

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
Circonscription d'Action Régionale  
Provence - Côte d'Azur - Corse  
.....

SERVICE REGIONAL DE L'AMENAGEMENT DES EAUX  
5, boulevard de la République  
13 - AIX - EN - PROVENCE  
Tél. : 26-19-78 et 26-41-28  
.....

# ÉTUDE DES RESSOURCES HYDROLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES DU SUD - EST

Fascicule 5  
BASSINS DE L'ARC ET DE L'HUVEAUNE  
(Bouches-du-Rhône)



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES  
D.S.G.L.  
Boite postale 818 - 45 - Orléans-La Source - Tél. 87-06-60 à 64  
.....

Service géologique régional Provence-Corse  
16, boulevard Pèbre - 13-Marseille-8ème  
Tél. 76-00-40

**68 SGL 166 PRC**

Marseille, juin 1968

Le présent ouvrage a été réalisé par le Service géologique régional Provence Corse du B.R.G.M. à Marseille.

La rédaction en a été assurée par Ch. GLINTZBOECKEL et G. DUROZOY avec la collaboration technique de P.THEILLIER et sous le contrôle de L. MONITION et de J. MARGAT, Chef du Département hydrogéologie du B.R.G.M. à Orléans.

L'étude a été réalisée en collaboration avec Ch. OLIVO du Service régional de l'aménagement des eaux et sous les directives de F. PELISSIER, Ingénieur en Chef du Génie rural des eaux et des forêts, Chef du Service régional de l'aménagement des eaux, Provence, Côte-d'Azur, Corse.

## R E S U M E

L'Arc et l'Huveaune sont de petits fleuves côtiers d'un débit modeste, ne dépassant guère en étiage le m<sup>3</sup>/s. Ils traversent d'Est en Ouest la Provence occidentale (département des Bouches du Rhône) relativement industrialisée et à forte densité de population. La région étudiée est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen de zone côtière. La hauteur moyenne des précipitations annuelles oscille entre 550 et 700 m/m.

La tectonique provençale a imprimé profondément son caractère dans les bassins de l'Arc et de l'Huveaune : les massifs anticlinaux, souvent de style chevauchant, sont séparés par de larges vallées, bordées de failles d'effondrement (Marseille, Aubagne) et de synclinaux, celui de l'Arc est le plus important. Dans leur ensemble les massifs, principalement jurassiques, sont formés de calcaires ou de dolomies aux propriétés hydrogéologiques particulières : l'infiltration des eaux météoriques s'opère grâce à un réseau de fissures et les infiltrations s'effectuent à la faveur de réseaux karstiques ou d'accidents tectoniques; les cheminements souterrains sont très complexes; les massifs orientaux ou septentrionaux bordant le synclinal de l'Arc se vidangent, pour une part importante, vers les bassins extérieurs de l'Argens et du Gapeau.

A l'intérieur des bassins étudiés, les sources sont relativement peu nombreuses et d'un débit toujours faible. Les exutoires importants sont exceptionnels (puits de l'Arc, galerie à la mer). A l'intérieur du bassin de l'Arc la source thermique d'Aix occupe une position particulière. Les vallées alluviales sont peu étendues et recèlent des ressources d'eau souterraines qui ne sauraient suffire à la longue à l'alimentation des zones industrialisées en continuelle expansion.

TABLE DES MATIERES

	pages
Résumé	3
Introduction	10
Chapitre I - SITUATION ET LIMITES	11
Chapitre II - REGIONS NATURELLES	13
Chapitre III - CLIMATOLOGIE	17
31 - Climats	17
32 - Vents	17
33 - Précipitations	18
34 - Températures	26
35 - Insolation	28
36 - Evapotranspiration	28
Chapitre IV - GEOLOGIE	31
41 - Cadre géologique	31
42 - Tectonique	36
43 - Lithostratigraphie	38

Chapitre	V - HYDROLOGIE	42
	51 - Hydrographie	42
	511 - Rivières drainantes	42
	512 - Bassins	48
	52 - Régime des cours d'eau	49
Chapitre	VI - HYDROGEOLOGIE	53
	61 - Travaux antérieurs	53
	62 - Description des unités hydrogéologiques	53
	621 - Généralités	53
	622 - Unité de la Fare	54
	623 - Unité d'Aix	54
	624 - Unité de Gardanne	56
	625 - Unité de Sainte Victoire - Pourrières	60
	626 - Unité de Saint Zacharie	61
	627 - Unité de la Sainte Baume	62
	628 - Unité des massifs marseillais	64
	629 - Unité tertiaire de Marseille	67
	63 - Vallées alluviales	68
	631 - Vallées alluviales du Var	68
	632 - Vallée alluviale de l'Huveaune	69
	64 - Emergences	76
	641 - Sources thermo-minérales	76
	642 - Sources	81
	65 - Cavités naturelles	81
	66 - Lacs et barrages	83
	67 - Canaux dérivés	84
	68 - Sondages d'eau	86
Chapitre	VII - EMPLOI ACTUEL	90
Conclusion		91
Bibliographie		93

TABLE DES FIGURES

Figure	1	- Hauteurs moyennes des précipitations mensuelles 1931-1960	19
Figure	2	- Précipitations mensuelles 1962-1966. Plan d'Aups	20
Figure	3	- - - - - Rians	21
Figure	4	- - - - - Marignane	22
Figure	5	- - - - - Aubagne	23
Figure	6 <sup>1</sup>	- Tableau des précipitations mensuelles 1962-1966	24
Figure	6 <sup>2</sup>	- - - - -	25
Figure	8	- Températures moyennes 1931-1960.	27
Figure	9	- Evapotranspiration - Marignane.	29
Figure	10	- - - - - Marseille.	30
Figure	11	- Formations principales des bassins de l'Arc et de l'Huveaune.	41
Figure	12	- Profil de l'Arc.	44
Figure	13	- Profil de l'Huveaune.	45

Figure	14	- Liste des sources.	75
Figure	15	- Liste des sondages	88

A N N E X E S

Planche	1	- Carte hydrologique au 1/100.000°	
Planche	2	- Carte des classifications hydrogéologiques au 1/100.000°.	
Planche	3	- Coupe géologique par la chaîne de l'Etoile Sondage S1 et la Sainte Victoire.	

BASSINS

DE L'ARC ET DE L'HUVEAUNE



CINQUIEME PARTIE



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

Le présent opuscule constitue la suite et la cinquième partie (fascicule 5) de l' "Etude hydrologique et hydrogéologique du Sud Est". (1)

Le bassin de Gardanne fait actuellement l'objet d'un inventaire des ressources hydrauliques (IRH) et la basse vallée de l'Huveaune a été étudiée récemment par le B.R.G.M. (rapport DSGR 67.A.52). La présente étude sera donc très résumée en ce qui concerne ces bassins.

---

(1) - Voir fascicule 1. Introduction. Rapport B.R.G.M. 68 SGL 107 PRC.

## Chapitre I

### SITUATION ET LIMITES

Les bassins de l'Arc et de l'Huveaune se situent dans le département des Bouches du Rhône et dans la partie orientale du département du Var. Au point de vue géologique ces bassins s'étendent en Provence occidentale calcaire.

Au Nord, le bassin de l'Arc est limité par le bassin de la basse Durance et le petit bassin de la Touloubre; les reliefs de la Fare, le massif du Concors au-delà de la crête de la Sainte Victoire, et le massif de Pourrières en constituent les bordures naturelles.

A l'Est, l'Arc de Barjols ainsi que les bassins de l'Argens (Mont Aurélien) et du Gapeau (Massif d'Agnis) limitent les hauts bassins de l'Arc et de l'Huveaune.

Vers le Sud, le massif de la Sainte Baume, le bassin du Beausset puis les massifs marseillais (Carpiagne, Marseilleveyre) qui s'ennoient en Méditerranée, ferment le bassin de l'Huveaune.

A l'Ouest, le bassin de l'Arc est limité par l'étang de Berre et le bassin de l'Huveaune par la mer Méditerranée.

La région étudiée est couverte par les cartes suivantes :

- Feuilles IGN au 1/50.000° : Martigues, Aix en Provence, Brignoles et Cuers, partie occidentale Aubagne.
- Feuilles IGN 1/100.000° : Aix, Marseille, Draguignan (pars).
- Cartes géologiques au 1/80.000° : Aix, Marseille.
- Cartes géologiques au 1/50.000° : Aubagne.

## Chapitre II

### REGIONS NATURELLES

La géographie et la géologie des bassins de l'Arc et de l'Huveaune permettent de distinguer plusieurs régions naturelles dans cet ensemble très complexe dans le détail :

- Le bassin d'Aix - Gardanne est une large dépression encadrée au Nord par la chaîne de la Sainte Victoire et le massif de Pourrières et au Sud Est par les massifs de l'Olympe (815 m) et de l'Aurélien qui prolongent vers l'Est la chaîne de l'Etoile.
- L'ensemble Olympe - Aurélien - Etoile forme une chaîne d'une longueur d'environ 40 km d'orientation E - O qui fait face, au-delà du bassin d'Aix, au massif de la Sainte Victoire. Cet ensemble constitue la ligne de partage des eaux entre l'Arc et l'Huveaune; l'Etoile est reliée au massif de l'Olympe par le petit massif du Régagnas, au Sud du bassin d'Aix.
- A l'Ouest du bassin d'Aix - Gardanne, le plateau de Réaltor domine Aix; on l'aborde en franchissant les différentes cuestas calcaires qui font saillie dans l'ensemble très argileux de la série continentale.

- Le bassin de Marseille, site de l'agglomération phocéenne, est un fossé tectonique d'effondrement qui couvre une surface d'environ 14 à 15 km<sup>2</sup>; le bassin se prolonge par la vallée de l'Huveaune, entre Allauch et Carpiagne, largement déblayée dans le bassin d'Aubagne; celui-ci constitue une bonne voie d'accès à Marseille empruntée par la route (autoroute de l'Est) et la voie ferrée.

Le bassin de Marseille est enserré entre les massifs marseillais qui constituent une véritable auréole montagneuse :

- le massif de la Nerthe et de l'Etoile (781 m),
  - le massif d'Allauch "bastion triangulaire" avec le chapeau de Garlaban (710 m),
  - le massif de Carpiagne (664 m),
  - le massif de Marseilleveyre,
  - le massif de Notre Dame de la Garde.
- Le haut bassin de l'Huveaune, dans lequel le cours d'eau coule au fond d'une vallée très étroite et très verdoyante, est montagneux.
- Le massif de la Sainte Baume et les plateaux qui l'entourent constituent l'ensemble montagneux le plus important de la basse Provence. Il forme une barrière qui se maintient à 1000 m d'altitude et qui est deux fois plus longue que le massif de la Sainte Victoire. Il se prolonge par le massif d'Agnis et au-delà par celui de la Loube. La chaîne de la Sainte Baume et le Plan d'Aups sont flanqués au Nord par le dôme de la Lare (841 m); ces deux premières unités sont séparées de la dernière par l'ensemble complexe de Roqueforcade (863 m). En y comprenant les plateaux qui dominent Cuges, le massif montagneux atteint donc une largeur maximale de 20 km au droit du Baou de Bertagne (1040 m). L'importance du volume montagneux et surtout l'orientation des massifs, expliquent la succession des étages de végétation, de la pinède à la hêtraie.

D'une manière générale, les vallées basses sont irriguées et verdoyantes et font contraste avec les flancs arides des reliefs calcaires qui les dominent et qui couverte de forêts de pins sont souvent l'objet d'incendies, en particulier en été (période estivale) et lors de fort Mistral.

La région étudiée est également agricole; la polyculture est surtout pratiquée dans les zones de massifs montagneux. La vigne est cultivée dans l'ensemble du département. Dans les vallées prospèrent les cultures maraîchères et fruitières et sur les flancs des collines, le vignoble. La vallée de l'Huveaune est particulièrement riche (37 % de terres cultivées). Les collines, jadis livrées à l'exploitation pastorale, ne sont plus exploitées. Sur les pentes plus élevées, les buissons, les genêts, les pins et les garrigues constituent des zones arides, en particulier par comparaison avec les belles forêts de hêtres et de chênes du nord de la Sainte Baume. Dans le département des Bouches du Rhône, les cultures irriguées occupent environ 70.000 ha.

L'économie est dominée par l'activité portuaire (important tonnage d'hydrocarbures et de produits alimentaires), commerciale et industrielle de Marseille et des centres satellites.

L'industrie est plus particulièrement active dans la vallée de l'Huveaune, à densité de population élevée (et déjà habitée au Néolithique); des vestiges romains sont à signaler à Saint Estève, au vallon de Riou, à Lascours. Les industries du liège, béton, poterie, tuilerie, tannerie et céramique en font une zone industrielle importante.

Le bassin de Gardanne constitue un autre centre industriel important : les mines de Gardanne exploitent le lignite par puits et galeries (fonctionnement d'une centrale thermique) et la Société Pechiney

traite la bauxite exploitée en Provence. Notons enfin, en bordure de l'étang de Berre, d'importantes raffineries de pétrole et des usines de pétrochimie. Les principales villes de la zone étudiée sont :

- Marseille : 966.000 h. (résultat provisoire du recensement de 1968),
- Aix en Provence : 94.000 h.
- Aubagne : 22.000 h. (1)
- Marignane : 32.000 h.
- Gardanne : 15.000 h.

---

(1) - Recensement 1962.

## Chapitre III

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

#### 31 - CLIMATS

Le climat des bassins de l'Arc et de l'Huveaune est typiquement méditerranéen et présente les caractères excessifs du climat provençal. Dans le département des Bouches du Rhône, 5 stations météorologiques principales sont installées.

Le climat se caractérise par des hivers doux et des étés chauds et secs et une bonne luminosité; les saisons de transition sont de courtes durées; les précipitations peuvent être abondantes mais réparties sur de courtes périodes (printemps - automne).

#### 32 - VENTS

Les principaux vents de la région étudiée sont les suivants :

NW : Mistral qui est le vent dominant (vent de terre) et peut souffler en rafales dépassant les 100 km/h. Il se manifeste toute l'année

(100 j/an) avec des pointes entre octobre et janvier; il souffle en moyenne 5-10 jours/mois.

N : Tramontane qui souffle en moyenne 7 jours par an.

NE : Ce vent est moins fréquent et souffle exclusivement entre octobre et décembre (force 1-3).

W : Il est fréquent entre mai et septembre et souffle entre 8-15 jours par mois (force 1-3).

E et SE : Régali ou Levan souffle 80 jours par an.

W et SW : Largade et Labé soufflent 80 jours par an avec des sautes très rapides.

S : Sirocco qui est un vent chaud d'été qui souffle en moyenne, 17 jours par an.

Les pluies sont surtout apportées par les vents du Sud-Est et de l'Est. Signalons enfin, qu'en période estivale en particulier, les vents violents qui peuvent souffler attisent les incendies de forêts, facteur important de la dégradation de la végétation.

### 33 - PRECIPITATIONS

Les bassins de l'Arc et de l'Huveaune se situent en zone côtière d'un pays à climat semi-aride et à pluviosité faible; la pluie tombe en grosses averses au printemps et surtout en automne. Le régime annuel et pluriannuel est souvent irrégulier (en exemple en période de sécheresse exceptionnelle de 1967 - 68); sur 30 ans l'année la plus sèche a vu tomber 447 mm de pluie et la plus humide 1065 mm. Les orages sont

Fig.1

## HAUTEUR MOYENNE DES PRECIPITATIONS

(en mm)1931 - 1960

*Etablie d'après la monographie numéro 55 de la Météorologie Nationale*

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Aix</i>	50	33	48	47	55	35	15	40	75	78	75	70	621
<i>Aubagne</i>	67	44	58	52	58	28	15	39	69	89	104	90	713
<i>Gardanne</i>	56	38	53	49	53	32	16	34	62	90	88	82	653
<i>Gréasque</i>	56	43	58	53	60	35	19	38	73	112	105	89	741
<i>Jouques</i>	49	36	46	49	61	40	20	39	66	86	85	69	646
<i>Marignane (MN)</i>	43	32	43	42	46	24	11	34	60	76	69	66	546
<i>Marseille (obs)</i>	51	35	49	46	53	29	14	33	69	89	86	78	632
<i>Trets</i>	53	40	53	50	61	32	16	36	64	92	105	78	680
<i>St Maximin</i>	77	51	74	62	70	42	20	36	76	119	131	113	871

Fig 2

# LE PLAN D AUPS

HAUTEURS DES PRECIPITATIONS MENSUELLES 1962-1966

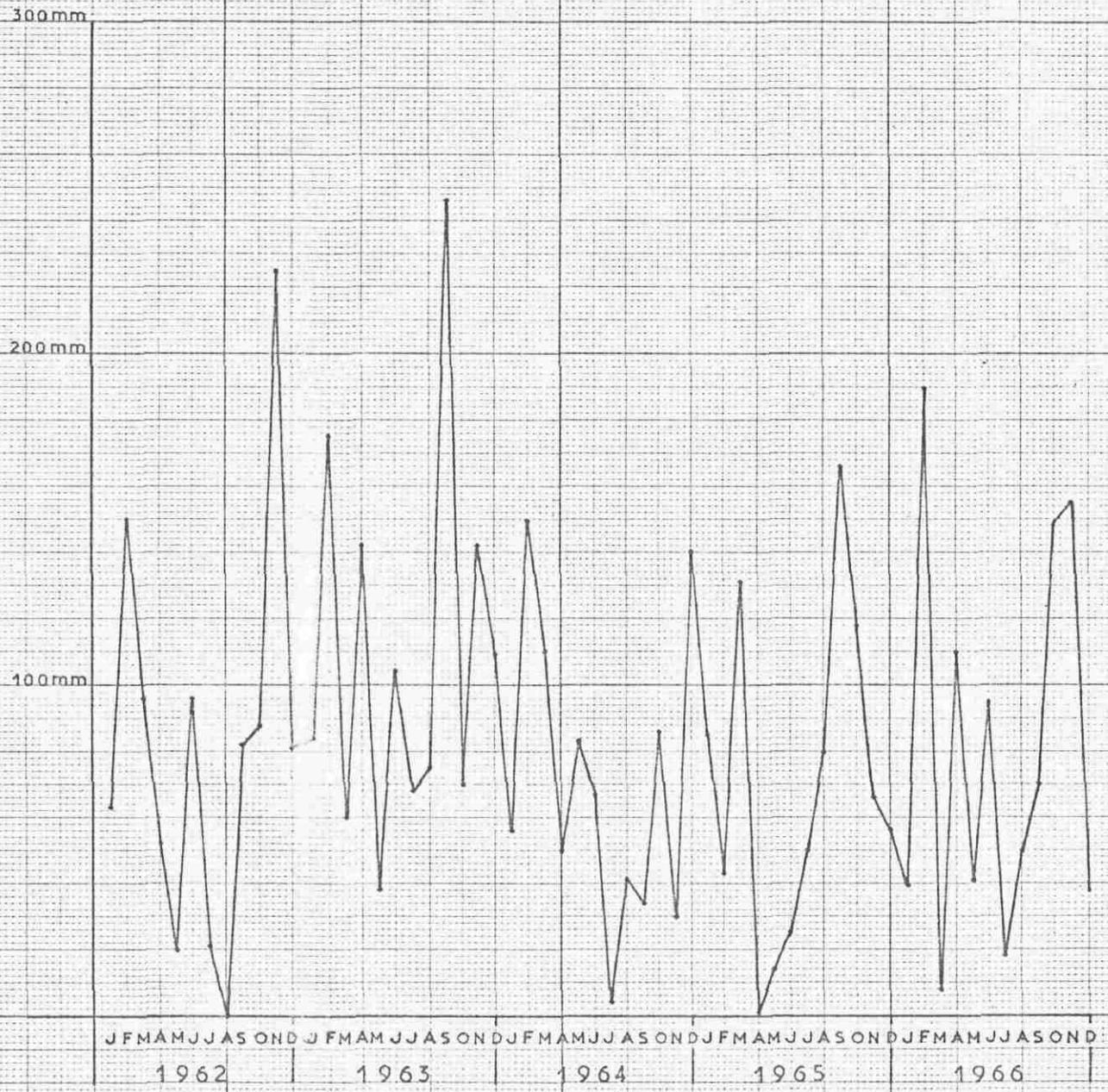


Fig 3

RIANS

HAUTEURS DES PRECIPITATIONS MENSUELLES 1962-1966

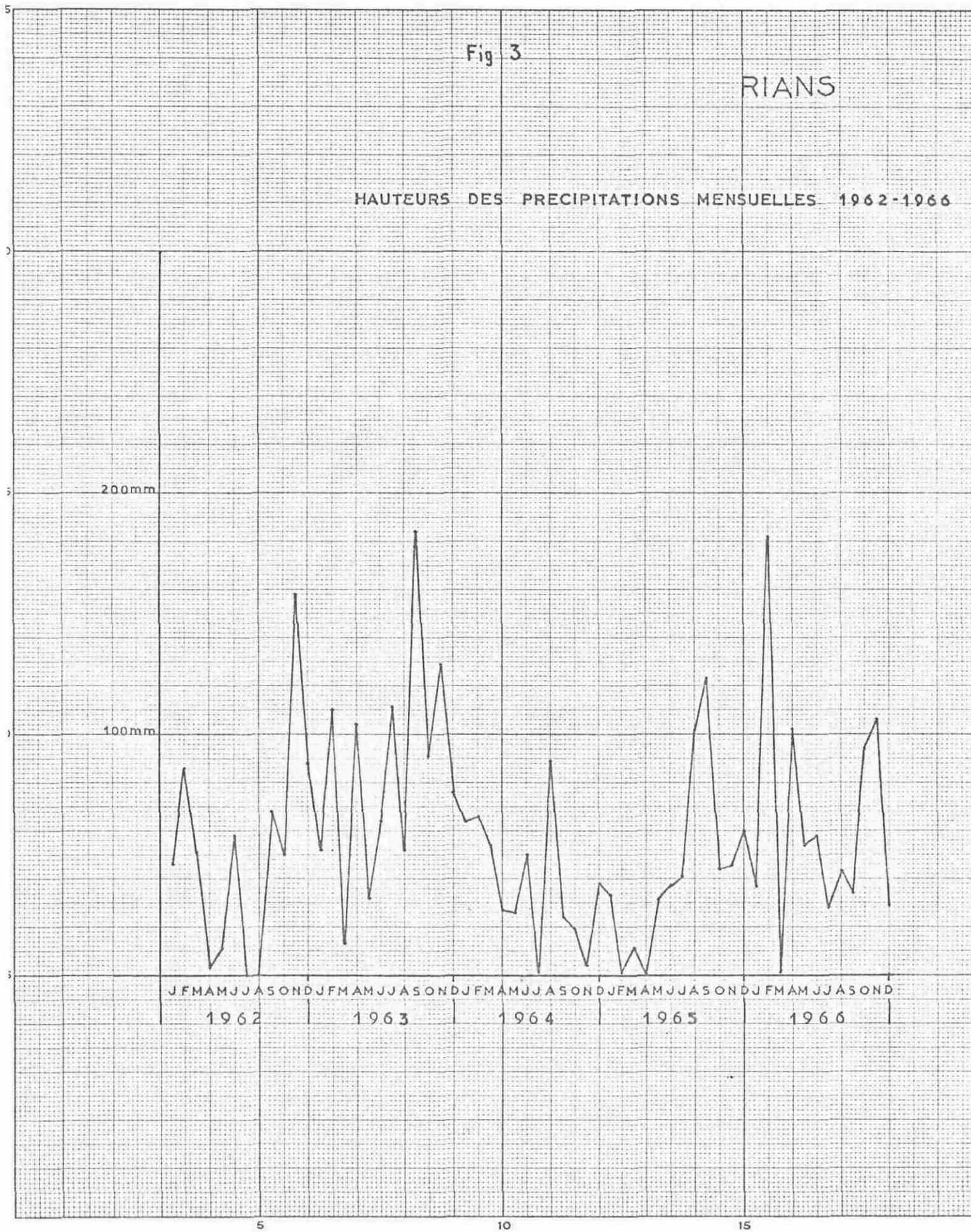


Fig. 4

# MARIGNANE

HAUTEURS DES PRECIPITATIONS MENSUELLES 1962-1966

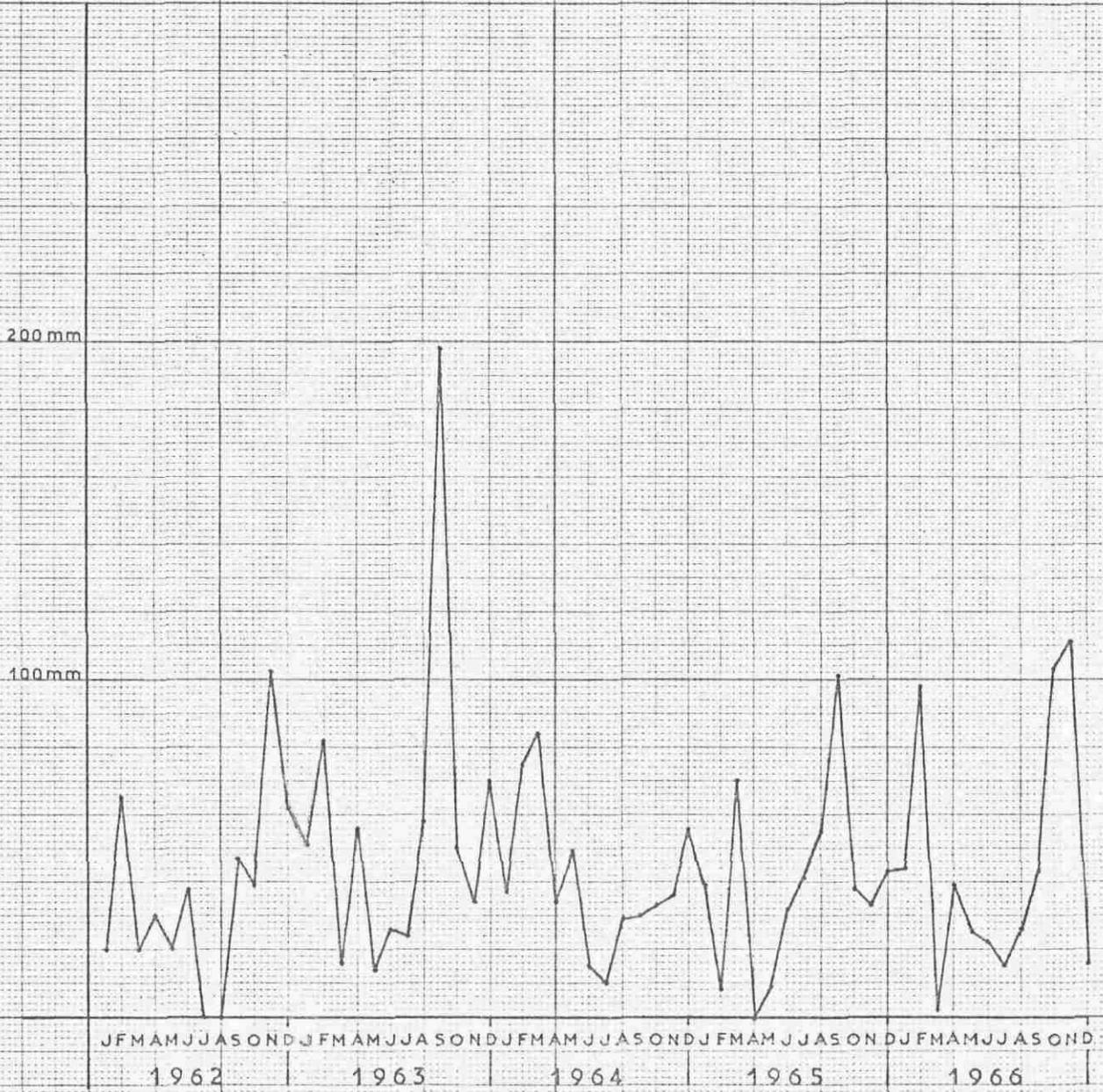


Fig. 5

# AUBAGNE

HAUTEUR DES PRECIPITATIONS MENSUELLES 1962-1966

200 mm

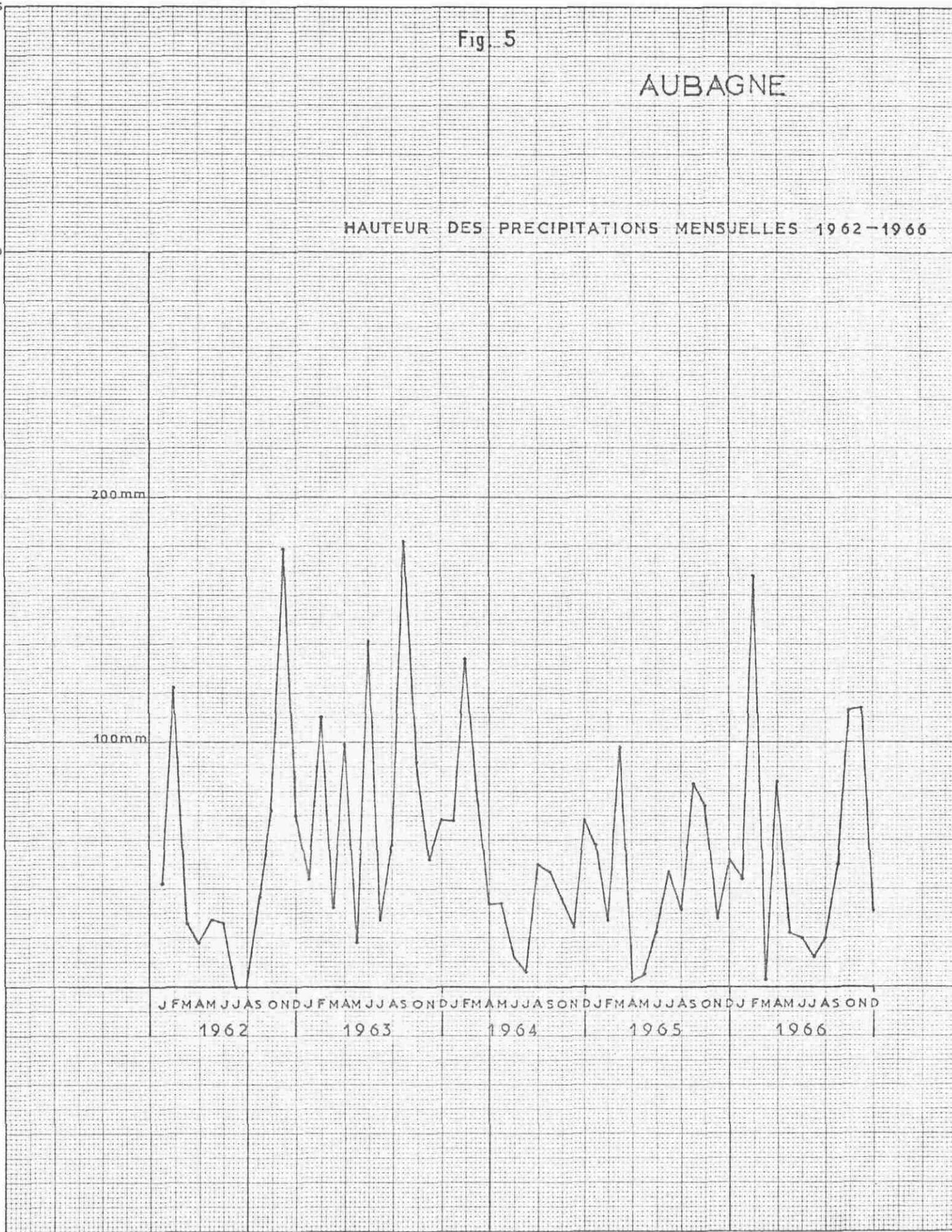
100 mm

J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D  
1962 1963 1964 1965 1966

5

10

15



### HAUTEUR MOYENNE DES PRECIPITATIONS 1/10mm

D'après les relevés mensuels fournis par les services de la Météorologie nationale

<i>Marseille (obs.)</i>		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1962	232	856	197	234	297	287	03	06	374	550	1595	897		
1963	552	1088	287	639	81	690	113	663	2313	626	544	767		
1964	387	971	867	215	182	110	95	425	346	379	448	739		
1965	448	208	695	06	42	220	384	564	1034	872	319	537		
1966	474	1090	27	756	257	152	80	304	443	1497	869	169	5813	Moyenne
<i>Cap Couronne</i>														
1962	102	719	139	397	370	284	02	20	604	472	1153	495		
1963	442	1199	104	779	64	230	164	805	2393	798	167	709		
1964	88	820	1107	120	228	83	101	116	499	538	321	706		
1965	565	137	516	04	28	148	213	370	606	747	128	429		
1966	444	1091	24	387	201	109	91	522	355	946	413	111	5184	
<i>La Penne s/Huveaune</i>														
1962	431	1091	239	111	223	353	00	95	279	548	1546	578		
1963	596	1286	244	946	226	1052	186	695	1939	964	697	939		
1964	626	1224	837	182	625	105	60	423	447	337	271	656		
1965	408	264	721	03	67	63	506	370	1136	804	412	572		
1966	444	1399	10	1012	281	80	00	189	379	1492	776	298	6548	
<i>Rians</i>														
1962	465	860	511	27	116	580		03	679	500	1586	887		
1963	525	1100	131	1045	325	639	1110	520	1842	910	1295	763		
1964	640	659	541	274	258	505	12	892	242	192	42	383		
1965	330	15	1140	06	310	374	717	1018	1228	439	458	601		
1966	370	1826	08	1017	542	578	282	429	344	941	1059	290	7076	
<i>Plan d'Aups</i>														
1962	634	1503	967	523	201	961	212	04	819	877	2253	815		
1963	846	1757	609	1426	385	1047	681	752	2468	697	1419	1090		
1964	559	1489	1099	497	833	677	43	410	346	858	298	1402		
1965	857	434	1312	10	148	252	396	793	1762	1184	662	562		
1966	394	1904	86	1096	409	948	186	504	696	1486	1558	386	9896	

- 25 -  
HAUTEUR MOYENNE DES PRECIPITATIONS 1/10mm

Fig. 6<sup>2</sup>

D'après les relevés mensuels fournis par les services de la Météorologie nationale

Aix (MN)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1962	408	790	271	313	357	574	03	17				1245	696	
1963	712	1049	369	871	252	526	668	744	1773	612	454	793		
1964	254	717	787	315	619	1139	62	854	309	366	374	756		
1965	418	113	714	09	59	524	883	572	1018	654	640	527		
1966	396	1277	29	451	241	639	184	383	230	1258	1035	158		Moyenne
<b>Aubagne</b>														
1962	426	1219	258	186	276	266	03	06	372	727	1789	706		
1963	439	1105	322	992	185	1413	274	588	1823	927	527	682		
1964	685	1340	803	342	345	127	58	506	473	365	245	682		
1965	58	273	978	26	50	227	477	317	833	737	287	522		
1966	445	1683	32	839	227	201	121	199	505	1134	1141	309		6620
<b>Berre (salins)</b>														
1962	218	867	172	289	180	336	00	15	477	383	816	700		
1963	614	659	134	756	193	372	359	601	2249	455	482	564		
1964	190	753	895	290	530	186	125	1135	486	432	487	812		
1965	412	96	800	00	35	273	350	635	1146	389	248	439		
1966	363	1070	23	410	261	238	167	515	392	928	556	167		5625
<b>Gardanne</b>														
1962	316	1137	349	329	326	402	01	09	549	862	1854	725		
1963	687	700	293	817	307	1116	481	710	2205	666	1152	744		
1964	390	1362	743	291	403	594	99	733	398	260	306	795		
1965	559	299	859	11	191	487	460	702	1169	525	388	528		
1966	340	1322	31	623	247	164	121	211	479	1509	1076	269		7136
<b>Marignane (MN)</b>														
1962	206	655	205	301	207	386	00	06	473	388	1020	623		
1963	508	824	161	563	146	259	241	582	1985	499	343	706		
1964	372	756	843	338	488	150	101	290	301	334	360	559		
1965	390	81	706	03	98	322	408	548	1008	386	331	429		
1966	441	986	21	394	251	219	151	267	434	1034	1116	158		5272

violents; la sécheresse est plutôt due à l'irrégularité des précipitations qu'à leur faiblesse. De même, on a pu enregistrer 1093 mm de précipitations en 1872 à Marseille, contre 282 mm en 1921 et 268 mm en 1837, ce qui illustre bien la variabilité excessive des précipitations dans cette région. Comme moyenne annuelle témoin l'on peut citer :

- Marseille : 512 mm et Aubagne : 682 mm (1936 - 1965).

#### 34 - TEMPERATURES

La zone étudiée est côtière, en particulier dans sa partie méridionale; du fait du rôle de la mer en tant que régulateur thermique, les écarts de températures seront nettement plus faibles sur la frange littorale qu'à l'intérieur des terres; en exemple, on a relevé les écarts moyens annuels de température suivants :

- 4,5° : La Ciotat
- 5,4° : Marseille.

La moyenne annuelle de température de la côte d'Azur est de 14,2 mais au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, la moyenne varie rapidement ainsi que les extrêmes. Ainsi lors des hivers rigoureux à Marseille, l'on a pu enregistrer les températures suivantes :

- 17,5° janvier 1709 (le Vieux Port couvert de glace).
- 14° janvier 1768
- 17° février 1820
- 10° janvier 1905
- 14,8 février 1929
- 13,3 février 1956

Fig 8

## TEMPERATURE MOYENNE 1931 1960 \*

$$\frac{T_n + T_x}{2}$$

Etablie d'après le mémorial numero 50 de la Météorologie Nationale par M. Garnier

$T_n$  = température minima     $T_x$  = température maxima

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>Marignane</i>	57	68	100	127	165	204	230	226	199	151	103	70	142
<i>Marseille</i>	70	79	108	133	169	205	228	225	199	154	112	81	147
<i>Pomègues</i>	80	84	110	133	164	198	221	221	201	165	124	95	150
<i>Salon</i>	56	66	98	123	161	200	226	222	194	145	99	67	138

\* Temperature donnée en dixièmes de degré Celsius

51 journées de gelée furent enregistrées durant l'hiver 1928 - 1929. Les gelées de fin avril et de début mai ne sont pas rares, causant des dégâts à la vigne et aux arbres fruitiers. En été, les températures extrêmes varient également; ainsi, en 1922, 38°6 ont été enregistrés à Marseille. L'aridité de la région étudiée découle davantage de la faiblesse des précipitations que des températures élevées. Le Mistral peut également faire baisser la température de 10° C en 24 h.

### 35 - INSOLATION

La zone étudiée bénéficie d'une bonne insolation. Ainsi à titre d'exemple 112 journées d'insolation furent enregistrées en 1965 à Aubagne.

### 36 - EVAPOTRANSPIRATION

Sur les fiches ci-après, nous donnons quelques valeurs de l'évapotranspiration pour Marignane et Marseille.

EVAPOTRANSPIRATION MARIGNANE

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

Indice de chaleur													
Température mm	5.7	6.8	10	12.7	16.5	20.4	23	22.6	19.9	15.1	10.3	7	14.2
Indice corespant	1.22	1.59	2.86	4.10	6.10	8.41	10.08	9.82	8.10	5.33	2.99	1.66	62.3

T en degres Celsius  
I = Σi

Evapotranspiration potentielle													
Approchée	1.4	1.8	3.2	4.5	6.6	9.2	11	10.6	8.8	5.9	3.3	1.9	
Coefficient	0.81	0.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	0.95	0.81	0.77	
Définitive	1.1	1.5	3.3	5	8.3	11.8	14.2	12.7	9.1	5.7	2.7	1.5	76.9

Evapotranspiration en cm

Bilan hydrique													
Précipitations	4.3	3.2	4.3	4.2	4.6	2.4	1.1	3.4	6	7.6	6.9	6.6	54.6
Evapotranspir.	1.1	1.5	3.3	5	8.3	11.8	14.2	12.7	9.1	5.7	2.7	1.5	76.9
Bilan	3.2	1.7	1	-0.8	-3.7	-9.4	-13.1	-9.3	-3.1	1.9	4.2	5.1	-12.3

Bilan en cm = pluviosite en cm - évapotranspiration

Variation de la retention												
Bilan	3.2	1.7	1	-0.8	-3.7	-9.4	-13.1	-9.3	-3.1	1.9	4.2	5.1
Variation				-0.8	-3.7	-5.4				1.9	4.2	3.9
Retention	10	10	10	9.2	5.4					1.9	6.1	10

Si bilan ≥ 0 ⇒ retention = 10  
 Si bilan < 0 ⇒ retention = 10 + bilan  
 Si retention du mois precedent < 10 ⇒ retention = retention du mois precedent + bilan  
 Si retention du mois precedent = 0 ⇒ retention = 0 + bilan (si bilan > 0)

Déficit et surplus												
Bilan	3.2	1.7	1	-0.8	-3.7	-9.4	-13.1	-9.3	-3.1	1.9	4.2	5.1
Variation				-0.8	-3.7	-5.4				1.9	4.2	3.9
Deficit						3.9	13.1	9.3	3.1			29.5
Surplus	3.2	1.7	1								1.3	7.2

Si bilan ≥ variation ⇒ surplus = bilan - variation  
 Si bilan < 0 ⇒ deficit = bilan - variation

Evapotranspiration réelle													
	1.1	1.5	3.3	5	8.3	7.9	1.1	3.4	6	5.7	2.7	1.5	47.4

Evapotranspiration réelle = évapotranspiration potentielle - déficit

Ruissellement													
	1.9	1.8	1.4	0.7	0.3	0.2	0.1					0.6	7.1

Ruissellement =  $\frac{\text{surplus} + \text{ruissellement du mois precedent}}{2}$

EVAPOTRANSPIRATION MARSEILLE

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Indice de chaleur													
Température mm	7.0	7.9	10.8	13.3	16.9	20.5	22.8	22.5	19.9	15.4	11.2	8.1	14.7
Indice corespant	1.66	2	3.21	4.4	6.32	8.47	9.95	9.75	8.10	5.49	3.39	2.08	64.8

T en degres Celcius  
I = Σi

Evapotranspiration potentielle

Approchée	1.8	2.2	3.5	4.8	6.8	9.2	10.8	10.6	8.8	6	3.6	2.3	
Coefficient	0.81	0.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.20	1.04	0.95	0.81	0.77	
Définitive	1.5	1.8	3.6	5.4	8.6	11.8	14	12.7	9.1	5.7	2.9	1.8	78.8

Evapotranspiration en cm

Bilan hydrique

Précipitations	5.1	3.5	4.9	4.6	5.3	2.9	1.4	3.3	6.9	8.9	8.6	7.8	63.2
Evapotranspiration	1.5	1.8	3.6	5.4	8.6	11.8	14	12.7	9.1	5.7	2.9	1.8	78.8
Bilan	3.6	1.7	1.3	-0.8	-3.3	-8.9	-12.6	-9.4	-2.2	3.2	5.7	6	-15.7

Bilan en cm = pluviosite en cm - évapotranspiration

Variation de la rétention

Bilan	3.6	1.7	1.3	-0.8	-3.3	-8.9	-12.6	-9.4	-2.2	3.2	5.7	6	-15.7
Variation				-0.8	-3.3	-5.9				3.2	5.7	1.1	
Rétention	10	10	10	9.2	5.9					3.2	8.9	10	

Si bilan ≥ 0 ⇒ rétention = 10

Si bilan < 0 ⇒ rétention = 10 + bilan

Si rétention du mois précédent < 10 ⇒ rétention = rétention du mois précédent + bilan

Si rétention du mois précédent = 0 ⇒ rétention = 0 + bilan (si bilan > 0)

Déficit et surplus

Bilan	3.6	1.7	1.3	-0.8	-3.3	-8.9	-12.6	-9.4	-2.2	3.2	5.7	6	
Variation				-0.8	-3.3	-5.9				3.2	5.7	1.1	
Déficit						3	12.6	9.4	2.2				27.2
Surplus	3.6	1.7	1.3									4.9	11.5

Si bilan ≥ variation ⇒ surplus = bilan - variation

Si bilan < 0 ⇒ déficit = bilan - variation

Evapotranspiration réelle

	1.5	1.8	3.6	5.4	8.6	8.8	1.4	3.3	7.9	5.7	2.9	1.8	52.7
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Evapotranspiration réelle = évapotranspiration potentielle - déficit

Ruissellement

	3	2.3	1.8	0.9	0.4	0.2	0.1					2.4	11.1
--	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--	--	-----	------

Ruissellement =  $\frac{\text{surplus} + \text{ruissellement du mois précédent}}{2}$

## Chapitre IV

### G E O L O G I E

#### 41 - CADRE GEOLOGIQUE

Les bassins de l'Arc et de l'Huveaune se situent dans la partie occidentale de la Provence calcaire. Affectée par une tectonique très complexe, cette région est morcelée en petits bassins, insérés entre des massifs calcaires, chevauchant pour la plupart. Le haut bassin de l'Arc occupe une gouttière crétacée envahie par la transgression du Santonien à laquelle ont succédé les faciès régressifs du Campanien à l'Eocène moyen.

La région étudiée est encadrée au Sud-Est par le synclinal du Beausset ouvert sur la mer, le massif de la Sainte Baume, l'arc triasique de Barjols à l'Est et au Nord par les massifs jurassiques de la Sainte Victoire, de Pourrières et enfin le massif crétacé de la Fare. Le morcellement structural rend la synthèse et la description de la région étudiée difficile; nous allons en rappeler les traits principaux :

- Les massifs marseillais

Le pli de la Nerthe, à l'Ouest, s'enracine au Rove puis se déverse et passe en chevauchement à l'Etoile qui recouvre sur 4 km le bord du bassin supra-crétacé de Gardanne (ou Fuveau).

Le massif de l'Etoile est un vaste anticlinal (prolongement de la Nerthe) dont le flanc sud plonge vers le bassin de Marseille, et le flanc nord, compliqué par des failles, est injecté de Trias; ce pli s'arrête contre le massif d'Allauch suivant l'accident de l'Amandier où s'est injecté du Keuper; il est relayé, en arrière du massif, par une zone écrasée, chevauchante, où se place l'unité de Saint Julien.

Le massif d'Allauch est un triangle montagneux limité par un faisceau de failles NE - SW; il est caractérisé par la relative simplicité de sa zone centrale qui est formée principalement de Néocomien (un millier de mètres) et affectée par des accidents de style cassant en disposition orthogonale; l'ensemble, rigide est monoclinal et penté vers le Sud; les calcaires néocomiens de la zone centrale présentent des faciès variés et variables latéralement; les bordures de ce massif contrastent par leur grande complexité avec la série monoclinale centrale.

A signaler également le "Chapeau de Garlaban" (710m) qui est une klippe de structure anticlinale, de calcaire récifal valangien à flanc inversé laminé reposant à la fois sur les calcaires de l'Hauterivien et sur le Sénonien.

Le massif de Carpiagne (664m) est un vaste anticlinal dont le coeur bathonien est éventré par de nombreux ravins; il est affecté par de nombreuses failles longitudinales et transversales dont

la plus importante est celle de Sainte Croix-Luminy (N-S). Le flanc oriental, formé essentiellement d'Urgonien constitue l'auréole du synclinal du Beausset. Le coeur de l'anticlinal a fait l'objet d'un forage pétrolier qui a été arrêté (à 897m) dans le Permien après avoir traversé un Jurassique réduit (absence de Lias ?) et du Trias.

Le massif de Marseilleveyre (452m) est un horst anticlinal dont le flanc sud se prolonge dans la mer et le flanc nord dans la vallée de l'Huveaune; il est formé essentiellement d'Urgonien et de Néocomien très disloqués.

Le massif de Notre Dame de la Garde est un anticlinal ouvert sur la mer (île Ratonneau et Pomègues) dans le coeur duquel apparaissent des dolomies néojurassiques (corniche Kennedy - rade d'Endoume) et sur la retombée nord duquel se trouve le Vieux Port de Marseille.

Les calanques, vallées sèches envahies par la mer, sont des formes littorales de submersion; elles sont surtout formées, dans la région qui nous occupe, par les calcaires urgoniens.

#### - Le bassin de Marseille

Il est encadré par les massifs de la Nerthe, de l'Etoile, d'Allauch et de Carpiagne. C'est un bassin continental (fluvio-lacustre) oligocène fortement subsident (un millier de mètres d'épaisseur au centre du bassin) ouvert sur le mer.

La cuvette d'Aubagne, insérée entre le massif d'Allauch, le flanc nord du bassin du Beausset et les contreforts du massif de la Sainte Baume, est une dépression très ancienne qui se marque par le refoulement, sans pli, d'une grande dalle urgonienne qui, à Peypin, vient se projeter entre le secteur d'Allauch, celui de Regagnas et de

la Lare. Du Regagnas se détache le chevauchement propre de l'Olympe. La cuvette d'Aubagne est un synclinal d'orientation NE - SW à remplissage alluvial et dont le flanc nord est constitué d'Oligocène.

- Le massif de la Sainte Baume

Le grand anticlinal couché et chevauchant, et le synclinal crétacé du Plan d'Aups apparaissent à l'Est du bassin d'Aubagne. Au Nord, correspondant à la chaîne proprement dite, la série renversée est constituée de dolomies jurassiques, de Crétacé inférieur réduit et de calcaire récifaux de l'Urgonien qui forment la falaise principale du massif. Cette série renversée chevauche le synclinal Santonien-Campanien du Plan d'Aups. Au Sud, la série normale, constituée du Jurassique et du Lias appartient encore à l'auréole sédimentaire du bassin du Beausset.

L'interprétation tectonique de la Sainte Baume a fait l'objet de nombreuses controverses : pour G. CORROY, la série renversée constitue le flanc inverse d'un pli couché vers le Nord et chevauchant le synclinal Crétacé. Pour J. AUBOIN et G. MENNESSIER (suivant en cela LUTAUD) il s'agirait plutôt d'une écaille entraînée vers le Nord, moins loin que celle de la série normale et redressée par des mouvements ultérieurs.

Le Dome de la Lare (843m) est un branchyantoclinal de dolomies néojurassiques entouré d'écailles et de dépressions évidées dans le Crétacé supérieur; on trouve des poches de bauxite dans le Jurassique dolomitique.

- Bordure méridionale et orientale du bassin de Gardanne

La chaîne du Régagnas est encadrée par le massif de l'Etoile et l'Olympe; c'est une chaîne modeste, de structure anticlinale, et formée de calcaires et de dolomies du Jurassique supérieur. Au NW de Saint Zacharie, un pli faille prolonge le Régagnas et l'Olympe, chevauche vers le Nord; le dome de Régagnas est entouré, au Sud, de Sénonien affaissé ; plus au Sud de ce massif, l'Huveaune coule dans le Trias mis à jour par un système de failles.

L'ensemble Olympe-Aurélien limite le bassin de Gardanne vers l'Est. Il est essentiellement constitué de Jurassique supérieur et d'une écaille de Lias à la base qui chevauche vers le Nord le Crétacé supérieur du bassin d'Aix. L'Olympe illustre le style du pli couché provençal sans flanc renversé, appelé aussi : "pli écaille".

- Bordure septentrionale du bassin de Gardanne

La montagne de Sainte Victoire est formée d'une série de terrains d'âge Crétacé supérieur, transgressive sur le Néocomien et le Jurassique, l'ensemble étant renversé et chevauchant, vers le Sud sur le bassin d'Aix. Le coeur liasique affleure dans la vallée de Vauvenargues. Le pli renversé s'enracine vers l'Est tandis qu'à l'Ouest il est recouvert par les dépôts miocènes transgressifs.

- Bassin de l'Arc

Il s'étend d'Est en Ouest sur une longueur de 70 km environ; il correspond à un synclinal crétacé - éocène bordé par deux systèmes de plis chevauchants; à l'Ouest la série se complète par du Miocène.

Bassin Crétacé de Gardanne (ou de Fuveau). Ce bassin sépare les plis précédemment décrits; c'est une vaste cuvette caractérisée par une série fluvio-lacustre du Crétacé supérieur que complètent les assises de l'Eocène du plateau du Cengle qui vont jusqu'au Lutétien. L'ensemble du bassin de Gardanne est en disposition synclinale.

Bassin tertiaire d'Aix. Il est composé d'une série fluvio-lacustre de calcaires alternant avec des argiles rouges; l'ensemble est faiblement penté et a été submergé dans sa partie orientale, par le Miocène d'Aix transgressif et subhorizontal.

Chafne de la Fare : Dans la région étudiée, n'est à signaler que la partie méridionale de cette chafne dont la terminaison orientale est dissimulée sous les sédiments oligocènes du bassin de l'Arc. La chafne de la Fare, d'allure anticlinoriale, constituée de plusieurs plis secondaires aigus séparés par des failles verticales ou à faible pente. L'axe de l'anticlinal est Berriasien et le flanc sud (Urgonien) forme une falaise au-dessus du village de la Fare.

#### 42 - TECTONIQUE

La région étudiée était, au Trias, sous la dépendance de la mer germanique et constituait au Jurassique et au Crétacé inférieur le bord méridional de la mer alpine; à l'Aptien se manifestent des irrégularités de faciès et les premiers mouvements depuis la phase hercynienne, engendrant l'émergence de l'Isthme Durancien.

Au Crétacé supérieur la transgression, venant du SW, envahit l'Isthme Durancien. Vers la fin du Crétacé supérieur la phase de

surrection générale de la Provence se marque, dès le Campanien, par le développement de faciès lagunaires; l'émersion sera quasi définitive au Maestrichien. A l'Eocène, des dépôts lacustres et continentaux se développent dans le bassin de l'Arc, tandis qu'à l'Eocène moyen et supérieur se place la phase provençale caractérisée par des accidents tangentiels et le décollement de la couverture. A l'Oligocène une nouvelle phase orogénique (phase provençale tardive) provoque des affaissements dans lesquels se localisent les bassins oligocènes. Au Miocène l'évolution morphologique se poursuit et, au Pliocène, la physionomie actuelle de la région est acquise. Les calanques se formeront enfin lors de la régression pré-flandrienne.

Ce qui caractérise surtout la tectonique de la région étudiée c'est la présence de massifs anticlinaux, de direction Est-Ouest, toujours asymétriques, avec de forts pendages, souvent déversés soit vers le Nord soit vers le Sud, parfois même chevauchant sur de longues distances hachés de failles, de fractures et de décrochements. Ces massifs anticlinaux, essentiellement formés de calcaires ou de dolomies du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, sont séparés par des synclinaux de Crétacé supérieur ou de Tertiaire.

L'allure tectonique de l'ensemble de la région est essentiellement due à l'orogénèse pyrénéenne, tandis que l'orogénèse alpine ne rajeunissait que les reliefs et plissait les dépôts oligocènes et miocènes.

43 - LITHOSTRATIGRAPHIE

Les terrains concernant les bassins de l'Arc et de l'Huveaune sont extrêmement variés et composent une série allant du Trias au Miocène; les variations de faciès sont fréquentes et, en particulier, la dolomitisation peut affecter tant le Crétacé inférieur que le Jurassique.

Du bas vers le haut, la série se compose comme suit :

Muschelkalk ( $t_{I-II}$ ) Calcaires dolomitiques, calcaires gris ou noirs et dolomies. Perméables.

Keuper ( $t^{3-1}$ ) Argiles bariolées, gypses, cargneules. En général, en liaison avec des accidents et particulièrement développé dans la vallée de Roquevaire - Auriol. Imperméable dans l'ensemble. Les cargneules sont perméables.

Formation des carbonates de la Sainte Baume ( $1^{5-1}$ )

Calcaires noirs et marno-calcaires, dolomies et, à la base, calcaires lumachelliques et argiles vertes. Perméable si fissurée.

Formation marneuse et marno calcaire de Vauvenargues ( $j_{I-IV}^{3-1}$ )

Marnes gris bleues et marno-calcaires à *Cancellophycus*. Imperméable.

Formation carbonatée de la Sainte Victoire ( $j^{8-4}$ )

Calcaires blancs bio-détritiques ou fins ou dolomitiques. Perméables.

Formation carbonatée d'Allauch ( $c_{IV-VI}$ )

Calcaires et marno-calcaires alternant avec des marnes; la formation peut être dolomitisée (massif de l'Etoile). Perméable, en particulier lorsque la formation est dolomitisée.

Formation des calcaires d'Orgon (c<sub>III</sub>)

Calcaires bio-détritiques, récifaux, parfois dolomitiques. Très perméable cette formation est souvent fissurée et parcourue d'un réseau dense de diaclases.

Formation argilo-carbonatée de la Bédoule (c<sub>II-I</sub>)

Marnes gris bleues, marno-calcaires et calcaires silicieux. Imperméable.

Formation argilo-calcaire et gréseuse du Beausset

Grès, marnes et calcaires à rudistes (c<sup>5-4</sup>).

Grès et calcaires sableux à intercalations argileuses et calcaires à Rudistes (c<sup>6</sup>).

Calcaires sableux et marnes micacées, grès et sables (c<sup>7</sup>)

Des variations de faciès sont à noter. Les calcaires sont perméables s'ils sont fissurés, les grès et sables sont peu perméables.

Formation laguno-lacustre de Fuveau (c<sup>9-8</sup>)

Calcaires gris ou noirs, parfois argileux et argiles ligniteuses. Puis, calcaire de Rognac, argiles et brèches.

Les calcaires de la partie inférieure de cette formation sont très aquifères en profondeur (mines de Gardanne) mais ne présentent pas d'exutoires en surface. La partie supérieure de la formation est imperméable (sauf le calcaire de Vitrolles).

Formation calcaréo-argileuse du Cengle (eI-VI)

Calcaires gris, compacts, parfois à Characées, intercalés d'argiles rouges.

Vers l'Ouest, les calcaires forment des plateaux :

- Calcaires de Saint Marc
- Calcaire de Langesse
- Calcaires de Cuques.

Les calcaires sont peu perméables et donnent lieu à de petites émergences de faible débit.

Formation argilo-détritique de Marseille (m<sup>m</sup> II-IV)

Conglomérats, puis calcaires lacustres en petits bancs ou plaquettes et argiles, grès et lignites (1.000m d'épaisseur dans le bassin de Marseille). Imperméable ou très peu perméable.

Formation argilo-détritique d'Aix (m<sup>3</sup>) molasse, marnes et grès, à la base, calcaires fossilifères et conglomérats.

Alluvions

Brèches plus ou moins cimentées, argiles, sables et graviers.

Fig. 11  
**FORMATIONS PRINCIPALES**  
**DES BASSINS DE L'ARC ET DE L'HUVEAUNE**

GROUPES	FORMATIONS	LOG schematique	INDICES	LITHOLOGIE SOMMAIRE
			A	Eboulis.
			a	Alluvions.
	Argilo-détritique d'Aix		m <sup>3</sup>	Marnes bleues, molasse et grès.
			m <sup>2</sup>	Calcaires fossilifères, sables, marnes rouges et bleues, conglomérats.
	Argilo-détritique de Marseille		m <sub>II</sub>	Calcaires en plaquettes.
			m <sub>III-IV</sub>	Argiles, conglomérats, grès, lignites (-1000m. à Marseille) Calcaires lacustres en bancs ou en plaquettes, argiles et conglomérats (à la base).
	Calcaire et argileuse du Cengle		e <sub>I-II</sub>	Calcaires ou meulière.
			e <sub>III-IV</sub>	Calcaires gris compacts et argiles.
			e <sub>V</sub>	Calcaires compacts à Characés et microcodium argile rouge à œufs.
	Laguno-lacustre de Fuveau		e <sub>VI</sub>	Argiles rouges et brèches du Tholonet, calcaire de Vitrolles.
			c <sup>9</sup>	Poudingues, argiles à reptiles.
	Argilo-calcaire et gréseuse du Beausset.		c <sup>8</sup>	Calcaires de Rognac gris à characés et marnes grises. Brèches.
			c <sup>7</sup>	Calcaires gris ou noirs, argilles lignifères et calcaire argileux.
			c <sup>6</sup>	Calcaires sableux et marnes micacées, conglomé- rais, grès et sables. Grès feldspathiques au Regognas. Calcaires à Rudistes.
	Argilo-carbonatée de la Bédoule.		c <sup>5-4</sup>	Grès et calcaires sableux à intercalations argi- leuses, et calcaires à Rudistes.
			c <sub>I</sub>	Calcaires à Rudistes, grès et marnes sableuses Bauxite.
			c <sub>II</sub>	Marnes gris-bleues et calcaires siliceux.
	Calcaire d'Orgon.		c <sub>III</sub>	Calcaires marneux et calcaires à silex.
	Carbonates d'Allauch		c <sub>IV</sub>	Calcaires biodétritiques récifaux à Rudistes, parfois dolomitiques.
			c <sub>V</sub>	Calcaires et marno-calcaires et marnes.
			c <sub>VI</sub>	Calcaires, marno-calc. et marnes, parfois dolom. Alternance de calc. et de marnes, parfois dolom.
	Carbonatée de la St <sup>e</sup> Victoire		J <sup>6-4</sup>	Calcaires blancs, biodétritiques ou fins, parfois dolomitiques.
	Marneuse et marno-calcaire de Vauvenargues		J <sup>3-1</sup>	Marnes gris bleues, quelques intercalations marno-calcaires.
			J <sub>I-IV</sub>	Marno-calcaires à Concellophycus.
	Carbonates de la St <sup>e</sup> Baume		l <sup>5-2</sup>	Calcaires noirs et marno-calcaires.
			l <sup>1</sup>	Dolomie claire et calcaire dolomitique.
	Keuper.		l <sub>I</sub>	Calcaires sombres, parfois lumachelliques
			t <sup>3-1</sup>	Argiles bariolées et gypses.
	Muschelkalk.		t <sub>I-II</sub>	Calcaires dolomitiques, calcaires gris ou noirs et dolomies.

## Chapitre V

### HYDROLOGIE

#### 51 - HYDROGRAPHIE

##### 511 - Rivières drainantes

Le bassin étudié comprend deux cours d'eau principaux (Arc et Huveaune) d'orientation grossièrement parallèle et Est-Ouest. L'Arc se jette dans l'étang de Berre, tandis que l'Huveaune débouche à Marseille (baie du Prado).

L'Arc : (80 km de longueur) coule d'Est en Ouest; il prend sa source aux environs de Pourcieux (département du Var), et creuse son lit dans les terrains fluvio-lacustres du bassin d'Aix.

Le bassin supérieur est monotone et homogène et correspond au bassin de Gardanne (formation de Fuveau). Peu avant Aix, l'Arc coule dans des défilés pour traverser successivement des calcaires blancs et des argiles rouges (formation du Cengle), la vallée s'ouvre alors plus largement et l'Arc entaille peu après des calcaires dans les gorges de Roquefavour; dans la région de Ventabren la vallée s'élargit de plus en plus jusqu'à l'embouchure au lieu dit "les Cabannes" de l'Etang de Berre.

Affluents de l'Arc

Rive droite : ruisseau de Pourrières

- - Rousset
- - Bayou
- - Infernet parallèle à l'accident du pli de la Sainte Victoire - 15 km de long, pente 260 m.
- - Torse 4km pour 30m de pente.
- - Pinchinats 4 km, 42 m de pente.

Rive gauche :

- - Peynier
- - Fuveau, pente de 40 m, qq km de long.
- - Luynes, pente de 102 m, 9 km de long.
- - Grand Vallat.

Grand torrent.

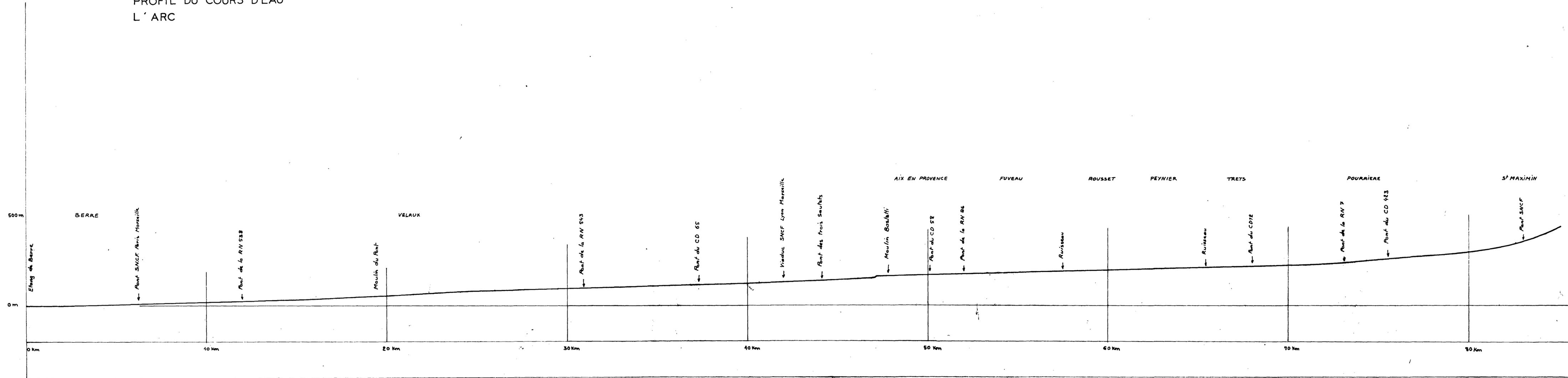
L'Huveaune : (46,6 km de longueur) est le cours d'eau de la Sainte Baume; elle prend sa source à 400m d'altitude sous la grotte de Castelette et au pied de la falaise au Nord de l'Hôtellerie de la Sainte Baume (département du Var).

Plusieurs émergences sont à l'origine de l'Huveaune, un chapelet de sources pérennes situé à une centaine de mètres du Trou des Moulins (source temporaire) et, plus en amont celles de la grotte de Castelette en liaison avec une faille dans les dolomies néo-jurassiques.

Le haut cours de l'Huveaune est extrêmement sinueux, d'abord N - S, il s'oriente ensuite E - W entre les massifs de la Lare et de l'Aurélien. De Saint Zacharie à Auriol le cours d'eau coule toujours E - W suivant une dépression creusée dans les terrains triasiques; il est bordé par du Tertiaire accoté aux massifs jurassiques et crétacés.

Fig. 12

PROFIL DU COURS D'EAU  
L'ARC



Vers Auriol des dolomies et des calcaires du Jurassique et du Crétacé sont entaillés en gorges profondes jusqu'à Pont de Joux où l'Huveaune abandonne la direction provençale pour s'encaisser dans des écaillés urgoniennes ou dolomitiques et franchir en cluse d'orientation subméridienne et d'origine tectonique (gorge épigénique) une des séries écaillées calcaires situées dans le prolongement de la chaîne de l'Etoile. Cette direction sera maintenue jusqu'à Aubagne. A partir de Roquevaire la vallée s'élargit considérablement: les cultures se développent, occupant toute la large plaine de Gémenos. A partir du verrou d'Aubagne, creusé dans les poudingues et marnes de l'Oligocène, la vallée s'oriente à l'Ouest et s'élargit dans les mêmes terrains tertiaires; les cultures cèdent la place à l'industrie.

L'Huveaune débouche ensuite dans l'agglomération phocéenne, où elle reçoit le Jarret, traverse le parc Borély et arrive (après le champ de course) polluée et boueuse <sup>(1)</sup> à la mer dans la baie du Prado, entre la colline de Notre Dame de la Garde et le massif de Marseillevreyre.

#### Affluent de l'Huveaune

Rive droite : Merlançon

Jarret : cours d'eau pollué, actuellement recouvert dans sa traversée de la ville de Marseille et canalisé dans sa plus grande partie; 12,6 km de long; il se jette dans l'Huveaune à Montfuron à 3 km de l'embouchure; il prend sa source au Nord d'Allauch.

Rive gauche : Pérui : descend de la Lare

Daurenque ou Infernet, collectant la source des Encanaux

Vède : 4,5 km.

---

(1) - Signalons que, pendant une longue période, les boues rouges de l'usine Péchiney de la Barasse furent évacuées par l'Huveaune à Marseille, (et déviées dans le grand collecteur de Marseille en été); actuellement, elles sont évacuées directement, par pipe-line, de la Barasse à la mer, (Port Miou).

Basseron (cause des dégâts en crue).

Ruisseau de Saint Pons : alimenté par la source de même nom dont le débit atteint 15 m<sup>3</sup>/s en crue.

Merlançon : se jette dans l'Huveaune à Aubagne; 7,8 km de long pour une pente totale de 96 m.

L'Orgnon : prend sa source sur le versant nord du plan d'Aups et se jette dans l'Huveaune près de Saint Zacharie.

### Considérations générales

L'Huveaune a établi son cours dans un ancien sillon des lagunes oligocènes; le prolongement de cette ancienne dépression serait à rechercher au-delà de Saint Maximin; il faut admettre que le cours supérieur de l'ancienne Huveaune a été capté au profit de l'Argens; la vallée actuelle est séparée de ce bassin par le seuil jurassique au débouché duquel se trouve la Fouen Sicard (source vauclusienne) qui n'est pas la source de l'Huveaune à proprement parler, celle-ci se trouvant en tête du ruisseau de Castelette.

Un fait à noter est l'orientation générale E-O de l'Arc et de l'Huveaune dont les sources respectives ne sont pas très éloignées mais dont des points d'abouchement à la mer sont différents (étang de Berre pour l'un, baie de Marseille pour l'autre).

Un autre fait marquant est la convergence de l'Huveaune et du Jarret dont l'embouchure ~~comme~~ naturelle aurait pu être le Vieux Port de Marseille, mais ces deux cours d'eau sont détournés de lui avant de l'atteindre : l'Huveaune opère une brusque déviation à Saint Loup, à 5 km du Vieux Port et il en est de même pour le Jarret à 4 km du Vieux Port. Quelles sont les raisons de ces déviations ? Existe-t-il un ancien lit

de l'Huveaune entre Saint Loup et le Vieux Port ? La présence d'alluvions anciennes de l'Huveaune entre la vallée actuelle et le Vieux Port n'a pu être établie avec certitude; le point critique pourrait être la place Castellane, les autres points (Prado - Boulevard Baille) ayant été reconnus par sondages <sup>(1)</sup>. A noter toutefois, que, d'après les renseignements oraux des Ponts et chaussées, des alluvions semblent exister à l'endroit de la construction du magasin Baze (rue de Rome), à l'église des Réformés et jusqu'au Vieux Port et le boulevard Longchamp.

#### 512 - Bassins

Dans la zone étudiée deux bassins correspondant aux fleuves principaux peuvent être distingués; leurs petits affluents d'un intérêt trop réduit, n'autorisent pas la distinction de sous bassins.

##### Bassin de l'Arc

Le bassin versant de l'Arc a une superficie de 740 km<sup>2</sup>. Il est limité à l'Est par le massif de Pourrières, au Nord par le massif de la Sainte Victoire, et la montagne de la Fare; sa limite passe au Nord d'Aix et d'Eguilles ; à l'Ouest, le bassin est ouvert sur l'Etang de Berre puis fermé par la chaîne de Vitrolles. Sa limite Sud, séparant le bassin de celui de l'Huveaune, passe d'Est en Ouest par le mont Aurélien, l'Olympe, le Regagnas et le massif de l'Etoile. Le bassin de l'Arc comprend les bassins de Gardanne et d'Aix.

##### Bassin de l'Huveaune

Le bassin versant de l'Huveaune (Nerthe exclue), a une superficie de 570 km<sup>2</sup>. A la station de Roquevaire la superficie du bassin est de 155 km<sup>2</sup>; au pont de l'Etoile elle est de 180 km<sup>2</sup> et à la station de jaugeage d'Aubagne de 249 km<sup>2</sup>. La limite orientale du bassin versant

---

(1) - Voir bibliographie DENIZOT G. (1933).

suit la crête de la Sainte Baume, puis s'oriente vers le Nord pour rejoindre le massif de l'Olympe et la limite méridionale du bassin de l'Arc; au Sud le massif de Carpiagne et le flanc nord du synclinal du Beausset limitent le bassin qui est ouvert sur la baie de Marseille.

Le bassin de l'Huveaune comprend les massifs marseillais, la chaîne de l'Etoile, le massif d'Allauch, les massifs de la Lare, de l'Olympe et de l'Aurélien ainsi que les plaines alluviales d'Aubagne et de Gémenos et enfin le bassin de Marseille.

## 52 - REGIME DES COURS D'EAU

L'Arc et l'Huveaune descendent les hauteurs de l'Est et viennent, après de nombreux changements de pentes, aboutir soit dans la mer, soit dans l'Etang de Berre; aucun de ces cours d'eau n'a 100 km de longueur; alimenté par de petits torrents descendant dans les vallées de pentes généralement raides, l'Arc et l'Huveaune n'ont qu'un intérêt purement régional; leur régime est celui de rivières méditerranéennes à étiages très bas et crues très violentes.

### L'Arc

L'Arc est parfois sujet à des variations considérables de débit, mais son lit qui permet le passage de grandes masses d'eau, ne déborde que très rarement (peu d'inondations); les affluents sont de simples ruisseaux qui peuvent se transformer en torrents et avoir des régimes d'oueds africains. Dans sa partie inférieure le débit moyen de l'Arc est de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Le débit à l'étiage est de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  et le débit de crue

de 700 m<sup>3</sup>/s. Le débit de l'Arc à Pourrières peut varier du litre seconde à 130 l/s environ.

L'Infernet a un débit moyen de 0,2 m<sup>3</sup>/s mais qui peut atteindre en période de crue 20 m<sup>3</sup>/s.

Le ruisseau des Pinchinats a un débit moyen de 0,1 m<sup>3</sup>/s qui peut atteindre 18 m<sup>3</sup>/s en période de crue.

Le ruisseau de Fuveau a un débit moyen annuel de 0,18 m<sup>3</sup>/s; à l'étiage ce débit est de 0,88 m<sup>3</sup>/s et en crue de 30 m<sup>3</sup>/s.

Le ruisseau de Luynes a un débit moyen de 0,1 m<sup>3</sup>/s et en période de crue un débit pouvant aller à 20 m<sup>3</sup>/s.

La Torse a un débit moyen de 0,1 m<sup>3</sup>/s pouvant aller à 30 m<sup>3</sup>/s en période de crue.

L'Arc fait l'objet depuis le début 1968, de jaugeage suivis : 27 stations (dont 2 équipées) sont étudiées par le B.R.G.M. entre Trets et Aix.

### L'Huveaune

L'Huveaune, qui a 46,600 km de longueur, a une pente assez forte (8 mm/m) ce qui permet de l'utiliser comme force motrice.

C'est entre Roquevaire et Auriol que le volume du cours d'eau est le plus considérable et le cours le plus rapide. L'Huveaune actionne dans cette région papeterie, moulins à blé, filatures, huileries, tanneries et alimente des canaux; en effet, le débit de l'Huveaune est plus faible à Aubagne qu'à l'amont de cette localité. Les débits successifs de l'amont à l'aval sont, en moyenne, les suivants<sup>(1)</sup>:  
0,7 m<sup>3</sup>/s - 1 m<sup>3</sup>/s - 1,3 m<sup>3</sup>/s - 2,1 m<sup>3</sup>/s à l'embouchure.

---

(1) - Stations et périodes de référence non connues.

En période de crue le débit de l'Huveaune peut atteindre 56 à 110 m<sup>3</sup>/s. L'Huveaune véhicule par an, environ 50 millions de m<sup>3</sup> soit : 1,5 m<sup>3</sup>/s. Grâce aux sources des Encanaux, Fouen Sicard et Saint Pons, l'Huveaune ne s'assèche jamais.

Le débit moyen annuel de l'Huveaune à la station d'Aubagne est de 0,70 m<sup>3</sup>/s.

Pour 1965, les valeurs moyennes mensuelles des débits à cette station furent les suivantes (m<sup>3</sup>/s) :

- Janvier	0,75	- Juillet	0,36
- Février	0,72	- Août	0,39
- Mars	1,38	- Septembre	0,59
- Avril	1,09	- Octobre	0,93
- Mai	0,53	- Novembre	0,53
- Juin	0,35	- Décembre	0,64

A la station de jaugeage de Roquevaire, le débit moyen annuel de l'Huveaune est de 0,93 m<sup>3</sup>/s <sup>(1)</sup>. Les débits mensuels et lames d'eau équivalents sont les suivants :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M m <sup>3</sup> /s	1,23	1,83	2,03	1,66	0,82	0,59	0,4	0,31	0,32	0,52	0,75	0,72
l/s/km <sup>2</sup>	7,9	12,1	13,1	10,7	5,2	3,8	2,5	2,0	2,0	3,3	4,8	4,6
mm	21	29	35	28	14	10	7	5	5	9	12	12

(1) - Période de référence : 1964 - 1966 ( 3 années ).

Données annuelles (1964 - 1966) :

- m<sup>3</sup>/s : 0,93  
- l/s/km<sup>2</sup> : 6,0  
- mm : 189

Le déficit de débit enregistré à Aubagne provient d'un prélèvement par le canal du Béal et des canaux d'irrigations. Les affluents latéraux descendant des massifs voisins ont un régime torrentiel en période de crue.

Le Merlançon a un régime torrentiel et peut atteindre un débit de 40 m<sup>3</sup>/s.

Le Jarret a un débit moyen de 0,5 m<sup>3</sup>/s; à l'étiage, le débit moyen est de 0,2 m<sup>3</sup>/s et en période de crue de 50 m<sup>3</sup>/s.

## Chapitre VI

### HYDROGEOLOGIE

#### 61 - TRAVAUX ANTERIEURS

Ayant fait l'objet de travaux miniers et d'équipement, les bassins de l'Arc et de l'Huveaune sont relativement bien connus : travaux des Houillères de Provence pour les exhaures miniers du bassin de Gardanne, travaux de la Société du Canal de Provence, études du thermalisme d'Aix, et petites études locales, suite à l'industrialisation de la région. En outre, la basse vallée de l'Huveaune a été étudiée récemment par le B.R.G.M. et l'inventaire des ressources hydrauliques (IRH) du bassin de Gardanne est actuellement en cours.

#### 62 - DESCRIPTION DES UNITES HYDROGEOLOGIQUES

##### 621 - Généralités

Le terme "d'unité" ne correspond pas ici à l'unité hydrogéologique au sens strict, définie comme un impluvium déterminé, mais à un ensemble régional, géographique et géologique, pouvant comporter plusieurs formations aquifères et plusieurs exutoires. La région correspond à des massifs calcaires ou dolomitiques séparés par des zones synclinales tectonisées ou encore des plaines alluviales.

### 622 - Unité de la Fare

Elle est constituée par un monoclinale de Crétacé inférieur faisant partie (flanc sud) de l'anticlinal de la Fare-Lançon (S.SW - E.NE) qui disparaît sous l'étang de Berre et est recouvert, dans sa partie occidentale, par le Miocène transgressif de la bordure orientale de la Crau.

Les calcaires de l'Urgonien en particulier, sont fracturés; ils constituent un impluvium remarquable et donnent lieu à des circulations karstiques importantes (venues d'eau dans l'Urgonien lors des travaux de fouille pour l'établissement de l'usine hydro électrique de Saint Chamas). De ce massif, 3 groupes d'exutoires sont connus :

- au Nord, la source de Labarben (la Dane 200 l/s - cote 110 m).
- au Sud, la source de Calissanne, issue de la bordure du Crétacé supérieur mais relayant l'Urgo-aptien, vers la cote 25 (débit 50 l/s).
- à l'extrémité Sud, les sources et les laurons (sources sous-marines) de Saint Chamas vers la cote 0.

La source de Calissanne est tarie en été car elle est rabattue par les pompages pratiqués pour l'irrigation.

### 623 - Unité d'Aix

L'unité d'Aix est constituée par un ensemble de calcaires alternant avec des argiles ainsi que de la molasse; l'ensemble de la série est tertiaire et forme des plateaux étagés. On peut subdiviser l'unité d'Aix en 3 sous-unités :

#### Sous-unité d'Eguilles et de la Trévaresse

Correspond au bassin Miocène subhorizontal sauf au voisinage de l'anticlinal de la Trévaresse. Sur le versant de la Trévaresse il y a de nombreuses sources mais d'un faible débit, en général

inférieur à 100 l/m. Source Arvieux, (2 l/s), Budeau (qui alimente Saint Cannat, Dodonne).

### Sous-unité du Réaltor

Cette sous-unité correspond au plateau tertiaire (formation du Cengle) formé d'une alternance de calcaires lacustres et d'argiles rouges subhorizontales.

Etendus sur une surface assez grande, les calcaires permettent la circulation de nappes souterraines sous le plateau. Les calcaires qui forment plateaux ou corniches sont généralement encadrés par des argiles; relativement épais leur alimentation pourrait être bonne en raison de leur allure tabulaire (calcaires de Rognac, de Vitrolles, du Cengle); il n'y a pas de nappes étendues en raison de leur disposition structurale, mais chaque niveau imperméable peut donner lieu à des circulations plus ou moins abondantes.

Les collines de Vitrolles renferment des émergences :  
Source de la Cadière (ou des Infernets) dans le vallon des Infernets; cette source est peut-être alimentée par des infiltrations du bassin de Réaltor (?); avant l'existence de ce bassin, le débit de la source était plus faible; le débit actuel est estimé à 12.000 l/m.

Source de Sainte Marthe; elle alimente les Pennes Mirabeau; débit 20 l/s.

Source Saint Honorat (près de Roquefavour).

Font Marignane 240 l/m.

Les sources des Pinchinats se trouvent à 4 km au Nord d'Aix dans l'Oligocène mais l'alimentation vient du Jurassique. Un aqueduc véhicule l'eau de ces sources. Les caractéristiques de l'eau des Pinchinats sont les suivantes : degré hydrotimétrique total 45°, permanent 24°, nitrates 40 mg/l - 400-800 germes aérobie / cm<sup>3</sup>.

### Sous-unité du Cengle

Synclinal Eocène adossé à la chaîne de la Sainte Victoire; cette unité ne donne lieu qu'à un nombre très restreint de sources : source Bayle sur le plateau même, sources de Saint Antonin au Nord.

Les formations lacustres (calcaires et argiles) varient rapidement de faciès mais les faciès argileux dominent.

Dans cette unité d'Aix se situent, naturellement, les sources thermales d'Aix dont il sera question plus loin (chap. 641).

### 624 - Unité de Gardanne

Cette unité correspond au vaste synclinal de Gardanne formé principalement de dépôts laguno-lacustres du Crétacé terminal; elle est insérée entre l'anticlinal de la Sainte Victoire au Nord et le massif charrié de l'Etoile au Sud; le prolongement de ces 2 chaînes, d'une part vers le Sud-Est (massif de Pourrières) et d'autre part vers le Nord-Est (Mont Aurélien), ferme le bassin dans sa partie orientale; vers l'Ouest, les collines de Meyreuil les séparent de la dépression d'Aix.

L'unité de Gardanne a une superficie d'environ 250 km<sup>2</sup> (25 X 10 km); le synclinal, d'origine continentale, est discordant sur une série marine du Crétacé inférieur ou du Jurassique. L'influence de la tectonique est marquée dans cette région dès le Maestrichien (Bégudien) par des dépôts de brèches. Le paroxysme tectonique se situe vers la fin de l'Eocène et des réajustements ne manifestent à l'Oligocène et à la fin du Miocène (réduits et n'existant qu'à la bordure sud).

Le synclinal comporte des dépôts du Crétacé moyen imperméables, puis du Crétacé supérieur continental (Béguvien ou Fuvélien). Cette série comprend essentiellement des marnes rouges, des calcaires parfois épais, des argiles et renferme des couches de charbon exploitées par les Houillères de Provence.

Au sein du Béguvien, les calcaires intercalés d'argile rouge prédominant à l'Ouest font place, vers l'Est, à des grès alternant avec des argiles.

La série repose sur le Jurassique par l'intermédiaire d'un Néocomien, marneux au Sud et calcaire au Nord. L'Urgonien existant au Sud du bassin ne s'est pas déposé au Nord. Au centre du bassin des failles disloquent le fond du synclinal. L'unité de Gardanne a fait l'objet de nombreux travaux et nous renvoyons donc le lecteur à la bibliographie. Par ailleurs, l'inventaire des ressources hydrauliques (IRH) de ce bassin est actuellement en cours. Nous nous limiterons donc, dans ce compte rendu, à des généralités ou encore à un rappel des faits les plus importants concernant les unités.

Dans le Béguvien, les calcaires ou les grès sont le siège de circulations aquifères du fait de leur bonne perméabilité; les puits sont nombreux et les sources, peu nombreuses, à débit faible et irrégulier, sont drainées par les bancs gréseux intercalés dans la série.

- Source Brunen : 2 l/s en étiage et alimentant Pourrières.
- Source de la Grande Bastide (plus importante) : 20 l/s au NW de Fuveau et au contact du calcaire de Rognac.

Le Fuvélien (calcaires intercalés de marnes) est très peu perméable en surface (peu de puits et pas de sources) mais s'est révélé très

aquifère en profondeur. L'extension vers l'Est de l'exploitation du bassin lignitifère de Fuveau a de tout temps été freinée par des venues d'eau importantes à l'Est du méridien de Gréasque <sup>(1)</sup>. Ces venues d'eau paraissent liées, au moins en partie, à l'existence de fractures ouvertes en surface (affleurements du Fuvélien) se poursuivant en profondeur.

Des exploitations minières souterraines ont dû être autrefois abandonnées à la suite de ces importantes venues d'eau (2 m<sup>3</sup>/s). Plusieurs zones semblent être sous des régimes de circulations différents :

- Entre Peynier et Trets, circulation peu abondante dans le Fuvélien (6 l/s)
- Entre Fuveau et Peynier, venues d'eau très importantes liées à des fractures ouvertures (partens) se prolongeant jusqu'au niveau des exploitations; débit infiltré voisin de 120 l/s.
- Entre Gardanne et Fuveau (exploitations actuelles) : venues peu abondantes; elles sont évacuées à la mer par un ouvrage souterrain de 14 km débouchant au Nord de Marseille (galerie de la mer).

Différentes études ont été effectuées par les Houillères de Provence pour résoudre le problème de l'origine de ces venues d'eau : études hydrogéologiques, analyses chimiques, jaugeages et études structurales, géophysiques et photogéologiques; une étude de A. VANDENBERGHE avait, en particulier, comme objet d'analyser les différentes eaux, de les regrouper par affinités chimiques et de tenter de leur attribuer des origines géologiques: 2 groupes de composition chimique différente ont pu être distingués <sup>(1)</sup>. A la suite de ces différentes études, deux importants sondages furent exécutés près de Gardanne : l'un au NW, l'autre au SW du méridien de Gréasque, au delà duquel se produisent les venues d'eau (913 et 635 m). Ils ont atteint le Néocomien argilo-calcaire sans pouvoir toucher le Jurassique. Ces sondages ont mis en évidence la présence de l'Urgonien dans la partie méridionale du bassin, l'existence

---

(1) - Puits de l'Arc, 425 m de profondeur : venue d'eau de 1,5 m<sup>3</sup>/s.

(2) - La géophysique n'a pu vérifier l'hypothèse de A. VANDENBERGHE : paléokarst obstrué par des précipitations de carbonates.

de nappes captives dans le Bégudien et l'indépendance des eaux du Fuvélien, du Bégudien et de l'Urgonien.

Nous nous limiterons aux conclusions de la note de synthèse publiée par le B.R.G.M. (cf. bibliographie) :

- A l'Ouest du méridien de Fuveau ont été mis en évidence les rôles d'écran joués, d'une part, par le Valdonien argileux entre le Fuvélien et l'Urgonien, et, d'autre part, le Néocomien marno-calcaire entre l'Urgonien et le Jurassique ; ceci établit donc l'indépendance des circulations dans le Fuvélien, liées aux seuls affleurements de cet étage, une suralimentation par le Jurassique du Régagnas étant possible grâce aux fractures affectant le recouvrement.

Il existe, en effet, probablement dans le Jurassique, sous la couverture crétacé, une circulation karstique au sein d'un paléokarst alimenté par les affleurements calcaires du massif de la Sainte Victoire et du Régagnas.

Des circulations profondes (dans le Jurassique) seraient à l'origine des eaux rencontrées par le puits d'exploitation minière de l'Arc et utilisées actuellement pour l'alimentation de la centrale thermique de l'usine Pechiney de Gardanne (90 l/s - 420 l/s par essais de débit). A l'origine la venue d'eau était d'un débit de 1,5 m<sup>3</sup>/s à 425 m de profondeur. Le régime hydraulique du puits de la mine de l'Arc semblait être en relation avec les précipitations; en période sèche, le puits ne débitait plus et le niveau d'eau s'abaissait de quelques mètres tandis qu'en période de grosses pluies, le puits pouvait débiter environ 2.500 m<sup>3</sup>/h. Il fut également remarqué que 45 jours de pluies (25.9 - 10.11 1907) correspondant à 550 mm environ au total, avaient introduit 2.900.000 m<sup>3</sup> dans le réservoir (compte tenu d'une vidange de 170 l/s effectuée par la galerie à la mer et correspondant au total à 660.000 m<sup>3</sup>).

625 - Unité de Sainte Victoire - Pourrières

Cette unité est constituée essentiellement de calcaires et de dolomies du Jurassique, à caractère karstique, qui enveloppent au Nord le bassin de Gardanne. Ces terrains sont très perméables, fissurés et diaclasés; on y trouve de nombreuses grottes et garigafs (avens). La Sainte Victoire est arrosée par 900 mm de pluie en moyenne. Quelques émergences sont liées à des accidents tectoniques servant de drains (source de la Combe de Vauvenargues, contact Lias - Jurassique, débit 2 l/s) sources de Sambuc. Les sources au Sud de la chaîne (Saint Antonin) ne semblent pas être alimentées par la masse karstique ou du moins dans une faible proportion; on est donc conduit à penser que la plus grande partie des eaux karstiques de la Sainte Victoire alimente des sources lointaines :

- Source d'Argens (270m) à Seillons
- Source de Recuelle (220 m. alt.) à Meyrargues, au Nord du massif crétacé de Concors, relayant au Nord le Jurassique de la Sainte Victoire.
- Source de la Traconnade (270 m) à Jouques <sup>(1)</sup>.
- Source thermale d'Aix
- Source des Pinchinats, 45 l/s en liaison avec des calcaires oligocènes drainant le Jurassique.

Ces deux dernières sources -ou ensemble de sources- paraissent bien être sous la dépendance de circulations profondes dans le Jurassique de la Sainte Victoire, s'écoulant vers l'Ouest, et venant ensuite buter contre le grand accident tectonique, de direction sensiblement N-S, passant par Aix et Meyrargues.

Enfin une partie des eaux infiltrées sur le massif de Sainte Victoire-Pourrières, s'écoulant vers le Sud et circulant sous la

---

(1) - Cette dernière est plus vraisemblablement une résurgence des eaux infiltrées sur le massif de Vautubière au Nord.

couverture crétacé supérieur, est très probablement -et au moins partiellement- à l'origine de l'alimentation du puits de l'Arc. Prolongement Sud-Est, du massif de la Sainte Victoire, le massif de Pourrières se vidange par l'importante source vauclusienne qui donne naissance à l'Argens (1/2 m<sup>3</sup>/s).

#### 626 - Unité de Saint Zacharie

##### Sous-unité du Régagnas

Cette sous-unité est constituée de Jurassique supérieur; elle est pauvre en eau et le massif n'a pas d'exutoire superficiel. Les eaux superficielles s'infiltrent et sont vraisemblablement (au moins en partie) à l'origine des circulations profondes décelées sous le bassin de Gardanne (paléokarst jurassique).

##### Sous-unité Aurélien-Olympe

L'ensemble des massifs de l'Aurélien-Olympe prolonge vers l'Est celui de l'Etoile. Ces massifs chevauchants vers le Nord, semblent être drainés par des sources situées dans la haute vallée de l'Iluveaune : petite Foux et Fouen Sicard (120 l/s). Plus au Nord, deux systèmes de venues peuvent être distingués : ceux du versant nord et ceux de la montagne elle-même. Sur le versant nord les émergences de faible débit s'établissent au contact du Lias et du Crétacé supérieur; elles sont toutes alimentées par les calcaires du Lias suivant le front de chevauchement : Source de Défends, Pourcieux, de Perdu. Dans le massif lui-même, il y a de rares sources de failles de faible débit.

##### Sous-unité de la Lare

Le dôme anticlinal de la Lare, à matériel Jurassique, est drainé à l'Ouest par la source des Encanaux (20 l/s) (issue des dolomies

du Jurassique supérieur au contact -par faille- avec le Crétacé supérieur) et au Nord par la source des Naves (265 m. alt.) à 1 km au SW de Saint Zacharie.

Sous-unité d'Auriol

Formée essentiellement d'argiles gypseuses et de cargneules du Trias imperméable; nous connaissons mal l'influence de cette série évaporitique sur les eaux souterraines (chimisme des eaux à son contact).

627 - Unité de la Sainte Baume - Plan d'Aups

Nous ne reviendrons pas sur le détail structural de la chaîne de la Sainte Baume.

Au pied de celle-ci s'étend le plan d'Aups, formé de calcaires du Crétacé supérieur ployés en un synclinal couché vers le Nord et orienté parallèlement à la chaîne. Le plan forme donc une cuvette perchée à l'altitude de 665 m, dont le fond est percé d'orifices naturels (gouffres d'origine karstique) qui, en hiver, absorbent les eaux de ruissellement. En période de fortes précipitations l'absorption des eaux ne se fait qu'avec un certain retard ce qui entraîne l'inondation temporaire du fond de la dépression. Les eaux de surface sont véhiculées dans les quatre vallons qui traversent le massif calcaire. Les eaux infiltrées alimentent les sources de l'Huveaune (source de Castelette, Trou des Moulins, sources proprement dites) au pied de la falaise Jurassique au Nord de l'Hotellerie de la Sainte Baume et en partie la Foux de Nans, dans la même position, mais située au NE <sup>(1)</sup>. Il n'y a donc pas beaucoup de sources, mais celles qui existent sont vaclusiennes et assez abondantes.

---

(1) - La Foux de Nans, source vaclusienne intermittente importante est située en tête du bassin du Cauron affluent de l'Argens.

La crête de la Sainte Baume elle-même est drainée par les sources abondantes du vallon de Saint Pons qui, au-dessus de Gémenos, entaille profondément le massif :

- Source de Saint Pons - 6.000 l/m liée à l'intersection de la terminaison occidentale de la charnière triasique de la Sainte Baume et de l'accident méridien du Fange, injecté de Keuper qui barre ainsi la circulation souterraine des eaux.
- Source de Saussette - 120 l/m jaillissant du calcaire urgonien renversé.
- Captage de Mongolfier- 550 l/m alimentant Gémenos en eau potable.
- Source de Cros en contrebas de Roqueforcade.

Au dessus de Saint Pons et dans le prolongement du synclinal couché du Plan d'Aups, le Crétacé supérieur (calcaires intercalés de marnes) très redressé, alimente la petite source des glaciaires utilisée jadis pour la production de glace conservée jusqu'en été dans des puits spéciaux.

En relation avec l'unité de la Sainte Baume, est à citer le bassin fermé de Cuges-les-Pins qui se situe à la limite du bassin versant de l'Huveaune; cette relation nous incite à en dire quelques mots. Il a 4,5 km de longueur sur 1,5 km de largeur. C'est une dépression privée d'écoulement qui s'étend du col de l'Ange au ruisseau de Riboux. Le bassin est entouré de toutes parts par des reliefs calcaires et sa formation est en relation avec le grand pli de la Sainte Baume. Dans cette cuvette se concentrent les eaux de ruissellement d'une grande partie du versant sud de la Sainte Baume, ainsi que d'un bassin plus réduit au Sud vers le plateau du Camp. Par périodes de pluies intenses, la dépression peut former, à son extrémité aval, un lac malgré la perméabilité du substratum et les embuts (avens) au nombre de 3. A noter que Cuges est alimenté par la source du vallon de la Madeleine qui jaillit, à 800 m de Cuges, des

calcaires du Lias. A signaler qu'autrefois, la dépression de Cuges était un lac, l'élargissement artificiel des embuts a favoriser le drainage. La vidange de ce bassin fermé s'effectue vers la mer par l'intermédiaire des calcaires karstiques (source sous marine de Port Miou). Aux abords de la dépression de Cuges des vestiges préhistoriques sont à signaler (industrie tardenoisienne).

### 628 - Unité des massifs marseillais

Cette unité est la plus aride du bassin; elle est formée par des chaînons peu élevés (500 à 1000m) dénudés, orientés EW, selon la direction des plissements provençaux. Mis à part les calcaires, les terrains qui les constituent sont peu perméables (marnes du Néocomien, mais peu épaisses et peu répandues dans cette région); de nombreuses failles accidentent ces plis.

On trouve des émergences en bordure de ces massifs mais elles ont un faible débit. La morphologie des massifs marseillais témoigne de l'importance de l'absorption; il n'y a pratiquement pas de ruissellement dans les chaînes sud marseillaises car les champs de lapiès et leurs fissures permettent une absorption généralisée.

### Sous-unité de l'Etoile

La chaîne de l'Etoile chevauche légèrement la bordure méridionale du bassin d'Aix et son flanc inverse (au Nord) est réduit à des écaillés. La dolomie jurassique de la zone centrale a 800m d'épaisseur. Tandis que le versant sud est très aride, des sources existent sur le versant nord dans presque tous les vallons importants, il y a en effet au

moins 10 sources entre Septèmes et Gardanne, alimentées par des écaillés d'Urgonien, de Jurassique ou de Trias.

- Source Cayols : émerge du Jurassique moyen et fournit de l'eau à Septèmes.
- - Siège : émerge au contact de l'Urgonien calcaire et de l'Aptien marneux.
- - Baou Roux : alimente le chateau de Sousquières.
- - Pible : fournit de l'eau à Simiane.
- - Venel
- - Saint Germain
- - Babol ou de la Rogne : au contact de l'Urgonien et du Sénonien renversé.

La masse dolomitique de la chaîne proprement dite est drainée par la galerie de la mer évacuant les eaux d'exhaure du bassin minier de Gardanne. Le débit collecté, en provenance des calcaires, est de l'ordre de 500 l/s. Ce débit est utilisé, conjointement avec celui des exhaures miniers proprement dits (de l'ordre de 500 l/s), pour l'alimentation de Marseille pendant les quelques journées annuelles de chômage du canal de Marseille.

#### Sous-unité d'Allauch

C'est un dôme anticlinal faillé (horst) à noyau de Dogger et comportant surtout du Crétacé inférieur calcaire. Les enveloppes crétacées plongent vers le Nord, à l'Ouest et le Sud tandis qu'à l'Est les couches se prolongent par un dispositif monoclinale. Cette sous-unité est pauvre en eau; la karstification du massif est importante; on ne constate que quelques suintements dans le fond des vallées qui sont d'ailleurs sèches en été. Le ruissellement est vite absorbé. Il est

difficile de se faire une idée de la circulation karstique actuelle du massif d'Allauch; les surfaces structurales du calcaire récifal valangien sont striées de champs de lapiès qui assurent la pénétration des eaux superficielles. La cavité la plus importante est celle de Baume Bourne (station néolithique); le réseau semble être peu profond, bloqué par l'Hauterivien marneux; les eaux infiltrées descendent plus bas que le fond des vallons et peuvent se perdre dans la nappe des poudingues oligocènes de Marseille. Mais la part essentielle du drainage paraît être assurée par le Trias d'Allauch (gypses) en direction de la vallée de l'Huveaune.

#### Sous-unité de Carpiagne, Marseilleveyre, Notre Dame de la Garde

Le dôme de Carpiagne est très dolomitisé (Jurassique supérieur, au Nord du vallon de Vaufrèges : 2000 m d'épaisseur).

Un sondage pétrolier effectué au coeur de la structure a atteint le socle constitué de grès bigarrés et de Permien à 655m de profondeur. Comme les massifs environnants, le dôme de Carpiagne est pauvre en eau ; on signale quelques suintements au contact de l'Urgonien calcaire et du Néocomien marneux et calcaire sur le versant nord de Carpiagne: source des eaux vives en tête du vallon de la Barasse.

De rares puits, mal alimentés, existent dans les alluvions reposant sur des marno-calcaires gargasiens conservés dans de petits fossés tectoniques.

Le camp de Carpiagne est alimenté par le canal de Marseille (par pompage). En effet, une grande partie des eaux infiltrées sur le terrain karstique du massif de Carpiagne s'écoule vers la mer.

A Marseilleveyre, il y a de nombreuses grottes (Saint Michel, salle de 13 à 18 m de haut) dans l'Urgonien, qui témoignent de circulations souterraines. A citer la source du Palm Beach (15 l/s) qui

émerge sur le front de mer de la baie de Marseille (corniche Kennedy).

#### 629 - Unité tertiaire de Marseille

Cette unité correspond en grande partie au tertiaire de la ville de Marseille construite sur le bassin continental oligocène, subsident, et encadré par des failles. C'est un bassin synclinal effondré, encadré par les massifs de la Nerthe, de l'Etoile, d'Allauch et de Carpiagne. Le bassin est ouvert sur la mer et épaulé, en zone urbaine, par le petit massif de Notre Dame de La Garde. La série fluviolacustre de remplissage (Oligocène) de ce bassin est très épaisse (1000 m) et se compose de grès, conglomérats, poudingues lenticulaires et intercalés dans des argiles rouges.

On ne peut prévoir l'étendue, l'épaisseur et la profondeur des poudingues, aussi la répartition des nappes aquifères est-elle mal connue. Le cheminement souterrain s'effectue généralement au contact des conglomérats et des marais ou encore dans les bancs conglomératiques. Ces contacts, lorsqu'ils sont recoupés par la surface topographique, sont jalonnés de petites sources. Les formations continentales du tertiaire ne semblent pas avoir de répercussions importantes sur le faciès chimique des eaux; seule la source des Camoins est sulfureuse. Les nappes phréatiques superficielles sont, par contre, très abondantes. Il n'est donc pas étonnant qu'il n'y a pas longtemps encore, Marseille comptait plus de 17.000 puits. Les sources sont néanmoins assez rares et peu importantes sauf celle des Camoins <sup>(1)</sup> et de la Rose.

L'unité de Marseille est suralimentée sans doute par les

---

(1) - Source sulfureuse dont il sera question au chapitre

reliefs calcaires qui l'entourent (massif d'Allauch en particulier) qui constituent des réservoirs souterrains d'où les écoulements se dirigent vers le bassin de Marseille et la mer. Les circulations sont sans doute préférentielles le long des grands accidents affectant le bassin oligocène.

Le problème des circulations souterraines alimentant l'unité de Marseille n'est probablement pas simple car la tectonique complexe de la région entraîne des compartimentages difficiles à déchiffrer.

Sur les côteaux oligocènes de bordure il y a également quelques sources à signaler mais le débit reste toujours faible (inférieur à 3 l/s.). Rappelons enfin que le Vieux Port est né d'un effondrement oligocène; c'est une calanque (ancien vallon, d'origine continentale et constitué à une époque où le niveau de la mer était plus bas). Il est possible mais non prouvé qu'avant la régression flandrienne, l'Huveaune coulant à un niveau plus élevé, ait pu contourner au Nord la colline de Notre Dame de la Garde, puis rejoindre le Vieux Port par la place Castellane.

### 63 - VALLEES ALLUVIALES

#### 631 - Vallées alluviales de l'Arc

##### Haute vallée de l'Arc

Epaisseur des alluvions réduite; celles-ci sont parfois alimentées par les terrains encaissants. La nappe des alluvions est exploitée par puits.

##### Moyenne vallée de l'Arc

Très étroite.

### Basse vallée de l'Arc

Les alluvions de la basse vallée de l'Arc s'étalent sur plus de 60 km<sup>2</sup>; on a affaire à une nappe phréatique continue, se déversant dans l'Etang de Berre. Fait corrobé par d'importantes venues d'eau douce observées à proximité de Berre lors de travaux de terrassement. Le delta de l'Arc constitue donc une réserve importante d'eaux souterraines dont le renouvellement est assuré par les apports de crue de la rivière.

Les alluvions du delta de l'Arc sont très peu perméables (argiles) sauf très près de la surface où elles deviennent graveleuses. L'ensemble est peu épais (inf. à 10m). Les calcaires affleurant sur la bordure nord de la plaine s'envoient régulièrement vers le Sud. A 500m des affleurements, ils sont déjà à 100 m de profondeur. La source de Calissanne (50 l/s) qui émerge dans cette plaine alluviale est un exutoire du Crétacé de la chaîne de la Fare.

### 632 - Vallée alluviale de l'Huveaune

#### Haute vallée de l'Huveaune

Elle insère d'abord son cours entre l'Olympe et le massif de la Lare et coule dans la dépression triasique d'Auriol puis recoupe à Roquevaire le prolongement oriental de la chaîne de l'Etoile. Elle infléchit son cours vers le Sud, entre le horst de Garlaban et le massif de Roqueforcade. Quelques alluvions ont été déposés au NW de Saint Zacharie (plaine cultivée).

#### Plaine alluviale de Gèmenos

Cette plaine alluviale (près de 20 km<sup>2</sup> de superficie) a fait l'objet d'une étude du B.R.G.M. et les résultats sont consignés

dans un rapport (DSGR 67 A 13) auquel nous renvoyons. Nous ne rappellerons donc ici que les faits les plus importants. La dépression correspond à une ondulation synclinale complexe affectant le substratum crétacé (Urgonien calcaire épais de 200m et fissuré) et l'Oligocène continental qui le couvre. L'Oligocène supérieur est constitué d'une alternance d'argiles et de poudingues et l'Oligocène inférieur d'une alternance de marnes claires rouges, de poudingues, de grès et de calcaires lacustres en plaquettes.

Cette plaine s'est donc établie sur un substratum imperméable (Oligocène) qui fait écran entre la nappe alluviale et l'Urgonien sous-jacent. Les alluvions développées et étendues renferment une nappe assez bien alimentée et exploitée par les puits. Elle constitue une ressource d'eaux souterraines intéressante. Les poudingues intercalés dans les argiles oligocènes sont perméables et recèlent des nappes compartimentées dont l'importance est fonction de leur épaisseur, de leur continuité et leur degré de fissuration.

L'Oligocène, peu perméable dans son ensemble, s'interpose entre les alluvions et l'Urgonien, mais localement, sur les bordures, les alluvions sont directement en contact avec l'Urgonien; il peut alors se produire des échanges dans un sens ou dans l'autre. C'est ainsi que dans la plaine de Gèmenos la carte de la surface piézométrique met en évidence un drainage partiel de la nappe alluviale par les calcaires urgoniens karstifiés du massif du Douard. Une expérience de coloration <sup>(1)</sup> a montré la liaison avec les émergences sous marines de Port Miou et Cassis (parcours d'une quinzaine de kilomètres). La ligne de partage des eaux

---

(1) - Coloration effectuée au Sud de Gèmenos au lieu dit "Coulin" par le B.R.G.M. en 1965.

au sein de la nappe se situe dans la partie centrale de la plaine. Elle est dirigée SW - NE. La profondeur de la nappe est variable (5 à 25 m dans la région de Gèmenos). Inversement, dans la basse vallée de l'Huveaune, vers la Barasse, des études piézométriques et géochimiques ont montré une suralimentation locale de la nappe des alluvions par les calcaires crétacés du massif de Carpiagne. Une grande partie des eaux infiltrées sur le terrain karstique du massif de Carpiagne s'écoule malgré tout vers la mer .

Au Nord et en amont de la ligne de drainage de la nappe alluviale de la plaine de Gèmenos par les calcaires du Douard, il peut également y avoir alimentation de la nappe par les calcaires urgoniens constituant la terminaison périphérique occidentale du massif de la Sainte Baume et ceci notamment en période de pluies abondantes : les calcaires urgoniens sont alors gorgés d'eau et les fissures profondes servant à l'évacuation vers la mer n'ont pas un débit suffisant et il se produit un déversement dans la nappe alluviale (source de Fontmage).

A l'étiage c'est le phénomène inverse qui se produit et les alluvions débitent dans les calcaires qui jouent alors le rôle de drain, ce qui est d'ailleurs le cas le plus fréquent; la quantité d'eau ainsi perdue annuellement est probablement très élevée (0,5 - 1 m<sup>3</sup>/s) mais son estimation est malaisée (données sur le coefficient de perméabilité des alluvions ? la pente de la nappe à sa bordure ? )

Les courbes piézométriques<sup>(1)</sup> (décembre 1966) de la nappe des alluvions montrent un gradient hydraulique très accentué le long des reliefs de bordure. La nappe alluviale est drainée par l'Huveaune du

---

(1) - Selon rapport B.R.G.M. - DSCR 67 A 13.

Pont de l'Etoile aux Jourdans; c'est ensuite la rivière qui alimente la nappe sur sa rive droite jusqu'au Nord de Beaudinard; les courbes isopiézométriques s'échelonnent entre les cotes + 102 m à + 130 m.

Les eaux alluviales de cette région sont faiblement chlorurées (le taux étant voisin de 40 mg/l) et faiblement minéralisées (le titre étant voisin de 40°). Les caractéristiques de la nappe sont les suivantes au Nord d'Aubagne<sup>(1)</sup> :

- Nature de l'aquifère : alluvions hétérogènes.
- Profondeur du toit : 20 m (+ 90 NGF)
- Niveau de la nappe : + 102 NGF
- Perméabilité :  $10^{-2}$  m/s transmissivité :  $10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s.
- Coefficient d'emmagasinement S =  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$ .
- Nombre de captage : 1
- Débit moyen global : essai à 150 m<sup>3</sup>/h - 96 H.
- Dépression maximale causée par l'exploitation : 0,90 m.

#### Plaine alluviale d'Aubagne

La basse vallée de l'Huveaune est insérée entre le versant abrupt de Carpiagne et le massif d'Allauch; elle constitue une dépression allongée d'Ouest en Est entre Aubagne et Valbarelle. Le cours d'eau est canalisé dans sa plus grande partie dans cette région et ne déborde que rarement de son lit.

Dans la plaine alluviale d'Aubagne le substratum calcaire ou dolomitique est recouvert par la formation argilo-détritique de Marseille (Oligocène) constituée d'argiles compactes pouvant devenir sableuses, de lentilles de poudingues (fissurées) de 1 à plusieurs

---

(1) - D'après Société des Eaux de Marseille

(2) - A l'aval d'Aubagne.

mètres d'épaisseur et aquifères ainsi que de grès.

Cette formation est recouverte par les alluvions (1 à 10 m d'épaisseur) formées d'une alternance d'argiles, de graviers ou lits caillouteux (galets, sables) surmontée d'une couche de limons sableux, perméables et aquifères. Leur disposition correspond à d'anciens chenaux creusés dans le substratum. L'eau circule dans les chenaux remplis de cailloutis.

Le lit de l'Huveaune paraît le plus souvent colmaté et l'alimentation de la nappe dépend surtout des précipitations et irrigations. Il ne paraît y avoir que peu de rapport entre l'Huveaune et la nappe. Ainsi qu'on l'a vu précédemment, il y a localement alimentation par les calcaires du massif de Carpiagne (à l'aval de la Penne sur Huveaune). La piézométrie montre un écoulement continu mais de pente variable d'Aubagne à Saint Marcel; il y a une alimentation par les bordures. A Aubagne, le niveau piézométrique est proche de la surface (1 à 2,5m) tandis qu'en bordure il se trouve à 7 m de profondeur.

L'amplitude des variations annuelles du niveau de la nappe des alluvions dépasse rarement 0,5m. Le niveau maximum se situe vers la fin de l'hiver en automne (fortes précipitations) et l'étiage est en mars-avril et en septembre. L'on constate actuellement une baisse générale de la nappe due à :

- L'augmentation des captages par suite d'une intensification du développement industriel.
- La diminution des irrigations par suite d'une régression des cultures maraichères.

---

(1) - A l'aval d'Aubagne .

La plaine alluviale d'Aubagne est, en effet, une zone industrielle importante (nombreuses usines) en continuelle expansion, ce qui a posé d'importants problèmes d'alimentation en eau. En même temps qu'aux prélèvements sur le canal de Marseille (eau médiocre) on a fait en plus appel aux puits creusés dans les alluvions, spécialement les entreprises, grandes consommatrices qui multiplient les points de pompage. La nappe alimente de nombreux établissements industriels. Le débit que l'on peut extraire des niveaux graveleux des alluvions de l'Huveaune ne dépasse guère 50 m<sup>3</sup>/h par puits ou par sondage.

A titre d'exemple, SOPAD (Ets Nestlé - St Monet) extrait 14.000 m<sup>3</sup>/jours par 10 ouvrages. Rilsan 7.200 m<sup>3</sup>/jours, Ugine (traitement de la bauxite) 6.500 m<sup>3</sup>/jour, au total 40.000 m<sup>3</sup> sont prélevés chaque jour dans la basse vallée de l'Huveaune.

Au point de vue chimique, il est à signaler que la teneur en chlorures des eaux de la nappe alluviale de l'Huveaune est en général faible : 30 - 50 mg/l. Au Nord de Saint Marcel, une zone à plus forte teneur en chlorures (70 mg/l) est en liaison avec une alimentation à partir des régions triasiques de la Valentine. Les points à 100 mg/l sont en rapport avec les pollutions industrielles de la Barasse-Saint Marcel. Vue l'implantation de nombreuses industries dans la vallée de l'Huveaune, la pollution de la nappe par des déchets industriels est toujours à redouter.

#### Plaine alluviale de Marseille

Après Valbarelle, la vallée étroite de l'Huveaune s'élargit considérablement, s'entrouve vers la mer et se confond avec de petites plaines alluviales de ruisseaux côtiers. L'ensemble s'étale entre la



Madrague et le Palm Beach. A Marseille, l'épaisseur du remplissage alluvial au-dessus des argiles oligocènes varie entre 12m (au parc Chanot) et 10m à l'embouchure du cours d'eau. Sous les limons sableux existent des graviers et galets (10m d'épaisseur) qui sont bien développés entre l'immeuble du Brasilia et le lycée Sud. La nappe alluviale de Marseille est étendue mais assez superficielle (1 à 4m) donc sujette à la contamination.

#### 64 - EMERGENCES

##### 641 - Sources thermo-minérales

###### Source des Camoins

La source des Camoins sourd au fond d'une vallée étroite, d'un calcaire en plaquettes appartenant à la série de base de la formation argilo-détritique de Marseille (Oligocène). L'eau minérale est froide (température ambiante) et le débit de la source n'est pas influencé par les précipitations. A signaler, toutefois, des crues régulières au début du printemps et de l'automne. Le débit moyen est de 4 l/s.

C'est en 1811 que la source retint l'attention des administrateurs du département et une commission spéciale, nommée par le gouvernement, étudia la composition de l'eau et affirma son efficacité, mais c'est en 1862 (par le décret impérial du 17 novembre) que l'établissement thermal fut déclaré d'intérêt public. Actuellement, Camoins-les-Bains soigne environ 2.000 curistes par saison.

L'eau minérale sulfureuse des Camoins contient 1/15 de son volume d'acide hydrosulfurique et 1/10 de gaz carbonique. Elle renferme

également du carbonate et du sulfate de chaux; elle est utilisée contre les affections de l'estomac et les maladies de peau. Les aménagements furent modernisés : galerie de pulvérisation (pharyngienne et laryngienne), douches nasales et amygdaliennes, aérosol, clinique de rhumatologie, etc.....

#### Sources thermo-minérales d'Aix

Elles furent utilisées depuis la plus haute antiquité et 18 siècles avant notre ère les Saliens les ont connues et en ont fait usage pour la fécondité de leurs compagnes. En 123 avant J.C., Sextius fit construire le premier bain; plus tard Marius fit décorer les thermes avec grand luxe; certains d'entre eux, consacrés aux dieux les plus impudiques (Priape), furent détruits par les Chrétiens au IIIe siècle.

Après des vicissitudes diverses, les eaux s'étaient perdues lors d'une sécheresse exceptionnelle au XVIIIe siècle, lorsque au printemps 1704, une source plus chaude et plus limpide jaillit à travers un rocher découvert lors du creusement d'une fondation. Un établissement thermal plus grand fut bâti en 1705 et, en 1823 la commune d'Aix fit construire l'ensemble actuel. La source Sextius a un débit de 5 l/s et une autre source alimente la fontaine chaude du cours Mirabeau. La température au griffon est de 34 à 36° et le débit des sources chaudes est influencé par les précipitations. L'eau est limpide, sans odeur ni saveur, elle est utilisée en bains et douches dans le cas de dermatose ou pour les personnes nerveuses.

Les sources thermales d'Aix émergent dans l'Oligocène superposé à l'Eocène du bassin de Fuveau et à l'extrémité occidentale

d'un accident tectonique E.W situé sur le prolongement de la Sainte Victoire et de la vallée de Vauvenargues au point où celui-ci est recoupé par un grand accident d'orientation N.S.

On distingue 3 foyers thermaux : les Thermes Sextius, la source des Chaudronniers qui alimente la fontaine du cours Mirabeau et la source Barret.

La source Barret qui émerge à la température de 21° se situe près de la route de Vauvenargues et dans le lit du ruisseau de la Torse. En 1706, les propriétaires de la source procédèrent à des travaux d'excavation qui eurent comme effet d'en augmenter le débit mais aussi de tarir toutes les sources aixoises voir même les sources chaudes du Cours et les puits particuliers. Un célèbre procès s'en suivit (XVIIIe siècle). En fait, les eaux de Barret ne circulent pas vers Sextius mais appartiennent à la même nappe qui s'étale dans les sédiments détritiques du Miocène après être remontée le long d'un important accident tectonique. Il y a plusieurs interprétations sur l'origine des sources thermales d'Aix-en-Provence, nous les rappelons brièvement :

- Théorie du Dr. SIGAUD

Les sources thermales d'Aix seraient en liaison avec le volcanisme de Beaulieu et "l'état souterrain ne serait pas encore stabilisé".

Or les secousses sismiques survenues en 1909 (destruction des villages de Rognes et de Lambesc) dans la région, n'ont pas amené de changement de la thermalité des sources d'Aix; de plus, la caractéristique essentielle de ces sources chaudes est qu'elles soient oligo-métalliques, c'est-à-dire qu'elles renferment qu'une quantité excessi-

vement faible de sels dissous (0,25 - 0,33 de résidu fixe / litre et 12 à 15 mg/l de Sodium); cette théorie ne semble donc pas à retenir.

- Théorie du Professeur CORROY

La théorie est basée sur la présence d'un important accident géologique. Les eaux météoriques précipitées sur la montagne Sainte Victoire circulent, après infiltration, à grande profondeur et reviennent à la surface par thermosiphonage à la faveur d'un accident vertical très important. Les eaux ne sont toutefois pas chargées en carbonate !

- Théorie du Dr. AYNAUD

Les eaux chaudes d'Aix seraient en liaison avec un réseau karstique situé au Sud et au Sud Ouest d'Aix (région des calcaires crétacés du bassin de Fuveau). L'eau, après infiltration en profondeur, revient en surface sous pression après avoir été rechauffée (1° par 33m) et minéralisée. Les eaux circuleraient donc d'abord dans un réseau karstique, atteindraient le paléokarst crétacé et remonteraient en surface à la faveur de la faille EW qui sépare le Miocène d'Aix du Lias de la Sainte Victoire (1).

On ne sait pas exactement si le débit des émergences d'eaux chaudes est influencé par les précipitations (affirmé par Monsieur le Professeur CORROY et infirmé par Monsieur le Docteur AYNAUD). De plus, il est également intéressant de signaler que tous les points d'émergence des eaux chaudes se situent à la cote 200.

Des essais de datation par Tritium et C<sub>14</sub> pourraient éventuellement apporter des indications intéressantes sur l'âge de l'infiltration des eaux chaudes d'Aix.

---

(1) - ou encore en liaison avec la faille de la Durance.

Caractères physico-chimiques des eaux chaudes d'Aix

Les eaux chaudes d'Aix ont un caractère mésothermal (33°9); elles sont non gazeuses, radioactives, oligométalliques, bicarbonatées, calciques et magnésiennes avec de la silice à l'état colloidal; il faut souligner le caractère asodé de ces eaux.

En thérapeutique, les eaux chaudes d'Aix favorisent la cicatrisation rapide des ulcères variqueux, rétablissent la circulation veineuse, ont une action favorisant de la diurèse et une action antitoxique. C'est une eau de lavage de l'organisme qui, chez les neuroarthritiques, provoque à la fois désintoxication et apaisement. L'analyse effectuée par la chaire de chimie analytique et hydrologique de la Faculté de Marseille (1962) donne les résultats suivants :

- Résidu sec à 180° - 335 mg/l
- Degré hydrotimétrique total 30°, 12° permanent.
- Anions :

bicarbonate	Co <sup>3</sup> H	276,3	mg	4,53 méq.
sulfate	So <sup>4</sup> H	42	-	0,882 -
chlorure	Cl	27,4	-	0,77 -
nitrate	No <sup>2</sup>	5	-	0,08 -
siliciteique	Sio <sup>2</sup>	3,8	-	0,13 -

- Cations :

calcium	Ca	70,2	-	3,51 -
magnésium	Mg	23,0	-	1,99 -
sodium	Na	15,45	-	0,67 -
potassium	K	1,2	-	0,03 -
fer	Fe	0,2	-	0,0003 -
aluminium	Al	0,5	-	0,1 -

La radioactivité naturelle est de 0,35 millimicrocurie.

Par ailleurs, les teneurs suivantes sont données :

$\text{CaCO}_3$	:	107,2
$\text{MgCO}_3$	:	41,8
$\text{NaCl}$	:	7,3
$\text{MgCl}$	:	12
$\text{Na}^2 \text{So}^4$	:	32,5
$\text{Mg So}^4$	:	8

#### 642 - Sources

Dans la région étudiées, il n'y a pas de sources vraiment très importantes :

Il n'y a pas ou peu de sources dans les chaînons très plissés ou des émergences très superficielles. Par contre, en bordure des plateaux subhorizontaux, les émergences sont plus nombreuses mais le débit reste toujours faible ou très moyen (voir Pl. 1).

Les émergences les plus importantes figurent sur le tableau ci-après.

#### 65 - CAVITES NATURELLES

##### Région marseillaise

La région marseillaise est riche en grottes, cavernes, gouffres, qui atteignent parfois la profondeur d'une centaine de mètres et une longueur de plusieurs kilomètres. Certaines cavernes sont encore vivantes, d'autres sont séniles et d'autres enfin déjà au stade fossile.

- Grotte Monard (à la Valentine)

Creusée dans le Trias, la rivière souterraine et le lac ont une superficie de 2400 m<sup>2</sup>. La résurgence serait à situer en mer au large du Château d'If ou de Ratonneau. Les eaux de ce lac sont exploitées par la société des bières Phénix.

- Grotte Loubière

Située à Château Gombert, sous la chaîne de l'Etoile (commune de Plan de Cuques).

- Grotte Roland et Saint Michel d'Eau douce

- Gouffre de l'Etoile

Au voisinage des grandes failles de la chaîne de l'Etoile.

- Grotte des Charbonniers

- Grotte de la calanque de Morgiou (grotte marine)

- Grotte de la calanque de Sormiou

- Résurgence marine de Sugiton

Née à la faveur de l'effondrement des massifs de Marseilleveyre par rapport à Puget.

- Grottes sous marines de l'île d'If et de Ratonneau

- Gouffre de l'Air de la Mourre

Dans le massif de l'Etoile.

- Gouffre du Vallon de Jésus Christ

- Aven de Logisson (-107 m Carpiagne)
- Aven des 4 Trous (-180 m)

Dans le massif de la Sainte Victoire, il y a des grottes, porches, boyaux et autres cavités en particulier en-dessous du Pic des Mouches. Sont également célèbres les "garigaïs" (puits somnitaux) d'origine tectonique ; le gouffre du petit Garigaï a 148 m de profondeur.

## 66 - LACS ET BARRAGES

### Lac du Réaltor

Il est situé au Nord de la cité phocéenne et est alimenté par le canal de Marseille; c'est un bassin de décantation de petite superficie sur le canal de Marseille.

### Barrage de Bimont

Il accumule les eaux du canal du Verdon. Les caractéristiques du barrage de Bimont (édifié de 1946 à 1952) sont les suivants :

- Barrage en béton de ciment, type curviligne avec rayon de courbure de 140 m en amont.
- Longueur de crête 180 m.
- Hauteur : 87m50.
- Débit équipé 150 m<sup>3</sup>/s
- Débit 7 m<sup>3</sup>/s modulé en cours d'année.  
275 l/s en dotation permanente (11 mois sur 12) à la ville d'Aix en Provence; une tranche est réservée aux communes.
- Capacité totale du réservoir : 2 ème tranche jusqu'à la cote 350 - 38.900,000 m<sup>3</sup>.

- Superficie du plan :	20 ha	- Hauteur	300
	29	- - -	310
	45	- - -	320
	75	- - -	330
	96	- - -	336 (hauteur 7/68)
	118	- - -	340
	188	- - -	350

## 67 - CANAUX DERIVES

La Durance apporte de façon permanente 113 m<sup>3</sup>/s aux Bouches du Rhône représentant le total des dotations accordées aux différents canaux agricoles ou urbains du département.

### Canal de Marseille

Le canal de Marseille, branché sur la Durance, aborde le bassin de l'Arc au Nord de l'Etang de Berre; il est dirigé ensuite vers le bassin de Réaltor, traverse en tunnel les collines surplombant les Pennes Mirabeau et débouche dans la cité marseillaise (bassin de Sainte Marthe). Il arrive à Aubagne par deux dérivations :

- l'une en bordure sud de la plaine avec un débit de quelques dizaines de litres/s.
- l'autre au Nord d'Aubagne avec un débit de plusieurs centaines de litres/s.

### Canal du Verdon (ou canal d'Aix)

Il alimente le barrage de Bimont et la région aixoise; son débit est d'environ 3 m<sup>3</sup>/s. Il doit être remplacé par le Canal de Provence.

### Canal de Provence (1)

Le canal de Provence alimenté par le Verdon (2) aborde le

---

(1) - Tracé sur la carte au 1/100.000e d'après document : Canal de Provence Plan d'ensemble des ouvrages au 1/100.000° - Mars 1967 Sté du Canal de Provence.

(2) - Voir fascicule 2 (rapport BRGM - 68 SGL 107 PRC).

bassin de l'Arc par la galerie de la Campane et alimente le barrage de Bimont.

La galerie de Saint Hippolyte rejoint, à l'Ouest, le canal du Verdon.

Dans la partie orientale du bassin de l'Arc, le projet prévoit de diriger le Canal de Provence du brise charge de Rians, par la galerie de Sainte Victoire, vers le partiteur de Pourcieux d'où partira la branche de Marseille vers l'Ouest et la branche du Var vers l'Est.

Le Canal de Provence doit assurer l'irrigation de 58.000 ha dont 30.000 ha environ dans le département des Bouches du Rhône et l'alimentation en eau potable de nombreuses agglomérations.

Le Canal maître pourra transiter  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , dérivera en moyenne  $21 \text{ m}^3/\text{s}$  et assurera un débit de  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  pour le mois le plus chargé. Le canal maître amènera l'eau jusqu'à Rians où une branche se dirigera vers Bimont ( $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et une autre vers Pourcieux.

#### Canaux d'irrigation

Les canaux d'irrigation sont assez nombreux dans la région étudiée et en particulier dans les plaines alluviales cultivées ; les canaux d'irrigation ou béals dérivent entre autre les eaux de l'Huveaune et du ruisseau de Saint Pons. En été, une proportion notable d'eau d'irrigation concourt à alimenter la nappe alluviale. Des canaux d'irrigation prélèvent de l'eau dans l'Arc, en particulier au Nord de Peynier à l'Ouest de Pourrières et au Sud de Puylobier, et dans l'Huveaune dans la région d'Aubagne (prélèvements importants).

Canaux de drainage

Dans la vallée méridionale de l'Huveaune (Aubagne) un réseau de drainage assainit la plaine qui est parfois inondée.

68 - SONDAGES D'EAU

Ouvrages de reconnaissance

Sondage de Gardanne N : x 857.570  
Profondeur : 913 m y 135.425  
Rognacien à Hauterivien

Sondage de Gardanne S : x 859.610  
Profondeur : 635 m y 133.930  
Bégudien et Hauterivien

Sondage de Peynier : x 867.900  
y 134.225

Sondage de Pourrières N : x 874.620  
y 141.270

4 sondages Canal de Provence sur tracé galerie Rians-Pourrières (reconnaissance eau et sols) :

x : 874.365	y : 144.683
874.511	143.572
874.774	142.040
874.830	141.186

La figure 15 donne une liste d'autres sondages effectués dans les bassins de l'Arc et de l'Huveaune.

Ouvrages d'exploitation

Forage de la Société des Eaux de Marseille dans le Bégudien

à l'Est de Gardanne : x 856.600  
y 135.100

( 2 autres ouvrages existant)

Forage de Pourrière SE (utilisation d'un ancien sondage  
de reconnaissance Bauxite). x 877.370  
y 137.500

Vallée de l'Huveaune : voir rapport BRGM Bibliographie.

Commune	Feuille au 1/20000	Coordonnées			Géologie	Profondeur	Observation
		X	Y	Z			
Aubagne	1044.7.20	864.31	114.46	118	Alluvions	50	Documentation
	1	864.72	114.38	106	-	29	-
	1044.2.25	862.25	115.68	102	-	101,15	-
Cabries	1020.8.3	842.33	132.95	160	Thanetien		-
Ceyreste	1044.7.109	867.82	106.78	88			Confidentiel
	121	867.60	106.91	82			-
	2	866.47	106.32	96	Santonien	99	-
La Ciotat	1063.3.40	865.97	104.79	38	-	32	Documentation
	60	866.37	104.75	26	-	35	-
Gardanne	1021.2.13	856.60	135.10	220			Confidentiel
Narignane	1020.6.1	831.45	126.10	5	Béguvien	62	Documentation
Marseille	1044.1.58	848.80	117.16	52	Oligocène	45	-
	6.13	856.44	114.47	65	-	219	-
	1043.4.10	846.28	117.78	12	-	871	-
	5.18	848.80	112.48	13	-	19	-
	5.33	852.02	114.50	36	-	16	-
	1043.4.63	846.40	120.90	84	-	82	-
	69	846.07	117.45	4	-	68	-
	1043.8.43	847.15	110.89	5	Alluvions	13,50	-
	44	846.98	111.25	2,5	-	15	-
	1044.6.116	856.20	114.55	66	-		-
1044.1.87	855.40	115.35	70	-	25	-	
	88	855.35	115.60	75	-	48	-
1044.6.117	857.60	114.33	74	-	18	-	
12	858.14	106.19	54	-	48	Confidentiel	
1044.5.53	852.89	114.74	48	Alluvions	31	Documentation	
43	855.53	114.50	61	-		-	
54				Oligocène			
La Penne	1044.6.17	857.82	114.34	76	Alluvions	20	Documentation



## Chapitre VII

### EMPLOI ACTUEL

Le recensement précis des prélèvements d'eau ou disponibilité de la région étudiée dépasse le cadre de cette étude. A titre de comparaison, l'on peut toutefois signaler que dans le département des Bouches du Rhône 964 points font l'objet de prélèvement d'eau superficielle ou souterraine.

Parmi ceux ci, 73 sources, 37 captages et 94 puits ont fait l'objet d'analyses bactériologiques et chimiques. Les eaux souterraines sont souvent polluées : sur 187 points d'eau, 108 seulement livrent de l'eau potable. Par ailleurs, les eaux provençales sont souvent fortement minéralisées.

Au contact des gypses les eaux sont séléniteuses (Aix, Allauch). L'irrigation s'effectue à partir du canal de Marscille. Dans la basse vallée de l'Huveaune, l'exploitation est supérieure à l'alimentation de la nappe. De plus, les risques de pollution sont grands, suite aux rejets industriels : le total de ceux-ci dans l'Huveaune dans le bassin d'Aubagne est de 15.650 m<sup>3</sup>/jour.

Dans les bassins de l'Arc et de l'Huveaune l'eau est surtout utilisée pour des besoins industriels urbains et l'irrigation.

## C O N C L U S I O N

L'étude des bassins de l'Arc et de l'Huveaune a permis de mettre en évidence les caractères hydrogéologiques les plus importants de la région considérée : rôle joué par les massifs calcaires ou dolomitiques, situation des principaux exutoires, caractéristiques des vallées alluviales ect....

Il manque toutefois encore beaucoup de données pour arriver à une bonne compréhension du régime des circulations souterraines, et à fortiori pour en estimer les ressources. L'inventaire des ressources hydrauliques (IRH) du bassin de Gardanne fera probablement progresser nos connaissances mais celles-ci devraient être complétées sur l'ensemble de la région, en particulier par des jaugeages précis et continus des principales émergences et des cours d'eau.

Le rôle joué par le Jurassique sous le bassin de Gardanne devrait pouvoir être précisé (ne serait-ce que dans la perspective de la résolution du problème posé par les exhaures miniers) par des sondages profonds.

Par ailleurs, le thermalisme d'Aix pose un problème hydrogéologique intéressant à propos duquel plusieurs hypothèses ont été émises en ce qui concerne l'origine des eaux chaudes. Un essai de synthèse, après

étude détaillée de la région, pourrait faire le point de la situation.

Enfin, les vallées alluviales, en particulier, de l'Huveaune, zones de concentrations industrielles, méritent des études périodiques ainsi qu'une surveillance constante vis à vis des pollutions.

Dans la région étudiée, le problème de l'eau est très important pour l'alimentation des zones urbaines et rurales, des industries et l'irrigation des cultures; le canal de Provence en assurera une grande partie.

B I B L I O G R A P H I E

GEOLOGIE

- ADRIAN M. J. (1959) - Etudes stratigraphiques et tectoniques de la bordure nord du bassin de Marseille. D.E.S. Marseille.
- AUBOIN J. - CHROROWICZ J. - FOSSE M. - WETTEL C. (1967) - Sur le chevauchement sud provençal : le noeud de Pichauris, Peypin, Auriol. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 9, n°3, p. 376-390.
- AUBOIN J. et MENNESSIER G. (1962) - Essai sur la structure de la Provence. Livre à la mémoire du Professeur FALLOT, n° 2.
- BASTIEN C. (1960) - Contribution à l'étude géologique du bassin d'Aix. D.E.S. Marseille.
- BERTRAND M. (1898) - Le bassin crétacé de Fuveau. Annales des Mines (9), 14.
- BLANC J. (1950) - Le Crétacé supérieur de la région de la Ciotat et de ses abords. Bull. mus. Hist. nat. Marseille, 10, p. 56.
- BLANC J. (1960) - Les faciès de l'Aptien dans la région de Marseille. Bull. mus. Hist. nat. de Marseille, 20.
- BLANC J. et GUIEU G. (1961) - Sédimentation et paléocéanographie du Valanginien de la partie NE du massif d'Allauch. Recueil des travaux de la station marine d'Endoume. 20, n° 34, p. 121 à 130.
- CAMPREDON R. (1962) - Etude géologique du massif de Carpiagne. D.E.S. Marseille.
- CAMPREDON R. (1965) - La structure du massif de Carpiagne près de Marseille. Tr. Labo. géol. Fac. Marseille, 8, p. 21-26.
- CARON J. P. - GUIEU G. - TEMPIER C. (1966) - Quelques aspects de la tectonique tangentielle en basse Provence occidentale. Compte rendu som. B.S.G.F. n° 2, p. 41-45.

- CATZIGRAS F. (1956) - Autotoute nord de Marseille. Observations stratigraphiques et tectoniques. Ann. Fac. Sc. Marseille 25, p. 135-143.
- CARZIGRAS F. et COLOMB E. (1965) - Précision sur le terme de molasse et de quelques autres dénominations courantes dans le miocène du SE de la France. C.R.S. Ann. Sc. Geol. Fr. n° 9, p.312.
- CHARLES P. et PERISSE H. (1949) - Les faciès du Dogger dans le département des Bouches du Rhône et contrées limitrophes. Bull. Mus. Hist. nat. de Marseille, 9, n°4, p. 191-211.
- COLLOT L. (1880) - Description géologiques des environs d'Aix en Provence. Thèse Montpellier.
- CORNET C. (1966) - Sur la colline du Vieux Nans, dans le massif de la Sainte Baume. C.R. Acad. Sc. Fr. 261, n°22, p. 2317-2320.
- CORROY G. (1935) - L'enracinement du chemin jurassique de Rochefavour-Nans, au NW de la Sainte Baume.
- CORROY G. (1935) - Les écailles de la Liquelette au Nord de la Sainte Baume. C.R. des Collab. Bull. serv. carte géol. Fr. 1 ère part. 32, n° 173, 2 ème part. 38, n° 191.
- CORROY G. (1956) - Les grands travaux d'extension du canal du Verdon. Ann. Fac. Sc. Marseille, 35, p. 127-134.
- CORROY G. (1957) - La montagne de Sainte Victoire. Bull. Serv. carte géol. Fr. 55, n° 251, p.48.
- CORROY G. (1963) - La région triasique de la Valentine. Trav. Labo. Fac. Sc. Marseille, 34, p. 25-31.
- CORROY G. (1963) - Evolution paléogéographique posthercynienne de la Provence. Livre à la mémoire du Professeur FALLOT, 2, p. 19-43.
- CORROY G. et DENIZOT G. (1943) - La Provence occidentale. Géologie régionale de la France. Paris Hermann et Cie.
- CORROY G. et PHILIP J. (1964) - Le branchyantoclinal des pics des Corbeaux, dans le massif de la Sainte Baume. Bull. Soc. géol. Fr., 6, n° 4, p. 560-563.

- CORROY G. - CARON H. - TEMPIER C. (1965) - Nouvelles observations tectoniques sur le versant méridional de la chaîne de la Sainte Baume. C. R. Acad. Sc. Fr. 261, n° 18, p. 3643-3644.
- CORROY G. - DURAND J. P. et TEMPIER C. (1965) - Evolution tectonique de la chaîne de la Sainte Victoire. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 6, n° 1.
- DENIZOT G. (1933) - Note sur l'ancien débouché de l'Huveaune. Soc. de Stat. d'hist. et d'archéo. de Marseille et de Provence. 13, p. 163-185.
- DENIZOT G. (1934) - Description des massifs de Marseilleveyre et de Puget. Ann. Mus. Hist. nat. Marseille, 26, n° 5, p. 230.
- DENIZOT G. (1938) - Observations géologiques aux environs de Marseille. Bull. Serv. carte géol. Fr.
- DENIZOT G. (1952) - La tectonique du Crétacé moyen en Provence, XIX Congrès géol. intern. Alger. 1952, section XIII, n°14, p.343-349.
- DEPERET Ch. (1889) - Note stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille. Bull. carte géol. Fr. n°5
- DESCHAMPS J. M. (1966) - Etude du lambeau de Gardanne (bordure nord de la chaîne de l'Etoile) D.E.S.
- DURAND J. P. (1961) - Les formations fluvio-lacustres du Crétacé supérieur et de l'Eocène dans le bassin de l'Arc de Rousset. D.E.S. Marseille.
- DURAND J. P. (1962) - Sur le poudingue de la Galante (région d'Aix). C.R. dom. Soc. géol. Fr. n° 4, p. 109.
- DURAND J. P. (1962) - Rôle et répartition des "Microcodoum" dans les formations fluvio lacustres provençales du Crétacé supérieur et de l'Eocène. C.R. som. B.S.G.F., n° 9, p. 263.
- DURAND J. P. et MENNESSIER G. (1964) - Sur l'existence d'une discordance entre Bégudo-Rognacien et le Fuvélien à l'extrémité orientale du synclinal de l'Arc en basse Provence occidentale. C. R. som. Soc. géol. Fr. n° 7, p. 253-254.
- FABRE-TAXY J.P. - PHILIP J. (1964) - La zone du Plan d'Aups dans sa région type, la Sainte Baume (Var). Bull. Soc. géol. Fr. (7), 6, n° 4, p. 554-559.

- FOURNIER E. (1890) - Esquisse géologique des environs de Marseille. Imprimerie Achard. Marseille.
- FOURNIER E. (1898) - Etudes sur la tectonique des massifs de Marseilleveyre et la Tête Puget. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 26, p.431-
- FROGET C. (1964) - Sur les sources thermo-sulfureuses de l'anse d'Arnette (chaîne de la Nerthe). C. R. som. Soc. géol. Fr. n° 9, p. 365.
- FROGET C. - GUIEU G. et ROUX M. (1966) - Etude tectonique de la région sud de la Nerthe. Bull. Soc. géol. Fr. (7) p. 712-726.
- FROGET C. (1963) - La morphologie et les mécanismes d'érosion du littoral rocheux de la région occidentale. Rec. Trav. St. mar. Endoume, 30, n°45, p. 165-237.
- GOGUEL J. (1943) - Essai d'une synthèse tectonique de la Provence. Bull. Soc. géol. Fr. (5). 13.
- GUIEU G. (1963) - Etude lithologique du Néocomien du massif de Marseilleveyre. D.E.S. Fac. Sci. Marseille.
- GUIEU G. (1960) - Etude stratigraphique et tectonique de la région septentrional du massif d'Allauch et secteurs voisins, Etoile orientale, collines de Pichauris et de Roquevaire. D.E.S. Marseille.
- GUIEU G. (1960) - Etudes géologiques des collines de Pichauris près de Marseille. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 2, p. 735-740.
- GUIEU G. (1962) - Nouveaux affleurements triasiques dans la chaîne de l'Etoile au NE de Marseille. Bull. Serv. carte géol. Fr. 59, n° 273, p. 1025-1028.
- GUIEU G. (1963) - Le Néocomien du chaînon de l'Etoile. Ann. Fac. Sci. Marseille, 34, p. 33-46.
- GUIEU G. (1966) - La structure de la région SE du massif d'Allauch à l'Est de Marseille. C. R. som. Soc. géol. Fr. n° 2, p. 45-48.
- GUIEU G. (1966) - Etude stratigraphique et tectonique des formations dolomitiques dans la zone centrale de la chaîne de l'Etoile au Nord de Marseille. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 8, p.734-748.
- HAUG E. (1914) - Feuille d'Aubagne et de Cuers au 1/50.000°. Bull. Serv. carte géol. Fr. n° 136, 23.

- LE DANTEC J. (1962) - Etude stratigraphique et tectonique de la Fare et de la bordure septentrionale du bassin d'Aix. D.E.S. Marseille.
- MARTIN P. (1959) - Le massif de Carpiagne au Sud de la Barasse. Etude de géologie appliquée à l'établissement d'un bassin de décantation de boues industrielle. Thèse ingénieur, docteur. Fac. Sc. Marseille.
- MATHERON M. (1864) - Nerthe - Bassin de Fuveau - Réunion extraor. Marseille S.G.F. B.S.G.F. (2), 21, p. 509-545.
- NICOD J. (1967) - Recherches morphologiques en basse Provence calcaire. Thèse - Etudes et travaux de "Méditerranée" - Revue géogr. des pays médit. n° 5.
- PFENDER S. (1935) - Feuille d'Aubagne au 50.000e et notice.
- PHILIP J. (1965) - Nouvelles observations sur la structure du synclinal de Plan d'Aups dans le massif de la Sainte Baume. C. R. som. Soc. géol. Fr. 9, p. 310.
- REPELIN M. J. (1898) - Sur le terrain jurassique de la chaîne de la Nerthe et de l'Etoile. Bull. Soc. Géol. Fr. (3), 26, p. 517-553.
- REPELIN M. J. (1922) - Monographie géologique du massif de la Sainte Baume. Ann. des Fac. Sc. de Marseille, 25, n° 1, p. 1 à 86.
- THOMEL G. (1962) - Considérations sur la faune gargasienne du Sud-Est de la fosse vocontienne. Trav. labo. géol. Fac. Sc. de Marseille, 7, p. 47-58.
- TOURAINÉ F. (1964) - Sur la datation des brèches de la montagne de Sainte Victoire près d'Aix en Provence. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 6, p. 127-133.
- TOURAINÉ F. (1965) - Phases terminales et tectogénèses de la montagne Sainte Victoire. Bull. Soc. géol. Fr. (7), 7, p. 59-63.

## HYDROGEOLOGIE

- ARCHAMBAULT M. J. - Etudes hydrogéologiques en basse Provence.
- ARVOIS R. - DELLERY B. - DUROZOY G. - GOUVERNET Cl. (1967) - Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31.10.66 sur la vallée de l'Huveaune à l'aval d'Aubagne. Rapport B.R.G.M. - D.S.G.R. 67.A.52. 20.7.1967.
- AYNAUD A. (1961) - Aix en Provence et ses eaux chaudes.
- B.E.G. (1967) - Prospection électrique de la plaine alluviale de l'Huveaune aux environs d'Aubagne - Rapport inédit Soc. Eaux Marseille.
- BOURGET H. et REPELIN J. (1930) - Encyclopédie départementale des Bouches du Rhône. 3 ème partie, 12, le Sol, ch. 4, l'hydrographie.
- BURGEAP (1948) - La nappe de l'Huveaune à l'Est d'Aubagne. ministère de la reconstruction et de l'Urbanisme. Rapport inédit.
- BURGEAP (1948) - Eléments pour un inventaire des eaux souterraines du littoral méditerranéen. 4. Bouches du Rhône.
- BURGEAP (1948) - La nappe de l'Huveaune à l'Est d'Aubagne. Rapport M.R.U.
- B.R.G.M. FACULTE DES SCIENCES DE MARSEILLE (1967) - Plaine de Gèmenos. Note sur l'état de la nappe en décembre 1966. Rapport Sté des Eaux de Marseille.
- B.R.G.M. (1967) - Données fournies sur les ressources en eau des alluvions de la basse vallée de l'Huveaune par les sondages existants. Rapport Sté des Eaux de Marseille, inédit.
- CORROY G. (1949) - Les eaux thermo-minérales d'Aix en Provence. ann. Hebert et Haug, 7, p.99-115.
- CORROY G. - BERNARD A. (1950) - Les eaux profondes de la haute vallée de l'Arc (Bouches du Rhône). Ann. Fac. Sci. Marseille (2), 19, n° 3.

- DELLERY B. - DUROZOY G. - GOUVERNET Cl (1966) - Recherches d'un réservoir aquifère dans la région d'Aubagne. Rapport B.R.G.M. D.S.G.R. 67.A.13.
- DUROZOY G. et GOUVERNET Cl. (1964) - Les résurgences des calcaires crétacés de l'anticlinal de la Fare en bordure de l'étang de Berre (Saint Chamas-Bouches du Rhône) Rapport B.R.G.M. D.S.G.R. 64.A.4.
- DUROZOY G. - GOUVERNET Cl. - GUIEU G. - SAUZEDDE E. (1966) - Le bassin de Gardanne. Nouvelles données sur l'hydrographie et complément d'étude possible. Rapport B.R.G.M. D.S.G.R. 66.A.35.
- DUROZOY G. - GOUVERNET Cl. GUIEU G. - SAUZEDDE E. (1967) - Données nouvelles sur l'hydrogéologie du bassin de Gardanne. Bull. B.R.G.M. n° 4, p.56-71.
- DOMAGE M. (1809) - Procédés d'exécution de la galerie de Gardanne à la mer. Sté. nouvelle de Charbonnages des Bouches du Rhône.
- GARNIER M. (1964) - Valeurs normales des températures en France. Monographies de la météo. nat. n° 30.
- GARNIER M. (1967) - Sélection de données statistiques. Climatologie en France. Mémorial de la Météo. nat. n° 50.
- GARNIER M. (1966) - Climatologie de la France. Eléments de la variation diurne. Mémorial de la météo. nat. n° 51.
- GARNIER M. (1963) - Nombre moyen de précipitations en France. Période 1921-1950 et 1931-1960. Monographies de la Météo. nat. n° 29.
- GARNIER M. (1966) - Valeurs normales des hauteurs de précipitations en France. Période 1931-1960 et 1901-1950. Monographies de la Météo. nat. n° 55.
- GENIR RURAL (Circonscription de Marseille - 1961) - Plan départemental d'alimentation en eau potable des communes rurales. Bouches du Rhône.
- GUEIRARD S. (1967) - Etude géologique d'un projet d'adduction d'eau communale complémentaire. Commune de Saint Antonin. Rapport inédit. Fac Sci. Marseille, Labo. Géol. S.P.C.N.
- JARLIER M. (1925) - Venues d'eau et coup de toit dans le bassin de Fuveau. Annales des Mines, (12), 8.

- MARTIN P. (1961) - Les captages industriels des eaux de la basse vallée de l'Huveaune. Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment. n° 34, p. 47 - 49.
- MAZET J. (1967) - Spéléo-opérations. Bassin de la Sainte Baume. Bull. bimest. Spéléoclub de Marseille. n° 72
- MONGIN D. (1949) - Les eaux souterraines des Bouches du Rhône. Rec. des travaux de l'Inst. nat. d'hygiène. 3, n°3, p. 835-860.
- NICOD M. et J. (1959) - La haute vallée de l'Huveaune. L'homme et l'eau. Les cavernes de Marseille avant l'homme. Revue Marseille.
- OLLIER L. et TASSON A. ( 1965 ) - Climatologie de l'aéroport de Marseille Marignane. Monographies de la Météo. nat. n° 41.
- SANSON J. (1961) - Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France. Edition 1945. Mémorial de la météo. nat. n° 30.
- SAUZEDDE M. et VETTER M. (1965) - Rapport sur les sondages de Gardanne Nord et Gardanne Sud. Rapport inédit. Charbonnages de France.
- SOGREAH (1958) - Alimentation en eau potable à partir du Verdon. Etude géologique. Branche varoise. Massif de la Sainte Baume.
- VANDENBERGHE A. (1962) - Etude hydrogéologique de la région de Gardanne et du bassin crétacé d'Aix en Provence. Ann. Soc. géol. du Nord, 81, n° 2, p. 121-134.
- VANDENBERGHE A. (1964) - Remarques sur les théories karstiques. Bull. B.R.G.M. n°2.



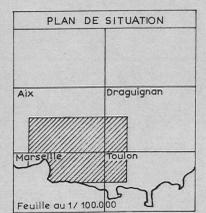
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
CIRCONSCRIPTION D'ACTION RÉGIONALE  
PROVENCE CÔTE D'AZUR CORSE  
SERVICE RÉGIONAL DE L'AMÉNAGEMENT DES EAUX

PL. 1

ETUDE DES RESSOURCES  
HYDROLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES  
DU SUD-EST

BASSINS DE L'ARC & DE L'HUVEAUNE

CARTE HYDROLOGIQUE



LEGENDE	
—	Limite de bassin
—	Limite de sous-bassin
●	Sources débit l/sec.
*	Sources thermominérales
—○—	Station de jaugeage (débit moyen annuel en m³/sec.)
⊕	Sondage d'eau
⏊	Grotte
⏊	Aven
—	Canal E.D.F.
—	Canal de Provence
—	Canal de Marseille
—	Id. (en projet)

Etude effectuée par  
B.R.G.M.  
Service Géologique Régional  
Provence-Corse

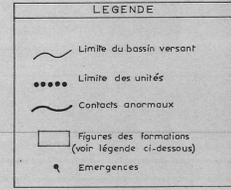
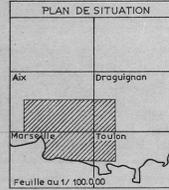
Date: Mai 1968  
Echelle: 1/100.000

ETUDE DES RESSOURCES  
HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES  
DU SUD-EST

BASSINS DE L'ARC ET DE L'HUVEAUNE

CARTE

DES CLASSIFICATIONS HYDROGEOLOGIQUES



Etude effectuée par  
B.R.G.M  
Service Géologique Régional  
Provence-Corse

Date: Mai 1968

Echelle: 1/100.000



LEGENDE

FIGURES	INDICES	FORMATIONS	FIGURES	INDICES	FORMATIONS
	a	Alluvions		c 76	Argilo-calcaire et gréseux du Beausset - Santonien
	p	Tufs Pliocène et Villafranchien		c 6	Turonien
	m <sup>a</sup>	Argilo-détritique d'Aix		c 5-4	Cénomannien
	m <sup>a-b</sup>	Argilo-détritique de Marseille Stampien, calc. en plaquettes, argile des Milles		c 1-11	Argilo carbonatée de la Bédoule
	m <sup>iii</sup>	Calcaire de Luyres		c 111	Calcaire d'Orçon
	e 1-11	Argilo-calcaire du Cengle, Calcaires de Montaignet du Cengle		c 14-y	Carbonatée d'Allauch
	e 11-14	Calcaires de Langesse		J 8-4	Carbonatée de la Sté Victoire
	e v-a	Calcaire de St Marc		J 3-1 1-14	Marneuse et marnocalcaire de Vauvenargues
	e vi	Argiles et brèches du Thonolet, Calcaires de Vitrolles, Laguna lacustre de Fuveau, Argiles à Rept. Calc. de Rognon, Brèches de Cadenaux.		L 3a-1	Carbonatée de la Sté Baume
	c 9bc			t 3-1	Trias supérieur
	c 9a	Bégudien		t 1-11	Trias moyen
	c 8ab	Fuvélien-Valdonien			

# Coupe géologique par la chaîne de l'Etoile le sondage S.1 et la Ste Victoire

