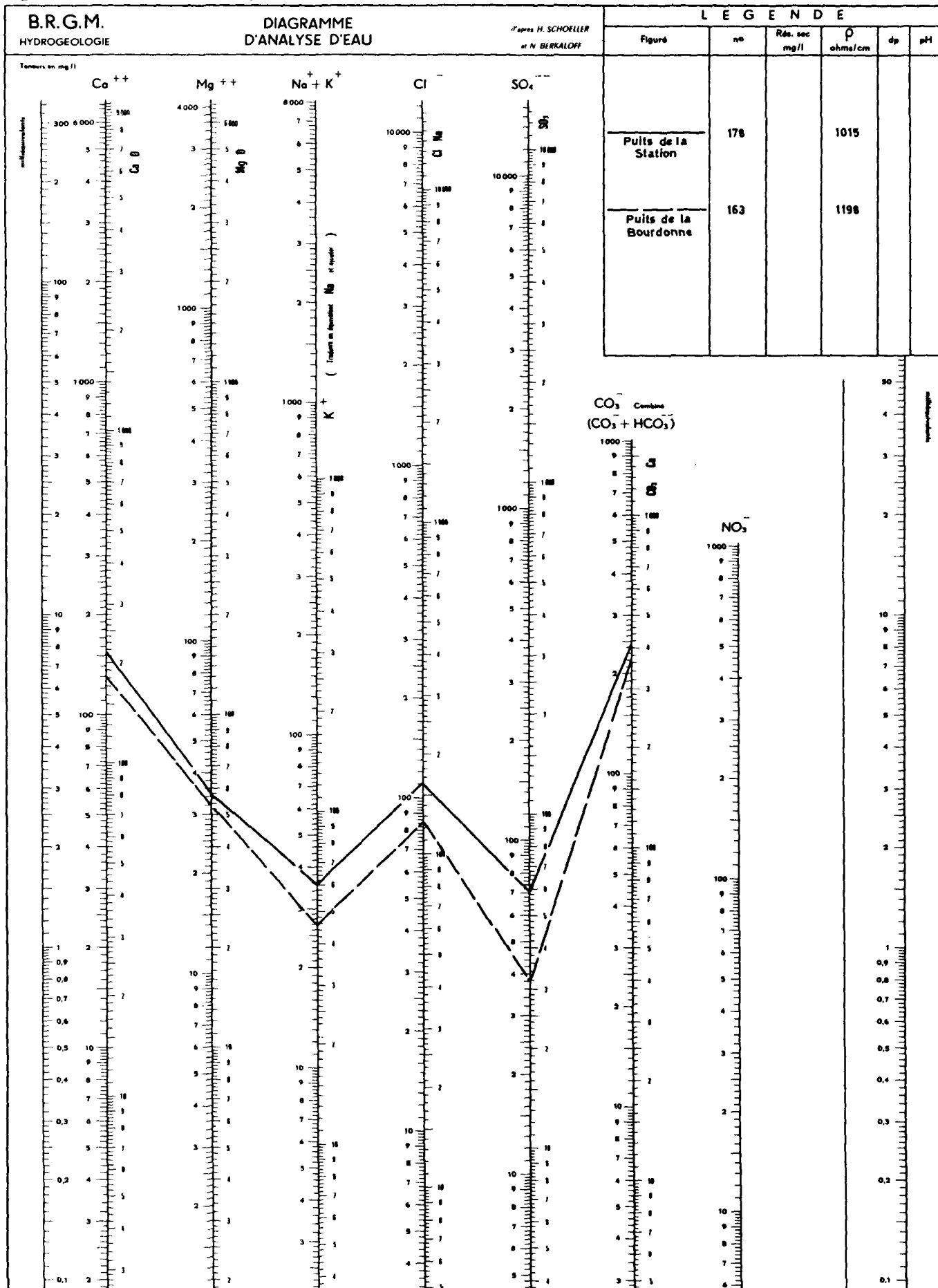


Fig.14 - Plaine de Lacoste - rive gauche

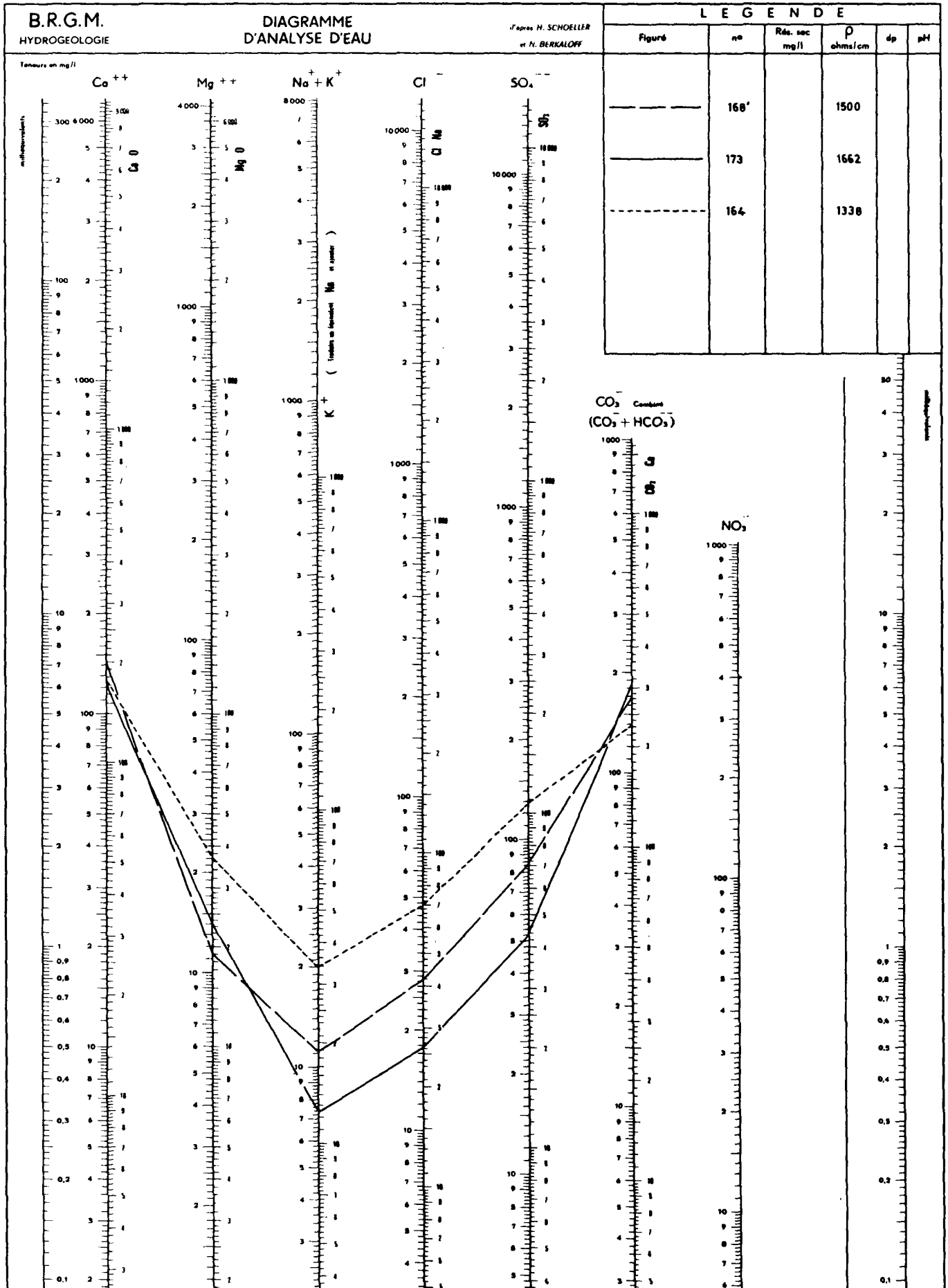
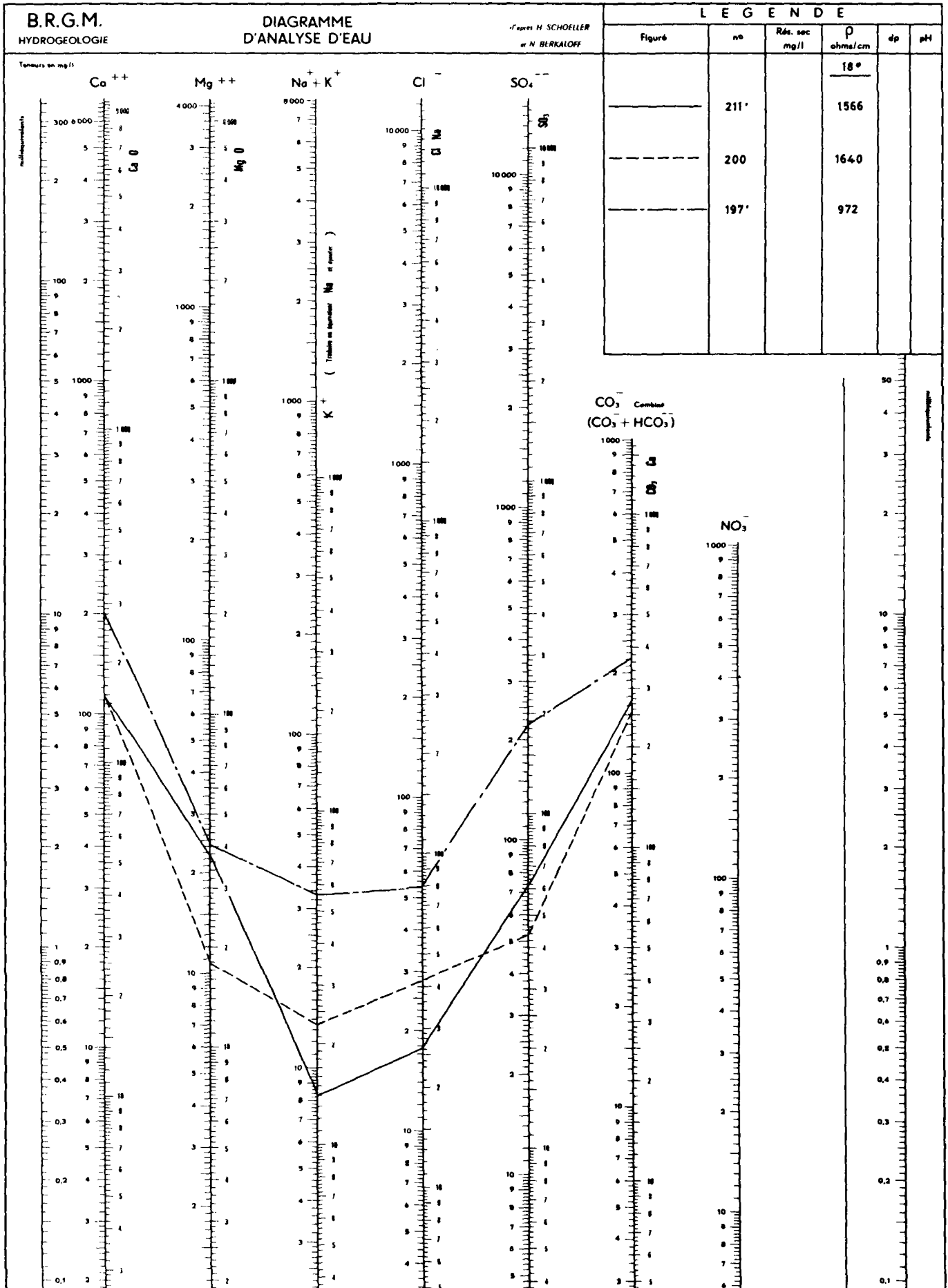


Fig.15 - Plaine de Lacoste - rive droite



CHIMIE DES EAUX - NAPPE DE LACOSTE

(valeurs en milliéquivalents)

Puits	967-4-33	967-3-62	967-3-63	967-3-60	967-3-56	967-3-58	967-3-59	967-3-57
Ca ⁺⁺	5,7	5,95	10,2	7,95	6,6	6,9	6,15	6,35
Mg ⁺⁺	1,9	0,90	2,05	2,95	2,7	0,95	1,15	1,85
Na ⁺	0,34	0,52	1,06	1,46	1,1	0,43	0,3	0,79
K ⁺	0,02	0,08	0,38	0,12	0,10	0,06	0,02	0,08
Cl ⁻	0,5	0,8	1,55	3,15	2,4	0,8	0,5	1,35
SO ₄ ⁻⁻	1,58	1,12	4,76	1,49	0,8	1,83	1,1	2,7
CO ₃ combiné	5,5	5,25	7,4	8,1	7,4	5,7	6,2	4,6
SO ₄ /Cl	3,16	1,4	3,07	0,47	0,33	2,2	2,2	2,00
Ca+Mg/Na+K	21,1	11,4	8,5	6,8	7,7	16	22,8	9,3
Mg/Ca	0,3	0,15	0,2	0,37	0,4	0,13	0,18	0,29
Na/Mg	0,17	0,57	0,5	0,49	0,4	0,45	0,26	0,42
Cl-(Na+K)/Cl	0,28	0,25	0,6	0,5	0,9	0,38	0,36	0,35
Résistivité								
18° ohm/cm	1 566	1 640	972	1 015	1 198	1 500	1 662	1 338

b) Au sud de la Robine

L'épaisseur des alluvions y est plus importante (7 à 8 m) et ils reposent sur des grès et des sables ocres du Crétacé supérieur, eux-mêmes surmontant les marnes. Ces sables peuvent alimenter la nappe comme nous le montre la source de la Grande Bastide par exemple dont le débit était en septembre 1967 de 0,1 l/s.

La nature du recouvrement alluvial est sensiblement uniforme ; des coupes comme celle du puits du Touron (967-3-66) montrent de haut en bas sur une tranche de 8,45 m :

- de la terre rouge sableuse
- une passée argileuse noirâtre avec débris de coquilles
- des sables
- des graviers riches en quartz
- des sables ocreux
- des marnes bleues

Le puits (967-3-67) existant plus au nord, d'une profondeur de 4,45 m donne la coupe suivante :

- 1,20 m de terre brune
- 1,50 m de cailloutis et graviers
- 1,60 m d'argiles avec passées graveleuses reposant sur des marnes bleues

Les courbes hydroisohypses (fig. 16) semblent indiquer une indépendance totale de la nappe et du ruisseau.

Dans le secteur sud, il y a une nette alimentation de l'Imergue par la nappe. D'ailleurs, c'est à partir du confluent avec la Robine que nous notons en août 1967 un léger écoulement.

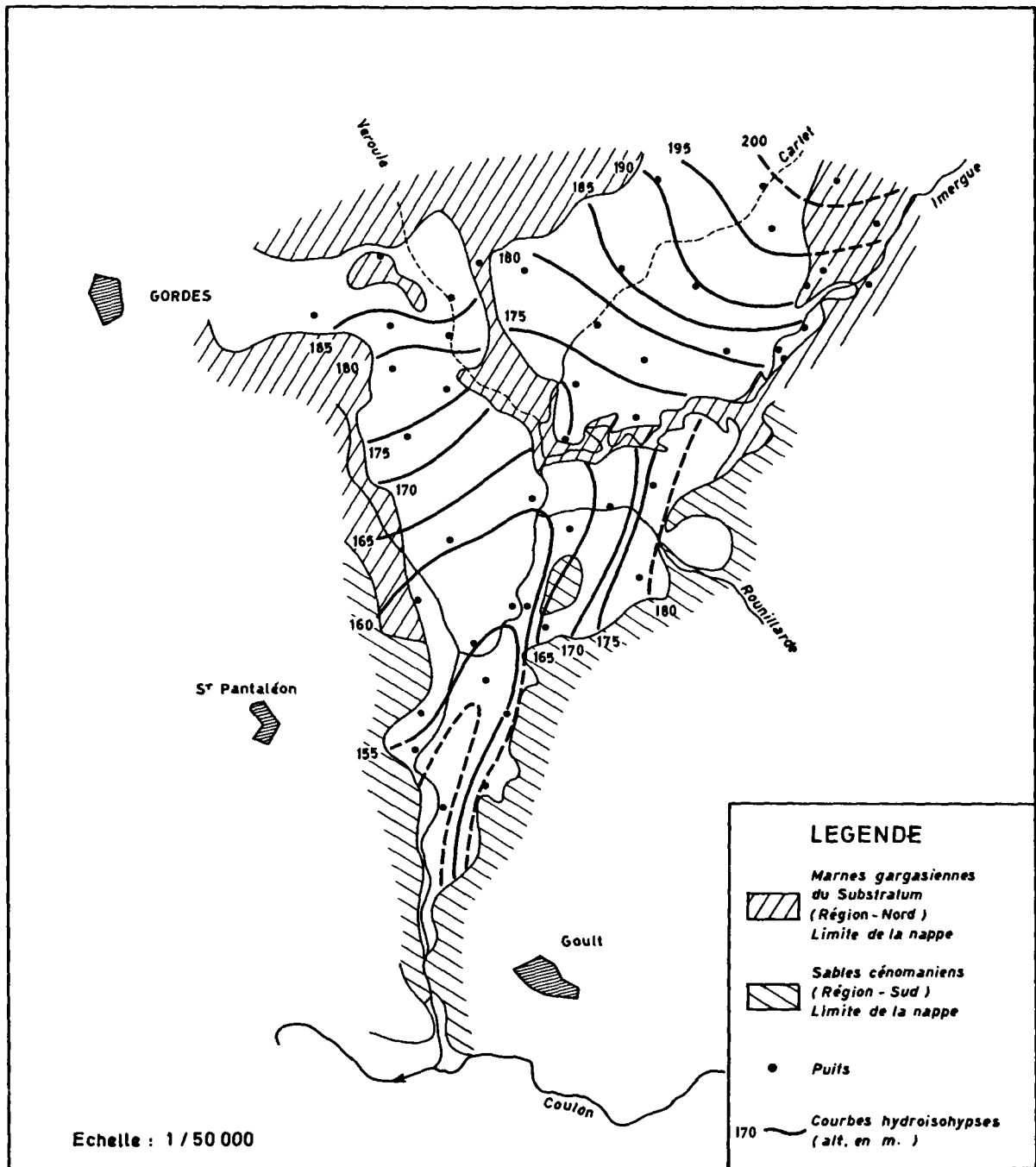


Fig.16 - Vallée de l'Imergue : Etat de la nappe - Mai 1968

Le propriétaire du puits (967-3-66) signale un débit d'exploitation de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ et le puits de la Cave coopérative des Lumières atteignant une profondeur de 13 m dans les alluvions, aurait un débit intéressant (?).

6.2.1.4. La plaine de l'Urbane

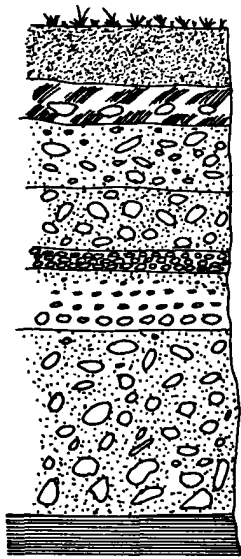
Sa superficie est de 6 km^2 environ. Malgré les 32 puits inventoriés il a été pratiquement impossible de construire des courbes hydroisohypses valables. En effet, l'aquifère, sur la plus grande partie de la plaine, semble discontinu ; le recouvrement est argileux. Seule, une étroite bande de 2 km de long et 400 m de large, s'étalant des Lombards au nord du Chêne paraît comporter une nappe exploitable.

La couche aquifère se trouve constituée par un horizon de graviers de 1 m d'épaisseur à la partie inférieure des alluvions. La nappe est parfois mise en charge par les limons superficiels.

Il a été possible de relever deux coupes sur les puits (967-4-27 et 967-4-28) (fig. 17). On voit que les horizons susceptibles d'être aquifères sont constitués de galets, de graviers et de sables, avec parfois des passées consolidées diminuant la perméabilité du terrain. La nappe alimente vraisemblablement le ruisseau de l'amont à l'aval. L'Urbane n'est pérenne qu'à partir du Clos d'Urbane. Seulement, des pompages intensifs (confitureries) provoquent des rabattements importants et l'assèchement des puits alentour.

Aux Lombards, au puits (967-4-29), on signale un débit exploité de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ alors que le puits (967-4-30) ne peut fournir qu'un débit faible (une pompe moyenne s'y désamorce).

A la ferme de l'Agachon, un puits de 9 m n'a pas d'eau. Le puits des Riperts ne peut s'utiliser que pour usage domestique. De bons débits pour la région sont à signaler au clos



Sable ocreux fin
 Terre limoneuse brune avec quelques galets
 Passées de petits et moyens galets et sables
 Galets dans matière gréseuse
 Lit de gravier
 Litage avec graded-bedding
 Galets \pm remaniés
 Sables
 Marnes bleues gargasiennes

Environs du puits 967-4-28



Coupe du puits 967-4-27

Terre arable
 Terre argileuse gris-jaune
 Sable jaune, galet
 Sable
 Graded bedding
 Lits de graviers des sables ocreux
 Galets et gros graviers avec passées consolidées
 Marnes bleues

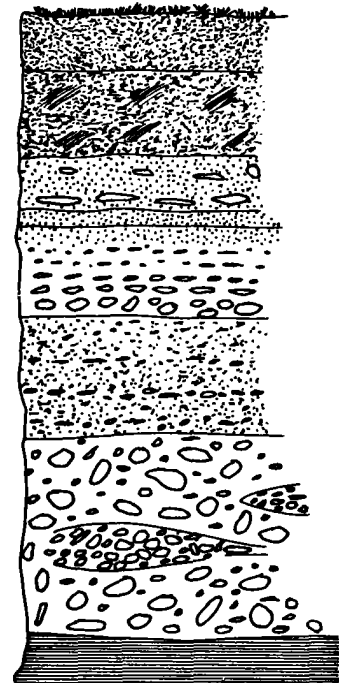


Fig.17

d'Urbane (puits 967-4-31) (5 à 6 m³/h). Au puits de la confiserie F.R.A.P.T. le pompage débitait en 1967 environ 20 m³/h mais asséchait les puits voisins dans un rayon de 300 m (?).

Il faut noter pour mémoire la plaine bordant les Monts de Vaucluse, dans la région de St-Saturnin, qui possède un comblement d'alluvions anciennes reposant sur les marnes gargasiennes. Ces alluvions sont constituées d'éléments peu roulés, enrobés dans une matrice sableuse grisâtre. Elles semblent correspondre à d'anciens cônes d'éboulis ou de déjection aux débouchés des combes calcaires du plateau de Vaucluse. L'épaisseur de ce comblement peut être parfois importante mais la faible extension des niveaux alluvionnaires alimentés uniquement par les précipitations ne permet pas aux puits d'être très productifs.

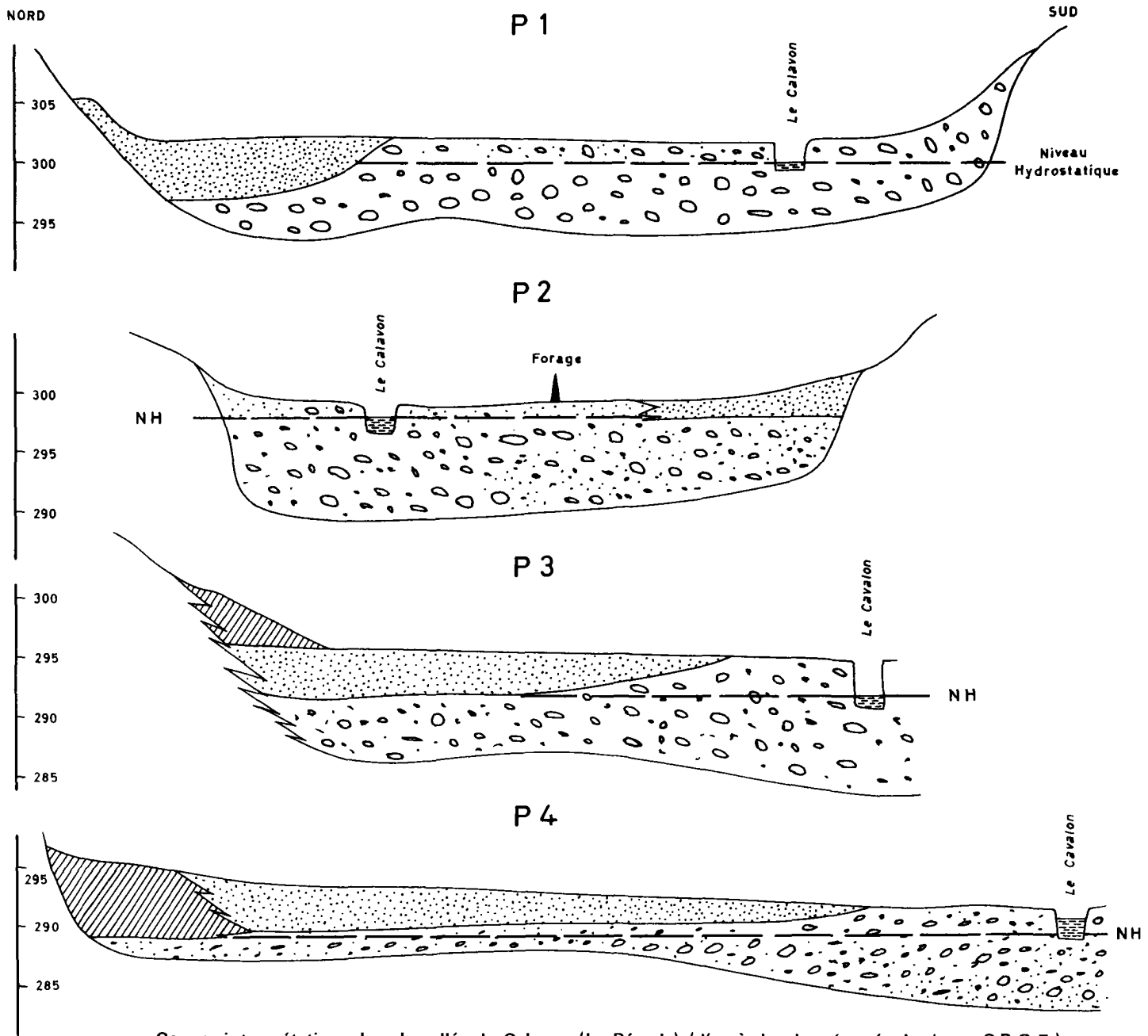
6.2.1.5. Essais de pompage

Les seuls essais de pompage effectués suivant les méthodes classiques ont été faits dans le cadre des études entreprises en vue de l'alimentation en eau de la ville d'Apt. Le secteur intéressé se rapporte à la vallée du Calavon à l'est d'Apt dans la région de la Bégude. Ces études basées sur une prospection géophysique préalable, ont fourni des renseignements intéressants.




Quatre profils électriques entre le Moulin de Paraire et la Bégude (Fig. 18) ont montré que l'épaisseur des alluvions était de 8 à 9 m et d'une meilleure perméabilité à proximité du Calavon ; la coupe des terrains traversés est la suivante :

- 0 à 0,4 m Terre végétale
- 0,4 à 2,5 m Sables et petits graviers
- 2,5 à 7,4 m Sables, graviers et galets de
5 à 10 cm
- 7,4 à 9 m Argiles gris-bleu

L'eau a été atteinte à 5 m. Le pompage s'est déroulé le 27 septembre 1966 et a duré 9 heures, le débit de pompage



Coupes interprétations dans la vallée du Calavon (La Bégude) (d'après les données géophysiques C.P.G.F.)

-  *Limons*
-  *Eboulis de pente*
-  *Sables et graviers*

Echelle { H = 1/500
L = 1/2000

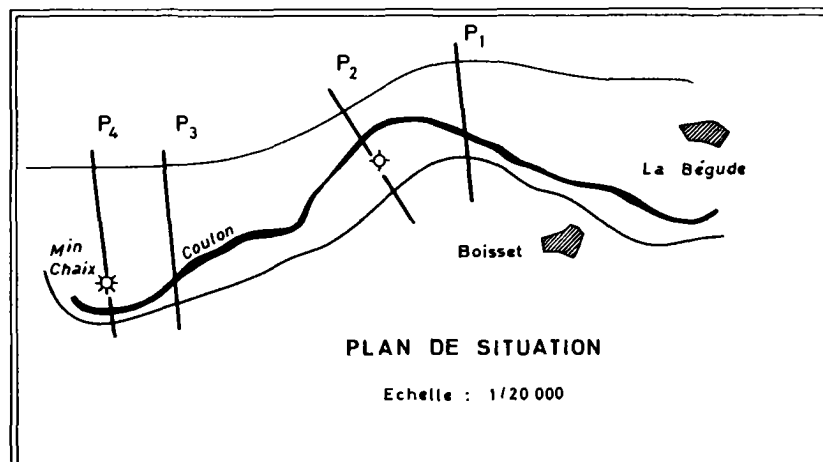


Fig.18

étant de $15,9 \text{ m}^3/\text{h}$ soit $4,4 \text{ l/s}$. L'installation d'un groupe de piézomètres a permis de calculer les caractéristiques de l'aquifère. La transmissivité T est de $9,10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ - la perméabilité $K = 3,7.10^{-3} \text{ m/s}$ - le coefficient d'emmagasinement $S = 4 \%$. Le calcul du rayon d'influence atteint en fin d'essai donne $R = 180 \text{ m}$.

Aux Basses-Béguades l'essai de pompage effectué en 1966 par le B.R.G.M. (S.G.R. Provence Corse) donnait une valeur de la transmissivité T = $5,1.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

5.3. Les formations non karstiques

L'aquifère des formations géologiques suivantes se manifeste par l'émergence de nombreuses sources d'importances diverses et par quelques forages qui y sont implantés.

Sur plus de 400 sources inventoriées dans le bassin du Coulon, un grand nombre d'entre elles ont un caractère artificiel. En effet, dans une région où le problème de l'eau a toujours été important, aux puits se sont ajoutés des captages par galeries ou drains appelés "Mines" dans le pays. Malheureusement il est pratiquement impossible de connaître le point de départ de ces captages. Il a alors été adopté un signe distinctif pour l'émergence visible.

Ces sources artificielles sont surtout nombreuses dans le secteur de Coustellet, les Beaumettes et sur la bordure sud des Monts de Vaucluse, là où l'extension des remplissages quaternaires reposent sur les marnes bleues gargasiennes : la Fontaine des Noyers (942-5-10 et 11), la source du château de Royas (942-5-14), la galerie des Petits Cléments (942-5-17).

6.3.1. Le Miocène

Nous avons groupé sur la carte lithologique au 1/100 000 l'Helvétien et le Burdigalien, sensiblement analogues au point de vue faciès et caractéristiques hydrauliques.

Le Miocène essentiellement molassique se comporte comme un terrain à perméabilité d'interstices. Il repose sur l'Oligocène

calcaire à Céreste, marneux à Reillanne, ou sur les marnes gargasiennes, ou encore sur les calcaires urgoniens à Gordes. Par suite de la structure du synclinal d'Apt-Forcalquier, le Burdigalien se trouve en position basse sous des alluvions quaternaires (plaine de Coustellet) ou en position de synclinaux perchés très plats (Céreste, Viens, St.Martin de Castillon, Saignon, Lacoste...).

Dans le secteur de Céreste, le Miocène se présente sous la forme d'un synclinal dissymétrique fortement redressé au Sud. Il est traversé dans son axe par le ruisseau de l'Enchrême. Du point de vue lithologique, ce sont des sables et des marnes gréseuses reposant sur le calcaire oligocène sannoisien.

Les sources étudiées se sont révélées nombreuses mais de débit faible dans l'ensemble. Certaines d'entre elles toutefois ont un débit appréciable et permettent l'alimentation de quelques fermes. Ainsi la source de Barbeirasse (968-3-55) a un débit de 0,5 l/s, la source de Barles (968-3-35) 0,2 l/s, celle du Vieux Moulin (968-3-22) 0,2 l/s, du Château de Pinet (968-3-17) 1 l/s.

Dans la région de Saignon, le Burdigalien repose sur l'Oligocène essentiellement marneux. Le mur imperméable constitué par le niveau marneux donne lieu à des sources dont certaines ont un débit notable. Dans le vallon de Rocsalrière se situent quelques captages - source de Fontfraîche (968-1-52), de Valsorques (968-1-9), de la Palud (968-1-15) 3 l/s.

Dans la région de Castellet, des structures favorables peuvent donner naissance à des sources à débit notable. Le Miocène recouvre, en les débordant, les calcaires en plaquettes du Stampien, eux-mêmes transgressifs sur l'Urgonien du bois des Meuniers. Tout se passe comme s'il y avait une gouttière synclinale de molasse perméable sur un substratum de calcaire en plaquettes séparé du Crétacé par des marnes oligocènes. Cette gouttière plonge légèrement vers Castellet. Les eaux infiltrées dans la molasse y forme une nappe donnant naissance à quelques sources éparses dans l'axe du fossé des Bardons. Les émergences

sont assez diffuses et disposées de part et d'autre du thalweg. Ces sources étant utilisées pour arroser les jardins, il est possible que celles d'amont viennent alimenter celles situées à l'aval. Les plus intéressantes sont la source de Bardons (968-1-3) et celle de Bruzentes (968-1-4).

Dans le secteur de Gordes-Ménerbes, le Miocène se trouve soit en surface avec des ressauts topographiques et des entablements imposants, soit en profondeur dans la plaine sous les alluvions récentes. Lors de l'étude de la nappe phréatique, nous avons remarqué que de nombreux puits atteignaient le Miocène et révélaient un aquifère dont les caractéristiques sont mal connues.

De nombreuses sources pérennes ou temporaires se manifestent sur le bord des talus ; leur débit est faible, de l'ordre du l/mn. La source du Valadas (967-2-8), cependant, atteignait en août 1967 un débit d'environ 1 l/s.

Enfin, des renseignements fragmentaires sur le Miocène, sont donnés par un forage de 100 m de profondeur effectué à Coustellet sur la place de la coopérative agricole (x = 827,67 - y = 177,90 - z = 104,50) par l'entreprise ERNESTINE de Mallemort du Comtat.

Ce sondage a été repris dans un puits de 11 m de profondeur qui exploitait l'eau des alluvions anciennes. La coupe des terrains traversés est simple :

- 0 à 11 m Alluvions anciennes
- 11 à 42 m Argiles bleues sableuses avec passées gréseuses (Helvétien)
- 42 à 101 m Molasse (Burdigalien)

La nappe est captive et le niveau remonte à -6 m sous le sol, soit environ 98 m en cote absolue. Le débit est de l'ordre de 8 m³/h. Aucun autre essai n'a été effectué. Il semble pourtant que la transmissivité du Miocène profond ne soit guère favorable à de gros débits. L'aquifère

est probablement discontinu. un forage exécuté plus au nord à l'Hôtellerie du Revenant, en bordure de la R.N. 100, atteint une profondeur voisine de celle du précédent forage mais n'a pas traversé d'aquifère.

Il faut signaler dans le Miocène grésolo-molassique l'existence de deux avens : l'un dans la région de Gordes, l'aven des Bouilladoires recoupant une circulation pérenne et l'autre près de Viens, l'aven des Faysses.

6.3.2. L'Eocène et l'Oligocène

Tous les horizons éocènes et oligocènes ont été groupés sur la carte au 1/100 000. La série présentant une alternance de marnes et de calcaires, il aurait été impossible de représenter tous les niveaux. Une exception a été faite pour figurer les "Marnes de Viens" dans la région de Céreste. Cette couche forme en effet une limite importante séparant les deux aquifères calcaires prédominant à l'affleurement.

Les couches oligocènes les plus intéressantes comme réservoirs aquifères sont :

- les calcaires gris de Reillanne, en bancs épais avec des intercalations marneuses, affleurant au nord de Reillanne (30 m).
- le calcaire de Vachères affleurant à l'est du bassin jusqu'à St Martin de Castillon (50 m).
- le calcaire en plaquettes de Campagne-Calavon
- les calcaires à soufre de la région d'Apt
- les calcaires en plaquettes inférieurs très développés dans les petits bassins tertiaires des Monts de Vaucluse (Murs Lioux).

6.3.2.1. Les calcaires de Reillanne

Ils sont assez fissurés et, en contact avec le Miocène,

peuvent bénéficier des infiltrations à travers celui-ci. Dans les parties très basses ces calcaires peuvent donner lieu à des émergences diffuses, comme c'est le cas à Céreste où l'Enchrême a creusé une gorge profonde entaillée dans le Miocène et le calcaire de Reillanne.

Ces sources peuvent avoir des débits importants. En effet, en période d'étiage, l'Enchrême est à sec jusqu'à l'entrée des gorges. A la sortie, en octobre 1967, on pouvait évaluer un débit de 30 à 50 l/s qui contribuait à assurer la plus grande partie du débit du Calavon.

6.3.2.2. Le calcaire de Vachères

Les quelques sources inventoriées ont un débit très faible mais cet horizon semble, d'après des études antérieures, posséder de grandes réserves. L'auréole périsynclinale se referme aux environs de la Bégude au voisinage du captage de la ville d'Apt qui puise son eau dans les alluvions du Calavon.

L'eau de ces calcaires est mise en charge par les marnes de Viens. La rivière ayant érodé cette couverture, il est vraisemblable que les calcaires de Vachères, au droit des Bégudes, alimentent la nappe superficielle.

6.3.2.3. Le calcaire en plaquettes de Campagne-Calavon

Il est développé à l'est d'Apt où il recouvre en transgression le Barrémien (Urgonien) du bois des Meuniers. Il se présente sous l'aspect de bancs calcaires de 40 à 60 cm d'épaisseur à intercalations de couches marneuses ; la perméabilité de l'ensemble est assez faible quand les fissures ne viennent pas favoriser les cheminements de l'eau.

Les sources de ces calcaires se rencontrent sur la rive gauche du Calavon en contact avec des assises marneuses de l'Oligocène inférieur (niveau de Pradengue glc). Une série de sources alimentent les fermes voisines ; la plus importante étant celle de Valmacelle (968-1-22) qui avait en octobre 1967 un débit

de 2 à 3 l/s. Les sources de Lanadare, Alezin ont un débit faible (0,1 l/s).

6.3.2.4. Les calcaires en plaquettes inférieurs

Ils affleurent largement sur les rives de la Doua. Ils se présentent avec des intercalations marneuses ; la perméabilité est apparemment faible. Les sources sont localisées le long de la Doua : source de la Lègue (968-1-30) 0,05 l/s - Font de Mourre (968-1-33) 0,4 l/s.

Ces calcaires lacustres comblent les petits bassins d'effondrement des Monts de Vaucluse, dont celui de Murs est le plus important.

Les sédiments oligocènes reposent ici sur le Crétacé (Urgonien). Les bordures du bassin sont accidentées par des failles N.E.-S.W. La série tertiaire comprend des assises de molasses gréseuses alternant avec des couches plus ou moins crayeuses de calcaires en plaquettes. La source la plus importante est celle qui alimente le village (Font de Ribaud - (941-7-19) dont le débit est mal connu. Signalons, pour les autres petits bassins, la source du château de Bezaure (941-7-34) 11/mn, la source de Font du Verger (941-8-12 et 13) captée pour Lioux en bordure d'un synclinal perché de calcaire en plaquettes reposant sur des marnes aptiennes la source du Pavillon (941-8-17) au préventorium de St-Lambert dont le captage utilise l'extrémité sud-ouest d'un axe de drainage d'une gouttière oligocène et plus au nord, la source de Beaumelle (941-8-18) et celle du château de Javon (941-8-20)

Les niveaux inférieurs de l'Oligocène ont été recoupés par deux forages dans la ville d'Apt même à l'usine Jaumard (profondeur 102 m) et Rambaud (profondeur 52 m).

A l'usine Jaumard cet horizon s'est révélé stérile et à l'usine Rambaud le résultat, quoique médiocre, a permis de soutirer 7 à 8 m³/h.

6.3.3. Le Crétacé supérieur

L'Albien, le Cénomaniens, et le Turonien ont été groupés car ils présentent les mêmes caractéristiques lithologiques. En effet, dans tout le bassin du Coulon, le faciès est sablo-marneux et parfois gréseux. En général, il s'agit dans la région d'Apt, d'un ensemble de sables de teintes vives sur la bordure sud des Monts de Vaucluse (Gignac). Les affleurements sont visibles sur une longueur de 15 km et sur 1 km de large ; ils réapparaissent dans la région de Gargas et de Roussillon. Vers l'est du bassin les niveaux sont plus gréseux. De toutes les formations rencontrées, ce sont ces assises sableuses qui constituent les meilleurs réservoirs aquifères.

L'ensemble comprend à la base des niveaux argileux et devient plus sableux et gréseux dans les termes plus élevés dans la série. Le substratum est constitué par les marnes bleues imperméables du Gargasien, qui se biseautent vers le sud dans la partie est du bassin du Coulon.

Cet aquifère est atteint par les galeries et puits de mines des ocres d'Apt, à Gargas. Le débit n'est pas très important, en raison de la faible perméabilité des sables. Certaines galeries et puits abandonnés fourniraient un débit important (?), entretenu vraisemblablement par les réserves existantes (Les Tamisiers).

La série gréso-sableuse de la région de Banon - Oppedette, constitue le réservoir aquifère des villages environnants. Le fossé de Banon est affecté par tout un réseau de failles orientées sensiblement N.S., qui limitent des couloirs effondrés plus ou moins continus. Dans les dépressions sont conservés les restes de couverture marneuse aptienne et des séries du Crétacé moyen et supérieur.

Les conditions hydrogéologiques dépendent de cette structure. L'aquifère constitué par les séries gréseuses du Crétacé

supérieur est alimenté en majeure partie par les précipitations. Néanmoins, il est vraisemblable que les assises du Barrémien devenant plus marneuses provoquent des cheminements d'eau dans les niveaux supérieurs, faibles par rapport aux circulations profondes (grottes des Brioux). Ces écoulements latéraux se font vers les formations gréseuses au contact des failles. Ce cas s'observe tout le long de l'escarpement Banon - La Rocheiron, où toute une série de petites sources sont captées (fig. 19). Dans les zones déprimées, il existe par contre, des nappes circulant au contact des marnes du Crétacé moyen, mises en évidence par les puits et les émergences provoquées artificiellement lors des travaux dans les gravières situées dans le lit de la Riaille à 1 500 m au sud de Banon. Six de ces émergences, aujourd'hui tarées, étaient réparties sur 15 m de front de taille à la base de la carrière profonde de 5 m et creusée dans un complexe de cailloutis à peine roulés, mélangés à des graviers alternant avec des lits argileux. Le débit était selon informations orales de 50 l/s. Ces eaux se perdaient à peu de distance dans le fond de la carrière.

Comme sources notables, il faut signaler la source de la Rouine (942-3-15) au S.E. de Banon. Elle sourd à la base d'un banc gréseux de l'Albien, le débit étant en décembre (étiage) de 0,5 l/s, la source de Naysse (942-3-16) située au N.E. de la précédente, dont le débit était à la même époque de 1 l/s.

L'aquifère de ces formations sablo-gréseuses a été reconnu par le sondage de Jean-Jean exécuté dans la basse vallée de la Doua près de la route de Rustrel. Ce forage a atteint entre 90 et 110 m une zone intéressante dans les sables ocreux, fins, peu hétérométriques. La nappe s'est révélée artésienne mais le débit est faible, de l'ordre de 3 m³/h, par suite d'une composition granulométrique très défavorable.

Un autre forage a été exécuté à la ferme de la Barasse (commune de Goult) sur la rive droite du Coulon. La profondeur atteinte est de 100 m. Le forage était, paraît-il, jaillissant et fournissait 15 l/mn au sol. Par pompage, le débit serait de l'ordre de 15 m³/h.

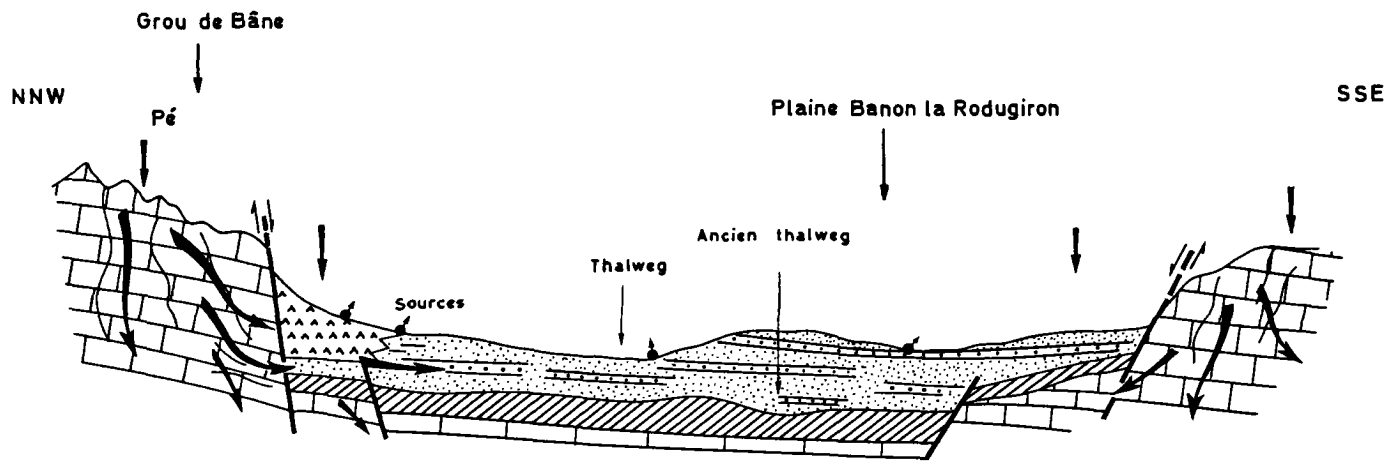






Fig.19 - Schéma hydrogéologique des environs de Banoh

- 
Eboulis de pentes
- 
Grès et sables du Crétacé moyen et supérieur
- 
Marnes aptiennes, Gargasien
- 
Calcaire karstique, Urgonien

6.4. Chimie des eaux (fig. 20)

Le tableau de la page suivante et les diagrammes semi-logarithmiques traduisent les résultats de six analyses chimiques d'eau de sources. Ne pouvant systématiquement procéder à une analyse par source, on a essayé de choisir six d'entre elles, caractéristiques de la formations qu'elles semblaient drainer.

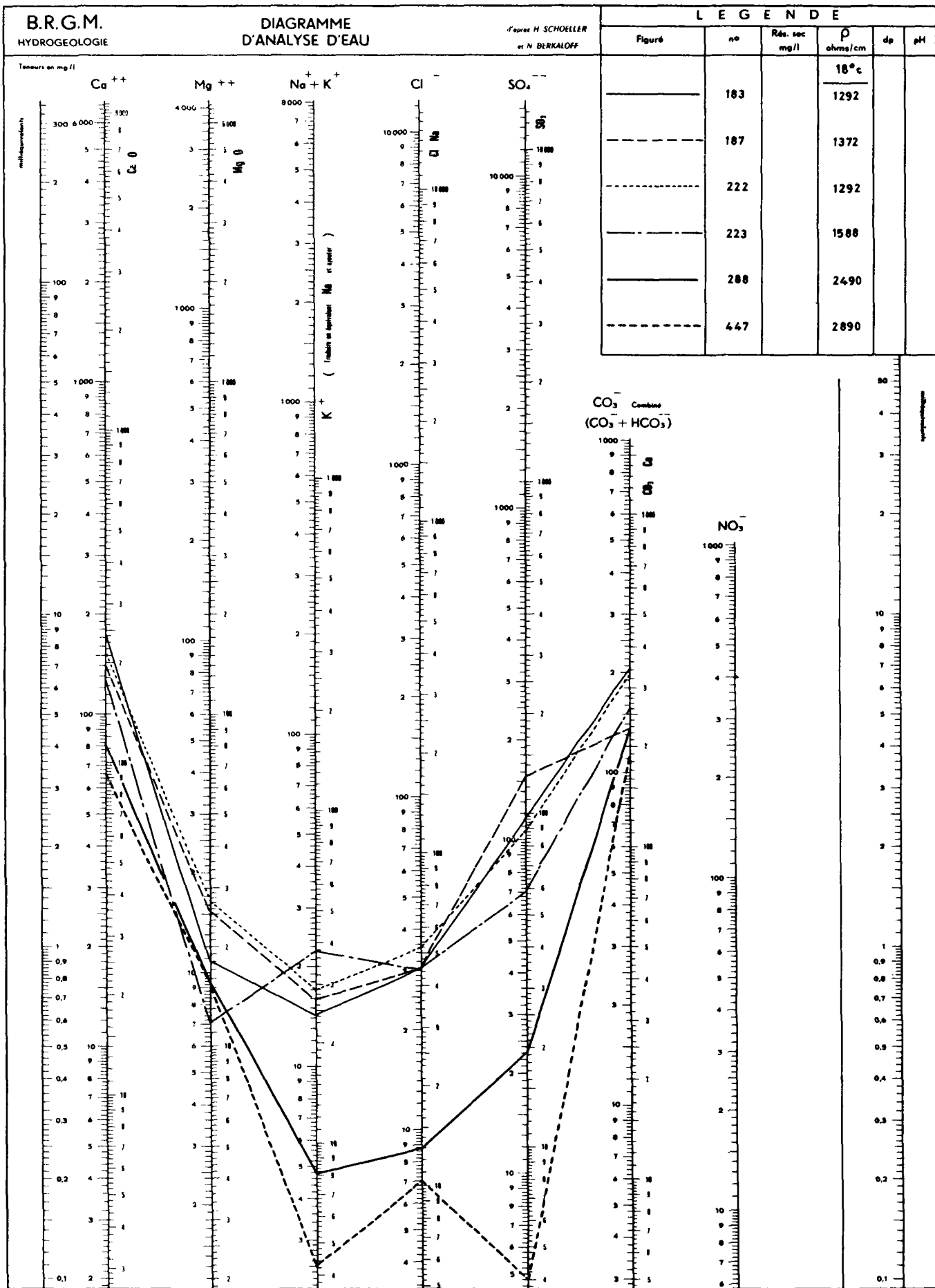
On remarquera donc l'identité des eaux pour la source de Combans (967-3-13) et des Bartagnons (967-3-15). Celle de Carlet (967-3-19) ne diffère que par une teneur plus élevée en sulfates. Ceci peut sans doute provenir du fait que l'eau de la source de Carlet, qui sourd d'alluvions récentes, chemine longtemps au contact des marnes gargasiennes du substratum.

Les résistivités sont sensiblement égales :
1 292 ohms/cm et 1 372 ohms/cm.

Les eaux des trois sources suivantes offrent quelques différences. En effet, celle de Valmacelle (968-1-22) provient de calcaires oligocènes et celle de Fontfraiche (968-1-52) de la molasse burdigalienne.

CHIMIE DES EAUX - SOURCES (Voir page suivante)

Fig.20 - Sources



CHIMIE DES EAUX - SOURCES

(valeurs en milliéquivalents)

Sources N° fichier central	Bartagnons	Source n° 2 de Carlet	Combans	Source n° 1 de la Badelle	Valnacelle	Fontfraiche
Ca ⁺⁺	8,75	7,15	7,85	6,45	4,05	3,4
Mg ⁺⁺	0,90	1,30	1,35	0,60	0,80	0,80
Na ⁺	0,57	0,62	0,65	0,7	0,2	0,1
K ⁺	0,05	0,08	0,1	0,28	0,01	0,01
Cl ⁻	0,85	0,85	1,00	0,85	0,25	0,2
SO ₄ ⁻⁻	2,44	3,24	2,30	1,65	0,5	0,1
CO ₃ combiné	6,75	4,55	6,55	5,2	4,45	4,0
Résistivités 18° ohm/cm	1 292	1 372	1 292	1 588	2 490	2 890

6.5. Formations karstiques

L'Urgonien

La plus grande surface d'affleurement du bassin du Coulon est constituée par les terrains calcaires du Crétacé inférieur d'âge barrémien ou aptien, qui se présentent presque tous sous le faciès urgonien.

Les calcaires couvrent une superficie de 460 km^2 soit 47 % de la superficie du bassin du Coulon et 50 % de la superficie de ce même bassin à l'amont de Cavaillon. Ils se répartissent d'une manière inégale sur les deux versants.

Au nord, ils représentent 400 km^2 (Monts de Vaucluse et pays d'Albion) ; 60 km^2 seulement affleurent au sud, la majeure partie sur le flanc nord du petit Luberon.

Le Luberon, les Monts de Vaucluse et plus particulièrement le plateau de St-Christol ont subi l'action intense de la karstification. Celle-ci se trouve liée à l'évolution orogénique, à la tectonique, aux conditions lithologiques et surtout à l'ancienneté d'immersion de ce domaine. La direction prépondérante des accidents est N.NW-S.SE ; les manifestations karstiques de surface, avens et dolines, en grande partie situées sur les trajets de ces failles ont permis à P. WEYDERT (1963) d'étudier leurs interrelations. En outre, cette région calcaire du bassin du Coulon a fait tout récemment l'objet, également dans le cadre de l'action concertée DGRST pour l'étude de la Fontaine de Vaucluse, de deux études géologiques de la part de Monsieur A. REYMOND, en 1966-67 et de Monsieur J.P. MASSE en 1967-68*

En ce qui concerne les cavités naturelles, dans le Luberon, du fait peut-être d'une prospection incomplète et sans doute d'une topographie moins favorable, on ne signale que peu d'avens ; par contre, les Monts de Vaucluse sont beaucoup plus riches (85 cavités dans le bassin du Coulon). On note, pour ne citer que les plus importants :

- l'aven du Caladaire près de Banon 665 m - l'aven de Jean Nouveau près de St Jean de Sault avec une verticale de 166 m et 520 m

* Etudes auxquelles il conviendra de se référer pour la connaissance détaillée de ce domaine karstique dont nous ne donnons ici qu'un rapide aperçu.

de profondeur, - l'aven du Grand Guérin, - Lou-Cervi, - la Rabasse. Certaines de ces cavités sont le siège de circulations (Caladaïre, Jean Nouveau).

Le réseau hydrographique superficiel est extrêmement réduit. Comme il a été décrit plus haut, le Coulon entaille les calcaires urgoniens dans les gorges d'Oppedette et plus à l'aval, à l'ouest d'Apt, il traverse en cluse épigénique l'ondulation anticlinale du pont Julien - Roquefure. La reconnaissance des gorges d'Oppedette et de la cluse du pont Julien n'a pas révélé de sources ni de pertes visibles.

Le schéma hydrogéologique est calqué sur le schéma structural. Les calcaires des Monts de Vaucluse, vaste monoclinale ondulé et faillé, plongent sous les formations tertiaires du synclinal d'Apt et réapparaissent en anticlinal sur le versant nord du Luberon. La bordure occidentale de cet ensemble "perméable en grand" est limitée par un système de failles qui mettent en contact le calcaire avec les formations molassiques miocènes moins perméables.

Les calcaires des Monts de Vaucluse ont une épaisseur d'environ 500 m et surmontent les calcaires marneux et les marnes de l'Hauterivien qui jouent le rôle de mur imperméable ; de même ils sont recouverts par les marnes aptiennes qui les isolent complètement des formations sus-jacentes.

6.5.1. Rappels sur la Fontaine de Vaucluse

Comme les expériences de coloration le prouvent, les eaux infiltrées à la surface des Monts de Vaucluse, réapparaissent en un point qui constitue leur seul exutoire : la Fontaine de Vaucluse

Bien que cette source remarquable ne fasse pas partie du bassin proprement dit du Coulon, on ne peut étudier l'hydrogéologie de la région sans en rapporter brièvement les caractéristiques. Géologiquement, sa localisation s'explique par l'existence de failles développées au voisinage du contact des calcaires urgoniens et des mollasses tertiaires non karstifiées jouant le rôle d'écran imper-

méable.

La Fontaine de Vaucluse est une source pérenne comprenant plusieurs griffons s'étageant sur les 250 premiers mètres du thalweg de la Sorgue entre les cotes + 82 et + 105.

A l'étiage, les griffons inférieurs sont seuls actifs. Ce n'est qu'en période de hautes eaux et quand le débit total dépasse $22 \text{ m}^3/\text{s}$ que la source déborde par une vasque située à la base d'une reculée. Le seuil de débordement est à la cote 105,55 NGF. Le débit moyen annuel est de $29 \text{ m}^3/\text{s}$. (période 1912-1946).

Cette source a reçu de nombreux équipements dont l'exploitation constitue l'indispensable moyen d'atteindre les objectifs que l'on s'est fixé dans le cadre de la présente recherche.

Le plus ancien de ces équipements est le "Sorguomètre" composé de 25 éléments de 1 m (le zéro du Sorguomètre correspond à une cote absolue de 84,485), et d'un élément de 1 m en dessous du zéro.

6.5.2. Inventaire des sources de la région karstique

Il a été procédé à un inventaire des sources sur tout le secteur karstique du bassin du Coulon. Ces dernières sont peu nombreuses :

6.5.2.1. Le flanc nord du bassin

Il existe quelques émergences notables telles que :

a) La grotte des Brioux (942-3-18)

Elle est située sur la commune de Redortiers, au nord de Banon, à une altitude de 1 000 m environ. La grotte s'ouvre sur une corniche au dessus d'un thalweg sec. Un petit ruisseau occupe une partie puis la totalité de la galerie sur toute la longueur explorée par les spéléologues (380 m). L'eau sourd à la faveur d'une diaclase à la base d'un banc calcaire reposant sur un ensemble plus marneux. Cette source captée pour le village de Banon avait en décembre 1967 un débit voisin de 2 l/s .

b) La source du Brusquet (942-3-20)

Elle sourd en bordure du ravin du Brusquet, en contrebas de la R.N. 550, à la base d'un banc calcaire, diaclasé. Il s'agit en réalité de deux sources captées au moyen de galeries tracées perpendiculairement au sens de l'écoulement et construites de façon à avoir un débit maximal. Le captage, amélioré depuis quelques années, date du début du siècle. Il alimente St-Christol distant de 10 km. Le débit est de l'ordre de 2 l/s (décembre 1967).

c) La source de Testanière (942-2-15)

Elle est située sur la commune de Simiane au nord de la ville. Elle sourd près d'un lavoir à la base d'un banc calcaire urgonien à silex. Son débit en décembre 1967 paraissait être de 0,5 l/s. Elle est captée pour alimenter Simiane la Rotonde.

d) La source des Clos (942-3-44)

Elle se trouve à 700 m environ au nord de Montsalier, au hameau du Plan, en bordure de la route. L'émergence est située dans les éboulis calcaires. L'eau provient probablement à l'origine des fissures du calcaire de l'Aptien inférieur constituant la Croupe de St-Pierre allongée et faillée dans le sens N.S. Le débit est variable, la moyenne étant de l'ordre du litre/s. D'après les renseignements fournis par le maire de Montsalier l'étiage se situe en décembre (10 l/mn) ; le débit augmente à partir de mars. Le captage conduit les eaux par gravité à Montsalier.

Toutes ces sources pérennes ont un débit faible au regard de l'impluvium. Elles ne drainent qu'une faible partie des eaux infiltrées.

6.5.2.2. le flanc sud du bassin

La seule source importante du flanc sud du bassin du Coulon est une émergence temporaire, située à l'extrémité occidentale de la montagne du Luberon : la source du Boulon.

La source du Boulon (967-1-8)

est localisée au contact des calcaires crétacés et des terrains molassiques du Miocène. Elle sourd à 600 m environ au S.SW. du village de Robion au pied d'une falaise urgonnienne, à 130,70 m d'altitude à la faveur d'une petite faille qui a donné naissance à un conduit rectiligne rempli de galets peu roulés et difficilement pénétrable.

Cette source ne coule qu'en période de très gros orages. Elle a fait l'objet d'observations discontinues du mois d'août 1967 au mois de juillet 1968 ; pendant un an elle n'a coulé que deux fois lors des grosses pluies des mois de février, mars, et mai 1968. Elle a coulé du 25 février au 4 mars 1968 avec un débit estimé le 27 février entre 40 et 50 l/s.

La deuxième période d'écoulement s'est étalée du 1^{er} au 6 juin. En effet, le 7 juin l'eau se trouvait toujours dans le conduit à quelques centimètres du seuil de déversement. Une autre source temporaire, la source de Robion (967-1-9) est située dans les calcaires surplombant le village et autrefois captée pour l'alimentation de l'agglomération. Elle sourd à une altitude de 175 m environ à la faveur d'une faille, dans une vasque aménagée. La vasque contenait de l'eau en septembre 1967 mais l'écoulement était inexistant. Le 27 février 1968 son débit était de 10 à 15 l/s. Il semble que cette source soit indépendante de la source du Boulon, point qui mériterait d'être précisé.

6.5.3. les forages de recherche d'eau profonde dans le synclinal d'Apt

Quatre forages ont été exécutés récemment en bordure et dans le synclinal même du Coulon. Les deux premiers (forage des Chaux de la Tour et forage du Rocher des Abeilles) débutent directement dans l'Urgonien. Les deux autres (forage de Salignan et forage du Chêne) atteignent ces mêmes calcaires sous les formations marneuses de l'Aptien.

6.5.3.1. Le forage des Chaux de la Tour

(x = 823,260 - y = 178,360 - z = 98,75)

Le forage exécuté en 1966 débute directement dans les calcaires urgoniens sur la terminaison méridionale des Monts de Vaucluse à 4 500 m environ au sud de la Fontaine de Vaucluse, en bordure de la R.N. 100 (carrières de la Tour de Sabran). Ce forage, exécuté par la Société des travaux hydrauliques de Montoux, a été réalisé en 116 mm en carottage continu à partir d'un puits maçonné de 13 m de profondeur creusé dans l'Urgonien. La profondeur totale est de 38 m.

Les pertes d'injection étaient "totales" durant l'avancement ; elles correspondaient au débit de la pompe 2 à 3 m³/h. Des fissures ouvertes ont été rencontrées entre 25 et 30 m.

Actuellement, les mesures de niveaux piézométriques sont rendues impossibles par la mise en place à -35 m d'une pompe immergée ROTOS, dans un tubage de 108 mm crépiné de -14,50 à -38 m. Avant le forage, le niveau de l'eau se situait à 12,70 m sous la surface du sol ; le 5 janvier 1967 il était à 11,90 m soit 86,85 en cote absolue. Le débit pompé est de l'ordre de 2 m³/h.

6.5.3.2. Le forage du Rocher des Abeilles

(x = 852,420 - y = 177,210 - z = 275 EPD)

Il s'ouvre lui aussi directement dans les calcaires urgoniens. Il a été exécuté en vue de rechercher de l'eau pour la ville d'Apt de décembre 1967 à janvier 1968 sur la commune de St-Martin de Castillon, par l'entreprise GAILLARD de Marseille. Il est situé à l'est d'Apt au lieudit Rocher des Abeilles sur la rive droite du Calavon.

Ce forage a été réalisé en 114 mm et carotté sur toute sa hauteur (187,50 m). Il a traversé des calcaires gris-bleu à beige à passées oolithiques, comportant des fissures colmatées d'argile. Aucune perte n'a été signalée lors de son avancement. Des essais d'acidification ont été faits à la fin de l'opération mais les venues d'eau se sont révélées nulles ou très faibles (la Municipalité d'Apt se propose de continuer le forage).

6.5.3.3. Le forage de Salignan

(x = 842,760 - y = 180,800 - z = 219 EPD)

Ce forage de 136 m de profondeur, exécuté en 1960 (il est le plus ancien des quatre forages dont nous parlons ici) se situe à 3 km environ à l'W.NW. d'Apt dans l'enceinte de la confiturerie GROSSI-RASTOUL. Il est implanté à environ 300 m au nord des calcaires bédouliens de l'anticlinal de pont Julien. Il a été réalisé en 100 mm de diamètre.

La série traversée comporte :

- de 0 à 5,10 m des sables argileux superficiels
- de 5,10 à 36,00 m des marnes et argiles aptiennes
(Gargasien)
- de 36,00 à 136,00 m des calcaires bédouliens

Ce sondage a recoupé vers 55 m et 85 m de profondeur des fissures sèches ; à 135 m il rencontra une fissure aquifère. L'ouvrage fut aménagé en 200 mm approfondi jusqu'à 145 m et équipé d'une pompe immergée qui fournit aux essais 5 m³/h.

Il convient de rappeler que le sondage de Salignan, qui a été le premier forage de recherche d'eau réalisé dans le synclinal d'Apt, a rencontré sous les marnes gargasiennes les calcaires urgoniens aquifères dans la partie inférieure du forage. Le niveau de l'eau de cette nappe libre d'après les archives de la Société des travaux hydrauliques se serait établi à 136,20 NGF. Il est regrettable de ne pas pouvoir suivre l'évolution du niveau piézométrique de cet ouvrage en raison de son équipement (la pompe immergée empêche toute mesure). Les diverses observations effectuées à ce jour sur cet ouvrage ont été rapportées dans deux communications récentes (J. EVIN et al., 1967 - R. DOMINICI et al., 1968)

6.5.3.4. Le forage du Chêne

(x = 841,34 - y = 180,56 - z = 208,54)

Situé sur le territoire de la commune de Gargas, au hameau du Chêne dans l'enceinte de la confiserie F.R.A.P.T., ce forage a été exécuté par la Société BACHY du 5 au 22 décembre 1967, le Service du Génie rural du Vaucluse agissant pour la municipalité de Gargas. Il a été réalisé en petit diamètre (116 mm de 0 à 40 m - 76 mm de 40 à 150 m) à l'eau claire et carotté sur toute sa longueur. La profondeur totale est de 150 m. Son but était de reconnaître la présence d'eau profonde et les possibilités d'exploitation de l'aquifère. Une campagne de géophysique électrique entreprise par la Société S.E.P.M. de Toulon a été effectuée préalablement.

Le forage du Chêne se trouve à une distance de 1 420 m à l'ouest du forage de Salignan et à 17 km à l'E.SE. de la Fontaine de Vaucluse.

Il s'ouvre dans les alluvions récentes de 0 à 7 m et traverse de 7 à 39 m un ensemble marno-argileux d'âge gargasien surmontant lui-même une série calcaire du Bédoulien (Urgonien) qui va jusqu'à 150 m. L'examen macroscopique des carottes nous montre une alternance d'horizons de calcaires construits à

Rudistes et de calcaires crayeux finement poreux, ces derniers niveaux devenant plus nombreux vers le bas du forage. Aucune grosse fissure n'est décelable.

Des pertes d'eau partielles se manifestèrent à partir de 104 m et devinrent plus importantes vers le bas, atteignant, de -110 à -150 m, le débit de la pompe ($3 \text{ m}^3/\text{h}$).

En fin d'exécution du forage, le niveau mesuré le 27 décembre 1967 était de 112,55 m à 2,10 m du sol, soit 98,14 en cote absolue. La température de l'eau 13°C (à la sortie de la sou-pape).

L'eau contenue dans la formation calcaréo-crayeuse se présente comme une nappe libre isolée des formations superficielles par les marnes gargasiennes. Des essais d'absorption ont été exécutés en fin de forage mais n'ont révélé que des valeurs faibles de la perméabilité.

Le forage n'ayant pas été transformé en forage d'exploitation, un tube piézométrique a été mis en place le 9 janvier 1968 : il est constitué par un tube plastique de 56,6 x 63 mm, de 151 m de long, crépiné sur 72 m (-150 à -78 m) par fentes à la scie tous les 20 à 25 cm. Le tube est isolé des marnes gargasiennes, afin d'éviter des phénomènes de fauchage, par une colonne métallique de 80 x 90 mm de diamètre et 40 m de long. L'isolement par rapport à la nappe phréatique de l'aquifère calcaire a été réalisé par un bouchon étanche en ciment extérieur à cette colonne et placé à la base de la formation marneuse. Enfin, un limnigraphe OTT a été installé du 2 février au 17 juillet 1968 avec sa guérite de protection. Les limnigrammes étaient relevés tous les 8 jours. Les diverses observations effectuées à ce jour sur cet ouvrage ont été rapportées dans deux communications récentes (R. DOMINICI et al., 1968 - H. PALOC, 1968)

6.5.4. Caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère calcaire

6.5.4.1. Expériences de coloration

Diverses expériences de coloration ont été réalisées

depuis 1963 grâce au concours des sociétés spéléologiques régionales. Deux de ces expériences ont été faites dans le bassin du Coulon. La première en 1966 sur l'aven du Caladaire, en collaboration avec la Société spéléologique d'Avignon, la deuxième en 1967 sur l'aven de Jean Nouveau avec la collaboration de l'Association vaclusienne des explorations nouvelles de Jean Nouveau. Les autres injections ont été faites hors des limites du bassin du Coulon, l'une en 1963 aux pertes de la Nesque, avec la collaboration de la Fédération des sociétés spéléologiques du Vaucluse, l'autre en juin 1968 sur l'aven de la Belette situé dans le bassin versant du Largue, avec la collaboration du Spéleo-club Manesquin.

Ces quatre expériences ont toutes abouti à démontrer la relation des plateaux calcaires avec la Fontaine de Vaucluse. Les données de ces expériences sont résumées ci-après sous forme de tableau :

Données techniques sur les expériences de coloration réalisées pour l'étude de la fontaine de Vaucluse

Expériences Données et résultats	NESQUE (1963)	CALADAIRE (1966)	JEAN NOUVEAU (1967)	LA BELETTE (1968)
Point d'injection	Rivière temporaire de la Nesque, au niveau des pertes se produisant dans le tronçon amont de ses gorges	Gouffre de 668 m de profondeur reconnue, ouvert à l'ouest de Banon à l'altitude de 885 m	Gouffre de 520m de profondeur reconnue ouvert au sud de St Jean-les-Courtois à l'altitude de 830 m	Gouffre de 12m de profondeur reconnue, absorbant un écoulement temporaire, ouvert au S.O d'Ongles à l'altitude de 645 m
Altitude du point d'injection	600 m env.	440 m env. soit à la profondeur de 445 m dans le gouffre	506 m env. soit à la profondeur de 324m dans le gouffre	645 m env.
Dénivelée par rapport à la Font. de Vaucluse	500 m env.	360 m env.	420 m env.	545 m env.
Distance à la Font. de Vaucluse	22 km	40 km	24 km	46 km
Débit au point d'injection	500 l/s env.	0,25 l/s env.	1 l/s env.	0,3 l/s env.
Quantité de fluorescéine utilisée	60 kg	50 kg	30 kg	60 kg
Modalité d'injection	10 kg par jour en une fois, pendant 6 jours consécutifs	en une fois	en une fois	en une fois
Méthode de détection	fluocapteurs	fluocapteurs	fluocapteurs et fluorimètre enregistreur	fluocapteurs
Date d'injection	6 au 11 juillet	12 août	11 juillet	5 juin
Date de 1ère apparition à la Font. de Vaucluse	10 août	14 novembre	2 octobre	1er juillet
Durée de trajet du colorant (1ère réapp.)	35 jours	92 jours	83 jours	25 jours
Vitesse de passage du colorant (1ère réapp.)	26,2 m/heure	18 m/heure	12 m/heure	76,6 m/heure

6.5.4.2. observations piézométriques sur le forage du Chêne

- Remarques préliminaires sur l'évolution du niveau de décembre 1967 à juillet 1968

Les variations du niveau de l'eau dans le forage du Chêne sont connues :

- par mesures ponctuelles à la sonde HWK,
- par enregistrement continu du 2 février au 17 juillet 1968, enregistrement étalonné chaque semaine à la sonde HWK.

La figure 21 représente les fluctuations comparées à celles de la vasque supérieure de la Fontaine de Vaucluse.

Les valeurs de ces variations sont reportées en cotes absolues afin de permettre des comparaisons valables.

Bien qu'elles ne soient pas entièrement représentatives, on a indiqué au bas du graphique les valeurs des précipitations journalières en mm des stations de St-Christol et d'Apt, pour permettre une comparaison entre les précipitations et l'évolution des niveaux d'eau mesurés.

L'examen de ce graphique permet de distinguer trois périodes :

- la période du 27 décembre 1967 au 9 février 1968
- la période du 9 février 1968 au 21 mai 1968
- la période du 21 mai 1968 au 22 juillet 1968

6.5.4.2.1. Période du 27 décembre 1967 au 9 février 1968

C'est une période de faible hauteur de pluie. La Fontaine de Vaucluse après les pluies de novembre, reprend son régime de tarissement, retardé sinon perturbé par les quelques précipitations de fin décembre et janvier. Au forage du Chêne (dont les mesures sont ponctuelles) l'abaissement se traduit par une courbe régulière. La dernière mesure faite le 2 février 1968 est celle du niveau minimal mesuré : 97,26 m. Le niveau d'eau se trouve plus élevé dans le forage qu'à la Fontaine de Vaucluse. La vidange de l'aquifère se fait normalement vers la Fontaine.

6.5.4.2.2. Période du 9 février au 21 mai

Sous l'effet de précipitations d'assez grande intensité, non représentées sur le graphique car, localisées dans une région autre que St-Christol, la Fontaine de Vaucluse amorce une première phase de crue ; son niveau s'élève de 12 m en 10 jours.

Les fortes précipitations du 20 au 25 février sur les plateaux de Vaucluse, plus de 60 mm le 23 février à St-Christol, déclenchent une deuxième phase de crue et provoquent le débordement de la Fontaine qui atteint un niveau maximal de 107,50 m, avant d'amorcer sa décrue après une "stabilisation" de 5 jours environ. Il est intéressant de remarquer qu'on observe alors au forage du Chêne et par conséquent dans l'aquifère au voisinage du forage une montée quasi-immédiate du niveau piézométrique. L'évolution plus lente dans le forage est vraisemblablement due au faciès crayeux de l'aquifère qui se comporte comme un milieu à perméabilité d'interstices. On note en moyenne 35 cm par jour

du 21 février au 8 mars, 12 cm du 8 au 21 mars, et 7 cm du 21 mars au 3 avril. Le niveau d'eau maximal est atteint dans le forage le 5 avril 1968 avec 105,41 m alors que la décrue de la Fontaine de Vaucluse dont le niveau était le même jour à 95,50 m, avait commencé depuis le 29 février.

Les mois de mars et d'avril sont peu pluvieux ; quelques averses pourtant stabilisent le tarissement de la fontaine du 22 au 30 mars ou provoquent deux petites crues le 15 avril (38 mm de pluie à St-Christol le 14) et le 28 avril (30 mm le 27) ; pendant ce temps, le forage du Chêne amorçait une légère décrue avec 2 cm de baisse par jour.

6.5.4.2.3. Période du 21 mai au 30 juillet

Les fortes pluies du 20 mai (65 mm à St-Christol) provoquent de nouveau une forte crue à la Fontaine de Vaucluse et amènent son niveau à une cote de 107,30 m. Le niveau du forage réagit aussi et atteint 109,60 m mais le 10 juillet seulement, alors que le niveau de la Fontaine est déjà tombé à 96,76 m.

La montée du niveau piézométrique dans le forage est plus lente que la précédente (17 cm par jour en moyenne du 29 mai au 23 juin, 10 cm du 23 juin au 3 juillet et 1,5 cm par jour du 3 au 10 juillet). Par contre, la deuxième décrue s'amorce avec une pente plus forte que la première avec 3 cm de baisse en moyenne par jour du 10 au 19 juillet, 6 cm à partir du 19.

Remarques

On note que :

- 1°) la réaction de la Fontaine aux précipitations est rapide ; le temps de réponse aux pluies tombant sur les plateaux de Vaucluse est court (2 à 4 jours).

- 2°) les stabilisations ou les faibles variations de son niveau peuvent être causées par des orages locaux, voisins de la Fontaine, alors que le plateau de St-Christol est exempt de précipitations.
- 3°) la réaction similaire au forage se manifeste trois jours après une forte crue de la Fontaine.
- 4°) la remontée du niveau de l'eau dans les faciès crayeux du forage est lente et l'est encore plus quand l'aquifère est déjà rechargé.
- 5°) les deux recharges observées dans le forage ont des durées différentes. Du 5 février au 5 avril (60 jours) pour la première, du 29 mai au 10 juillet (40 jours) pour la deuxième alors que l'étalement des crues de la Fontaine (débordement de la vasque) est de 17 jours pour la première et 28 jours pour la deuxième.

Ceci pouvant s'expliquer par le fait que les niveaux à la Fontaine de Vaucluse, donc d'une partie de l'aquifère, sont supérieurs au niveau de l'eau dans le forage pendant 20 jours pour la première crue et 10 jours seulement pour la deuxième. Les transferts d'eau se font vers l'aquifère du Chêne durant une période plus longue. Ces valeurs ne sont qu'indicatives, car à partir du moment où la vasque de la Fontaine de Vaucluse déborde (au-dessus du niveau 105,55 m) elle cesse de jouer le rôle d'un piézomètre rapproché.

Donc, ainsi l'observation de ce graphique permet déjà d'entrevoir le rôle que peut jouer le réservoir aquifère du synclinal du Coulon dans le régime de Fontaine de Vaucluse.

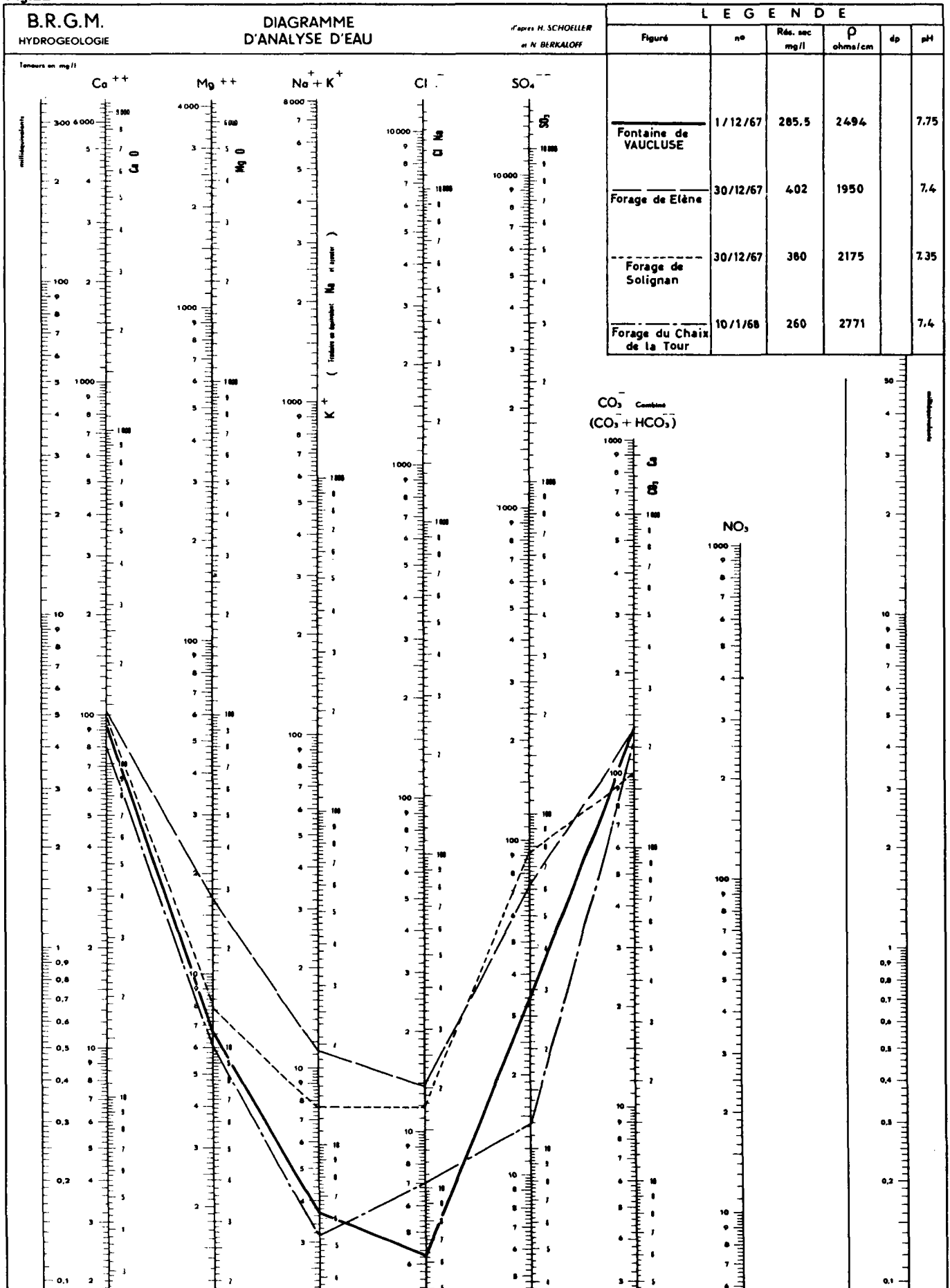
6.5.4.3. Chimie des eaux

Le tableau ci-après donne les résultats des analyses des eaux des forages du Chêne, de Salignan, du Chaux

de la Tour, comparés à ceux de la Fontaine de Vaucluse. L'établissement de diagrammes semi-logarithmiques (fig. 22) montre que toutes ces eaux appartiennent à une même famille ; il s'agit d'eaux bicarbonatées calciques. Les minéralisations en sulfates et chlorures sont plus élevées dans les sondages de Salignan et du Chêne que dans les eaux du forage des Chaux de la Tour et de la Fontaine de Vaucluse, ceci étant vraisemblablement dû à la présence de marnes aptiennes au toit des calcaires.

Désignations	Fontaine de Vaucluse 1.12.67	Forage du Chêne 30.12.67	Forage de Salignan 30.12.67	Forage du Chaux de la Tour 10.1.68
Résistivité 18°C en ohms/cm	2 494	1 950	2 175	2 771
pH	7,75	7,4	7,35	7,4
Résidu sec (mg/l)	285,5	402	380	260
Ca (mg/l)	92	100	102,80	82,40
Mg -	6,7	17,75	7,90	6,25
Na -	2,8	10,15	5,75	2,95
K -	1,5	2,30	3,05	0,65
Cl ⁻ -	4,25	14,90	12,05	7,10
CO ₃ H ⁻ -	272,05	268,40	204,95	248,90
SO ₄ ⁻⁻ -	33,00	75,00	90,00	14,00
SiO ₂ -	7,00	4,00	8,80	6,80
Fe ⁺⁺⁺ -	0,6	0,18	0,11	0,16
SO ₄ /Cl	7,7	5,00	7,4	1,9
Ca+Mg/Na + K	22,9	9,4	12,5	24,6
Mg/Ca	0,07	0,17	0,07	0,07
Na/Mg	0,4	0,5	0,7	0,2
Cl-(Na+K)Cl	0,01	0,1	0,2	0,4

Fig.22



6.5.4.4. Datations et traçages à la fluorescéine

Des mesures de datation ont été effectuées en 1967 et en 1968 au département des radio-éléments du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble pour le tritium et au laboratoire de radiocarbone de la faculté des sciences de Lyon pour le carbone 14, à partir d'échantillons prélevés sur la Fontaine de Vaucluse (pour tritium) et sur les forages de Salignan et du Chêne (pour tritium et carbone 14).

Rappelons que les teneurs en tritium ont indiqué que les eaux du forage de Salignan étaient nettement plus anciennes que celles de la Fontaine de Vaucluse - les mesures effectuées par le carbone 14 ont permis d'avancer un âge absolu de 3 000 ans (J. Evin et al., 1967), tandis que les premiers résultats des teneurs en tritium révélaient une eau actuelle pour le forage du Chêne.

Cette dernière constatation paraît avoir reçu une confirmation à la suite de l'expérience de coloration réalisée en juin 1968 sur l'aven de "La Belette". En effet, un fluocapteur immergé dans le forage du Chêne le 19 juin 1968 et prélevé le 10 juillet 1968 s'est révélé intensément positif. Un deuxième fluocapteur immergé le 10 juillet et prélevé le 17, s'est également révélé positif mais avec une intensité plus faible. Tout ceci dénoterait bien l'existence d'une circulation active dans le synclinal du Coulon, au moins au voisinage du forage du Chêne.*

* Deux fluocapteurs seulement ont donné des tests positifs, tandis que ceux mis en place à partir du 17 juillet n'ont jamais plus révélé la présence de fluorescéine dans le forage, ce qui est assez surprenant. Il sera donc nécessaire, compte tenu de l'intérêt primordial de la mise en évidence d'une relation aussi directe entre l'aven de la Belette, le forage du Chêne et la Fontaine de Vaucluse, de procéder plus tard à des contrôles très poussés à l'occasion de nouvelles expériences de coloration.

La différence entre les résultats des mesures de datation d'échantillons d'eau prélevés au forage de Salignan et au forage du Chêne pourrait s'expliquer de la manière suivante (R. Dominici et al., 1968).

Le forage du Chêne recoupe un calcaire aquifère poreux où on ne décèle aucune grande fissure. Les horizons poreux se trouvent dans une zone de fluctuations naturelles de la nappe (entre 97 et 109 m). Le forage de Salignan (niveau d'eau à la cote 85 m) au contraire recoupe la fissure aquifère qui seule assure son débit à 135 m de profondeur, soit 84 m en cote absolue, donc à une altitude nettement inférieure à celle du niveau d'étiage exceptionnel du forage du Chêne (97 m).

Les eaux du forage exploité de Salignan peuvent donc être plus anciennes que celles de la couche poreuse plus élevée. L'eau de l'aquifère poreux du forage du Chêne serait renouvelée naturellement, comme l'expérience de coloration tendrait à le démontrer, par un réseau de fissures se trouvant à son voisinage, où les vitesses de circulation seraient très rapides.

Tous ces points feront l'objet de nouvelles vérifications dans le cadre de la recherche entreprise et l'on peut espérer qu'elles permettront de très importantes acquisitions sur le régime des eaux dans l'aquifère calcaire de la Fontaine de Vaucluse et d'une façon plus générale sur les modalités de circulation des eaux dans les réservoirs calcaires karstifiés de grande dimension.

- CONCLUSIONS -

L'étude du bassin du Coulon fait apparaître, du point de vue hydrogéologique, deux ensembles indépendants l'un de l'autre :

- un ensemble karstique urgonien d'âge barrémo-bédoulien, constituant le système aquifère de la Fontaine de Vaucluse, isolé hydrauliquement de l'ensemble des formations plus récentes du bassin du Coulon par un écran constant de marnes gargasiennes très peu perméables, sur la rive droite du Coulon, et par des couches marneuses du Tertiaire, sur la rive gauche,
- un ensemble non karstique constitué par ces formations plus récentes (Crétacé moyen au Quaternaire).

Le domaine karstique

Il constitue l'ossature du bassin et affleure sur les monts de Vaucluse au nord et le Lubéron au sud ; sa continuité sous le synclinal d'Apt est confirmée par deux forages.

Il est admis depuis fort longtemps, et il a été récemment prouvé par des expériences de coloration, que les formations très karstifiées des Monts de Vaucluse, où le ruissellement était nul, ne faisaient pas partie intégrante, hydrogéologiquement du bassin du Coulon mais constituaient une partie du bassin d'alimentation et du réservoir de la Fontaine de Vaucluse. Les faits nouveaux se rapportent donc à la partie du synclinal du Coulon où ces formations karstiques sont recouvertes de terrains plus récents.

Ces faits nouveaux résultent essentiellement des observations faites depuis décembre 1967 sur le forage du Chêne ;

Ils conduisent à penser :

- a) que l'aquifère de la Fontaine de Vaucluse se développerait également sous les diverses formations post-urgoniennes qui se rencontrent dans le synclinal d'Apt,
- b) que dans les faciès crayeux urgoniens, qui présentent une certaine perméabilité d'interstices, les effets de recharge paraissent prolongés et très lents.
- c) que ces mêmes faciès semblent jouer un rôle régulateur dans les débits de la Fontaine. En étiage, il est vraisemblable que les réserves constituées dans les calcaires crayeux soient drainées vers la source et en conditionnent le débit. C'est ce que tendrait à montrer l'existence d'au moins deux phases de vidange dans les courbes de tarissement (J. KUCHARSKA*, 1963 et M. AIGROT 1967).
- d) que les mesures de datation par Tritium et les vitesses extrêmement rapides du passage du colorant dans l'aquifère poreux du forage du Chêne, si elles se trouvent confirmées par des expériences ultérieures de coloration, pourraient être l'indice de l'existence, au voisinage du forage, d'un réseau de fissures à écoulement rapide qui pourrait constituer l'axe de drainage de l'ensemble des formations karstiques affleurantes. S'il en était ainsi, les failles des plateaux vauclusiens, de même que le champ de fractures de Banon de direction sensiblement N-S, au lieu d'être un obstacle, constitueraient plutôt des drains dirigeant l'eau vers ce grand système collecteur supposé.

Il serait donc d'un grand intérêt de procéder à de nouveaux forages dans l'aquifère calcaire du synclinal d'Apt, notamment sur

* Mme J. FORKASIEWICZ

la rive gauche du Coulon, pour préciser la continuité hydraulique éventuelle des calcaires urgoniens jusqu'au Lubéron et vérifier les diverses hypothèses émises quant aux caractéristiques de cet aquifère.

Enfin, à l'ouest du village des Taillades, l'extrémité occidentale du Lubéron, plus ou moins faillée, s'ennoie sous les formations alluvionnaires récentes de la vallée de la Durance à une cote de 98 m environ. Connaissant le caractère temporaire de la source du Boulon, conditionné par l'altitude, on peut se demander si les eaux du karst du Boulon ne participent pas à l'alimentation de la nappe phréatique. Des piézomètres installés dans les alluvions de bordure font l'objet de mesures périodiques de la part des Services de l'Electricité de France dans le cadre de l'aménagement de la Durance. Ces mesures sont exploitées par le Cabinet RUBY (les Milles - B. du R.). Il serait donc également intéressant d'équiper les piézomètres avec des limnigraphes et d'effectuer des mesures de perméabilité qui pourraient peut-être donner de meilleurs renseignements que ne le font les mesures périodiques.

Le domaine non karstique

On a passé en revue tous les terrains de cet ensemble constituant effectivement le bassin du Coulon au dessus des calcaires urgoniens. Les différents termes s'étageant du Crétacé moyen au Quaternaire offrent des caractéristiques hydrogéologiques diverses, du fait surtout de leur constitution lithologique.

En effet, la série comporte presque toujours une alternance de terrains perméables et imperméables dont les contacts déterminent l'apparition de nombreuses petites sources de sorte que l'on se trouve en présence de nombreux aquifères de faible importance du point de vue extension et possibilité d'exploitations. En général, la perméabilité est bien faible pour permettre l'exécution de forages assez productifs pour être renta-

bles. L'étude piézométrique des secteurs alluviaux montre bien que l'alimentation en eau des nappes se fait par les précipitations et les bordures. Elles sont en général drainées par les cours d'eau. Aucune relation avec le karst urgonien n'a pu être décelée.

Rédaction achevée à Montpellier, le 31 juillet 1968

- BIBLIOGRAPHIE -

- AIGROT M. (1967)
L'écoulement de la Fontaine de Vaucluse
(Thèse de doctorat de 3e cycle - Fac. des Sciences de BORDEAUX)
- BARRAL J.H. (1876)
Irrigations dans le Vaucluse
- BLANC JJ. - PERINET G. (1964)
Le faciès des sables ocreux d'Apt. Etude minéralogique et sédimentologique
(Bull. mens. Hist. nat. - MARSEILLE - T. 24 - p. 53-79)
- BORDAS J. (1950)
Contribution à l'étude des facteurs de production agricole du Bas-Rhône.
(Thèse d'Université - Univ. de MARSEILLE - Rullière - Avignon)
- BRUNEL M. (1967)
Recherche d'eau dans la région de la Bégude.
(Prospection électrique - Géotechna - MARSEILLE)
- CLAUZADE G. - ROCH E. et TAMISIER A. (1962)
Les sables et argiles bigarrés du Coulon et ceux du Garry dans la région d'Apt
(B.S.G.F. - t. IV - n° 4 - p. 492-497)
- CORNET L. - DUROZOY G. - GOUVERNET C. et PALOC H. (1963)
La Fontaine de Vaucluse - Livret guide hydrogéologique
(Rapport inédit B.R.G.M., DS.63.A 106)
- DEVUN Ph. (1967)
Etude pluviométrique de l'impluvium de la Fontaine de Vaucluse
(Rapports inédit B.R.G.M., DS.67.A 137)

DOMINICI R. - FLANDRIN J. - PALOC H. (1968)

Présentation des travaux en cours effectués dans le cadre de la délégation générale de la recherche scientifique et technique pour l'étude de la Fontaine de Vaucluse.

(Ass. des géologues du Sud-Est -Lyon - Mars 1968, sous presse in Bulletin du B.R.G.M., Série hydrogéologique à paraître en 1969)

EVIN J. - FLANDRIN J. - MARGRITA R. - PALOC H. (1967)

Contribution des analyses chimiques, des colorations et des mesures isotopiques à l'étude de la Fontaine de Vaucluse et du sondage de Salignan (France).

(Istanbul - Mém. A.I.H. Tome VIII, p. 298-308. C. r. de réunion Assoc. intern. hydrogéol.)

FLANDRIN J. (1959)

Recherches nouvelles pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Apt

(Rapport inédit Mairie d'Apt (Vaucluse))

GALLE H. - CAVALLONI H.-PALOC H. (1967)

Equipements réalisés par le B.R.G.M. pour l'étude de la Fontaine de Vaucluse

(C.r. réunion Assoc. intern. hydrogéol., Istanbul Tome VIII p. 520-524)

GEORGE P. (1935)

La région du Bas-Rhône. Etude géographique régionale.

(Thèse - Ballières - Paris)

GOGUEL J. (1932)

Sur l'extension des faciès urgoniens dans les monts de Vaucluse

(B.S.G.F. - t.2 - p. 53)

KUCHARSKA -FORKASIEWICZ J.(1963)

L'interprétation des courbes de tarissement de la Fontaine de Vaucluse. Note préliminaire

(Rapport inédit B.R.G.M., DS. 63. A 48)

- MARTIN E. - MENARD R. (1966)
Prospection géophysique sur la commune de Gargas
(S.E.P.M. Toulon)
- MERCIER A. (1955)
Les forêts dans le département du Vaucluse
(D.E.S. - Faculté des Lettres - Aix en Provence)
- MASSE J.P. (1968)
Contribution à l'étude L'Urgonien (Barremien-Bédoulien)
des Monts de Vaucluse et du Lubéron
(Rapport inédit B.R.G.M. en préparation)
- PALOC H. (1968)
Connaissances actuelles sur la Fontaine du Vaucluse.
(Actes du colloque de karstologie de la commission des
phénomènes karstiques, in revue "Méditerranée", sous
presse)
- RAYMOND A. (1968)
Etude photogéologique du plateau de Vaucluse
(Rapport inédit B.R.G.M. 68 S.G.I 056 HYD)
- ROCH E. (1964)
Le Luberon - vraie frontière entre les domaines subalpin
et provençal.
(C. r. som. Soc. géol. Fr. n° 4 - p. 164-165)
- WEYDERT P. (1963)
Morphologie karstique du plateau de St-Christol - ses rap-
ports avec la tectonique et la stratigraphie
(D.E.S. - Fac. Sc. Marseille)
- B.R.G.M. (1966)
Essai de pompage à la station des Bégudes basses alimen-
tant Apt.
(Rapport inédit B.R.G.M. D.S. 66 A 14)

C.P.G.F. (1966)

Etude géophysique des alluvions du Calavon près de la Bégude
(Ponts & Chaussées du Vaucluse - AVIGNON)

C.P.G.F. (1966)

Essai de pompage dans les alluvions du Calavon en aval de
la Bégude

(Ponts & Chaussées du Vaucluse - AVIGNON)

Revue ALPES DE LUMIERES (1964) n° 32 - Le Pays d'Apt

(1966) n° 36 - Le Pays de Sault et d'Albion.

(Reboulin, Apt. Vaucluse)

Cartes géologiques de la France

CAVAILLON 1/50 000 1ère édition

REILLANNE 1/50 000 1ère édition

FORCALQUIER 1/80 000 3ème édition

DOCUMENTATION

Fichier de documentation du B.R.G.M. - S.G.R. Provence, Corse

Centre météorologique (O.M.N.) de Carpentras-Serres

Archives de la Société des Travaux hydrauliques de Montoux

Service des eaux des Mairies du Vaucluse et des Basses-Alpes.

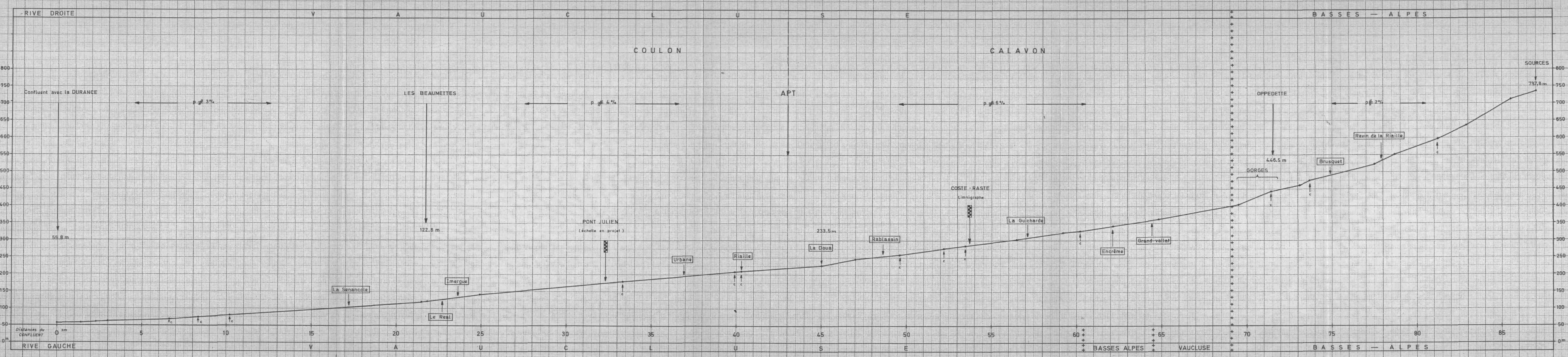


Fig: 6 Bassin du RHONE

LE COULON AFFLUENT RD DE LA DURANCE

Profil en long

Echelles	Altitudes	1/5000	Urbane	Affluent principal
	Longueurs	1/100,000		c
Pente moyenne		p = 3%		

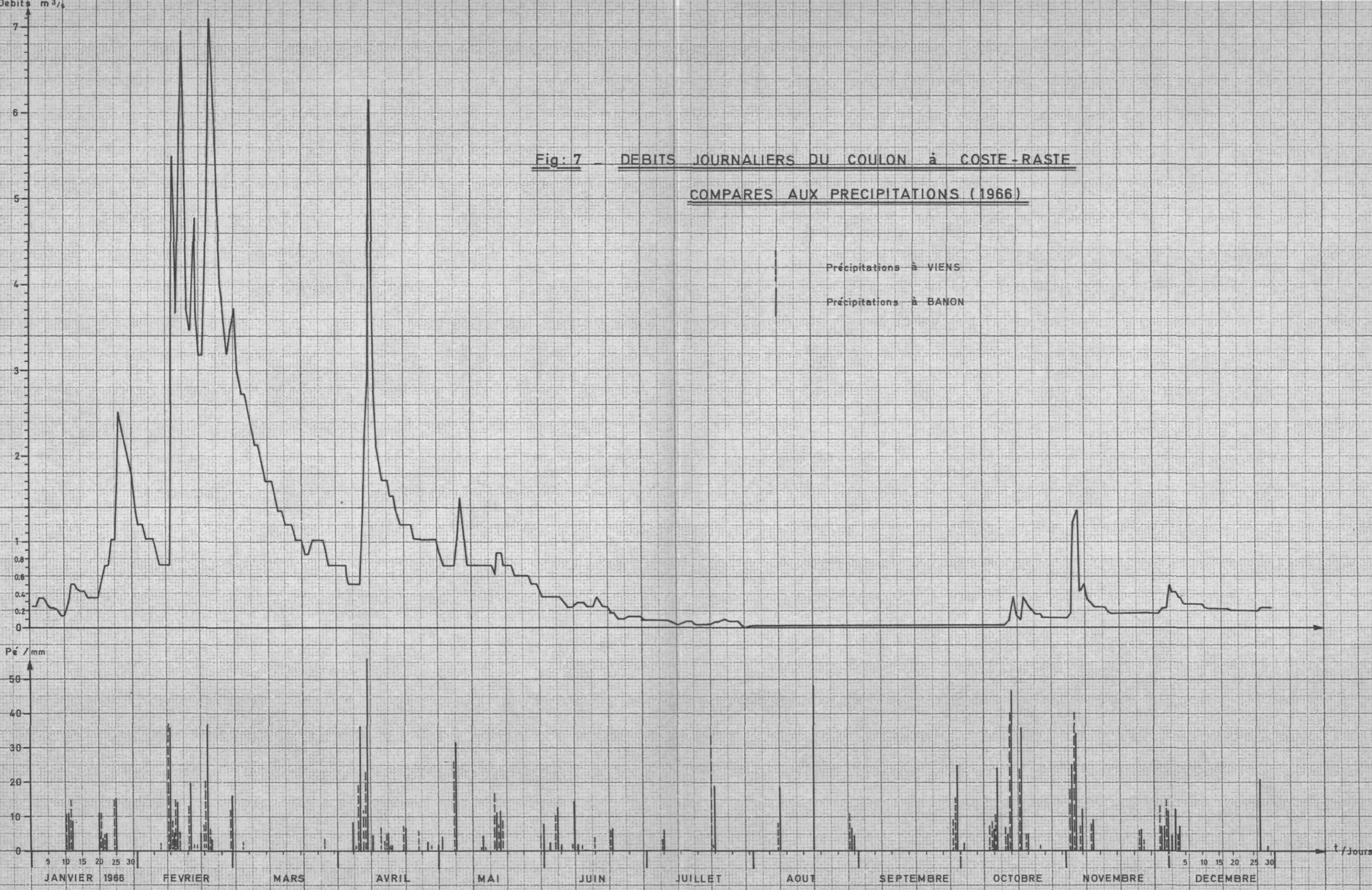
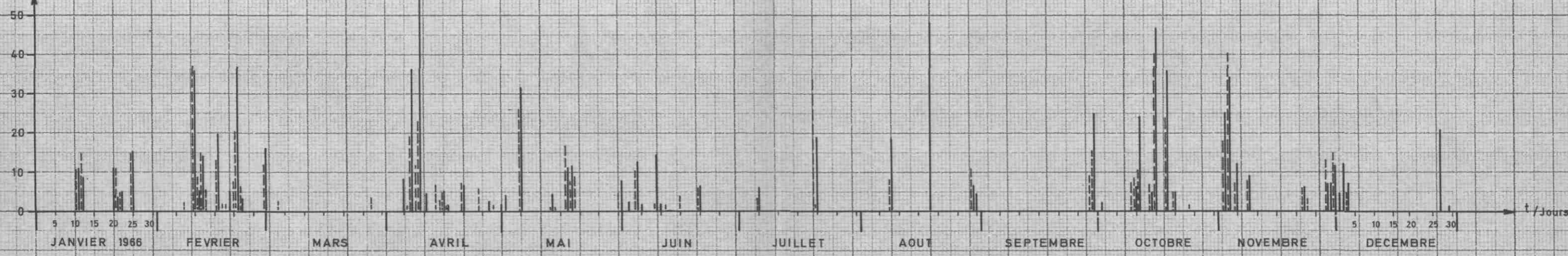


Fig: 7 — DEBITS JOURNALIERS DU COULON à COSTE-RASTE
COMPARES AUX PRECIPITATIONS (1966)

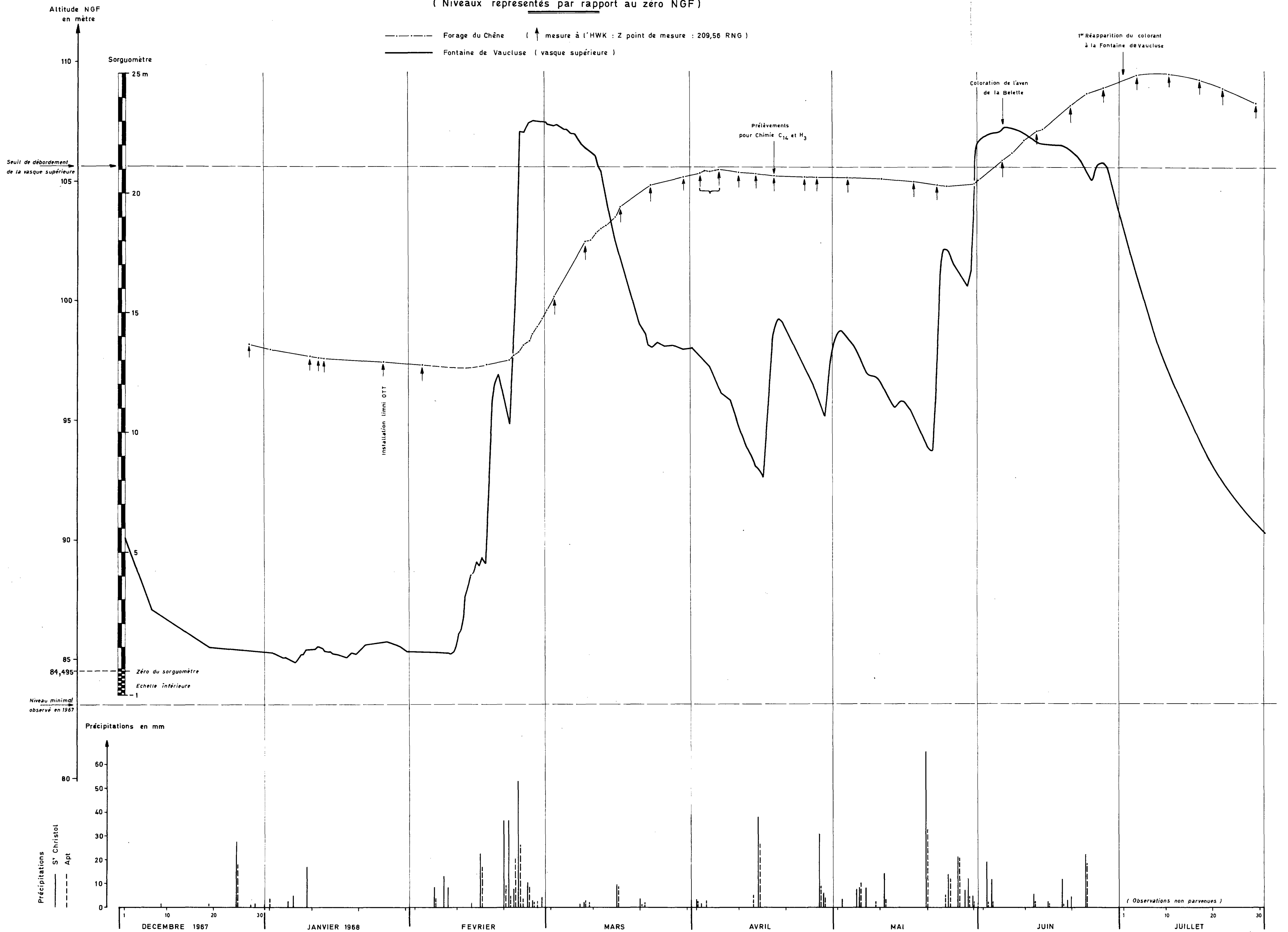
Précipitations à VIENS
 Précipitations à BANON

P_e / mm

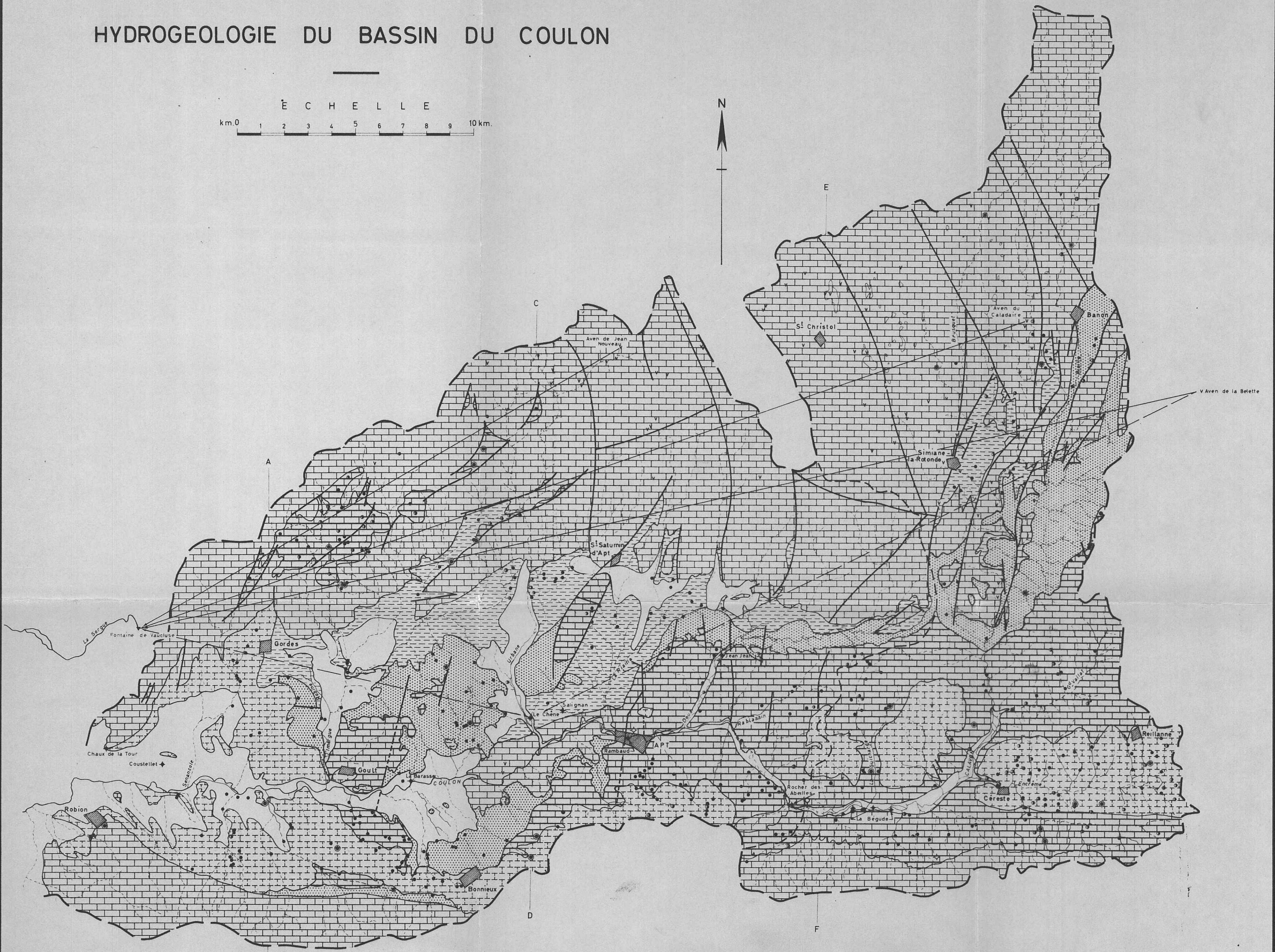
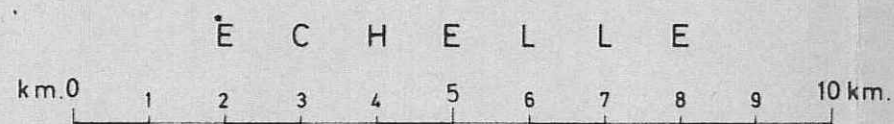


t / Jours

Fig. 21 - Evolution comparée des niveaux de la Fontaine de Vaucluse et du forage du Chêne
de Décembre 1967 à Juillet 1968
(Niveaux représentés par rapport au zéro NGF)



HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DU COULON



L E G E N D E

PRINCIPALES DISTINCTIONS HYDROGEOLOGIQUES				
STRATIGRAPHIE	LITHOLOGIE	HYDROGEOLOGIE	HYDROLOGIE DE SURFACE	HYDROLOGIE SOUTERRAINE
Quaternaire	Alluvions récentes et anciennes Cailloutis	Nappes de Coustellet- les-Beaumettes	Cours d'eau pérenne	• Source pérenne
Helvétien Burdigalien	Série molassique et sablo-marneuse	Aquifère profond de la plaine de Coustellet. Possibilités moyennes	Cours d'eau temporaire, vallée sèche	⊙ Source captée
Stampien Sannoisien Ludien Lutétien	Alternance de niveaux calcaires, calcaires marneux et de marnes	Aquifère localisé dans les niveaux calcaires. Possibilités faibles à moyennes	Limite du bassin versant du Coulon	◦ Source temporaire
Turonien Cénomanién Albien	Sables et grès	Aquifère moyen, mauvaise perméabilité	Station de jaugeage de Coste-Raste et limite occidentale de son bassin versant	v Cavité naturelle
Gargasien	Marnes bleues	Imperméable	Dépression fermée, doline	+ Forage de recherche d'eau
Bédoulien } Urgonien Barrémien }	Ensemble karstique, calcaires fissurés à horizons crayeux. Dans la partie orientale du Lubéron il s'y ajoute les calcaires marneux et marnes de l'Hauterivien	Aquifère profond du synclinal d'Apt Possibilités dépendant des fissures rencontrées.		✦ Autre forage
Faille	Limite du faciès	C — D Tracé des coupes		— Relation démontrée par coloration
				— Relation présumée à contrôler