

AGENCE DE BASSIN
RHONE - MEDITERRANEE - CORSE
31, Rue Jules Guesde - 69-PIERRE BENITE
DETACHEMENT DE MARSEILLE
10, Rue Léon Paulet

NAPPE DE LA CRAU
(BOUCHES DU RHONE)
ETUDE DES POLLUTIONS
PROGRAMME DES PRELEVEMENTS
ET DES ANALYSES

par
H. CHATELLET - J. LAVIE - J. PUTALLAZ



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional PROVENCE - CORSE

Domaine de Luminy, route Léon-Lachamp, 13 Marseille (9^e)

Tél.: (91) 41.26.02 et 41.24.46

R E S U M E

Cette étude est réalisée pour le compte de l'Agence de Bassin Rhône - Méditerranée - Corse. Elle a pour objet l'étude des pollutions de la nappe de la Crau et d'obtenir une image hydrochimique de la nappe à un temps t , que nous considérerons comme image initiale.

La présente note constitue la partie non confidentielle de l'étude. Son objet est la présentation d'un programme analytique de mesures sur l'ensemble du domaine de Crau. Les prélèvements d'échantillons pour analyses auront lieu dans la deuxième quinzaine de septembre.

TABLE DES MATIERES

Résumé		2
Chapitre	1 - INTRODUCTION	5
	11 - But de l'étude	5
	12 - Conception de l'étude	5
	13 - Déroulement des enquêtes	6
	131 - Pollutions domestiques	6
	132 - Pollutions industrielles	6
	133 - Pollutions agricoles	7
	14 - Résultats	8
Chapitre	2 - RAPPEL DES PRINCIPALES DONNEES HYDROGEOLOGIQUES DE LA NAPPE	10
	21 - Nature géologique et morphologique	10
	22 - Limites et conditions aux limites de la nappe	11
	23 - La piézométrie	11
	24 - Fonctionnement de la nappe - Essai de bilan	12
	25 - Vulnérabilité et protection de la nappe de la Crau	14
Chapitre	3 - CONNAISSANCE ACTUELLE DE LA CHIMIE DE LA NAPPE	16
	31 - Terrains de bordure	16
	32 - Nappe de la Crau	16
Chapitre	4 - PROGRAMME DE PRELEVEMENTS	19
	41 - Analyses générales	19
	411 - Observations à faire par le préleveur et mesures in situ	19
	412 - Observations et mesures à effectuer en laboratoire	20
	42 - Analyses particulières	20
Conclusions		22

TABLE DES PLANS

Plan	1	- Schéma hydrogéologique de la Crau 1/50.000
	2	- Carte des pollutions industrielles et domestiques 1/50.000
	3	- Carte des pollutions agricoles 1/50.000
	4	- Carte des prélèvements 1/50.000
	5	- Carte de vulnérabilité 1/50.000
	6	- Profil géologique N - S

Chapitre 1

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

11 - BUT DE L'ETUDE

Les projets d'aménagement et de développement des villes nouvelles à bâtir à l'Ouest de l'Etang de Berre et à l'Est de la Crau fondent leur approvisionnement en eau sur les ressources de la nappe de Crau que les études ont révélées abondantes (voir pages 12 et 13 - Essai de bilan).

Actuellement dans les points où elles sont exploitées les eaux de Crau donnent entièrement satisfaction du point de vue chimique, mais compte tenu :

- de la grande vulnérabilité de la nappe qui est libre sur l'ensemble de la Crau,
- des développements industriels et urbains qui peuvent s'étendre en particulier sur le domaine du couloir de Miramas extrêmement transmissif, il devient nécessaire d'organiser la sauvegarde de la nappe par la limitation des pollutions et par un contrôle de la chimie des eaux.

Le but de l'étude entreprise est la connaissance de la qualité des eaux sur l'ensemble de la Crau entre le col de Lamanon au Nord et la zone des émergences au Sud, des points de pollution et de leur type (industriel, domestique, agricole).

12 - CONCEPTION DE L'ETUDE

La conception de l'étude a été basée sur les renseignements tirés des études de pollution entreprises par l'Agence de Bassin Rhône - Méditerranée - Corse dans la plaine de Lyon. Elle implique :

- un inventaire des risques de pollutions industrielles, domestiques et agricoles.

- un inventaire des points d'eau et de captages divers, des principaux points d'émergence de la nappe et des possibilités de prélèvement des échantillons soumis au préalable, à un accord du propriétaire de puits en vue de mettre en place un réseau de prélèvements et de surveillance.
- une campagne initiale de prélèvements et d'analyses,
- l'exploitation des résultats.

13 - DEROULEMENT DES ENQUETES

Les enquête menées par le B.R.G.M. ont été faites sous le contrôle et en collaboration constante avec l'Agence.

131 - Pollutions domestiques

Nous avons visités systématiquement les mairies. L'enquête portait sur la population (nombre, prévisions), l'alimentation en eau potable (origine, débit, population desservie), le réseau d'assainissement (type, état, zones desservies et liste des industriels raccordés), les stations d'épuration (type, fonctionnement, capacité), le milieu récepteur des eaux usées communales et les décharges municipales ou sauvages. Des premiers renseignements étaient obtenus sur les activités industrielles et agricoles de chaque commune.

132 - Pollutions industrielles

Nous avons procédé au ratissage des établissements classés ou inscrits à l'I.N.S.E.E. et à la Chambre de Commerce. A partir de l'activité exercée, de l'importance de l'entreprise et des renseignements recueillis préalablement auprès des municipalités, nous avons procédé à la sélection des industries paraissant être une source de pollution pour la nappe.

Ces établissements ont fait l'objet d'une enquête systématique détaillée (renseignements généraux, procédés de fabrication, rôle de l'eau, pollution, points d'eau).

Avant d'entreprendre les enquêtes sur place, nous avons rédigé pour chaque type d'établissement après enquête bibliographique, une fiche schéma de procédés de fabrication et du rôle de l'eau. Cette méthode nous a permis de nous familiariser préalablement avec les processus de fabrication afin de mieux saisir, lors des visites, les risques de pollution et de préparer des rapports d'enquête homogènes.

133 - Pollutions agricoles

Les pollutions agricoles ont fait l'objet d'enquêtes auprès de la Direction départementale de l'Agriculture, des services vétérinaires et des coopératives agricoles. Elles concernent les élevages importants (porcheries, étables) et l'utilisation de divers produits notamment les engrais et les pesticides.

L'emploi massif de produits susceptibles de provoquer une dégradation de la qualité des eaux de la nappe de la Crau se fait précisément dans les zones sujettes à fortes irrigations. Or on sait, et les études antérieures l'ont démontré, que plus de 60 % de l'alimentation de la nappe provient des irrigations.

Comme la nappe se trouve généralement près du sol (voir plan n° 5) en raison du mode d'irrigation (pratique courante de l'irrigation à la raie) et d'une perméabilité verticale élevée, le danger d'une pollution agricole par les engrais (phosphatés, potassiques, azotés) et par les pesticides est réel.

Parmi les types d'engrais, les azotés doivent être considérés comme les plus polluants du fait de leur mobilité ionique. Actuellement ils sont livrés de plus en plus sous forme de granulés, moins rapidement solubles dans les eaux d'irrigation. Les quantités moyennes d'engrais utilisés à l'hectare sont, pour les différentes cultures, les suivantes :

- céréales : 250 - 300 kgs, à base d'azote et d'ammoniaque, épandage au printemps,
- prairies : 800 kgs, super potassique, épandage en février - mars,

- cultures fruitières : 1000 kgs super potassique en automne,
500 - 600 kgs d'azoté en mars,
500 - 800 kgs de nitro-potassique en mai-juin
- cultures maraîchères: variable selon les cultures, pour les melons :
800 kgs à base d'azote, de phosphate et de potasse.

Les pesticides employés en cultures maraîchères et fruitières sont nombreux et variables. La liste autorisée figure dans les "Avertissements agricoles" et est renouvelée annuellement. Parmi ceux-ci on distingue les organo-chlorés, les organo-phosphorés, les organiques ou organo-métalliques et les substances minérales. Citons qu'en cultures fruitières, grande consommatrice de pesticides, le nombre annuel de traitement varie de 4 à 8 , ce qui représente une consommation moyenne de l'ordre de 2,5 à 5 kgs à l'hectare.

Engrais et pesticides sont utilisés dans une période de l'année où l'on pratique l'irrigation. La nappe n'étant pas ou mal protégée, on doit s'attendre à un certain lessivage de ces produits du sol vers la nappe.

14 - RESULTATS

Chaque enquête auprès des établissements sélectionnés a fait l'objet d'une note décrivant l'activité exercée, le nombre de personnes employées, les procédés de fabrication, le rôle de l'eau et son historique du point de prélèvement au point de rejet, ce qui a permis de définir les types de pollution pour chaque établissement. Toutefois ces notes conservent un caractère confidentiel.

Les résultats obtenus ont été synthétisés sur 2 cartes :

- carte des pollutions industrielles et domestiques, localisation des points probables de pollution (industries, agglomérations) avec nature des polluants mais aussi des sources potentielles de pollution (carrières, stockages, axes ferroviaires et routiers, pipes-lines).
- carte des pollutions agricoles, localisation des élevages importants, des zones de cultures et du réseau de canaux.

A partir de ces 2 cartes et sur la base des renseignements hydrogéologiques acquis au cours d'études antérieures (cartes piézométrique, carte des transmissivités, etc...), nous avons établi la carte des prélèvements où sont reportées les différentes zones susceptibles d'être dégradées par tel ou tel type de polluants et dans lesquelles il faudra procéder à des analyses spécifiques particulières, complémentaires des analyses courantes qui seront appliquées sur l'ensemble du domaine de Crau.

La justification de ces analyses fait l'objet de cette note. Avant d'aborder le programme de mesures proprement dit et la justification des analyses proposées, nous rappellerons d'une manière succincte les principales données hydrogéologiques de la nappe et notre connaissance de l'hydrochimie.

Chapitre 2

RAPPEL DES PRINCIPALES DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

DE LA NAPPE

21 - NATURE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIE

Le réservoir dans lequel circule la nappe dont les limites figurent sur les plans 1 - 5 , est constitué par des cailloutis grossiers plus ou moins argileux déposés par l'ancienne Durance. On distingue en fait deux ensembles différents :

- la Crau quaternaire ou Crau de Miramas et de Salon, à l'Est, constituée par des cailloutis quaternaires récents;
- la Crau de Durance ou Crau d'Arles et le talus au Sud d'Aureille, constitués par des cailloutis plus anciens (Villafranchien) qui sont fréquemment cimentés en poudingues.

Le substratum des cailloutis est constitué pour la plus grande part par le Pliocène argileux ou argilo-gréseux (Astien) et dans la partie orientale par des marnes sableuses du Miocène. Ces terrains sont considérés comme peu perméables en regard des caractéristiques hydrodynamiques des cailloutis.

L'épaisseur des cailloutis a été reconnue par des sondages mécaniques et par géophysique. Il apparaît que le réservoir présente une épaisseur importante selon trois chenaux: le "couloir" de Miramas à l'Est, le "couloir" Mas de Lignon - Mas Icard au centre et la "gouttière" Saint Hippolyte - Saint Martin de Crau à l'Ouest. Ce sont des anciennes vallées alluviales enterrées de la Durance, dont les limites ont pu être précisées d'abord lors des calages des modèles résistance-capacité, cuve rhéoelectrique et mathématique D.G.R.S.T.

(B.R.G.M. Géohydraulique) et dernièrement lors du calage du modèle mathématique de gestion D.D.E. exécuté par le B.R.G.M. Celles-ci sont séparées par des lignes de crêtes du substratum ou "haut fond", tel le "haut fond" Mas de Perne - Mas de Lanon et le "haut fond" central d'Entressen.

La répartition géométrique des cailloutis de Crau est représentée sur la carte de vulnérabilité où figure la répartition des transmissivités, produits de la perméabilité par l'épaisseur du réservoir.

22 - LIMITES ET CONDITIONS AUX LIMITES DE LA NAPPE

Les limites figurent sur les plans 1 - 5. Nous distinguons :

- des limites de flux nul, pratiquement étanches, peu ou pas d'apport s'effectuant au travers de celles-ci. Elles sont développées sur la bordure nord et orientale.
- des limites non étanches, perméables au travers desquelles s'effectuent des échanges. Ce sont des limites à potentiel constant ou variable, drainantes ou alimentantes. Elles constituent les limites entre le seuil de Lamanon et la courbe de la Touloubre vers la Ménarde, les marais au Sud-Ouest et au Nord, en bordure du massif calcaire et dolomitique du signal de Mouriès.

23 - LA PIEZOMETRIE

La surface piézométrique présentée sur la plan n° 1 résulte de mesures effectuées en juin 1969 par E.D.F. D'autres levés ont été effectués au cours d'études extérieures à diverses époques de l'année.

Tous présentent un certain nombre de traits communs qui définissent les composantes principales de l'écoulement de la nappe.

En particulier la nappe de la Crau présente une zone de drainage importante en tête de Crau dans la zone de tête du "couloir" de Miramas.

Des lignes de partage des eaux souterraines qui s'avèrent très stables dans le temps, séparent en sous-bassins les zones drainées par les chenaux à forte transmissivité. Ces lignes de partage correspondent approximativement aux lignes de crêtes topographiques du substratum.

Le régime de fluctuation des niveaux piézométriques de la nappe est bien connu grâce aux observations mensuelles du niveau d'eau, effectuées par l'E.D.F. dans 240 puits de la région depuis 1954. Le régime est très variable dans l'espace et dans une moindre mesure dans le temps. Il dépend étroitement des précipitations et des irrigations:

- dans les zones fortement irriguées, le régime se caractérise par une périodicité très marquée avec maximum en juin - octobre et un minimum en hiver. Les amplitudes annuelles y sont souvent importantes (plusieurs mètres dans les zones proches des limites nord). La variabilité interannuelle apparaît peu accentuée. En certains points particulièrement irrigués comme dans la région Saint Martin de Crau - Raphèle Moulès on assiste à un remplissage progressif du réservoir.
- hors de ces zones, l'influence des précipitations est visible : périodicité moins régulière (les hautes eaux surviennent toutefois généralement en hiver), amplitudes plus faibles, variabilité inter-annuelle plus importante.

24 - FONCTIONNEMENT DE LA NAPPE - ESSAI DE BILAN

La nappe de la Crau est une nappe libre à écoulement divergent depuis la région du seuil de Lamanon au Nord-Est vers la zone des marais bordant le delta du Rhône au Sud-Ouest. Ceux-ci constituent une condition aval permanente du système. Les conditions amont sont déterminées essentiellement par les infiltrations d'origine pluviale et celles qui résultent des fuites des canaux et des irrigations. Toutes sont réparties de manière non uniforme dans l'espace et varient dans le temps. Ainsi sur une grande partie de la plaine, le régime de la nappe est essentiellement transitoire et ne traduit pas une succession d'exhaussements plus ou moins cyclique de la surface piézométrique.

Un essai de bilan a été tenté pour l'année 1962, il se résume ainsi, les valeurs étant exprimées en m^3/s :

- Apports

. Précipitations sur le bassin versant (584 km ²)	11
. Canaux d'irrigation	17,5
	<hr/>
Total	28,5 m ³ /s

- Prélèvements

. Canaux de drainage	13,5
. Evaporation, marais	2
. Pompages	0,9
. Sources	0,9
. Drainage par canal d'Arles à Bouc	1,6
. Ecoulement occulte à la mer et variation du volume de la réserve	0,4
. Evapotranspiration sur zone irriguée (170 km ²)	4
. Evapotranspiration sur zone non irriguée	6,5
	<hr/>
Total	29,8 m ³ /s

Il va de soit que l'ensemble des ressources ne peut-être exploitées pour les besoins de la région, mais il est raisonnable dans l'optique d'une utilisation rationnelle des ressources en Crau, de penser à une gestion d'ensemble de la nappe. C'est pourquoi, la Direction départementale de l'Equipement confiait au BRGM, début 1971, la réalisation d'un modèle mathématique de gestion de la Crau, fonctionnant en régime transitoire. L'utilisation de ce modèle permettra la recherche d'une répartition adéquate des exploitations en fonction des alimentations, des débordements de la nappe et de la répartition des transmissivités.

25 - VULNERABILITE ET PROTECTION DE LA NAPPE DE CRAU

Les besoins futurs en eau créés par l'installation d'un important complexe industriel et urbain dans la région de Fos sur Mer et de l'étang de Berre posent le problème de captage optimal de la nappe des cailloutis quaternaires de la Crau, problème qui en raison de l'hétérogénéité des transmissivités ne pourra être résolu que par l'utilisation du modèle mathématique de gestion actuellement opérationnel.

Outre le problème de débit, il y a celui de la vulnérabilité de la nappe et de sa protection contre les pollutions (voir vulnérabilité de la nappe, plan n° 5).

Dans l'ensemble, cette nappe est partout extrêmement vulnérable puisqu'elle est libre sur l'ensemble du domaine et que les cailloutis ont une excellente perméabilité verticale. Ainsi l'analyse d'enregistrements limnigraphiques au cours d'une étude B.R.G.M. 71.SGN.189.PRC, dans la région de Raphèle Moulès, démontrait que la nappe avait des réactions extrêmement brutales, quasi instantanées aux irrigations. Cette zone est cependant une des mieux protégée de la Crau par sa couverture de limons et le pourcentage élevé de poudingues.

On peut toutefois se permettre d'établir un degré de protection relatif par l'épaisseur de milieu non saturé. Une nappe sera évidemment mieux protégée contre les pollutions si son niveau est à une certaine profondeur que s'il est au voisinage de la surface du sol, c'est pourquoi les isobathes figurent sur la carte de vulnérabilité.

Une autre facette de la vulnérabilité de la nappe est la vitesse de propagation d'une pollution. Si l'on néglige les phénomènes de diffusion encore mal connus en milieu saturé, celle-ci est la vitesse réelle d'un flux, rapport de la perméabilité par le gradient hydraulique sur la porosité efficace. Bien que les mesures de perméabilité soient peu fréquentes en Crau, on sait que la perméabilité de tels cailloutis est bonne à moyenne. On peut également se faire une idée de la porosité efficace. Comme on connaît bien les gradients hydrauliques, on peut sans risque d'erreurs trop grandes, avoir des notions de vitesses de propagation d'un flux en divers points de Crau. Si l'on prend une perméabilité moyenne de 10^{-3} m/s et une porosité efficace de 10 %, les vitesses de propagation d'un flux seront de l'ordre de 5 - 10 m/jour dans la partie aval de Crau et de 15 - 20 m/j en tête du "couloir" de Miramas.

Enfin le troisième aspect relatif à la vulnérabilité de cette nappe est la répartition des transmissivités. En Crau les fortes transmissivités s'alignent dans les chenaux profonds tandis que les zones à faible transmissivité, représentent les crêtes du substratum, c'est-à-dire les zones de nappe à faible puissance. Or, il est normal, la répartition des forages servant à l'alimentation d'industries ou de communautés urbaines se trouve concentrée dans ces zones à forte transmissivité, en particulier dans le "couloir" de Miramas. A vulnérabilité égale, une pollution dangereuse pour l'homme aurait des conséquences beaucoup plus graves dans le "couloir" de Miramas que sur les hauts fonds du Mas de Pernes - Mas de Lanon, ou sur le haut fond d'Entressen. Il est donc logique de figurer la répartition des transmissivités sur la carte de vulnérabilité.

Chapitre 3

CONNAISSANCE ACTUELLE DE LA CHIMIE DE LA NAPPE

Les analyses ne sont pas réparties d'une façon uniforme sur l'ensemble de la nappe. Les plus nombreuses se situent en amont des zones d'émergences et dans la partie nord dans la zone du seuil de Lamanon (thèse de R. COVA).

31 - TERRAINS DE BORDURE

Il existe trop peu d'analyses pour étudier de façon détaillée la composition chimique des eaux de ces terrains. Dans les Alpilles, les eaux sont en général de type bicarbonaté-calcaïque. Celles du Miocène sont de type sulfaté-calcaïque et assez minéralisée (1,7 g/l de résidu sec). Quant à la nappe sub-superficielle limitée à la zone des marais, les échantillons d'eau prélevés dans les puits se caractérisent par une teneur en chlorures relativement élevée.

32 - NAPPE DE LA CRAU

D'une façon générale, dans la partie centrale et septentrionale de la nappe, la composition chimique est assez uniforme. Le degré hydrométrique est normalement inférieur à 30°; il dépasse 30° au Sud de part et d'autre de l'étang d'Entressen, ainsi que sur les bordure orientale et septentrionale. Ces eaux sont assez "dures", riches en carbonates et pauvres en chlorures. Il existe une similitude entre

la composition chimique des eaux de la Durance et celle des eaux de la nappe de la Crau.

Région de basse Crau

On peut dire que la nappe de la basse Crau est peu minéralisée (D h inférieur à 30°, 25 mg/l de chlorures en moyenne). Le degré hydrométrique tend à augmenter le long de la bordure orientale (irrigation) et atteint son maximum au voisinage des affleurements du substratum miocène où il dépasse 40° (60° localement au Sud-Ouest d'Istres).

Les teneurs en chlorures augmentent vers l'aval et peuvent atteindre 170 mg/l au voisinage des points de pompage importants. Localement au Nord de Fos, on constate une augmentation de la teneur en chlorures liée vraisemblablement au voisinage de l'étang salé de l'Estomac.

Les eaux de la basse Crau sont, en général, bicarbonatées calciques faiblement minéralisées; leur salinité totale oscille autour de 500 mg/l.

Les rapports caractéristiques $\frac{r \text{ SO}_4}{r \text{ Cl}}$ et $\frac{r \text{ Mg}}{r \text{ Ca}}$ sont voisins de 2,8 et 0,15 pour la plus grande partie des sondages.

Zone des marais

Malgré les difficultés d'observation, une faible densité et une répartition assez inégale des points d'observations, on peut toutefois donner une bonne image de l'évolution chimique de la nappe. Les zones de résurgences (laurons) coïncident avec des zones de basses teneurs en chlorures. Le degré hydrotimétrique est en général voisin de 30°; les zones à teneurs inférieures à 30° (marais de Fos) correspondent à l'influence des apports en provenance des affleurements miocènes de l'étang de l'Estomac. La limite qui sépare l'eau douce de l'eau saumâtre

(courbe 250 mg/l) passe par le canal de colmatage jusqu'au Nord du pont Clapet, suit une direction parallèle au canal d'Arles à Port-de-Bouc et à environ 1 km au Sud de ce dernier, pour se rabattre ensuite au Nord et suivre le canal en direction de la pointe Saint Gervais.

Zone à l'aval des marais

A l'aval du canal d'Arles à Port-de-Bouc limitant au Sud la zone des marais, la nappe des cailloutis de Crau s'enfonce sous les limons récents, qui comportent en surface une nappe d'eau salée.

La nappe des cailloutis de Crau, en communication avec la mer à l'aval, devient rapidement salée. Ainsi qu'il vient d'être dit, l'équilibre existant est fonction des différences de densité.

Chapitre 4

PROGRAMME DE PRELEVEMENTS

41 - ANALYSES GENERALES

Ces analyses constituent le type I et seront appliquées à l'ensemble de la nappe. Le but est d'obtenir une image hydrochimique de la nappe à un temps t, que nous considérerons comme image initiale (voir plan n° 4, carte des prélèvements).

411 - Observations à faire par le préleveur et mesures in situ

Elles concernent :

- l'aspect :
 - . environnement du puits,
 - . état du puits,
 - . surface de l'eau dans le puits,
 - . équipement,
 - . dernière utilisation.
- la mesure in situ :
 - . le pH,
 - . la température,
 - . la résistivité.

412 - Observations et mesures à effectuer en laboratoire

- observations sensorielles

- . couleur
- . odeur
- . goût

- analyse des ions principaux

- . TAC
- . TH
- . Chlorures Cl^-
- . Sulfates SO_4^{--}
- . Bicarbonates HCO_3^-
- . Nitrates NO_3^-
- . Sodium Na^+
- . Potassium K^+
- . Calcium Ca^{++}
- . Magnésium Mg^{++}

42 - ANALYSES PARTICULIERES

Elles concernent des secteurs particuliers où les eaux de la nappe sont susceptibles de subir une altération de qualité due à une absorption de paramètres polluants, résultant d'une activité humaine, industrielle, domestique ou agricole.

Pour le tracé des zones de prélèvements (voir plan n° 4) nous avons tenu compte du résultat des enquêtes (voir plans 2 et 3), de la piézométrie de la nappe donnant les lignes de courant des filets liquides et le gradient hydraulique, des transmissivités, produit de la perméabilité par l'épaisseur de l'aquifère et des résistivités mesurées lors de l'inventaire des puits.

Ces zones sont évidemment sujettes à modification si dans tel ou tel secteur les analyses démontrent un développement des pollutions plus important que celui prévu. Elles constituent à l'heure actuelle un premier schéma de travail. La répartition des zonages s'est faite de la manière suivante :

- près des agglomérations, des rejets de station d'épuration, des décharges publiques ou sauvages, analyses de type II, soit :
 - . NO_2^-
 - . NH_4^+
 - . Détergent ioniques (A.B.S.)
 - . Matières organiques
 - . *Escherichia Coli*, coliformes.
- près des pipe-lines, des stockages, des agglomérations, analyses de type III, soit :
 - . Hydrocarbures I.F. 1/10 p.p.m.
- près des industries polluantes à caractère spécifique, et des zones agricoles à cultures intensives, analyses de type IV. Les éléments à rechercher sont spécifiés pour chaque cas.

En raison de la courte période de temps impartie à l'étude, nous avons choisi la période de fin septembre pour le prélèvement des échantillons. C'est la fin de période de crue de la nappe en raison de l'arrêt des irrigations dans la première quinzaine d'octobre.

Pour l'étude de l'influence des fertilisants en particulier des nitrates dans les zones irriguées, des prélèvements complémentaires devront se faire au printemps.

Afin d'obtenir une analyse représentative de la qualité de l'eau de la nappe, les échantillons ne seront prélevés qu'après un pompage équivalent à 1,5 fois le volume d'eau du puits.

C O N C L U S I O N S

Cette note a pour but de présenter les résultats des enquêtes menées auprès des services administratifs, des collectivités et des industries sur les sources de pollutions de nappe de la Crau.

Elle aboutit à un programme analytique de prélèvements d'échantillons et de mesures en vue d'obtenir une image hydrochimique de la nappe à un temps t, que l'on considérera comme image initiale. La campagne de prélèvements aura lieu dans la deuxième quinzaine de septembre.

AGENCE DE BASSIN
RHONE MEDITERRANEE CORSE

31 Rue Jules Guesde 69 PIERRE BENITE
DETACHEMENT DE MARSEILLE
10 Rue Leon Poullet

NAPPE DE LA CRAU

ETUDE DES POLLUTIONS

SCHEMA HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

EXECUTION DES DESSINS

MODIFICATIONS

Dessiné le : 17/8/72

Désignation

Date

72 SGN

PRC

Plan n°

LEGENDE

Limites de la nappe.

- Limites étanches (peu ou pas d'apport en eau souterraine)
- Limites perméables:
 - Drainantes
 - Alimentantes
- Marais.

Données géologiques.

- Domaine wurmien (Crau de Miramas)
- Domaine villafranchien (Crau d'Arles)
- Affleurements du substratum
 - Marnes et marnes sableuses (Astien - plairancien.)
 - Molasse (Tortonien, Helvétien, Burdigalien.)

Données hydrogéologiques.

- Courbe hydro-isohypse (altitude en mètres)
3^e décade de Juin 1969.
- Ligne de courant.
- Principale ligne de crête des eaux.
- Captages importants avec débit en l/s.



AGENCE DE BASSIN
RHONE MEDITERRANEE CORSE

31 Rue Jules Guesde 69 PIERRE BENITE

DETACHEMENT DE MARSEILLE

10 Rue Leon Paulet

NAPPE DE LA CRAU

ETUDE DES POLLUTIONS

Carte des pollutions industrielles
et domestiques



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

EXECUTION DES DESSINS

Dessiné le : 17/8/72

MODIFICATIONS

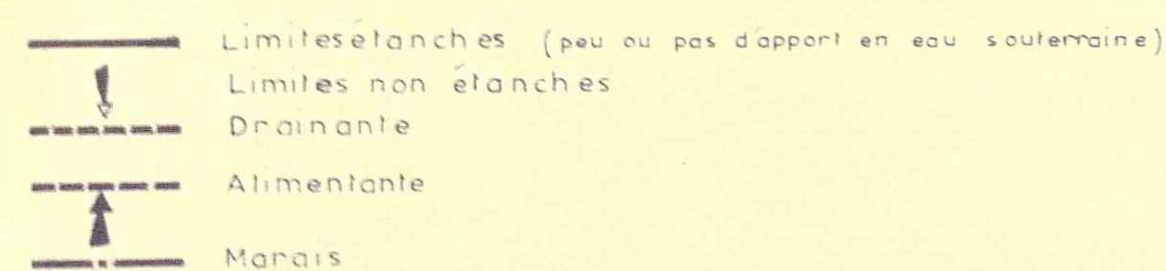
Désignation

Date

72 SGN PRC Plan n° 2

LEGENDE

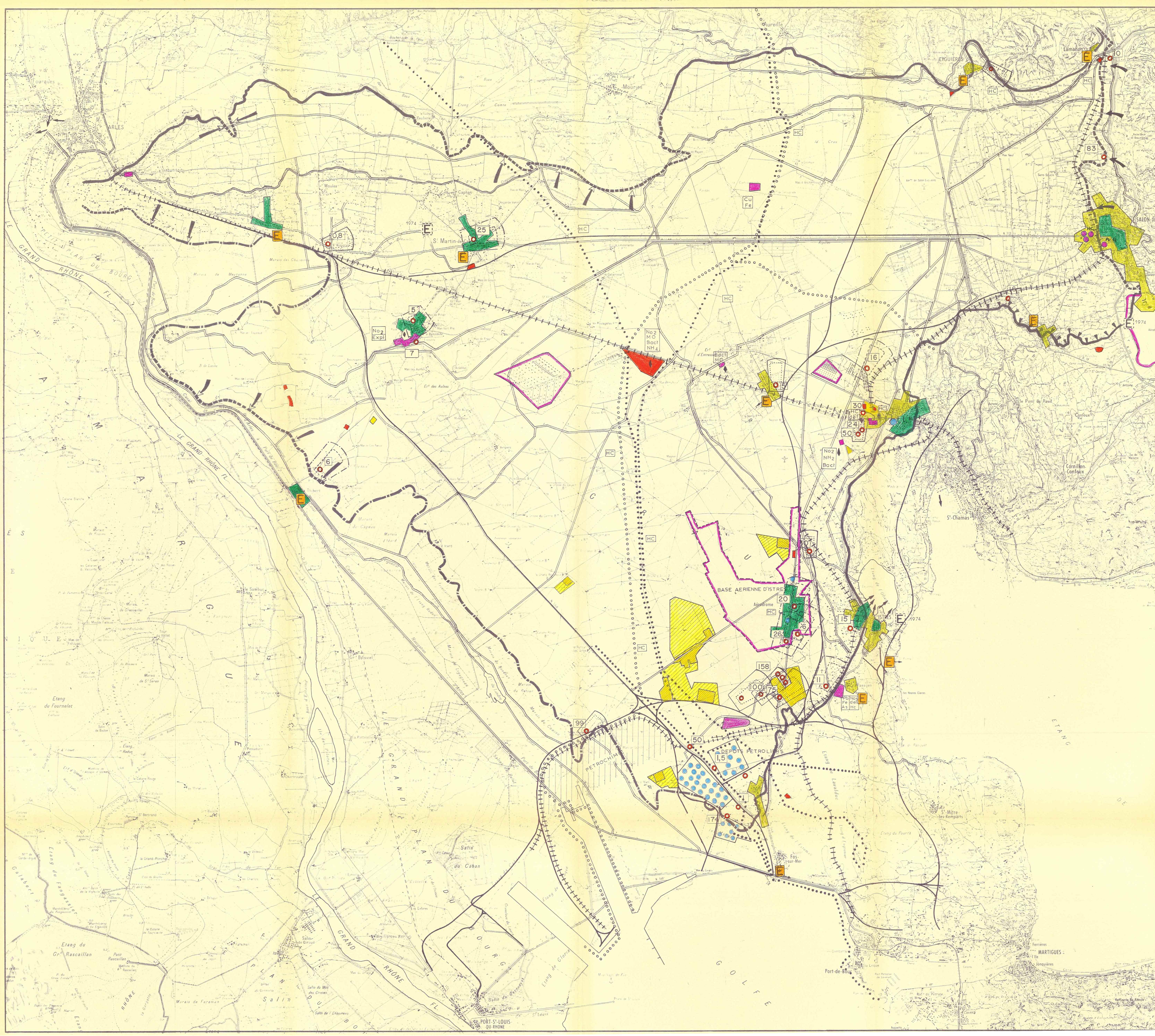
Limites de la nappe



- | | |
|--|--|
| Captage | Carrières |
| Forage et débit souterrain en l/s | Limites projetées d'exploitation |
| Rejet des eaux usées non traitées | Gazoduc |
| Station d'épuration | Oléoduc |
| direction des rejets des eaux épurées | Canaux |
| Projet de station d'épuration et date d'exécution | Axes routiers (autoroutes existantes ou en projet) |
| Zone desservie par un réseau d'assainissement récent | Voies ferrées |
| Zone desservie par un réseau d'assainissement ancien | Point de rejet industriel dans le milieu naturel |
| Dépôts d'ordures ménagères ou de décharge | |
| Industries | |
| Stockage | |
- Risque de pollution du terrain aquifère par :
- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| MO Matières organiques | HC Hydrocarbures |
| NH ₂ Amoniaque | No ₂ Nitrites |
| Cu Cuivre | No ₃ Nitrates |
| Pb Plomb | Exp Explosif |
| Fe Fer | Bact Analyse bactériologique |
| As Arsenic | AcG Acide gras |
| del Détergent | NH ₄ Azote amoniacal |

- | | |
|-------------------------------------|--|
| Périimètre de protection rapprochée | Fixés par le Géologue officiel (C. Gouvenet) |
| " " éloignée | |
| Périimètre de protection rapprochée | Probable (non fixé par géologue officiel) |
| " " éloignée | |

Pour les forages implantés dans la zone industrielle de Fos et dans les agglomérations les périmètres de protection n'ont pas été fixés



AGENCE DE BASSIN
RHONE MEDITERRANEE CORSE

31 Rue Jules Guesde 69 PIERRE BENITE

DETACHEMENT DE MARSEILLE
10 Rue Leon Poullet

NAPPE DE LA CRAU

ETUDE DES POLLUTIONS

CARTE DES POLLUTIONS AGRICOLES



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

EXECUTION DES DESSINS

Dessiné le : 17/8/72

72 SGN PRC Plan n° 3

MODIFICATIONS

Désignation Date

LEGENDE

- | | | | |
|--|----------------------|--|------------------------------------|
| | Cultures céréalières | | Cultures légumières et maraîchères |
| | Cultures fourragères | | Terres non cultivées |
| | Cultures fruitières | | Emprises urbaines et industrielles |
| | Canal drainage | | Porcheries (nb > 200) |
| | Canal irrigation | | Etables (nb > 30) |

Limites de la nappe

Limites éanches (peu ou pas d'apport en eau souterraine)

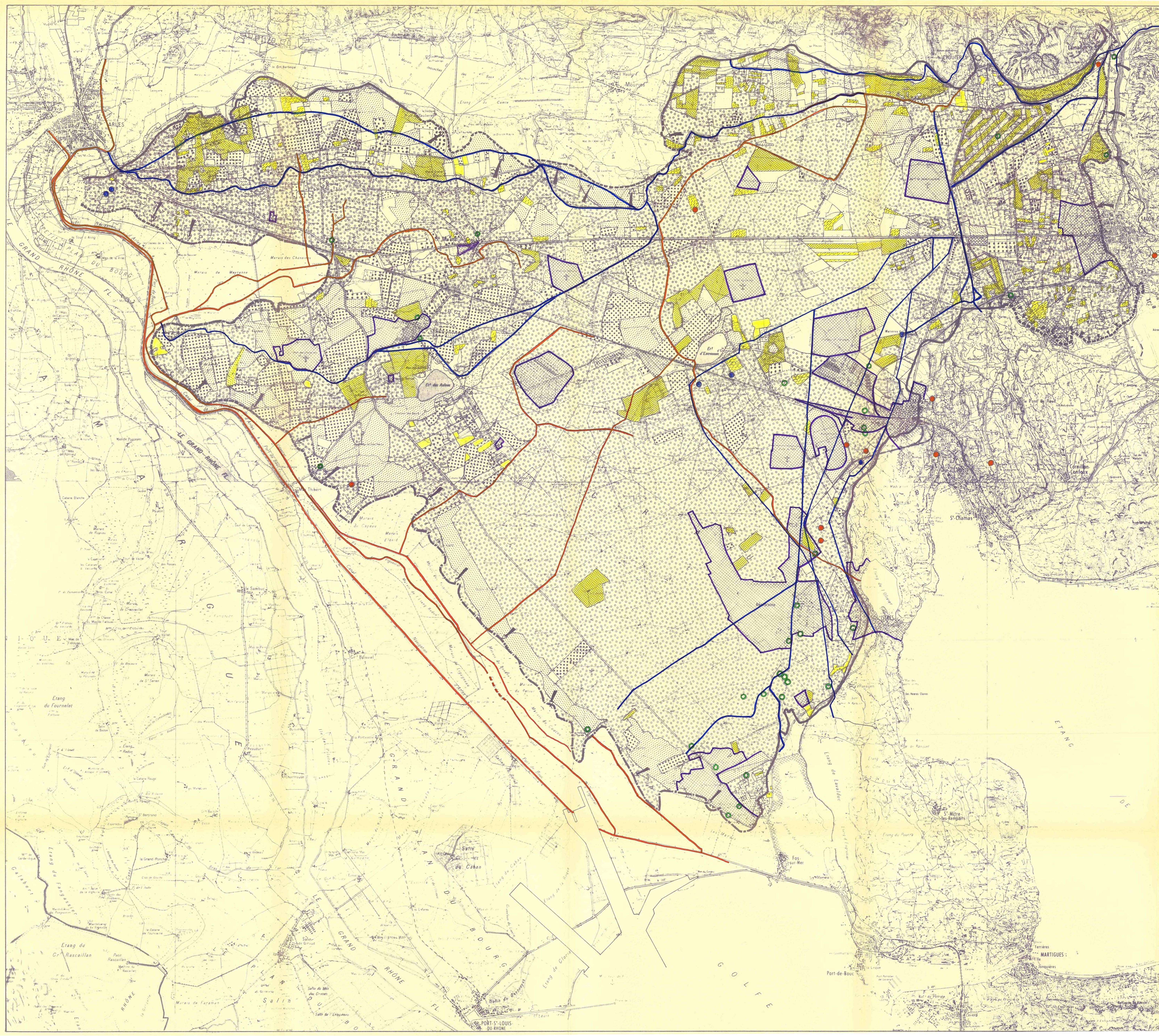
Limites non éanches :
Drainantes

Alimentantes

Marais

Captages importants

Document établi d'après "carte d'occupation du sol" (DDA OREAM 1969)



AGENCE DE BASSIN
RHONE MEDITERRANEE CORSE

31 Rue Jules Guesde 69 PIERRE BENITE
DETACHEMENT DE MARSEILLE
10 Rue Leon Poulet

NAPPE DE LA CRAU

ETUDE DES POLLUTIONS

CARTE DES PRELEVEMENTS



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

EXECUTION DES DESSINS

Dessiné le : 17/8/72

MODIFICATIONS

Désignation

Date

72 SGN PRC Plan n° 4

LEGENDE

Limites de la nappe

- Limites étanches (peu ou pas d'apport en eau souterraine)
- Limites non étanches
- Drainantes
- Alimentantes
- Marais

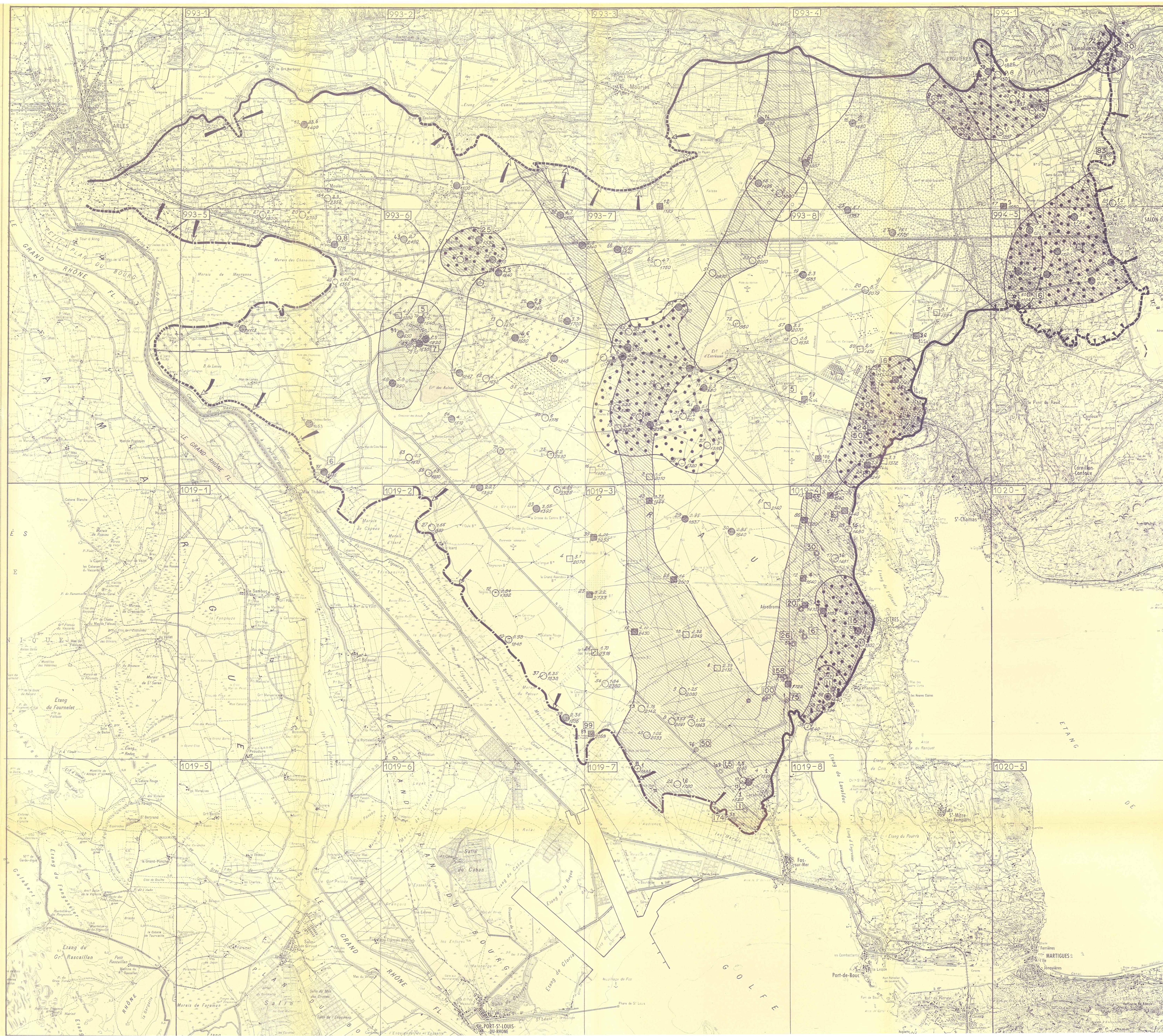
Points d'eau

- 10 m chronologique du code minier - 232 volume d'eau dans le puits en m³ 2080 résistivité en ohms/cm - 25 débit en l/s (capage important)
- Profondeur du niveau d'eau dans le puits < 6m
- Profondeur du niveau d'eau dans le puits > 6m
- Puits équipé d'une pompe

Analyses particulières

- Hydrocarbures
- Na₂, NH₄, matières organiques, détergents, coliformes, escherichia coli
- Pb, Fe, As, Na₂
- Fe, Cu
- Na₂, traces d'explosifs
- Phosphates
- Insecticides (organo-chlorés)

Le N° BRGM se compose de 3 indices : ex : 1019.7.12
- Le N° du 1/50 000 (ex : Istres : 1019
- Le N° de la coupure 1/8 (ex : 7)
- Le N° chronologique d'entrée aux archives (ex : 12).



AGENCE DE BASSIN
RHONE MEDITERRANEE CORSE

31 Rue Jules Guesde 69 PIERRE BENITE

DETACHEMENT DE MARSEILLE

10 Rue Leon Poullet

NAPPE DE LA CRAU

ETUDE DES POLLUTIONS

CARTE DE VULNERABILITE



SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
PROVENCE CORSE

EXECUTION DES DESSINS

MODIFICATIONS

Dessiné le :

Désignation

Date

72 SGN PRC Plan n° 5

LEGENDE

Limites de la nappe

- Limites étanches (peu ou pas d'apport en eau souterraine)
- Limites non étanches
- Drainantes
- Alimentantes
- Marais

Répartition des transmissivités

- Zone de transmissivité $> 1000 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
- Zone de transmissivité comprise entre 100 et $1000 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
- Zone de transmissivité $> 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
- Courbe d'égale profondeur de la nappe
- Direction générale de l'écoulement
- Lignes de crête piézométrique
- Limite de la crau d'Arles et de la crau de Miramas
- Captages importants avec débit en l/s
- Périmètre de protection rapprochée
- Périmètre de protection éloignée
- Périmètre de protection rapprochée
- Périmètre de protection éloignée

Pour les forages implantés dans la zone industrielle de Fos et dans les agglomérations les périmètres de protection n'ont pas été fixés



Echelle des longueurs : 1/100.000