

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.:(38) 66.06.60

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ÉTANG DE BERRE

BASSIN DE L'ÉTANG DE BERRE

Bouches du Rhône

par

G. DUROZOY

avec la collaboration de

P. CHABALIER et M. CAMUS



Service géologique régional PROVENCE-CORSE

Domaine de Luminy - route Léon Lachamp, 13009 Marseille

Tél.:(91) 41.24.04 et 41.24.46

R E S U M E

Le présent rapport a été rédigé pour le compte du Ministère de l'Industrie et de la Recherche dans le cadre de l'Evaluation des ressources hydrauliques; il correspond à la seconde partie d'une étude qui intéresse la région entourant l'Etang de Berre au Sud de la Durance et divisée en deux secteurs géographiques distincts:

- La Touloubre au Nord
- Le bassin de l'Etang de Berre au Sud

Le document synthétise les données recueillies après un inventaire des sources et forages intéressant les massifs calcaires et des puits sollicitant les nappes alluviales et une campagne de jaugeages, des rivières et principales sources, étalée sur l'année 1973 et intéressant les plateaux calcaires à l'Est de l'Etang.

Les calcaires couvrent 210 km^2 sur 290. Les deux plaines alluviales importantes (vallée de l'Arc et Marignane) représentent 50 et 20 km^2 .

Les seules ressources potentielles non exploitées sont celles de la nappe karstique des calcaires et dolomies jurassiques et crétacées de la chaîne de la Nerthe baignée par la mer et drainée par celle-ci. La ressource renouvelable potentielle est de l'ordre de 700 l/sec .

Le développement de l'industrialisation et de l'urbanisation du secteur de l'Etang de Berre entraîne une menace de pollution grave des eaux souterraines particulièrement sensibles de ce point de vue, spécialement celles des réservoirs calcaires: c'est déjà chose faite pour une des sources issue des plateaux calcaires orientaux; une autre (l'Infernet) n'est que peu touchée mais est menacée.

Il importe de préserver la seule ressource potentielle nouvelle existante, celle des calcaires et dolomies de la chaîne de la Nerthe.

S O M M A I R E

Résumé	page	2
Avant-propos		8
Chapitre 1 - Introduction		10
1.1. - Définition des objectifs		10
1.2. - Rassemblement de la documentation		11
1.3. - Travaux sur le terrain		12
Chapitre 2 - Données générales - géographie et géologie		14
2.1. - Situation, limites, structure		14
2.2. - Hydrogéologie		14
2.3. - Végétation naturelle et cultures		15
2.4. - Habitat et industrie		16
2.5. - Climatologie		17
2.5.1. - Climat et vents		17
2.5.2. - Précipitations		17
2.5.3. - Températures		18
2.5.4. - Insolation		18
2.5.5. - Evapotranspiration - bilans hydrologiques		19
2.6. - Canaux		21
2.6.1. - Dérivations extérieures au bassin		21
2.6.2. - Apports extérieurs		22
2.7. - Irrigations		23
2.8. - Géologie		24
2.8.1. - Cadre		24
2.8.2. - Stratigraphie		24
2.8.3. - Structure		26
Chapitre 3 - Ressources en eau souterraine		28
3.1. - Notions de réserve et de ressources en eau		28
3.2. - Systèmes aquifères		31
3.2.1. - Données générales		31
3.2.2. - La chaîne de la Nerthe		33
3.2.3. - Massif de Vitrolles et du Réal-Tort (ou d'Arbois)		35
3.2.4. - Alluvions de la basse vallée de l'Arc		36
3.2.5. - Alluvions de la plaine de Marignane s.l.		38
3.2.5.1. - Plaine de la Cadière		38
3.2.5.2. - Plaine de Marignane - Châteauneuf		39
3.2.5.3. - Plaine de Saint Pierre - Saint Julien		39
3.3. - Ressources renouvelables potentielles		40
3.3.1. - Plateaux calcaires à l'Est de l'Etang de Berre		40
3.3.1.1. - Plateau d'Arbois - Réal-Tort (superficie 60 km ²)		42
3.3.1.2. - Plateaux de Vitrolles, de Font Marignane et de Saint Victoret		43
3.3.1.3. - Plateau de Velaux		44
3.3.1.4. - Conclusions sur l'ensemble des plateaux calcaires à l'Est de l'Etang de Berre		44
3.3.2. - Chaîne de la Nerthe		46
3.3.3. - Plaine de l'Arc		46
3.3.4. - Plaine de la Cadière		48
3.3.5. - Plaine de Marignane - Châteauneuf et Gignac		48

3.3.5.1. - Plaine de Saint Pierre-Saint Julien	49
3.4. - Réserves utilisables	49
3.4.1. - Massifs calcaires	49
3.4.1.1. - Plateaux de Font Marignane, Vitrolles et Arbois - Réal-Tort	49
3.4.1.2. - Chaîne de la Nerthe	51
3.4.2. - PLaines alluviales	52
3.4.2.1. - Plaine de l'Arc	52
3.4.2.2. - Plaine de Marignane - Châteauneuf	53
3.4.3. - Possibilités de régularisation	53
3.4.3.1. - Massifs calcaires	53
3.4.3.2. - Plaine de l'Arc	54
3.4.3.3. - Plaine de Marignane - Châteauneuf	54
Chapitre 4 - Exploitation des eaux souterraines	56
Chapitre 5 - Qualité des eaux souterraines et risques de pollution	58
5.1. - Nappe des alluvions de la plaine de l'Arc	58
5.2. - Nappe des alluvions de la nappe de Marignane - Châteauneuf	58
5.3. - Les eaux des calcaires	59
5.4. - Pollutions actuelles	60
5.5. - Vulnérabilité à la pollution	61
Chapitre 6 - Conclusions	62
Bibliographie	66

L I S T E D E S A N N E X E S

- Annexe 1 - Carte de situation - échelle 1/1 000 000
- Annexe 2 - Limites de l'étude - échelle 1/200 000
- Annexe 3 - Carte hydrogéologique - échelle 1/50 000
- Annexe 4 - Réseau hydrographique - limites de bassin -
implantation des stations de jaugeages
- Annexe 5 - Climatologie
- Annexe 6 - Canaux et irrigation - échelle 1/50 000
- Annexe 7 - Coupes géologiques
- Annexe 8 - Logs stratigraphiques - échelle 1/50 000
- Annexe 9 - Réserve et ressources en eaux - schémas de principe
- Annexe 10 - Carte d'implantation des sondages - échelle 1/50 000
- Annexe 11 - Inventaire des sondages ayant fait l'objet d'observations
hydrogéologiques
- Annexe 12 - Plaines alluviales, surfaces piézométriques
- Annexe 13 - Bassins hydrogéologiques et superficielle
- Annexe 14 - Tableau des résultats de jaugeages
- Annexe 15 - Courbes de tarissement
- Annexe 16 - Plaine de l'Arc, profil NW - SE
- Annexe 17 - Diagrammes d'analyses (plaine de l'Arc et massifs calcaires)
- Annexe 18 - Plaine de l'Arc - carte des teneurs en chlorures
échelle 1/25 000
- Annexe 19 - Plaine de Marignane Châteauneuf, carte des résistivités
échelle 1/25 000

A V A N T - P R O P O S

A l'instigation du Comité technique de l'eau et agissant pour le compte du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, le Bureau de recherches géologiques et minières a réalisé pendant l'année 1973 l'évaluation des ressources hydrauliques (E.R.H.) du bassin de l'Etang de Berre. Ce bassin, et celui de la Touloubre situé immédiatement au Nord, constituent la zone de l'Etang de Berre dont l'étude consacre l'achèvement du programme établi pour le SGR/PRC et intéressant la Provence au Sud de la Durance.

Cet ouvrage, constituant la seconde partie d'une étude intéressant l'ensemble d'une région déterminée, sera traité dans le même esprit que celui correspondant à la première partie de cette étude. La multiplicité des aquifères, conséquence d'une stratigraphie et d'une tectonique complexes, imposait d'abord une description des divers appareils et les études de terrains (inventaire des points d'eau, jaugeages) étaient orientées vers cet objectif. Les données sur l'exploitation actuelle des aquifères sont par contre restreintes. Cependant, pour répondre au nécessaire besoin actuel de gestion des eaux souterraines, les notions de "réserve" et de "ressource" seront prises en considération et le degré d'exploitation des aquifères estimé dans la mesure du possible.

La vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution sera envisagée et il faut signaler à ce sujet qu'une étude de l'état actuel de la pollution dans la région de l'Etang de Berre est en cours de réalisation par l'Agence de Bassin Rhône Méditerranée Corse.

C H A P I T R E 1

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

1.1. - DEFINITION DES OBJECTIFS (annexes 1 et 2)

L'Etang de Berre, le plus grand de tous les étangs du littoral méditerranéen (15 000 ha, 900 millions de m³) occupe, à une trentaine de kilomètres seulement au Nord-Ouest de Marseille, une dépression bien limitée au Nord par la chaîne de la Fare, à l'Est par le plateau du Réal-Tort, au Sud par la chaîne de la Nerthe et la mer. A l'Ouest l'Etang est séparé de la plaine de Crau par les collines s'étendant entre Istres et Martigues ⁽¹⁾ et où s'insèrent les dépressions emplies par les étangs de l'Olivier, de Citis, du Pourra et d'Engrenier.

L'Arc, drainant les bassins de Fuveau et d'Aix-les Milles, se jette dans l'Etang de Berre. Ce dernier ne communique avec la mer que par l'étroit canal de Caronte.

Le plateau du Réal-Tort, les reliefs calcaires de la Nerthe, constituent encore des secteurs arides et peu peuplés mais l'urbanisation et l'industrialisation s'accroissent très rapidement sur le pourtour de l'étang. Les raffineries de pétrole et les complexes chimiques annexés occupent les rives sud (Lavéra) et nord (Berre) et la nouvelle zone industrielle de Marseille a été créée à Vitrolles. Le développement de la cité phocéenne ne peut s'effectuer que dans cette direction. La rive sud de l'étang est la voie de passage vers le port et les nouvelles industries de Fos tandis que les rives est et nord sont longées par la voie ferrée Marseille-Lyon et l'Autoroute du soleil. L'aéroport de Marignane occupe la rive sud-est du Lac.

(1) L'E.R.H. de cette dernière région a été effectuée en même temps que celle de la Crau.

L'eau nécessaire à un tel développement n'a pu être fournie que par dérivation des eaux de Durance (canal de Marseille); les ressources propres du secteur sont en effet restreintes mais leur intérêt d'autant plus évident; il était donc nécessaire de les définir et de tenter leur évaluation.

1.2. - RASSEMBLEMENT DE LA DOCUMENTATION

GEOLOGIE

La région étudiée correspond pratiquement à la feuille Martigues au 1/50 000.

Les travaux récents de l'Université d'Aix-Marseille ont été utilisés et, notamment en ce qui concerne la chaîne de la Nerthe, l'ouvrage récent et faisant autorité de G. GUIEU sur la tectonique de la région de Marseille. Les résultats des sondages de reconnaissance pétroliers ont été également utilisés.

HYDROGEOLOGIE

L'essentiel des données a été fourni par la documentation archivée au SGR/PRC au titre du Code Minier (coupes et résultats de sondages); ont été en outre utilisées celles contenues dans l'ouvrage de Mlle D. MONGIN sur les eaux souterraines des Bouches du Rhône ⁽¹⁾.

Une synthèse hydrogéologique de la région à partir de la documentation existante avait déjà été effectuée en 1969 par le SGR/PRC pour le Ministère de l'agriculture (S.R.A.E.), fascicule 10 de l'Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-Est de la France ⁽¹⁾

Une étude des ressources en eau de la basse vallée de l'Arc, comportant sondages et prospection géophysique, a été réalisée en 1959 pour le compte du Ministère de l'agriculture. Les données en ont été synthétisées par le professeur Cl. GOUVERNET ⁽¹⁾.

(1) cf. bibliographie

CANAUX: Irrigations

Ont été utilisées des données fournies par:

- le Ministère de l'agriculture (Direction générale de l'espace rural, Service de l'hydraulique, équipements existants à la date du 31 décembre 1966).
- L'O.R.E.A.M. (Aire métropolitaine marseillaise - étude des zones agricoles et rurales ⁽¹⁾)
- La D.D.E et la D.D.A. des Bouches du Rhône (l'eau dans les Bouches du Rhône ⁽¹⁾)

1.3. - TRAVAUX SUR LE TERRAIN

L'inventaire sur le terrain des sources existantes a été réalisé. L'inventaire des puits a été limité aux zones d'épandage alluvial (110 ouvrages). 25 mesures de teneurs en chlorures et 35 de résistivité ont été effectuées.

Ces travaux avaient pour but l'établissement d'une carte de la surface piézométrique et un essai de définition de l'accroissement de la minéralisation au voisinage de l'Etang de Berre.

Une campagne de jaugeages étendue sur une année (mesures bi-mensuelles) a été effectuée (13 points de mesure). En outre, 8 stations (dont 2 sur l'Arc) ont été relevées 2 fois en étiage.

Le programme de jaugeage avait été défini dans la perspective de la réalisation d'un essai de bilan du plateau calcaire du Réal-Tort où l'on soupçonnait l'existence de pertes du canal de Marseille à la traversée du massif.

L'autre unité calcaire importante de la région étudiée, celle du massif de la Nerthe, baignée au Sud et à l'Ouest par la mer, ne présente pas d'exutoire mesurable.

(1) cf. bibliographie

CHAPITRE 2

DONNEES GENERALES

GEOGRAPHIE ET GEOLOGIE

2.1. - SITUATION, LIMITES, STRUCTURE (annexes 1, 2, 3)

Les limites de la dépression de l'Etang de Berre à l'Ouest de Marseille sont bien définies; elles ont été décrites précédemment (cf. introduction).

L'étude hydrogéologique de la chaîne de la Fare qui limite la dépression au Nord a été réalisée dans le cadre du bassin de la Touloubre; celle des collines de Saint Chamas, Istres et Saint Mître à l'Ouest, dans le cadre de la Crau.

Le massif du Réal-Tort au Nord Est est un vaste plateau calcaire à l'altitude de 200 m, descendant en gradins successifs vers l'Etang de Berre à l'Ouest, et en pente douce à l'Est vers le Grand Vallat affluent de rive gauche de l'Arc.

La chaîne de la Nerthe allongée entre l'Etang et la mer voit son altitude décroître de 270 m à l'Est à 150 m à l'Ouest. Deux dépressions d'origine tectonique s'alignent selon son axe (Le Rove et Saint Pierre les Martigues).

2.2. - HYDROGRAPHIE (annexe 4)

L'Arc a un bassin versant de 720 km² (longueur du cours: 80 km). Au débouché du bassin d'Aix (plaine des Milles) la rivière recoupe en gorges étroites le massif calcaire du Réal-Tort puis la vallée s'ouvre largement au Sud du massif de la Fare. Les dépôts alluviaux anciens s'avancent en pointe dans l'Etang, rejetant au Nord le cours actuel.

Le débit minimum est de l'ordre de $2 \text{ m}^3/\text{sec}$, mais les crues sont importantes: $130 \text{ m}^3/\text{sec}$ en décembre 1960 (crue biennale).

A la partie nord-ouest de l'Etang se jette la Touloubre (bassin versant de 420 km^2 ; débit moyen en 1972 : $4 \text{ m}^3/\text{sec}$; débit minimum $2,1 \text{ m}^3/\text{sec}$ débit maximum $6,8 \text{ m}^3/\text{sec}$). Ce secteur a fait l'objet de l'étude précédemment effectuée (zone nord de l'Etang de Berre).

Au Sud du massif du Réal-Tort deux ruisseaux s'écoulent parallèlement d'Est en Ouest vers l'Etang et confluent à Marignane: ce sont la Cadière (17 km de longueur) issue d'une source importante (l'Infernet) située en bordure du massif et le Raumartin.

Dans le massif de la Nerthe le Relaille draine d'Est en Ouest le fossé de Saint Pierre. Le versant méridional maritime ne comporte que de petits bassins côtiers très réduits.

2.3. - VEGETATION NATURELLE ET CULTURES

Les massifs calcaires (Réal-Tort, Nerthe) sont arides. Les incendies ont ravagé la couverture forestière (genevriers, chênes verts et surtout pins d'Alep).

Dans les plaines alluviales, l'olivier et la vigne étaient autrefois développés en pied de coteau ou terre non irrigable; ils sont en forte régression. Les cultures maraîchères et vergers irrigués sont très développés surtout dans la basse vallée de l'Arc (pompage sur nappe et dérivation de l'Arc) et sont importants mais en régression dans les plaines de Châteauneuf les Martigues et Marignane (pompage sur nappe et canal de Marseille).

La surface agricole utilisée - non comprise la rive ouest des collines de Martigues à Saint Chamas - est de $8\ 110 \text{ ha}$ ($3\ 500 \text{ ha}$ de cultures permanentes, $2\ 900 \text{ ha}$ de terres labourables, $1\ 100 \text{ ha}$ de cultures maraîchères et sous serres, 500 ha de prairie naturelle et parcours).

2.4. - HABITAT ET INDUSTRIE

Secteur prédisposé au développement industriel (abris portuaires, aérodrome, grand axe routier et ferroviaire au Nord, autre axe routier et ferroviaire au Sud), l'Etang de Berre a vu ce développement s'accélérer encore avec la création à l'Ouest du complexe portuaire et industriel de Fos.

INDUSTRIES:

Raffineries et pétrochimie à Berre et Lavéra
Construction aéronautique (Aéro Spatiale) à Marignane
Construction navale à Port de Bouc
Chaux, cimenteries
Carrières (dolomie et calcaire)
Plâtrières (exploitation de gypse de Saint Pierre)
Extractions de graviers (matériel alluvial)
Ateliers de montage et stockage dans la zone industrielle de Vitrolles.

Le tourisme a pu, malgré le développement industriel, se maintenir et même se développer le long de la côte bleue (littoral de la Nerthe).

HABITAT

Son développement suit à un rythme rapide l'expansion industrielle: grands complexes immobiliers autour de Martigues, Marignane et Berre, habitations isolées et aussi résidences secondaires sur la côte bleue et sur le versant oriental du Réal-Tort.

Expansion industrielle et urbaine vont de pair avec un accroissement des nuisances dont la moindre n'est pas celle de la pollution des eaux (Etang, rivières et nappes).

2.5. - CLIMATOLOGIE (annexe 5)

2.5.1. - Climat et vents

La région est située à proximité du littoral et le climat méditerranéen y est très influencé par le voisinage de la mer. Le caractère est provençal, marqué par la maîtrise du mistral, un ensoleillement très important et une grande luminosité. Les précipitations sont liées surtout aux vents d'Est.

2.5.2. - Précipitations

Les tableaux (annexe 5a et 5b) donnent les valeurs des précipitations mensuelles de 1946 à 1973 à Aix en Provence et de 1967 à 1973 à Martigues et Marignane.

Les pluies se manifestent essentiellement à l'automne (octobre à décembre) et au début du printemps, en février (précipitations moins importantes). La période sèche va de juin à septembre. La valeur moyenne des précipitations à Aix en Provence est de :

655 mm pour la période 1931 - 1960

669 mm pour la période 1960 - 1972

Le tableau ci-dessous donne la valeur des moyennes annuelles pour quatre stations de 1967 à 1973 inclus.

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Aix M.N.	252,1	679,1	633,1	469,4	585,8	985,0	600,0
Istres	220,7	525,8	635,3	405,9	612,3	939,3	846,0
Marignane	221,7	645,5	624,0	498,2	562,5	895,3	730,2
Martigues	250,9	699,0	665,2	481,6	538,4	920	755,2

Les tableaux annexes 5c et 5d donnent les valeurs des précipitations mensuelles par décades pour les années 1972 et 1973.

2.5.3. - Températures

La température moyenne mensuelle à Marignane pour la période 1931 - 1960 est la suivante:

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
5,7	6,8	10,0	12,7	16,5	20,4	23,0	22,6	19,9	15,1	10,3	7,0	14,2

Le tableau annexe 5e donne les températures moyennes par décades pour l'année 1973 pour Aix, Istres et Marignane.

Les températures moyennes annuelles pour ces trois villes sont les suivantes pour les années 1972 et 1973

	1972	1973
Aix	12,5	12,5
Istres	14,1	14,1
Marignane	14,7	14,7

2.5.4. - Insolation

Le tableau ci-dessous donne les valeurs mensuelles à Istres et Marignane pour la période 1926 - 1935 en heures:

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
Istres	160	175	213	257	304	336	372	318	268	224	149	146	2923
Marignane	149	164	200	239	289	319	366	318	265	215	140	136	2800

Le tableau annexe 5 f donne les valeurs décadales de l'insolation à Aix en 1972 à 1973 (en heures).

2.5.5. - Evapotranspiration - Bilans hydrologiques

L'évapotranspiration potentielle d'un sol représente la quantité d'eau qui serait évaporée et transpirée si les réserves d'eau étaient suffisantes pour compenser les pertes maximales. L'évapotranspiration réelle est, par contre, essentiellement fonction de l'alimentation en eau, donc du degré d'humidité du sol, compte-tenu des précipitations et de la température.

Diverses formules permettent le calcul de l'évapotranspiration; elles font intervenir soit les précipitations et la température (Thorntwaite et Turc annuelle) soit la température et l'insolation (Turc mensuelle). En climat méditerranéen la formule de Thorntwaite donne des valeurs plutôt sous-estimées.

On a rassemblé pour les années 1972 et 1973 les éléments nécessaires au calcul de l'évapotranspiration selon la formule de Turc mensuelle pour trois stations (précipitations et températures décadaires, heures d'insolation) A partir de ces données, les bilans d'eau ont été calculés sur ordinateur au B.R.G.M. (programme TURCDECA).

Les tableaux des résultats sont archivés au SGR/PRC. Les résultats essentiels sont condensés dans le tableau ci-après (bilans hydriques).

D'autre part, pour la station de Marignane, un histogramme hydrique a été établi (cf. annexe 5g).

BILANS HYDRIQUES - FORMULE DE TURC, PERIODICITE DECADEIRE

	PRECIPITATIONS	TEMPERATURE	E.T.P.	E.T.R.	(APPORT SUPPLEMENTAIRE NECESSAIRE) - DEFICIT	EXCEDENT D'ECOULEMENT	RESERVE UTILE		
							DEBUT ANNEE	FIN ANNEE	
Aix 1972	983	12,5	925,4	575	350,4	407	99	100	Turc mensuelle
Aix 1973	600	12,5	963,1	444,4	518,7	155,6	100	100	
Marignane 1972	902	14,7	1007,5	563,9	443,6	338,1		100	Turc mensuelle
Marignane 1973	728	14,7	1060,5	503,3	557,3	224,7	100	100	
Istres 1972	938	14,1	985,1	607,4	337,7	330,6		100	Turc mensuelle
Istres 1973	846	14,1	1029,9	596,9	433,1	249,1	100	100	

2.6. - CANAUX (annexe 6)

2.6.1. - Dérivations extérieures au bassin

L'ARC:

Le canal de la Fare les Oliviers (prise en rive droite à l'aval du Moulin du Pont, au Sud de Coudoux) dérive 350 l/sec pour usage agricole uniquement.

Le canal de la Bosque de Berre dérive 150 l/sec pour usage agricole (irrigations en rive droite à l'aval de la R.N. 115).

Le canal de Gordes à Berre (prise en rive gauche à l'amont du Pont de la Fare- R.N. 115) dérive 564 l/sec dont 275 l/sec à usage industriel (pétrochimie de Berre).

De plus, des pompages riverains utilisent directement l'eau de la rivière.

LA CADIÈRE;

Ruisseau essentiellement alimenté par la source de l'Infernet. Trois anciennes associations syndicales utilisent l'eau par dérivation pour l'irrigation mais les cultures régressent ici devant l'habitat.

LE RAUMARTIN:

Son débit est très faible et n'est utilisé que pour quelques irrigations d'appoint

LA DURANCOLE:

Rivière issue de la source de Calissanne au pied de la chaîne de la Fare (débit moyen 760 l/sec en 1972), ne peut être que partiellement utilisée pour l'irrigation à cause de la forte teneur en chlorures (>600 mg/l).

2.6.2. - Apports extérieurs

CANAL DE MARSEILLE

La prise est en Durance à la chute de Saint Estève à la cote 190.
La dotation est de 15.118 l/sec.

Le canal arrive dans la zone de l'Etang de Berre à l'Est de Coudoux après avoir traversé le massif de Vernègues et la chaîne de la Fare. Il traverse, avec de courts passages en souterrain, le massif de Roquefavour en rive droite de l'Arc, franchit la rivière sur le grand aqueduc de Roquefavour, traverse la partie nord du massif du Réal-Tort (en partie en souterrain) pour déboucher dans le bassin du Réal-Tort, puis franchit les reliefs du Sud du plateau par un long souterrain et arrive à l'usine de traitement des Giraudets à l'Est des Pennes Mirabeau. Au-delà il franchit en souterrain la chaîne de la Nerthe vers Marseille.

Prises principales:

- A Coudoux la prise de la Société du Canal de Provence alimente en eau toutes les industries du secteur de Berre et la station de traitement des Barjaquets.
- Aux Giraudets, prise de l'usine de traitement du Syndicat intercommunal de l'Ouest de Marseille et prise du canal de Provence alimentant en eau brute les industries du secteur de Lavéra et les communes du littoral de la Nerthe par l'intermédiaire de la station de traitement de Valtrede

Débits distribués dans la zone de l'Etang de Berre (Industrie, AEP, irrigation)

Canal de Provence à Coudoux	350 l/sec
Coudoux, la Fare, Velaux, Ventabren	28 l/sec
Berre	47 l/sec
Rognac, les Pennes	32 l/sec
Vitrolles ville	46 l/sec
Vitrolles industrie	43 l/sec
Canal de Provence aux Giraudets	450 l/sec
Le Rove, Ensues, Carry le Rouet, Sausset	77 l/sec
Marignane	57 l/sec
Châteauneuf les Martigues	36 l/sec
Gignac - Saint Victoret	29 l/sec
	<hr/>
Total	1 195 l/sec

CANAUX AGRICOLES DE CRAU

Prise en Durance à Malemort, passage au seuil de Lamanon. La dérivation (canal de Martigues) d'un de ces canaux (canal du Congrès) alimente Martigues en eau après traitement concurremment avec le canal de Marseille (180 l/sec en tout).

2.7. - IRRIGATIONS

D'une façon générale elles sont en régression en raison de l'extension de l'habitat. La surface irriguée est de 2 500 ha pour Berre nord (vallée de l'Arc et bassin de Rognac) avec un débit utilisé de l'ordre de 1 400 l/sec dont 60 seulement provenant du canal de Provence et le reste des pompages de la nappe (de l'ordre de 500 l/sec) et des dérivations de l'Arc (800 l/sec).

Dans le secteur Berre sud (plaines de Marignane et Châteauneuf) la superficie est de 2 600 ha, le débit utilisé est de 555 l/sec dont 255 en provenance du canal de Provence et 300 en provenance du ruisseau de la Cadière et de la source de Font Marignane.

Les superficies se répartissent ainsi:

SURFACES IRRIGUEES	DEBIT l/sec	SURFACES THEORIQUES (ha)	SURFACES EFFECTIVES (ha)	
<u>Berre nord</u>				
Ventabren(partiel)	150	350	300	Sté canal de Provence
Ventabren(partiel)	50	130	100	Canal de Marseille et
Velaux	-	250	210	Sté canal de Provence
Rognac	-	150	130	Canal de Provence
Coudoux	50	250	210	Canal de Marseille
La Fare	350	500	420	Arc
Berre	500	1 700	1 400	nappe
	<u>1 100</u>	<u>2 980</u>	<u>2 770</u>	
<u>Berre sud</u>				
Vitrolles		450	380	Canal de Marseille
St Victoret		200	170	Sté Canal de Provence
Les Pennes(partiel)		550	470	Sté Canal de Provence
Les Pennes (partiel)	255	150	130	Sté Canal de Provence
Gignac		600	510	Sté Canal de Provence
Châteauneuf		500	420	Sté Canal de Provence
Marignane	300	350	300	La Cadière
	<u>555</u>	<u>2 800</u>	<u>2 380</u>	

2.8. - GEOLOGIE

2.8.1. - Cadre (annexes 3 et 7)

Le secteur de l'Etang de Berre appartient à la Provence calcaire occidentale.

Structuralement, l'Etang occupe l'axe d'un synclinal très plat orienté Ouest-Est entre deux chaînes anticlinales complexes, celle de la Fare au Nord, celle de la Nerthe au Sud, de même orientation Est-Ouest. A l'Est de l'Etang, installé sur des terrains argileux appartenant au Crétacé supérieur - et dans l'axe synclinal, l'érosion a isolé le massif du Réal-Tort qui correspond à des terrains plus récents (calcaires et argilolites de l'Eocène).

2.8.2. - Stratigraphie

Les deux colonnes stratigraphiques de l'annexe 8, intéressant l'une le Secondaire marin, l'autre le Secondaire continental et le Tertiaire, donnent la succession des terrains rencontrés.

Au Trias correspondent des dépôts lagunaires (évaporites) qui n'apparaissent que le long d'accidents tectoniques dans la chaîne de la Nerthe.

Pendant tout le Jurassique (dont les dépôts affleurent seulement à l'extrémité orientale de la Nerthe) la région est immergée; la sédimentation est calcaire, ou marno-calcaire, puis marneuse et, à la fin, la profondeur de la mer diminuant, uniquement calcaire et récifale. Au Crétacé inférieur les dépôts, toujours marins, sont marno-calcaires, ou calcaires, et très épais par suite de la subsidence qui affecte les fonds marins. Au Crétacé moyen, se dessine un mouvement d'émersion et on assiste à la mise en place des chaînes de la Nerthe et de la Fare (Isthme Durancien entre Massif Central et Massif des Maures); il y a karstification des formations carbonatées émergées (et sur la surface d'érosion, dépôt de la bauxite dans la région située au Nord et à l'Est du secteur de Berre).

- *Première phase tectonique provençale (Maëstrichtien)*

Au Crétacé supérieur le pli de la Nerthe s'accuse mais au Nord se poursuit la sédimentation marine (Santonien); puis la régression marine s'accroît et les faciès lagunaires ou lacustres succèdent aux faciès marins. Cette sédimentation est troublée par des reprises des mouvements orogéniques qui provoquent la formation de dépôts détritiques grossiers ou de brèches.

- *Phase provençale majeure (supra Eocène)*

C'est la phase tectonique majeure; elle se situe à la limite de l'Eocène et de l'Oligocène et est caractérisée dans la Nerthe par des mouvements tangentiels (écaillage).

L'érosion apparaît aussitôt très active et des dépôts lacustres ou détritiques s'accumulent dans un bassin situé au Nord-Est (bassin d'Aix).

- *Phase tectonique oligocène*

Des mouvements tectoniques de faible amplitude (fossés d'effondrement) se produisent encore à la limite du Stampien et de l'Aquitainien puis la mer miocène envahit l'Ouest de la région sous l'effet d'un enfoncement de la plateforme dans cette direction.

- *Contrecoups alpins*

A la fin du Miocène on assiste à la régression, par paliers, de la mer; ce retrait est en relation avec les mouvements pontiques qui sont à rattacher aux mouvements alpins dont ils représentent le contre coup local.

Les mouvements pontiques sont également responsables d'une forte érosion qui rajeunit les reliefs et arase certains dômes calcaires. Les karsts, déjà formés au moment du dépôt de la bauxite, ont pu acquérir un nouveau développement.

La transgression marine pliocène n'a pas atteint l'Etang de Berre. La dépression actuellement occupée par l'Etang est le fait de l'érosion quaternaire en liaison avec des variations du niveau de la rive dont l'un a atteint - 30 m par rapport au zéro actuel.

2.8.3. - Structure

Les coupes. (annexe 7) mettent en évidence la structure de la région, simple au Nord de la Nerthe, complexe dans cette dernière chaîne.

La structure de la Nerthe a toujours été très discutée. Le sondage pétrolier de la Folie ⁽¹⁾ rencontrant le Crétacé sous le Jurassique n'a pas éclairci définitivement le problème et n'a pas, en particulier, défini la position du Crétacé de la Folie (au Nord de Sausset) apparaissant "en fenêtre" sous l'Urgonien.

G. GUIEU, au terme d'une étude tectonique de l'ensemble du bassin de Marseille distingue dans la Nerthe:

- 1°) une série normale "I" au Sud Est (massif anticlinal jurassique de la Nerthe proprement dite à l'Est) se rattachant à la chaîne de l'Etoile à l'Est et chevauchant vers le Nord.
- 2°) Une série autochtone "II" au Nord constituant le flanc sud du synclinal de Berre.
- 3°) Une zone d'écaillés renversées chevauchantes "III".

(1)

X 824,07 Y 120,46 Z 25. Le forage a traversé de 0 à 633 du Jurassique supérieur, de 633 à 975 du Crétacé inférieur sous un contact anormal et avec des répétitions de série. n° B.R.G.M. 1043.1.27

C H A P I T R E 3

RESSOURCES
EN EAU SOUTERRAINE

3.1. - NOTIONS DE RESERVE ET DE RESSOURCES EN EAU *

Réserve des eaux souterraines - définition

La réserve représente le volume d'eau de gravité emmagasiné dans un aquifère à un instant donné; elle est égale à la quantité d'eau libre contenue dans un réservoir, déterminée par le volume de la structure hydrogéologique et la porosité efficace ou le coefficient d'emmagasinement. Elle s'exprime en unités de volume, généralement en millions de mètres cubes.

Variation de la réserve dans les aquifères libres et valeurs moyennes

Dans les nappes libres, les fluctuations annuelles et interannuelles de la surface piézométrique entraînent des modifications de volume de l'aquifère, donc de la quantité d'eau emmagasinée. Il est ainsi possible de définir plusieurs types de réserve (tableau ci-dessous et annexe 9)

DEFINITION DES TYPES DE RESERVE EN FONCTION DES FLUCTUATIONS
DE LA SURFACE PIEZOMETRIQUE

DEFINITION DE LA RESERVE	PERIODE HYDROLOGIQUE DE REFERENCE	SURFACE PIEZOMETRIQUE DE REFERENCE
Réserve maximale ou totale Réserve minimale Variation annuelle de la réserve	année hydrologique	maximale minimale ou étiage maximale et minimale
Réserve maximale moyenne ou totale moyenne Réserve permanente Variation annuelle moyenne de la réserve	année hydrologique moyenne	maximale moyenne minimale moyenne maximale moyenne et minimale moyenne

* Texte de M. ALBINET et G. CASTANY - Evaluation rapide et cartographie des ressources en eaux souterraines - Bull. B.R.G.M. (2), III, 2 - 1972

Volume d'eau disponible dans l'aquifère

Le volume d'eau disponible dans un aquifère est égal au débit global annuel moyen de l'écoulement souterrain, pondéré de la variation moyenne inter-annuelle de la réserve en eaux souterraines.

Ressources en eaux, définitions

Les ressources représentent le volume d'eau disponible pour l'exploitation. Elles sont déterminées par la réserve totale moyenne et son renouvellement (donc la variation de la réserve moyenne inter-annuelle en eaux souterraines), le débit de l'écoulement souterrain global annuel moyen, le rendement technique des ouvrages de captages, les conditions économiques imposées (prix de revient, politique de l'eau) et la préoccupation de leur conservation en qualité et en quantité. Elles sont exprimées en millions m³/an. Les ressources en eaux globales sont égales au débit d'écoulement global des cours d'eau, Q, du bassin considéré, mesuré aux stations de jaugeage ou calculé, c'est à dire à la somme du débit de l'écoulement de surface, Q_r et du débit de l'écoulement souterrain global Q_w, pondéré par la variation de la réserve en eaux souterraines dW, soit:

$$\text{Ressources en eaux globales} = Q = Q_r + Q_w + dW$$

Les ressources en eaux globales sont fractionnées arbitrairement en ressources en eaux souterraines et en ressources en eaux de surface (annexe 9).

Les ressources en eaux souterraines représentent la quantité d'eau maximale, prélevable dans un aquifère, ou un bassin hydrogéologique, pendant une période définie, dans des conditions techniques et économiques acceptables. Elles ne peuvent être conçues indépendamment des ressources en eaux globales. Par convention, les ressources en eaux souterraines globales sont égales, en première approximation, au débit de l'écoulement souterrain annuel moyen. Ce dernier, égal à la totalité du volume d'eau sortant de l'aquifère, peut être assimilé au débit des émergences dans les cours d'eau du bassin considéré.

Ressources et utilisation de la réserve. Réserve utilisable

Les prélèvements sur la réserve assurent la régularisation des débits d'exploitation. Le volume d'eau ainsi extrait peut être appelé la réserve utilisable (Mme O. DELAROZIERE - BOUILLIN et J.MARGAT, 1969).

Moyennes

Les variations inter-annuelles des données hydrologiques, débit d'écoulement global annuel moyen, module spécifique d'écoulement moyen annuel, débit de l'écoulement souterrain global moyen annuel, variation de la réserve annuelle des eaux souterraines nécessitent, pour les prévisions, le calcul de moyennes inter-annuelles rapportées à une période de référence. Celle-ci en général fixée à 10 ans, peut être exceptionnellement réduite à 4 - 5 ans. Nous obtenons ainsi le débit de l'écoulement global moyen inter-annuel. Dans chaque cas, les précautions nécessaires sont prises pour limiter les erreurs (corrélations avec le coefficient d'hydraulicité, contrôle par la lithostratigraphie, etc.).

Facteurs de l'écoulement global et de son fractionnement en écoulement de surface et en écoulement souterrain

Le débit de l'écoulement global et son fractionnement en ses deux composants, l'écoulement de surface et l'écoulement souterrain, sont régis par cinq groupes de facteurs conditionnels:

- caractéristiques des précipitations: intensité/durée, nature (pluie, neige)
- caractéristiques géologiques du sol: lithologie des terrains, perméabilité verticale, structures;
- caractéristiques morphologiques du sol: morphométrie, pentes, relief, dynamique des sols
- caractéristiques hydrogéologiques: humidité de la zone non saturée, profondeur de la surface piézométrique, paramètre des roches réservoirs et des structures hydrogéologiques;
- caractéristiques de la couverture végétale

Ces facteurs, interférant, peuvent être ramenés à trois grands ensembles:

- hydroclimatologie - hydrométrie
- géomorphologie appliquée
- géologie

3.2. - SYSTEMES AQUIFERES

3.2.1. - Données générales

Les argiles et cargneules du Trias affleurent toujours le long d'accidents tectoniques majeurs; les terrains sont toujours broyés, donc perméables. Cependant, ces accidents affectent des séries calcaro-dolomitiques beaucoup plus perméables; ils peuvent donc jouer localement un rôle de compartimentage.

Le Lias affleure très peu (extrémité orientale de la chaîne de la Nerthe). Les marnes du Bajo Bathonien sont pratiquement imperméables, les sondages les ayant traversé n'ont rencontré aucune venue d'eau (1)

L'ensemble des assises calcaro-dolomitiques, du Callovo-Oxfordien au Bédoulien inclus, est perméable par rissure: cette série constitue l'essentiel de la chaîne de la Nerthe. Cependant les calcaires marneux du Callovo Oxfordien et de l'Argovien sont vraisemblablement très peu perméables en profondeur en dehors des zones de fractures sur d'importants accidents: c'est ainsi qu'à l'Est de Septèmes les Vallons, dans le vallon de Fréguyères quelques puits existent dans un matériel alluvial très peu développé drainant, à des cotes élevées, la zone d'altération des calcaires marneux. L'hydrogéologie du massif de la Nerthe sera étudiée plus loin.

Le Néocomien marneux est trop peu épais pour assurer un compartimentage hydraulique. Cependant localement des points d'eau (puits de la Vesse au Nord de la calanque de Niolon) peuvent exister au niveau des marnes de l'Hauterivien inférieur.

(1) Les données hydrogéologiques fournies par les ouvrages de reconnaissance figurent sur la carte d'implantation des sondages (annexe 10) et l'inventaire des sondages ayant fait l'objet d'observations hydrogéologiques à l'annexe II

Les marnes du Gargasien et de l'Albien sont imperméables (1). L'ensemble des calcaires à Rudistes, avec niveaux gréseux à la base, du Cénomaniens au Coniacien est perméable par fissures; cependant la perméabilité est assez faible: dans le secteur de Lavéra les cavités destinées au stockage souterrain de gaz ont dû être creusées sous le niveau hydrostatique sans venues d'eau importantes.

Les grès turoniens sont perméables au Nord de l'Etang de Berre.

Le Valdo-Fuvélien affleure peu (Martigues et Coudoux). L'alternance de marnes sableuses et de calcaires marneux est imperméable; presque tous les sondages exécutés pour l'autoroute Salon - Aix ont recoupé des circulations. Les anciennes galeries d'exploitation de lignite près de Coudoux ont rencontré des venues d'eau. Cependant, cette perméabilité est bien inférieure à celle des alluvions de l'Arc qui reposent sur le Valdo-Fuvélien.

Les brèches marnes et poudingues du Bégudien sont peu perméables (1).

Les calcaires intercalés de marnes du Bégudien du massif de Berre nourrissent une source (Fontaine de Canourgue 1,5 à 2,5 l/sec) de même que ceux du petit massif de Ventabren (Font du Vicart ou l'Héritière 2 l/sec et puits du Saule). C'est le Bégudien à dominante marneuse qui constitue le substratum de l'Etang de Berre.

Du Rognacien supérieur au Lutétien se succèdent des ensembles calcaires et argileux constituant le massif dominant à l'Est l'Etang de Berre. Chaque ensemble calcaire constitue un système aquifère ayant ses exutoires. Cette série sera étudiée plus loin.

Les argiles et gypses de l'Oligocène inférieur du fossé de Saint Pierre les Martigues sont pratiquement imperméables; les exploitations de gypse n'y rencontrent que de très faibles venues d'eau. Les argiles oligocènes à lits gréseux ou conglomératiques de la plaine des Milles, au N.E. de la région étudiée, sont très peu perméables.

(1) Le tunnel du Rove - à la cote 0 - rencontre de faibles venues d'eau - sur des accidents - dans l'Albien (ainsi que dans les marnes et poudingues du Bégudien).

Les molasses miocènes sont perméables: elles sont drainées vers la mer.

Les alluvions anciennes et récentes développées dans la basse vallée de l'Arc, les plaines de Châteauneuf et Martigues, constituent les seuls systèmes aquifères importants connus et utilisés.

3.2.2. - La Chaîne de la Nerthe

Le log stratigraphique de l'annexe 8 décrit la succession lithologique de l'ensemble aquifère de bas en haut:

- 300 m de calcaires marneux (Callovo - Argovien)
- 450 à 500 m de calcaires et dolomies massives (Séquanien-Berriasien)
- 350 m de calcaires et calcaires marneux (Berriasien - Hauterivien) dont 60 m seulement de calcaires argileux avec marnes (Hauterivien inférieur)
- 500 m de calcaires massifs (Barrémien Urgonien Bédoulien)

Il n'existe pratiquement aucun point d'eau dans toute l'étendue calcaro-dolomitique de la chaîne de la Nerthe. Le drainage se fait vers la mer (rivages sud et ouest). Le tunnel maritime du Rove a rencontré des venues d'eau très importantes à peu de distance du littoral sud (330 l/sec voir coupe annexe 7d).

Vers le Nord, il ne paraît pas y avoir drainage vers l'Etang de Berre par les alluvions de la plaine de Châteauneuf (présence des marnes gargasiennes).

La tectonique complexe a des conséquences sur le comportement des circulations. En effet, (voir chapitre précédent, géologie et coupes annexes 7B et 7c) des terrains argileux (Aptien supérieur) sont repris dans les chevauchements ainsi que l'a montré le forage pétrolier de La Folie au Nord de Sausset.

Il semble bien y avoir compartimentage hydraulique, au moins relatif, entre les trois ensembles tectoniques définis:

- Secteur I (anticlinal de la Nerthe s.s.) il est drainé au droit du tunnel du Rove (330 l/sec)
- Secteur II (autochtone septentrional): il paraît drainé vers l'Ouest; un sondage (1042 5 2 au Nord de Saint Pierre les Martigues) indique un niveau hydrostatique à + 5; un autre, plus à l'Ouest (1042 4 3) profond

(235 m) à un niveau hydrostatique à + 1,5; il est proche du littoral.

- Secteur III, le compartiment à allure anticlinale des Chappats (chevauchement méridional) serait drainé latéralement vers l'Ouest et vers l'Est. Deux forages donnent une cote de niveau hydrostatique très voisine: La Folie (+ 13,5) et le sondage 1043 2 2 (+ 13); ce dernier point est très proche du littoral, mais au Nord d'un contact anormal, ce qui mettrait en évidence le rôle du chevauchement; à l'Ouest le sondage 1042 4 1, peu profond, à un niveau hydrostatique à + 1,6: il est très près du rivage occidental.

Le secteur au Sud du chevauchement méridional ⁽¹⁾ serait drainé au Sud vers la mer. Deux sondages, (1043 1 17 et 19) à proximité l'un de l'autre, donnent une indication sur la cote du niveau hydrostatique: + 4 et + 4,5; on ne se trouve qu'à 2 km au Sud de La Folie (niveau hydrostatique à +13,5) ce qui tendrait à prouver le rôle d'écran joué par les accidents chevauchants. Le débit de ces forages est faible (fissuration peu importante et impluviums réduits).

Sources sulfureuses et sources salées

A l'Ouest du Rouet, sur le littoral, une calanque est dénommée "des sources salées". Il n'existe pas d'écoulement, mais seulement une zone d'humidité, sur le contact Oligocène - Crétacé inférieur, sous la voie de chemin de fer. On se trouve ici sur une zone de contacts anormaux, séparant le chevauchement méridional de la zone des écaillles para-autochtones. L'origine de la salure peut être recherchée dans le Trias qui peut être présent dans un des plans de chevauchement.

A l'extrémité occidentale de la Nerthe, des sources sulfureuses sont connues le long du littoral:

- Au Sud de l'anse d'Auguette (X 815,89 Y 123,05) visibles en marée basse
- Dans l'anse de Lauzon (X 817,80 Y 120,83)
- Dans l'anse d'Arnette
- Dans le vallon de la Couronne, en amont de l'anse du Verdon (2 émergences vers X 819,80 Y 118,90)

Les émergences thermales sulfureuses de l'anse d'Arnette ont été étudiées par Cl. FROGET ⁽²⁾; ces eaux sont "responsables de dépôts gréseux

(1) Entre ce dernier et La Folie, un forage de 66 m (1043 1 18) a un niveau hydrostatique aberrant (29,28).

(2) Cl. FROGET cf. bibliographie

et pyriteux dans les anfractuosités de la cote et de dépôts sous-marins de soufre". Les exurgences, de nature karstique (réseau de la molasse miocène) sont tarées en été. L'auteur fait intervenir la circulation des eaux sur les marnes aptiennes, très riches en nodules de pyrite et l'élévation de température par des réactions chimiques exothermiques.

On peut observer aussi que:

- l'Oligocène gypseux est présent localement sous la molasse miocène, cependant à l'anse du Lauzon l'Oligocène n'est pas visible mais il peut être présent le long de l'accident affectant les calcaires du Crétacé inférieur.

3.2.3. - Massif de Vitrolles et du Réal-Tort (ou d'Arbois)

La coupe de l'annexe 7e montre la succession des terrains. Les calcaires inférieurs de Rognac, peu épais, sont aquifères (source du Cocou dans le ruisseau du Vallat neuf au Sud de Velaux, 1 l/sec). L'exutoire principal des calcaires supérieurs de Rognac est la Font Marignane, cote 25, débit moyen en 1973: 122 l/sec. Une autre petite source existe au pied de la barre calcaire au-dessus de Rognac.

Les calcaires de Vitrolles nourrissent deux petites émergences au pied de la falaise à l'Est de Rognac et des émergences temporaires existent dans les ravins affluents du vallon de Montvallon (ou ruisseau du Boudon); le débit du Boudon dépasse 100 l/sec sur d'assez longues périodes. En été il subsiste seulement un puits à Magenta.

Dans le Sud du massif (secteur de la Cadière) des calcaires apparaissent au sein des argilolites supérieures entre les calcaires de Vitrolles et ceux de l'Arbois - Réal-Tort: de petites émergences de faible débit existent à ces niveaux le long de la route Marignane - Réal-Tort (D 9). Ces niveaux calcaires prennent de l'importance vers le Sud et c'est à la base de ces niveaux que se situe la source de l'Infernet (débit moyen 340 l/sec en 1973) qui, à la cote 106, draine la quasi totalité des calcaires thanétiens (calcaires de Saint Marc) constituant le plateau d'Arbois-Réal-Tort.

Plus au Sud, la source de Sainte Marthe se situe au même niveau stratigraphique mais à une cote plus élevée (152 - débit moyen 18 l/sec en 1973); cette émergence draine la partie sud du plateau d'Arbois, séparée de

l'ensemble septentrional par un bombement anticlinal d'axe WSW - ENE relevant les argilolites inférieures. Au NE de cette petite unité se trouve la source de Fontaube à Callas.

Il n'existe pas d'autre émergence dans le plateau d'Arbois (la source de l'Arboussière au NW du bassin du Réal-Tort n'a qu'un faible débit). Par contre, au Nord du bassin le ruisseau de la Mérindole (vallée du Grand Torrent) a eu un débit moyen en 1973 de 355 l/s au confluent avec l'Arc⁽²⁾.

La bordure orientale du plateau d'Arbois - Réal-Tort est constituée par les calcaires de l'Yprésien - Sparnacien, disparaissant à l'Est sous les alluvions de la vallée du Grand Vallat affluent de l'Arc. Il n'existe que des sources de faible débit sur cette bordure (Source Trébillanne à Callas) et les jaugeages différentiels effectués en étiage ont montré qu'il ne s'effectuait pas de drainage par le Grand Vallat.

Au Nord, l'ensemble du système aquifère calcaire constitué par les assises de l'Eocène est limité par la profonde coupure de l'Arc. Les jaugeages différentiels effectués à l'étiage ont montré qu'il n'y avait pas drainage mais plutôt perte.

3.2.4. - Alluvions de la basse vallée de l'Arc

Les alluvions de la basse vallée de l'Arc emplissent une dépression qui prolongeait vers le Nord l'actuel étang. Le substratum est constitué par des terrains appartenant au Crétacé supérieur (marnes sableuses, calcaires marneux du Valdo-Fuvélien, calcaires marneux et marnes du Bégudien).

Le creusement de ce substratum, corrélativement aux variations du niveau de base durant le Quaternaire, a atteint la cote - 22 m dans le secteur nord (Sud de Calissanne). La composition du matériel alluvial est connue par une campagne de sondages de reconnaissance exécutée en 1959 pour le Ministère de l'agriculture et suivie par le Professeur Cl. GOUVERNET⁽¹⁾. Cet auteur distingue trois formations dans le matériel alluvial: (sondage 1020 2 9)

(1) Cl. GOUVERNET - Etude des ressources en eau de la basse vallée de l'Arc Faculté des Sciences Marseille 10 novembre 1959.

(2) Surverses du Canal de Marseille déduites.

- Au fond, et reposant sur le Fuvélien, 30 à 35 m de sable et d'argile sableuse avec niveaux plus argileux et dépôts tourbeux à la base
- Au-dessus, une dizaine de mètres de dépôts plus grossiers (éléments calcaires et gréseux, sables siliceux et menus galets)
- Enfin, 6 à 15 mètres de cailloutis calcaires à lits de limons, sable argileux.

Stratigraphiquement, ces formations sont équivalentes à celles de Crau; elles se terminent sur l'Etang de Berre par une berge de 2 à 3 m.

L'Arc lui-même encaisse son cours dans des formations limoneuses plus récentes qui s'étalent largement au voisinage de l'Etang.

D'amont en aval, les niveaux détritiques grossiers diminuent de puissance, des niveaux plus argileux augmentant d'épaisseur dans la partie supérieure: la nappe circulant dans les niveaux plus grossiers tend à devenir captive.

Dans le secteur amont, jusqu'à un kilomètre environ au NE de la voie ferrée, les cailloutis aquifères paraissent colmatés, les circulations ne s'opérant que dans des chenaux préférentiels.

A l'aval la perméabilité de l'ensemble de la formation aquifère est meilleure.

La carte de la surface piézométrique établie en 1973 montre une nappe s'écoulant en suivant la pente topographique en rive droite de l'Arc. Le drainage par le sillon alluvial de l'Arc n'est bien marqué qu'à deux kilomètres à l'aval de la RN 113.

A l'aval de la voie ferrée, la surface piézométrique suit la topographie: l'Arc coule sur la génératrice du cône de déjection; il n'y a plus drainage par la rivière, mais alimentation par elle.

L'étude des variations de la nappe a été réalisée en 1958 et 1959, on distingue:

- un secteur extrême amont (de part et d'autre de la RN 113) où l'influence des irrigations est sensible (amplitude de 1,5 à 2 m)
- un secteur amont (SE de Calissanne) à régime mixte (influence peu sensible des irrigations en fin de saison et des pluies de novembre); amplitude de 0,5 à 1,2 m
- un secteur central sans influence caractérisée et à amplitude de variation faible (maximum 0,75)
- un secteur aval où l'influence des pluies est marquée. Amplitude de variation très faible (maximum 0,50)

Dans le secteur amont les valeurs de perméabilité sont faibles, un seul essai a donné une valeur de $K = 0,9 \cdot 10^{-4}$ m/sec (transmissivité correspondante $3 \cdot 10^{-4}$ m²/sec).

A l'aval les valeurs de perméabilité seraient meilleures.

D'autre part, les sondages exécutés ont montré que le bedrock fuvelien était aquifère (avec eau en charge) mais les débits obtenus sont faibles.

Enfin, on a pu mettre en évidence un drainage du karst crétacé de la chaîne de la Fare par les alluvions, mais tous les sondages n'ont pas rencontré de venues d'eau dans les calcaires à Hippurites dans le secteur de Calissanne.

3.2.5. - Alluvions de la plaine de Marignane s.l.

3.2.5.1. - Plaine de la Cadière

C'est la plaine correspondant au bassin alluvial de La Cadière entre la voie ferrée et les premières pentes du plateau d'Arbois.

La nature du remplissage alluvial est connue par quelques sondages de reconnaissance. En général on a des alluvions sableuses sur 1 à 2 mètres

puis des éléments d'argilite gréseuse dans une matrice argilo-sableuse sur 3 à 4 mètres; dans les axes de drainage superficiel on a des limons puis des sables et graviers. L'épaisseur des alluvions est, dans l'ensemble, peu importante, comprise entre 3 et 6 mètres. La transmissivité est faible, sauf exception locale: les valeurs mesurées sont faibles ($T = 9.10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ à Font Blanche).

L'amplitude de variation est comprise entre 1 et 2 mètres. La carte de la surface piézométrique (octobre 1973) montre un drainage bien marqué par le ruisseau de La Cadière et son affluent le Boudon.

3.2.5.2. - Plaine de Marignane - Châteauneuf

Les puits sont peu profonds dans la région de Marignane. Dans la plaine de Châteauneuf, la profondeur des puits ne dépasse pas 7 mètres au Nord de la latitude de Châteauneuf: elle augmente au Sud (15 m). Ce chiffre doit correspondre approximativement à l'épaisseur des alluvions. Les coupes de puits mentionnent des sables et une "roche dure" qui correspond vraisemblablement à des cailloutis cimentés. Les alluvions au pied des reliefs de la Nerthe sont constitués par des cailloutis calcaires (éboulis cryoclastiques). Les éléments deviennent plus fins vers l'aval; ces dépôts sont exploités en carrière (matériaux routiers).

La carte de la surface piézométrique (mars 1973) montre un écoulement radial des reliefs vers le lac.

L'amplitude de variation n'est pas connue.

3.2.5.3. - Plaine de Saint Pierre-Saint Julien

Les alluvions recouvrent les gypses, argiles et bancs calcaires de l'Oligocène, peu perméables, conservés dans un fossé d'effondrement. La profondeur des puits atteint exceptionnellement 11 mètres mais dépasse souvent 10 mètres.

La carte de la surface piézométrique établie en mars 1973 montre une ligne de partage des eaux au lieu-dit "les Plaines" à l'Ouest

de Saint Julien. L'écoulement se fait d'une part vers l'Ouest (l'écoulement superficiel débouche en mer entre le Port de Ponteau et l'Anse du Lauron au vallon de l'Averon), d'autre part vers le SE (écoulement superficiel par le vallon de Vallat jusqu'à l'anse de Boumandariel). Le drainage selon les axes d'écoulement superficiel est très marqué.

- Vers le SE à l'aval de Saint Julien, la nappe doit être en partie drainée par les calcaires néocomiens
- Sur les bordures de la plaine, la nappe circule dans la zone d'altération de l'Oligocène.

On ne possède aucune donnée sur les valeurs de la perméabilité. Les débits instantanés des puits sont toujours faibles.

3.3. - RESSOURCES RENOUVELABLES POTENTIELLES

Elles correspondent au débit naturel augmenté de la capacité de stockage ou réserve.

Le module d'alimentation des nappes peut être estimé d'après l'analyse des données hydrométéorologiques et hydrométriques.

Les limites des bassins hydrographiques ainsi que les stations de jaugeages figurent à l'annexe 4.

Les limites des bassins hydrogéologiques - et les superficies correspondantes - figurent à l'annexe 13.

Les résultats des jaugeages figurent à l'annexe 14.

3.3.1. - Plateaux calcaires à l'Est de l'Etang de Berre

Cet ensemble inclut:

- le grand plateau d'Arbois ou du Réal-Tort
- les plateaux de Velaux, Vitrolles et Font Marignane
- le plateau de Saint Victoret et son prolongement la chaîne des Pennes
- la plaine de la Cadière

Les limites sont bien définies: au Nord et à l'Est, l'Arc et son affluent le Grand Vallat; à l'Ouest et au Sud des falaises calcaires.

La superficie est de 110 km² dont 88 km² de calcaires.

BILAN GLOBAL

Entrées:

Précipitations: excédent 225 mm ⁽¹⁾ sur 110 km ²	
24,7 . 10 ⁶ m ³ ou	785 l/sec
Ruisseau de la Clue (station 500) ⁽²⁾	10 l/sec
Pertes du canal de Marseille ⁽³⁾ sur 11 km	120 l/sec
Pertes du Grand Vallat de Cabriès: négligeables ⁽⁴⁾	
	Total
	915 l/sec

(1) Aix 155,5 mm

(2) Les jaugeages ont été effectués bi-mensuellement. Les valeurs de débit obtenues ne sont qu'une indication compte-tenu des variations climatiques existantes. Compte-tenu de la longueur de la période sèche, le débit d'étiage semble pouvoir être approché correctement; par contre, le débit maximal observé ne peut être qu'inférieur, ou au plus égal, au débit maximal instantané réel. Si l'on se réfère à la comparaison des résultats, lors de l'étude des bassins du Caramy et de l'Issole, entre une station bimensuelle (B.R.G.M.) et une station continue (S.C.P.) on constate que la marge d'erreur est faible (10%) lorsqu'on considère les débits moyens annuels

(3) La valeur des pertes admise est de 11 l/sec au km (il y a 500 l/sec de pertes sur 45 km entre les bassins de Saint Christophe et du Réal-Tort). Les pertes s'effectuent essentiellement dans les parties à ciel ouvert (dans les tunnels il y a plutôt apport d'eau).

(4) D'après les résultats des jaugeages différentiels effectués à l'étiage (stations 500 - 510 - 520).

Sorties:

Source de Sainte Marthe (stations 25 et 26)	18 l/sec
Font Marignane (station 40)	123 l/sec
Petites sources diverses à la périphérie Ouest et Est	15 l/sec
Ruissellement:	
La Cadière (issue de la source de l'Infernet) (station 30)*	427 l/sec
Ruisseau de la Baume sur le Réal-Tort (stations 545 - 540)	10 l/sec
Ruisseau de la Mérindole (station 550).....	355 l/sec
Vallat des Vignes (station 570)	2 l/sec
Vallat de Monsieur (station 1)	9 l/sec
Vallat de Malega (station 2)	4 l/sec
	<hr/>
	953 l/sec

Le bilan est sensiblement équilibré.

Si l'on tente l'établissement par fraction du bassin les résultats sont les suivants:

3.3.1.1. - Plateau d'Arbois - Réal-Tort (superficie 60 km²)

Entrées:

Précipitations: excédent 225 mm sur 60 km ² , soit 13,5 . 10 ⁶ m ³ ou..	430 l/sec
Pertes du canal de Marseille - 11 l/sec sur 1 km	120 l/sec
Ruisseau de la Clue (station 500)	10 l/sec
	<hr/>
	Total entrées 560 l/sec

Sorties:

Source de Sainte Marthe (stations 25 et 26).....	18 l/sec
Source de l'Infernet (station 40)	340 l/sec
	<hr/>
	Total émergences 358 l/sec

* Le drainage des alluvions de la plaine de la Cadière par le ruisseau est pratiquement nul; la différence : station 30 - (20+28) est plutôt négative; il y a dérivation pour irrigation sur la plaine où joue l'E.T.P.

Ruissellement

Mérindole (station 550).....	355 l/sec
Ruisseau de la Baume sur le réservoir du Réaltort (stations 540 et 545)	10 l/sec
	<hr/>
Total ruissellement	365 l/sec
Total sorties	723 l/sec

Le bilan n'est pas équilibré; les sorties sont excédentaires (163 l/sec).

Le coefficient brut d'infiltration des calcaires serait de 0,5 (précipitation 730 mm sur 60 km² ou 1390 l/sec, débit des émergences 713 l/sec si l'on considère le débit du ruisseau de la Mérindole comme un drainage des calcaires)

3.3.1.2. - Plateaux de Vitrolles, de Font Marignane et de St Victoret

Superficie 35 km² dont 24 km² de calcaires

Entrées:

Précipitations, excédents 225 mm ou $7,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ou	250 l/sec
Source de l'Infernet (station 20)	340 l/sec
	<hr/>
Total entrées	590 l/sec

Sorties:

Font Marignane (station 40)	123 l/sec
Ruisseau de la Cadière (station 30)	427 l/sec
Petites sources au-dessus de Rognac.....	5 l/sec
	<hr/>
Total sorties	555 l/sec

Les sorties sont déficitaires (35 l/sec).

Le coefficient d'infiltration brut des calcaires serait de 0,20 (entrées 730 mm sur 24 km² soit $17,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ou 575 l/sec sorties Font Marignane et petites sources de Rognac - 128 l/sec)

3.3.1.3. - Plateau de Velaux

Superficie 15 km² dont 4 km² de calcaires

Entrées

Exédent 225 mm sur 15 km² soit 3,37. 10⁶ m³ ou 105 l/sec

Sorties

Petites sources	5 l/sec
Vallat des Vignes (station 570)	2 l/sec
Vallat de Monsieur (station 1).....	9 l/sec
Vallat de Malaga (station 2)	4 l/sec
	<hr/>
Total sorties	20 l/sec

Le bilan est fortement déficitaire (déficit des sorties: 85 l/sec)

3.3.1.4. - Conclusions sur l'ensemble des plateaux calcaires à l'Est de l'Etang de Berre

Pour le seul plateau d'Arbois - Réal-Tort, le bilan est largement excédentaire (excédent des sorties sur les entrées), par contre il est déficitaire (excédent des entrées) pour les plateaux calcaires occidentaux, mais il ne peut y avoir compensation (car les plateaux occidentaux sont à une cote inférieure à l'exutoire principal du grand plateau d'Arbois (cote 106); il est cependant possible - du point de vue altitude - que la partie septentrionale du plateau de Vitrolles puisse être partiellement drainée vers le secteur aval du ruisseau de la Mérindole. En fait, en ce qui concerne l'ensemble plateau de Vitrolles - plateau de Font Marignane, le déficit constaté (35 l/sec) ne représente pas 10% du volume des entrées (550 à 600 l/sec); il est donc de l'ordre de grandeur des erreurs possibles.

En ce qui concerne le plateau de Velaux, le déficit constaté tient certainement, pour la plus grande part, à l'importance des ruissellements qui n'ont pu être saisi en totalité par le réseau de mesures.

L'excédent des sorties constaté (30% des entrées) semble imputable pour la plus grande part aux pertes du canal de Marseille et du bassin du

Réal-Tort et aux lachures effectuées ⁽¹⁾; certains jaugeages mettent d'ailleurs en évidence ce rôle du canal de Marseille: en effet, lors des jaugeages effectués le 28 juillet le canal de Marseille avait été mis à sec du 9 juillet au 12 juillet et les débits mesurés aux sources de l'Infernet et de Sainte Marthe sont en diminution par rapport à ceux mesurés le 6 juillet (233 et 291 l/sec d'une part et 3,8 et 16 l/sec d'autre part); il ne s'agit pas d'un tarissement normal des réserves car le 8 août les débits sont du même ordre que ceux du 6 juillet (283 et 7,1 l/sec).

Le même phénomène s'observe d'ailleurs pour Font Marignane où les débits suivants ont été mesurés: 5 juillet 101 l/sec - 28 juillet 87 l/sec - 8 août 112 l/sec).

Ce phénomène n'est pas observé sur le ruisseau du Boudon affluent de la Cadière et drainant le plateau de Vitrolles et dont la courbe de tarissement est normalement décroissante.

Il est donc possible que, malgré les intercalations d'argilites dans la série calcaire éocène, des communications puissent s'établir entre les calcaires thanétiens du plateau d'Arbois et les calcaires rognaciens de Marignane.

Le rôle de l'Arc à la traversée de la série calcaire éocène a été étudié: des jaugeages différentiels ont été effectués à l'étiage (5 et 7 juillet) (stations 530 - 550 - 560). Il révèlent tous deux des pertes (243 et 178 l/sec); les valeurs sont supérieures aux valeurs admises des erreurs de mesures de jaugeages (l'une est supérieure à 10% l'autre un peu inférieure, mais elles sont toujours dans le même sens).

Les pertes peuvent se produire soit dans les calcaires soit dans les alluvions; il n'y a pas, en tout cas, de drainage des calcaires par la rivière.

(1)

Celles-ci ont été mesurées et déduites du débit du ruisseau de la Mérindole.

3.3.2. - Chaîne de la Nerthe

La superficie couverte par les calcaires et dolomies jurassiques et les calcaires crétacés (jusqu'au Gargasien) est de 100 km² environ

Entrées:

Précipitations excédent 225 mm sur 100 km²
22,5 . 10⁶ m³ ou 715 l/sec

Le seul exutoire connu correspond aux venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Rove (330 l/sec). Le volume correspondant aux sorties en mer est important.

On a vu plus haut le compartimentage hydraulique introduit par la tectonique complexe affectant la chaîne de la Nerthe.

3.3.3. - Plaine de l'Arc

La superficie est de 50 km² environ (zone urbaine de Berre, salins et marécages de Calissanne).

Volume des précipitations: 0,225 mm sur 50 km²
11,2 . 10⁶ m³ ou 320 l/sec

Bilan de la nappe

Entrées:

entre 60 et 80% des précipitations (plaine sans relief et forte perméabilité) soit entre 190 et 250 l/sec

entre 20 et 40% des irrigations par canaux ⁽¹⁾ (350 l/sec) soit entre 70 et 140 l/sec

entre 10 et 20% des irrigations par prélèvements sur la nappe ⁽¹⁾ (irrigation par aspersion 500 l/sec) soit entre 50 et 100 l/sec.

Total: entre 310 et 490 l/sec.

intervient aussi le drainage de la nappe des calcaires de la chaîne de la Fare par les alluvions.

(1) Dans la région de Berre, d'après les débits distribués et les surfaces, le débit d'irrigation serait de 1/2 l/sec/ha

Sorties:

Prélèvements sur la nappe estimés à 500 l/sec⁽¹⁾

Drainage par l'Arc

2 jaugeages ont été effectués en étiage 1973 à Velaux (6 juillet et 7 août) débits mesurés 1954 et 1911 l/sec.

Les débits, aux mêmes dates, enregistrés à la station Agence de Bassin de Berre, sont de 1590 et 1390 l/sec

Si l'on tient compte des débits dérivés par canaux en aval de Velaux (fixés à 800 l/sec) le débit correspondant au drainage serait de 440 et 280 l/sec.

On a donc:

Entrées: entre 310 et 490 l/sec + drainage de la nappe des calcaires de la Fare

Sorties: entre 780 et 940 l/sec

Le drainage des calcaires de la Fare par les alluvions serait donc important ⁽²⁾. L'alimentation (infiltration) est probablement sous estimée, les prélèvements sur la nappe étant par ailleurs surestimés (voir remarque infraparginale)

Dans les conditions actuelles d'alimentation de la nappe, les volumes de variation de la réserve se répartissent ainsi (pour la rive droite de l'Arc seulement) en tenant compte d'une porosité efficace de 10%:

secteur amont (amplitude 1,7 m)	2,5 km ²	425 000 m ³	(13,5 l/sec)
secteur à l'aval de l'aérodrome (amplitude 0,8)	2 km ²	160 000 m ³	(5 l/sec)
secteur aval (amplitude 0,3)	3,6 km ²	100 000 m ³	(3,5 l/sec)

La capacité de stockage est faible. D'autre part à une élévation du niveau hydrostatique correspondrait une accentuation du drainage par l'Arc.

(1) D'après "L'eau dans les Bouches du Rhône" DDE - DDA 1973 - Une étude effectuée par la DDA en 1959 estimait le débit à 275 l/sec.

(2) Le périmètre à l'aval de la source de Calissanne (800 l/sec), surtout terrains marécageux et cultures supportant 0,6 g/l de ClNa, n'a pas été pris en compte dans les limites de la plaine admises pour l'établissement du bilan. Il peut y avoir alimentation de la nappe des alluvions par la Durançole issue de la source.

3.3.4. - Plaine de la Cadière

Superficie 5 km²

Volume des précipitations 0,225 m x 5 km² = 1,12 x 10⁶ m³ ou 35 l/sec

Bilan de la nappe

Entrées

entre 20 et 30% du volume des précipitations (pentes marquées, perméabilité faible) ou 7 à 10 l/sec

entre 15 et 20% du volume des irrigations (1/2 l/sec/ha sur 250 ha ou 75 l/sec) ou 11 à 15 l/sec

Total des entrées 18 à 25 l/sec

Sorties

Volume des prélèvements (irrigation dominante) inconnu

L'amplitude des variations est comprise entre 1 et 2 m.

3.3.5. - Plaine de Marignane Châteauneuf et Gignac

(exclus la zone urbaine de Marignane, le couloir des Pennes, les affleurements du Crétacé supérieur et du Gargasien).

Superficie: environ 20 km²

Volume des précipitations 0,225 sur 20 km² = 4,5 x 10⁶ m³ ou 140 l/sec

Bilan de nappe

Entrées:

Entre 40 et 60% des précipitations (relief peu marqué sauf sur les bordures) soit entre 56 et 84 l/sec

entre 10 et 20% des irrigations ⁽¹⁾ sur 1 200 ha (350 l/sec)

soit entre 35 et 70 l/sec

total des entrées entre 90 et 150 l/sec

Sorties:

Les prélèvements sur nappe ne sont pas connus; ils sont à la fois industriels et agricoles; ils sont très probablement inférieurs à 100 l/sec.

(1) Dans le secteur de Marignane, d'après les débits distribués et les surfaces, le débit d'irrigation serait de 1/4 l/sec/ha; l'aspersion serait donc sur-tout pratiquée.

L'amplitude des variations de la nappe n'est pas connue: elle est très probablement inférieure à un mètre en moyenne.

3.3.5.1. - Plaine de Saint Pierre-Saint Julien

La superficie des alluvions est restreinte ($3,5 \text{ km}^2$)

Volume des précipitations: $0,225 \text{ m} \times 3,5 \text{ km}^2 = 0,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ou 25 l/sec

Il n'y a pas d'irrigation

L'amplitude de variation de la nappe n'est pas connue.

3.4. - RESERVES UTILISABLES

3.4.1. - Massifs calcaires

Les réserves totales peuvent difficilement être estimées à l'intérieur des massifs calcaires pour deux raisons:

- On ne connaît pas en général l'allure de la surface piézométrique faute de piézomètres sur la nappe et la perméabilité, fonction de la fissuration, est très irrégulière et diminue en général avec la profondeur d'une part, l'éloignement des points de drainage d'autre part.
- Lorsqu'on tente la surexploitation de la réserve à proximité d'une résurgence, le volume par tranche de rabattement est en général décroissant.

3.4.1.1. - Plateaux de Font Marignane, Vitrolles et Arbois-Réal-Tort

On peut, à partir des courbes de tarissement des émergences, calculer le volume emmagasiné à un instant t_0 dans le réservoir aquifère.

On a figuré (annexe 15) les courbes de tarissement correspondant aux sources de l'Infernet et de Font Marignane et au ruisseau de la Mérindole (principaux exutoires de l'ensemble des plateaux calcaires de Font Marignane, Vitrolles et le Réal-Tort).

Pour une résurgence de réservoir calcaire, les graphiques (semi-logarithmiques) font habituellement apparaître deux droites de pente différente, l'une accentuée correspondant à la vidange des grosses fissures en régime turbulent, l'autre de pente plus faible, correspond à la vidange d'un système de fissures plus denses et plus fines en régime laminaire.

Le graphique correspondant à la source de Font Marignane ne fait pas apparaître ces deux pentes: cette exsurgence apparaît comme l'exutoire d'un réservoir aquifère bien régularisé.

Le graphique de l'Infernet fait apparaître ces deux pentes (la première interrompue par des réalimentations successives).

Le graphique du ruisseau de la Mérindole est très perturbé par les délestages du canal de Marseille.

La tranche régularisable (volume emmagasiné à l'instant t_0) pour les périodes d'avril à septembre inclus (180 jours) pour les sources et de juin à septembre (150 jours) pour la Mérindole peut être calculée à partir de la formule de Maillet ⁽¹⁾.

Pour Font Marignane

Q_0 (débit à l'origine) 150

Q_t (débit au temps t) 70

$$\alpha = \frac{\log 150 - \log 70}{180 \times 0,4343} = 0,0042$$

$$V = \frac{0,150 \times 86.400}{0,0042} = 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ ou } \neq 200 \text{ l/sec sur 6 mois}$$

Pour l'Infernet

$Q_0 = 420$

$Q_t = 250$

$$\alpha = \frac{\log 420 - \log 250}{180 \cdot 0,4343} = 0,00294$$

$$V = \frac{0,420 \times 86.400}{0,00294} = 12,34 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \neq 800 \text{ l/sec sur 6 mois}$$

(1) $\log Q_t = \log Q_0 - (0,4343 \alpha) t$ (en logarithmes décimaux)

avec: Q_0 = débit à l'origine
 Q_t = débit au temps t
 α = coefficient de tarissement

$$V = \int_{t_0}^{\infty} Q dt = Q \int_{t_0}^{\infty} e^{-\alpha t} dt$$

$$\alpha = \frac{\log Q_0 - \log Q_t}{t \cdot 0,4343}$$

Pour le ruisseau de la Mérindole

$$Q_o = 300$$

$$Q_t = 200$$

$$c = \frac{\log 300 - \log 200}{150 \cdot 0,4343} = 0,0026$$

$$v = \frac{0,300 \times 86.400}{0,0026} = 9,96 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \neq 600 \text{ l/sec sur 5 mois}$$

Il n'y a pas de forage sollicitant la nappe des calcaires du plateau d'Arbois. Quelques forages courts (15 à 20 m) ont été effectués près du bassin du Réal-Tort mais il n'y a pas eu d'essai d'eau.

Les sondages de Font Marignane 1 et 2 (1020/7/41 et 42 - Société des eaux de Marseille) ont testé les possibilités des calcaires rognaciens. Exécutés à un kilomètre en amont de la source, ils ont traversé des calcaires blancs argileux (34 m au S1) et des calcaires intercalés de marnes (-130 -58 au S2).

Les débits ont été faibles aux essais: au S1 1 200 l/h pour 4m de rabattement, au S2 225 l/en 12'

3.4.1.2. - Chaîne de la Nerthe

En dehors de zone de drainage particulière, telle que celle traversée par le tunnel du Rove (grandes fractures et proximité du littoral), les fissurations sont peu développées et les débits rencontrés assez faibles dans les calcaires et dolomies (Jurassique ou Crétacé inférieur). Les possibilités du réservoir aquifère ont été testées en 3 points le long du littoral sud par la Société des eaux de Marseille (calcaires du Crétacé inférieur):

- A Carry le Rouet (1043.2.2) profondeur 60 m; niveau hydrostatique cote + 13; 600 l/m pour un rabattement de 2,7 m
- A Saussat les Pins (1043.1.17) profondeur 50 m; niveau hydrostatique cote + 5; 7,5 l/sec pour 1m de rabattement.
- A la Couronne (1043.1.18) profondeur 66 m; niveau hydrostatique cote + 29; 2 l/sec pour 32 m de rabattement.

Le sondage pétrolier de La Folie (1043.1.27) a été foré en perte totale dans les dolomies jurassiques entre -360 et -623 m. Après acidification du forage cette formation a été testée par la Société des eaux de Marseille: débit $40 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un rabattement de 180 m (niveau hydrostatique à la cote + 13,5)

3.4.2. - Plaines alluviales

3.4.2.1. - Plaine de l'Arc

Les données acquises sur la nappe proviennent de l'étude réalisée en 1959 par le Ministère de l'agriculture. D'après les résultats de 10 sondages exécutés, l'épaisseur moyenne de la formation aquifère noyée (cailloutis, graviers, galets au-dessus du substratum ou de la base argileuse des alluvions) est de 4 m. Ceci représente, pour une superficie de 50 km^2 , un volume théorique de $200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$; ce volume doit, en réalité, être moins important (diminution des épaisseurs sur les bordures de la plaine).

Les valeurs de transmissivité sont mal connues. Les puits d'exploitation sont équipés de pompes de 30 à $100 \text{ m}^3/\text{h}$ (9 à 30 l/sec) pour des rabattements connus mais n'excédant probablement pas 2 m.

D'autre part, les formations aquifères sont hétérogènes.

Dans le secteur amont (aérodrome et partie amont) on sait que les circulations se font dans des niveaux peu épais à forte perméabilité et que ceux-ci sont irrégulièrement répartis dans l'espace (chenaux) Stratigraphiquement et lithologiquement la formation est l'équivalent de celle de Crau. On sait qu'en Crau les valeurs de la porosité efficace sont de 10% dans les secteurs à forte perméabilité, de 5% ailleurs.

Si l'on admet une porosité efficace de 7% pour l'ensemble de la plaine de l'Arc, la réserve totale serait de $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (*)

On peut estimer que la réserve exploitable correspond à une tranche de rabattement de 1 m ($5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$).

(*)

ou 450 l/sec environ: le volume de prélèvement sur la nappe de 500 l/sec admis dans "l'eau dans les Bouches du Rhône" DDE - DDA 1973 paraît exagéré. Celui admis par l'agriculture en 1959 de 275 l/sec paraît plus voisin de la réalité.

La réserve régulatrice (amplitude de variation entre 1,50 et 0,30 m selon les secteurs, voisine de 0,50 m moyenne) serait de $1,75 \times 10^6 \text{ m}^3$

3.4.2.2. - Plaine de Marignane-Châteauneuf

Elle est bien moins connue que la plaine de l'Arc. L'épaisseur de la tranche mouillée de l'aquifère paraît voisine de 4 m. La nature des alluvions est différente (abondance des cailloutis wurmiens en bordure des reliefs). On peut admettre une porosité efficace voisine de 7%. La superficie est de 20 km^2 . Le volume de la réserve totale serait de $5,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ (correspondant à un débit de 180 l/sec non entièrement exploitable).

3.4.3. - Possibilités de régularisation

3.4.3.1. - Massifs calcaires

- Plateaux de Font Marignane, Vitrolles, Arbois - Réaltort

Les possibilités théoriques de régularisation existent:

Source de l'Infernet: débit moyen 340 l/sec, débit correspondant au volume emmagasiné au début de la période de tarissement: 800 l/sec

Ruisseau de la Mérindole: 355 et 600 l/sec

Font Marignane: 122 et 200 l/sec

Les possibilités réelles sont limitées:

A Font Marignane, les forages exécutés dans ce but, 1 km à l'amont de la source n'ont donné aucun résultat.

En ce qui concerne le plateau d'Arbois-Réal-Tort, la régularisation ne peut guère être envisagée par retenue au Nord dans le ravin de la Mérindole; (*)

à l'aval de l'Infernet il n'y a pas de possibilités.

L'exemple des forages de Font Marignane n'encourage pas une recherche par sondage.

- Chaîne de la Nerthe

Il ne s'agit pas de régularisation mais de récupération de pertes s'effectuant le long du littoral: cette récupération ne peut se faire que par

(*) Le bassin du Réal-Tort accumulant les eaux amenées par le canal de Marseille est installé sur les calcaires rognaciens colmatés par les apports limoneux.

forage. Ces pertes sont évaluées à 700 l/sec.

Dans les dolomies du secteur oriental les recherches sont à faire à proximité du tunnel du Rove en tenant compte des accidents tectoniques et de l'invasion des dolomies par l'eau salée (les venues d'eau du tunnel sont chargées en chlorures).

Dans le secteur occidental (calcaires crétacés), les sondages déjà exécutés montrent que la tectonique introduit un compartimentage hydraulique et d'autre part que la fissuration des calcaires est peu développée même au voisinage des accidents. Des nouvelles recherches devront tenir compte des données récentes apportées sur la tectonique de la Nerthe par les forages pétroliers.

3.4.3.2. - Plaine de l'Arc

Le coupe jointe (annexe 16) montre que du fait de la faible épaisseur du réservoir aquifère, les possibilités de stockage intersaisonnier par alimentation artificielle à partir de dérivation de l'Arc, sont réduites; elles existent cependant.

La possibilité de captage le long de la rivière avec réalimentation induite à partir de celle-ci dépend du degré de colmatage du lit qui n'est pas connu.

3.4.3.3. - Plaine de Marignane - Châteauneuf

Il n'y a pas de débit disponible pour une alimentation artificielle qui permettrait un stockage intersaisonnier.

CHAPITRE 4

EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES

Dans la région de l'Etang de Berre, pauvre en eaux souterraines, ce sont les eaux de surface (amenées de l'extérieur du bassin) qui fournissent la majeure partie des ressources pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'industrie.

Les eaux souterraines apportent un complément peu important pour l'alimentation en eau potable (exploitations agricoles isolées) et l'industrie (rares établissements isolés). Ce complément n'est notable que pour l'irrigation dans la plaine de l'Arc; dans celle-ci l'exploitation se fait par puits ou forages. La profondeur de la nappe sous le sol est faible: elle diminue de l'amont vers l'aval de 6 à 1 m; le débit des pompes installées varie de 30 à 100 m³/h.; la durée de pompage est de l'ordre de 1 200 heures par an (irrigation de mai à octobre).

Dans la plaine de Marignane - Châteauneuf, les profondeurs de la nappe sous le sol varient de 5 à 0,50 m. Les débits prélevés sont plus faibles (10 m³/h).

On a vu que le débit prélevé sur la nappe de la plaine de l'Arc pour l'irrigation variait, selon les estimations, de 275 à 500 l/sec et que les débits prélevés sur la plaine de Marignane - Châteauneuf n'étaient pas connus mais vraisemblablement inférieurs à 100 l/sec (irrigation et alimentation de quelques établissements industriels).

En ce qui concerne la plaine de l'Arc, on a vu que le volume des exploitations était voisin de celui de l'alimentation mais certains postes sont difficiles à évaluer (drainage des calcaires de la Fare par les alluvions, drainage des alluvions par l'Arc); d'autre part l'estimation des débits

prélevés varie du simple au double. Les chiffres suivants situent la part des eaux souterraines par rapport à celle des eaux de surface (*); elle est de l'ordre du 1/10 de ces dernières.

	O R I G I N E D E L ' E A U	
	CANAUX	EAU SOUTERRAINE
- Usage domestique		
Sud de la Nerthe	85 l/sec	Marseille
Marignane Gignac		
Vitrolles Berre		
Rognac Coudoux	304 l/sec	Marseille
La Fare		
- Usage agricole		
Ventabren partiel	165 l/sec	Verdon
Les Pennes partiel	43 l/sec	Verdon
Ventabren partiel	58 l/sec	Marseille + S.C.P.
Coudoux	50 l/sec	Marseille
La Fare Berre	800 l/sec	Arc
Berre		500 l/sec nappe
Vitrolles Saint Victoret		
Les Pennes (partiel)	255 l/sec	Marseille + S.C.P.
Gignac		
Marignane	300 l/sec	La Cadière (Infernet)
- Usage industriel		
Berre pétrochimie	170 l/sec	Canal de Marseille
Marignane	65 l/sec	
Z.I. de Vitrolles	45 l/sec	
Berre pétrochimie (refroidissement)	2 000 l/sec	Etang de Berre
Total	4 340 l/sec	500 l/sec

(*) d'après "L'eau dans les Bouches du Rhône" DDE - DDA 1973

CHAPITRE 5

QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES ET RISQUES DE POLLUTION

5.1. - NAPPE DES ALLUVIONS DE LA PLAINE DE L'ARC

Les teneurs en chlorures ont été mesurées sur une vingtaine d'échantillons (puits). D'autre part, des analyses chimiques complètes avaient été effectuées en 1958 par le Ministère de l'agriculture. Les résultats ont été figurés sur les annexes 17 (diagrammes logarithmiques) et 18 (carte des teneurs en chlorures).

L'influence de la source de Calissanne chargée en chlorures (mais non en sulfates) se fait sentir dans le secteur ouest de la plaine. Les eaux de cette source sont bicarbonatées calciques mais très chargées en ClNa (chlorures 390 mg/l, salinité totale 1 065,6 mg/l).

Les eaux de la nappe des alluvions sont également bicarbonatées calciques, peu chlorurées; la teneur en chlorures augmente d'amont en aval.

La salinité augmente fortement à l'approche des rivages de l'étang de Berre et de la zone des salins, sauf dans le secteur de la Suzanne et de Mon Plaisir, points situés sur la génératrice du cône de déjection de l'Arc, ancien cours probable de la rivière.

5.2. - NAPPE DES ALLUVIONS DE LA NAPPE DE MARIIGNANE - CHATEAUNEUF

Il n'a pas été effectué d'analyses complètes. Les résistivités ont été mesurées sur une trentaine d'échantillons (puits).

La carte annexe 19 montre l'accroissement des minéralisations au voisinage du rivage de l'Etang de Berre; celui-ci s'effectue préférentiellement suivant certains axes.

5.3. - LES EAUX DES CALCAIRES

- Plateau d'Arbois - Réal-Tort (calcaires thanétiens)

Une analyse sommaire de la source de l'Infernet a été effectuée par les soins de la Société des eaux de Marseille (2 mai 1973). Les résultats en sont les suivants (en mg/l)

Th° 26,6 - Ca 97 - Mg 5,5 - TAC 19,3 - Cl² 26 - No³ 1,3

Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique (annexe 17 b)

- Font Marignane (calcaires rognaciens)

Une analyse du 2 juillet 1965 (laboratoire de l'I.T.S. de la Chambre de commerce de Marseille) donne les résultats suivants (en mg/l)
Ca 125 - Mg 13 - Na 27 - Cl 32 - So⁴ 111 - Co³ H 323 - Th 36,6 -
TAC 26,5 - pH 7,2

Une autre analyse du 11 juin 1965 (laboratoire du Cabinet Burgues Aix) montre une composition très voisine, sauf en ce qui concerne les sulfates (33,6) et le pH (8,1).

Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique (annexe 17 b).

- Calcaires et dolomies jurassiques et crétacés (chaîne de la Nerthe)

On n'a pu disposer de résultats d'analyses effectuées sur les eaux des forages réalisés.

Les venues d'eau existant dans le tunnel du Rove (entrée sud) (émergences au-dessous de la cote 0) sont chargées en ClNa. Les eaux des forages exécutés par la Société des eaux de Marseille à Carry, Sausset et la Couronne étaient douces, comme celles du forage pétrolier de La Folie: (1) le chevauchement de la bordure sud de la Nerthe paraît jouer un rôle d'écran. Les eaux épuisées lors du creusement des cavités de stockage de gaz à Lavéra dans les calcaires santoniens en-dessous de la cote 0 (Société Géostock) étaient chargées en ClNa.

(1) 1043.1.27

5.4. - POLLUTIONS ACTUELLES

L'étude de la pollution des eaux de la zone de l'Etang de Berre est en cours de réalisation par l'Agence de bassin. Il ne sera donné ici que des indications sommaires.

L'eau de la source de l'Infernet est polluée (présence de détergents) l'analyse chimique indique par ailleurs 1,6 mg/l d'oxygène et 1,3 mg/l d'azote nitrique. Il faut mettre en cause des déversements d'eau usée sur l'étendue du plateau du Réal-Tort On sait par ailleurs que la source avait été polluée en 1945 (présence d'hydrocarbures) et que l'installation d'un camp de l'armée américaine sur le plateau du Réal-Tort avait été mise en cause.

La source de Font Marignane est également polluée. Une analyse du 2 juin 1965 donne les résultats suivants:
780 coliformes - 240 Escherichia Coli - 10 Clostridium sulfite réducteurs (pour 100 ml) présence de streptocoques fécaux.

La pollution s'est aggravée (pollution chimique) depuis le développement de la zone industrielle de Vitrolles sur les calcaires rognaciens.

La Fontaine de Canourgue, issue des marno-calcaires bégudiens, au N.W. de Rognac, est chimiquement polluée (usine de produits chimiques à 200 m à l'amont de l'émergence); la petite nappe se développant dans les alluvions à l'aval de la source est également polluée.

Si la nappe des calcaires (Crétacé inférieur) de la Nerthe était un jour utilisée, il faudrait tenir compte de l'extrême sensibilité à la pollution; des dépôts de résidus d'industrie chimique ont été effectués sur le plateau calcaire entre Ensues et le Rove; ils sont maintenant interdits. La sensibilité à la pollution des nappes alluviales (Arc, Marignane), peu ou pas protégées par des limons de surface, est grande.

Au pied de la Nerthe, entre Châteauneuf et Gignac des dépôts d'hydrocarbures (résidus, huiles de vidange) sont effectués dans d'anciennes gravières.

Fait plus grave, le ruisseau drainant la dépression de Plan de Campagne, au Nord de Septèmes les Vallons (zone industrielle) est très pollué, or il s'écoule dans le bassin hydrographique de l'étang du Réal-Tort bassin de décantation sur le canal de Marseille.

5.5. - VULNERABILITE A LA POLLUTION

Il n'a pas été dressé de carte spéciale, la carte hydrogéologique met en évidence l'étendue des calcaires qui constituent des zones de sensibilité à la pollution. La carte des sources à la pollution potentielle doit être dressée par l'Agence de Bassin.

C H A P I T R E 6

C O N C L U S I O N S

Le bassin entourant l'étang de Berre étudié ici (non compris celui correspondant à la rive occidentale (*)) et les petits bassins méridionaux de la chaîne de la Nerthe, représentent une superficie d'environ 290 km² dont 210 de calcaires. Les seules plaines alluviales importantes, celles de l'Arc et celles de Martigues - Châteauneuf, ne couvrent respectivement que 50 et 20 km².

Les calcaires représentent donc le réservoir aquifère le plus important, mais le massif le plus étendu (100 km²), celui de la Nerthe (calcaires et dolomies du Jurassique et du Crétacé inférieur), capable avec un écoulement théorique (excédent) de 225 mm - en 1973 - de fournir un débit de 700 l/sec, bordé par la mer est intégralement drainé vers celle-ci.

Les calcaires - d'origine continentale, Crétacé supérieur et Tertiaire - constituant les plateaux à l'Est de l'Etang de Berre - couvrent une superficie sensiblement identique (110 km²): ils nourrissent deux sources importantes, utilisées pour l'irrigation: Font Marignane et l'Infernet 123 et 427 l/sec en 1973, plus quelques émergences de moindre importance (35 l/sec) et alimentant quelques ruisseaux permanents dont le plus important est celui de la Mérindole (355 l/sec). Les essais de bilan réalisés à la suite de jaugeages bi-mensuels effectués sur une année mettent en évidence une alimentation extérieure provenant des pertes du canal de Marseille qui traverse le plateau d'Arbois-Réal-Tort (entre 120 et 160 l/sec).

Le volume théoriquement régularisable sur six mois est important (1 300 à 1 600 l/sec) mais les conditions topographiques existantes et la nature même des calcaires empêchent d'envisager une telle régularisation.

(*) étudié avec la nappe de Crau.

La réserve totale des alluvions de la plaine de l'Arc est de l'ordre de $14 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (1), la variation de réserve ne représente que 600 à 700 000 m^3 (2). L'estimation du débit prélevé varie selon les auteurs entre 275 (le plus vraisemblable) et 500 l/sec. La capacité de stockage est faible.

La ressource constituée par la nappe des alluvions de la plaine de Marignane est peu importante ($5,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ou 180 l/sec).

La faiblesse des ressources en eaux souterraines, malgré la grande extension des terrains perméables, explique que le développement agricole et surtout industriel et urbain de ce secteur - développement auquel le site géographique prédisposait - n'a pu se faire que par apports extérieurs. Ces derniers représentent actuellement 4 350 l/sec. L'apport des eaux souterraines (nappes des alluvions de l'Arc et de Marignane, Font Marignane, Infernet et sources diverses) n'est que de 950 à 1 150 l/sec.

L'apport des eaux souterraines ne peut être développé que par la recherche de l'utilisation des eaux des calcaires et dolomies de la Nerthe: la tectonique introduisant un compartimentage hydraulique, les points de prélèvements seront toujours dispersés et de débit réduit, sauf dans le secteur oriental où le problème est d'atteindre la ressource en amont du biseau salé.

Dans la plaine de l'Arc, les possibilités de régularisation de la ressource des alluvions sont faibles mais existent (surexploitation temporaire et réalimentation artificielle à partir des canaux de l'Arc).

Le vaste synclinal de terrains peu perméables sur lequel s'étend l'Etang de Berre, ne renferme pas de ressources souterraines (sauf éventuellement le Crétacé inférieur à très grande profondeur).

Mais, si les ressources sont restreintes, il importe de protéger des sources de pollution potentielles en accroissement celles qui existent car la périphérie de l'Etang de Berre est, de par l'extension des terrains

(1) correspondant à un débit de 450 l/sec non entièrement exploitable.

(2) correspondant à un débit de 10 à 22 l/sec.

calcaires, sensible à la pollution. Les exutoires des plateaux calcaires orientaux sont déjà pollués: Infernet et surtout Font Marignane. Si le second est difficilement récupérable (zone industrielle à l'amont), le premier peut être préservé (contrôle des rejets sur le plateau d'Arbois).

Il faut d'autre part préserver la ressource potentielle non exploitée représentée par les calcaires et dolomies de la Nerthe en contrôlant les rejets dans ce domaine.

Si la nappe des alluvions de la plaine de l'Arc est intacte, elle est, du fait du faible développement des limons de surface, sensible à la pollution.

Des sources de pollution existent déjà à la périphérie amont de la plaine de Marignane.

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

G E O L O G I E

- Carte géologique de la France à 1/50 000 feuille Martigues et notice
- Cl. FROGET - G. GUIEU - M. ROUX - Etude tectonique de la région sud de la Nerthe - Bull. Soc. géol. Fr. (7) VIII 1966 p. 712 - 726
- O. LEENHARDT et M.R. ROUX - Morphologie du substratum de l'étang de Berre Bull. Soc. géol. Fr. (7) IX 1967 p. 88 - 92
- G. GUIEU - Etude tectonique de la région de Marseille - Thèse Université d'Aix Marseille 1968
- Ph. DUFAURE - J. FERRAT - A. LAUMONDAIS - M. MILLE Description sommaire d'un sondage dans la chaîne de Martigues - Bull. Soc. géol. Fr. (7) XI 1969 p. 670 - 675
- G. GUIEU - L'évolution tectonique de la chaîne de la Nerthe au N.W. de Marscille - C.R. Acad. Sc. Paris t. 276 - 3 janvier 1973)

H Y D R O G E O L O G I E R E G I O N A L E

- D. MOUGIN - Les eaux souterraines des Bouches du Rhône - Recueil des travaux de l'Institut national d'hygiène - t III vol. 3 1949
- Cl. FROGET - Sur les sources thermales sulfureuses de l'anse d'Arnette (Chaîne de la Nerthe) - C.S. Soc. géol. Fr. 1964 p. 365
- Ministère de l'Equipement et du logement - Perspectives d'aménagement de l'aire métropolitaine marseillaise - Janvier 1969

- Ministère départemental de l'agriculture des Bouches du Rhône - Aire métropolitaine marseillaise - Etude des zones agricoles et rurales - Société du canal de Provence - Juillet 1969.
- Ministère de l'agriculture S.R.A.E. - Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du S.E. de la France - B.R.G.M. 69 SGL 298 PRC - 1969
- B.R.G.M. - Evaluation des ressources hydrauliques - Carte hydrogéologique du département des Bouches du Rhône à 1/200 000.
- B.R.G.M. - Evaluation des ressources hydrauliques - Zone de l'étang de Berre - Bassin de la Touloubre - 79 SGN 326 PRC 1073
- Direction départementale de l'équipement et de l'agriculture - L'eau dans les Bouches du Rhône -ressources - utilisations - besoins - Mars 1974.

HYDROGEOLOGIE GENERALE

- J. MARGAT - Possibilités d'exploitation saisonnière des réserves régulatrices des nappes - B.R.G.M. DS 65 A 42 - Avril 1965.
- G. CASTANY et J. MARGAT - De la notion de ressources en eau souterraine B.R.G.M. DS 67 A 52 - Mars 1967.
- J. MARGAT - Ressource en eau souterraine et bilan des nappes - B.R.G.M. 69 SGL 208 HYD - Juillet 1969
- J. MARGAT et L. MONITION - Les eaux souterraines - gestion et protection B.R.G.M. 71 SGN 108 HYD - Janvier 1971
- M. ALBINET et G. CASTANY - Evaluation rapide et cartographie des ressources en eaux souterraines - Bull. B.R.G.M. (2) III - 2 1972

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE

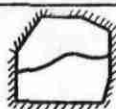
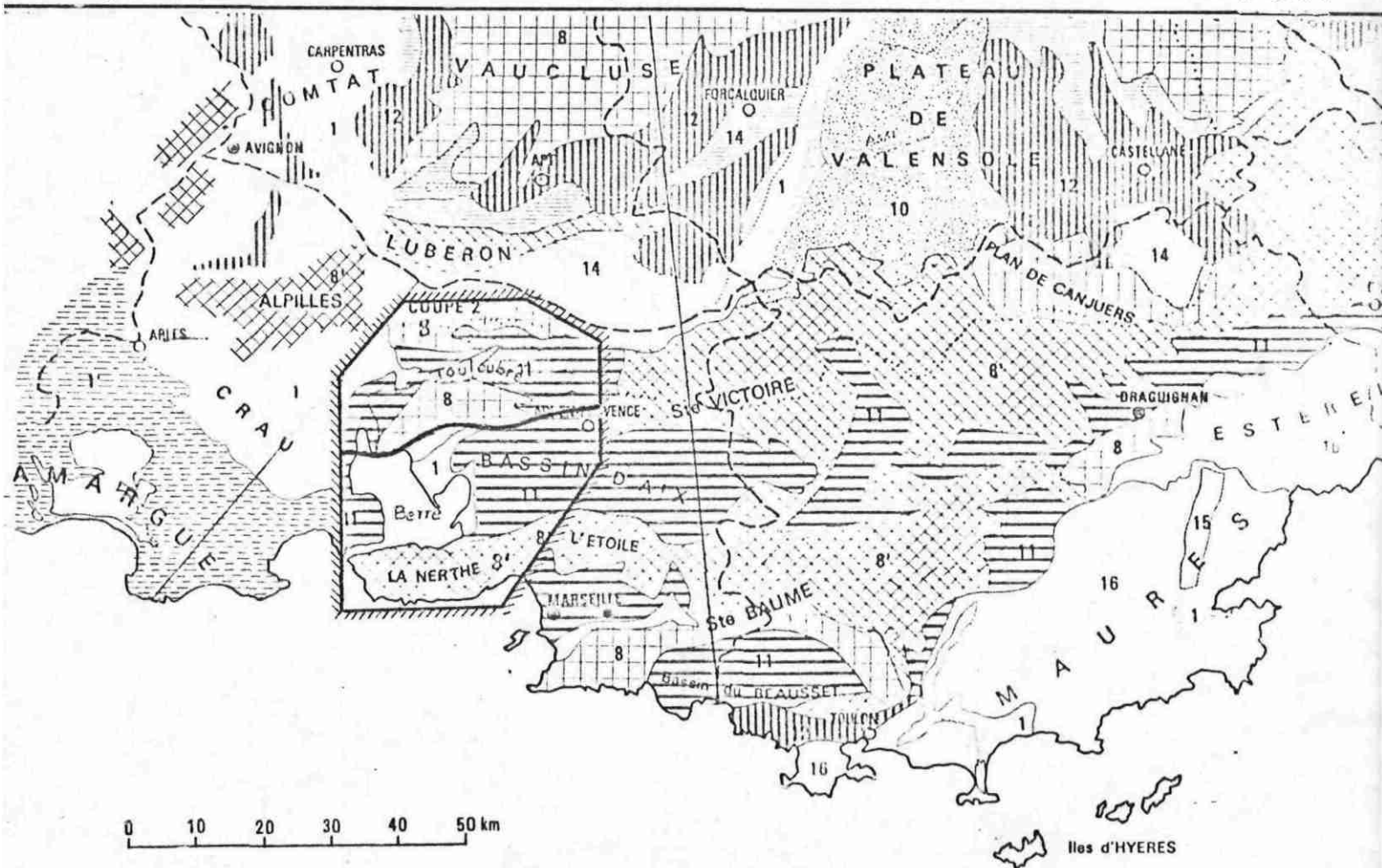
CARTE DE SITUATION

Secteur nord - Bassin de la Touloubre

Secteur sud - Etang de Berre

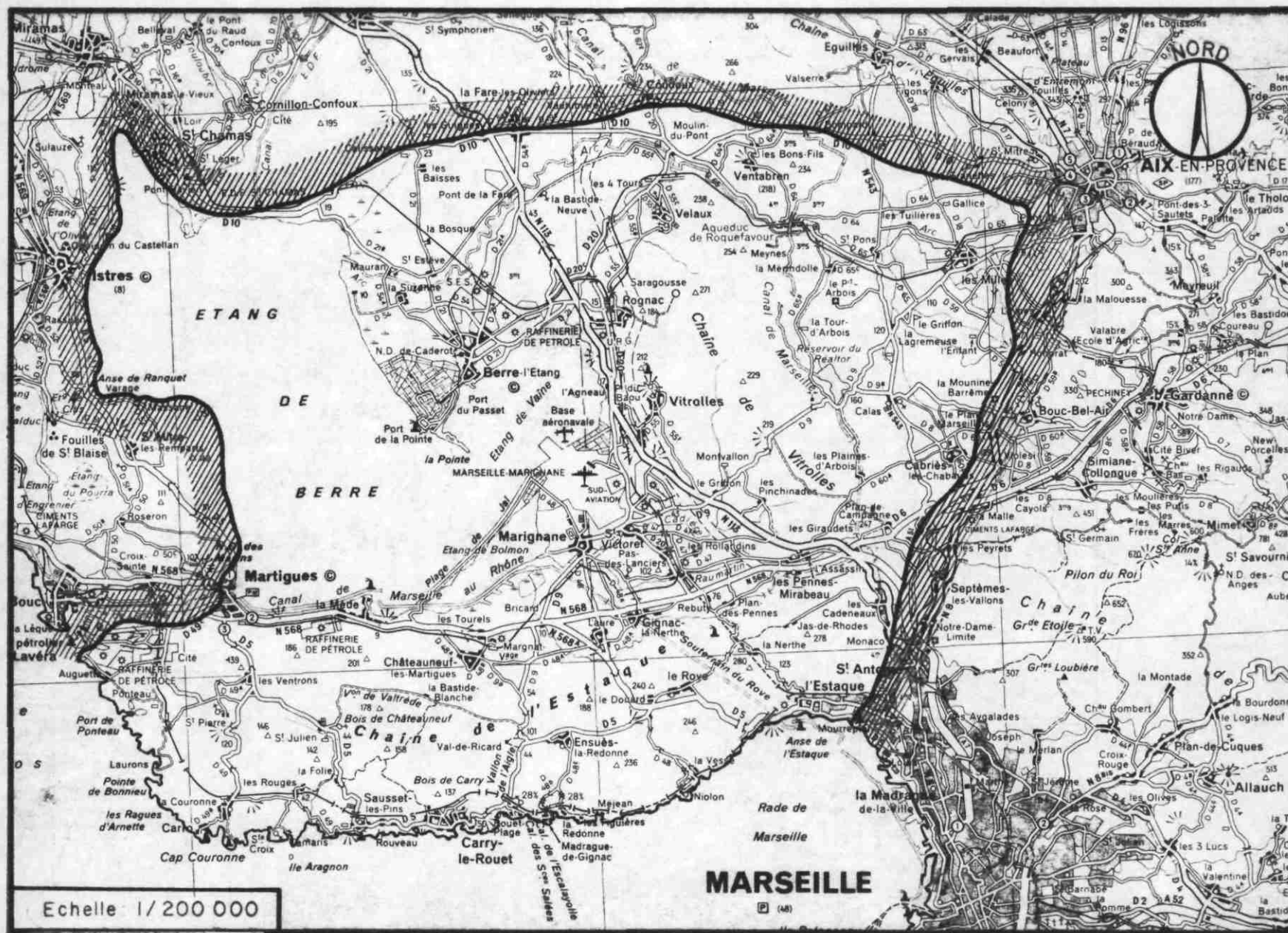
74 SGN 267 PRC

Août 1974



Limites de l'Etude - Secteurs nord et sud

- 1 *Nappe d'alluvions*
- 8 *Réseaux aquifères étendus des plateaux calcaires karstiques*
- 8' *Réseaux aquifères localisés en massifs calcaires plissés ou fracturés*
- 11 *Nappes locales de séries sédimentaires à alternances de couches perméables et imperméables*
- 14 *Domaine dépourvu de nappes libres étendues à terrains sédimentaires imperméables*



Echelle 1/200 000

Bassin de l'Etang de Berre

Limite de l'étude

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

CARTE HYDROGEOLOGIQUE

ECHELLE 1/50000



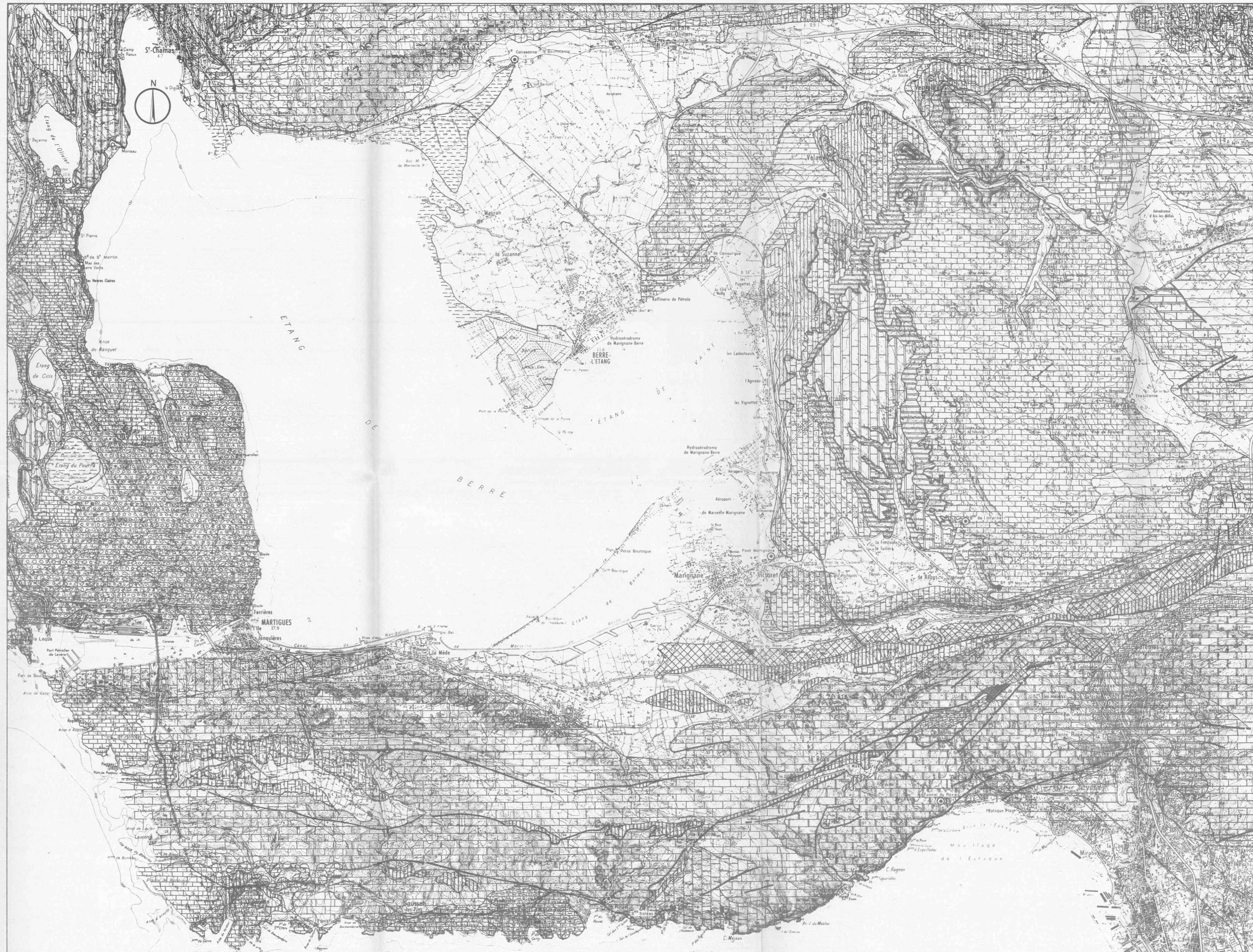
Annexe n° 3	MODIFICATIONS
Dessiné le : Aout 1974	
74 SGN 267 PRC	

LEGENDE

	Quaternaire	Alluvions actuelles	Perméable
	Quaternaire	Alluvions anciennes et récentes	Perméable
	Miocène	Molasse	Perméable
	Miocène	Marnes et marnes sableuses	Imperméable
	Miocène	Molasse	Perméable
	Miocène	Calcaire	Perméable
	Miocène	Brèche, sable, calcaire	Perméable
	Oligocène inférieur	Gypse et calcaire	Peu perméable
	Oligocène inf. 2 au nord		
	Oligocène inf. 1 au sud		
	Oligocène inf. 2 (ex Stampien)	Argile et grès	Imperméable
	Oligocène inf. 1 (ex Sannoisien)	Calcaire	Perméable
	Eocène	Calcaire	Perméable
	Eocène	Calcaire	Perméable
	Eocène	Montien - Vitrollien	Imperméable
	Eocène	Montien - Vitrollien	Perméable
	Crétacé sup.	Rognacien sup.	Perméable
	Crétacé sup.	Rognacien sup.	Grès, marne, calcaire à la base
	Crétacé sup.	Rognacien inf. (Bégudien)	Imperméable ou peu perméable
	Crétacé sup.	Rognacien inf. (Bégudien)	Calcaire et marne
	Crétacé sup.	Rognacien inf. (Bégudien)	Poudingue et argile
	Crétacé sup.	Rognacien inf. (Bégudien)	Brèche, marne, calcaire
	Crétacé sup.	Campanien (Valdo-Fuvélien)	Calcaires à lignites calcaire et grès
	Crétacé sup.	Coniacien - Santonien	
	Crétacé sup.	Turonien - Cenomanien	
	Crétacé inf.	Aptien sup. (Gargasien)	Marne noire
	Crétacé inf.	Aptien sup. (Bédoulien)	Calcaire et calcaire marneux
	Crétacé inf.	Urgonien Hautérvien	
	Crétacé inf.	Valanginien	
	Jurassique sup. et Lias calcaire	Portlandien - Kimmeridgien	Dolomie et calcaire
	Jurassique moyen	Argovien - Bajocien	Marnes et calcaire marneux
	Trias	Muschelkalk	Calcaire et dolomie

SOURCES

	1 l/sec.		10 a 100 l/sec.
	1 à 5 l/sec		100 l/sec.
	5 à 10 l/sec		Source temporaire



ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE








RESEAU HYDROGRAPHIQUE - LIMITES DE BASSINS
IMPLANTATION DES STATIONS DE Jaugeage

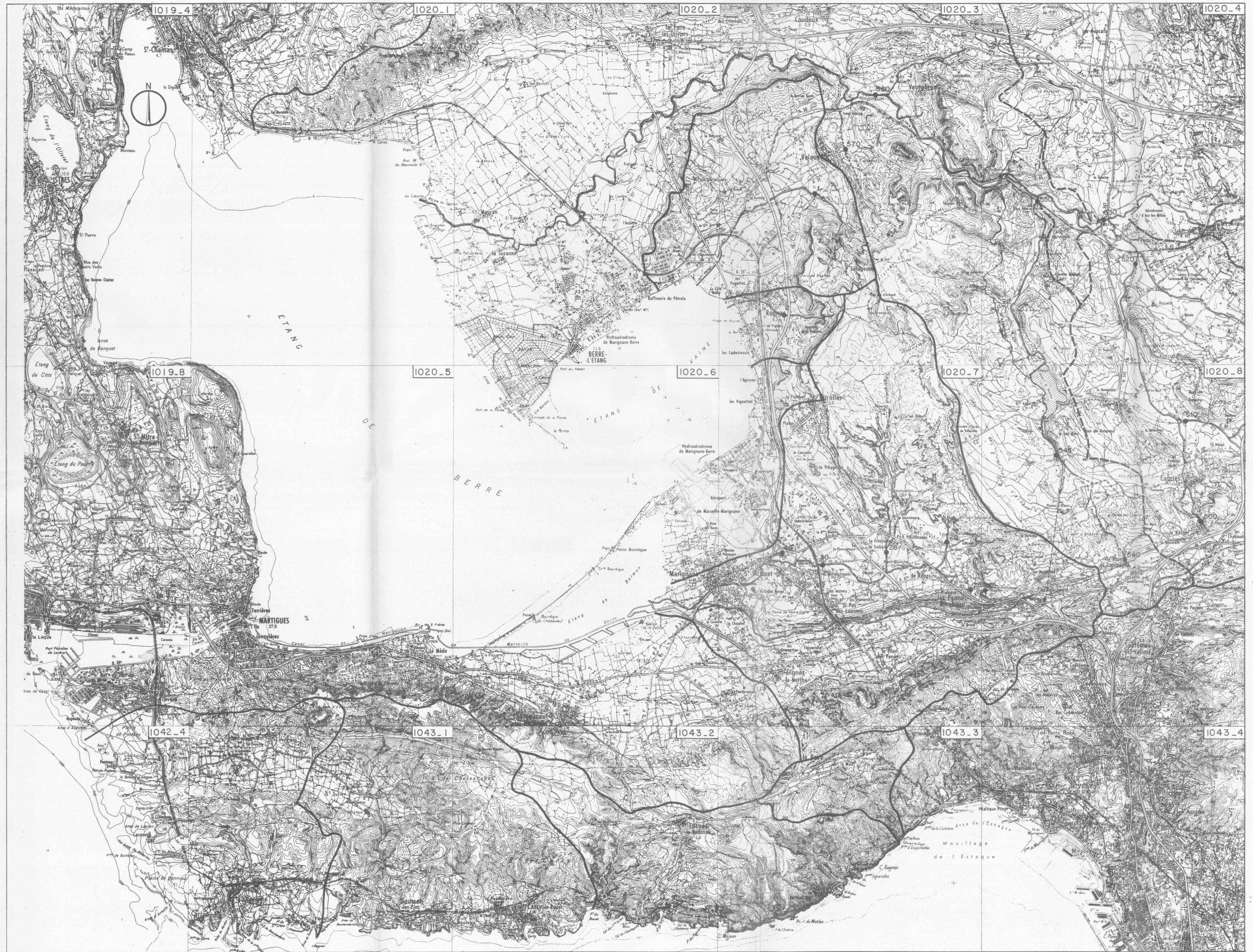
ECHELLE 1/50 000



Annexe n° 4	MODIFICATIONS
Dessiné le : Août 1974	
74 SGN 267 PRC	

LEGENDE

-  Limite de bassin primaire
-  Limite de bassin secondaire
-  Limite de bassin tertiaire
-  Station de jaugeage
-  Canaux (irrigation et alimentation en eau)
-  Cours d'eau, permanent, temporaire
-  Découpage des feuilles à l'échelle 1/20.000

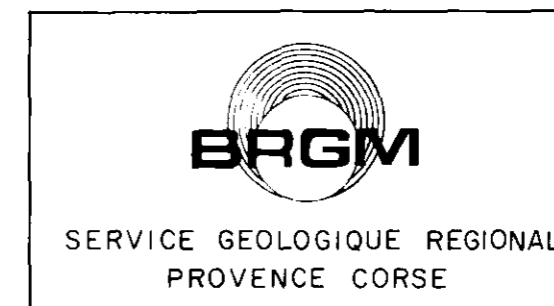


MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

CLIMATOLOGIE



Annexe n° 5 a,b,c,d,e,f	MODIFICATIONS
Dessiné le : Août 1974	
74 SGN 267 PRC	

HAUTEUR MENSUELLE DES PRECIPITATIONS EN MILLIMETRES

ANNEE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	ANNEE
1946	21,0	29,0	88,0	51,0	80,0	3,0	0,0	35,0	3,0	30,0	89,0	34,0	463,0
1947	41,0	88,0	68,0	1,0	18,0	1,0	4,0	77,0	59,0	114,0	45,0	25,0	541,0
1948	108,0	11,0	10,0	118,0	83,0	57,0	3,0	64,0	114,0	99,0	2,0	37,0	706,0
1949	32,0	1,0	12,0	35,0	163,0	2,0	33,0	6,0	39,0	66,0	108,0	52,0	549,0
1950	8,0	47,0	28,0	23,0	51,0	4,0	0,0	22,0	39,0	47,0	43,0	56,0	368,0
1951	72,0	76,0	87,0	32,0	90,0	38,0	8,0	25,0	38,0	101,0	177,0	23,0	767,0
1952	67,0	9,0	12,0	34,0	64,0	2,0	11,0	44,0	71,0	40,0	32,0	83,0	469,0
1953	26,0	11,0	1,0	21,0	28,0	123,0	35,0	13,0	145,0	106,0	4,0	53,0	566,0
1954	44,0	64,0	40,0	47,0	115,0	8,0	18,0	27,0	13,0	23,0	63,0	67,0	529,0
1955	117,0	34,0	27,0	1,0	14,0	68,0	1,0	36,0	46,0	93,0	29,0	27,0	493,0
1956	60,0	40,0	97,0	87,0	19,0	66,0	13,0	15,0	56,0	19,0	53,0	31,0	556,0
1957	8,0	67,0	18,0	111,0	89,0	71,0	39,0	42,0	3,0	22,0	64,0	152,0	686,0
1958	23,0	3,0	37,0	25,0	17,0	22,0	34,0	17,0	136,0	28,0	30,0	73,0	445,0
1959	5,0	31,0	38,0	73,0	47,0	24,0	1,0	79,0	88,0	169,0	70,0	147,0	772,0
1960	53,0	72,0	101,0	30,0	9,0	54,0	16,0	110,0	137,0	212,0	94,2	92,2	980,4
1961	22,2	2,6		116,7	78,2	38,4	6,6	6,5	79,6	118,1	177,8	29,3	675,8
1962	40,8	79,0	27,1	31,3	35,7	57,4	0,3	1,7			124,5	69,6	
1963	71,2	104,9	36,9	87,1	25,2	52,6	66,8	74,4	177,3	61,2	45,4	79,3	882,3
1964	25,4	71,7	78,7	31,5	61,9	113,9	6,2	85,4	30,9	36,6	37,4	75,6	655,2
1965	41,8	11,3	71,4	0,9	5,9	52,4	88,3	57,2	101,8	65,4	64,0	52,7	613,1
1966	39,6	127,7	2,9	45,1	24,1	63,9	18,4	38,3	23,0	125,8	103,5	15,8	628,1
1967	8,2	21,2	8,7	20,9	8,6	25,4	0,1	9,6	53,2	11,9	63,6	20,7	252,1
1968	3,7	99,4	33,8	49,3	96,3	26,3	4,4	41,5	67,6	63,9	144,1	48,8	679,1
1969	66,9	43,8	82,8	13,5	85,8	45,8	64,3	33,7	88,1	15,4	39,5	53,8	633,4
1970	61,9	26,2	57,8	13,0	24,0	33,1	11,2	11,6	7,1	100,9	70,9	51,7	469,4
1971	54,1	10,9	60,1	109,4	98,5	16,8	18,3	28,0	21,8	8,6	135,6	23,7	585,8
1972	50,9	210,7	39,9	60,9	24,9	91,1	2,8	41,5	68,1	221,5	23,3	184,4	985,0
1973	55,0	44,0	46,0	48,0	4,0	43,0	14,0	18,0	25,0	161,0	27,0	113,0	600,0
MOYENNE 1931-60	50	35	50	50	60	40	20	45	75	85	80	75	655

PRECIPITATIONS MENSUELLES EN MILLIMETRES

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	ANNEE
1967													
Marignane	15,9	9,6	9,1	18,8	71,2	22,5	0,1	3,6	46,8	7,2	70,1	10,8	221,7
Martigues	37,9	27,7	18,9	7,8	51,7	16,2	1,9	0,4	47,6	4,2	74,0	8,6	250,9
1968													
Marignane	3,8	121,4	19,9	49,1	69,4	31,7	1,7	42,3	72,5	29,5	162,6	42,4	645,5
Martigues	3,8	105,4	27,5	66,1	60,7	53,4	2,1	52,0	85,5	17,9	185,7	38,9	699,0
1969													
Marignane	56,8	48,2	97,4	9,2	71,6	49,8	25,4	15,7	94,0	33,3	60,0	62,6	624,0
Martigues	43,3	46,8	87,0	18,9	59,1	45,6	26,7	0,9	100,7	121,7	32,6	82,0	665,3
1970													
Marignane	46,0	39,6	57,9	12,9	36,4	57,3	0,2	5,8	5,6	91,0	51,3	94,2	498,2
Martigues	61,2	6,2	62,8	13,6	43,3	27,9	0,0	9,8	15,5	115,8	60,2	75,3	491,6
1971													
Marignane	58,8	11,6	60,1	88,9	51,9	14,0	15,9	5,4	39,7	4,7	114,9	96,6	562,5
Martigues	61,6	10,7	54,9	76,7	42,9	10,3	1,9	7,2	46,3	10,2	114,9	100,8	538,4
1972													
Marignane	69,5	226,2	43,3	68,9	17,8	85,3	0,5	17,1	69,2	180,4	23,0	94,1	895,3
Martigues	111,7	201,5	51,3	87,5	15,9	75,6	1,2	8,5	32,4	218,8	38,2	86,4	929,0
1973													
Marignane	67,8	49,2	55,9	41,2	6,2	55,9	28,2	7,0	33,3	238,0	38,9	108,6	730,2
Martigues	107,7	132,7	39,3	35,7	23,1	76,5	41,4	12,2	22,4	175,7	21,3	73,2	755,2

74 SGN 267 PRC

PRECIPITATIONS EN MM ANNEE 1972

	JANVIER			FEVRIER			MARS			AVRIL			MAI			JUIN		
AIX EN PROVENCE	28,2	10,5	12,2	71,2	139,2	0,3	25,2	13,3	1,4	34,4	20,2	6,3	.	22,9	2,0	25,6	64,8	1,7
ISTRES LE TUBÉ	45,4	46,5	12,8	68,5	75,9	5,7	24,4	20,8	0,1	32,6	24,5	11,2	.	32,7	4,6	33,1	49,2	6,8
MARIGNANE	31,0	22,0	17,0	111,0	114,0	2,0	22,0	20,0	1,0	23,0	39,0	6,0	.	15,0	3,0	24,0	60,0	2,0
	JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE			DECEMBRE		
AIX EN PROVENCE	0,6	.	2,2	.	7,2	34,3	66,9	1,2	.	12,0	188,6	20,9	0,1	2,6	20,6	35,4	.	113
ISTRES LE TUBÉ	0,9	.	.	1,1	26,8	44,4	32,3	0,9	.	17,8	185,2	19,6	1,0	3,5	27,7	36,7	.	53,
MARIGNANE	.	.	.	.	8,0	9,0	69,0	.	.	8,0	169,0	10,0	.	1,0	22,0	36,0	.	58,

PRECIPITATIONS EN MM ANNEE 1973

	JANVIER			FEVRIER			MARS			AVRIL			MAI			JUIN		
AIX EN PROVENCE	4,0	22,0	29,0	.	41,0	3,0	1,0	.	45,0	42,0	.	6,0	2,0	1,0	3,0	28,0	14,0	1,0
ISTRES LE TUBÉ	6,0	54,0	31,0	.	53,0	1,0	9,0	.	48,0	28,0	.	5,0	3,0	1,0	7,0	266,0	11,0	12,0
MARIGNANE	6,0	30,0	31,0	.	47,0	2,0	3,0	.	53,0	36,0	.	5,0	3,0	.	3,0	31,0	17,0	8,0
	JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE			DECEMBRE		
AIX EN PROVENCE	.	12,0	2,0	.	11,0	7,0	.	25,0	.	121,0	40,0	.	23,0	.	4,0	5,0	42,0	66,0
ISTRES LE TUBÉ	.	21,0	3,0	.	.	8,0	.	26,0	.	103,0	30,0	.	36,0	.	2,0	2,0	23,0	57,0
MARIGNANE	.	27,0	1,0	.	.	7,0	.	33,0	.	214,0	24,0	.	36,0	.	3,0	7,0	34,0	67,0

74 SGN 267 PRC

MINIMUM - MOYENNE - MAXIMUM

	JANVIER			FEVRIER			MARS			AVRIL			MAI			JUN		
AIX EN PROVENCE	5,8	4,8	6,0	5,4	3,0	4,5	6,6	4,7	9,6	8,2	7,5	10,5	16,2	14,0	17,1	18,1	20,6	19,
ISTRES	4,7	6,5	6,9	7,3	4,8	6,7	8,3	6,8	10,7	10,6	10,2	11,6	16,2	15,6	19,2	19,5	22,1	20,
MARIGNANE	5,6	7,4	7,2	6,7	5,2	7,0	8,2	7,0	11,1	10,3	10,1	12,9	17,4	16,6	20,4	20,8	23,2	21,
	JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE			NOVEMBRE			DECEMBRE		
AIX EN PROVENCE	22,4	21,3	19,9	21,0	24,2	22,6	20,5	20,8	14,9	14,9	12,8	11,2	11,0	9,4	6,3	3,4	4,6	6,0
ISTRES	24,8	23,2	21,9	23,3	25,8	23,6	22,2	22,1	17,3	16,3	14,4	11,7	11,8	11,3	8,0	6,7	6,5	8,5
MARIGNANE	25,8	24,3	22,2	24,3	27,2	24,7	23,4	23,0	17,5	17,1	15,6	11,7	12,7	11,1	8,2	4,6	6,é	9,2

ZONE DE L'ÉTANG DE BERRE

BASSIN DE L'ÉTANG DE BERRE

HISTOGRAMME HYDRIQUE STATION DE MARIGNANE

Année 1973

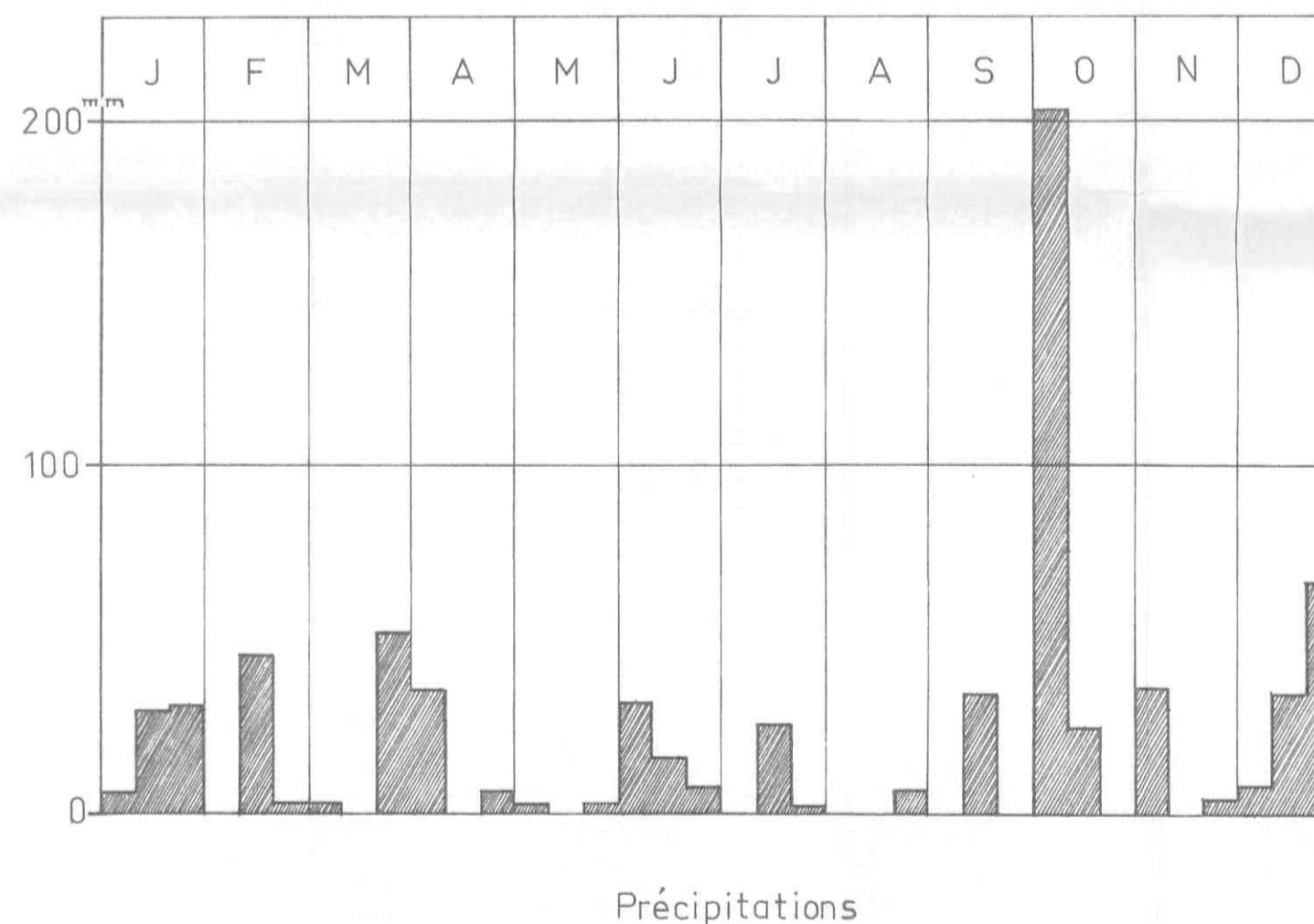
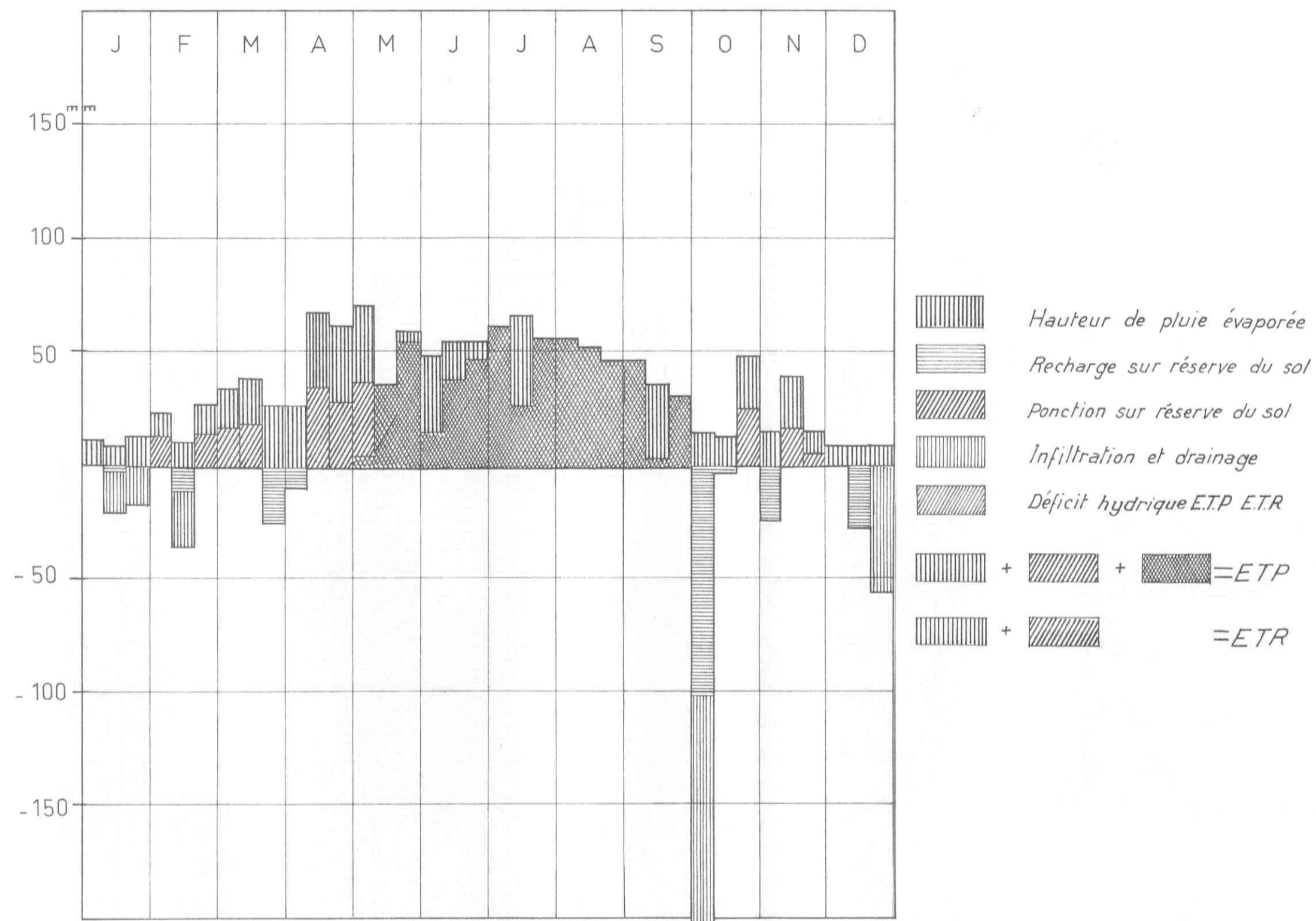


Annexe n° 5 g

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC



ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

CANAUX ET IRRIGATION

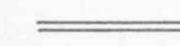






ECHELLE 1/50.000



Annexe n° 6
Dessiné le : Août 1974
74 SGN 267 PRC

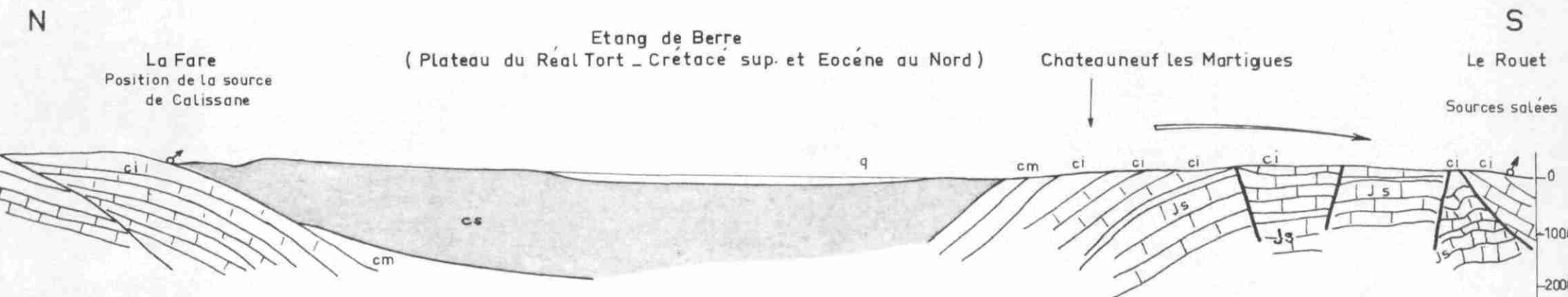
MODIFICATIONS

LEGENDE

-  Canal de Marseille à l'air libre et en souterrain
-  Conduite sous pression
-  Réservoir
-  Canal de dérivation de rivière
-  Source utilisée pour l'irrigation
-  Surface irriguée
-  Station de pompage

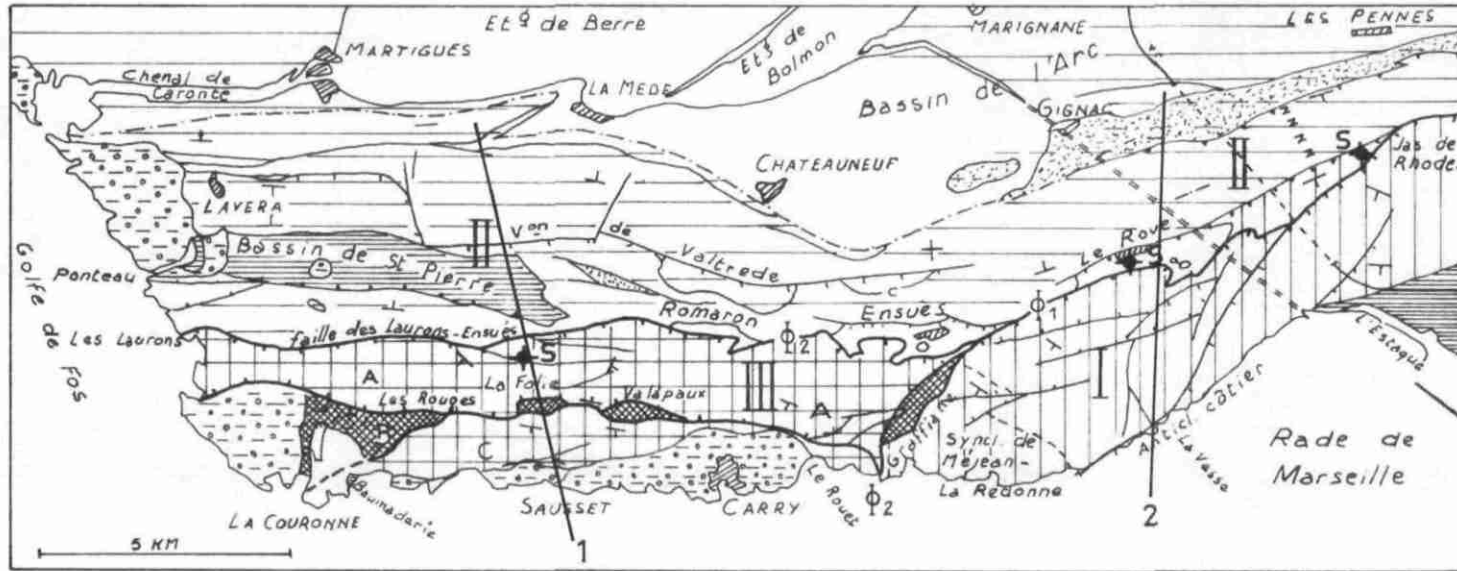


Structure du secteur de l'Etang de Berre

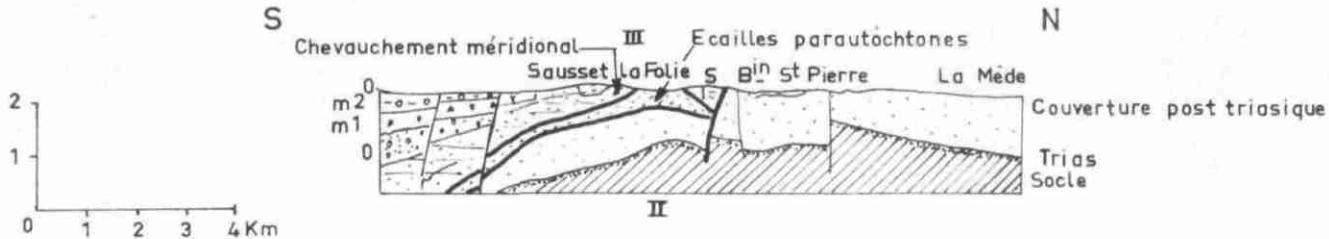


Echelle des longueurs: 1/100 000

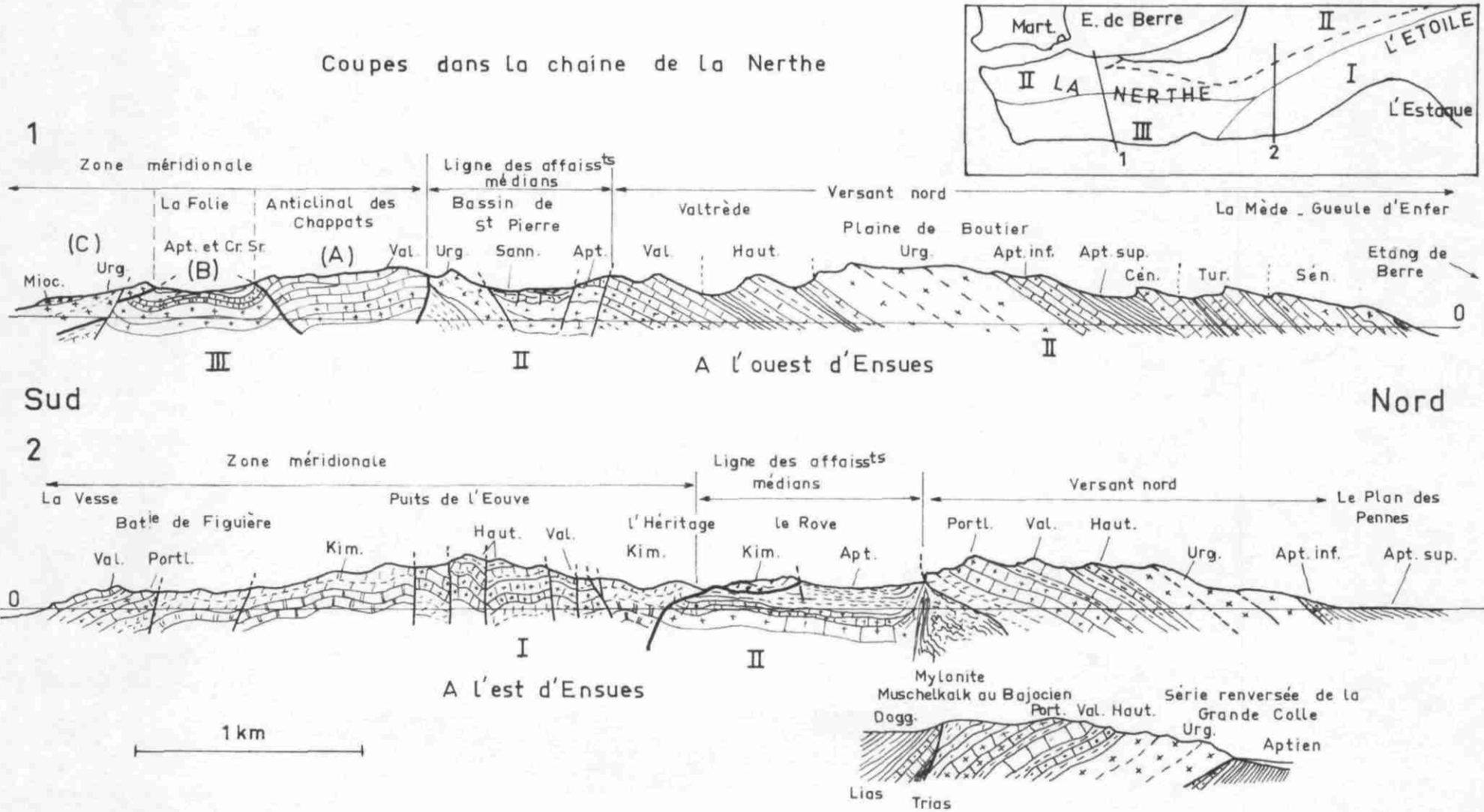
Structure de la chaîne de La Nerthe



— Schéma structural de la Nerthe. 1 Chevauchement de l'Etoile Φ_1 son contact de base; 2 Autochtone; 3 Série renversée de la Nerthe orientale; 4 Ecailles parautochtones; 5 Chevauchement de la Nerthe méridionale Φ_2 son contact de base, repris à l'ouest par faille verticale. Compartiments: A Des Chapets; B De la Couronne; C De Sausset; 6 Aptien; 7 Oligocène; 8 Miocène; 9 Limite nord du relief de la Nerthe; ♦ S Emplacement des forages.



Coupes dans la chaîne de la Nerthe



G. Guieu Etude tectonique de la région de Marseille (Thèse 1968)

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

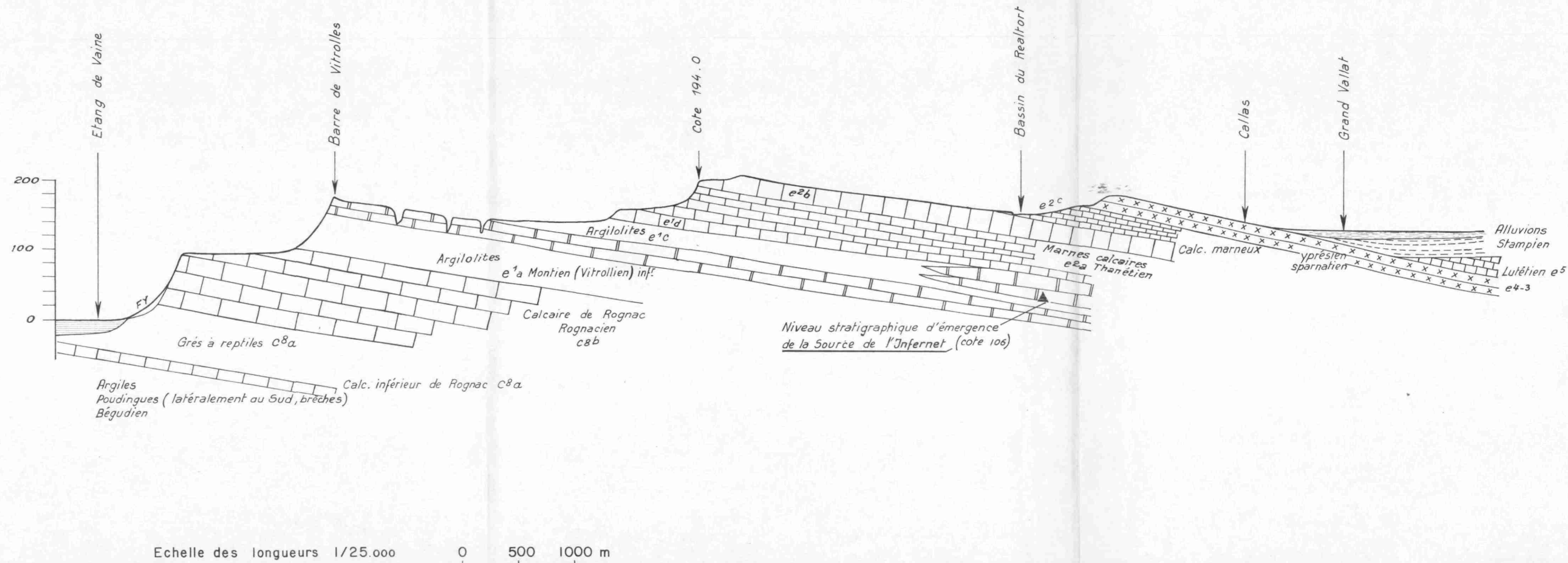
COUPE GEOLOGIQUE

Plateau d'Arbois - Réal Tort



S.W.

N.E.



Annexe n° 7 e

MODIFICATIONS

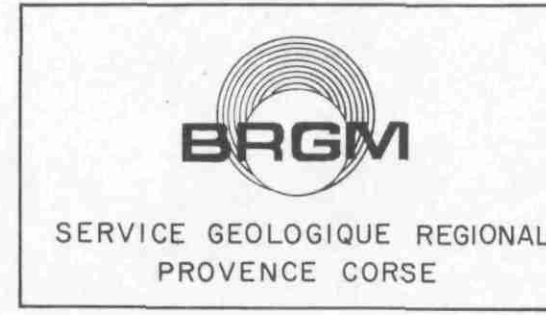
Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

LOG STRATIGRAPHIQUE

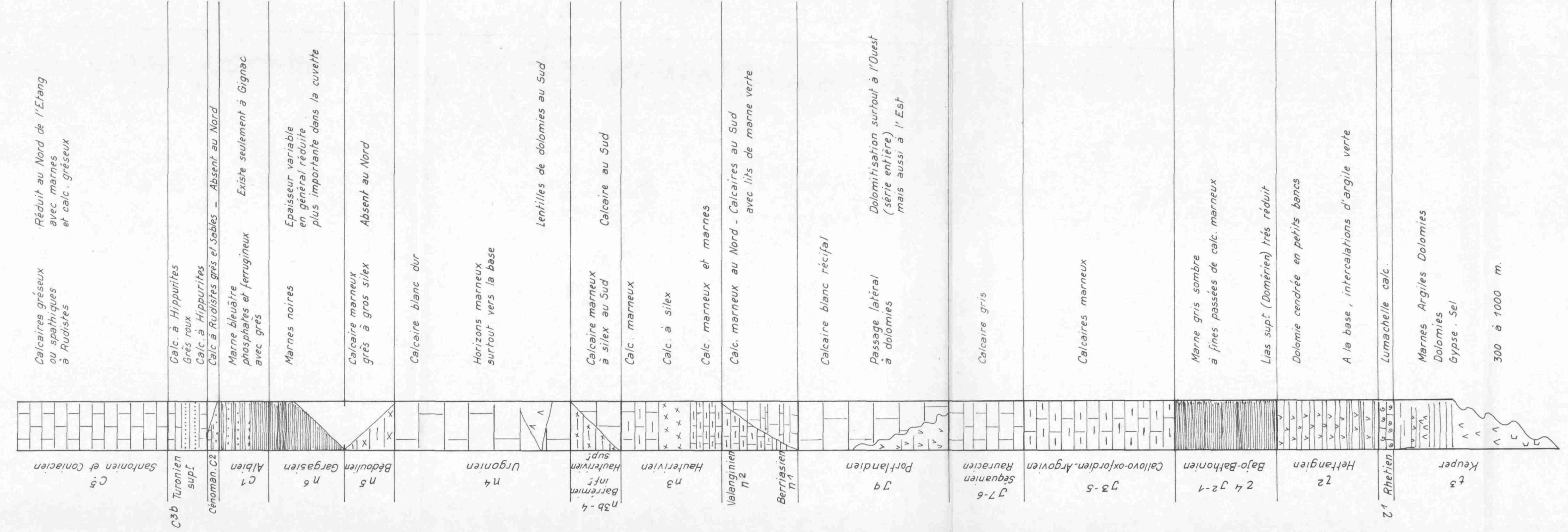
Secondaire marin



Annexe n° 8 a
Dessiné le : Août 1974
74 SGN 267 PRC

MODIFICATIONS

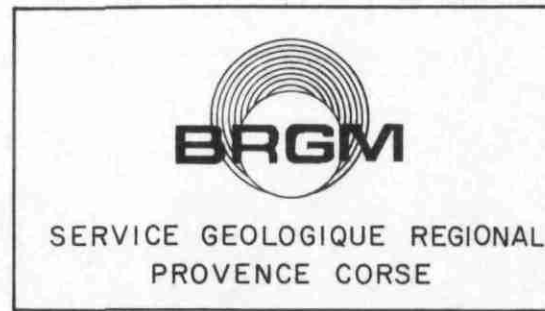
ECHELLE 1/5000



ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

LOG STRATIGRAPHIQUE

Secondaire continental et Tertiaire



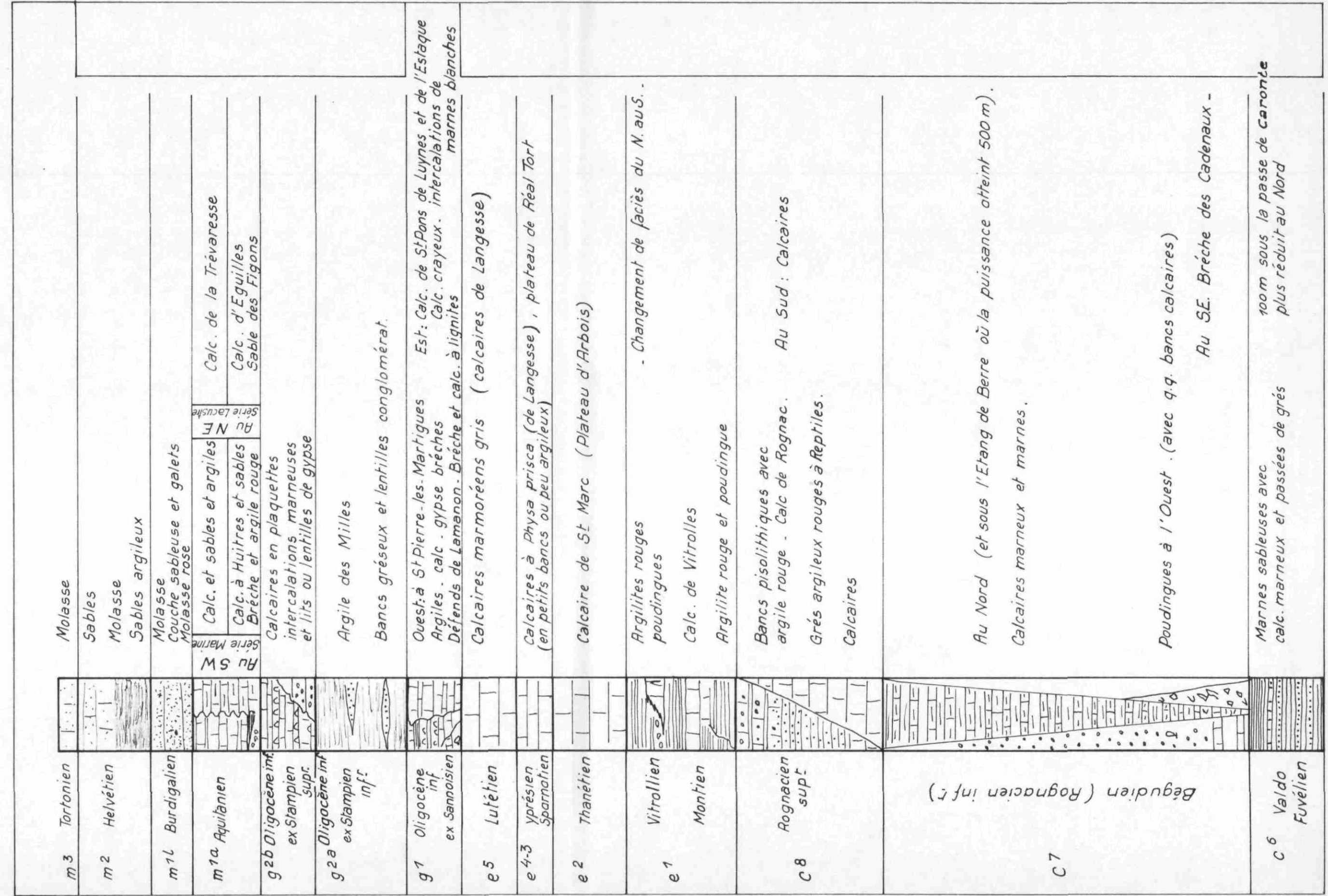
Annexe n° 8 b

MODIFICATIONS

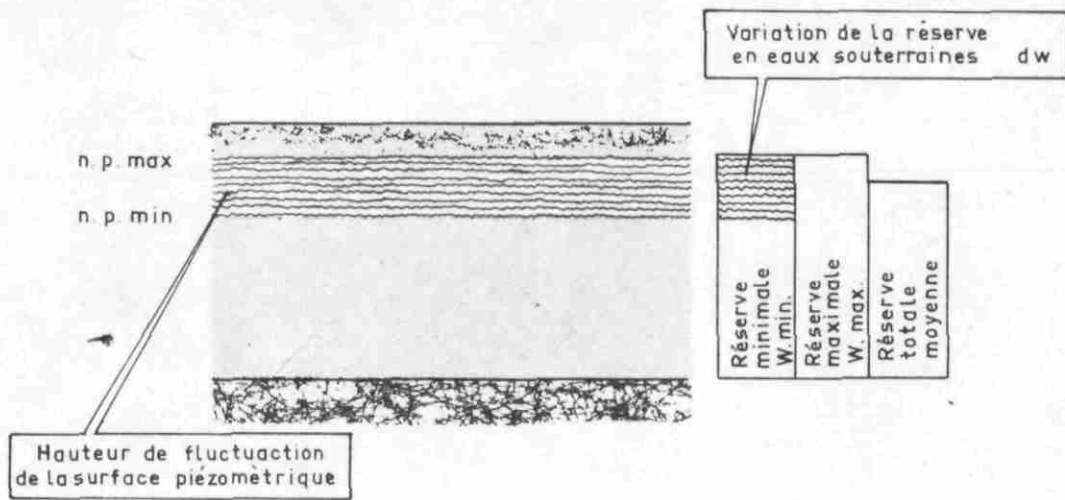
Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC

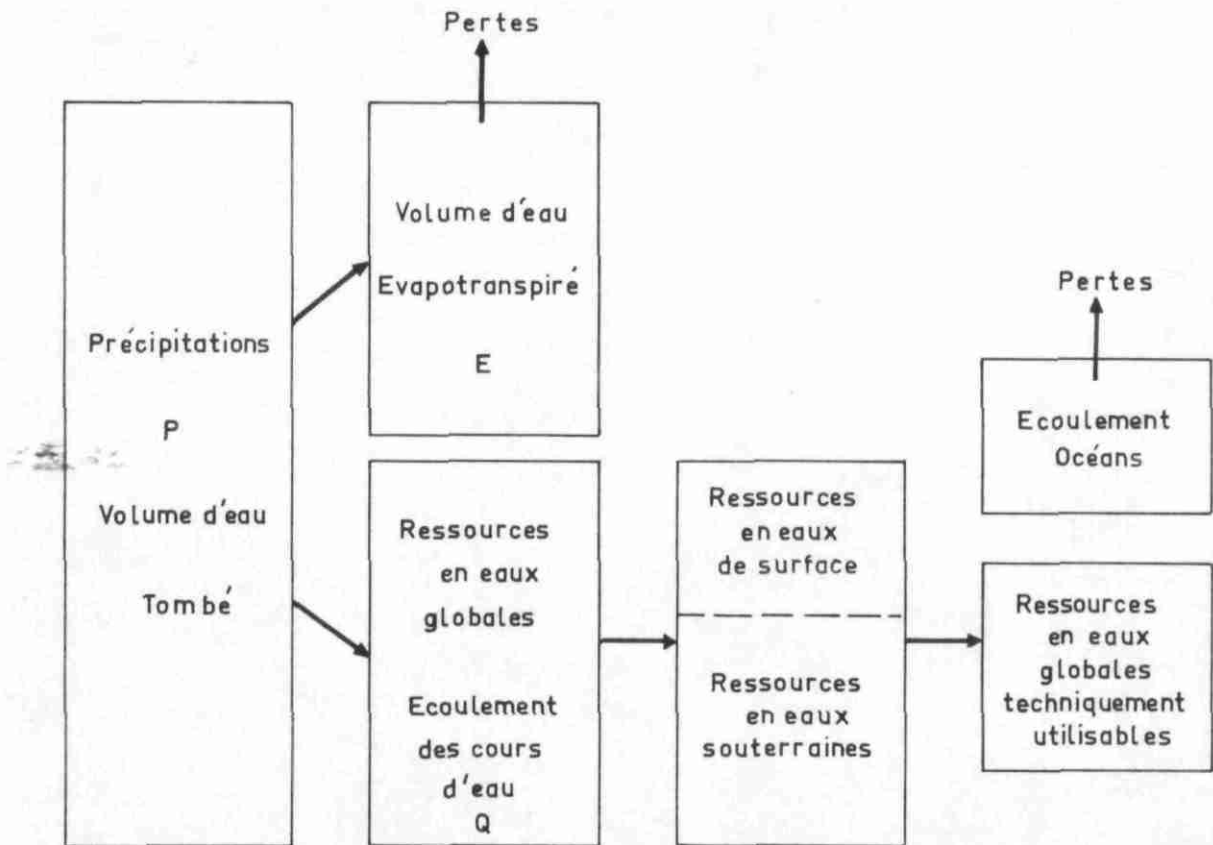
Echelle 1/5000



Reserve et ressources en eau - Schémas de principe
 d'après M. Albinet et G. Castany (Bull. B.R.G.M (2) III 2 1972)



Variations de niveaux de la surface piézométrique et types de la réserve en eaux souterraines

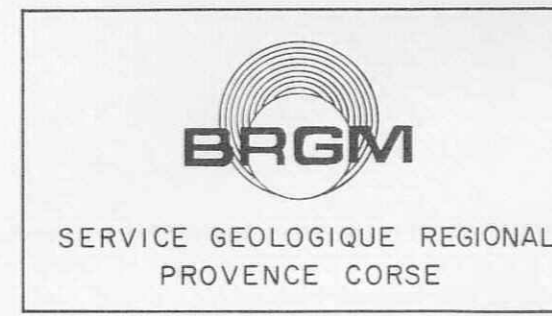


Répartition des ressources en eau. Types de ressources

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

CARTE D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ECHELLE 1/50.000



Annexe n° 10	MODIFICATIONS
Dessiné le : Août 1974	
74 SGN 267 PRC	

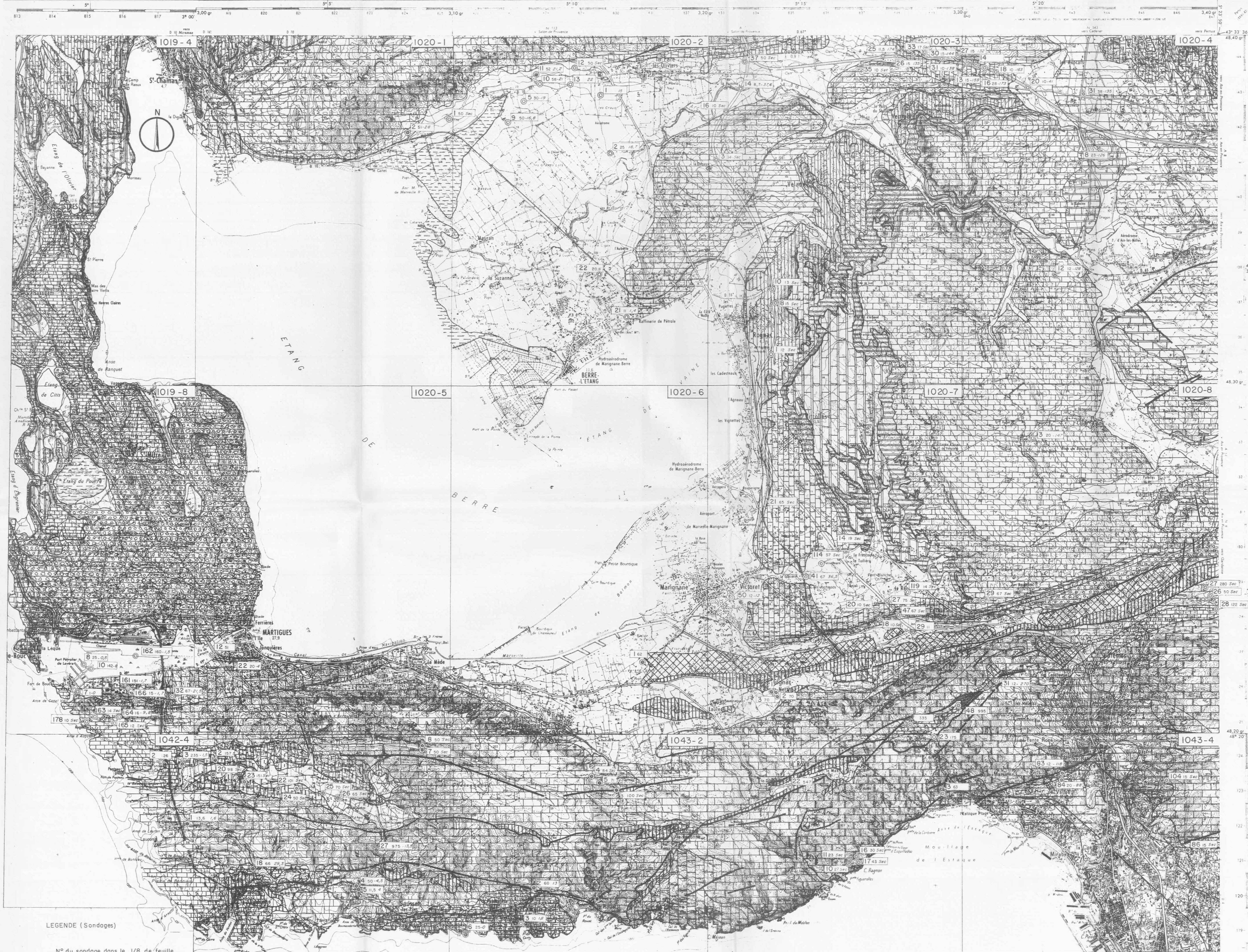
LEGENDE

[Symbol]	Quaternaire	Alluvions actuelles	Perméable
[Symbol]	Quaternaire	Alluvions anciennes et récentes	Perméable
[Symbol]	Miocène Tortonien	Molasse	Perméable
[Symbol]	Miocène Helvétien	Marnes et marnes sableuses	Imperméable
[Symbol]	Miocène Burdigalien	Molasse	Perméable
[Symbol]	Miocène Aquitainien continental au nord / Aquitainien marin au sud	Calcaire / Brèche sable, calcaire	Perméable
[Symbol]	Oligocène inférieur Oligocène inf. 2 au nord / Oligocène inf. 1 au sud à St-Pierre les Martigues	Gypse et calcaire	Peu perméable
[Symbol]	Oligocène inf. 2 (ex Stampien)	Argile et grès	Imperméable
[Symbol]	Oligocène inf. 1 (ex Sannoisien)	Calcaire	Perméable
[Symbol]	Eocène Lutétien Yprésien / Sparnatien Thanétien	Calcaire	Perméable
[Symbol]	Eocène Montien - Vitrollien	Marne rouge	Imperméable
[Symbol]	Eocène Montien - Vitrollien	Calcaire	Perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien sup.	Calcaire	Perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien sup.	Grès, marne, calcaire à la base	Peu perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien inf. (Bégudien)	Marne et marno-calcaire	Imperméable ou peu perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien inf. (Bégudien)	Calcaire et marne	Perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien inf. (Bégudien)	Poudingue et argile	Peu perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Rognacien inf. (Bégudien)	Brèche, marne, calcaire	Peu perméable
[Symbol]	Crétacé sup. Campanien (Valdo-Fuvélien) / Coniacien - Santonien / Turonien - Cénomanién	Calcaires à lignites / calcaire et grès	Perméable
[Symbol]	Crétacé inf. Aptien sup. (Gargasien)	Marne noire	Imperméable
[Symbol]	Crétacé inf. Aptien sup. (Bédoulien) / Urgonien Hautérivien / Valanginien	Calcaire et calcaire marneux	Perméable
[Symbol]	Jurassique sup. et Lias calcaire	Dolomie et calcaire	Perméable
[Symbol]	Jurassique moyen	Argovien - Bajocien	Imperméable
[Symbol]	Trias	Muschelkalk	Perméable

LEGENDE (Sondages)

[Symbol]	N° du sondage dans le 1/8 de feuille	[Symbol]	Alluvions
[Symbol]	Profondeur de l'ouvrage	[Symbol]	Crétacé supérieur ou Cénomanién
[Symbol]	Cote du plan d'eau	[Symbol]	Crétacé inférieur
[Symbol]		[Symbol]	Jurassique
[Symbol]		[Symbol]	Eocène

NOTA - Tous les sondages n'ayant pas rencontré de venue d'eau sont figurés même si la cote du fond de l'ouvrage se situe au dessus de celle du niveau hydrostatique probable (voir annexe 11: Tableau des sondages)



MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Inventaire des sondages ayant fait l'objet
d'observations hydrogéologiques



Annexe n° 11	MODIFICATIONS
Dessiné le : Août 1974	
74 SGN 267 PRC	

Commune	Flle 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Martigues	Istres	1019.8.8	815,550	125,450	+ 3,00	25,00 m	- 0,50 m	marne grise coquillier	marne grise coquillier peu compacte, arrêté dans ces marnes Sénonien
St Mître les Remparts	Istres	1019.8.32	818,090	124,570	+ 25,00	67,00 m	+21,45 m	pas de coupe géolog.	implanté dans les grès et calcaires angoumiens - d'après carte géologique
Lavéra	Istres	1019.8.163	815,820	124,010	+ 12,00	14,70 m	sec	perte d'eau à -3,20m dans calcaire compact coquillier, cargneulisé	creusé et arrêté dans calcaires burdigaliens
même dossier	Istres	"	"	"	"	"	"	sur 5 autres forages des pertes d'eau entre 3 et 6 m aux mêmes couches géologiques	voisins on a observé
Lavéra	Istres	1019.8.164	816,565	123,965	+ 15,67	12,10 (S8)	+ 9,77 m	calcaire blanc marne jaune	creusé et arrêté dans calcaire blanc du Burdigalien
même dossier	Istres	1019.8.164	"	"	+ 14,34	8,00 (S10)	+ 8,94 m	calcaire coquillier cargneulisé, fissuré	- d° -
même dossier	"	"	"	"	+ 14,09	8,00 (S11)	+ 8,99 m	- d° -	- d° -
Lavéra	Istres	1019.8.165	816,440	123,865	+ 12,00	5 à 12m (26 forages)	sur ces 26 forages perte d'eau entre 0,80 et 5 m toujours dans calcaire coquillé avec passage de marne rouge	creusé et arrêté dans calcaire plus ou moins marneux - Burdigalien	
Lavéra	Istres	1019.8.166	816,945	124,490	+ 29,50	15,20	+ 11,75	sable marneux sur sable limoneux très fin	sable plus ou moins limoneux ou marneux arrêté dans sable limoneux très fin Cénomaniens
Lavéra	Istres	"	"	"	"	"	sec	perte d'eau à 8,50 m dans calcaire siliceux dur et fissuré	Creusé et arrêté dans calcaire plus ou moins dur et fissuré - Burdigalien
même dossier	sur 10 autres forages voisins on a observé des pertes d'eau au même niveau géologique								
Martigues	Istres	1019.8.173	815,680	123,830	+ 4,80	10,00	sec - 5 sondages	perte d'eau dans calcaire fissuré	calcaire plus ou moins fissuré sur toute la profondeur Burdigalien

Commune	Fle 1 20000	N° B.R.G.M.	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Berre	Martigues	1020 2 2	830,00	140,720	+ 30,06	25,00 m	+ 18,76	alluvions	terrasse quaternaire
Berre	Martigues	1020 2 3	819,180	141,060	+ 26,91	21,75 m	+ 18,11	alluvions	certaines sondages
Berre	Martigues	1020 2 4	828,080	141,380	+ 23,50	11,95	+ 18,80	alluvions	semblent avoir touché
Lançon	Martigues	1020 2 5	827,450	141,970	+ 20,85	30,00	+ 19,05 1° nappe	"	la fin du Pliocène
							+ 18,30 2° nappe	"	rapport de M. GOUVERNET
Berre	Martigues	1020 2 6	828,260	140,400	+ 21,25	12,25	+ 13,95	"	joint aux dossiers cernant 15 sondages
Berre	Martigues	1020 2 7	827,610	138,870	+ 13,26	18,00	+ 8,76 1° nappe	"	
							+ 8,66 2° nappe	"	
Berre	Martigues	1020 2 8	826,900	137,800	+ 6,42	11,50	+ 2,55	"	
Lançon	Martigues	1020 2 9	827,00	141,440	+ 19,50	50,00	+ 16,80	"	ces sondages sont arrêtés dans le Fuvelien
Lançon	Martigues	1020 2 10	827,800	142,550	+ 26,41	58,00	+ 20,91	"	
Lançon	Martigues	1020 2 11	827,770	142,900	+ 43,24	52,20	+ 21,24	"	arrêté dans Urgonien après grès turonien
Lançon	Martigues	1020 2 12	828,850	143,050	+ 50,00	67,50	sec	pas de perte d'eau	forage presque entièrement creusé dans les calcaires + ou - calmarneux friables et rognoneux n'a pas fait l'objet d'une interprétation géologique de M. GOUVERNET
Berre	Martigues	1020 2 21	830,380	135,935	+ 7,85	11,00	- 1,43	roche calcaire	argile jaune, marne arrêt dans roche calcaire - Begudien
Berre	Martigues	1020 2 22	829,845	137,250	+ 11,20 (S1)	20,00	+ 8,20	limon gris sableux, marneux	alluvions de la Crau
Berre	Martigues	1020 2 22	829,845	137,250	+ 14,50 (S2)	20,00	+ 10,10	- d° -	" " "

même étude de M. GOUVERNET

Commune	Fle 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Rognac	Martigues	1020.3.1.	834,800	135,144	+ 52,00	12,35	sec	perte d'eau à 1,65 dans les éboulis sableux	éboulis, marne iris arrêt sur marne Danien inférieur
Velaux	Martigues	1020.3.3	832,976	140,646	+ 104,00	13,90	sec	perte d'eau à 6,00m calcaire marneux fracturé	creusé et arrêté dans calcaire marneux Bégudien
Rognac	Martigues	1020.3.8bis	834,789	136,565	+ 66,34	15,10	sec	perte d'eau à 4,60 dans marnes irisées sableuses	arrêt dans marnes irisées gréseuses Danien
Rognac	Martigues	1020.3.10bis	834,725	136,995	+ 47,17	13,13	sec	perte d'eau à 2,00 dans éboulis sable argileux	arrêt calcaires, marne et calcaire marneux Bégudien
Velaux	Martigues	1020.3.13	833,674	142,624	+ 43,50	10,10	sec	perte d'eau à 5,60 calcaire marneux altéré	limons, éboulis arrêt dans calcaire marneux Campanien
Velaux	Martigues	1020.3.14	833,666	142,581	+ 38,86	8,75	37,66	galets calcaires sur calcaire légèrement marneux fracturé alluvions	arrêt dans calcaire marneux coquillier fracturé Campanien
Velaux	Martigues	1020.3.15	833,640	142,550	+ 46,10	9,80	sec	perte d'eau à 5,60m calcaire marneux fracturé	alluvions sur calcaire plus ou moins marneux et fracturé arrêt dans calcaire fracturé Campanien.
Velaux	Martigues	1020.3.16	833,214	141,818	+ 52,00	10,00	sec	perte d'eau à 7,60m grès marneux friable	marnes argileuse et grès marneux arrêt dans marne calcaire compacte Bégudien

Commune	Fille 1 20000	N° B.R.G.M.	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Coudoux	Martigues	1020.3.22	835,735	143,460	+ 77,24	10,00	+ 75,14	éboulis sableux quaternaires indéterminés	éboulis marnes sableuses, grès puis marnes argileuses arrêt dans marnes argileuses Campanien
Coudoux	Martigues	1020.3.23	837,001	143,655	+ 102,46	9,55	+ 97,26	- d° -	creusé et arrêté dans calcaire marneux plus ou moins fracturé - Campanien
Coudoux	Martigues	1020.3.24	837,028	143,630	+ 101,84	10,00	+ 95,94	éboulis limoneux et sableux à gros éléments	éboulis sur argile puis calcaire gris arrêt dans calcaire marneux Campanien
Coudoux	Martigues	1020.3.25	837,729	143,723	+ 134,95	11,60	+ 124,25	calcaire gréseux, marneux, fissuré	creusé et arrêté dans calcaire campanien
Ventabren	Martigues	1020.3.26	838,067	143,723	+ 140,65	15,50	+ 135,65	marne calcaire à diaclase	calcaire marneux marne calcaire arrêté dans marne compacte Campanien
Ventabren	Martigues	1020.3.27	839,801	143,694	+ 140,24	15,45	+ 132,14	calcaire marneux gris	calcaire marneux plus ou moins fracturé, marne calcaire arrêté dans marne sableuse Campanien.
Ventabren	Martigues	1020.3.29	838,801	143,701	+ 147,25	15,10	+ 146,45	marnes remaniées concrétions calcaires	marnes plus ou moins calcaires arrêté dans calcaire marneux gr Campanien
Ventabren	Martigues	1020.3.30	838,804	143,671	+ 147,90	15,20	+ 144,00	marnes calcaires fissurées	de 0 au fond Campanien arrêté dans calcaire marneux

Commune	Fle 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Aix en Provence	Martigues	1020.4.7	847,130	140,140	+ 197,00	S1 15,00	+ 193,50	galets dans sable marneux	sable marneux, marne et argile arrêt dans argile rouge Stampien inférieur argile des Milles
même dossier	"	"	"	"	"	S2 15,00	+ 192,00	- d° -	- d° -
même dossier	"	"	"	"	"	S3 15,00	+ 186,00	galets et graviers argileux sur sable et gravier	sable argile et galets argile rouge arrêt dans sable graviers Stampien inférieur argile des Milles
Aix en Provence	Martigues	1020.4.8	843,380	140,83	+ 130,00	23,00	+ 126,05	calcaire et marne blanche graveleuse	calcaire conglomérat marne blanche graveleuse arrêt marne rouge Lattorfien
Aix en Provence	Martigues	1020.4.9	846,559	144,528	+ 303,33	15,00	+ 300,98	débris calcaire blancs et calcite pulvérulente	alternance calcaire blanc et marne arrêt dans calcaire marneux Oligocène supérieur
Aix en Provence	Martigues	1020.4.12	842,800	137,500	+ 130,00	12,50	+ 128,50	pas de coupe calcaire?	Eocène inférieur (carte 1/80 000)
Ventabren	Martigues	1020.4.13	840,001	143,561	+ 170,76	15,10	+ 159,44	marno-calcaire	marne argileuse puis calcaire arrêt dans marne calcaire Campanien
Ventabren	Martigues	1020.4.14	840,157	143,564	+ 180,24	25,30	+ 170,84	- d° -	- d° - arrêt dans marne ligniteuse Campanien

Commune	Fille 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Martigues	Martigues	1020 5 2	820,120	126,360	+ 1,50m	14,50 m (S1)	+ 0,20	dépôts récents	coordonnées du S1 dépôts récents, arrêt dans Fuvélien ? 6 au- tres sondages donnent + ou - la même géolo- gie
Martigues	Martigues	1020 5 3	820,660	125,740	+ 13,60	14,85 m (S1)	+ 11,10	argile plastique, nom- breux cailloux roulés	coordonnées du S1 argile, marne bleue et grise arrêt dans grès - Valdonnien 6 autres forages idem
Martigues	Martigues	1020 5 4	820,020	125,700	+ 15,00	6,80 m (S9)	+ 4,50 m	terre et argile sableu- se	coordonnées du S9 argile sableuse, marne compacte, tourbe fin de sondage; 3 autres sondages idem Valdonnien supérieur
Martigues	Martigues	1020 5 10bis	819,250	125,850	+ 3,50 m	10,00m (S1)	+ 1,10m	sable et argile grave- leuse	sable et argile plus sabloneux, calcaire dur - alluvions Rognacien
Martigues	Martigues	1020 5 12	819,230	125,980	- 0,20	51,60 (S5 est)	pas de NP départ à - 0,20 = vase	grise	alluvions actuelles argile jaune, galets arrêt sur banc calcai- re
Martigues	Martigues	1020 5 22	819,780	125,510	+ 10,30m	20,50 m (S FI)	+ 4,00 m	argile sableuse et graveleuse	argile + ou - grave- leuse arrêt dans marne bleue alluvions quater- naires Bégudien
Martigues	Martigues	1020 5 27	819,294	125,876	+ 1,698m	18,60	+ 0,10 m	limons, graviers, sable	limons et marnes, arrêt dans marnes compactes Valdonnien

Commune	Fle 1 20000	N°B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Gignac la Nerthe	Martigues	1020 7 1	835,165	125,365	+ 56,41	55,90 m	niveau d'eau du canal? du Rove?	Pas de coupe, feuille annexe donne: marnes noires compactes fines plaquettes calcite en rares lits, grande homogénéité générale - Gargasien	
"	"	1020 7 2	835,360	125,220	+ 67,80	67,50	néant (sec)	eau de filtration dans marne ébouleuse: Gargasien	
"	"	1020 7 3	835,260	125,360	+ 65,00	73,50	sec	Gargasien (tout le forage dans marne noire alternances schisteuses fissurées ou non arrêt dans marne noire compacte)	
"	"	1020 7 4	835,200	125,280	+ 65,00	80,10	sec	"	- d° -
"	"	1020 7 6	835,350	125,260	+ 68,45	84,60	sec	perte d'eau - 68 m dans marne noire fissurée zone molle	- d° ci-dessus avec passages plus fissurés Gargasien
"	"	1020 7 7	834,900	125,550	+ 54,13	24,10	+ 40,73	marne gréseuse dure verte fissurée	marne + ou - gréseuse et fissurée Gargasien faciès de Fontdoulle
Vitrolles	"	1020 7 14	836,834	129,514	+ 49,00	14,50	sec	perte d'eau à -8,50 dans marne blanche	tout le forage dans Vitrollien
Vitrolles	"	1020 7 14bis	836,790	129,482	+ 48,00	19,60	sec	perte d'eau à - 1,50 dans remblais sur argile blanche	argile, marne, calcaire lithog. vitrollien Danien supérieur
Les Pennes Mirabeau	"	1020 7 18	838,149	127,577	+ 87,20	10,00	sec	perte d'eau totale à 9,50 m passage marne gréseuse à grès marneux	marne graveleuse grès marneux arrêt dans grès compact calcaire de Rognac
"	"	1020 7 20	838,150	127,785	+ 92,00	10,00	sec	perte d'eau totale 8,75 m dans calcaire blanc fissuré	éboulis calcaires blancs fissurés, arrêt dedans. Calc de Rognac

Commune	Fille 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation	
			X	Y	Z					
Les Pennes Mirabeau	Martigues	1020 7 27	838,560	127,860	+ 110,00	75,70	sec	imperméable jusqu'au fond	creusé et arrêté dans le Danien	
Vitrolles	Martigues	1020 7 28	834,872	131,984	+ 87,00	40,00	sec	calcaire compact fissuré passage coquillier à 4,50m perte d'eau totale	creusé et arrêté dans calcaire de Rognac	
Les Pennes Mirabeau	Martigues	1020 7 29	839,217	127,304	+ 95,50	11,27	+ 94,20	marnes sableuses calcaires	creusé et arrêté dans Bégudien	
Vitrolles	Martigues	1020 7 31	837,082	129,474	+ 55,00	10,58	+ 8,18	gravier et sable sur poudingue friable et marne graveleuse	creusé et arrêté dans le Vitrollien	
Les Pennes Mirabeau	Martigues	1020 7 47	838,680	127,700	+ 95,00	67,50	sec	entièrement imperméable	creusé dans les marnes arrêt dans calcaire marneux Rognacien	
Marignane	Martigues	1020 7 50	833,850	128,040	+ 14,00	12,00 (F3)	+ 11,80	alluvions	argile, marnes arrêt dans grès légèrement marneux	
Marignane	Martigues	1020 7 50	833,850	128,040	+ 14,00	15,00 (F4)	+ 11,80	alluvions	même géologie, arrêt dans marne gréseuse	
Les Pennes Mirabeau	Martigues	1020 7 51 à 1020 7 63	= 12 puits particuliers sur bordereaux pour				étude villes nouvelles			
Vitrolles	Martigues	1020 7 64 à 1020 7 90	= 26 puits				"	"	"	"
Vitrolles	Martigues	1020 7 91	836,245	128,850	+ 40,30m	6,20	+ 38,30	alluvions	limons, marnes sableuses arrêt dans marnes rouges Vitrollien	
Vitrolles	Martigues	1020 7 94	837,310	128,450	+ 49,50	2,50	+ 47,80	colluvions	limons sableux, marne rouge calcaire arrêt dans marne gris-blanc Vitrollien	

Commune	Fle 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Vitrolles	Martigues	1020 7 95	837,100	128,300	+ 47,00	3,40	+ 44,30	colluvions	arrêt dans marnes blanches Vitrollien
Vitrolles	Martigues	1020 7 96	837,265	128,710	+ 54,50	5,60	+ 49,20	colluvions	d°
Vitrolles	Martigues	1020 7 98	837,915	129,040	+ 61,70	5,60	+ 60,50	colluvions	marnes rouges Vitrollien
Vitrolles	Martigues	1020 7 100	838,200	129,720	+ 72,50	7,50	+ 65,45	colluvions	- d° -
Vitrolles	Martigues	1020 7 105	838,090	129,260	+ 64,00	3,15	+ 60,95	colluvions	arrêts colluvions galets calcaires rouge
Vitrolles	Martigues	1020 7 107	838,130	128,960	+ 61,60	4,40	+ 61,00	colluvions	marne rouge Vitrollien
Vitrolles	Martigues	1020 7 108	838,500	129,00	+ 67,40	5,60	+ 65,40	colluvions	" " "
Vitrolles	Martigues	1020 7 110	839,295	128,295	+ 80,00	4,50	+ 79,00	colluvions	" " "
Les Pennes Mirabeau	Martigues	1020 7 113	839,900	128,320	+ 94,50	9,20	+ 86,80	colluvions	marnes bariolées Vitrollien
Vitrolles	Martigues	1020 7 114	836,190	129,450	+ 42,60	56,80	sec	venue d'eau à -22,70 dans calcaire de Rognac	marnes rouges arrêt calcaire de Rognac
Vitrolles	Martigues	1020 7 117	836,300	128,882	+ 40,50	11,20	+ 38,50	alluvions	argiles marnes et calcaires arrêt dans calcaire sublithographique Vitrollien s/ Rognacien
Vitrolles	Martigues	1020 7 119	838,885	128,390	+ 95,00	14,70	sec	perte totale d'eau à - 5,80 m dans débris conglomérats sur cailloutis argileux	limons, cailloutis, marnes, arrêt dans marne indurée, sableux très sèche Montien

Commune	Flle 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Cabriès	Martigues	1020.8.3	842,330	132,950	+ 159,81	S1 20,00	+ 147,50	calcaire plus ou moins fissuré et broyé	calcaire jaunâtre fissuré marneux arrêté dans calcaire sublithe fissuré Thanétien M. GOUVERNET
Cabriès	Martigues	1020.8.3.	"	"	+ 159,31	S2 9,80	+ 152,91	- d° -	- d° -
"	"	"	"	"	+ 159,38	S3 15,10	+ 150,28	- d° -	- d° -
Pour mémoire	communes de	Septèmes et	Bouc Bel	Air du n°	1020.8.17	au 1020.3.22 = 6 puits particuliers - ratissage			
Simiane	Martigues	1020.8.26	847,566	128,568	+ 302,00	50,00	sec		creusé et arrêté dans calcaire compact Bathonien Bajocien
Cabriès	Martigues	1020.8.27	847,283	127,775	+ 274,00	280,50	sec		calcaire marneux de plus en plus marneux vers le fond arrêté dans ce calcaire très marneux Bathonien Bajocien
Simiane	Martigues	1020.8.28	847,784	128,312	+ 264,00	121,90	sec		- d° - arrêt dans marno-calcaire gris Bathonien Bajocien
Les PENNES MIRABEAU	Martigues	1020.8.29	841,140	128,230	+ 168,00	67,00	sec	venues d'eau à - 36 m et - 53 m calcaire beige	creusé et arrêté dans calcaire dur Vitrollien (Montien)
"	Martigues	1020.8.31	841,400	125,87	+ 280,00	12,10	+ 270,00	argile passage calcaire graveleux	argile sableuse arrêté dans argile graveleuse Bégudien

Commune	Fille 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Châteauneuf les Martigues	1043 1	7	825,020	123,360	+107,55	50,00m	sec	perte d'eau à 5 et 15 m dans calcaires blancs fissurés	calcaires blancs argiles arrêt du sondage dans calcaire blanc fissuré
- d° -	1043 1	8	825,025	123,530	+110,98	50,00m	sec	perte d'eau à 5m et 25 m dans calcaire marneux bleu	succession de débris de calcaire marneux marnes et calcaires marneux, arrêt du sondage dans calcaire marneux blanc
Martigues	1043 1	20	819,338	122,446	+ 24,00	98,00	sec	pas de perte d'eau	marnes de couleur différente, calcaire gypseux, sable gréseux arrêt dans gypse dur Lattorfien
Martigues	1043 1	22	821,236	122,175	+ 60,00	101,00m	sec	perte d'eau à 76m, marnes vertes silex noir	succession marnes, calcaires, gypses dur arrêt dans gypse dur Lattorfien
Martigues	1043 1	23	820,230	122,280	+ 48,00	151,00m	sec	perte d'eau à 31 m de terrain	succession de marnes et gypses arrêt dans marnes vertes Lattorfien
Martigues	1043 1	24	821,660	122,040	+ 78,00	50,55m	sec	entre 10 et 16 m banc calcaire perméable	marnes calcaires gypses arrêt dans gypse saccharoïde Lattorfien
Martigues	1043 1	25	822,500	122,020	+ 78,00	70,00m	sec	néant	Marnes, gypse, argile arrêt dans marne blanche gypseuse Lattorfien
Martigues	1043 1	26	822,920	121,870	+ 78,00	65,00m	sec	de 0 à 20 m sables et alluvions + blocs calcaires	alluvions, marnes, gypses arrêt dans argile gris foncé Lattorfien

Commune	Fille 1 20000	N° B.R.G.M	Coordonnées			Profondeur forage	Cote absolue Plan d'eau	Géologie de l'aquifère	Observation
			X	Y	Z				
Martigues	Marseille	1043 1 3	819,300	122,660	+ 25,00	860,00	sec	marnes et calcaires oligocènes	
Martigues	Marseille	1043 1 4	819,800	122,560	+ 31,00	181,10	sec	argile, marne, calcaire et gypse oligocène	
Martigues	Marseille	1043 1 5	819,820	122,560	+ 31,00	229,00	sec	calcaire marneux, calcaire compact - Oligocène - Urgonien	
Martigues	Marseille	1043 1 6	819,300	122,180	+ 35,70	74,00	venue d'eau à - 4,30 m	passage sable dans zone broyée calcaire	conglomérat, gypse, marne compact Oligocène.
Martigues	Marseille	1043 1 1	819,320	122,520	+ 22,00	244,70	sec	perte totale de boue à - 243 m du Z	argile, marne rognons calcaires, conglomérat gypse, silex.
Martigues	Marseille	1043 1 2	819,380	122,770	+ 31,00	157,70	+ 5,00 m	argile sableuse, petits rognons calcaires et graviers	conglomérats, argile, sable argileux, calcaire crayeux - Oligocène Crétacé
Sausset les Pins	Marseille	1043 1 9	823,445	119,360	+ 7,43 m	11,50	+ 3,96	calcaire urgonien	Urgonien de 0 au fond
Martigues	Marseille	1043 1 10	819,190	122,245	+ 24,00	20,00	sec	perte totale de l'eau lourde à + 11,75 m	argile jaune + dure roche dure, fond = Oligocène
Martigues	Marseille	1043 1 11	820,910	122,260	+ 49,00	75,00	sec		marne plus ou moins granuleuse, roche dure fond Oligocène

SONDAGES CONFIDENTIELS

DONNEES HYDRO BRUTES

Feuille Istres

1019 8 7 X = 815,28 D'après position départ dans alluvions, puis calcaires
Y = 124,58 crétacés (à la limite des affleurements miocènes)
Z = + 1

Profondeur de S.1 = 16 m - niveau d'eau en début de poste
Profondeur de S.2. = 12 m - pas de renseignement
Profondeur de S.3. = 13,30 m - niveau d'eau en début de poste
Profondeur de S.4. = 18,50 m - pas de renseignement
Profondeur de S.5 = 17,80 m - niveau d'eau en début de poste
Profondeur de S.6. = 11,30 m - pas de renseignement
Profondeur de S.7. = 10 m - pas d'eau en début de poste

1019 8 10 X = 815,76 Dans la passe de Caronte, hauteur de Lavéra, a dû
Y = 125,22 atteindre le Crétacé supérieur.
Z = + 1

Profondeur = 142, 70 m
N.H.S. = 9,30 m - cote absolue du plan d'eau: 8,30 m

1019 8 12 X = 815,64
Y = 125,28 Passe de Caronte
Z = + 2

Profondeur = 15 m sondage sec

1019 8 158 X = 817,09
Y = 125,26
Z = + 3,52

Profondeur = 100 m - Cote absolue du plan d'eau non mesurée

1019 8 159 X = 816,67
Y = 125,19
Z = + 3,65

Profondeur = 125 m - Le 2.10.1968 cote absolue du plan d'eau : + 2,2 m

1019 8 160 X = 816,633
Y = 125,008
Z = +18,28

Profondeur = 130 m Le 2.10.1968 cote absolue du plan d'eau: + 1,6 m

1019 8 161 X = 816,72
Y = 124,85
Z = + 9,60

Profondeur = 151,20 m - Cote absolue du plan d'eau: + 1,7 m

1019 8 162 X = 817,21
Y = 125,89
Z = + 52,7

Profondeur = 150,80 m Le 2.10.68 cote absolue du plan d'eau + 1,5

Feuille Martigues

1020 2 14-15

X = 829,24 Dans les calcaires urgoniens de la Fare, trop haut pour
Y = 143,86 avoir un niveau hydrostatique
Z = 123,6

Profondeur = 24 m - pas de renseignement

X = 828,64 Dans les alluvions au S. de la Fare
Y = 141,96
Z = +25,5

Profondeur = 24 m - pas de renseignement

1020 2 16-18

S.G. X = 828,58
Y = 139,05
Z = + 17,75

Profondeur = 24 m - pas de renseignement

S.H. X = 827,50 alluvions basse vallée de l'Arc
Y = 137,26
Z = + 11,90

Profondeur = 24 m - pas de renseignement

S.I. X = 827,67
Y = 135,78
Z = +2,75

Profondeur = 24 m pas de renseignement

1020 4 1 et 2

X = 843,22 argile des Milles
Y = 144,18
Z = + 160

Profondeur = 24 m
pas de renseignement

X = 843,35 argile des Milles
Y = 142,67
Z = + 144

Profondeur = 24 m
pas de renseignement

1020 4 3-4-5-6 S.11 X = 843,50 Calcaire Sannoisien
Y = 141,02
Z = +130
Profondeur = 24 m pas de renseignement

S. 12 X = 843,61 Calcaire sannoisien
Y = 139,02
Z = +102
Profondeur = 24 m - pas de renseignement

S.D. X = 843,74 Calcaire lutétien
Y = 136,95
Z = +116
Profondeur = 24 m - pas de renseignement

S.E. X = 843,99 Calcaire Yprésien
Y = 134,69
Z = + 138
Profondeur = 30 m pas de renseignement

1020 4 30 S.M.1. X = 845,28
Y = 139,025
Z = ?
Profondeur = 20,50 m pas de renseignement

S.M.2. X = 845,310
Y = 139,51
Z = ?
Profondeur = 61,52 m pas de renseignement

S.M.3. X = 845,665
Y = 139,440
Z = ?
Profondeur = 59,60 m pas de renseignement

S.M.4. X = 845,580
Y = 139,440
Z = ?
Profondeur = 36,10 m pas de renseignement

S.M.5. X = 845,480
Y = 139,600
Z = ?
Profondeur = 26,55 m pas de renseignement

S.M.6. X = 845,475
Y = 139,520
Z = ?
Profondeur = 65,80 m pas de renseignement

1020 7 21 X = 835,08 Calcaire de Rognac
Y = 130,45
Z = + 64,00
Profondeur = 65 m sec

1020 7 25 X = 838,744 Dans la barre des Pennes Mirabeau d'après
Y = 127,615 l'implantation - N.H. douteux où le sondage
Z = +87 n'est pas dans les calcaires
Profondeur = 20,20 m Le 23.11.1963 profondeur du plan d'eau: 0,80 m
Cote absolue + 86,20 m

1020 7 40 X = 839,360 Dans les marnes noires jurassiques - sec
Y = 124,710
Z = + 195
Profondeur = 337,40 m pas de renseignement

1020 7 41 X = 835,960
Y = 128,700
Z = + 39,12
Profondeur = 49,80 m N.H.S= 7,89 m

1020 7 42 X = 835,92
Y = 128,850
Z = + 39,57
Profondeur = 67,25 m N.H.S. = 8,81 m le 15.9.1966

1020 7 48 X = 840,500
Y = 125,215
Z = + 235
Profondeur = 995 m pas de renseignement

1020 8 2 X = 844,140 calcaire lutétien
Y = 132,10
Z = + 190
Profondeur = 24 m pas de renseignement

1020 8 6 X = 840,976 dans Rognacien, proximité faille avec Gargasien
Y = 127,002
Z = + 167
Profondeur = 15 m sec

1020 8 7 X = 841,132 Gargasien
Y = 127,038
Z = + 178
Profondeur = 15 m sec

Feuille embouchure du Rhône

1042 4 1 X = 818,620 contact faille Urgonien - Valanginien calcaire
Y = 120,975
Z = + 11,39
Profondeur = 13,60 m Le 15.10.1965 profondeur du plan d'eau: 10,80m
cote absolue: + 1,59 m

Feuille Marseille

1043 1 17 X = 823,430
Y = 119,360
Z = +7,50
Profondeur = 50 m; les calcaires traversés présentent de bonnes
qualités pour constituer un réservoir valable - N.H.S. 2,2
Cote absolue: 5

1043 1 18 X = 820,610
Y = 119,820
Z = +30,28
Profondeur = 66,66 m N.H.S. = 11 m soit 29,28 NGF

1043 3 22 X = 835,830
Y = 122,710
Z = +154
Profondeur = 547,40 m pas de renseignement

1043 3 23 X = 839,700 Contact anormal Jurassique moyen - Jurassique
Y = 124,00 supérieur
Z = 230
Profondeur = 175,40 m pas de renseignement

1043 4 103 X = 846,430
Y = 123,120
Z = + 240
Profondeur = 15,20 m pas de renseignement

1043 4 104 X = 846,570
Y = 123,020
Z = +240
Profondeur = 15 m sec

MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE

BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine alluviale de St Pierre et St Julien les Martigues

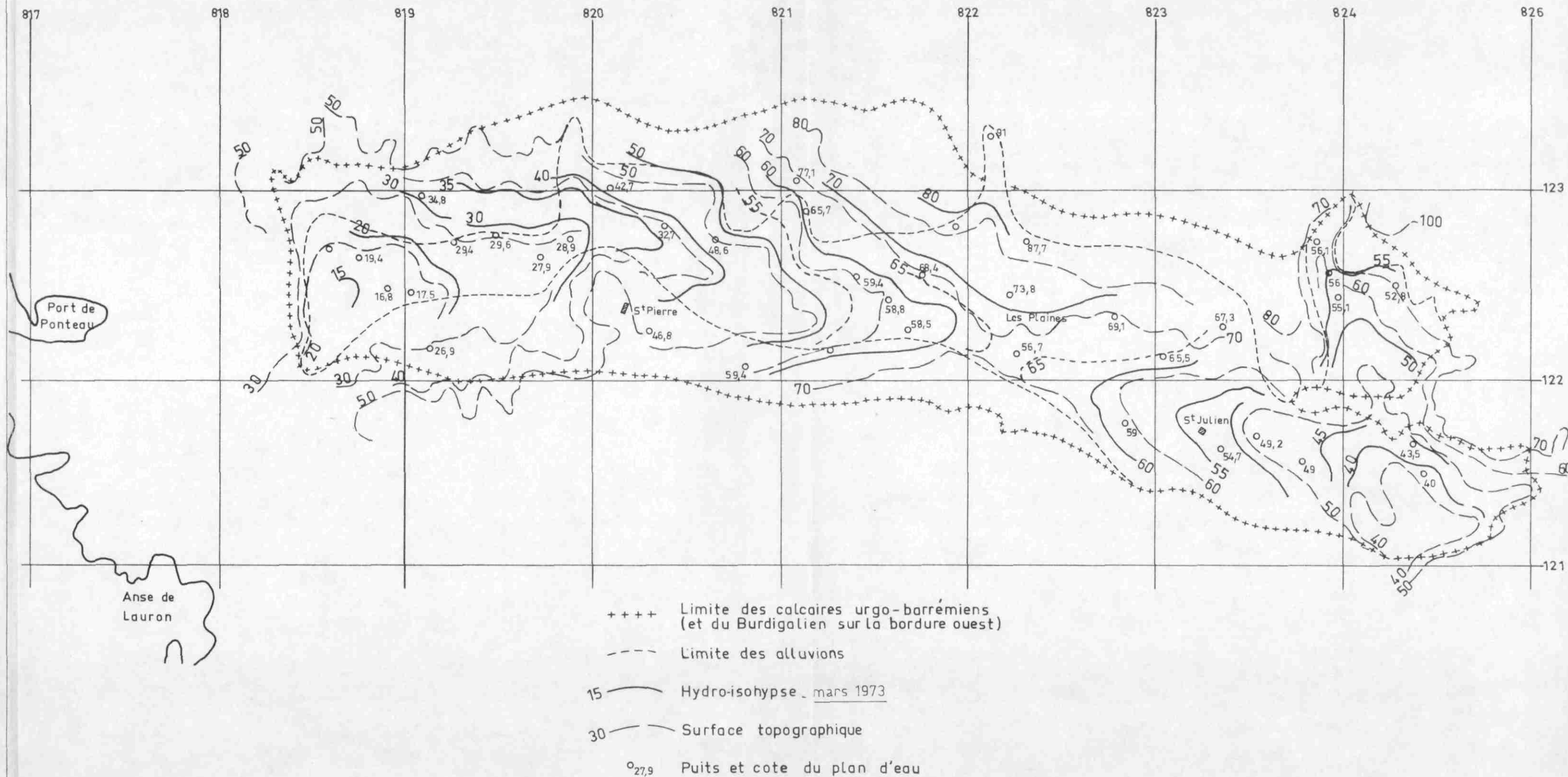
SURFACE PIEZOMETRIQUE

ECHELLE 1/20.000



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

Plaine de St Pierre - St Julien les Martigues



Annexe n° 12 a

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine alluviale de Marignane
SURFACE PIEZOMETRIQUE

ECHELLE 1/25.000

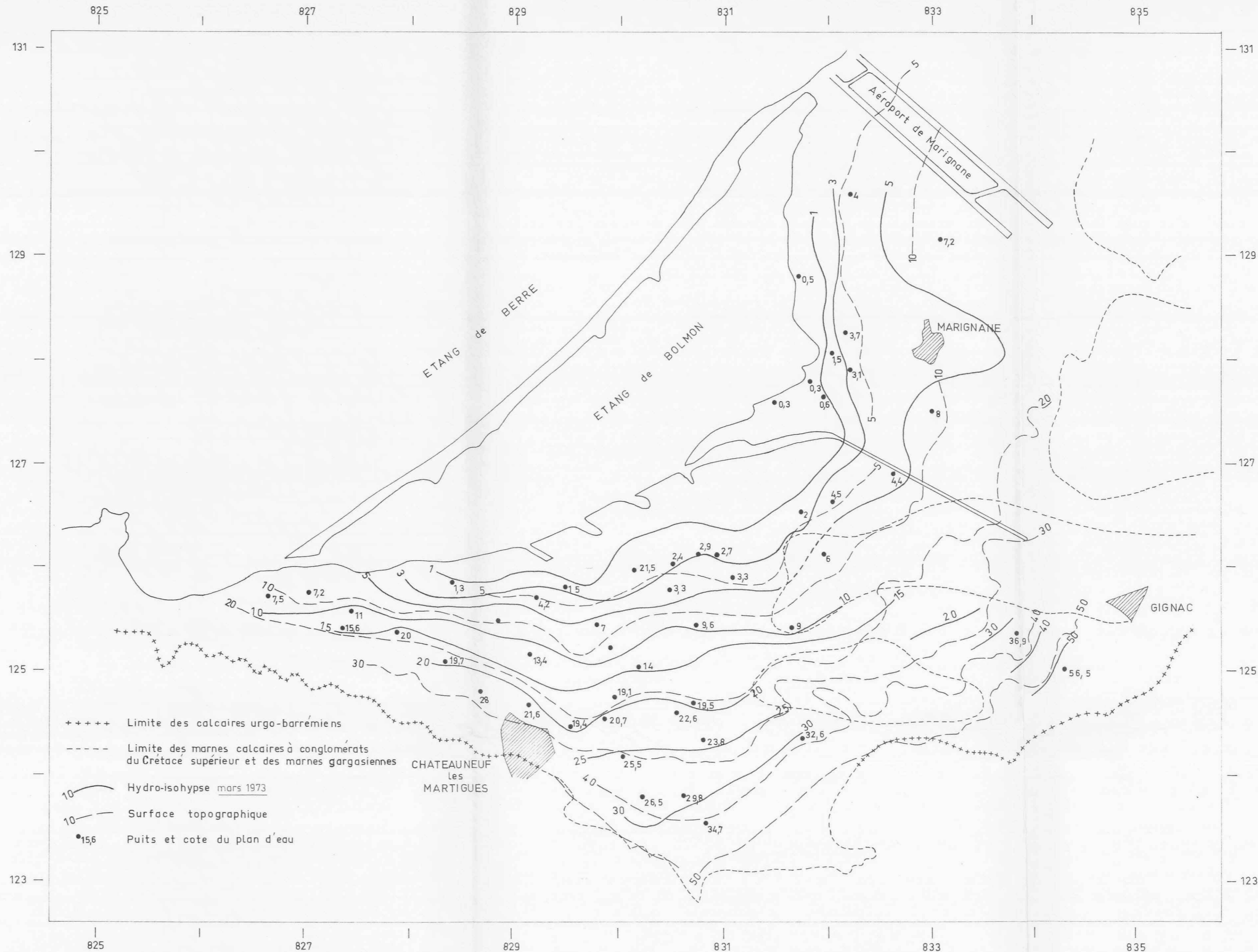


Annexe n° 12 b

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC



MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine alluviale de la Cadière SURFACE PIEZOMETRIQUE

ECHELLE 1/25.000



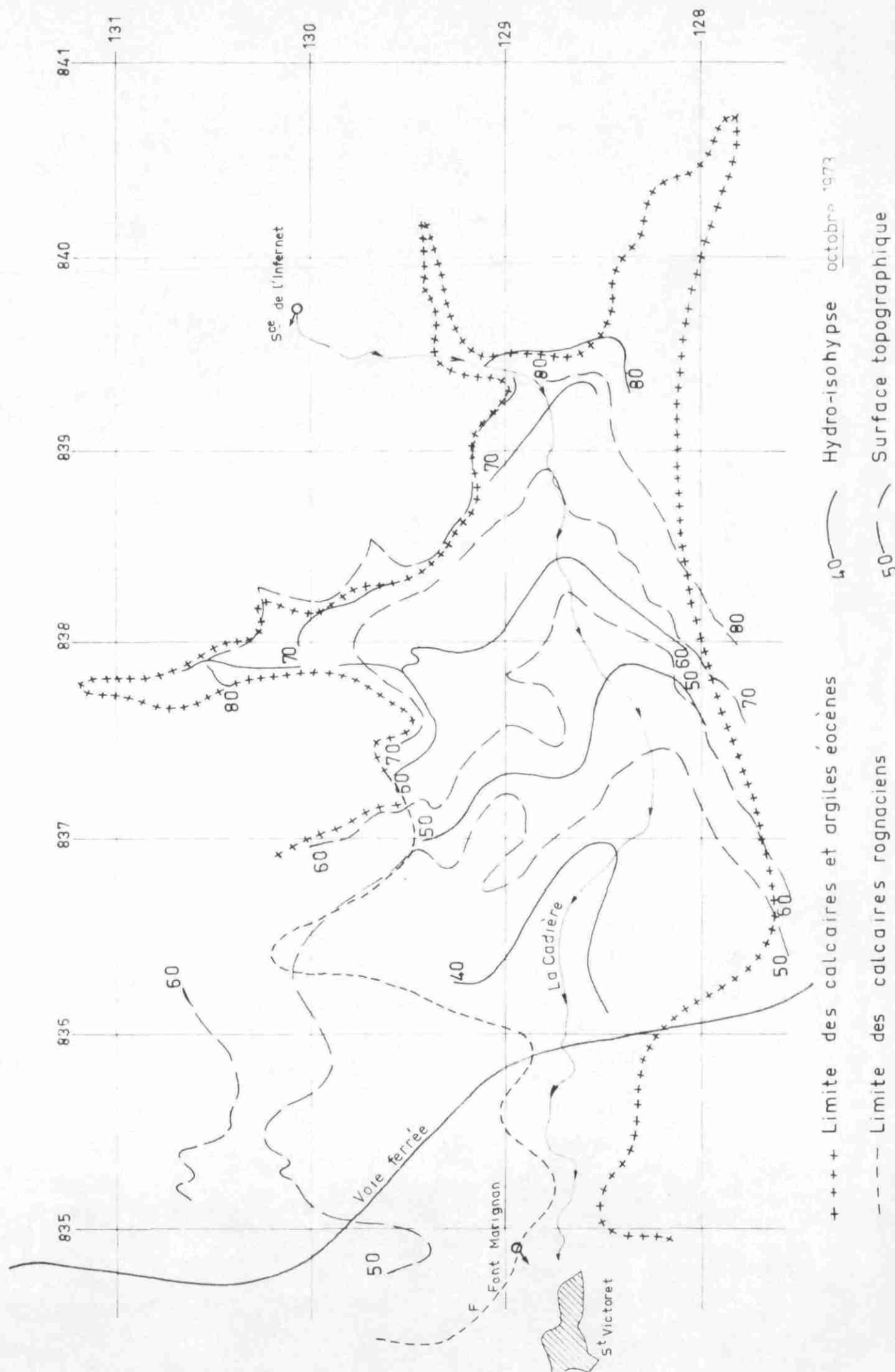
Annexe n° 12 c

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC

B.R.G.M. SGR-PRC



ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine alluviale de l'Arc
SURFACE PIEZOMETRIQUE

ECHELLE 1/25.000

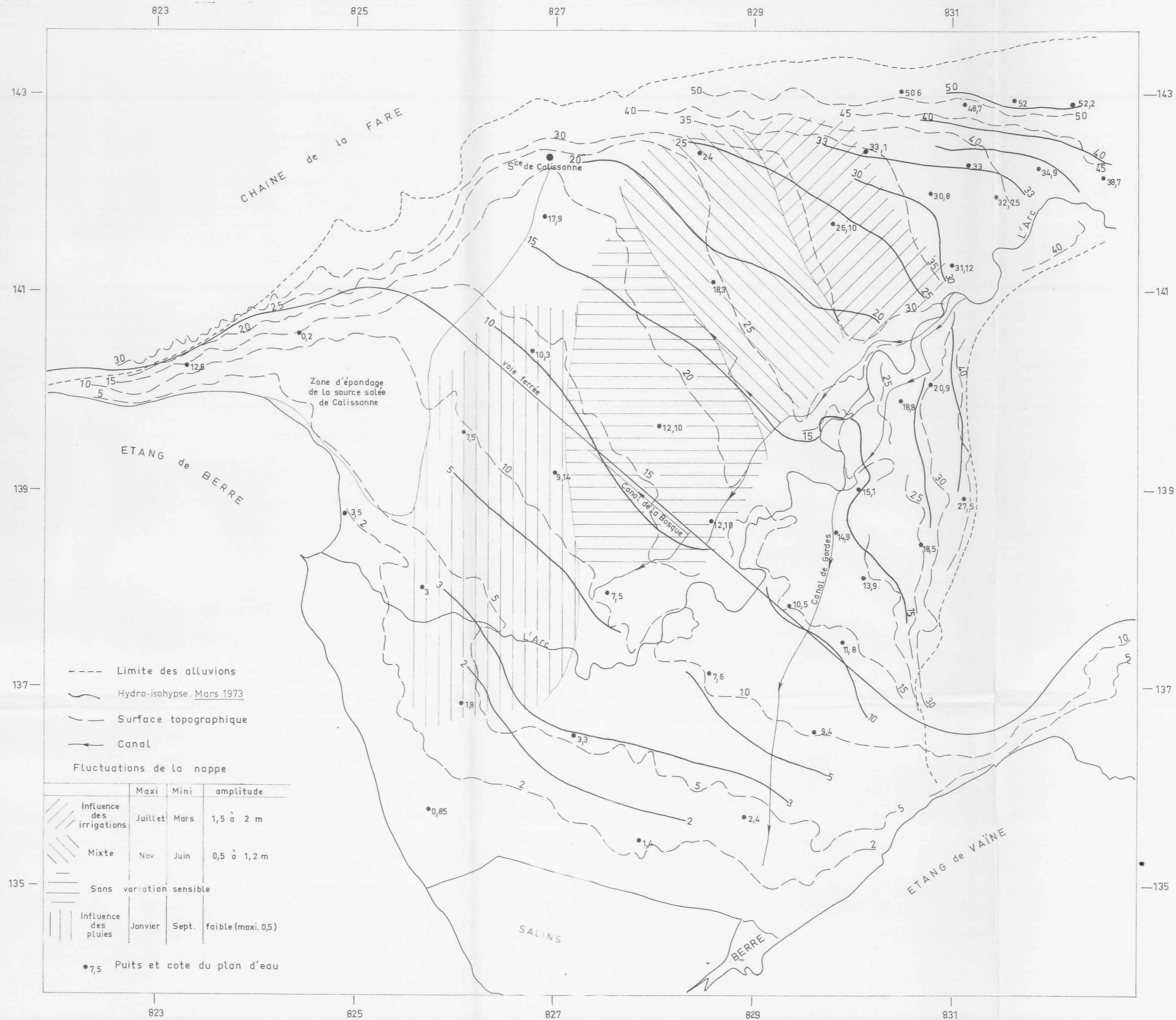


Annexe n° 12 d

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

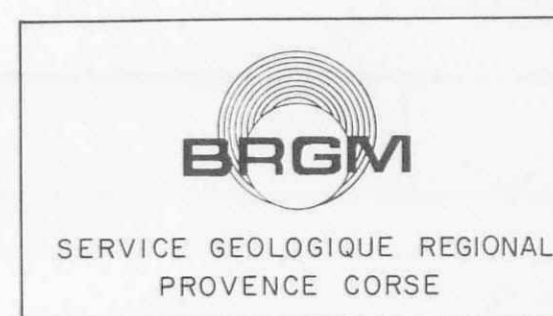
74 SGN 267 PRC



ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

BASSINS HYDROGEOLOGIQUES ET SUPERFICIES

ECHELLE : 1/50.000



Annexe n° 13	MODIFICATIONS
Dessiné le : Août 1974	
74 SGN 267 PRC	

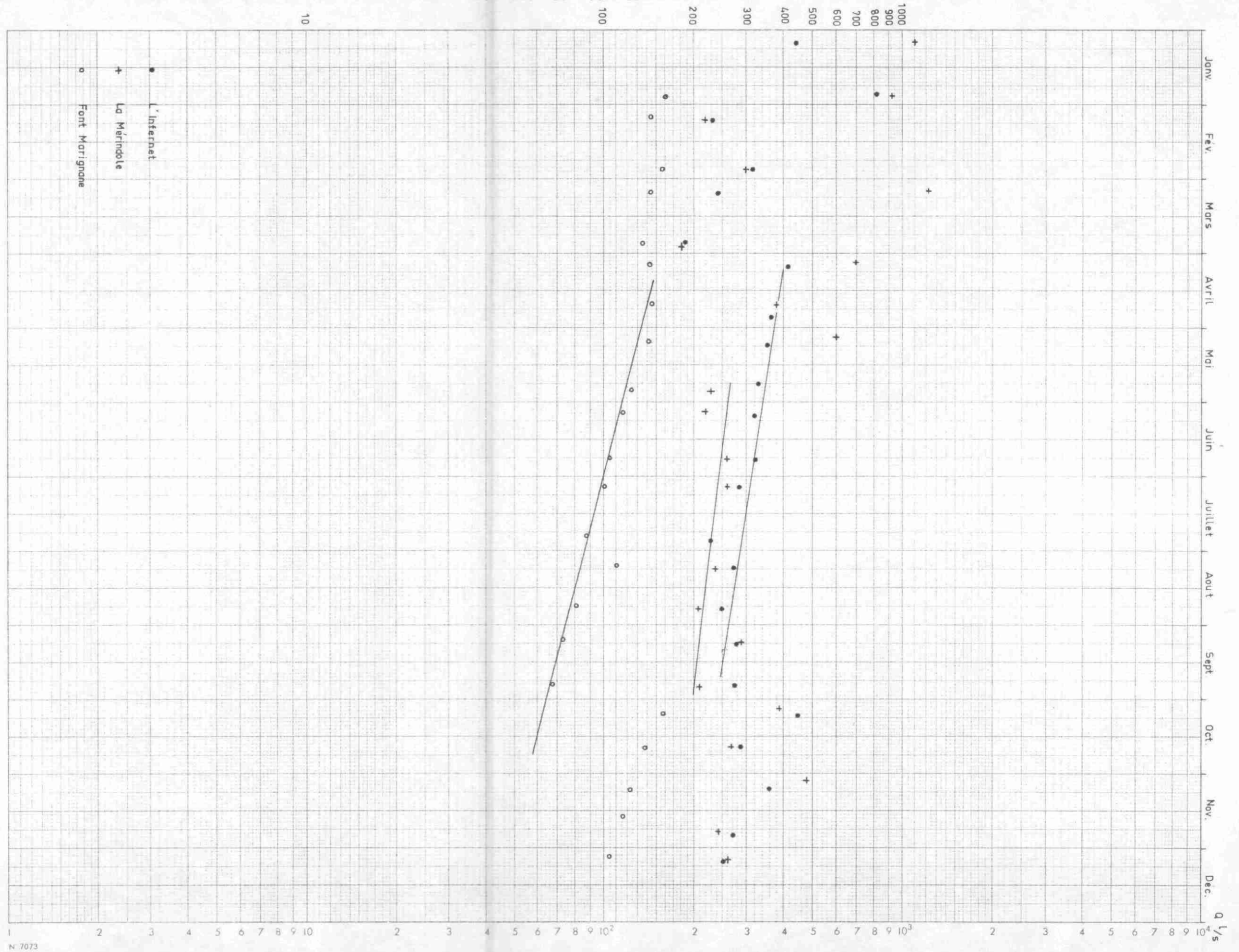
LEGENDE

~ Limite de bassin hydrogéologique

60 Superficie en km²

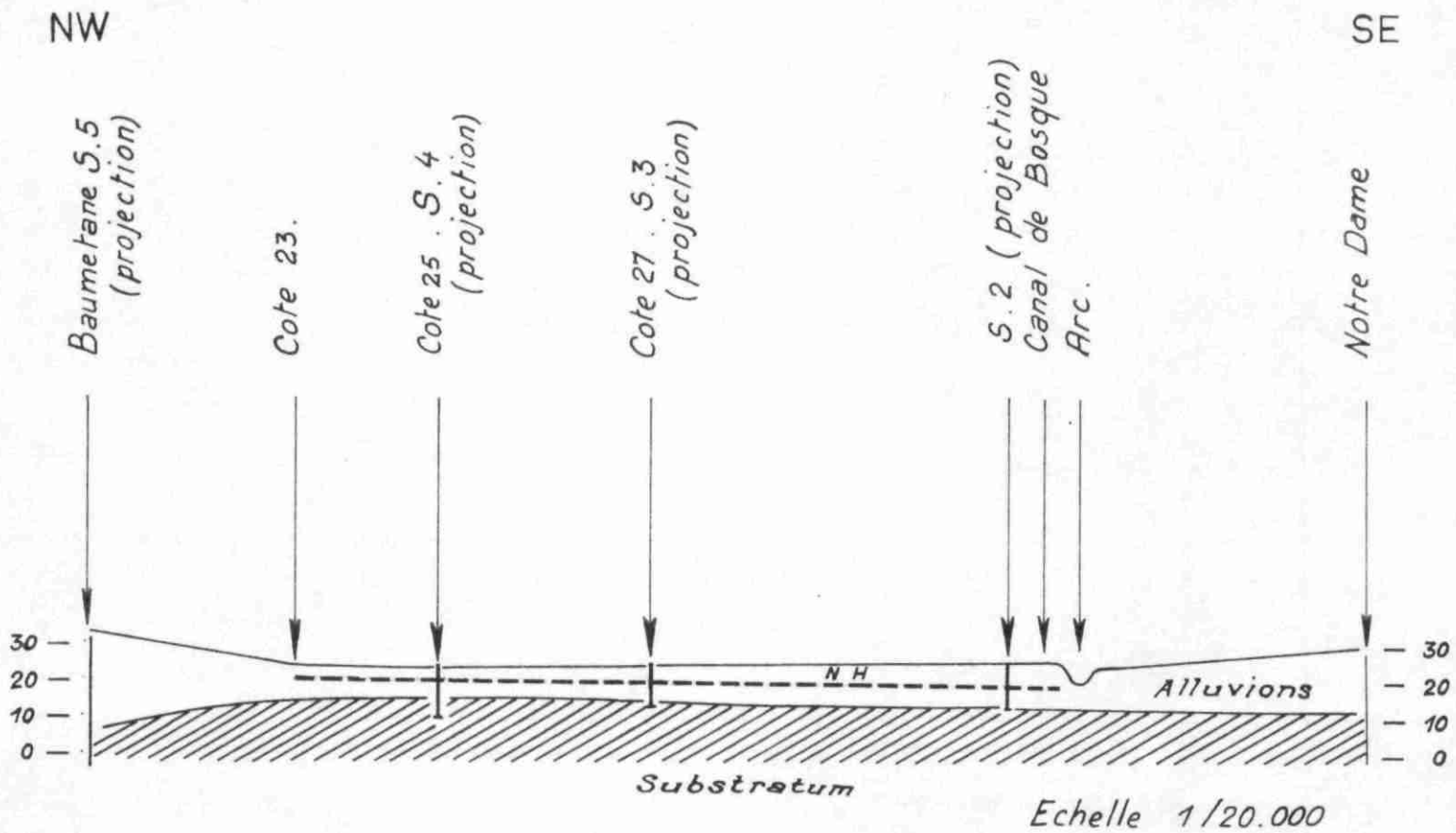


Courbes de tarissement

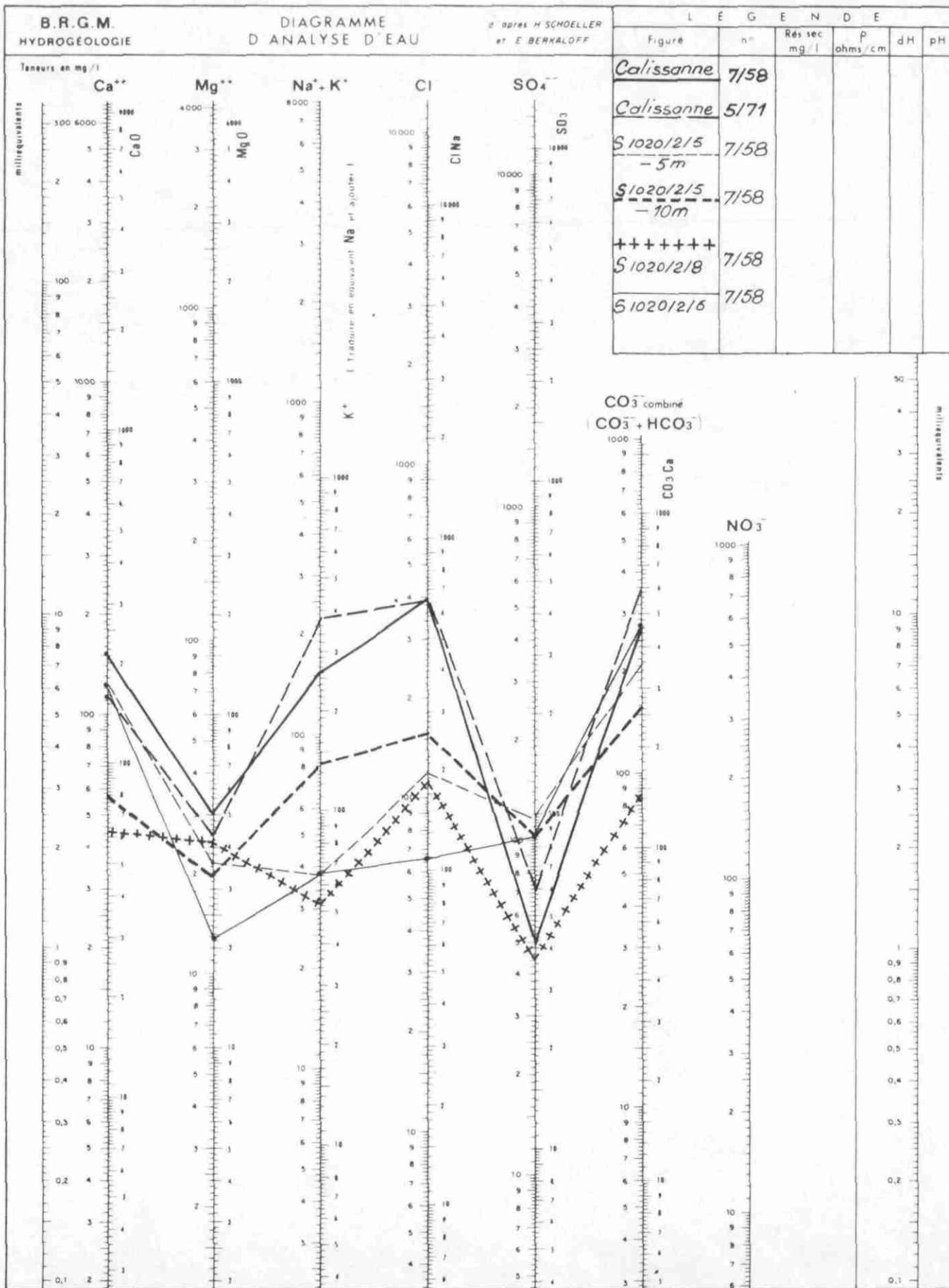


N 7073





Plaine de l'Arc _ Profil NW_SE

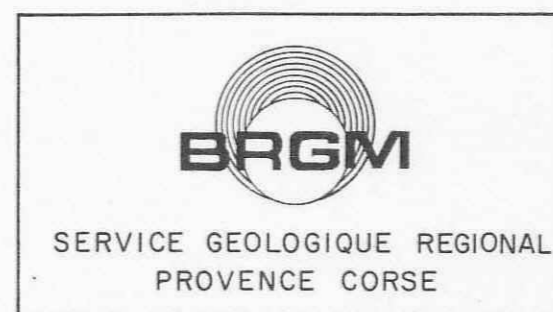


ZONE DE L'ETANG DE BERRE
BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine de l'Arc

NAPPE DES ALLUVIONS - TENEURS EN CHLORURE

Echelle 1/25000

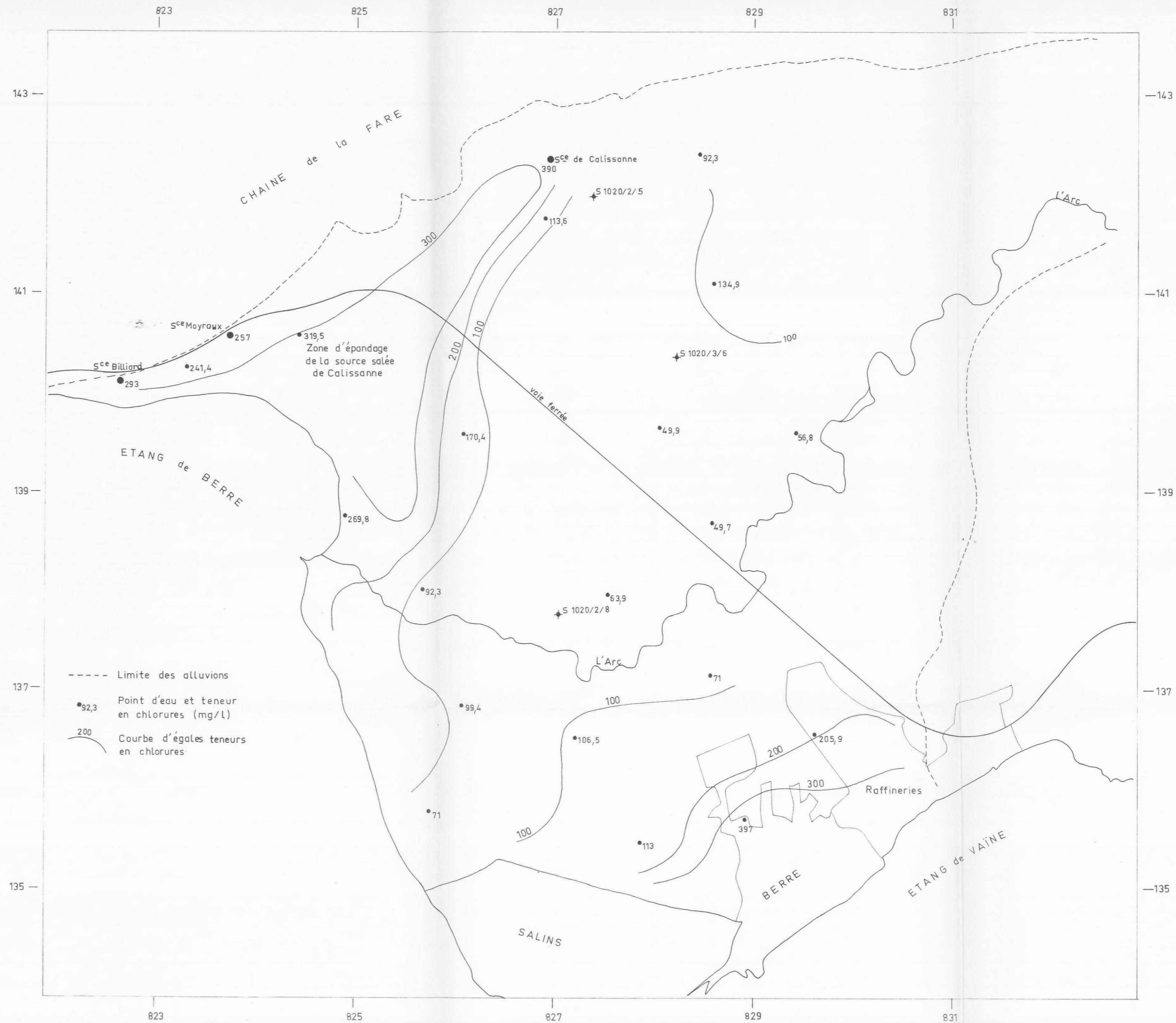


Annexe n° 18

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC



MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

EVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

ZONE DE L'ETANG DE BERRE

BASSIN DE L'ETANG DE BERRE

Plaine de Marignane et Chateaufneuf

NAPPE DES ALLUVIONS - RESISTIVITES



Annexe n° 19

MODIFICATIONS

Dessiné le : Août 1974

74 SGN 267 PRC

