

SECRÉTARIAT PERMANENT POUR LES PROBLÈMES DE POLLUTION INDUSTRIELLE

**AGENCE DE BASSIN RHÔNE – MÉDITERRANÉE – CORSE**

**NAPPE DE LA CRAU**

(Bouches-du-Rhône)

**ÉTUDE DES POLLUTIONS**

---

***OBSERVATIONS DE 1973***

***MESURES DE SAUVEGARDE***

par

J. PUTALLAZ



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**Service géologique régional PROVENCE – CORSE**

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

**74 SGN 381 PRC**

Marseille, novembre 1974

## R E S U M E

Cette étude, réalisée pour le compte de l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse est un complément à l'étude des pollutions de la Crau, mesures d'octobre 1972, rapport 73.SGN.068.PRC. Elle a pour objet la recherche d'une amélioration des connaissances dans les secteurs où certains aspects particuliers des pollutions étaient apparus lors de la première campagne d'analyses.

Le présent rapport constitue la troisième partie de l'étude. Il rend compte des résultats des analyses des campagnes de prélèvements de juin et octobre 1973, il propose en outre, des prescriptions pour la sauvegarde de la nappe et précise les modalités d'une surveillance permanente.

TABLE DES MATIERES

	pages
Résumé	2
Chapitre 1 - INTRODUCTION	8
11 - Objet du rapport	
12 - Sujets traités	
13 - Programme retenu	
13.1 - Décharge de la ville de Marseille	
13.2 - Influence du Miocène et des villes de bordure	
13.3 - Etang de la Dynamite	
13.4 - Pollutions agricoles	
13.5 - Hydrocarbures	
13.6 - Mercure	
Chapitre 2 - CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS - ANALYSES ET TRAITEMENT DES DONNEES	12
21 - Campagne de prélèvements	
22 - Méthodes d'analyses et fonctionnement du laboratoire	
23 - Traitement des données	
Chapitre 3 - RESULTATS DES MESURES ET DES ANALYSES	16
31 - Décharge de la ville de Marseille	
31.1 - Levé piézométrique	
31.2 - Incidence du vent sur la décharge	
31.3 - Les conductivités	
31.4 - Les résidus secs	
31.5 - Le calcium	
31.6 - Le magnésium	
31.7 - La dureté totale ou titre hydrotimétrique	
31.8 - Le sodium	
31.9 - Le potassium	

		31.10 - Les chlorures	
		31.11 - Les sulfates	
		31.12 - Le titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	
		31.13 - L'azote minéral total	
		31.14 - Les nitrates	
		31.15 - Les nitrites	
		31.16 - L'azote ammoniacal	
		31.17 - Les détergents (A.B.S. - Alkyl - benzène, sulfate)	
	32 - Etang de la Dynamite		24
		32.1 - Niveaux statiques et dynamiques	
		32.2 - Les conductivités	
		32.3 - Les résidus secs	
		32.4 - Le titre hydrotimétrique	
		32.5 - Le sodium	
		32.6 - Le potassium	
		32.7 - Les chlorures	
		32.8 - Les sulfates	
		32.9 - Nitrates et nitrites	
	33 - Influence de la bordure miocène sur la qualité des eaux et rôle des pollutions domestiques ou industrielles à l'aval hydraulique de Salon de Provence, de Miramas, d'Istres et de Rassuen.		27
		33.1 - Bordure miocène	
		33.2 - Salon de Provence	
		33.3 - Miramas	
		33.4 - Istres et Rassuen	
	34 - Pollution agricole		30
	35 - Les hydrocarbures		31
Chapitre	4 - ESSAI DE SYNTHÈSE ET INTERPRÉTATION DES RESULTATS		34
	41 - Décharge de la ville de Marseille		
	42 - Etang de la Dynamite		
	43 - Influence de la bordure miocène sur la qualité des eaux et rôles des pollutions domestiques ou industrielles à l'aval hydraulique de Salon de Provence, de Miramas, d'Istres et de Rassuen		
		43.1 - Les sources miocènes	
		43.2 - Salon de Provence	
		43.3 - Zone industrielle de Miramas	
		43.4 - Istres et Rassuen	



44 - Pollution agricole

45 - Les hydrocarbures

- Chapitre 5        -        PROTECTION DE LA NAPPE DE LA CRAU
- 51 - Utilisation et perspectives
  - 52 - Vulnérabilité de la nappe et  
      périmètres de protection
  - 53 - Ouverture de gravières
  - 54 - Propositions de prescriptions
    - 541 - Périmètres de protection immédiate
    - 542 - Périmètres de protection rapprochée  
      et éloignée
    - 543 - Dispositions applicables à l'ensemble  
      de la nappe
  - 55 - Surveillance de la qualité des eaux de la  
      nappe
- Chapitre 6        -        CONCLUSIONS
- 61 - Etude complémentaire du chimisme de la nappe  
      de la Crau - secteurs étudiés
  - 62 - La décharge de la ville de Marseille
  - 63 - Etang de la Dynamite
  - 64 - Influence de la bordure miocène et rôle  
      des pollutions domestiques et industrielles  
      à l'aval hydraulique de Salon de Provence,  
      de Miramas, d'Istres et de Rasseu
  - 65 - Pollution agricole
  - 66 - Les hydrocarbures
  - 67 - Protection de la nappe de la Crau
  - 68 - Gestion et surveillance de la nappe

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Décharge de la ville de Marseille  
Carte piézométrique

Figure 2 - Décharge de la ville de Marseille  
Apports éoliens de papiers et autres déchets.

Figure 3 - Décharge de la ville de Marseille  
Profil amont - aval des teneurs en azote amoniacal,  
nitrites et nitrates.

Figure 3bis- Décharge de la ville de Marseille  
Profil amont - aval des teneurs en chlorures, sulfates,  
sodium et potassium.

Figure 4 - Etang de la Dynamite  
Altimétrie de la nappe.

Diagrammes de H. SCHOELLER - E. BERKALOFF

TABLE DES ANNEXES

- I Méthodes d'analyses, législation, liste des prélèvements et des analyses
- II Sauvegarde de la nappe. Réseau de surveillance et analyses.

Recueil de cartes à 1/100.000 de la Crau

Recueil de cartes à 1/20.000 de la décharge de la ville de Marseille.

## Chapitre 1

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

#### 11 - OBJET DU RAPPORT

L'étude des pollutions de la nappe de la Crau, entreprise en 1972 à la demande de l'Agence Rhône-Méditerranée-Corse, a donné une image générale de la qualité des eaux et des pollutions caractéristiques révélées dans les conditions climatologiques et spatiales de la campagne de prélèvements du 19 septembre au 5 octobre 1972 (voir rapport 73.SGN. 068.PRC, intitulé "Nappe de la Crau - Etude des pollutions - Mesures d'octobre 1972 et essai d'interprétation").

Dans les secteurs où des pollutions ont été constatées, les facteurs d'altération chimique des eaux et les propagations des pollutions encore mal connus ont amené la recherche d'une amélioration des connaissances dont les résultats font l'objet du présent rapport.

Sur ces bases, ont en outre été établis un programme de surveillance de la qualité des eaux et une proposition de prescriptions pour la sauvegarde de la nappe.

#### 12 - SUJETS TRAITES

Les zones où une enquête complémentaire se justifiait par suite de la dégradation de la nappe, sont les suivantes :

- décharge de la ville de Marseille : extension et évolution de la pollution à l'aval et au Sud-Est de la décharge et étude du rôle des vents, en particulier du Mistral, dans la propagation des pollutions,
- influence de la bordure miocène sur la qualité des eaux et rôle des pollutions domestiques ou industrielles à l'aval hydraulique de Salon de Provence, de Miramas, d'Istres et de Rasseu,
- évolution du chimisme de l'étang de la Dynamite et extension des pollutions,
- influence des engrais et des organochlorés sur la chimie des eaux en zones de prairies et arboricoles,
- causes et origines des teneurs en hydrocarbures supérieures à 0,15mg/l,
- recherche sur la pollution par le mercure.

### 13 - PROGRAMME RETENU

En annexe, figurent les types d'analyses effectués sur chaque point, les méthodes d'analyses, les normes en vigueur en France, aux Etats Unis d'Amérique, en Union Soviétique et les recommandations de l'O.M.S. (Organisation Mondiale de la Santé).

#### 13.1 - Décharge de la ville de Marseille

Deux problèmes restaient à élucider :

- l'extension et l'évolution de la pollution,
- le rôle des vents et en particulier du Mistral dans la propagation des pollutions.

Lors de la première campagne de prélèvements en septembre-octobre 1972, la faible densité des points de mesures à l'aval de la décharge n'avait pas permis de se faire une idée suffisante de l'extension et de l'évolution de la pollution. De plus, les analyses avaient démontré qu'il y avait altération de la qualité des eaux à l'Est et au Sud-Est de la décharge en une direction incompatible avec le sens de l'écoulement de la nappe. On pouvait dès lors se demander

si les fortes teneurs enregistrées dans le secteur intéressé, ne provenaient pas de l'épandage par les vents, en particulier par le Mistral, de papiers, plastiques et autres déchets.

Un nouveau réseau de points de mesures a été retenu et mis en place pour effectuer les prélèvements. Il comporte 10 piézomètres forés à cette intention, 19 puits et 3 points d'eau superficielle. Le nivellement des piézomètres a permis de préciser l'altimétrie de la nappe (voir figure 1) et une cartographie de l'extension des déchets emportés par les vents a été exécutée par l'Agence de Bassin (voir figure 2).

### 13.2 - Influence du miocène et des villes de bordure

Les analyses effectuées à ce jour avaient démontré une tendance à l'augmentation des teneurs à l'approche de la bordure miocène. On pouvait dès lors se demander si ce phénomène n'était pas dû en partie à des facteurs géologiques se surimposant à des facteurs humains, en particulier à l'aval hydraulique des villes. Les points retenus afin de lever cette incertitude sont les suivants :

- 5 sources dans le Miocène, dont 3 entre Miramas et Istres et 2 au Nord-Est de Salon,
- 4 puits à l'Est de Salon et 1 puits à l'aval hydraulique de cette ville,
- 6 puits dans la zone industrielle de Miramas,
- 4 puits dans la zone d'Istres,
- 4 puits en bordure immédiate de Crau, à l'aval hydraulique de Rassuen.

### 13.3 - Etang de la Dynamite

Afin de mieux connaître les relations hydrauliques entre l'étang et la nappe, en particulier dans le secteur du puits 91 pollué, l'étang a été équipé d'une échelle limnimétrique nivelée. L'étang et 5 puits ont fait de nouveau l'objet de prélèvements pour analyses.

#### 13.4 - Pollutions agricoles

Une certaine pollution des eaux souterraines peut résulter de l'épandage des engrais et des traitements des vergers. Pour obtenir des témoins représentatifs de cette pollution, deux échantillons ont été prélevés dans les zones de débordement de la nappe aux environs de Raphèle-Moulès. Dans la zone arboricole d'Entressen, six prélèvements ont été effectués pour l'étude des organochlorés.

#### 13.5 - Hydrocarbures

Les analyses des hydrocarbures de septembre-octobre 1972, au nombre de 92, s'étaient toutes révélées positives, à des teneurs il est vrai généralement inférieures à celles que l'on rencontre dans les eaux de Durance.

Treize puits avaient révélé des teneurs supérieures à 0,15mg/l. Ils ont fait l'objet d'un prélèvement complémentaire pour analyse et comparaison des résultats.

#### 13.6 - Mercure

Des observations sur le mercure ont été entreprises aux abords d'une source potentielles de pollution ainsi que sur les eaux de pluie et en plusieurs points, un peu partout dans la plaine.

## Chapitre 2

### CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS

#### ANALYSES ET TRAITEMENT DES DONNEES

---

#### 21 - CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS

Après l'exécution des 10 piézomètres à l'aval et à l'Est de la décharge de la ville de Marseille et le choix du réseau d'observation dans les différents secteurs d'étude, la campagne de prélèvements fut exécutée par deux équipes qui ont procédé de la même façon que pour la campagne de septembre-octobre 1972 (voir rapport 73.SGN.068.PRC). Elle dura du 4 au 20 juin 1973 avec une interruption de 3 jours à la suite des fortes pluies des 5 - 6 juin. La situation des soixante douze points d'eau ayant fait l'objet de prélèvement figure sur les cartes 1 à 17.

Les deux équipes étaient munies d'une pompe immergée et l'une d'elle possédait une pompe de surface auto-amorçante pour les prélèvements dans les piézomètres.

Chaque prélèvement faisait l'objet sur place d'une mesure de résistivité et de température.



## 22 - METHODES D'ANALYSES ET FONCTIONNEMENT DU LABORATOIRE

Comme lors de la première campagne, les analyses furent confiées au laboratoire de la Société des Eaux de Marseille.

Les méthodes d'analyses utilisées, la précision obtenue et les seuils de détermination figurent en annexe du rapport 73.SGN. 068.PRC.

L'analyse des ions majeurs a été faite sur l'ensemble des réseaux de mesures de la décharge de la ville de Marseille, de Salon de Provence et de Miramas, sur les sources du Miocène et sur les puits 994.1.78 et 1019.4.15. Partout ailleurs on s'est limité à l'analyse des ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$  et  $\text{NO}_3^-$ .

Les nitrites et l'azote ammoniacal ont été analysés dans les secteurs de la décharge de la ville de Marseille, de Salon de Provence, de Miramas, d'Istres et de Rassuen, et les nitrites seuls dans le secteur de l'étang de la Dynamite.

Les détergents ont été analysés dans les secteurs de la décharge de la ville de Marseille, de Salon de Provence, de Miramas, d'Istres et de Rassuen.

## 23 - TRAITEMENT DES DONNEES

Chaque analyse complète a été reportée sur diagramme semi-logarithmique H. SCHOELLER - E. BERKALOFF qui permet le classement des eaux et la comparaison des résultats. Ces diagrammes figurent in fine.

Les résultats des analyses sont figurés sur les cartes 1 à 17 et 22. Afin de permettre une comparaison aisée des résultats, les coupures figuratives adoptées sur les cartes au 1/100.000 de la première campagne ont été conservées. Pour permettre une analyse plus

fine de la zone de la décharge, les cartes au 1/20.000 ont été dissociées et réunies en un deuxième recueil où les coupures ont été choisies de façon à exprimer au mieux l'évolution du chimisme des eaux.

Nous aurons dans le premier recueil des cartes de :

- conductivité exprimée en micromho/cm sur l'ensemble des points (carte n° 1),
- résidu sec à 110°C exprimé en mg/l sur 70 points (carte n° 2),
- calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) exprimé en mg/l sur 50 points (carte n° 3),
- magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) exprimé en mg/l sur 50 points (carte n° 4),
- titre hydrotimétrique (TH) exprimé en degrés français sur 68 points (carte n° 5),
- sodium ( $\text{Na}^+$ ) exprimé en mg/l sur 68 points (carte n° 6),
- potassium ( $\text{K}^+$ ) exprimé en mg/l sur 69 points (carte n° 7),
- chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) exprimés en mg/l sur 70 points (carte n° 8),
- sulfates ( $\text{SO}_4^{--}$ ) exprimés en mg/l sur 70 points (carte n° 9),
- T.A.C. (titre alcalimétrique complet) qui représente les carbonates et les bicarbonates en degrés français, sur 49 points (carte n° 10),
- azote minéral total (exprimé en  $\text{NH}_4^+$  -  $\text{NO}_2^-$  -  $\text{NO}_3^-$ ) en mg/l sur 70 points (carte n° 11),
- nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) exprimés en mg/l sur 70 points (carte n° 12),
- nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) exprimés en mg/l sur 57 points (carte n° 13),
- azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) exprimé en mg/l sur 50 points (carte n° 14),
- détergents exprimés en mg/l sur 50 points (carte n° 15),
- hydrocarbures exprimés en mg/l sur 26 points (carte n° 16),
- toxiques, indésirables et phosphates (phosphate : 2    mercure : 5  
fer : 4    plomb : 4    arsenic : 4    organochlorés : 6). Les organochlorés sont exprimés en microgrammes/l, les autres éléments en mg/l (carte n° 17).

Une carte de synthèse (carte n° 18) montre un essai d'interprétation des différentes pollutions reconnues.

La carte n° 19 résulte de l'exploitation d'un modèle mathématique de la propagation d'un front de pollution dans une nappe d'eau souterraine (modèle B.R.G.M. POPOF). Elle exprime les trajets d'un certain nombre de fronts de pollution simulée (une centaine), et les vitesses de propagation sont représentées par des courbes d'iso-vitesse exprimées en mètre par jour.

La carte n° 20 propose un réseau de mesures de surveillance périodique de la nappe.

La carte n° 21 représente les zones dans lesquelles devraient s'appliquer les prescriptions relatives aux périmètres de protection rapprochée et éloignée des captages d'eau potable.

La seconde campagne d'observation des teneurs en mercure fait l'objet de la carte 22.

## Chapitre 3

### RESULTATS DES MESURES ET DES ANALYSES

---

#### 31 - DECHARGE DE LA VILLE DE MARSEILLE

##### 31.1 - Levé piézométrique (fig. n° 1)

Une mesure de niveau d'eau a précédé chaque prélèvement. En raison de la pluie qui avait interrompu la campagne pour quelques jours et qui eut pu modifier la physionomie de la nappe, un levé de contrôle a été effectué dans la deuxième quinzaine d'août. Les deux cartes sont homologues et permettent de déceler la présence :

- d'un dôme piézométrique au Sud du lac d'Entressen entre les points 26, P10, P9 et 71,
- d'une ligne de crête piézométrique partant du dôme vers P7 et 10 et qui semble se poursuivre vers 13,
- d'un axe de drainage passant par la pointe Sud-Est de la décharge. Il intéresse les piézomètres P1 à P5. A l'aval, son tracé se perd par manque de puits témoins.

##### 31.2 - Incidence du vent sur la décharge (fig. n° 2)

Une cartographie de l'épandage des papiers, plastiques et autres déchets a été exécutée par l'Agence de Bassin. On y distingue :

- une première zone d'épandage intense qui s'étend au Sud de la décharge jusqu'au Mas d'Amphoux.

- une deuxième zone d'épandage faible où les papiers et plastiques sont principalement retenus par les haies, au Sud du Mas d'Amphoux.
- une troisième zone d'épandage très faible au Sud-Est de la décharge et au Sud de la deuxième zone jusqu'aux environs du Mas de Chauvet.

Au vu des quantités de débris emportés, l'incidence des vents ne devrait pas influencer la nappe au-delà de la première zone et n'explique pas les teneurs élevées constatées sur les points 25 et 26 par exemple.

### 31.3 - Les conductivités (carte n° 1)

Les valeurs varient entre 453 et 7407 micromho/cm. La plus faible a été mesurée au point 13, confirmant ainsi la présence d'une ligne de crête piézométrique non influencée par les eaux issues de la décharge. Parmi les valeurs voisines, on retrouve les points situés au Nord de la décharge, le trou Becca, l'étang d'Entressen et le canal Entressen-Olivier.

Au Sud de la décharge figurent les valeurs les plus élevées. Elles croissent de P1 à P5, où l'on note 7407 micromho/cm. Au Nord-Ouest de l'axe de drainage le point d'eau superficielle DR, à l'aval immédiat de l'aire de décharge actuelle, montre une augmentation de la conductivité par rapport aux eaux du Trou Becca. Ce point situe la limite Nord-Ouest de la zone polluée.

Sur les flancs Sud-Est de l'axe de drainage, les points 10, 23 et P6 semblent encore influencés. Par contre les autres teneurs au-dessus de 1000 micromho/cm, comme les 2b, P8, 25, 26, 31 et 28b doivent vraisemblablement provenir d'une autre cause que l'on a cherché à définir au cours de l'analyse des différents éléments.

Il convient de remarquer la situation particulière de certains de ces points :

- 2b, 26 et 28b dans la cour de fermes pratiquant l'élevage;

- 25 près d'un canal dans lequel l'usine du Mas Pointu déverse ses eaux usées;
- 31 près d'une bergerie.

#### 31.4 - Les résidus secs à 110° C (carte n° 2)

Les teneurs varient entre 269 et 3.670 mg/l. L'indice de plus faible teneur se situe au Nord et à l'Ouest de la décharge, puis sur les puits 13, 16 et 6. Ces deux derniers puits se trouvent-ils en dehors de l'axe de drainage ou à cette distance, les pollutions sont-elles diluées au point qu'elles n'y paraissent plus ? On ne pourra vraisemblablement pas donner la réponse dans cette étude.

Les plus fortes teneurs sont concentrées sur les piézomètres P1 à P5, ce dernier possédant la plus forte valeur avec 3.670 mg/l. La teneur est également élevée dans le n° 26 (1.268 mg/l).

Au Sud-Est de l'axe de drainage, les valeurs, à l'image des conductivités, sont dispersées et varient de 440 à 844 mg/l.

#### 31.5 - Le calcium (carte n° 3)

Les teneurs sont comprises entre 64 et 280 mg/l. Les valeurs les plus basses se rencontrent dans l'étang d'Entressen (64 mg/l) et au puits n° 13 (68 mg/l). Elles sont également faibles au Nord et à l'Ouest de la décharge.

A l'aval immédiat de la décharge, les teneurs augmentent et varient entre 140 et 280 mg/l (P4). Ailleurs, au Sud et à l'Est de la décharge, les teneurs sont relativement élevées et sont comprises entre 110 et 240 mg/l. Au-dessus de 200mg/l figurent les points 25 et 26.

### 31.6 - Le magnésium (carte n° 4)

Les teneurs varient entre 1,9 et 116,4 mg/l. Les valeurs sont faibles en amont de la décharge (le point 87 possède 1,9 mg/l), elles augmentent à l'aval où la plus forte valeur se retrouve en P5 (116,4 mg/l). Au Sud-Est de l'axe de drainage, les valeurs sont nettement dispersées et sont comprises entre 3,2 et 45,6 mg/l.

En tête de l'axe de drainage, le point 26 possède 76,8 mg/l.

### 31.7 - La dureté totale ou titre hydrotimétrique (T.H.) (carte n° 5)

Le titre hydrotimétrique désigne la teneur globale de l'eau en sels de calcium et de magnésium. La carte sera donc une synthèse des deux précédentes. Elle se justifie cependant car la qualité des eaux est dans ces régions grandement influencée par leur dureté qui est exprimée en degrés français (d° H).

La dureté varie entre 24,0 et 100°. Les eaux les plus douces se trouvent en amont de la décharge et au point 13. A l'inverse, la dureté augmente sensiblement dans l'axe de drainage à l'aval de la décharge où le P4 titre 100°. Les eaux des points 25 et 26 ont des titres anormalement élevés, ils sont respectivement de 70 et 92°. Par ailleurs, au Sud-Est de l'axe de drainage, la dureté demeure élevée et les valeurs sont hétérogènes. Elles varient entre 35 et 57°.

### 31.8 - Le sodium (carte n° 6)

Les teneurs sont comprises entre 9 et 650 mg/l. Les plus faibles se trouvent à l'amont de la décharge, les plus fortes sont à l'aval de celle-ci, où elles titrent entre 150 et 240 mg/l de P1 à P4 et 650 mg/l à P5. On note deux fortes valeurs aux points 26 et 10 avec 92,5 et 63 mg/l. Au Sud-Est de l'axe de drainage, les valeurs oscillent entre 20 et 50 mg/l.

### 31.9 - Le potassium (carte n° 7)

Les teneurs sont comprises entre 0,8 et 580 mg/l. Au Nord et à l'Ouest de la décharge, les valeurs sont faibles et se situent au-dessous de 10 mg/l. A l'aval elles varient de 68 à 98 mg/l entre P1 et P4, tandis que P5 domine largement avec 580 mg/l. On note 63 mg/l sur le point 26 et 47,5 mg/l sur le point 31.

Par ailleurs, les valeurs sont très dispersées, elles varient de 0,8 (P8) à 26 mg/l (n° 25).

### 31.10 - Les chlorures (carte n° 8)

Les valeurs varient entre 21 (point 87) et 1.390 mg/l (P5). Les plus faibles se situent à l'amont de la décharge et les plus fortes à son aval immédiat. Sur la ligne P1 - P4 les teneurs augmentent d'amont vers l'aval et passent de 257 à 625,7 mg/l. En P5, elle atteint 1.390 mg/l.

Les points 10 et 26 ont des teneurs supérieures à 100 mg/l (124,1 et 173,7). Pour les autres, au Sud et à l'Est de l'axe de drainage, elles sont comprises entre 20 et 100 mg/l.

### 31.11 - Les sulfates (carte n° 9)

Les teneurs varient entre 74 (point 13) et 800 mg/l (P5). On note de faibles teneurs à l'amont hydraulique de la décharge et les plus fortes dans l'axe de drainage à l'aval de celle-ci où les valeurs oscillent entre 173 et 800 mg/l.

Dans l'ensemble les teneurs sont élevées puisque sur 32 points de mesures, 9 seulement ont des valeurs inférieures à 150 mg/l et 8 des valeurs supérieures à 250 mg/l, dont 4 en dehors de l'axe de drainage. De ce fait, le  $\text{SO}_4^{--}$  est moins représentatif des pollutions provoquées par la décharge que le  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Cl}^-$ .



31.12 - Le titre alcalimétrique complet (T.A.C.) (carte n° 10)

Le titre alcalimétrique complet correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres , carbonates ou bicarbonates, alcalins - alcalino-terreux. Il est exprimé en degrés français qui correspond à 0,2 milliéquivalent par litre.

Il varie entre 14° (étang d'Entressen et le puits n°1019. 2.6) et 125° (P5). Les valeurs sont faibles du point 13 vers l'aval, de même qu'à l'amont de la décharge. Elles sont fortes à l'aval de celle-ci avec le maximum en P5. Par ailleurs les degrés sont variables, compris entre 20 et 40°.

31.13 - L'azote minéral (carte n° 11)

Les valeurs de l'étang d'Entressen et aux points 84,1b,41,P7 à P10 sont inférieures au seuil de détermination. Elles sont très fortes à l'aval immédiat de la décharge avec des teneurs comprises entre 28 et 74 mg/l dans le secteur P1 - P3. Elle atteint le chiffre de 311,8 mg/l en P5. Parmi les autres très fortes valeurs, notons les 25 et 26 avec 40,0 et 23,8 mg/l.

31.14 - Les nitrates (carte n° 12)

Cette carte est intéressante puisqu'elle démontre qu'il n'y a pas de nitrates à l'aval immédiat de la décharge. Au contraire des autres ions, les teneurs sont plus fortes à l'amont de la décharge qu'à l'aval.

Ce phénomène s'explique<sup>(1 à 3)</sup>. Suivant la nature de la

---

(1) - 72.SGN.SGA : Etude bibliographique de la pollution des eaux souterraines par les dépôts d'ordures ménagères en milieu alluvial  
15 sept. 1972

(2) - CEBEDEAU : Le livre de l'eau, deuxième édition 1966

(3) - VAILLANT J.R. : Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, contrôle de déversement d'eau polluée. Collection B.C.E.O.M. Eyrolles 1973.

décharge et le site choisi pour le dépôt, la dégradation se fait sous des conditions aérobies ou anaérobies, liées à la présence plus ou moins grande d'oxygène.

Généralement, au début, un dépôt d'ordures est très perméable à l'air. Dans ces conditions l'apport d'oxygène est suffisant pour permettre une oxydation rapide des matières organiques (conditions aérobies).

Si la proportion d'eau de pluie pénétrant dans la masse des ordures augmente et si l'aération des couches inférieures diminue par suite de leur compression, le développement des microorganismes anaérobies s'amorce. Quand les couches sont saturées d'eau, l'oxygène ne peut plus arriver et seuls les microbes anaérobies peuvent alors se développer. La dégradation des matières organiques est alors lente et produit des acides organiques qui se décomposent à leur tour en gaz carbonique et méthane. Les eaux d'infiltration anaérobies à fortes teneurs en D.B.O parvenant à la nappe ont un potentiel redox négatif. Elles créent une zone de réduction au droit et à l'aval immédiat de la décharge. L'action bactérienne va provoquer une forte réduction des éléments anorganiques tels que nitrates et sulfates et par contre une oxydation des corps organiques avec élévation de la température, l'apparition de fer bivalent et d'ammonium, l'absence d'oxygène dissous.

A l'aval se situe une zone de transition caractérisée par l'apparition progressive d'oxygène dissous et une diminution des phénomènes d'oxydo-réduction : en particulier, on observe une oxydation de fer bivalent en trivalent.

Plus à l'aval encore, la teneur en oxygène dissous redevient à peu près normale et permet l'oxydation des éléments minéraux, la plupart des éléments organiques ayant déjà été oxydés.

La pollution massive est donc caractérisée par l'extension de la zone de réduction et la pollution résiduelle due à une augmentation de la minéralisation de l'eau se propage plus loin en aval et ne diminue que par dilution-dispersion.

31.15 - Les nitrites (carte n° 13)

Les nitrites, à l'image des nitrates sont pratiquement absents à l'aval de la décharge. Terme de passage de l'évolution  $\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ , on ne les retrouve qu'en DR (4,5 mg/l) à l'aval immédiat de la décharge (zone de réduction) et en P4 (0,73 mg/l) où apparaît la zone de transition.

Le point 10 avec 9,1 mg/l représente la teneur la plus élevée. Ce puits est en relation avec les eaux de colatures et au vu de la piézométrie, il est peu probable que cette forte teneur soit due à la décharge.

31.16 - L'azote ammoniacal (carte n° 14)

L'azote ammoniacal est un excellent marqueur de l'extension de la zone de réduction provoquée par la décharge.

A l'aval de la décharge, les valeurs sont élevées à extrêmement élevées (37,5 - 45 mg/l en P1, P2, P3 et 400 mg/l en P5). En P4, la teneur a fortement diminué et passe à 8,7 mg/l.

Ailleurs, sur la majorité des points (21 sur 25) l'azote ammoniacal est inférieur au seuil de détermination (0,2 mg/l). Sur les numéros 87 et 11, il varie entre 0,2 et 0,5 mg/l et les numéros 10,71 et 72 entre 0,5 et 5 mg/l, représentant une pollution locale agricole ou domestique.

31.17 - Les détergents (A.B.S. = Alkyl, benzène, sulfonates)

Les détergents sont irrégulièrement répandus et d'une manière dispersée. Les teneurs sont généralement faibles à très faibles. 3 points, dont 2 à l'aval de la décharge, P3 et P5 et l'un à l'Ouest (Trou Becca), ont des teneurs comprises entre 0,015 et 0,02 mg/l.

## 32 - ETANG DE LA DYNAMITE

### 32.1 - Niveaux statiques et dynamiques (fig. n° 4)

Le niveau de l'étang est maintenu vers la cote 17,50 par pompage. Les puits 80 et 79 sont très sollicités et constamment en niveaux dynamiques. Le 91 est rarement utilisé, tandis que les 47 et 5 ne servent pratiquement jamais. Les trois derniers donnent par conséquent une image de la nappe au repos, à moins qu'ils ne soient influencés par les cônes de pompage, hypothèse qui n'a pu être vérifiée.

Des observations faites, on constate que :

- les niveaux des puits 5 et 47 sont supérieurs à ceux de l'étang. Il en est de même pour 79 (niveau dynamique),
- le niveau dynamique du puits 80 est inférieur (13,09 m) à celui de l'étang,
- le niveau statique du 91 est légèrement inférieur à celui de l'étang.

S'il n'est pas possible de construire une carte piézométrique à partir de ces 6 points, les mesures montrent que la ligne de crête séparant les aires de drainage du couloir central et du couloir de Saint Hippolyte ne passe pas par l'étang, mais au Sud-Est de celui-ci. L'écoulement naturel des eaux souterraines se fait donc dans le sens étang-puits 91.

### 32.2 - Les conductivités (carte n° 1)

Les conductivités sont homogènes, elles varient entre 625 et 750 micromho/cm, excepté dans l'étang qui donne 1.225 micromho/cm. La valeur du puits 91 a diminué par rapport aux valeurs de septembre 1972, elle passe de 1.760 à 750 micromho/cm.

### 32.3 - Les résidus secs (carte n° 2)

Les valeurs sont inférieures à 500 mg/l au Sud-Est et au Nord-Ouest de l'étang. Celui-ci a une teneur de 928 mg/l et le puits (91), 513 mg/l. La

teneur de ce puits est passée de 1.141 à 513 mg/l. Dans l'étang, la teneur a baissé de 1.150 à 928 mg/l.

La diminution des valeurs observées de l'étang et du puits 91 peut s'expliquer par les raisons suivantes :

- 1 - le prélèvement dans l'étang a eu lieu après de très gros orages (d'où dilution).
- 2 - le prélèvement dans le puits a été précédé d'une période de pompage d'au moins 12h00, alors que pour la campagne de septembre 1972, cette précaution n'avait pas été prise.

#### 32.4 - Le titre hydrotimétrique (carte n° 5) .

Les titres sont compris entre 29 et 38° sur les puits tandis que la valeur de l'étang s'élève à 57°. Comparativement à septembre-octobre 1972, les valeurs sont du même ordre de grandeur sauf sur le puits 91 qui voit décroître sa dureté. Elle passe de 75,2° à 29°.

#### 32.5 - Le sodium (carte n° 6)

Les teneurs atteignent 55 mg/l au puits 91 et 98 mg/l dans l'étang. Il y a diminution par rapport à septembre-octobre 1972, où on enregistrait 94 mg/l pour le puits 91 et 186 mg/l pour l'étang.

#### 32.6 - Le potassium (carte n° 7)

Les puits ont de faibles teneurs, inférieures à 10 mg/l. L'étang avec 14 mg/l subit une légère augmentation par rapport à septembre-octobre 1972 (7,3 mg/l).

Les teneurs de potassium dans ce secteur sont normales et ne sont pas représentatives de pollution.

### 32.7 - Les chlorures (carte n° 8)

Les teneurs sont homogènes, comprises entre 17,7 et 38,9 mg/l et normales pour une eau de Crau. Par rapport à septembre-octobre 1972, on enregistre une nette baisse sur l'étang et dans le puits 91 (38,9 et 21 contre 67 et 42,5 mg/l).

### 32.8 - Les sulfates (carte n° 9)

Les valeurs sont relativement homogènes sur les 5 puits et varient de 100 à 138 mg/l. Dans l'étang, les teneurs sont beaucoup plus élevées et l'analyse donne 390 mg/l. Par rapport à septembre-octobre 1972, il y a stabilité dans les puits 5, 47, 79 et 80 où les teneurs mesurées lors des deux campagnes sont normales pour la Crau. Dans l'étang et le puits 91, on constate une forte baisse, l'étang passe de 631 à 390 mg/l et le puits 91 de 471,2 à 135 mg/l.

### 32.9 - Nitrates et nitrites (cartes 12 et 13)

Les nitrates sont de bons traceurs de pollution dans le secteur de la Dynamite. On enregistre des valeurs faibles, inférieures à 5 mg/l dans les puits 5, 47 et 80, une valeur moyenne dans le puits 79 (14,3 mg/l) et des valeurs fortes à très fortes dans l'étang (41,3 mg/l) et dans le puits 91 (60 mg/l).

Comparativement aux mesures de septembre-octobre 1972, les nitrates ont fortement baissé dans le puits 91 puisqu'ils atteignaient 200 mg/l et dans l'étang où la valeur mesurée s'élevait à 70,5 mg/l.

Les nitrites sont également en baisse sur l'étang et le puits 91. Ils passent de 4,8 à 3,4 mg/l dans l'étang et de 0,5 à moins de 0,05 dans le puits 91. Par ailleurs, dans les deux campagnes les valeurs obtenues sur les 4 autres puits se révèlent être inférieures au seuil de sensibilité de la méthode d'analyse.

33 - INFLUENCE DE LA BORDURE MIOCENE SUR LA QUALITE DES EAUX ET ROLE  
DES POLLUTIONS DOMESTIQUES OU INDUSTRIELLES A L'AVAL HYDRAULIQUE DE  
SALON DE PROVENCE, DE MIRAMAS, D'ISTRES ET DE RASSUEN

33.1 - Bordure miocène

Cinq échantillons d'eau de source ont été prélevés sur la bordure miocène pour analyses.

Les teneurs des différents ions sont très dispersées et doivent être fonction des échanges et du temps de séjour de l'eau au contact de la roche (voir diagramme n° 6).

33.2 - Salon de Provence

Aux abords de la ville, les cailloutis de Crau sont peu épais, de l'ordre de quelques mètres et reposent sur un substratum miocène.

Les analyses effectuées sur les points 5, 11, 12, 13 et 21 montrent une bonne homogénéité d'ensemble (voir diagramme n° 7) et leur allure est très voisine des graphiques H. SCHOELLER - E. BERKALOFF des eaux miocènes des sources 993.8.16 et 1019.4.40.

Sur le 994.5.21 à l'aval hydraulique immédiat de Salon, les teneurs en sodium comparées à celles des 4 premiers puits, passent de 16 - 22,5 mg/l à 47 mg/l et les chlorures de 35 - 47 mg/l à 60 mg/l. On relève la présence de nitrites (0,68 mg/l) et d'azote ammoniacal (0,2 mg/l).

33.3 - Miramas

Les eaux des points 993.8.4 - 70 - 75 - 76 - 102 et 103 présentent un visage très homogène (voir diagramme n° 8). Elles sont

similaires à celui du diagramme n°3 du rapport 73.SGN.068.PRC représentant des types d'eau de nappe alimentée par les pluies et les irrigations.

Les nitrates et les nitrites sont inférieurs au seuil de détermination analytique, à peine observe-t-on des traces de détergents, 0,007mg/l dans les puits 70, 75, 76 et 103.

Des analyses de mercure ont été faites en juin 1973 sur les puits 4, 70, 75, 102 et 103 (voir carte n° 17). Cet élément est hautement toxique<sup>(1)</sup>.

La législation française concernant les eaux de boisson de celles de beaucoup de pays ne font pas mention du mercure. La limite admissible fixée par les normes soviétiques et finlandaises est de 5 ppb<sup>(2)</sup>.

En juin 1973 à Miramas, les teneurs enregistrées dans les eaux de la nappe comprises entre 2 et 5 ppb étaient nettement supérieures aux teneurs moyennes des eaux de rivières et de lacs (0,1 à 0,5 ppb selon A. CHESTERIKOFF<sup>(3)</sup> et 0,2 selon J.P. VERNET<sup>(4)</sup>) et des eaux des nappes phréatiques (0,05 ppb)

Une vérification des teneurs en mercure a été effectuée en octobre 1973. Elle a porté sur neuf points d'eau répartis sur l'ensemble de la nappe et sur l'eau de Durance à son entrée en Crau. En outre, quatre échantillons d'eau de pluie ont été analysés ainsi que l'eau des Thermes d'Aix en Provence.

---

(1) - VAILLANT J.R. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution. Contrôle du déversement d'eaux polluées. Eyrolles 1973.

(2) - RODIER J. L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau. DUNOD 1971 4 ème édition.

(3) - CHESTERIKOFF A. - CARRU A.M. - GARBAN B. - OLLIVON D. - CHESTERIKOFF C. La pollution de la basse Seine par le mercure (du Pecq à Tancarville) Centre Belge d'Etudes et de Documentation des Eaux - juin - juillet 1973 n° 335 - 356.

(4) - VERNET J.P. - THOMAS R.L. - Le mercure dans l'environnement et le rôle de la géologie sédimentaire. Bulletin B.R.G.M. deuxième série, section III, n° 3, 1972.



Les analyses ont été effectuées simultanément par deux laboratoires : celui de la Société des Eaux de Marseille et celui de la Société Rhône-Progil à Décines (Rhône). Ces deux laboratoires ont procédé au dosage du mercure par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme. Le seuil de détection avancé par le laboratoire Rhône-Progil est de 2 ppb, celui de la Société des Eaux de Marseille de 0,1 ppb grâce à la méthode des ajouts dosés.

Mesures du laboratoire Rhône-Progil :

- tous les échantillons présentent une teneur en mercure inférieure à 2 ppb.

Mesures du laboratoire de la Société des Eaux de Marseille :

(voir carte n° 22):

- eau de Durance à l'entrée en Crau : 0,6 ppb
- eau de la nappe : 0,3 à 0,6 ppb sauf au point P5 (à l'aval immédiat du dépôt d'ordures de la ville de Marseille) où l'on observe 1,7 ppb.
- eau de pluie : 1,1 à 1,5 ppb
- eau des Thermes d'Aix en Provence : 0,1 ppb.

Les teneurs en mercure de l'eau souterraine observées en octobre seraient donc 10 fois inférieures à celles de juin. On ne peut expliquer actuellement les causes de cet écart. C'est pourquoi, il paraît opportun d'inclure dans le réseau de surveillance cinq prélèvements pour analyse du mercure : eau de Durance à l'entrée de Crau, 993.7.P5, 993.8.50, 993.8.75 et 1019.3.81.

Remarquons les teneurs relativement élevées des eaux de pluie, nettement supérieures aux valeurs généralement citées (0,2 ppb) - J.P. VERNET et R.L. THOMAS , publication citée plus haut - .

33.4 - Istres et Rassuen

Quatre analyses ont été effectuées dans la zone d'Istres et quatre à l'aval hydraulique de Rassuen.

Dans la zone d'Istres, les ions majeurs analysés ont un aspect voisin de celui de Miramas, avec une légère augmentation des sulfates. Les teneurs en nitrates sont légèrement plus élevées sur 1019.4.6 avec 17,8 mg/l que sur les autres puits où les teneurs avoisinent 10 mg/l. Les nitrites et l'azote ammoniacal sont inférieurs au seuil de sensibilité analytique et la présence de détergent a été décelée sur le n°6.

A l'aval hydraulique de Rassuen, il y a nette augmentation des sulfates sur le point 51 par rapport à septembre-octobre 1972 (335 mg/l contre 165,9 mg/l) et par rapport aux autres puits analysés dans le couloir de Miramas.

On note une augmentation des nitrates sur le puits 59 (3,4 mg/l en septembre-octobre 1972 et 20,6 mg/l en juin 1973) et des détergents (0,13 mg/l et 0,385 mg/l).

Le plomb a diminué sur le puits 51 (il passe de 0,1 mg/l à 0,05 mg/l) et augmente très légèrement sur les autres puits. L'arsenic est partout inférieur au seuil de détermination analytique et le fer subit une hausse générale des teneurs, la plus forte valeur mesurée en septembre-octobre 1972 (0,08 mg/l) devient la plus faible valeur en juin, où le maximum atteint 0,25 mg/l sur le puits 51, soit au-dessus de la concentration limite tolérée par la législation française (0,2 mg/l).

#### 34 -- POLLUTION AGRICOLE

Le rapport 72.SGN.256.PRC fait état de quantités moyennes d'engrais utilisées à l'hectare selon les différents types de cultures ainsi que les consommations moyennes de pesticides.

La Crau étant sujette à une irrigation intense pratiquée surtout par épandage, il est logique de penser retrouver les éléments constitutifs de ces produits dans les eaux de la nappe.

Deux échantillons ont été prélevés dans le secteur de Raphèle-

Moulès où se pratiquent les cultures fruitières et fourragères. L'échantillon 993.1.AG1 prélevé dans un drain au droit du Mas d'Escampon ne révèle qu'une très faible teneur en phosphates (0,3 mg/l). L'échantillon AG2 prélevé dans un fond de prairie où la nappe affleure, révèle par contre une assez forte teneur en potassium (25,6 mg/l) et la présence de phosphates (8 mg/l).

Au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille, la pollution par les engrais, si elle existe, est masquée par la surimposition de facteurs tels que géologie, évaporation ou pollution domestique. Des six échantillons prélevés pour analyses des organochlorés, 4 ont des teneurs inférieures au seuil de détermination analytique (0,03 mg/l), 1 lui est légèrement supérieur (0,04 mg/l) et 1 nettement supérieur, le puits 10 avec 0,22 mg/l. Il est vrai que ce puits est en relation avec les eaux de surface, et les colatures s'y déversent directement.

### 35 - LES HYDROCARBURES (carte n° 16)

Vingt six analyses d'hydrocarbures furent exécutées, dont treize sur les puits qui présentaient en septembre-octobre 1972 une teneur supérieure à 0,15 mg/l.

Lors de la première campagne, on avait procédé à l'analyse des hydrocarbures par extraction à l'éther et pesée. Dans la deuxième campagne on utilise à nouveau ce procédé, auquel on adjoint l'analyse par infrarouge pour comparaison des résultats. Par cette dernière méthode, seuls deux échantillons dépassèrent le seuil de détermination analytique de 0,2 mg/l et les valeurs obtenues ne peuvent être liées à celles trouvées par extraction à l'éther de pétrole et pesée. Ce sont par conséquent ces dernières qui figurent sur la carte n° 16.

Sur les 26 valeurs, 1 est inférieure à 0,05 mg/l, 12 sont comprises entre 0,05 et 0,1 mg/l, 10 entre 0,1 et 0,2 mg/l, 1 entre 0,2 et 0,5 mg/l (l'eau de Durance) et 2 sont supérieures à 0,5 mg/l. Le 993.8.103 révèle 0,82 mg/l et le 994.5.21 une teneur de 1,2 mg/l.

Cinq analyses d'échantillons d'eau de pluie recueillis aux stations météorologiques de Beausseng, Salon, Le Merle, la base aérienne d'Istres et la Fossette ont donné des valeurs comprises entre 0,17 et 0,5 mg/l.



## Chapitre 4

### ESSAI DE SYNTHESE

### ET

### INTERPRETATION DES RESULTATS

---

#### 41 - DECHARGE DE LA VILLE DE MARSEILLE

L'augmentation du nombre de points de mesures, la construction d'une carte piézométrique détaillée et les observations in situ ont permis de bien localiser les pollutions créées par la décharge de la ville de Marseille (voir carte n° 18) et une meilleure compréhension d'ensemble du problème.

Les filets liquides contaminés suivent rigoureusement l'axe de drainage dessiné sur la figure n° 1, et sont représentés par les diagrammes chimiques des piézomètres P1 à P5 (voir diagramme n° 1 et figure n° 3). La limite Sud-Est des pollutions doit passer légèrement au Nord-Ouest de la ligne formée par P6 et le puits 33 où l'influence de la décharge n'est pas caractéristique (voir diagramme n° 2). Au Sud-Est de cette ligne, le 10 et le 13, situés sur une ligne de crête piézométrique, sont nettement en dehors du champ d'influence de la décharge. Si les teneurs de certains ions sont élevées en 10, situé au milieu d'un verger, il faut plutôt attribuer ces anomalies à une pollution d'origine agricole, les

eaux de colatures se déversant directement dans le puits (voir diagramme n° 5 a).

Plus à l'aval, les points 993.7.16 et 1019.2.6. sont soit situés en dehors de l'axe de drainage, soit trop éloignés du centre d'émission des pollutions, qui de ce fait, arriveraient diluées. Le manque de points de mesures dans ce secteur ne permet pas de donner une réponse définitive (voir diagramme n° 4 et figure n° 3).

Au Sud-Est et à l'Est de la décharge, les eaux présentent des compositions très variées avec des teneurs, en tels ou tels éléments, très dispersées. Ces anomalies proviennent soit :

- de facteurs géologiques localisés, comme la présence du substratum à faible profondeur,
- de l'évaporation dûe à la faible profondeur de la nappe de l'ordre ou inférieure à 1 m,
- des mauvaises perméabilités, donc des mauvaises conditions de réalimentation d'un puits (exemple les puits 16, 25, 26 et 72),
- de pollutions domestiques liées à la présence d'abreuvoirs à l'abord immédiat du puits, de fumiers, de fosses septiques, de canaux transportant des effluents ou à l'activité de la ferme elle-même (exemple les puits 31, 41, 25, 26 et 71),
- de pollution agricole liée à l'emploi d'engrais, de pesticides et à l'irrigation (exemple le puits 10).

En fait, il est probable que dans la plupart des cas, ces différents facteurs n'agissent jamais seuls et les résultats des analyses constituent la somme de leurs actions conjuguées (voir diagrammes n° 5a, 5b, 5c). On remarquera par ailleurs, que les eaux des piézomètres placés au Sud-Est ont tendance à être moins chargées que les eaux des puits, en particulier en potassium, élément pouvant provenir d'une pollution par les engrais, ou par la ferme. Quand au vent, il paraît hors de cause à l'aval et à l'Ouest de l'axe de drainage. La prudence

s'impose toutefois, car on ne connaît rien sur le transport des particules fines arrachées à la décharge, qui pourraient par infiltration modifier l'état chimique de la nappe.

#### 42 - ETANG DE LA DYNAMITE

Les mesures de niveaux d'eau ont démontré que l'écoulement naturel de la nappe se fait dans le sens étang-puits 91. Cette observation peut expliquer les teneurs anormalement élevées de ce puits, à moins de développement d'une source de pollution non reconnue à proximité. La pose de deux limnigraphes, l'un sur le puits et l'autre sur l'étang permettrait de mieux suivre l'évolution des écoulements au cours d'une année hydrologique et par là même de mieux comprendre la propagation des pollutions à partir de l'étang.

Par rapport à septembre-octobre 1972, les teneurs ont assez fortement baissé dans l'étang et dans le puits 91. Cette baisse n'est pas nécessairement significative d'une diminution d'émission de pollution. Elle peut être provoquée par une augmentation de la dilution grâce aux pluies d'hiver et de printemps. Cette hypothèse devra être vérifiée par des analyses trimestrielles des eaux du puits et de l'étang, analyses portant sur le dosage du sodium, des sulfates et des nitrates.

Les puits 47, 80 et 5 ne semblent pas touchés par la pollution de l'étang, bien que le niveau dynamique du puits 80, presque constamment en pompage, soit nettement inférieur à la cote de l'étang. La situation du puits 79 est moins nette compte tenu des teneurs légèrement supérieures en sulfates et en nitrates. Etant un puits d'alimentation en eau potable, il sera prudent de le surveiller.



43 - INFLUENCE DE LA BORDURE MIOCENE SUR LA QUALITE DES EAUX ET  
ROLE DES POLLUTIONS DOMESTIQUES OU INDUSTRIELLES A L'AVAL  
HYDRAULIQUE DE SALON DE PROVENCE, DE MIRAMAS, D'ISTRES ET DE  
RASSUEN

43.1 - Les sources miocènes

Les eaux des sources miocènes, de type bicarbonaté-calciques, présentent des faciès très dispersés, mais avec des teneurs généralement plus basses que celles des eaux de Crau, teneurs qui doivent être fonction du temps de séjour de l'eau dans la roche. Au vu du diagramme n° 8, il devient aléatoire de rattacher l'augmentation des teneurs et en particulier du titre hydrotimétrique au voisinage de la limite orientale de Crau à la présence de la bordure miocène. L'évolution chimique des eaux d'une nappe variant au cours des saisons, on ne peut tirer des conclusions formelles sur les relations bordure miocène - qualité des eaux à la simple lumière des résultats obtenus par les présentes analyses.

43.2 - Salon de Provence

A l'Ouest et au Sud de Salon, les analyses effectuées sur les puits 5, 11, 12, 13 et 21 montrent un faciès homogène (voir diagramme n° 7), et leur allure est voisine de celle des sources miocènes 993.8.16 et 1019.4.40.

L'influence de la ville se manifeste sur le puits 21, situé à son aval hydraulique immédiat. Il y a augmentation des teneurs en sodium et en chlorures et apparition de détergents, de nitrites et d'azote ammoniacal. On peut se demander si la présence de nitrites est due au cycle normal de l'évolution de l'azote ammoniacal vers les nitrates ou à une réduction de ces derniers par les hydrocarbures, l'analyse ayant révélé une teneur de 1260 ~~ug~~/l ?

#### 43.3 - Zone industrielle de Miramas

Les six échantillons prélevés ont un faciès chimique homogène similaire à celui du diagramme n° 3 du rapport 73.SGN.068.PRC, représentant des types d'eau de la nappe alimentée par les pluies et les irrigations (voir diagramme n° 8).

On ne peut, à l'analyse des ions majeurs, déceler une trace de pollution et les nitrites sont inférieures au seuil de détermination analytique.

Des traces de détergents (0,007 mg) ont été décelées dans les puits 70, 75, 76 et 103.

Des analyses de mercure ont été faites sur les puits 4, 70, 75, 102 et 103. Parmi les teneurs enregistrées, l'une d'elles atteint la limite maximale fixée par les normes russes et finlandaises (0,005 mg/l).

#### 43.4 - Istres et Rassuen

Les ions majeurs analysés montrent des teneurs normales pour cette zone. Des traces de détergents ont cependant été décelées sur le puits 6 qui se trouve à l'aval hydraulique immédiat de la ville d'Istres.

A l'aval hydraulique de Rassuen, il y a nette augmentation des sulfates sur le puits 51, augmentation qui peut s'expliquer par le lessivage des dépôts industriels en bordure de Crau. Le plomb diminue sur le puits 51 par rapport à septembre-octobre 1972, mais augmente légèrement sur les autres puits. Le fer subit une hausse des teneurs et le maximum est atteint au puits 51 avec 0,25 mg/l, soit au-dessus de la concentration limite tolérée par la législation française (0,2 mg/l).

#### 44 - POLLUTION AGRICOLE

Dans la région de Raphèle-Moulès, les deux échantillons prélevés ont révélé la présence de phosphates, l'un à 8 mg/l, l'autre à très faible teneur (0,3 mg/l). Une assez forte teneur en potassium a été décelée sur l'un des échantillons (25,6 mg/l).

A l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille, certaines fortes teneurs ont pu être expliquées par différents facteurs dont les effets se superposent. Le puits 10 qui se trouve en relation avec les eaux de colatures d'un verger, est un exemple de pollution agricole où des organochlorés ont été trouvés à une teneur de 0,22 microgramme/litre. Le puits 23 révèle également des traces d'organochlorés (0,04 microgramme/litre).

#### 45 - LES HYDROCARBURES

Les analyses d'hydrocarbures de juin 1973 se sont toutes révélées positives mais à des teneurs faibles, du même ordre de grandeur, voire inférieures à celles des eaux de Durance (0,35mg/l) et des eaux de pluies (comprises entre 0,17 et 0,5 mg/l), à l'exception de deux points, le 994.5.21 qui révèle une teneur de 1,2 mg/l et le 993.8.103, une teneur de 0,8 mg/l.

Si on compare ces résultats avec ceux de septembre-octobre 1972, on voit que les teneurs évoluent dans le temps. Sur 23 points de comparaison, la majorité, soit 13 points ont vu leurs teneurs diminuer par rapport à septembre-octobre 1972, 5 ont gardé les mêmes teneurs et 5 ont des teneurs supérieures. Cette comparaison pour intéressante quelle soit, ne doit pas nous amener à tirer des conclusions sur une tendance à la diminution des hydrocarbures en Crau. Elle permet de préciser certains centres d'émissions de pollution comme Salon de Provence et la zone industrielle de Miramas. Par suite, dans le réseau de surveillance, on pourra suivre l'évolution de ces éléments en fonction des saisons et de l'alimentation de la nappe, par les pluies et les irrigations.

## Chapitre 5

### PROTECTION DE LA NAPPE DE LA CRAU

---

#### 51 - UTILISATION ET PERSPECTIVES

Les précédents rapports 72.SGN.268.PRC et 73.SGN.068.PRC ont démontré que la nappe de la Crau était :

- affectée d'une manière très locale et très ponctuelle par des pollutions domestiques, industrielles et agricoles,
- de qualité chimique et de potabilité d'ensemble bonne, quoique un peu dure,
- bien alimentée par les eaux de pluies et les irrigations,
- utilisée pour l'alimentation des agglomérations situées sur son domaine et sur la bordure orientale,
- à l'heure actuelle, nettement sous-exploitée.

La nappe, faut-il le rappeler, reçoit beaucoup plus d'eau qu'elle ne peut en emmagasiner et les débits des canaux de drainage sont importants ( $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1962). Si une partie de ces eaux provient des colatures, il n'en demeure pas moins que la nappe déborde dans de nombreux secteurs, malgré les prélèvements pour l'alimentation en eau potable et pour l'industrie, qui, d'après les recensements effectués sont de l'ordre de 950 à 1000 l/s (A.E.P. 450 l/s, dont 360 dans le couloir de Miramas). Or d'après les estimations

faites à la suite de l'étude hydrogéologique de la Crau (rapport DSGR.64.A.69), les ressources vraiment exploitables atteindraient  $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$  pour la seule Crau de Miramas et ont été estimées suffisantes pour subvenir aux besoins des collectivités jusque vers l'horizon 1985.

Compte tenu des plans d'occupation des sols, de la complexité structurale de la nappe qui amène des changements brutaux des paramètres dynamiques, des conditions d'alimentation, des captages existants, de l'importance et de la localisation des besoins, une exploitation rationnelle de ces abondantes ressources pourrait se faire à l'aide d'un modèle physique ou mathématique.

Plusieurs modèles ont été testés sur la Crau, et un modèle mathématique de gestion de nappe en vue de son exploitation rationnelle est actuellement fonctionnel. Il permettra de simuler les conséquences sur l'étendue de la nappe et dans le temps :

- des prélèvements,
- des apports,
- de l'ensemble des facteurs susceptibles de modifier un équilibre instantané de l'aquifère considéré,

en un mot de gérer la nappe de façon à obtenir un rendement maximal sans provoquer de conséquences néfastes comme une baisse inconsiderée de la piézométrie ou une avance du front salé.

## 52 - VULNERABILITE DE LA NAPPE ET PERIMETRES DE PROTECTION

La nappe très vulnérable du fait de la très grande perméabilité verticale des cailloutis et de l'absence de dépôts imperméables, conserve à l'heure actuelle la qualité de ses eaux grâce aux faibles émissions de pollutions qui demeurent localisées, à la dilution provoquée par les pompages et l'importance des débits véhiculés. A l'avenir, elle ne sera

sauvegardée que si une stricte réglementation visant sa protection contre une extension des pollutions est appliquée.

Selon la législation française, loi du 16 décembre 1964, relative à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution, Article L 20 du Code de la Santé Publique et circulaire du 10.12.1968, chaque captage doit être protégé par :

- un périmètre de protection immédiate, dont les terrains doivent être acquis en pleine propriété,
- un périmètre de protection rapprochée, à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés tous les faits et activités pouvant nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux.
- éventuellement un périmètre de protection éloignée à l'intérieur duquel ces faits et activités peuvent être réglementés.

Le rôle du périmètre de protection rapprochée est de protéger le captage de toute forme de pollution chimique ou bactérienne, tandis que le périmètre de protection éloignée vise surtout la pollution chimique.

Pour délimiter un périmètre, le concept des limites de protection doit dépendre de la protection naturelle de la nappe contre les pollutions, de la direction et de la vitesse des filets liquides et bien entendu de l'importance des ressources. Ainsi le concept sera différent s'il s'agit de protéger un ouvrage alimenté par une nappe profonde, captive ou par une nappe alluviale.

La protection chimique, cela va de soi, doit être impérative, car on imagine facilement les conséquences d'une telle pollution à proximité d'un captage, sa "durée de vie", à savoir le temps écoulé entre l'injection d'eau polluée et le moment où cette même eau ne l'est plus pouvant être considérablement plus long que celle d'une pollution bactérienne. Elle est liée à la nature et à la quantité de produit injecté, au débit et à la nature de l'aquifère. La disparition se fait soit par écoulement avec la nappe, puis dilution, ce qui est le mécanisme le plus sûr, soit par fixation dans le sol (échange de base, absorption...) valable jusqu'à saturation des terrains, après quoi la "durée de vie" va augmenter.

La protection bactérienne vise à éviter que des bactéries pathogènes émises au niveau ou dans le sol ne parviennent au captage. Elle est conditionnée à la fois :

- par la durée de vie des bactéries,
- par les vitesses de translation, verticale puis horizontale s'il s'agit d'une émission au niveau du sol ou simplement horizontale s'il s'agit d'une injection au niveau de la nappe,
- par la nature filtrante des terrains.

Les opinions divergent sur la survie des bactéries en milieu aquifère souterrain. Citons-en quelques-unes :

- D. GEORGESCU <sup>(1)</sup>, contraint de faire un choix pour les nappes de Roumanie, a retenu une durée de vie moyenne probable de 30 jours, en précisant que ceci était valable pour son pays où la perméabilité moyenne est inférieure à  $3,5 \cdot 10^{-3}$  m/s et la pente moyenne inférieure à 2,5‰.
- G. KELLER <sup>(2)</sup>, souligne que les médecins allemands recommandent une durée de séjour de l'eau en terrain poreux, de l'ordre de 60 à 80 jours, recommandation valable pour les pollutions bactériologiques et chimiques.
- W.L. MALMANN et W.N. MACK <sup>(3)</sup> font une revue des principaux articles américains traitant du sujet et résument les expériences positives pour évaluer la direction et le mode de propagation des bactéries, les distances parcourues (rarement plus de 33 mètres en milieu poreux, type sable), ainsi que les paramètres qui ont servi de base à une réglementation. Les auteurs considèrent également les cas où les règles établies furent mises en défaut :
  - . des bactéries pathogènes peuvent survivre 4 ans,

---

(1) - D. GEORGESCU 1965 - Contribution au calcul des zones de protection sanitaire des captages dans les nappes aquifères.

(2) - G. KELLER 1965 - Hydrogeologischer Beitrag zur Trinkwasserschutzgebietsfrage bei porigen Grundwasserleitern. Association internationale des hydrogéologues, Congrès de Hanovre 1965, mémoires pp.176-181

(3) - W.L. MALMANN - W.N. MACK 1961 - Biological contamination of groundwater, Groundwater contamination. Proceedings of 1961 Symposium Cincinnati OHIO, pp 35 - 43.

- . des virus persistent en conservant toutes leurs propriétés plus de 50 jours dans le sol en présence de matières organiques,
- . les virus peuvent se déplacer sur 260 m dans le sol,
- . des études de laboratoire montrent que les virus sont beaucoup moins aisément détruits par le chlore que les bactéries.

Ces auteurs remarquent également que le changement de nature chimique des eaux polluées crée de nouvelles conditions du milieu pour les bactéries que d'autre part, les détergents sont probablement bons viriophores et peut-être bactériophores, même s'ils ne sont pas caractéristiques d'une pollution.

Dans des conditions qui paraissent plus voisines de celles de la Crau, tant par la perméabilité et la pente de l'aquifère que par la nature des terrains, des analyses bactériologiques avaient été exécutées en 1970 dans la vallée du Var lors d'une expérience de réalimentation artificielle réalisée par le B.R.G.M. <sup>(1)</sup> pour le compte de la Direction départementale de l'Agriculture des Alpes maritimes.

On utilisa pour cette expérience 4 bassins : 2 de décantation et 2 d'infiltration, d'une superficie totale de 19,1 ha. Avec une tranche d'eau de l'ordre de 1,2 m et un débit d'entrée de 2 m<sup>3</sup>/s, le temps de séjour dans les bassins correspondait à quelques 32 heures. Les bactéries coliformes au nombre de 960/100 ml à l'entrée dans le premier bassin passaient à 50 dans le dernier et à 0 dans un forage à quelques 60 m à l'aval. Les streptocoques fécaux de 100 à l'entrée passaient à 50 dans le dernier bassin et à 0 dans le forage. Enfin, les *Eschérichia coli*, au nombre de 240 à l'entrée passaient à 0 dans le dernier bassin et le forage.

Tous les germes restant étaient donc éliminés dans l'aquifère après un trajet de 60 m. Dans les bassins, l'épuration par action oxydante naturelle des microorganismes s'était révélée efficace puisque les pourcentages de réduction des différentes bactéries pathogènes étaient pour :

- les bactéries coliformes : 94,8 %
- les streptocoques fécaux : 50 %
- les *eschérichia coli* : 100 %

---

(1) - B.R.G.M. 71.SGN.141.PRC - recherches hydrogéologiques dans la basse vallée du Var.



### 53 - OUVERTURE DE GRAVIERES

L'ouverture d'une gravière hors d'eau n'occasionne pas de dégradation de la qualité des eaux. L'expérience montre qu'au cours d'exploitation, les risques sont limités aux déversements "accidentels" d'hydrocarbures sur le chantier. Après la fin de l'exploitation, les risques augmentent considérablement, car il reste une excavation sans surveillance dans laquelle sont trop souvent rejetés les déchets les plus divers.

L'ouverture d'une gravière atteignant la nappe, des études l'ont montré, ne joue qu'un rôle mineur sur la qualité des eaux.

En cours d'exploitation, le danger vient des vidanges sauvages ou de déversements "accidentels" d'hydrocarbures. Après la fin de l'exploitation, si le plan n'est pas réaménagé et utilisé comme centre de loisirs (pêche à la truite par exemple), il y a grand danger pour que le plan d'eau sans surveillance soit utilisé comme décharge publique ou sauvage.

Le développement de Fos-sur-Mer et la création de villes nouvelles nécessitent l'ouverture de nouvelles exploitations de matériau alluvionnaire et la plaine de la Crau toute proche semble indiquée pour l'exploitation de gravières.

L'intérêt économique que représentent les graviers de Crau peut ne pas être inconciliable avec la préservation de la nappe et son utilisation en vue d'alimenter les agglomérations en eau potable à condition bien entendu de soumettre les exploitations de graviers à quelques règles qui devront être observées d'une manière stricte, et d'en interdire la création à l'intérieur des périmètres de protection rapprochée.

#### 54 - PROPOSITION DE PRESCRIPTIONS

##### 541 - Périmètres de protection immédiate

Les captages d'eau potable seront protégés par un terrain acquis par la collectivité et clôturé. La distance minimale du puits à la clôture sera de 40 mètres. Toute activité sera interdite à l'intérieur de ce périmètre.

##### 542 - Périmètres de protection rapprochée et éloignée

Les périmètres de protection rapprochée auront une forme allongée s'étendant sur 800 à 1000 mètres vers l'amont hydraulique du captage et sur 200 à 250 mètres de part et d'autre de l'axe de drainage du forage ainsi que vers l'aval. Ainsi, la durée du séjour de l'eau dans la nappe, à compter de la limite amont du périmètre de protection rapprochée jusqu'au captage sera de l'ordre de 30 à 40 jours.

Les périmètres de protection éloignée concernent les dégradations générales de la qualité des eaux d'une nappe et les pollutions chimiques. Celles-ci, on l'a vu, ont une durée de vie plus longue que les pollutions bactériennes et disparaissent soit par dilution, soit par fixation dans les sols jusqu'à leur saturation.

Imaginons le cas d'une pollution non dégradable, située 2 km en amont d'un captage. Cette pollution risque de paraître bénigne dans un premier temps grâce à la dilution occasionnée par les débits de la nappe et les pompages. Le danger, d'autant plus sournois qu'il demeure caché, proviendra de la saturation des terrains dont le front avancera beaucoup plus lentement. On ne s'en apercevra que lorsqu'il aura atteint le captage et celui-ci, à supposer que l'on coupe la source de pollution à ce moment, sera perdu pour de longues années pour l'alimentation en eau potable.

Dans le cas de la Crau, où les principaux captages s'échelonnent le long du couloir de Miramas et dans la zone de Saint-Hippolyte, cette notion de périmètre de protection éloignée paraît bien fragile si elle n'est pas appliquée à l'ensemble des cailloutis drainé par ces couloirs. En bref, on ne pourra éviter à la longue une détérioration de la qualité des eaux si des mesures strictes de protection ne sont pas appliquées aux deux zones à forte transmissivité favorables à l'implantation des forages (voir carte n° 21).

A l'intérieur des périmètres de protection rapprochée et éloignée, toute installation ou activité nouvelle susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la qualité de l'eau de la nappe devra faire l'objet d'une autorisation préalable fixant les conditions dans lesquelles elle pourra être créée ou exercée compte-tenu de la durée du trajet entre la zone d'infiltration et les points de prélèvements à protéger pour les pollutions dégradables et la pollution microbienne et compte-tenu de la diffusion et des critères de potabilité pour les produits non dégradables.

Parmi les activités et installations susceptibles de porter atteinte à la qualité de la nappe se rangent en particulier :

- le transport et le rejet des eaux résiduelles domestiques, agricoles et industrielles ainsi que les eaux pluviales souillées,
- le transport, le stockage, la manutention et l'emploi de produits nocifs,
- les dépôts et décharges d'ordures ménagères ou de résidus de toute nature,
- les travaux d'excavation et de remblai.

Les installations et les activités existantes et nouvelles susceptibles de porter atteinte à la qualité de la nappe feront l'objet d'un contrôle périodique afin de conseiller les maîtres d'ouvrage sur les

mesures à prendre pour réduire les risques de pollution, de vérifier l'application de ces mesures et d'informer les collectivités et les services concernés.

#### 54.3 - Dispositions applicables à l'ensemble de la nappe

Rappelons que le décret 73.218 du 23 février 1973 portant application des articles 2 et 6 de la loi 64-1245 du 16 décembre 1964 a fixé les conditions d'autorisation de tout fait susceptible d'altérer la qualité des eaux.

Le forage de puits en Crau est soumis à autorisation préalable (décret 73.200 du 21 février 1973).

Afin de préserver les ressources situées hors du couloir de Miramas et de la zone de Saint-Hippolyte et qui pourraient être exploitées à moyen terme, les prescriptions du périmètre de protection éloignée concernant :

- le stockage des hydrocarbures et des produits toxiques,
- les oléoducs,
- et les gravières,

devraient être étendues à l'ensemble de la nappe de la Crau.

#### 55 - SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE

La qualité des eaux d'une nappe a tendance à baisser avec l'augmentation des activités humaines sur les zones d'alimentation. Cela se fera plus ou moins vite, selon :

- l'activité humaine développée,
- l'importance des mesures de sauvegarde,
- la perméabilité verticale au droit des émissions polluantes (degré de protection de la nappe),

- la perméabilité, l'épaisseur et la pente de l'aquifère d'où on déduira une notion de débit, donc de dilution,
- la présence ou l'absence de pompage au droit ou aux environs des émissions polluantes.

Lorsqu'une nappe est utilisée pour l'alimentation en eau potable de centres urbains importants et que les activités humaines se développent sur son aire d'alimentation, la surveillance en vue de préserver la qualité des eaux s'imposera d'une manière d'autant plus impérative que les dangers de pollution sont réels. Cette surveillance nécessite la connaissance :

- des activités exercées à l'intérieur des périmètres de protection et pouvant présenter un risque de pollution de l'eau,
- de la qualité générale des eaux d'une nappe et plus particulièrement des zones favorables à l'exploitation où les transmissivités sont élevées. Tous les faciès-types d'eau doivent être représentés.
- de la qualité des eaux servant à la consommation humaine. Les stations de captage doivent faire partie du réseau de surveillance.
- des points de pollution, de leur extension, de leur évolution spatiale et chronologique,
- de la qualité des eaux servant à l'irrigation.

Le réseau à créer comportera :

- des points de prélèvements dans les plans d'eau utilisés comme décharge ou non, ou dans des puits à l'aval de ces plans d'eau,
- des points de prélèvements à l'aval hydraulique des villes et à l'amont hydraulique des stations de captage,
- les stations de captages,
- des points de prélèvements à l'aval hydraulique de pollutions industrielles et de décharges urbaines,
- des points de prélèvements représentatifs de pollutions agricoles (engrais par exemple)

- des points de prélèvements représentatifs de faciès-types des eaux de la nappe.

Un premier schéma de réseau a été présenté dans le rapport "Nappe de la Crau, étude des pollutions - Mesures d'octobre 1972, résultats et essais d'interprétation" (voir carte n° 19 - 73.SGN.068.PRC). L'apport de connaissances nouvelles amène à modifier quelque peu la précédente proposition de réseau de surveillance (voir recueil de cartes - carte n° 20). Il comporte 60 points de mesures dont 22 captages à usage domestique ou industriel, 16 puits fermiers, 9 piézomètres existants, 2 piézomètres à installer, 1 forage à usage industriel, 7 points d'eau superficielle, 1 effluent et deux stations météorologiques (Istres-Le-Tubé et Salon de Provence Le Merle).

De par l'objectif recherché, le réseau ne doit pas être statique dans le temps. Le responsable de la surveillance devra constamment faire la critique des résultats et sera appelé à modifier le réseau en fonction de l'évolution de l'environnement sur l'ensemble de la Crau. Il aura pour tâche de tenir à jour l'enquête entreprise dans le cadre de la présente étude auprès des municipalités et de toutes les installations à caractère polluant.

Les techniciens chargés de la surveillance auront également à contrôler l'application des prescriptions particulières à chaque périmètre de protection des captages. Les collectivités et les organismes concernés par la qualité de l'eau seront informés de toute infraction constatée.

Les abords immédiats, dans un rayon de 50 m des points d'eau constituant le réseau de surveillance feront l'objet d'un examen précis afin de déceler toute source de pollution locale qui pourrait perturber la représentativité des échantillons.

Les observations à faire par le préleveur sur chaque point de prélèvement, concernent l'aspect :

- du puits et de son environnement :
  - . présence d'habitat, de ferme, d'écurie, de fumier, fosse à purin, fosse septique, etc... et leurs positions par rapport au puits,

- . présence d'abreuvoir,
  - . état du puits et de son environnement immédiat,
  - . équipement,
  - . utilisation, en particulier pour le lavage des cuves à pesticides dans les zones arboricoles.
- de l'eau :
- . surface de l'eau,
  - . couleur,
  - . odeur,
  - . goût.

Les mesures in situ concernent :

- la température,
- la résistivité,
- le pH,
- la profondeur du plan d'eau par rapport à un point nivelé.

Les analyses en laboratoire ont été divisées en quatre types :

- type I :
  - . C l
  - . TH
  - . NO<sub>3</sub>
- type II :
  - . NO<sub>2</sub>
  - . NH<sub>4</sub>
- type III : selon les cas, un ou plusieurs des éléments suivants :
  - . Hg

- . Pb
- . Fe
- .  $\text{SO}_4$
- . Hydrocarbures
- . Organochlorés
- . A.B.S.

- type IV ou analyse complète :

- . Ca
- . Mg
- . Na
- . K
- . Cl
- .  $\text{SO}_4$
- .  $\text{HCO}_3$
- .  $\text{NO}_3$
- . TH
- . T.A.C.
- . Résidu sec ( $110^\circ$ )

Les mesures in situ et les analyses de type I se feront sur tous les points, à chaque prélèvement.

Les analyses de type II se feront à l'aval hydraulique des décharges et des agglomérations (pollutions domestiques).

Les analyses de type III concernent des secteurs particuliers où les eaux de la nappe sont susceptibles de subir une absorption de tels ou tels polluants. Le choix des analyses doit-être fonction des dangers réels ou potentiels (voir annexe 2).

Les analyses complètes de type IV s'étendront à l'ensemble des points, mais avec une périodicité plus longue.



A l'ensemble de ces analyses devront s'intégrer les résultats des analyses obligatoires des captages A.E.P. Le responsable de la surveillance aura donc à recueillir auprès des collectivités toute information concernant la qualité de l'eau et les débits prélevés.

La périodicité des prélèvements à envisager pourrait être la suivante :

- analyses partielles de type I, II, III et les mesures in situ : 2 fois l'an, les premiers prélèvements en mars-avril, les deuxièmes en août-septembre.
  - analyses complètes, c'est à dire les analyses partielles plus les paramètres complémentaires figurant en type IV : 1 fois l'an dans l'une des deux périodes précitées au choix du responsable de la surveillance et en fonction de la critique, de l'interprétation et du traitement des données.
  - analyses spécifiques de type III, de périodicité variable, 1 à 2 fois l'an selon les critères d'environnement.
- Le personnel responsable de la surveillance pourra en outre intervenir à la demande chaque fois que nécessaire.

Chaque année les données acquises seront rassemblées et les résultats seront analysés dans un rapport de synthèse.

Le coût d'une telle surveillance peut être évalué à 200.000 francs par an, sur la base suivante :

- personnel (un technicien supérieur et un technicien à plein temps)	.....	150.000	F
- déplacements (véhicule et indemnités)	.....	20.000	F
- matériels (pompes ...)	.....	15.000	F
- analyses d'eau	.....	15.000	F
		-----	----
TOTAL		200.000	F
		=====	

## Chapitre 6

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

#### 61 - ETUDE COMPLEMENTAIRE DU CHIMISME DE LA NAPPE DE CRAU - SECTEURS ETUDIES

L'étude du chimisme de la nappe de Crau entreprise sur les résultats de la campagne de prélèvements de septembre-octobre 1972, avait amené la recherche d'un complément d'informations dans certains secteurs où des pollutions avaient été constatées. Ces recherches intéressent :

- la décharge de la ville de Marseille et son environnement,
- l'étang de la Dynamite,
- la bordure miocène et l'aval hydraulique de Salon de Provence, Miramas, Istres et Rassuen,
- la pollution agricole en quelques points,
- les hydrocarbures.

#### 62 - LA DECHARGE DE LA VILLE DE MARSEILLE

Dix piézomètres, 19 puits et 3 points d'eau superficielle ont permis de tracer une carte piézométrique détaillée et de délimiter la langue d'eau contaminée par la décharge. Celle-ci suit rigoureusement l'axe de drainage hydraulique dessiné sur la figure n° 1 (voir également carte n° 18). A l'aval, le tracé de la pollution se perd et il n'est pas

possible d'affirmer si les puits relevés échappent à la pollution par dilution des éléments polluants ou parce qu'ils sont situés en dehors de l'axe de drainage.

L'eau nécessaire à l'arrosage de la décharge est pompée dans la nappe à l'amont du dépôt, il s'agit d'une eau de bonne qualité. Sachant que la majeure partie de l'eau d'arrosage ne percole pas, on peut préconiser de prélever l'eau nécessaire à l'arrosage à l'aval immédiat du dépôt dans une partie fortement polluée.

A l'Est et au Sud-Est de la décharge, les contaminations constatées proviennent surtout des pollutions domestiques (fermes, fosses septiques, abreuvoirs, bergeries, effluents de laiterie, etc...) auxquelles se superposent parfois des pollutions agricoles ou des contaminations d'origine physico-géologiques (mauvaise perméabilité, faible épaisseur des alluvions, forte évaporation, etc...).

### 63 - ETANG DE LA DYNAMITE

La mise en place d'une échelle limnimétrique sur l'étang a permis de préciser la position de la ligne de séparation des eaux qui délimite les aires de drainage du couloir de Saint Hippolyte et du couloir central. Celle-ci se trouve déplacée vers le Sud-Est, d'où on en déduit un sens d'écoulement normal des eaux de l'étang vers le puits 91.

Si les teneurs ont diminué par rapport à septembre-octobre 1972, il est encore trop tôt pour dire si cela provient d'une diminution des émissions polluantes ou d'une plus grande dilution due à un mélange avec des eaux de pluies. Des analyses du sodium, des sulfates et nitrates à un rythme trimestriel permettraient de suivre l'évolution des pollutions en fonction des saisons et des émissions. Dans cette surveillance, devrait être inclus l'étang et les puits 91 et 79.

64 - INFLUENCE DE LA BORDURE MIOCENE ET ROLE DES POLLUTIONS DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES A L'AVAL HYDRAULIQUE DE SALON DE PROVENCE, DE MIRAMAS, D'ISTRES ET DE RASSUEN.

Les eaux des sources miocènes ont des faciès chimiques dispersés, mais avec des teneurs généralement plus basses que celles des eaux de Crau. Il serait aléatoire de tirer à l'heure actuelle des conclusions sur les relations entre les eaux du Miocène et celles de la bordure orientale de la Crau.

A l'aval hydraulique immédiat de Salon un puits a révélé la présence de détergents, de nitrites et d'azote ammoniacal, une assez forte teneur en hydrocarbures ainsi qu'une augmentation du sodium et des chlorures par rapport aux puits situés plus à l'Ouest, témoignant de l'influence de la ville.

A Miramas des traces de détergents sur quatre points, une teneur assez forte en hydrocarbures dans un puits et la présence de mercure à des teneurs supérieures à celles des moyennes des eaux de pluies et des nappes phréatiques, témoignent de contaminations industrielles et domestiques.

A Istres une trace de détergent a été relevée dans un puits à l'aval hydraulique immédiat de la ville.

A Rassuen, on note une forte augmentation des sulfates dans un puits par rapport à la campagne de septembre-octobre 1972, une diminution du plomb dans un puits mais légère augmentation dans trois autres, enfin une augmentation générale du fer.

65 - POLLUTION AGRICOLE

Dans la région de Raphèle-Moulès, les deux échantillons prélevés

ont révélé la présence de phosphates et l'un d'entre eux, la présence de potassium à une teneur plus élevée que la normale.

Au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille sur 6 échantillons prélevés pour l'étude des organochlorés, deux en ont révélé la présence, l'un à l'état de traces, l'autre à des teneurs importantes.

#### 66 - LES HYDROCARBURES

Comme en automne 1972, toutes les analyses d'hydrocarbures de la deuxième campagne se sont révélées positives, à des teneurs comparables ou plus faibles que celles des eaux de pluies et de la Durance. Deux échantillons cependant, témoins de pollutions industrielles ou domestiques, ont donné des teneurs non négligeables (0,8 et 1,2 mg/l)

#### 67 - PROTECTION DE LA NAPPE DE LA CRAU

La nappe de la Crau dont la qualité chimique des eaux est dans son ensemble satisfaisante et dont les ressources peuvent suffire, au vu des prévisions faites, jusqu'à l'horizon 1985 pour l'alimentation en eau potable des agglomérations sur et aux alentours de son domaine, doit être protégée par une stricte réglementation visant à sa protection contre toute extension des pollutions.

Les activités et les installations nouvelles pouvant porter atteinte à la qualité des eaux souterraines devront faire l'objet d'une autorisation des administrations compétentes définissant les précautions à prendre pour sauvegarder la qualité de la nappe.

Les gravières autorisées dans certains secteurs devront être exploitées en appliquant quelques précautions. En fin d'exploitation, elles devraient être réaménagées en terrains de cultures quand elles sont hors d'eau et en lieux de loisirs (pêche à la truite par exemple) quand elles sont sous l'eau, à moins qu'on ne les remblaye avec des matériaux de terrassement inertes.

#### 68 - GESTION ET SURVEILLANCE DE LA NAPPE

Afin de sauvegarder les ressources en eau constituées par la nappe de la Crau, il est nécessaire d'en organiser la gestion et la surveillance.

L'organisation à mettre en place aurait pour missions:

- la surveillance des précautions prises au niveau des sources de pollutions réelles et potentielles (aménagement préventif et leur fonctionnement) en particulier à l'intérieur des périmètres de protection,
- le contrôle à intervalle régulier des caractéristiques de l'eau de la nappe.

Le coût d'une telle organisation est de 200.000 francs par an.

# FIGURES

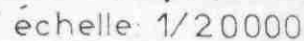




Figure n°3

Décharge de la ville de Marseille  
 Profil amont-aval des teneurs en  
 azote ammoniacal, nitrites et nitrates

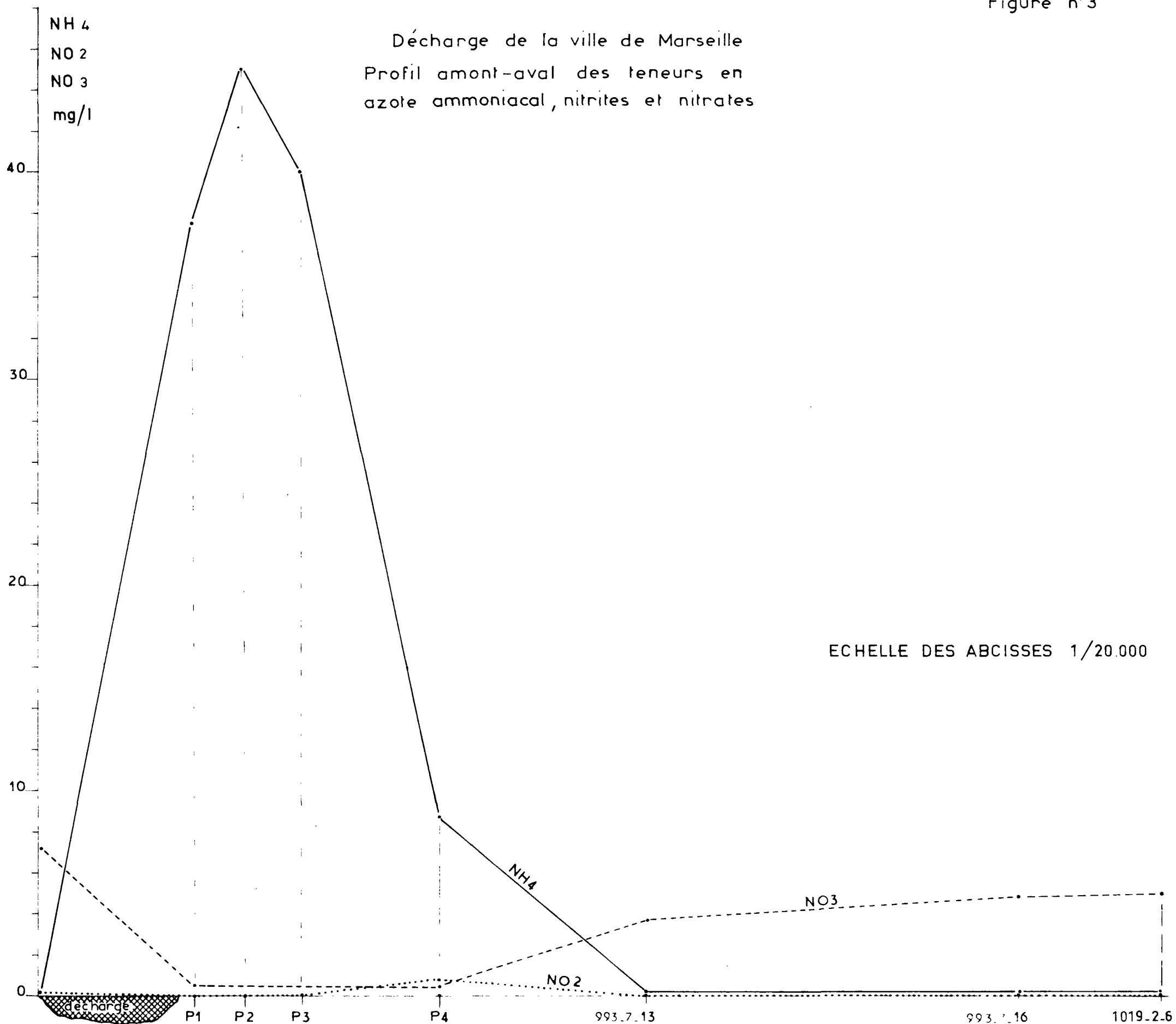
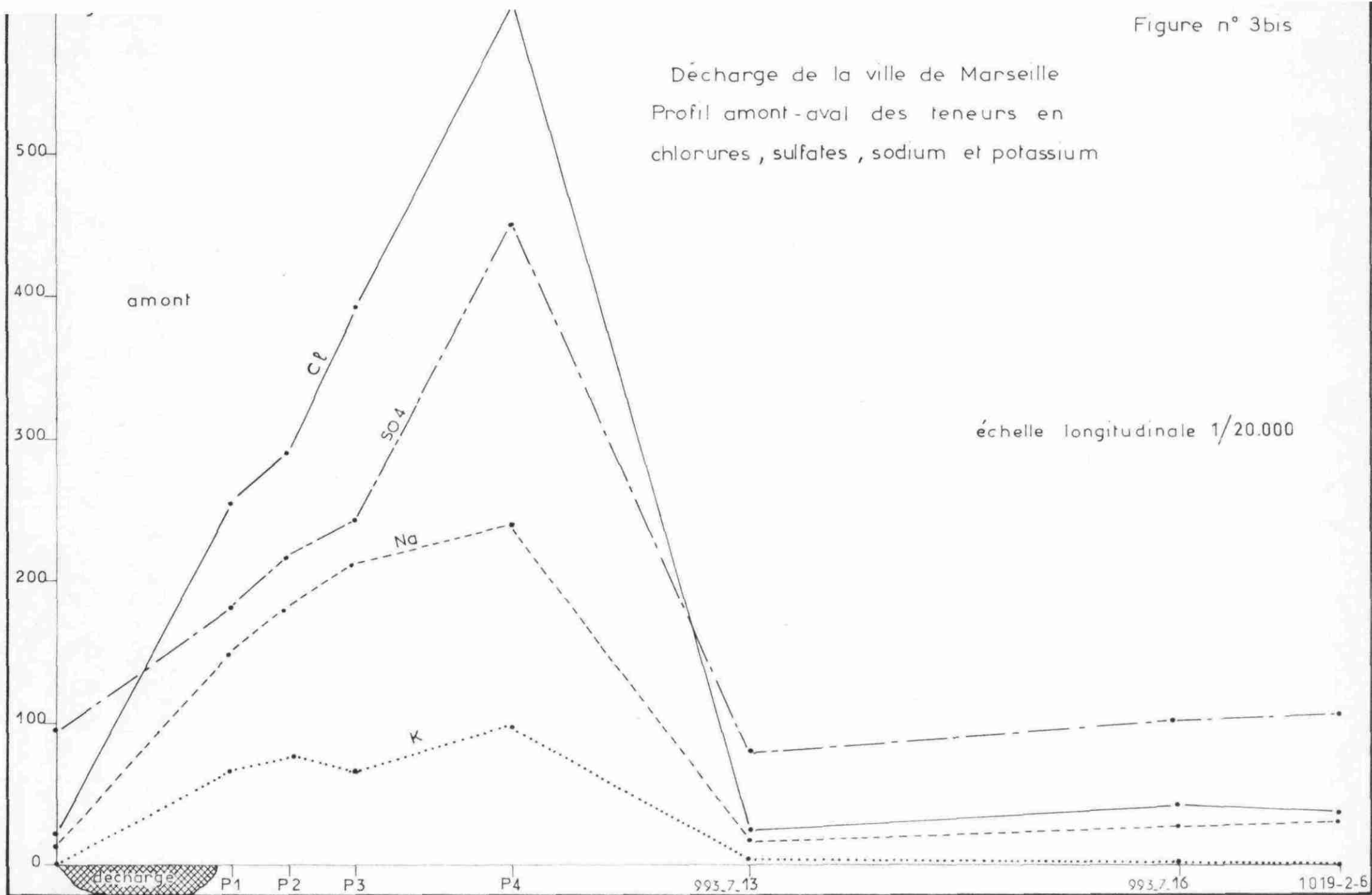
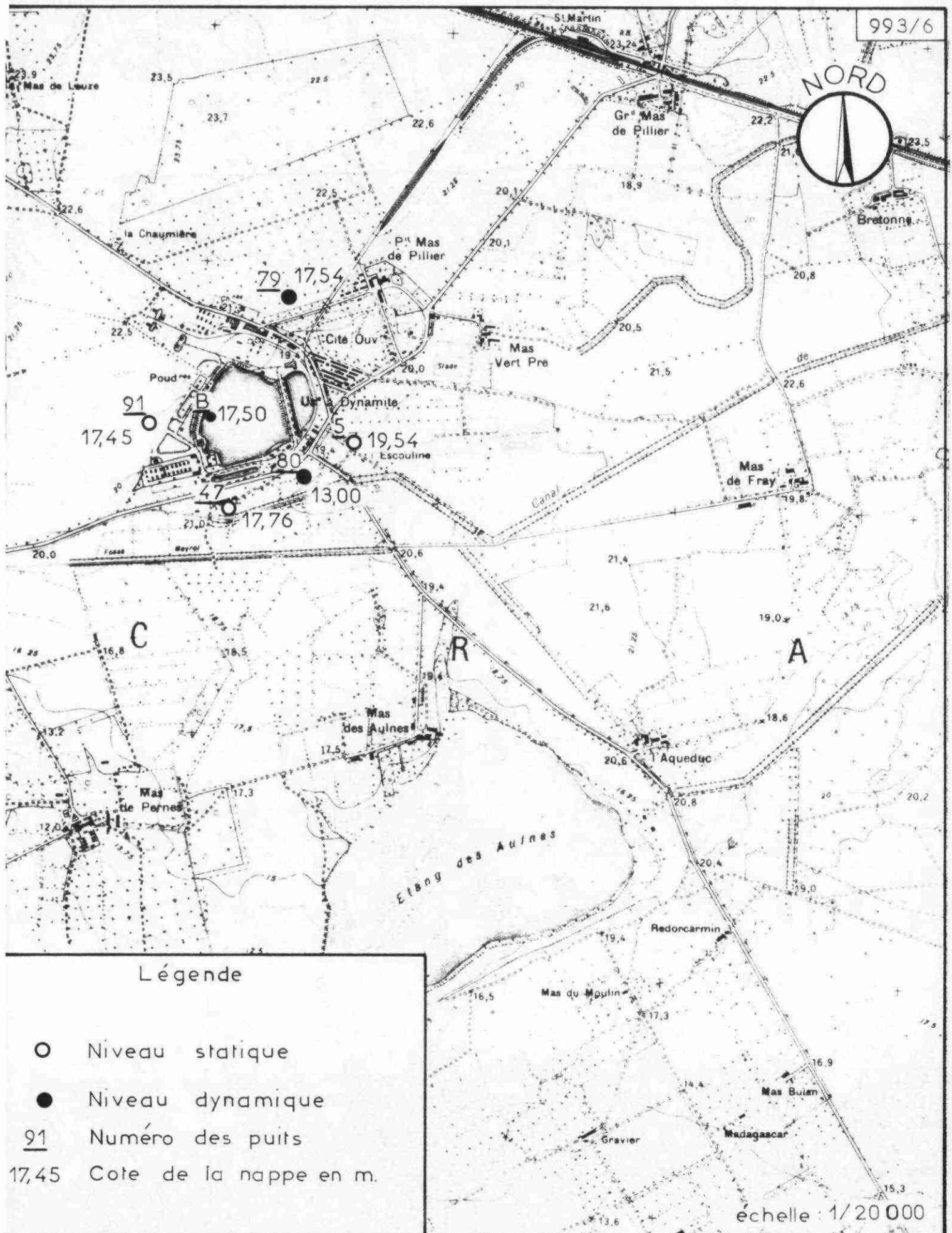


Figure n° 3bis

Décharge de la ville de Marseille  
 Profil amont-aval des teneurs en  
 chlorures, sulfates, sodium et potassium

échelle longitudinale 1/20.000





# DIAGRAMMES

## LISTE DES DIAGRAMMES

- 1 - Diagramme type de faciès d'eau polluée par la décharge de la ville de Marseille
- 2 - Limite Sud-Est de l'axe de drainage à l'aval hydraulique de la décharge de la ville de Marseille.
- 3 - Diagramme type d'eau à l'amont hydraulique immédiat de la décharge de la ville de Marseille.
- 4 - Diagramme d'eau très à l'aval de la décharge de la ville de Marseille. Effet d'éloignement donc de dilution ou simplement diagramme d'eau située en dehors de l'axe de drainage des pollutions ?
- 5 a - Diagramme type d'eau à l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille.
- 5 b - Diagramme type d'eau à l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille.
- 5 c - Diagramme type d'eau à l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille.
- 6 - Diagramme type d'eau de sources de la bordure miocène.
- 7 - Diagramme type des faciès d'eau à l'Ouest et à l'aval hydraulique de Salon.
- 8 - Diagramme type des eaux de Miramas.

# DIAGRAMME N° 1

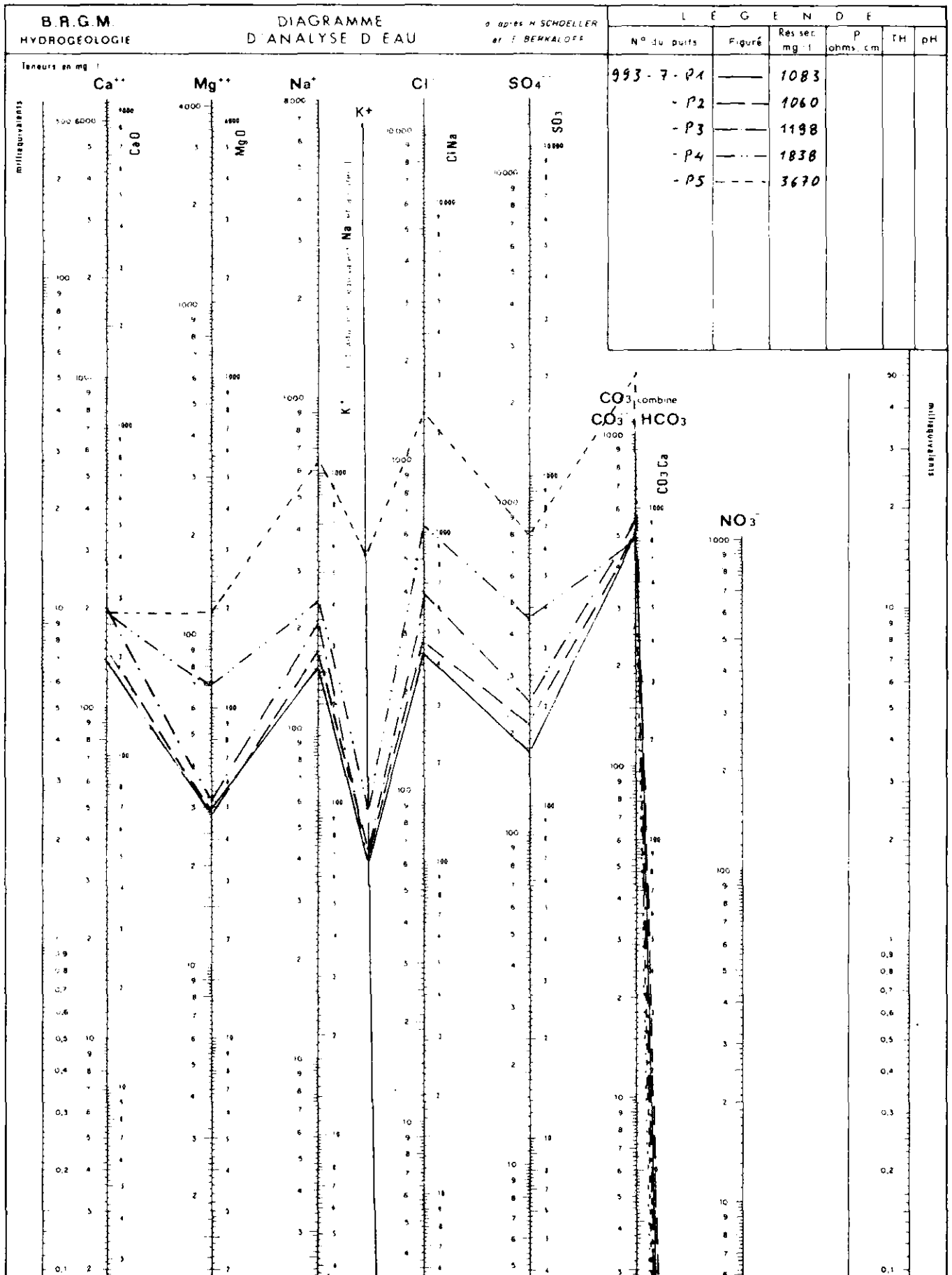
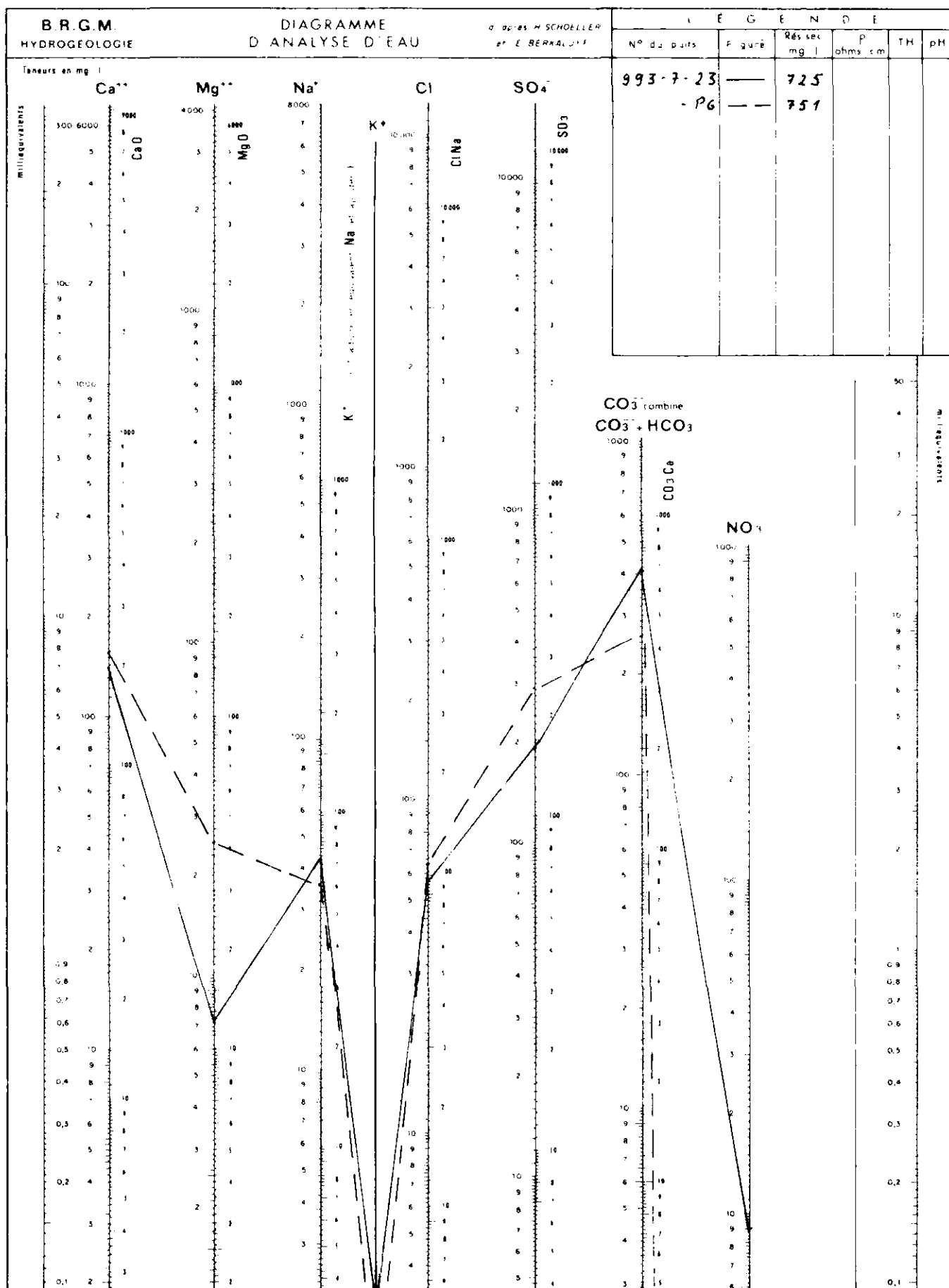


Diagramme type de faciès d'eau polluée par la décharge de la ville de Marseille



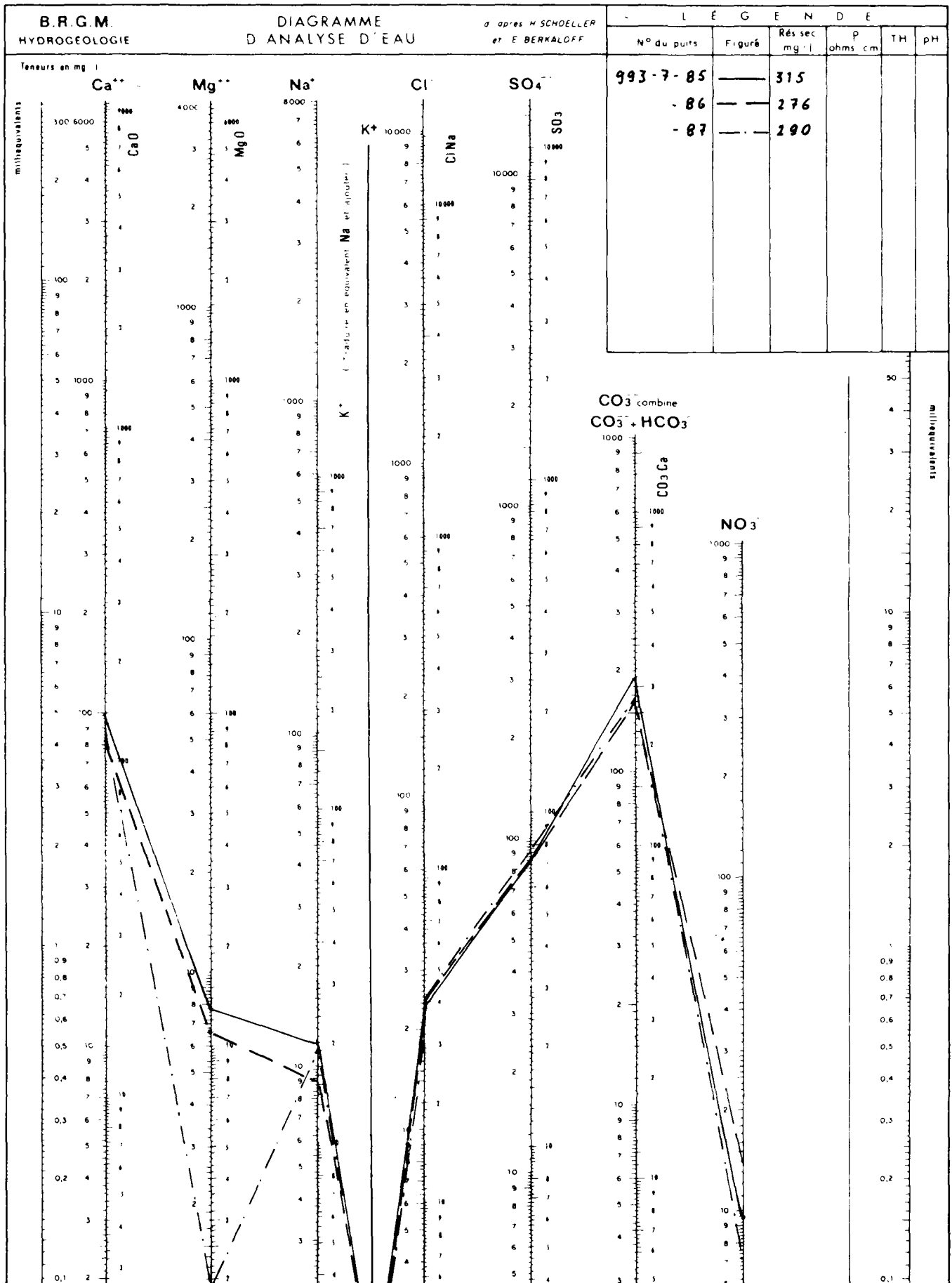


Diagramme type d'eau à l'amont hydraulique immédiat de la décharge de la ville de Marseille.



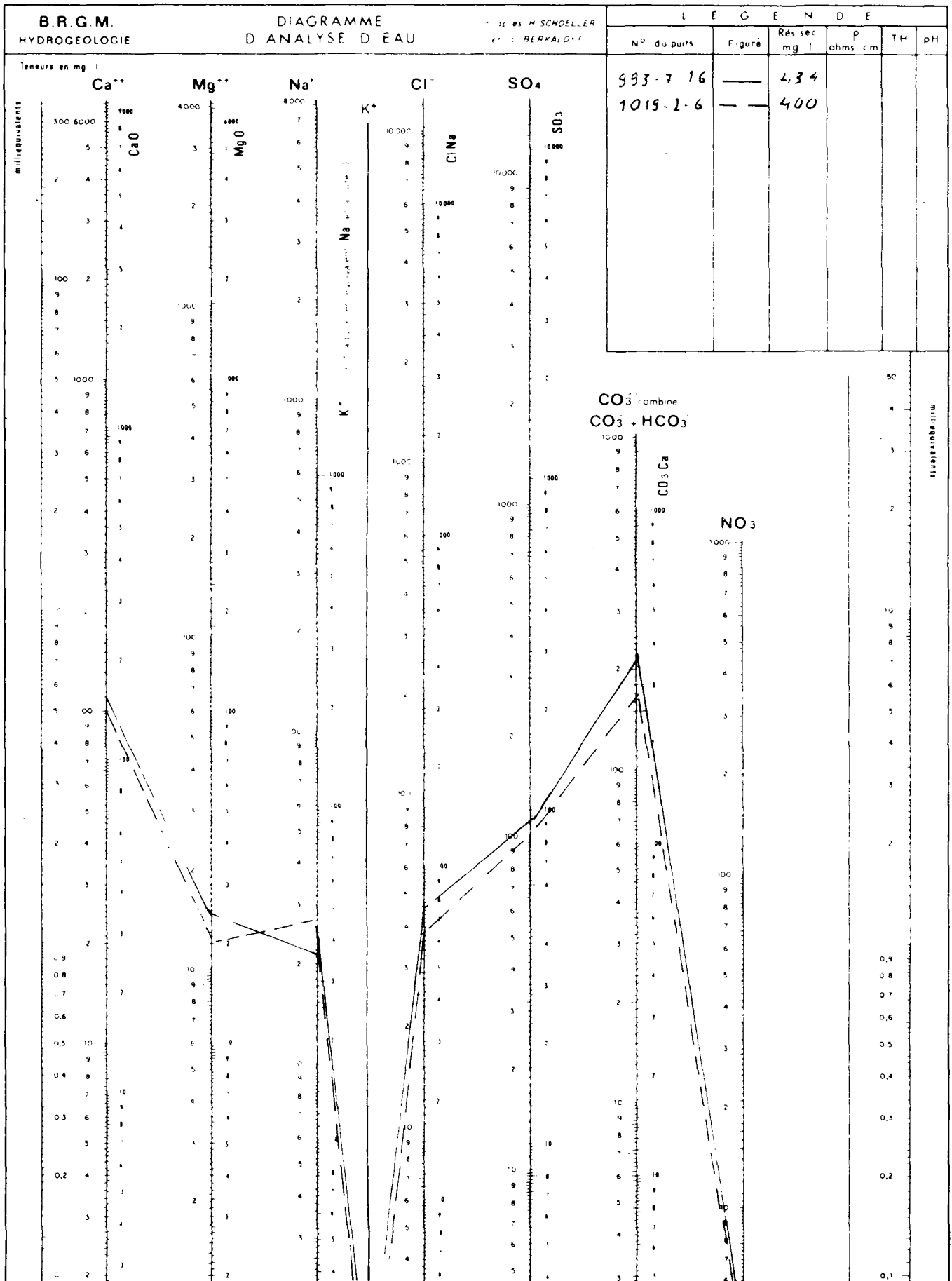


Diagramme d'eau très à l'aval de la décharge de la ville de Marseille. Effet d'éloignement donc de dilution ou simplement diagramme d'eau située en dehors de l'axe de drainage des pollutions ?

DIAGRAMME N° 5a

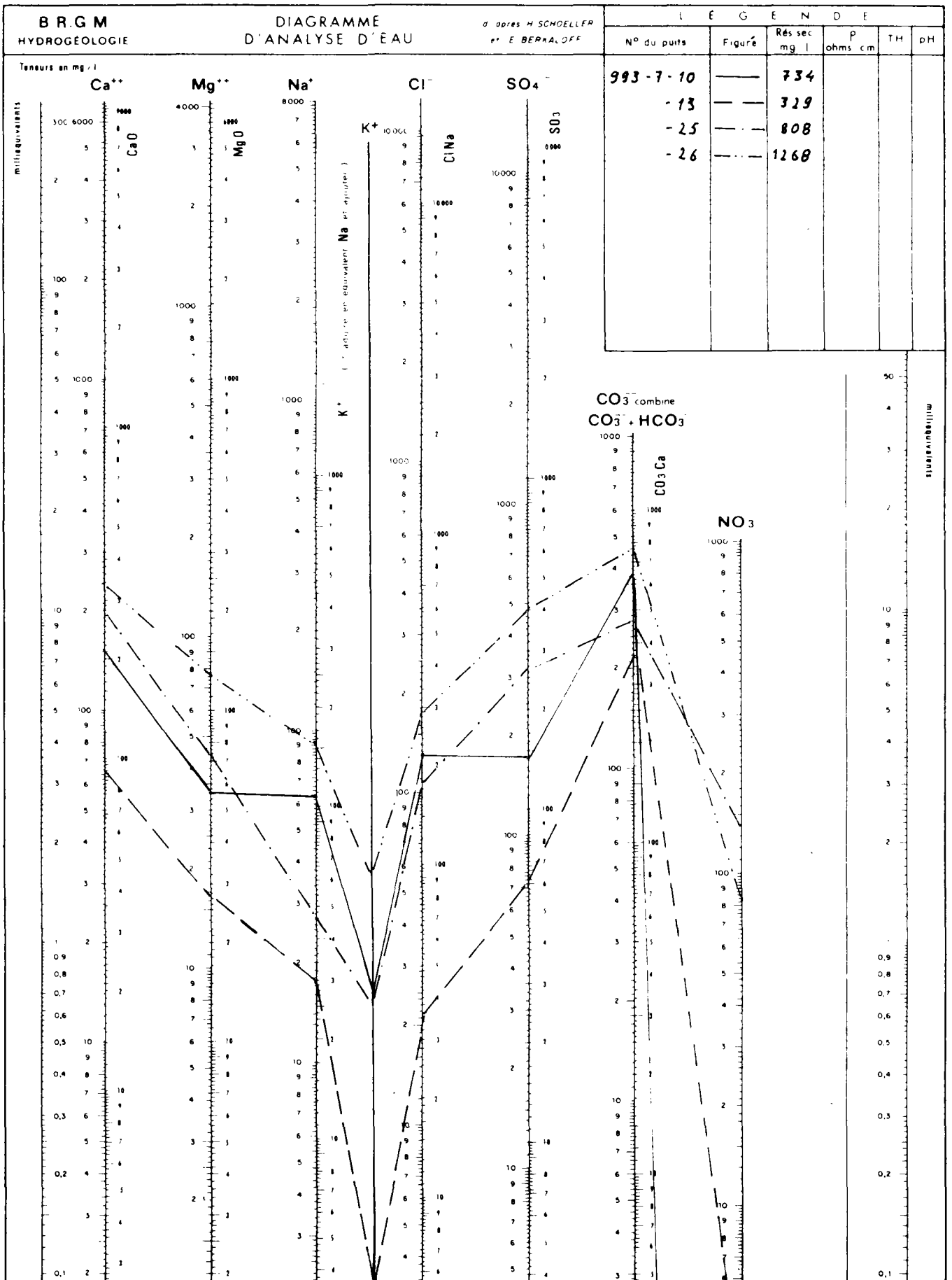


Diagramme type d'eau à l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille

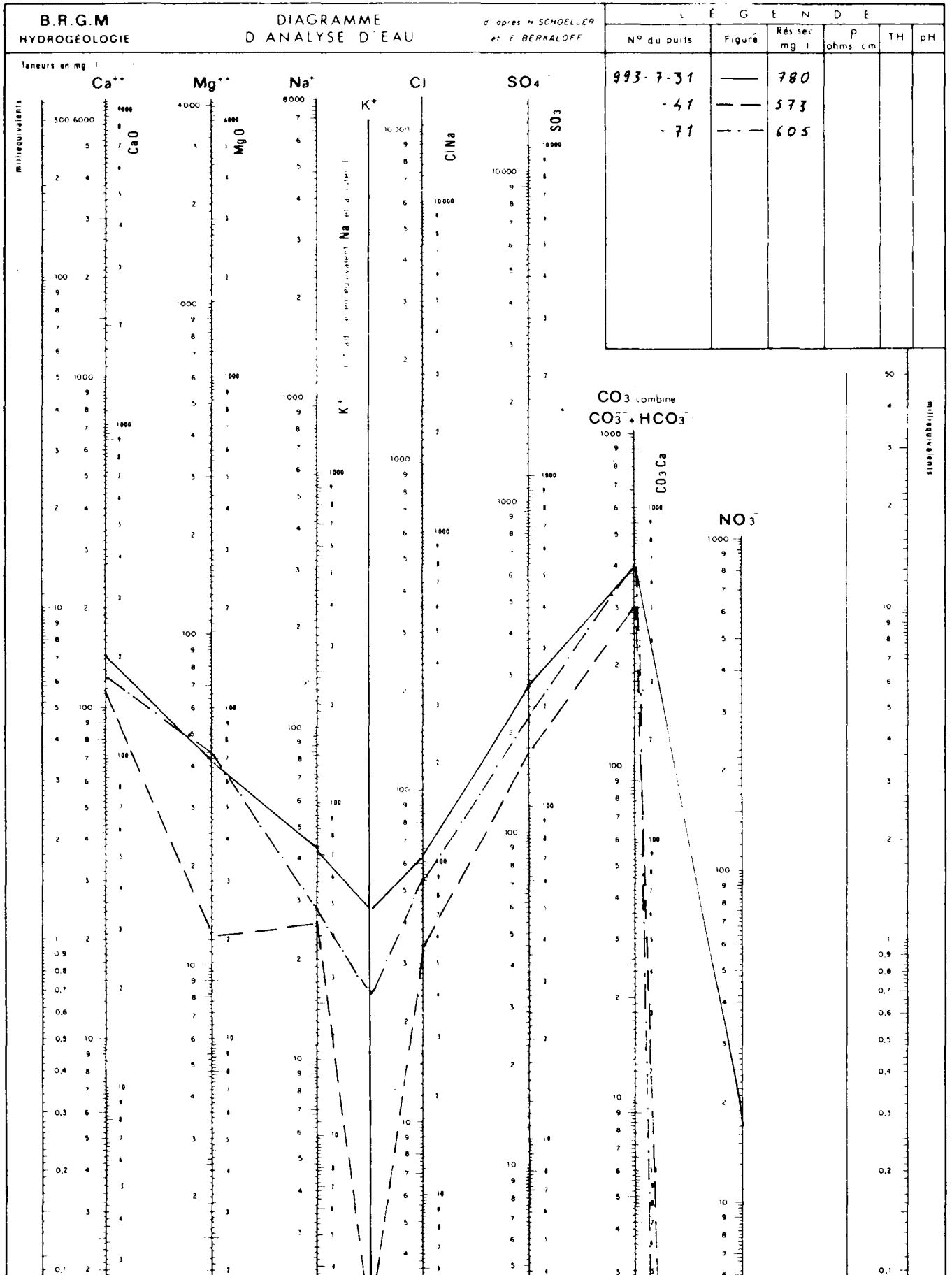
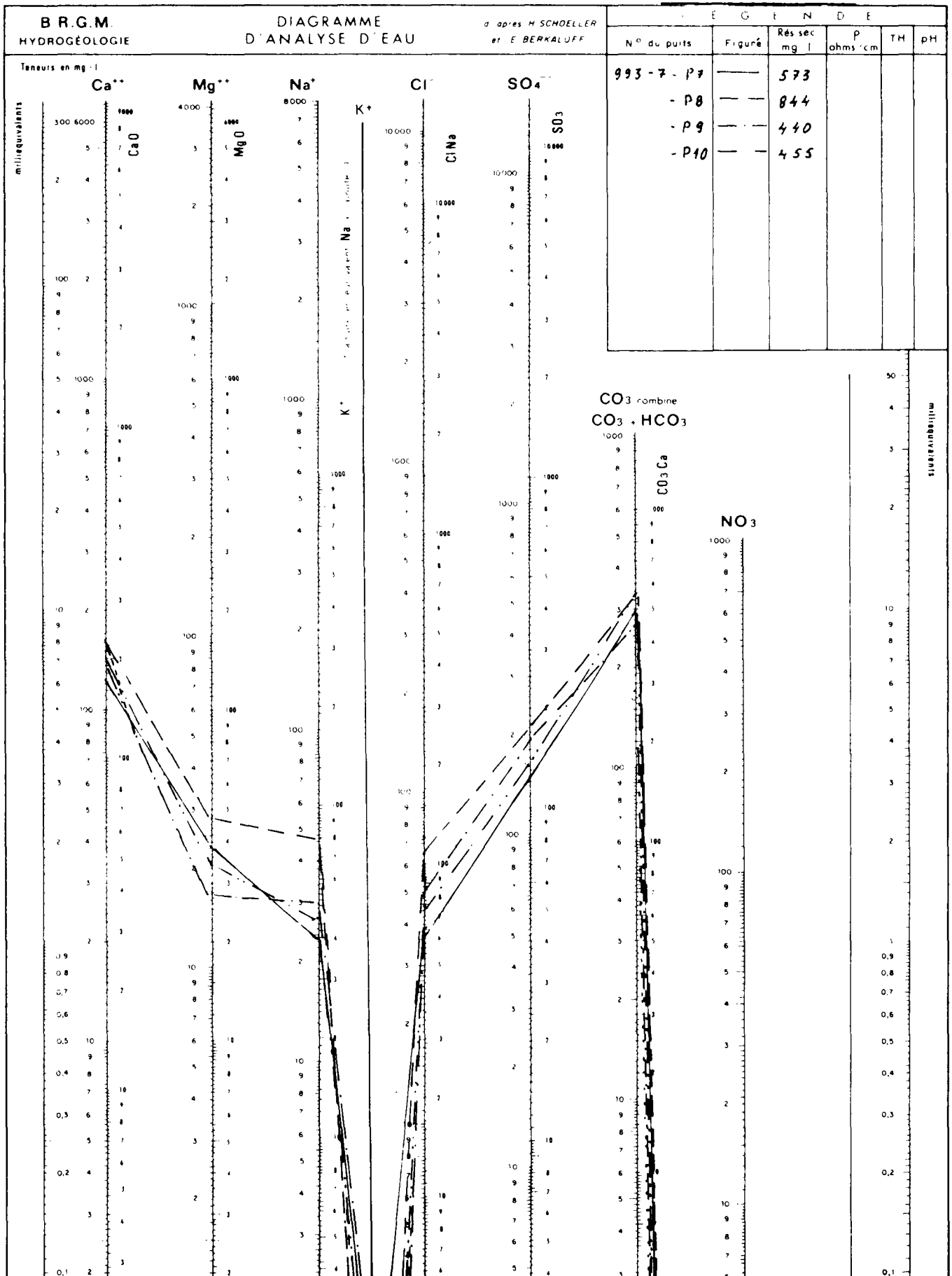
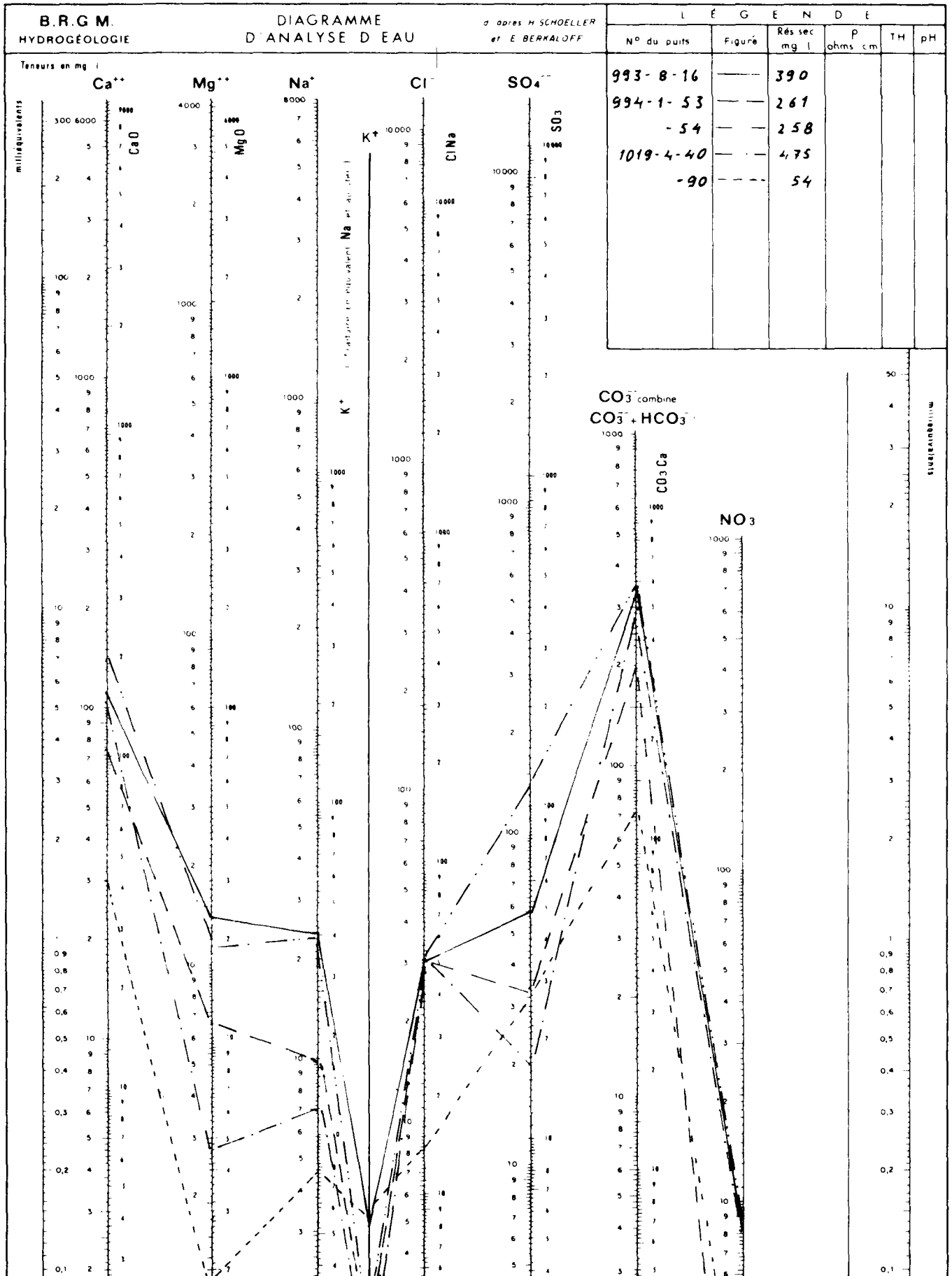
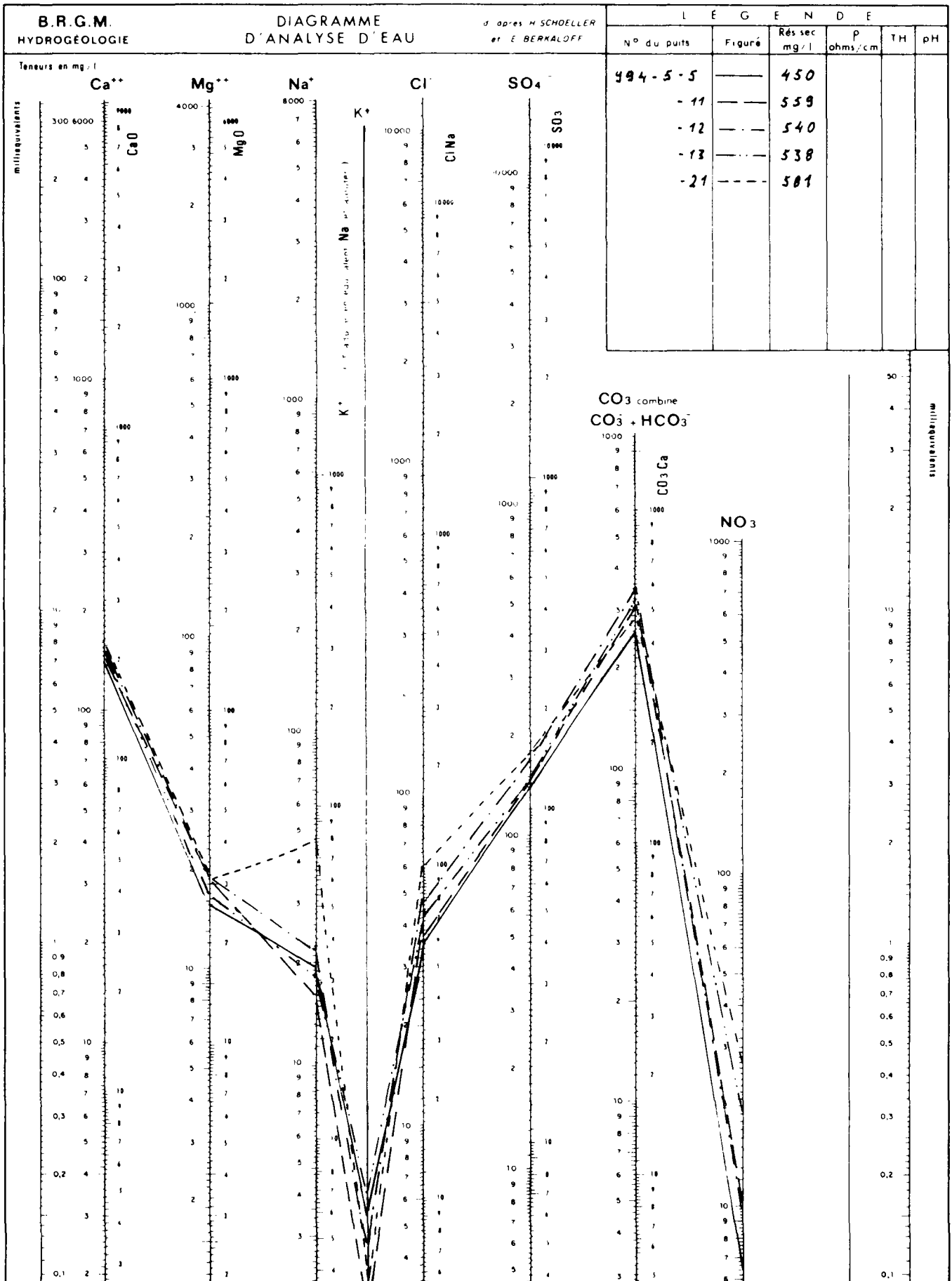


Diagramme type d'eau à l'Est et au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille







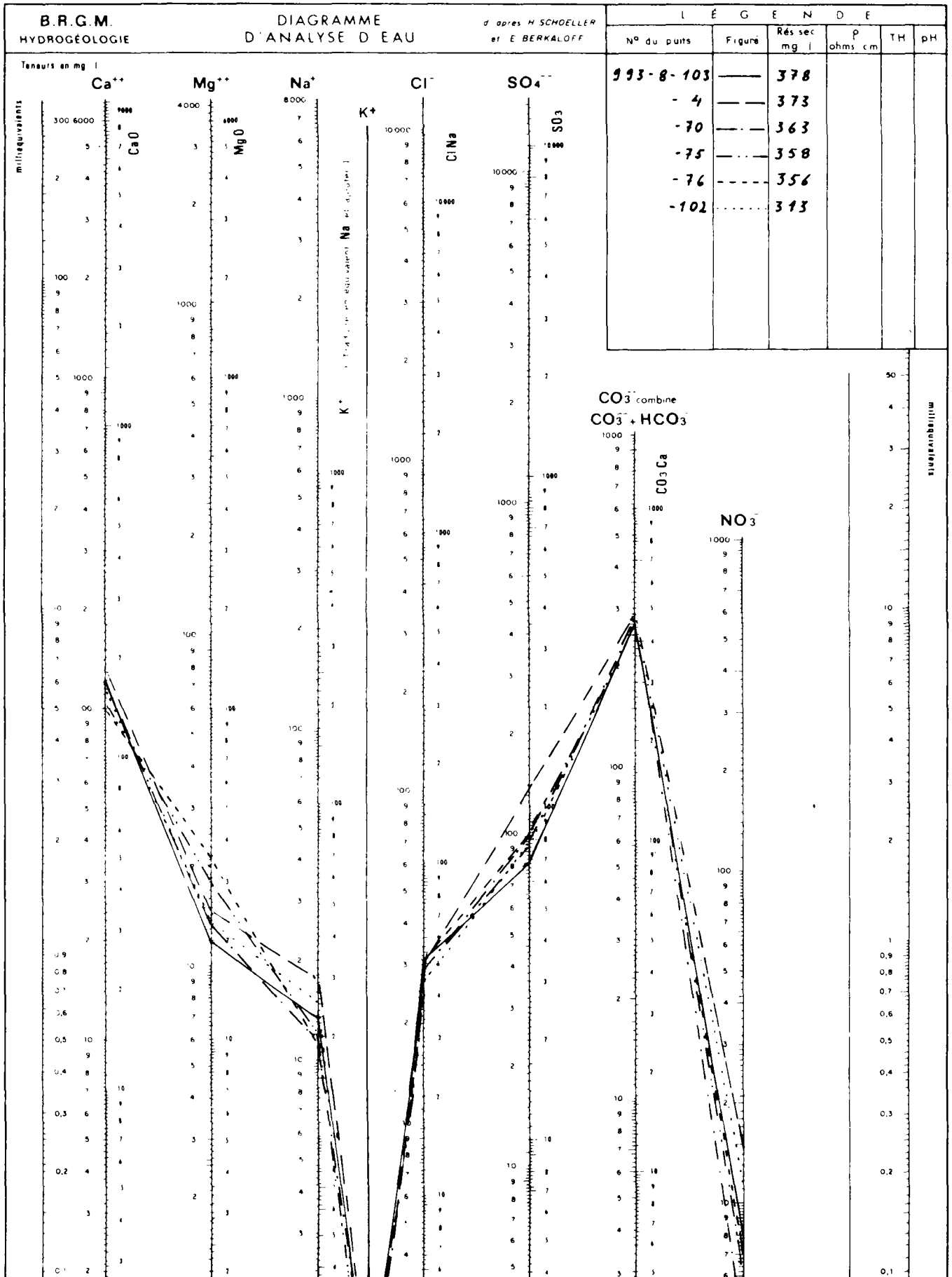


Diagramme type des eaux de Miranias

SECRÉTARIAT PERMANENT POUR LES PROBLÈMES DE POLLUTION INDUSTRIELLE

**AGENCE DE BASSIN RHÔNE – MÉDITERRANÉE – CORSE**

**NAPPE DE LA CRAU**

(Bouches-du-Rhône)

**ÉTUDE DES POLLUTIONS**

---

***OBSERVATIONS DE 1973***

***MESURES DE SAUVEGARDE***

**RECUEIL DE CARTES**



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**Service géologique régional PROVENCE – CORSE**

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

**74 SGN 381 PRC**

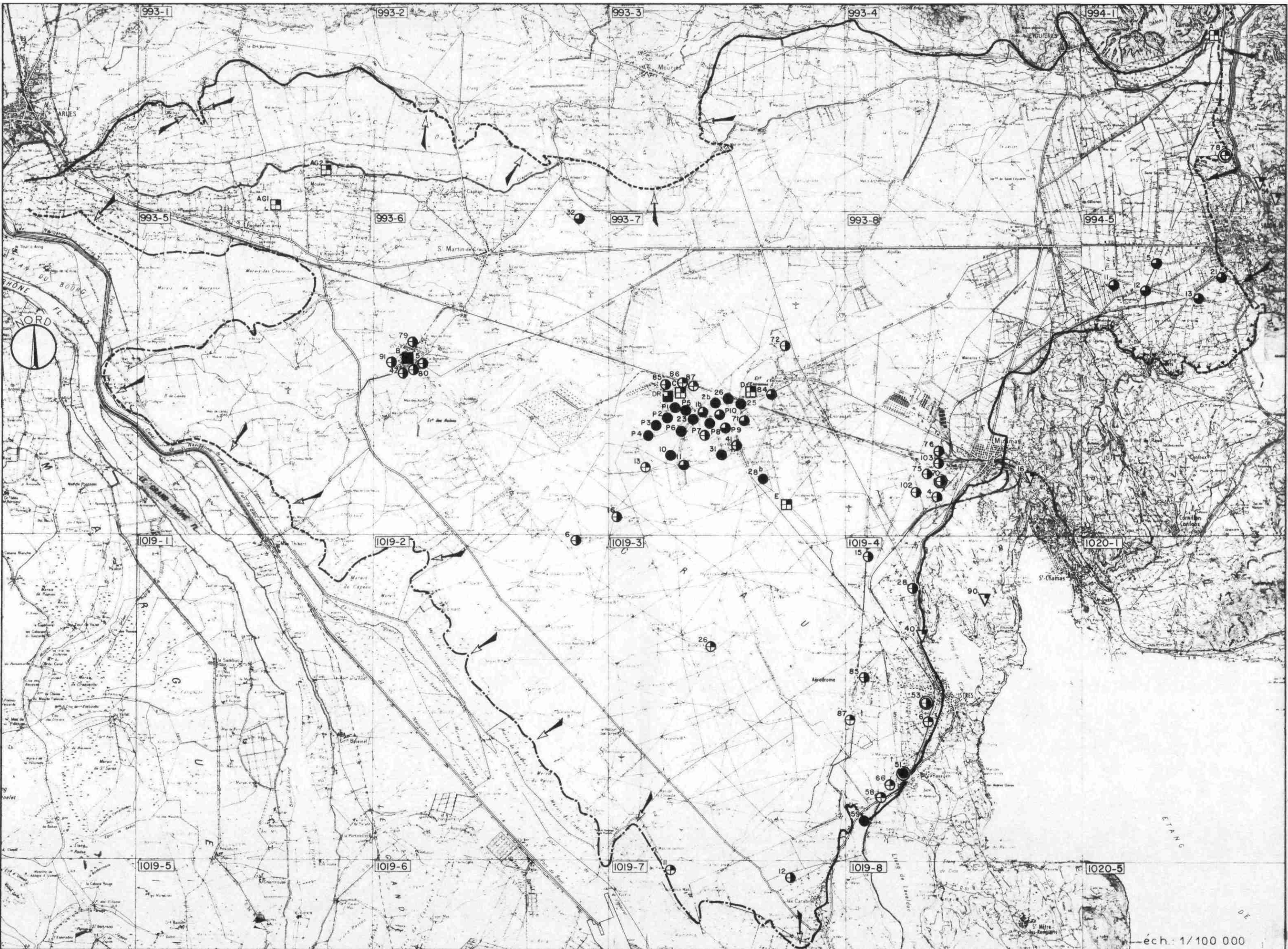
Marseille, novembre 1974



# TABLE DES CARTES



1	- Valeurs en conductivité (micromho cm <sup>-1</sup> )
2	- Teneurs en résidus secs à 110° C (mg/l)
3	- Teneurs en calcium (mg/l)
4	- Teneurs en magnésium (mg/l)
5	- Valeurs TH (Degrés français)
6	- Teneurs en sodium (mg/l)
7	- Teneurs en potassium (mg/l)
8	- Teneurs en chlorures (mg/l)
9	- Teneurs en sulfates (mg/l)
10	- Valeurs T.A.C. (Degrés français)
11	- Teneurs en azote minéral (N mg/l)
12	- Teneurs en nitrates (mg/l)
13	- Teneurs en nitrites (mg/l)
14	- Teneurs en azote ammoniacal (mg/l)
15	- Teneurs en détergents (mg/l)
16	- Teneurs en hydrocarbures (mg/l)
17	- Teneurs en fer-mercure-plomb-arsenic (mg/l)
18	- Carte des pollutions
19	- Propagation d'un front de pollution (Simulation par modèle mathématique)
20	- Réseau de surveillance
21	- Alimentation en eau potable et périmètres de protection
22	- Teneurs en mercure (µg/l)



# VALEURS EN CONDUCTIVITE (Micromho cm<sup>-1</sup>)

- ≥ 152 et ≤ 600
- ◐ > 600 et ≤ 800
- ◑ > 800 et ≤ 1000
- > 1000

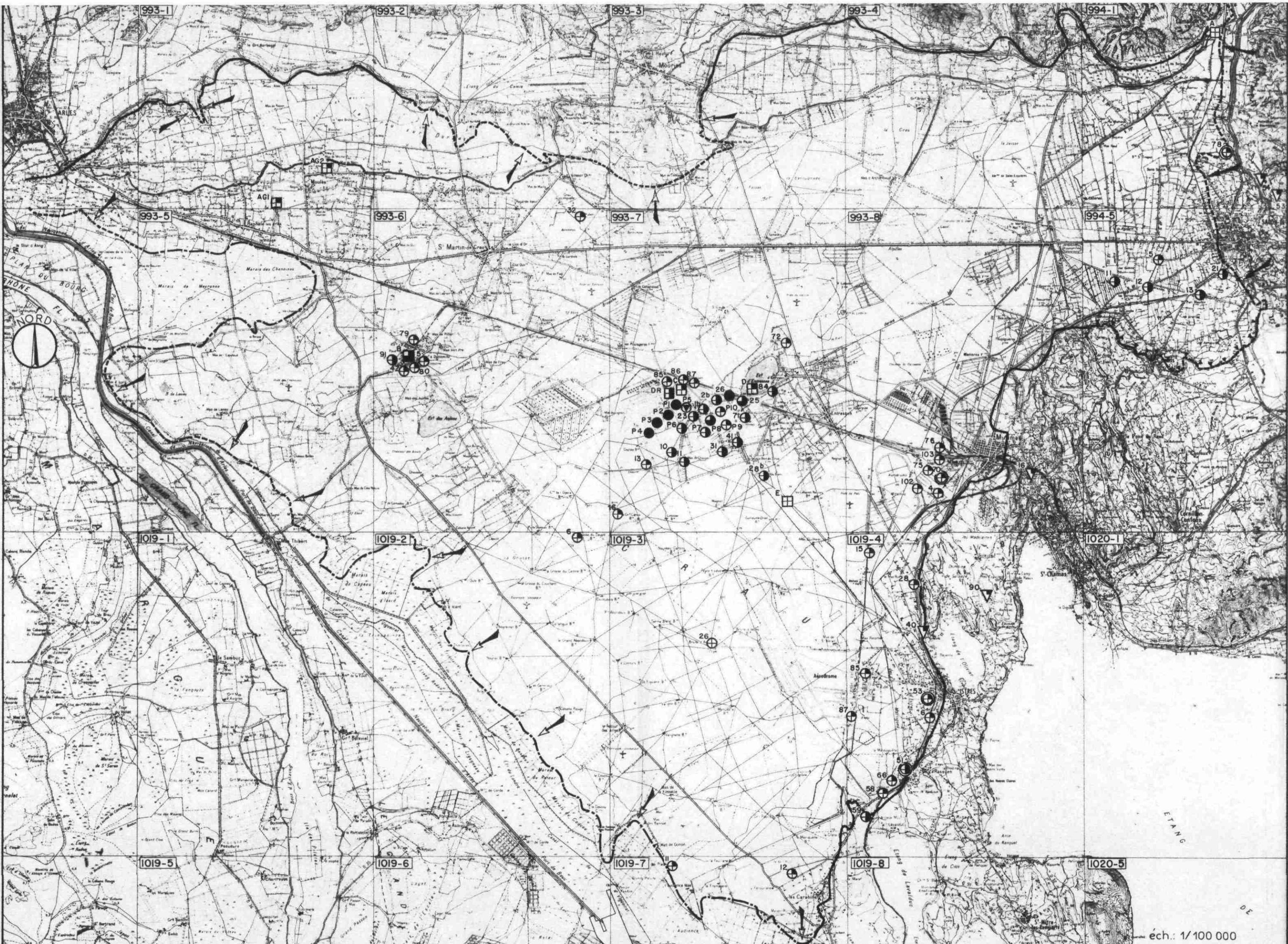
## Limites de la nappe

- Limites étanches
- - - Limites non étanches : drainantes
- - - Limites non étanches : alimentantes
- - - Limites non étanches : marais
- - - Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊞ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊙<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier
- ▽ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen. Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)





TENEURS EN RESIDUS SECS A 110° C.  
(mg / l)

- ⊕ < 500
- ⊗ > 500 et ≤ 800
- > 800 et ≤ 1000
- > 1000 et ≤ 2000
- ⊖ > 2000
- ⊕ teneur non mesurée

Règlementation française :  
Teneur maximale admissible 2 g/l

- Limites de la nappe
- Limites étanches
  - Limites non étanches : drainantes
  - Limites non étanches : alimentantes
  - Limites non étanches : marais
  - Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊗ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier
- ⊖ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampan	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen. Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)



TENEURS EN CALCIUM  
( mg/l )

- ⊕

≥ 34 et ≤ 80
- ⊖

> 80 et ≤ 110
- > 110 et ≤ 135
- > 135 et ≤ 180
- ⬇

> 180
- ⊕

teneur non mesurée

( Précision d'analyse ± 6% )

Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches : drainantes
- Limites non étanches : alimentantes
- Limites non étanches : marais
- Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕

Captage d'alimentation en eau potable
- ⊕

Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕

Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier
- ⬇

Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7-D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7-C	Trou de Becca	994.1-A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)



# TENEURS EN MAGNESIUM ( mg/l )

- ⊕ >1,2 et ≤ 10
- > 10 et < 20
- > 20 et < 35
- > 35
- ⊕ teneur non mesurée

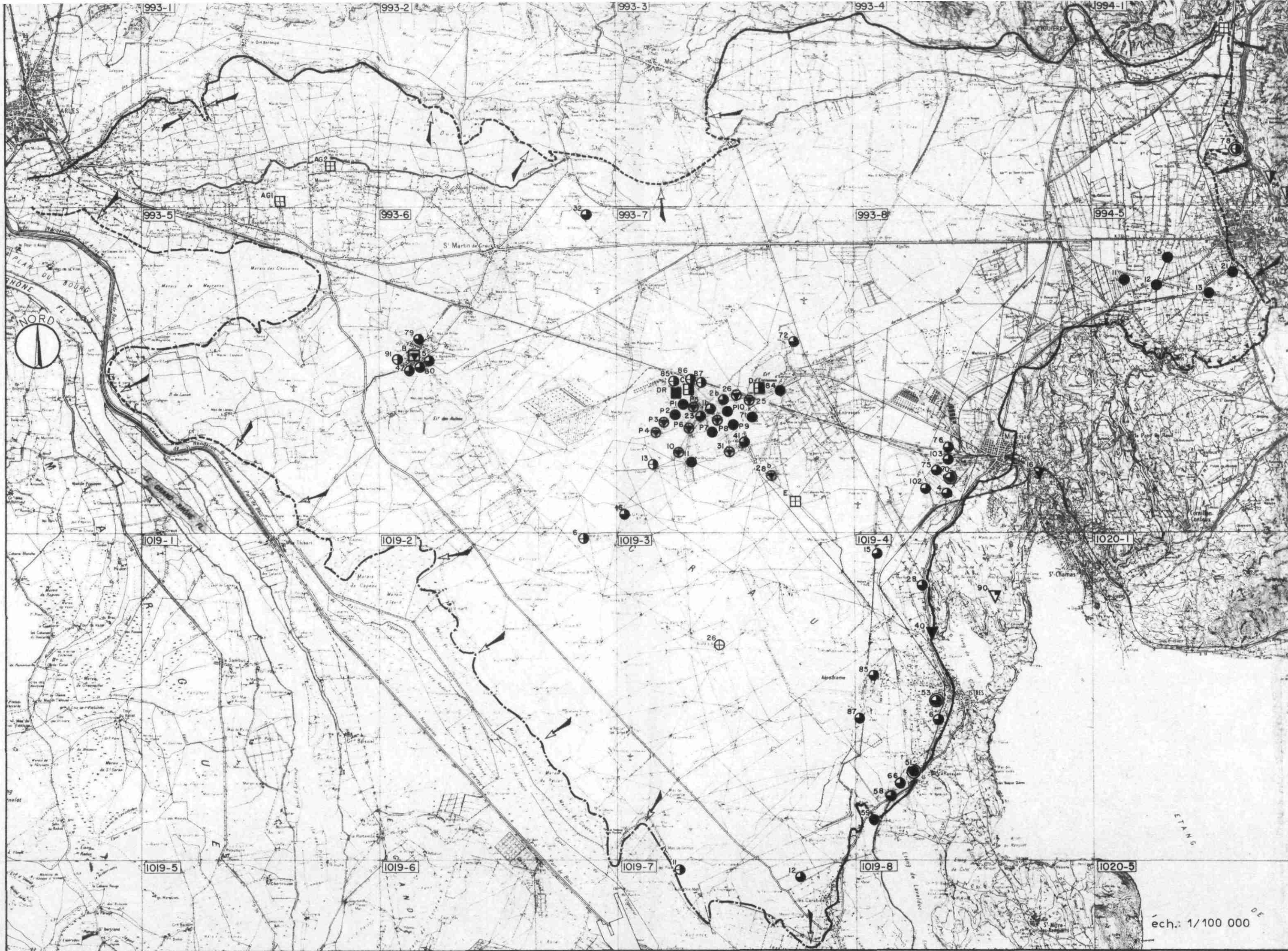
(Précision d'analyse ± 6%)  
Réglementation Française:  
Teneur maximale souhaitable : 125 mg/l

## Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches : drainantes
- Limites non étanches : alimentantes
- Limites non étanches : marais
- Limites non étanches : cours d'eau
- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10 n° chronologique du code minier
- ▽ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)





# VALEURS TH (Degrés Français)

- ⊕ ≤ 20
- ⊖ > 20 et ≤ 30
- > 30 et ≤ 40
- > 40 et ≤ 50
- ⊖ > 50
- ⊕ valeur non mesurée

(Précision d'analyse ± 6%)  
Réglementation Française: Il est souhaitable que le titre hydrométrique ne dépasse pas 30°

- Limites de la nappe
- Limites étanches
  - Limites non étanches: drainantes
  - Limites non étanches: alimentantes
  - Limites non étanches: marais
  - Limites non étanches: cours d'eau
  - ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
  - ⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
  - ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10° chronologique du code minier
  - ⊖ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne - (Canal d'irrigation)



# TENEURS EN SODIUM (mg/l)

- ⊕ ≥ 4,7 et ≤ 10
- ⊖ > 10 et ≤ 20
- > 20 et ≤ 30
- > 30 et ≤ 50
- ▼ > 50
- ⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse ± 2%)

## Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches : drainantes
- Limites non étanches : alimentantes
- Limites non étanches : marais
- Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier
- ▼ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Conse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craonne (Canal d'irrigation)

éch.: 1/100 000



TENEURS EN POTASSIUM  
(mg/l)

- ⊕ > 0,5 et ≤ 2,5  
⊖ > 2,5 et ≤ 10  
● > 10 et ≤ 40

- > 40  
⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse ± 2%)

## Limites de la nappe

- Limites étanches  
— Limites non étanches: drainantes  
— Limites non étanches: alimentantes  
— Limites non étanches: marais  
— Limites non étanches: cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable  
⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)  
10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>e</sup> chronologique du code minier  
▽ Source miocène

## PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES

n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)

éch.: 1/100 000



## TENEURS EN CHLORURES

( mg/l )

⊕ &gt; 8 et ≤ 20

⊗ &gt; 20 et ≤ 30

● &gt; 30 et ≤ 40

◐ &gt; 40 et ≤ 50

● &gt; 50 et ≤ 250

▽ &gt; 250

(Précision d'analyse ± 2%)

Réglementation Française

Teneur maximale souhaitable : 250 mg/l

## Limites de la nappe

— Limites étanches

— Limites non étanches : drainantes

— Limites non étanches : alimentantes

— Limites non étanches : marais

— Limites non étanches : cours d'eau

⊕ Captage d'alimentation en eau potable

⊞ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)

⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

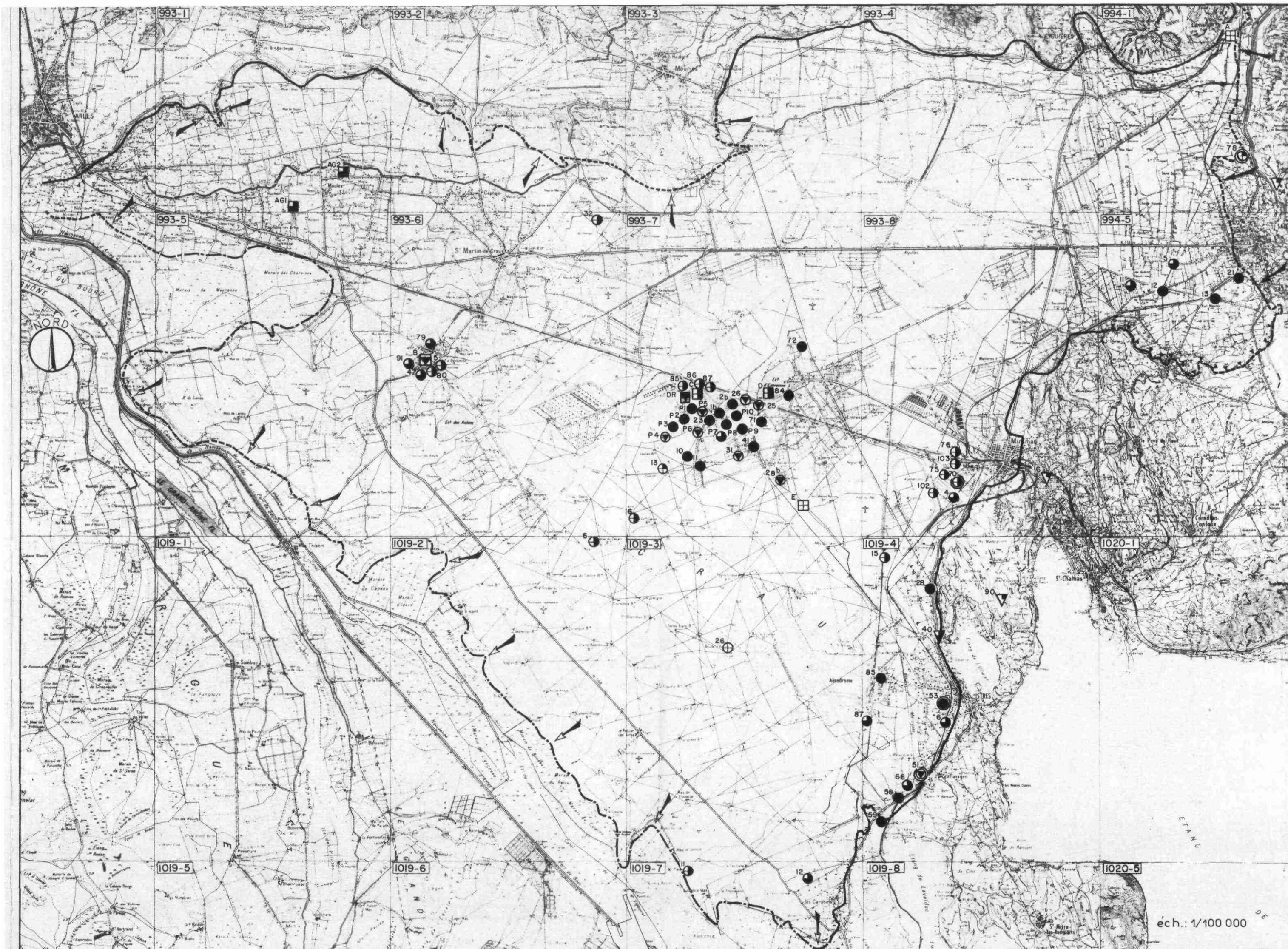
▽ Source miocène

## PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES

n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)







éch.: 1/100 000





## TENEURS EN SULFATES

( mg / l )






- |   |                |   |                    |
|---|----------------|---|--------------------|
|  | ≥ 22 et ≤ 80   |  | > 150 et ≤ 250     |
|  | > 80 et ≤ 115  |  | > 250              |
|  | > 115 et ≤ 150 |  | teneur non mesurée |





(Précision d'analyse  $\pm 2\%$ )

Réglementation Française:

Teneur maximale souhaitable : 250 mg/l

Limites de la nappe

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
|  | Limites étanches                    |
|  | Limites non étanches : drainantes   |
|  | Limites non étanches : alimentantes |
|  | Limites non étanches : marais       |
|  | Limites non étanches : cours d'eau  |

- |   |   |
|---|---|
|                | Captage d'alimentation en eau potable                               |
|                | Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)           |
| <sup>10</sup>  | Prélèvement d'eau souterraine<br>10 n° chronologique du code minier |
|                | Source miocène  |

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen. Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)



# VALEURS T.A.C (Degrés Français)

- ⊕ ≥ 6,3 et ≤ 20
- ◐ > 20 et ≤ 25
- > 25 et ≤ 30

- > 30
- ⊕ valeur non mesurée

(Précision d'analyse ± 3%)

## Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches: drainantes
- Limites non étanches: alimentantes
- Limites non étanches: marais
- Limites non étanches: cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊠ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n</sup> chronologique du code minier
- ▽ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)

éch.: 1/100000



# TENEURS EN AZOTE MINERAL (Nmg/l)

⊕ ≤ seuil de détermination

⊗ ≤ 1

● > 1 et ≤ 5

◐ > 5 et ≤ 10

● > 10

(Précision d'analyse ± 5%)

Réglementation Française:

Teneur maximale admissible: 10 mg/l

## Limites de la nappe

— Limites étanches

— Limites non étanches: drainantes

— Limites non étanches: alimentantes

— Limites non étanches: marais

— Limites non étanches: cours d'eau

⊕ Captage d'alimentation en eau potable

⊗ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)

⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n°</sup> chronologique du code minier

▽ Source miocène

## PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES

n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craonne (Canal d'irrigation)

éch. 1/100 000



TENEURS EN NITRATES  
(mg/l)

- ⊕ ≤ 2,5
- ⊖ > 2,5 et ≤ 5
- > 5 et ≤ 10
- > 10 et ≤ 45
- ▼ > 45
- ⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse ± 5%)

Réglementation française :  
Teneur maximale admissible : 45 mg/l

Limites de la nappe

- Limites étanches
- - - Limites non étanches : drainantes
- - - Limites non étanches : alimentantes
- - - Limites non étanches : marais
- - - Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10 n° chronologique du code minier
- ▼ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen. Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Graponne (Canal d'irrigation)



TENEURS EN NITRITES  
(mg/l)

⊕ ≤ 0,05

⊗ &gt; 0,05 et ≤ 0,1

● &gt; 0,1 et ≤ 0,5

● &gt; 0,5 et ≤ 5

▼ &gt; 5

⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse: ± 5%)

## Limites de la nappe

— Limites étanches

— Limites non étanches: drainantes

— Limites non étanches: alimentantes

— Limites non étanches: marais

— Limites non étanches: cours d'eau

⊕ Captage d'alimentation en eau potable

⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)

10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier

▼ Source miocène

## PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES

n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)

éch. 1/100 000



# TENEURS EN AZOTE AMMONIACAL (mg/l)

- ⊕ ≤ 0,2
- ⊖ > 0,2 et ≤ 0,5
- > 0,5 et ≤ 5
- > 5 et ≤ 12
- ⊖ > 12
- ⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse ± 5%)

## Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches: drainantes
- Limites non étanches: alimentantes
- Limites non étanches: marais
- Limites non étanches: cours d'eau
- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊕ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- 10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>e</sup> chronologique du code minier
- ▽ Source miocène

PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)





TENEURS EN DETERGENTS  
(mg / l)

⊕ teneur non dosée

⊗ ≤ 0,005

⊙ &gt; 0,005 et ≤ 0,01

● &gt; 0,01 et ≤ 0,015

● &gt; 0,015

Précision d'analyse

± 10% pour des concentrations inférieures  
à 0,10 mg / l

## Limites de la nappe

— Limites étanches

— Limites non étanches: drainantes

— Limites non étanches: alimentantes

— Limites non étanches: marais

— Limites non étanches: cours d'eau

⊕ Captage d'alimentation en eau potable

⊕ Prélèvement d'eau superficielle  
(voir tableau ci-dessous)⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n°</sup> chronologique du code minier

▽ Source miocène

## PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES

n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne - (Canal d'irrigation)

éch.: 1/100 000



# TENEURS EN HYDROCARBURES (mg/l)

- ⊕ ≤ 0,05
- ⊗ > 0,05 et ≤ 0,1
- > 0,1 et ≤ 0,2
- > 0,2
- ⊕ teneur non mesurée

(Précision d'analyse ± 20% pour des concentrations < 0,2 mg / l)

## Limites de la nappe

- Limites étanches
- Limites non étanches : drainantes
- Limites non étanches : alimentantes
- Limites non étanches : marais
- Limites non étanches : cours d'eau

- ⊕ Captage d'alimentation en eau potable
- ⊗ Prélèvement d'eau superficielle (voir tableau ci-dessous)
- ⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine 10<sup>n°</sup> chronologique du code minier
- ▽ Source miocène

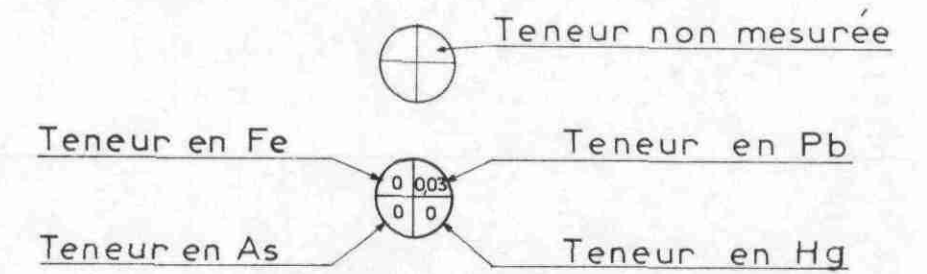
PRELEVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES			
n° du Point	Lieu de Prélèvement	n° du Point	Lieu de Prélèvement
993.1.AG1	Mas d'Escampon	993.7.D	Etang d'Entressen
993.1.AG2	La Corse	993.7.DR	Drain aval décharge
993.6.B	Etang de la Dynamite	993.7.E	Canal de drainage (Entressen-Les Oliviers)
993.7.C	Trou de Becca	994.1.A	Canal de Craponne (Canal d'irrigation)

éch. 1/100 000



# TENEURS EN FER\_MERCURE\_PLOMB\_ARSENIC

(mg / l)



0 : Teneur inférieure au seuil de sensibilité analytique

Précision d'analyse

Fer : ± 4 %

Mercure : ± 10% pour des concentrations inférieures à 0,01 mg/l

Plomb : ± 15% pour des concentrations inférieures à 0,10 mg/l

Arsenic : ± 10% pour des concentrations inférieures à 0,01 mg/l

Concentrations limites

Fe 0,2 mg/l

Pb 0,1 mg/l

As 0,05 mg/l

# TENEURS EN ORGANOCHLORES

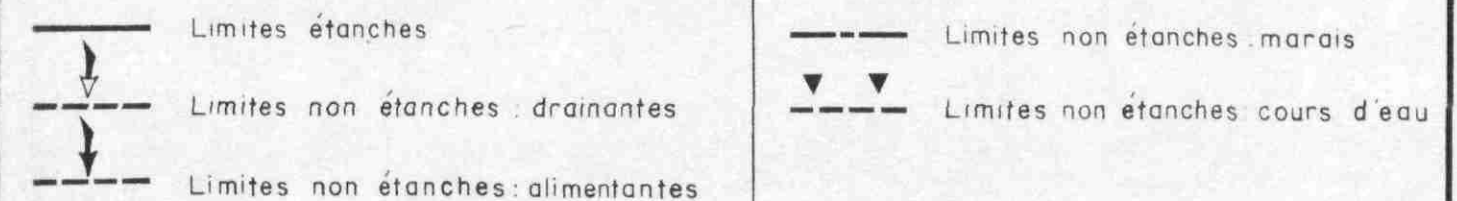
(µg / l)



Précision d'analyse :

± 10% pour des concentrations inférieures à 0,5 µg/l

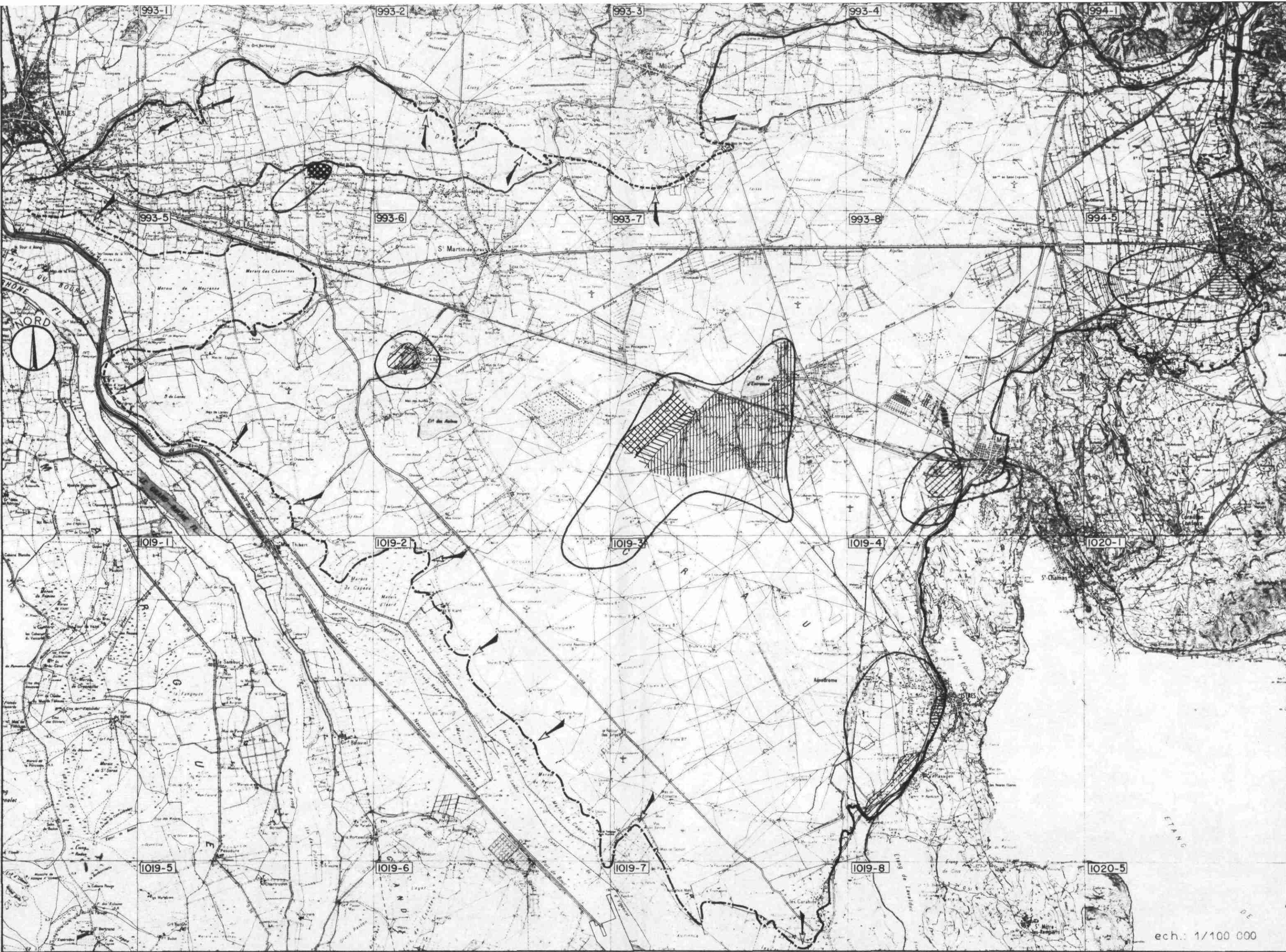
Limites de la nappe




Ech.: 1/100 000




CARTE DES POLLUTIONS






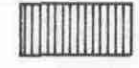
Secteurs de recherches




Zone de contamination intense




Zone de contamination diffuse




Zone d'altération de la qualité des eaux due à des contraintes géologiques, domestiques ou agricoles



Zone de contamination industrielle




Zone de contamination domestique




Contamination agricole constatée

Zone d'Entressen  
Décharge de la  
ville de Marseille


Limites de la nappe




Limites étanches



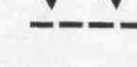
Limites non étanches : drainantes



Limites non étanches : alimentantes

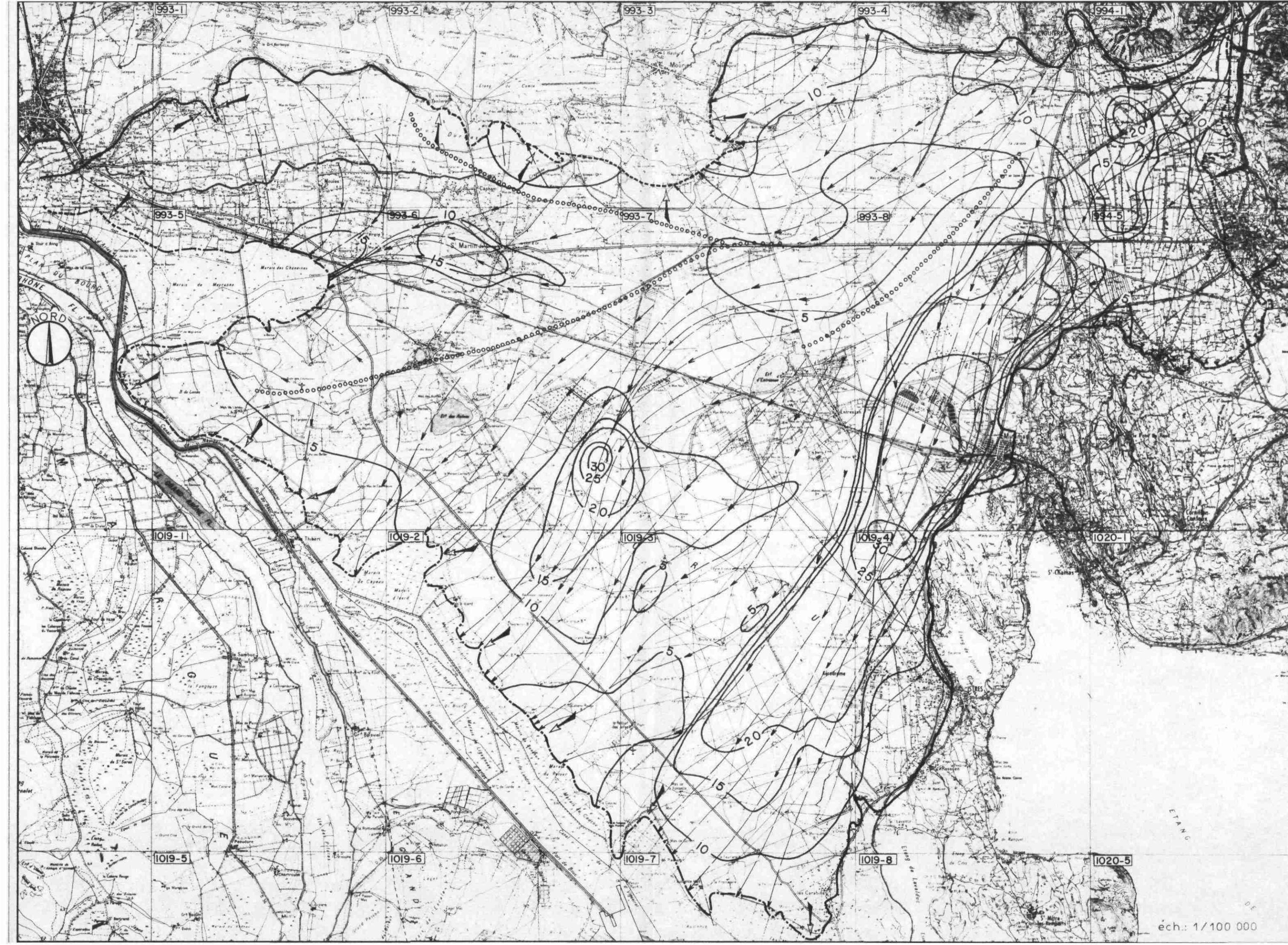


Limites non étanches : marais



Limites non étanches : cours d'eau





# PROPAGATION D'UN FRONT DE POLLUTION (Simulation par modèle mathématique)

- Ligne de courant suivie par un filet liquide
- 10 — Courbe d'iso-vitesse des lignes de courant exprimée en mètres par jour
- ..... Ligne principale de séparation des eaux

Limites de la nappe			
	Limites étanches		Limites non étanches: marais
	Limites non étanches: drainantes		Limites non étanches: cours d'eau
	Limites non étanches: alimentantes		





# RESEAU DE SURVEILLANCE

- |   |                   |     |                           |
|---|-------------------|-----|---------------------------|
| ● | Captage A.E.P     | ⊙   | Piezomètre installé       |
| ○ | Puits             | ✦   | Piezomètre proposé        |
| □ | Eau superficielle | ●   | Forage à usage industriel |
|   |                   | ⊠ M | Station météorologique    |

N.B. On consultera le rhodoïd du recueil de cartes 73 SGN 068 PRC afin de situer par rapport au réseau de surveillance les sources de pollutions réelles ou potentielles

- Limites de la nappe
- |   |                                    |     |                                   |
|---|------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| — | Limites étanches                   | --- | Limites non étanches: marais      |
| — | Limites non étanches: drainantes   | --- | Limites non étanches: cours d'eau |
| — | Limites non étanches: alimentantes |     |                                   |



# ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET PERIMETRES DE PROTECTION

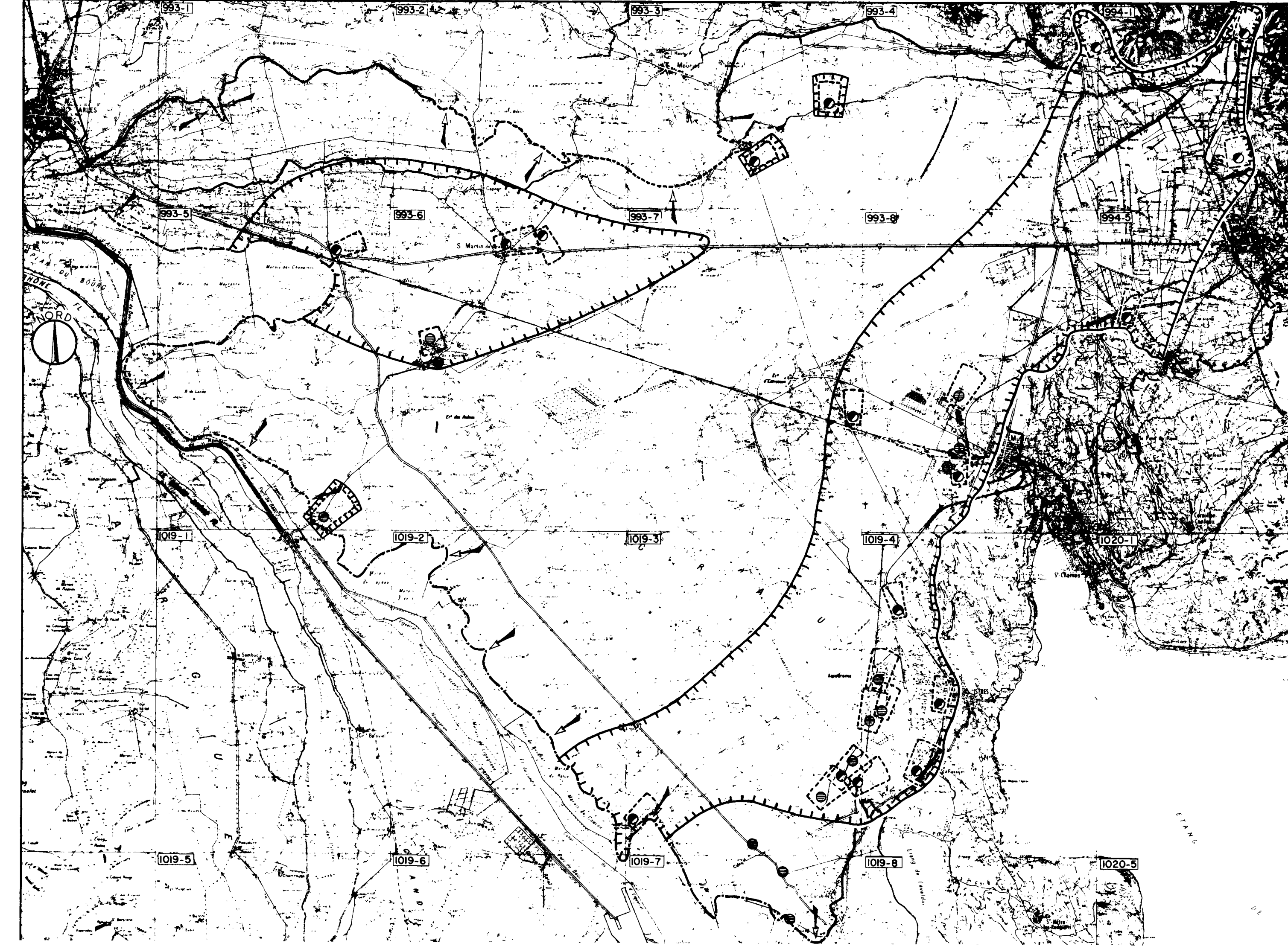
- Captage communal A.E.P.
- ⊙ Captage particulier important

## Proposition de périmètres de protection

- Périmètre de protection rapprochée
- ⌒ Périmètre de protection éloignée

## Limites de la nappe

- |   |                                     |     |                                    |
|---|-------------------------------------|-----|------------------------------------|
| — | Limites étanches                    | --- | Limites non étanches : marais      |
| ↓ | Limites non étanches : drainantes   | ▼▼  | Limites non étanches : cours d'eau |
| ↑ | Limites non étanches : alimentantes |     |                                    |

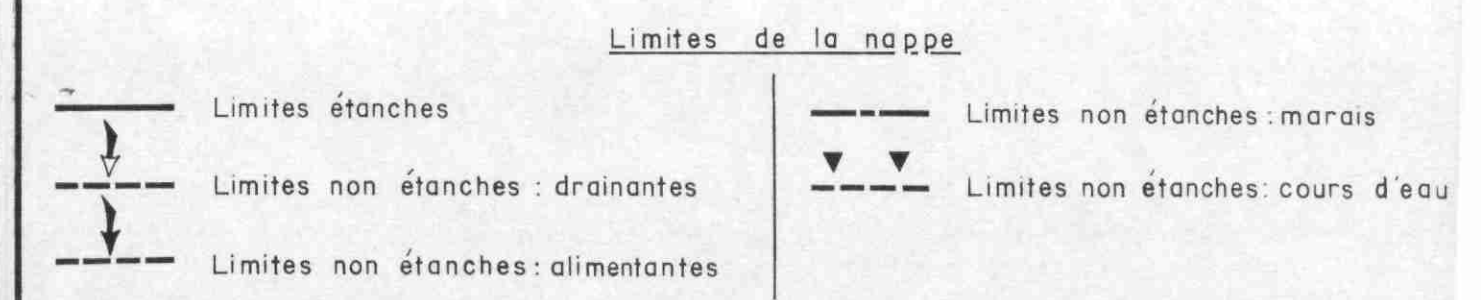




TENEUR EN MERCURE  
octobre 1973  
( $\mu\text{g/l}$ )

75 • (0,6) Puits n°75, teneur en mercure = 0,6  $\mu\text{g/l}$

Référence: eau thermique d'Aix en Provence = 0,1  $\mu\text{g/l}$   
Laboratoire: Société des Eaux de Marseille



SECRÉTARIAT PERMANENT POUR LES PROBLÈMES DE POLLUTION INDUSTRIELLE

**AGENCE DE BASSIN RHÔNE – MÉDITERRANÉE – CORSE**

**NAPPE DE LA CRAU**

(Bouches-du-Rhône)

**ÉTUDE DES POLLUTIONS**

---

***OBSERVATIONS DE 1973***

***MESURES DE SAUVEGARDE***

**DÉCHARGE DE LA VILLE DE MARSEILLE**

**RECUEIL DE CARTES**



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**Service géologique régional PROVENCE – CORSE**

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

**74 SGN 381 PRC**

Marseille, novembre 1974

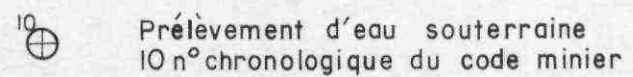
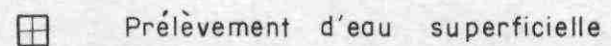
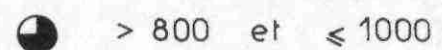
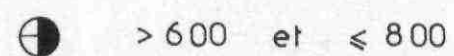


## T A B L E      D E S      C A R T E S

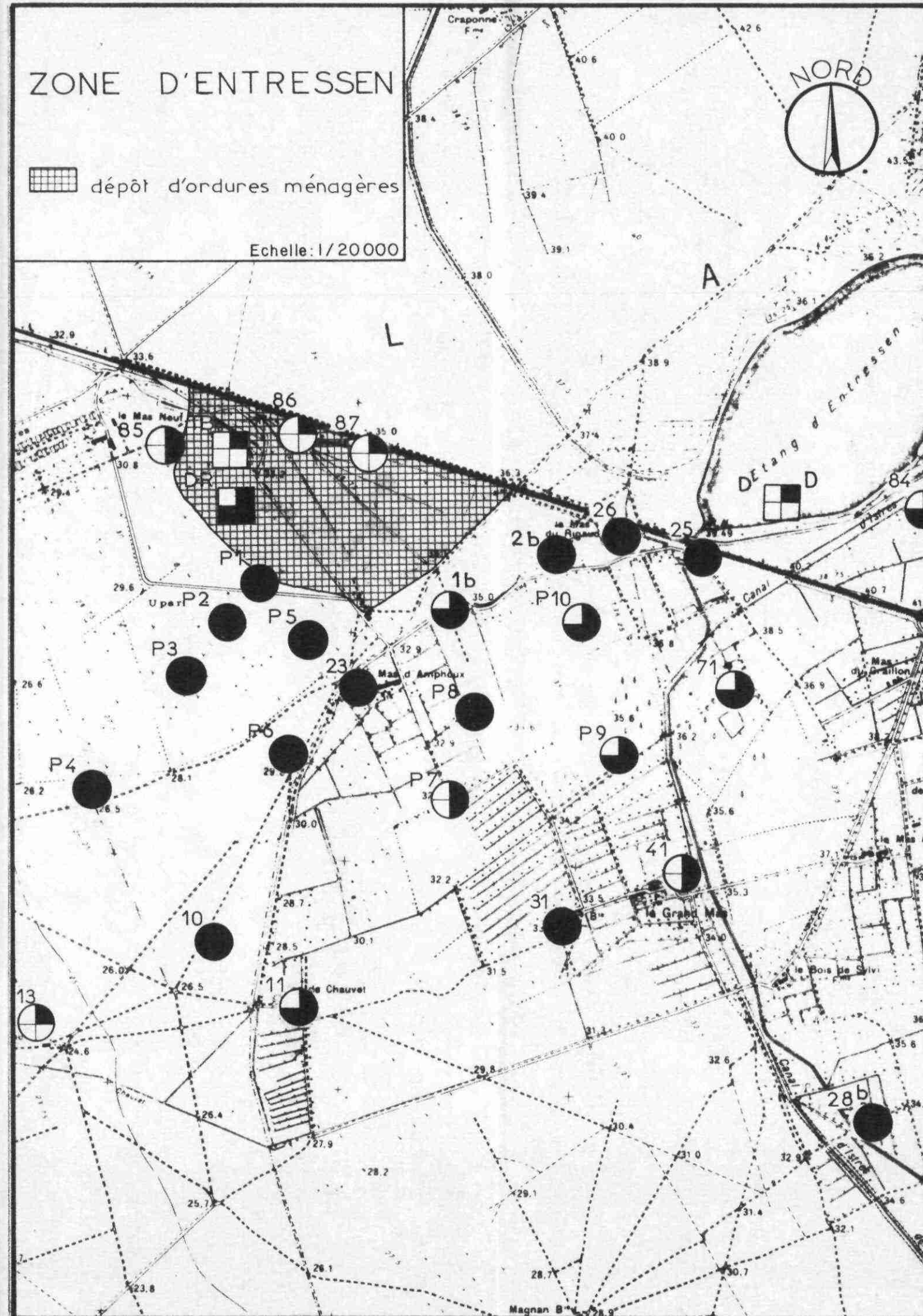


- 1    - Valeurs en conductivité (Micromho cm<sup>-1</sup>)
- 2    - Teneurs en résidus secs à 110° (mg/l)
- 3    - Teneurs en calcium (mg/l)
- 4    - Teneurs en magnésium (mg/l)
- 5    - Valeurs TH (Degrés français)
- 6    - Teneurs en sodium (mg/l)
- 7    - Teneurs en potassium (mg/l)
- 8    - Teneurs en chlorures (mg/l)
- 9    - Teneurs en sulfates (mg/l)
- 10   - Valeurs T.A.C. (Degrés français)
- 11   - Teneurs en azote minéral (mg/l)
- 12   - Teneurs en nitrates (mg/l)
- 13   - Teneurs en nitrites (mg/l)
- 14   - Teneurs en azote ammoniacal (mg/l)
- 15   - Teneurs en détergents (mg/l)
- 16   - Teneurs en organochlorés (µg/l)
- 17   - Carte des pollutions

### VALEURS EN CONDUCTIVITE

(Micromho  $\text{cm}^{-1}$ ) dépôt d'ordures ménagères


Echelle: 1/20 000




# TENEURS EN RESIDUS SECS A 110°C (mg/l)




Réglementation française :  
Teneur maximale admissible 2 g/l

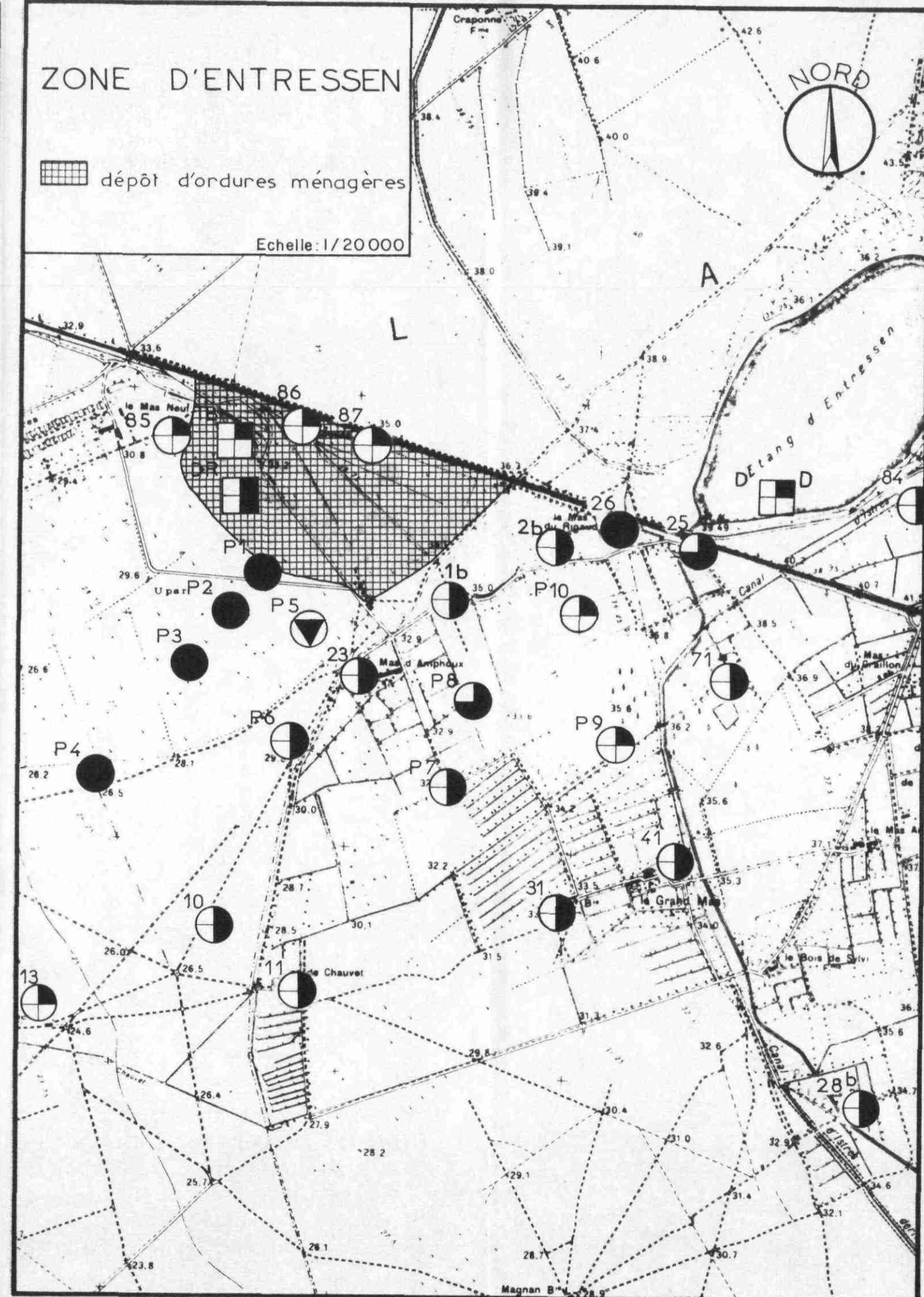
 Prélèvement d'eau superficielle

 Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

 dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000





# TENEURS EN CALCIUM (mg/l)

- |   |                |   |                |
|---|----------------|---|----------------|
| ⊕ | > 34 et ≤ 80   | ● | > 135 et ≤ 180 |
| ◐ | > 80 et ≤ 110  | ◑ | > 180          |
| ◑ | > 110 et ≤ 135 |   |                |

(Précision d'analyse ± 6%)

▤ Prélèvement d'eau superficielle

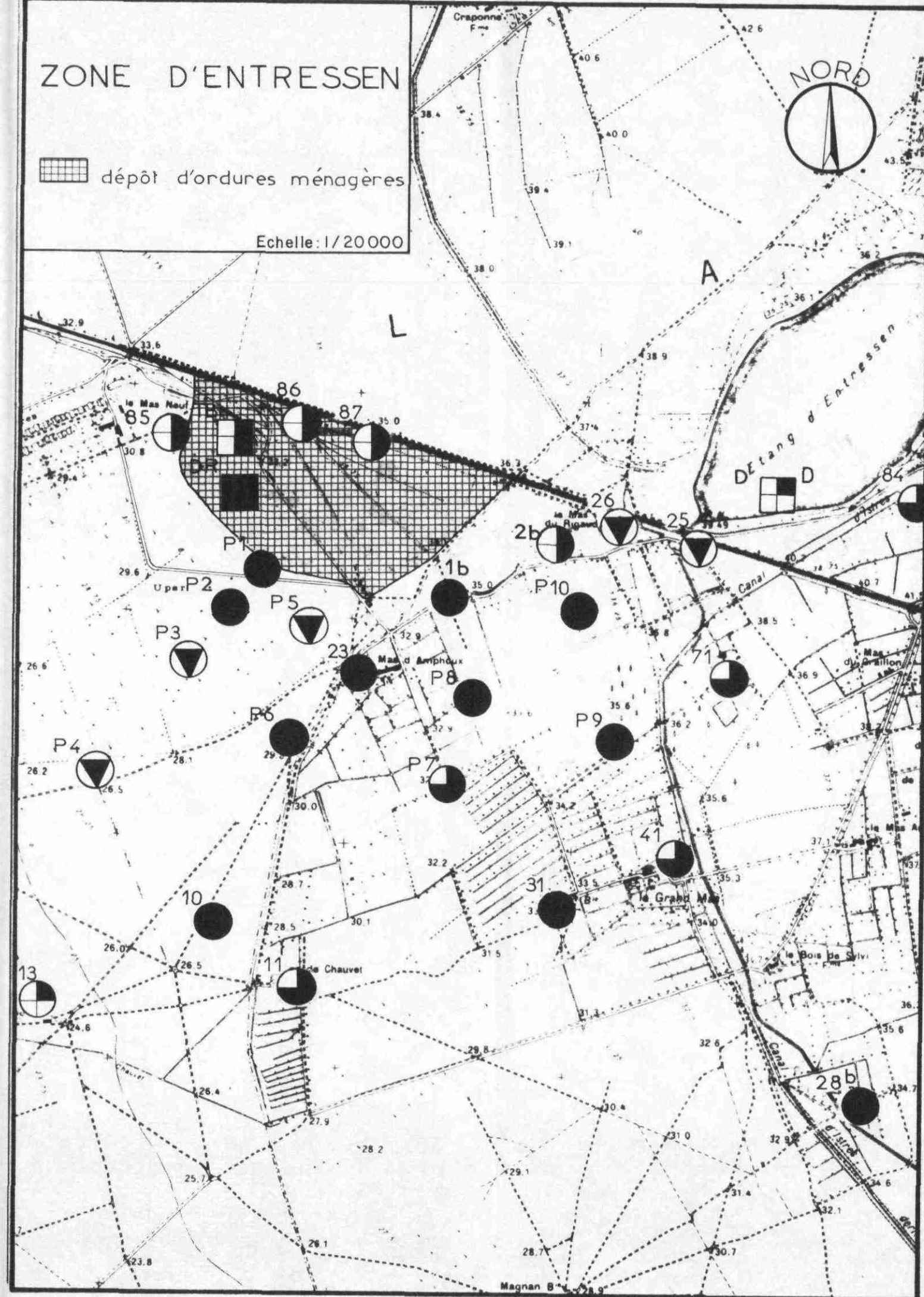


Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n°</sup> chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

▤ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20000




# TENEURS EN MAGNESIUM (mg/l)




(Précision d'analyse ± 6%)


Réglementation Française:

Teneur maximale souhaitable : 125 mg/l

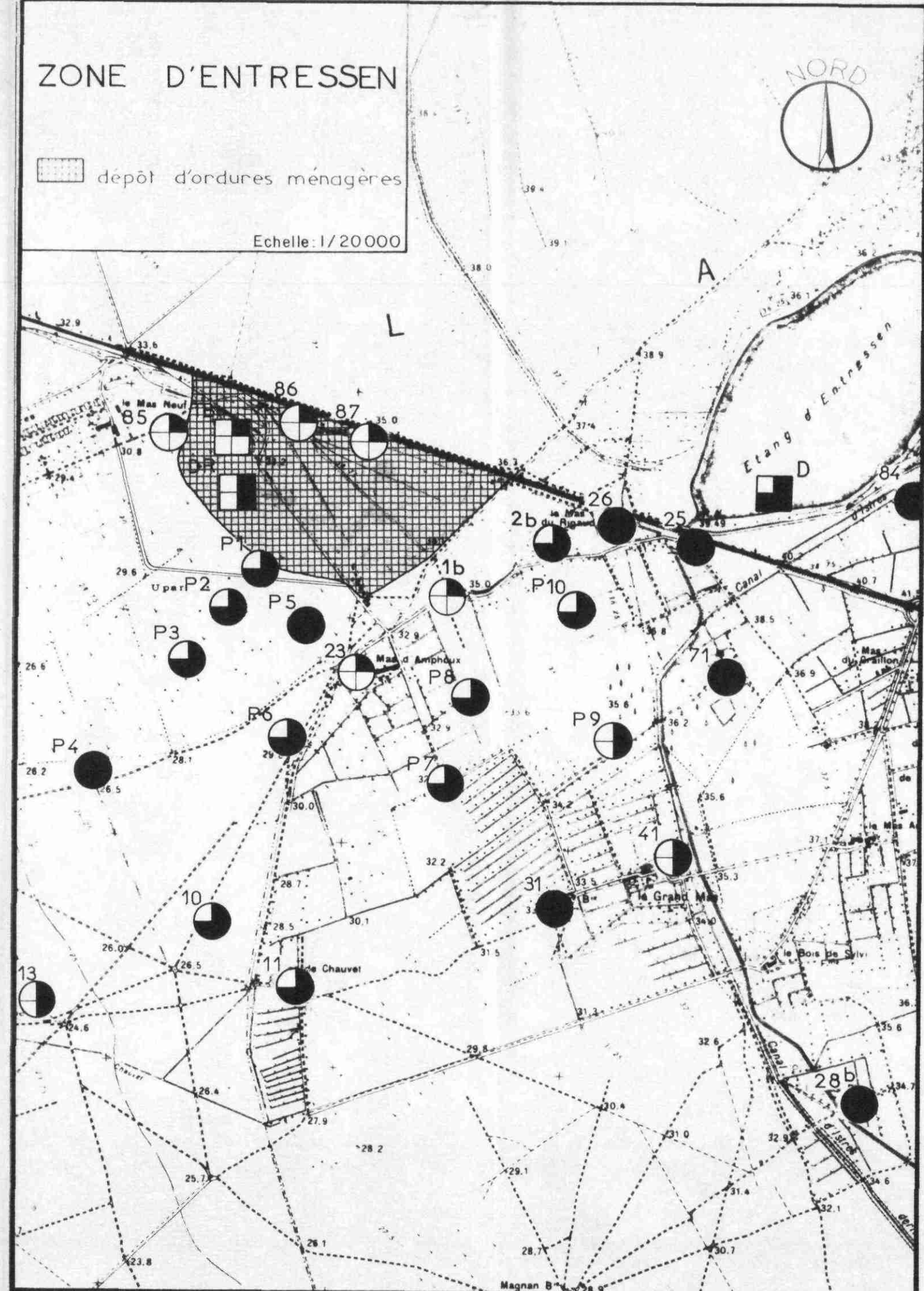
 Prélèvement d'eau superficielle

 Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

 dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20000





# VALEURS TH (Degrés Français)



(Précision d'analyse ± 6%)  
Réglementation Française: Il est souhaitable que le titre hydrométrique ne dépasse pas 30°

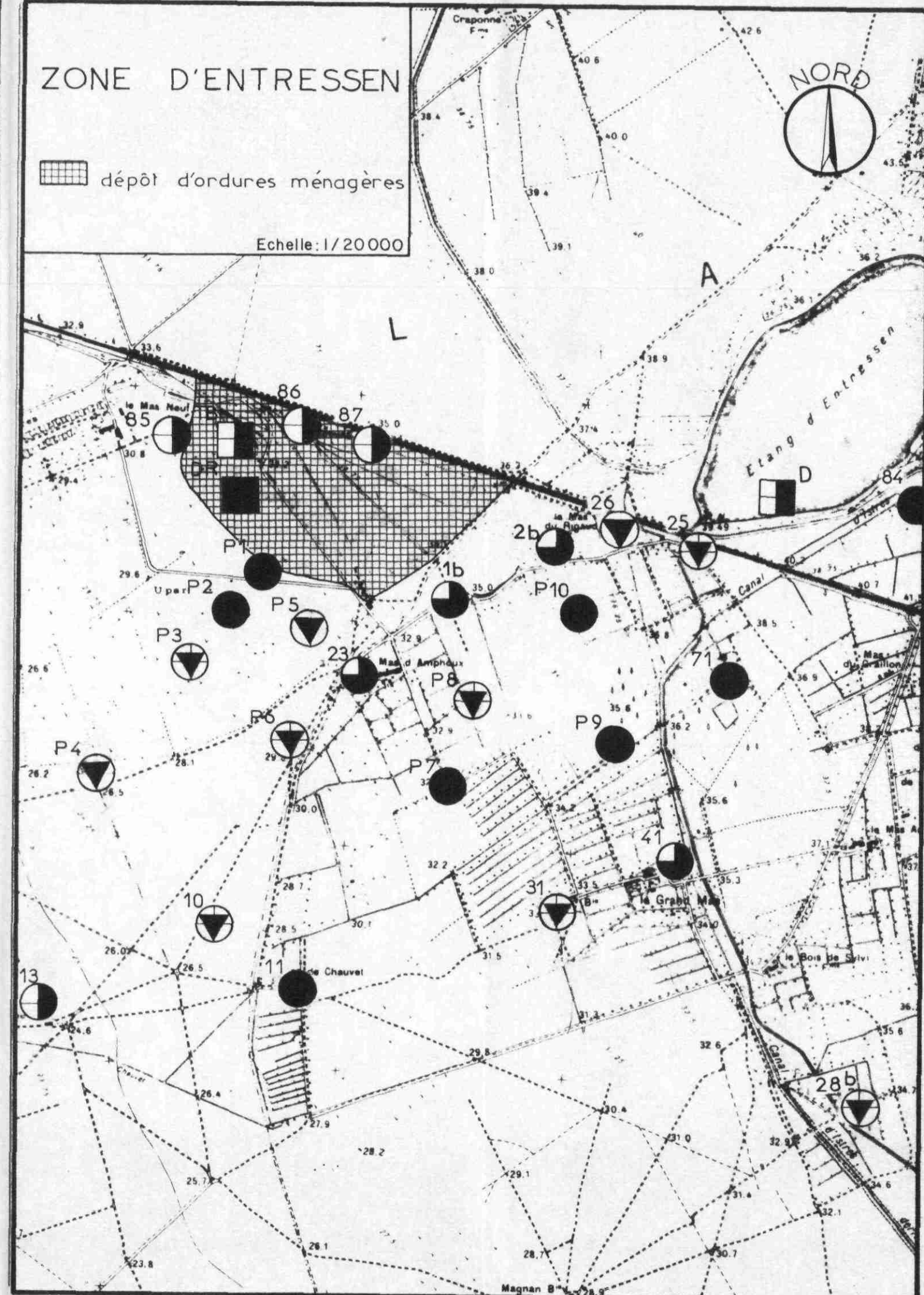
Prélèvement d'eau superficielle

10°  
Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20000



# TENEURS EN SODIUM (mg/l)



(Précision d'analyse ± 2%)

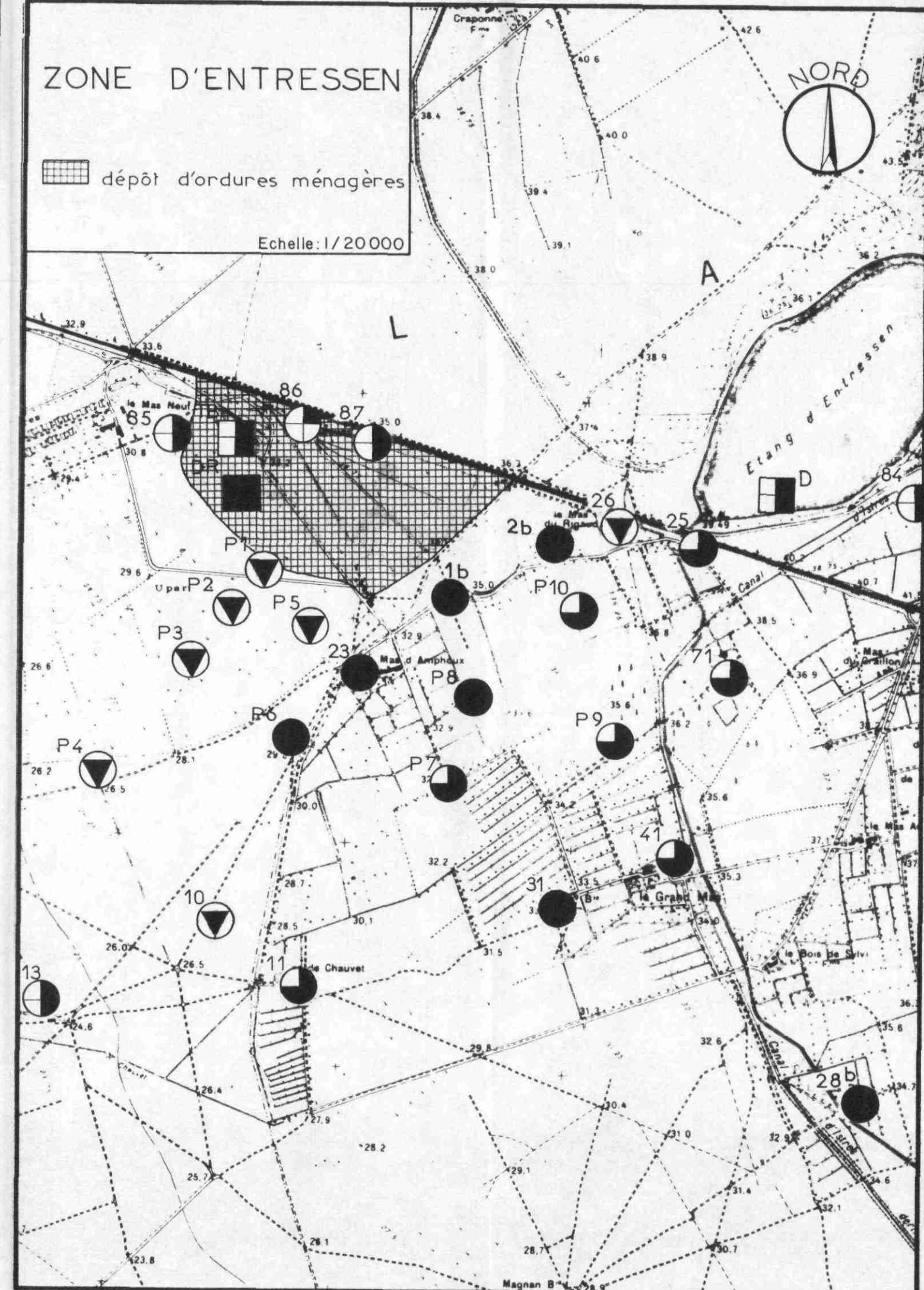
⊞ Prélèvement d'eau superficielle

⊞<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n°</sup> chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

⊞ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000





# TENEURS EN POTASSIUM

(mg/l)



(Précision d'analyse ± 2%)

⊞ Prélèvement d'eau superficielle

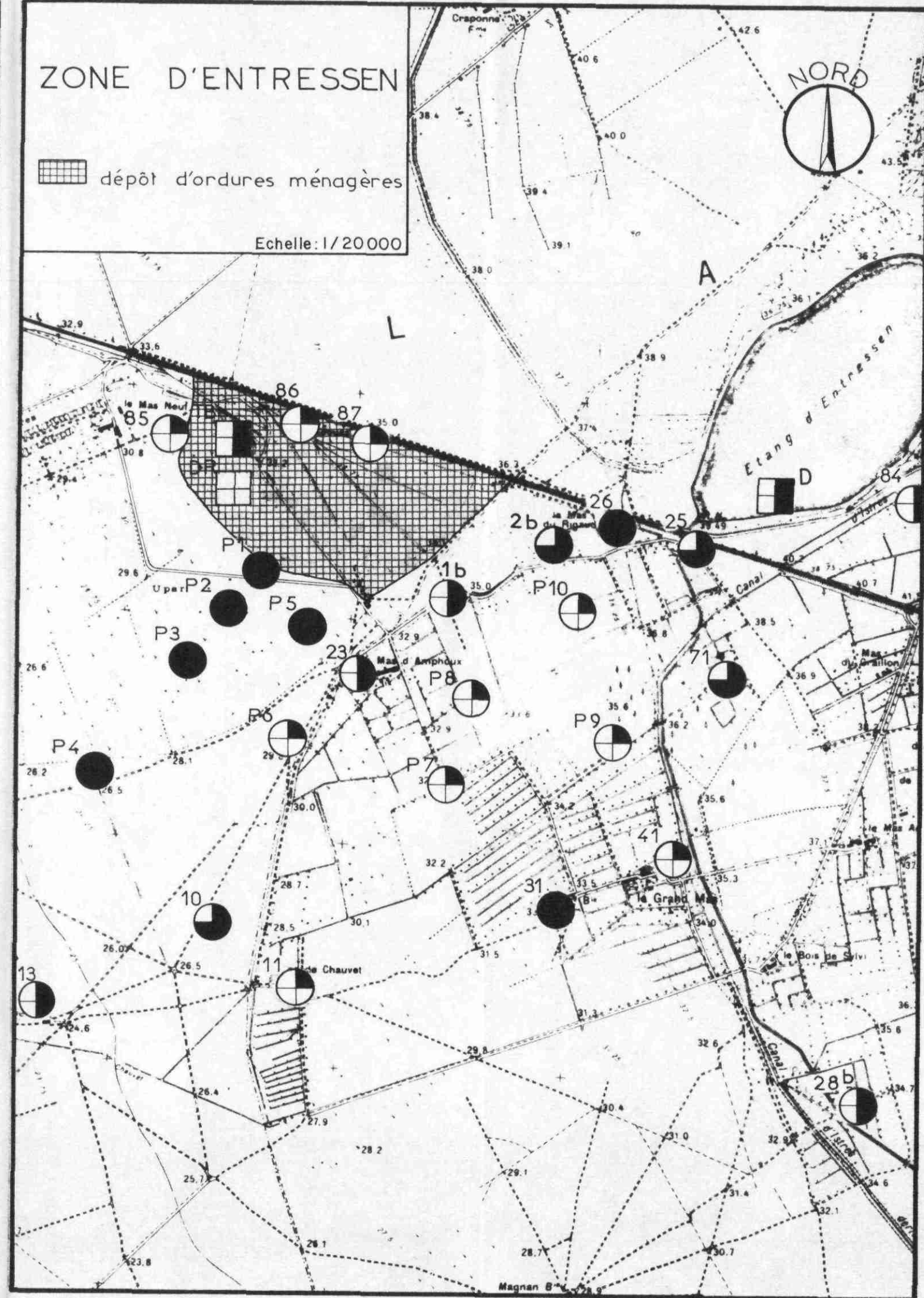


Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n</sup> chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

⊞ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000





# TENEURS EN CHLORURES (mg/l)

⊕	> 8 et ≤ 20	●	> 40 et ≤ 50
⊗	> 20 et ≤ 30	●	> 50 et ≤ 250
⊖	> 30 et ≤ 40	⊖	> 250

(Précision d'analyse ± 2%)

Réglementation Française

Teneur maximale souhaitable : 250 mg/l

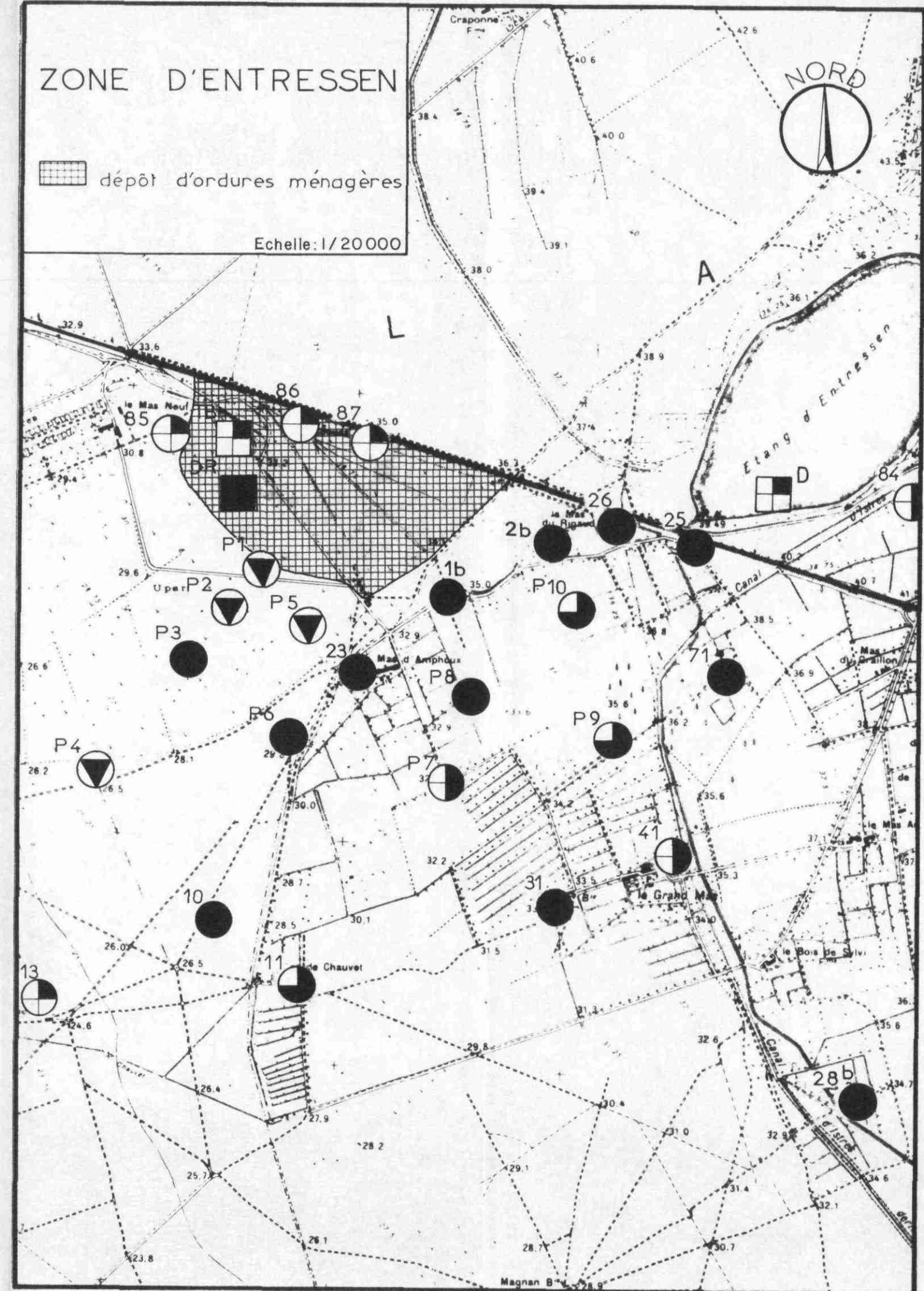
⊞ Prélèvement d'eau superficielle

10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

⊞ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000



# TENEURS EN SULFATES (mg/l)

- |   |                |   |                |
|---|----------------|---|----------------|
| ⊕ | ≥ 22 et ≤ 80   | ● | > 150 et ≤ 250 |
| ◐ | > 80 et ≤ 115  | ◑ | > 250          |
| ◑ | > 115 et ≤ 150 |   |                |

(Précision d'analyse ± 2%)

Réglementation Française:

Teneur maximale souhaitable: 250 mg/l

⊞ Prélèvement d'eau superficielle

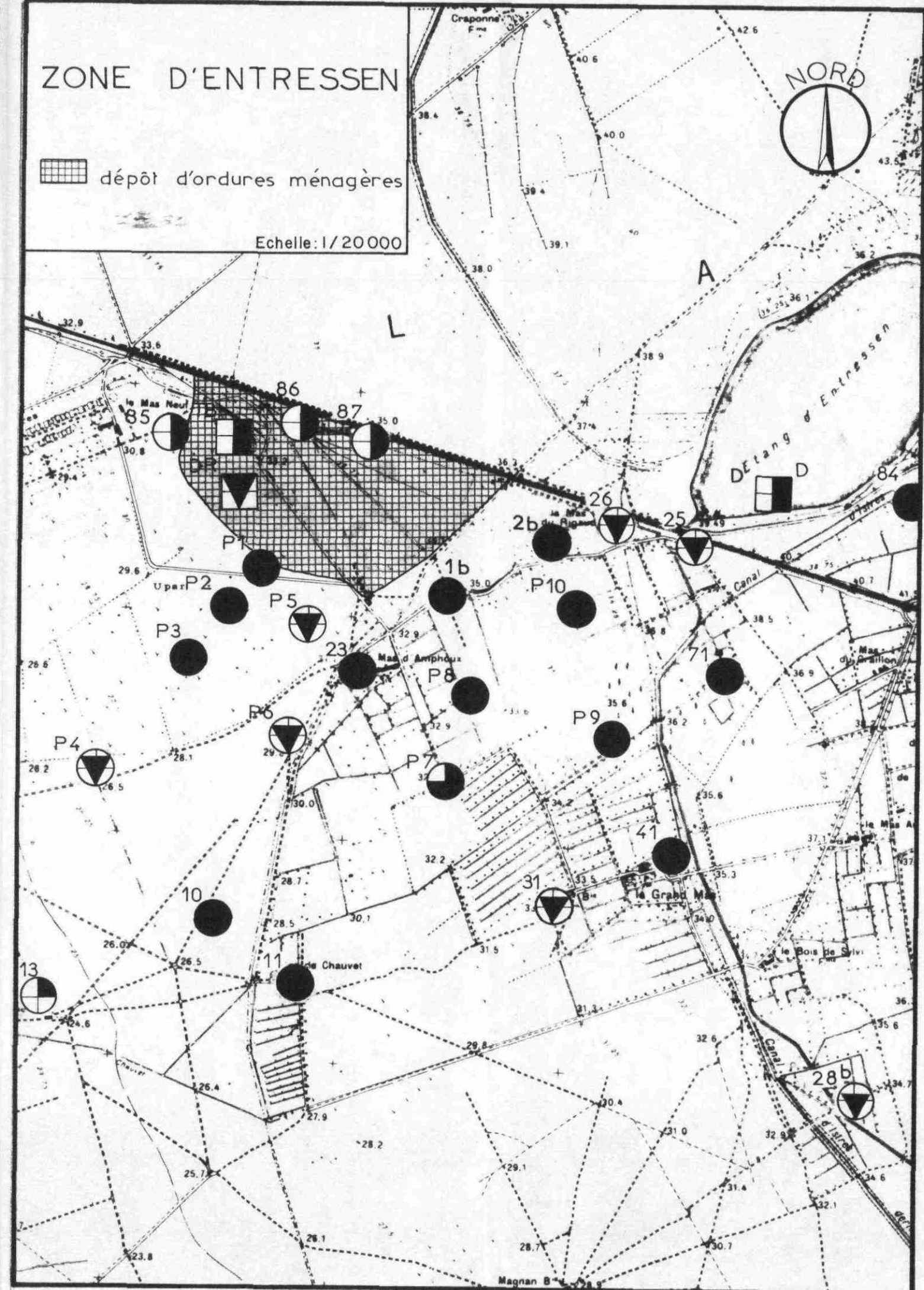


Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

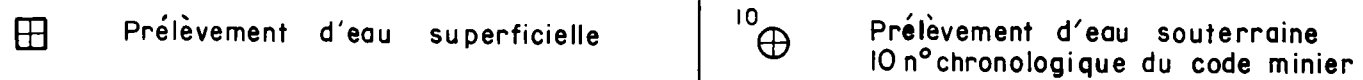
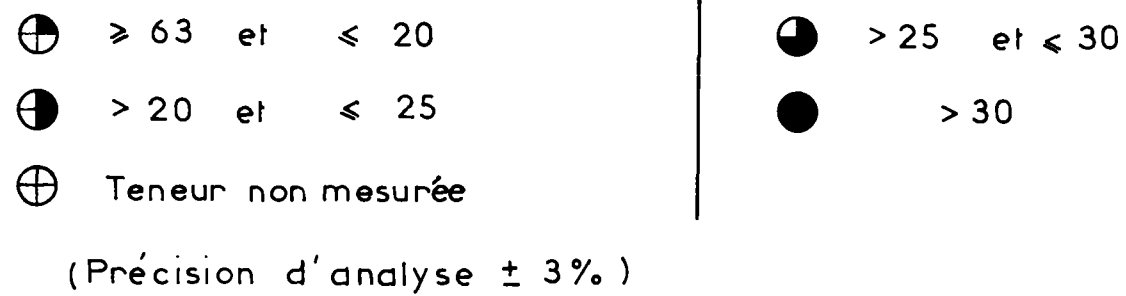
## ZONE D'ENTRESSEN

⊞ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000



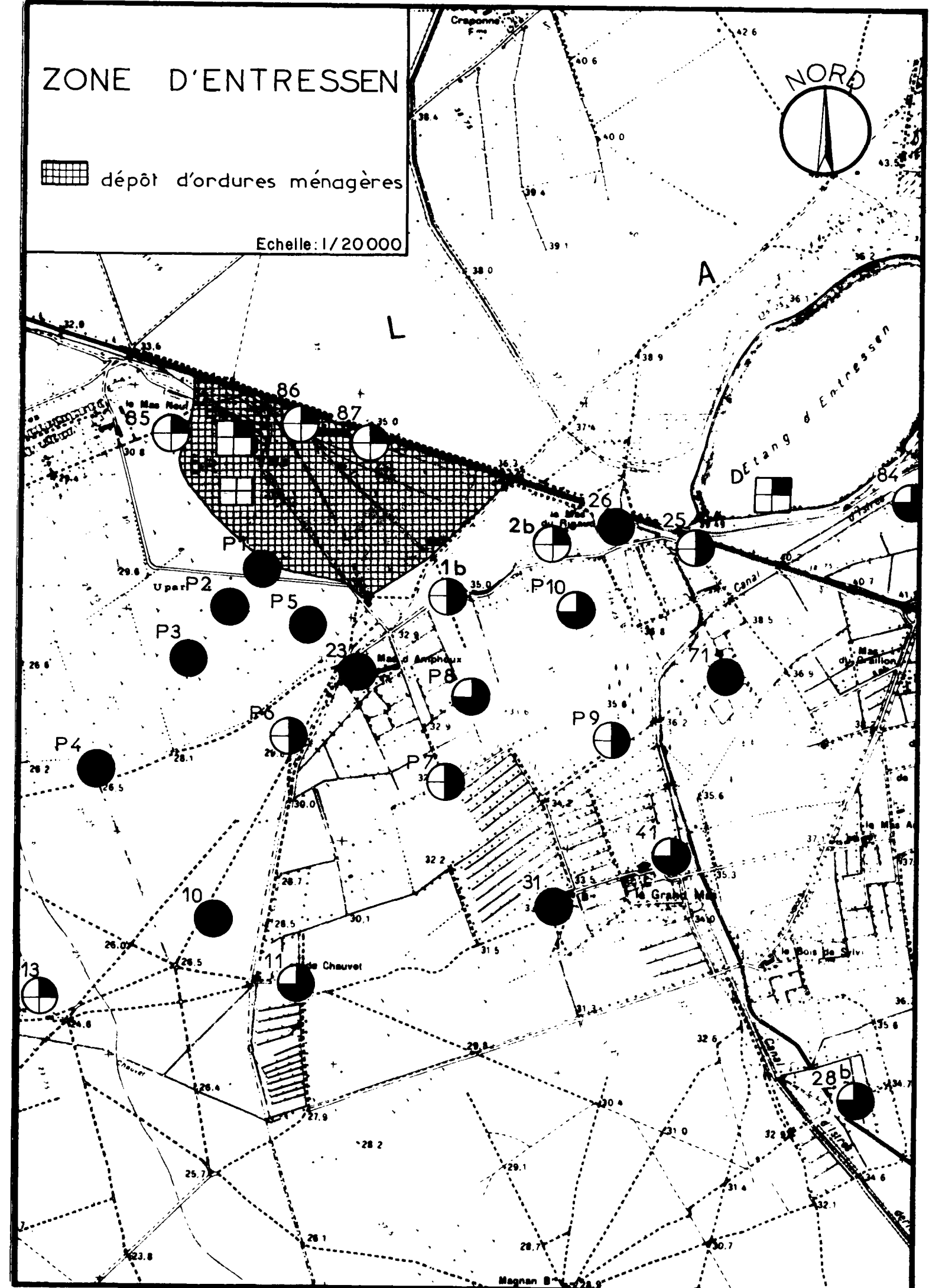
# VALEURS T.A.C. (Degrés Français)



## ZONE D'ENTRESSEN

⊕ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20000





# TENEURS EN AZOTE MINERAL

(N mg/l)



(Précision d'analyse ± 5%)

Réglementation Française:

Teneur maximale admissible: 10 mg/l

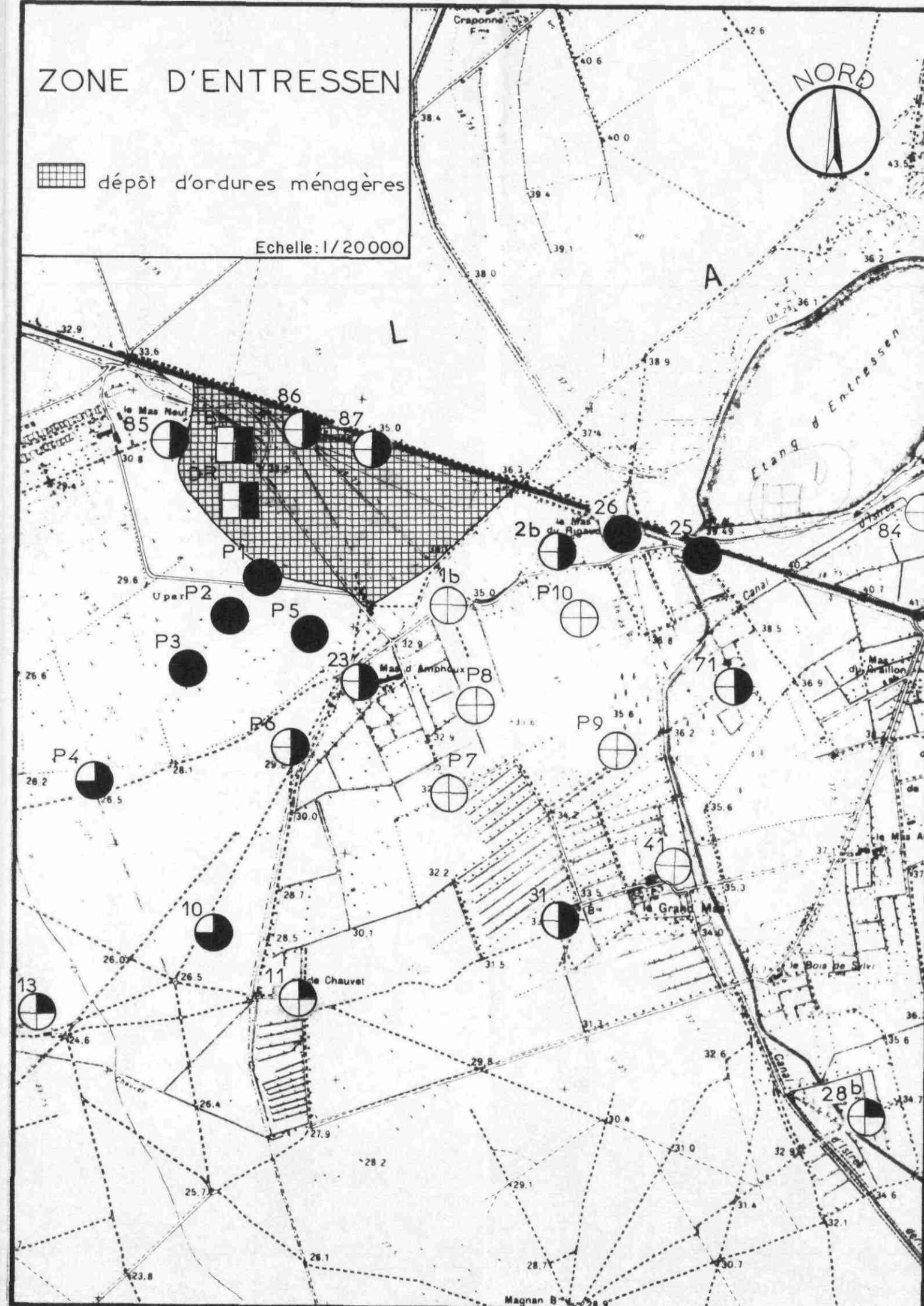
⊕ Prélèvement d'eau superficielle

10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n</sup>°chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

⊕ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000



# TENEURS EN NITRATES (mg/l)



(précision d'analyse  $\pm 5\%$ )

Règlement français :  
maximale admissible : 45 mg/l

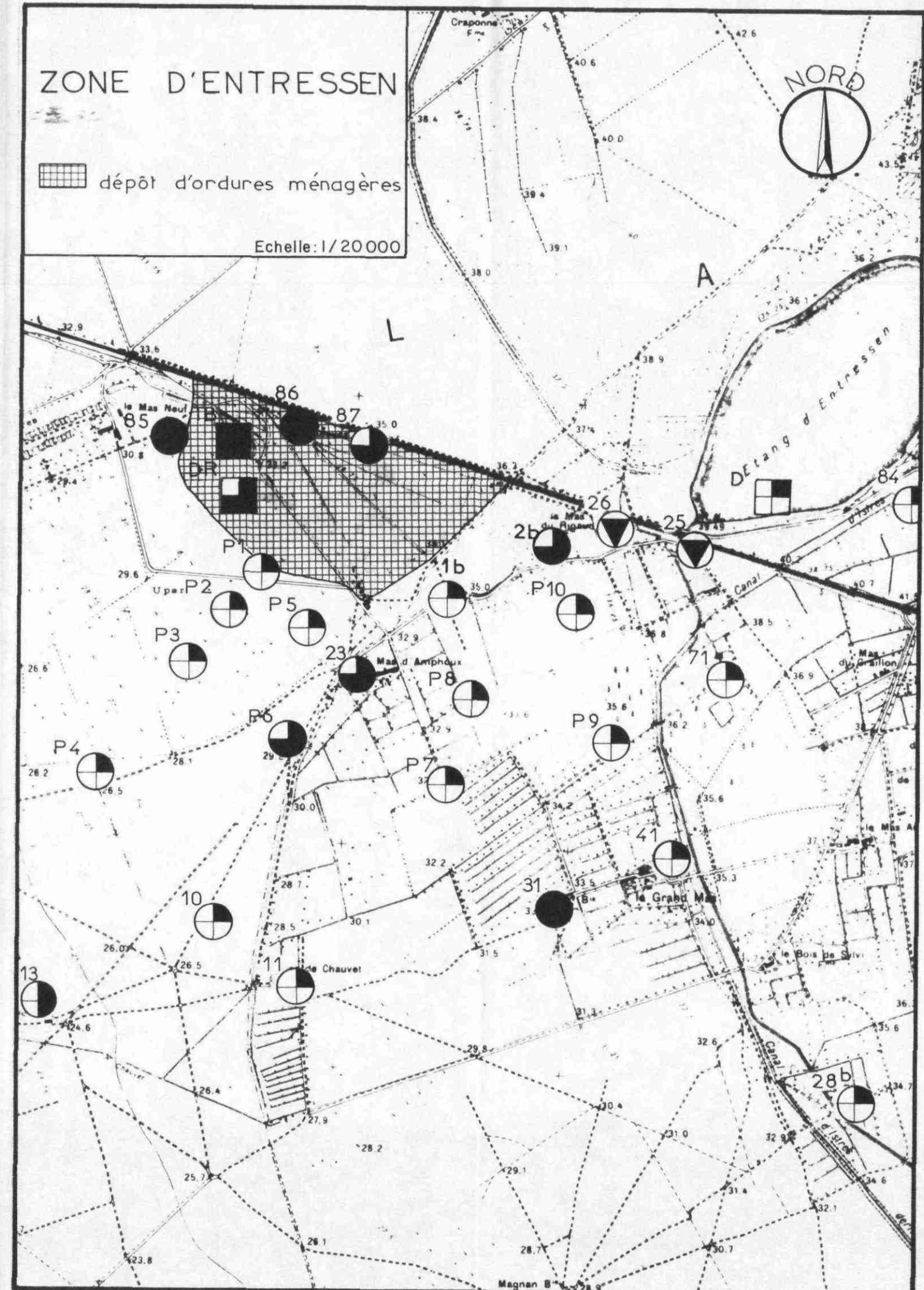
Prélèvement d'eau superficielle

10  
Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

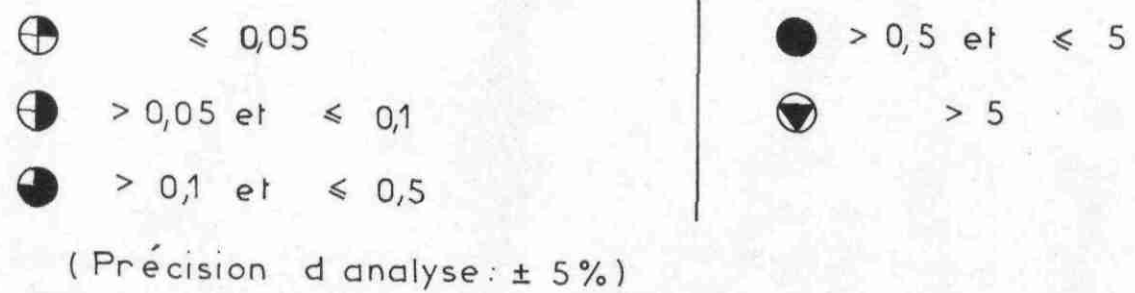
dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000




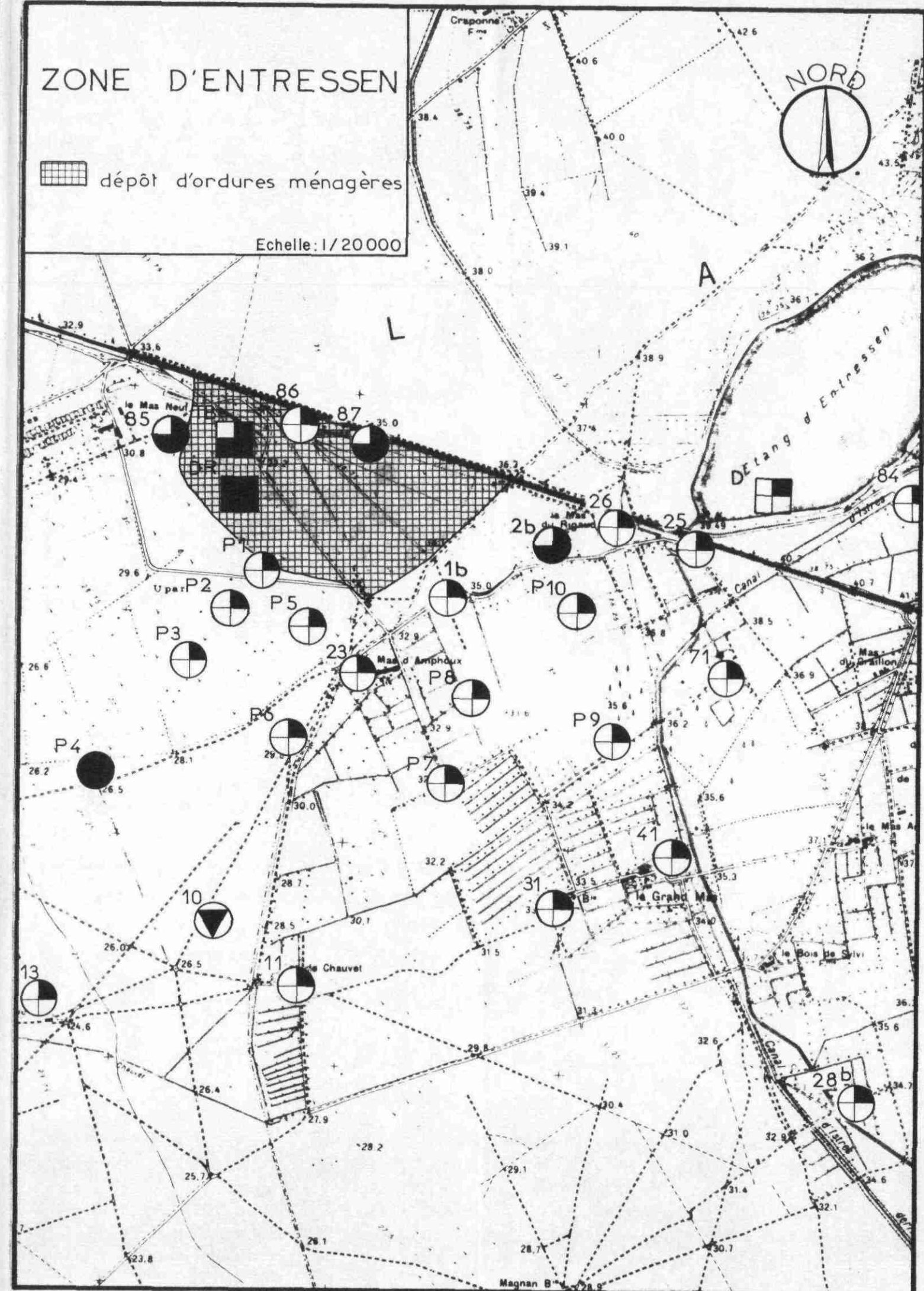


TENEURS EN NITRITES  
(mg/l)



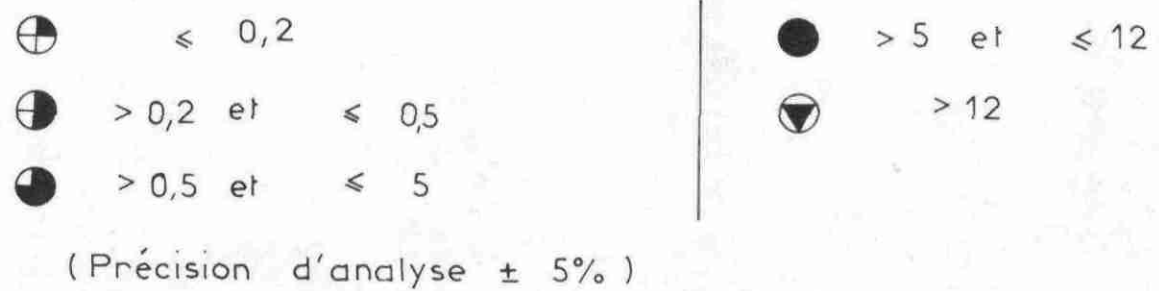
	Prélèvement d'eau superficielle
---	---------------------------------

10  Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier



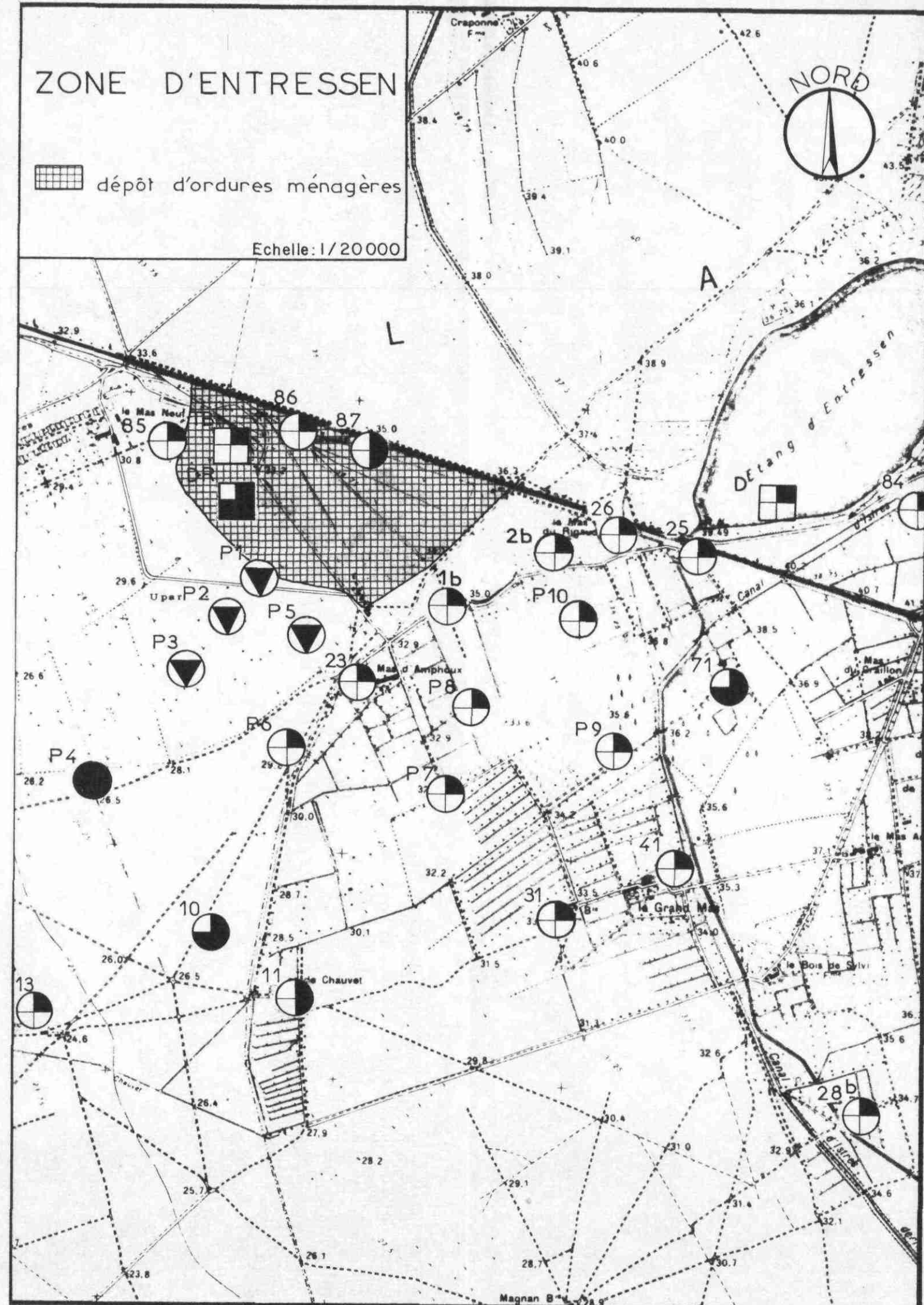


TENEURS EN AZOTE AMMONIACAL  
(mg/l)



	Prélèvement d'eau superficielle
---	---------------------------------

10

Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

# TENEURS EN DETERGENTS (mg / l)

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| ⊕ ≤ 0,005            | ● > 0,01 et ≤ 0,015 |
| ⊖ > 0,005 et ≤ 0,01  | ● > 0,015           |
| ⊕ Teneur non mesurée |                     |

Précision d'analyse  
± 10% pour des concentrations inférieures  
à 0,10 mg/l

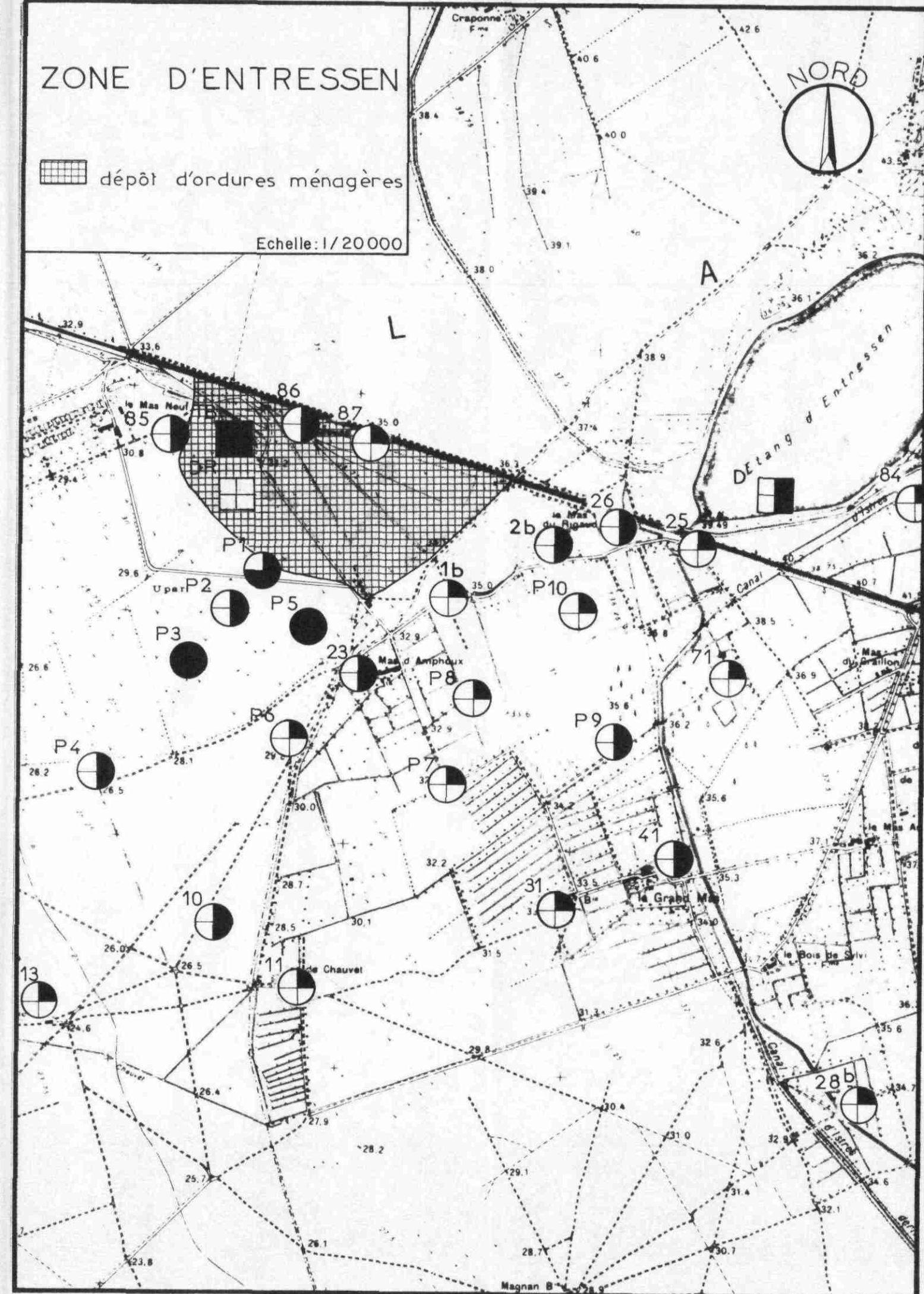
⊕ Prélèvement d'eau superficielle

10 ⊕ Prélèvement d'eau souterraine  
10 n° chronologique du code minier

## ZONE D'ENTRESSEN

⊕ dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000



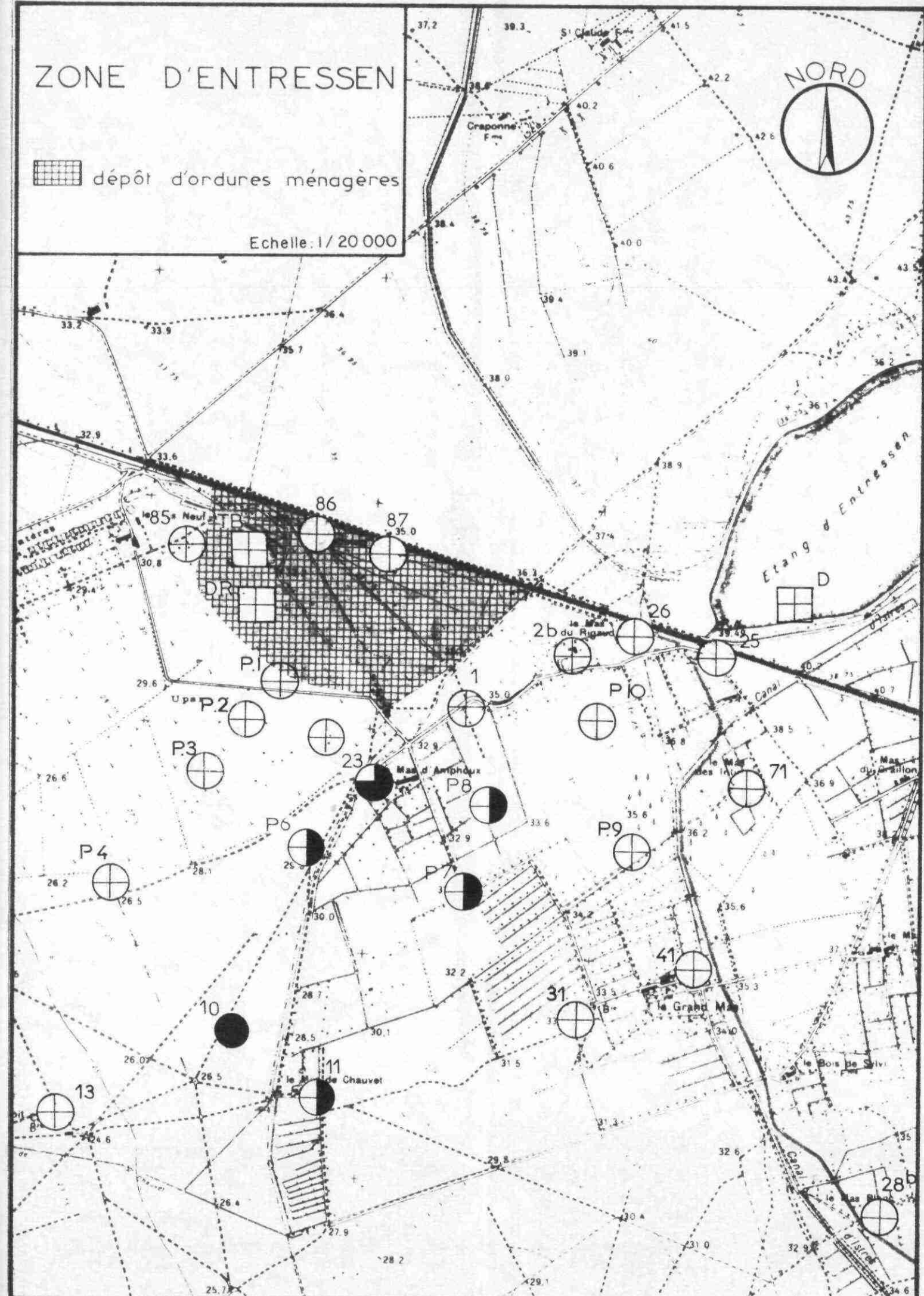


# TENEURS EN ORGANOCHLORES ( $\mu\text{g/l}$ )

## ZONE D'ENTRESSEN

dépôt d'ordures ménagères

Echelle: 1/20 000



⊕ < 0,03      ● > 0,1

⊖ > 0,03 et ≤ 0,1

⊕ Teneur non mesurée

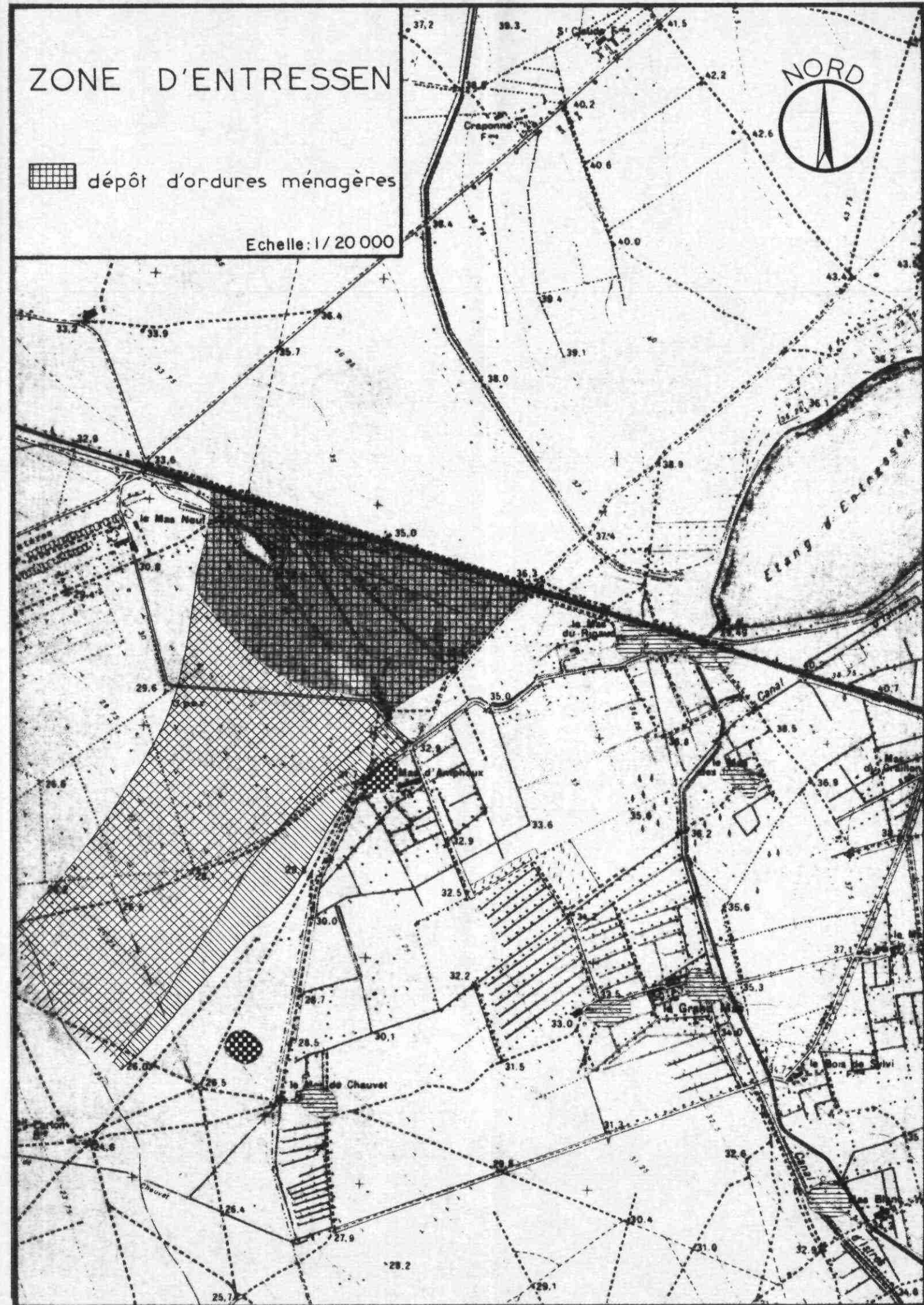
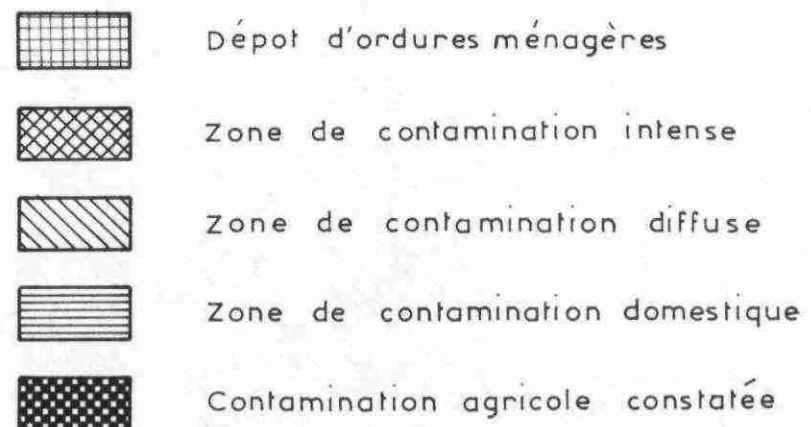
Précision d'analyse:  
± 10% pour des concentrations inférieures à 0,5  $\mu\text{g/l}$

⊕ Prélèvement d'eau superficielle

⊕<sup>10</sup> Prélèvement d'eau souterraine  
10<sup>n°</sup> chronologique du code minier



## CARTE DES POLLUTIONS



SECRÉTARIAT PERMANENT POUR LES PROBLÈMES DE POLLUTION INDUSTRIELLE

**AGENCE DE BASSIN RHÔNE – MÉDITERRANÉE – CORSE**

**NAPPE DE LA CRAU**

(Bouches-du-Rhône)

**ÉTUDE DES POLLUTIONS**

---

***ANNEXE 1***

*Méthodes d'analyses*

*Législations*

*Liste des prélèvements et des analyses*



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**Service géologique régional PROVENCE – CORSE**

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

**74 SGN 381 PRC**

Marseille, novembre 1974

## T A B L E     D E S     M A T I E R E S



- I     - Liste des prélèvements et des analyses effectués  
      en 1973
  
- II    - Méthodes d'analyses
  
- III   - Caractéristiques physiques, chimiques, bactériologiques  
      des eaux potables
  - III.1 - Législation des eaux potables en France
  - III.2 - Recommandations de l'Organisation Mondiale  
      de la Santé (O.M.S.)
  - III.3 - Normes U.S. (Etats Unis d'Amérique)
  - III.4 - Normes U.R.S.S. (Union des Républiques  
      Socialistes Soviétiques)



## I - LISTE DES PRELEVEMENTS ET DES ANALYSES EFFECTUES EN 1973

La classification adoptée lors de la campagne d'octobre 1972 est conservée, mais l'analyse bactériologique est supprimée en type II, et un type I', comportant l'analyse d'un nombre réduit d'ions principaux a été introduit.

L'analyse de type I comprend :

### - Observations générales

- . couleur
- . odeur
- . turbidité
- . température
- . conductivité

### - Analyse des ions principaux

- . résidu sec (110° C)
- . T.A.C.
- . TH
- . chlorures  $\text{Cl}^-$
- . sulfates  $\text{SO}_4^{--}$
- . bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$
- . carbonates  $\text{CO}_3^-$
- . nitrates  $\text{NO}_3^-$
- . sodium  $\text{Na}^+$
- . potassium  $\text{K}^+$
- . calcium  $\text{Ca}^{++}$
- . magnesium  $\text{Mg}^{++}$

L'analyse de type I' comprend :

- Observations générales
  - . couleur
  - . odeur
  - . turbidité
  - . température
  - . conductivité
- Analyse des ions principaux
  - . résidu sec
  - . TH
  - . chlorures  $\text{Cl}^-$
  - . sulfates  $\text{SO}_4^{--}$
  - . nitrates  $\text{NO}_3^-$
  - . sodium  $\text{Na}^+$
  - . potassium  $\text{K}^+$

L'analyse de type II comprend :

- $\text{NO}_2$
- $\text{NH}_4$
- détergents ioniques (A.B.S.)

L'analyse de type III concerne la recherche des hydrocarbures par 2 méthodes : extraction par l'éther de pétrole et pesée, et par infrarouge.

L'analyse dite de type IV concerne la recherche d'un ou plusieurs des éléments suivants :

- Hg
- Fe
- Pb
- As
- $\text{NO}_2$
- $\text{PO}_4$
- Organo-chlorés.

Les éléments à analyser sont spécifiés pour chaque cas.

N° du puits	Type des analyses					Problème justificatif
	I	I'	II	III	IV	
993.7.25	X		X			Décharge de Marseille
993.7. 1 bis	X		X			"
993.7. 2 bis	X		X			"
993.7. C	X		X			"
993.7. D	X		X			"
1019.2. 6	X		X	X		"
993.7.10	X		X	X	OR.CL	"
993.7.11	X		X		OR.CL	"
993.7.13	X		X	X		"
993.7.16	X		X	X		"
993.7.23	X		X		OR.CL	"
993.7.26	X		X			"
993.7.28 b	X		X			"
993.7.31	X		X			"
993.7.41	X		X			"
993.7.71	X		X			"
993.7.72	X		X			"
993.7.84	X		X			"
993.7.85	X		X			"
993.7.86	X		X			"
993.7.87	X		X			"
993.7.P1	X		X			"
993.7.P2	X		X			"
993.7.P3	X		X			"
993.7.P4	X		X			"
993.7.P5	X		X			"
993.7.P6	X		X		OR.CL	"
993.7.P7	X		X		OR.CL	"
993.7.P8	X		X		OR.CL	"
993.7.P9	X		X			"



N° du puits	Type des analyses					Problème justificatif
	I	I'	II	III	IV	
993.7.P10	X		X			Décharge de Marseille
993.7.DR		(1) X			NO <sub>2</sub>	"
993.7.P	(2) X		X			"
993.6.B		X		X	NO <sub>2</sub>	Etang de la Dynamite
993.6.5		X			NO <sub>2</sub>	"
993.6.47		X			NO <sub>2</sub>	"
993.6.79		X			NO <sub>2</sub>	"
993.6.80		X			NO <sub>2</sub>	"
993.6.91		X			NO <sub>2</sub>	"
994.5. 5	X		X	X		Aval de Salon de Provence
994.5.11	X		X	X		"
994.5.12	X		X	X		"
994.5.13	X		X	X		"
994.5.21	X		X	X		"
993.8. 4	X		X		Hg	Aval de Miramas
993.8.70	X		X	X	Hg	"
993.8.75	X		X	X	Hg	"
993.8.76	X		X			"
993.8.102	X		X	X	Hg	"
993.8.103	X		X	X	Hg	"
1019.4. 6		X	X	X		Aval d'Istres
1019.4.53 bis		X	X			"
1019.4.85		X	X			"
1019.4.87		X	X	X		"

(1) - type I' sauf : R, couleur, odeur, turbidité, en plus Mg et Ca

(2) - type I sauf : RS, couleur, odeur, turbidité.

N° du puits	Type des analyses					Problème justificatif
	I	I'	II	III	IV	
1019.4.51		X	X		Fe, As, Pb	Aval de Rassuen
1019.4.58		X	X		"	"
1019.4.59		X	X	X	"	"
1019.4.66		X	X		"	"
994.1.A				X		Hydrocarbures
993.7.E				X		"
1019.7.11		X		X		"
1019.7.12		X		X		"
1019.4.15	X			X		"
1019.4.28		X		X		"
993.6.32		X		X		"
994.1.78	X			X		"
1019.3.26				X		
993.8.16	X					Bordure Miocène
994.1.53	X					"
994.1.54	X					"
1019.4.40	X					"
1019.4.90	X					"
993.1.AG1		(1)X			PO	Agriculture
993.1.AG2		(1)X			PO	"
Parc de Beausseng				X		Eau de pluie
Salon le Merle				X		"
Salon le Merle				X		"
Istres B.A.				X	Hg	"
Fossette				X	Hg	"

(1) - type I' sauf : couleur, odeur, turbidité, RS, TH, Na, T°.

N° du puits	Type des analyses					Problème justificatif
	I	I'	II	III	IV	
993.5. 28					Hg	Recherche particulière concernant le mercure
993.5. 65					Hg	
994.1. 17					Hg	
1019.3. 19					Hg	
993.8. 31					Hg	
993.8. 6					Hg	
Aix thermes					Hg	
993.7. P5					Hg	
993.8.102					Hg	
994.1. A					Hg	
993.6. 75					Hg	

## II - METHODES D'ANALYSES

(Laboratoire de la Société des eaux de Marseille)

Les méthodes d'analyses sont les mêmes que celles employées lors des mesures d'octobre 1972. Se reporter à l'annexe au dossier 73.SGN.068.PRC relatif à ces mesures.

Pour les mesures sur le mercure, la méthode d'analyse employée est la spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme en utilisant la méthode des ajouts dosés. La précision est 20 % pour des concentrations inférieures à  $1 \mu\text{g/l}$  et la limite de détection de  $0,1 \mu\text{g/l}$ .



III - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, CHIMIQUES, BACTERIOLOGIQUES DES EAUX  
POTABLES

III.1 - Législation des eaux potables en France

III.2 - Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé O.M.S.

III.3 - Normes U.S. (Etats Unis d'Amérique)

Les chapitres III.1, III.2, et III.3 sont traités dans  
l'annexe du rapport 73.SGN.068.PRC, relatif aux mesures d'octobre 1972.

III.4- Normes U.R.S.S. (Union des Républiques Socialistes Soviétiques)

Ministère de la Santé publique - 12 janvier 1967

Limites admissibles de concentration des éléments nocifs dans les cours d'eau utilisés à des fins sanitaires et publics.

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Adipate de potasse	Toxique du point de vue hygiénique	1,0
Anisol	-	0,05
Aniline	-	0,1
Benzène	-	0,5
Béryllium ( $\text{Be}^{2+}$ )	-	0,0002
Vanadium ( $\text{V}-(\text{u})$ )	-	0,1
Héxogène	-	0,1
Hexaméthyl diamine	-	0,01
Hexachloro-benzène	-	0,05
Heptachlore	-	0,05
Heptanol	-	0,005
Diméthyl dioxane	-	0,005
Diméthyl phényl carbinol	-	0,05
Diisopropylamine	-	0,5
Dinitrile de l'acide adipique	-	0,1
Diéthyl mercure	-	0,0001
Ether diéthylique de l'acide maléique	-	1,0
2,3 dichloro- 1,4 naphta-quinone	-	0,25
Isopropilamine	-	2,0
Molybdène ( $\text{MO}^{6+}$ )	-	0,5
Monométhylamine	Toxique au point de vue hygiénique	1,0

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Arsenic ( $\text{As}^{3+}$ ) (1)	-	0,05
Nitrate (en azote)	-	10,0
Nitrile de l'acide acrylique	-	2,0
Nitro chloro benzol	-	0,05
Nitrochlorohexane	-	0,1
Nonanol	-	0,01
Perchlorate d'ammonium	-	5,0
Pyridine	-	0,2
Polyacrilamide	-	2,0
Polychloropinène	-	0,2
Poraphinyle diamine	-	0,1
Les rodanides	-	0,1
Mercure (Hg) (2)	-	0,005
Plomb (Pb)	-	0,1
Séléniate ( $\text{SeO}_3$ )	-	0,01
Sourma	-	0,05
Plomb tétraéthyle	-	
Trifluorochloropropane	-	0,1
Urotropine	-	0,5
Fluocyanures	-	1,25
Formaldéhyde	-	0,5
Fluor (3)	-	1,5
Furane	-	0,2
Les cyanures (4)	-	0,1
Cyclohexane	-	0,1
Cyclohexène	-	0,02
Cyclohexanol	-	0,5
Cyclohexanone	-	0,2

(1) - Abstraction faite des composés organiques

(2) - Pour les composés non organiques

(3) - Ainsi que les composés du fluor

(4) - Les cyanures simples et complexes (excepté les cyanures de fer) pour les calculs de cyanures.



Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Cyclohexanonoxine d'éthylmercurique Chlorure	- Toxique au point de vue de l'hygiène générale	1,0 0,0001
Ammoniaque (en azote)	-	2,0
Acétone	.	dans les limites admissibles sui- vant la teneur
Acide benzoïque	-	des matières orga- niques de l'eau ainsi que suivant les réactifs B.P.K. et l'oxygène dilué.
Héxaméthyl diaminadipate (AG-sel)	-	1,0
Diméthyl formamide	-	10,0
Alcool isobutylique	-	1,0
Cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ )	-	0,01
Cobalt	-	1,0
Caprolactanol	-	1,0
Méthanol	-	dans les limites admissibles sui- vant la teneur
Acide butyrique	-	des matières orga- niques de l'eau
Acide lactique	-	ainsi que suivant les réactifs
Acide formique	-	B.P.K. et l'oxygène dilué.
Cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ )	-	0,1
Nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ )	-	0,1
Norsulfazol	-	0,1
Propylèneglycol	-	dans les limites admissibles sui- vant la teneur des
Acides gras synthétiques ( $\text{C}_3\text{-C}_{20}$ )	-	matières organiques de l'eau ainsi que suivant les réac- tions B.P.K. et l'oxygène dilué

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Sulfures <sup>(1)</sup>	-	néant
Titane	-	0,1
Trinitrotoluol	-	0,5
Triéthylèneglycol	-	dans les limites admissibles suivant la teneur des matières organiques de l'eau ainsi que suivant les réactifs B.P.K. et l'oxygène dilué.
Acide acétique	-	
Chlore actif <sup>(2)</sup>	Toxique au point de vue de l'hygiène générale	néant
Zinc (Zn <sup>2+</sup> )		1,0
Ethylène glycol	-	dans les limites admissibles suivant la teneur des matières organiques de l'eau ainsi que suivant les réactifs B.P.K. et l'oxygène dilué.
Aldrine	Organoleptique	0,002
Baryum	-	4,0
Benzène	-	0,1
Butylacrylate	-	0,015
Butylbenzol	-	0,1
Butylène	-	0,2
Alcool butylique	-	1,0
Mercaptodiéthylamine	-	0,1
Hexachlorobutadiène	-	0,01
Hexachlorobutane	-	0,01
Hexachlorane	-	0,02
Hexachloréthane	-	0,01

(<sup>1</sup>) - En tenant compte du régime de l'oxygène dans les conditions hivernales

(<sup>2</sup>) - Dans les limites de consommation en chlore par l'eau du réservoir.

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Hexachlorocyclopentadiène	-	0,001
Hydroquinone	-	0,2
Diméthylchlorophosphate	-	1,0
Diméthyltenephtalate	-	1,5
Acide diéthylldithiophosphorique	-	0,1
Dinitro benzène	-	0,5
Acide diéthylldithiophosphorique	-	0,2
Diéthylldithiophosphate de potasse	-	0,5
Disopropyl dithiophosphate de potasse	-	0,02
Dinitrochlorobenzol	-	0,5
Dinitronaphtalène	-	1,0
Diuron	-	1,0
Dithiophosphate de crésyl	-	0,001
Dichlorobenzol	-	0,03
Dichlorobutane	-	0,5
Dichlorohydrine	-	1,0
Dichlorométhane	-	7,5
Dichlorophénol	-	0,002
Dichlorocyclohexane	-	0,02
D.D.T.	-	0,2
Dichloroéthane	-	2,0
Fer (Fe <sup>2+</sup> )	-	0,5
Isobutylène	-	0,5
Isoprène	-	0,005
Carbophos	-	0,05
Pétrole butylique	-	0,1
Xylol	-	0,05



Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Xanthate butylique	-	0,001
Anhydride maléique	-	1,0
L-méthylstyrol	-	0,1
Méthylsystox	-	0,01
Mércaptophos	-	0,01
Méthyléthylcétone	-	1,0
Métaphosphate	-	0,02
Sel de sodium de l'acide cyanique	-	25,0
Monouron	-	5,0
Monochlorhydrine	-	0,7
Monoéthylamine	-	0,5
Sel de sodium de l'acide dichlorophénylacétique (Na-2,4 D)	-	1,0
Naphte avec des composés soufrés	-	0,1
Autres espèces de naphtes	-	0,3
Acide nathtaloïque	-	0,3
Nitroforme	-	0,01
O-diméthyl-éthyl-mercapto- ditio-phosphate (M-81)	-	0,001
Pentachlorobutane	-	0,02
Pentachlorophénol	-	0,3
Pentachlorophénol de potasse	-	5,0
Acide picrique	-	0,5
Propyl benzène	-	0,01
Propylène	-	0,5
Saponine	-	0,2
Sévine (1 naphthyl-N-méthyl- carbamate)	-	0,1

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Sulfure de carbone	-	1,0
Térébenthine	-	0,2
Styrol	-	0,1
Simasine (non diluée)	-	néant
Dérivés de simasine non dissous	-	néant
Tétrachlorheptane	-	0,0025
Tétrachloropentane	-	0,005
Tétrachloropropane	-	0,01
Tétrachlorononane	-	0,003
Tétrachloroundécane	-	0,007
Tétrachloéthane	-	0,2
Tétrachlorométhane	-	0,5
Toluol	-	0,5
Thiophos	-	0,003
Thiophène	-	2,0
Trichlorométaphos-3	-	0,4
Trichlorophénol	-	0,0004
Trichloroéthylène	-	0,5
Phénol <sup>(1)</sup>	-	0,001
Formamide	-	0,03
Chlorate de soude	-	20,0
Chlorobenzol	-	0,1
Chloroprène	-	0,1
Chlorophos	-	0,05
Acide chloropélargonique	-	0,3

(<sup>1</sup>) - Pour les points où le cours d'eau est utilisé pour l'alimentation en eau potable.

Substance	Indice limitatif de nuisance	Limite admissible de concentration en mg/l
Acide chloroundécanoïque	-	0,1
Acide chlorodécanoïque	-	0,05
Chrome (Cr VI)	-	0,1
Chrome (Cr III)	-	0,5
Chloronitrosocyclohexane	-	0,005
Chlorocyclohexane	-	0,05
Tétrachlorure de carbone	-	5,0
Acide cyanhydrique	-	6,0
Ethylbenzol	-	0,01
Ethylène	-	0,5
Ether sulfoné	-	0,2

**AGENCE DE BASSIN RHÔNE – MÉDITERRANÉE – CORSE**

**NAPPE DE LA CRAU**

(Bouches-du-Rhône)

**ÉTUDE DES POLLUTIONS**

---

***ANNEXE 2***

*Sauvegarde de la nappe*

*Réseau de surveillance et analyses*



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**Service géologique régional PROVENCE – CORSE**

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46



## S O M M A I R E



- Tableau d'analyses d'eau	3
- Tableau récapitulatif des analyses effectuées en laboratoire	7
- Réseau de surveillance Equipement et profondeur de l'eau	8

# ANALYSES D'EAU



Nomenclature	Analyses partielles types		Type IV Annuelle	Justificatif
	Mars-Avr.	Août-Sept		
993.3. 5	1	1	x	A.E.P. Aureille
53	1	1	x	A.E.P. Mas de Payan
993.4. 10	1	1	x ORG <sup>(1)</sup>	Vergers + irrigations
39	1-2	1-2	x	A.E.P. Eyguières, voisinage habitat
993.5. 16	1-2	1-2	x	A.E.P. Raphèle, voisinage fossé de drainage
20	1	1	x	Prairies + irrigations
75	1	1	x	A.E.P. Mas Thibert
993.6. E1	1-2 SO <sub>4</sub>	1-2 SO <sub>4</sub>	x	Dynamite effluent
E2	1-2 SO <sub>4</sub>	1-2 SO <sub>4</sub>	x	Dynamite étang
E3	1	1	x	Etang des Aulnes
73	1-2	1-2	x	Aval décharge Ville de Marseille
74	1-2	1-2	x	Aval décharge Ville de Marseille
76	1-2	1-2	x	Aval décharge Ville de Marseille
79	1-2	1-2	x	A.E.P. + industriel, Dynamite
87	1	1	x	Cultures + irrigations, faible profondeur de nappe
90	1-2	1-2	x	Aval décharge Ville de Marseille
91	1-2 SO <sub>4</sub>	1-2 SO <sub>4</sub>	x	Z.I. Dynamite

(1) - ORG : Organochlorés

Nomenclature	Analyses partielles types		Type IV annuelle	Justificatif
	Mars-Avr.	Août-Sept		
993.3. 99	1	1	x	A.E.P. St Martin de Crau
993.7. E1	1	1	x	Etang d'Entressen
P4	1-2	1-2	x	Aval décharge ville de Marseille
P5	1-2	1-2	x	Aval décharge ville de Marseille
P9	1	1	x	Prairies + irrigations, faible profondeur de nappe
16	1-2	1-2	x	Aval décharge ville de Marseille
23	1-2	1-2	x	Aval décharge ville de Marseille
47	1	1	x ORG <sup>(1)</sup>	Vergers + irrigations, faible profondeur de nappe
87	1-2	1-2	x	Amont décharge ville de Marseille
993.8. E1	1 HYD <sup>(2)</sup>	1 HYD	x	Gravière, décharge industrielle
E2	1-2 ABS <sup>(3)</sup>	1-2 ABS	x	Gravière, décharge ville de Miramas
M	Hg			Eau de pluie, station météo Salon Le Merle
P1	1-2	1-2	x HYD <sup>(4)</sup>	Aval décharge et amont A.E.P.
17	1	1	x	Incendies + A.E.P. E.R.G.M.
50	1	1	x	Cultures + irrigations + amont Z.I. Miramas
52	1	1	x	Cultures + irrigations
75	1-2 Hg	1-2 Hg	x	A.E.P. Miramas, aval Z.I.
76	1-2	1-2	x	Industries + A.E.P. Z.I. et aval décharge
78	1	1	x	A.E.P. Entressen

(1) - ORG - Organochlorés

(2) - HYD - Hydrocarbures

(3) - ABS - Détergents

(4) - Prélèvement au choix sur l'une des deux périodes

Nomenclature	Analyses partielles types		Type IV Annuelle	Justificatif
	Mars-Avr.	Août-Sept.		
994.1. E1	1-2 HYD(1)	1-2 HYD	x	Eau de Durance
78	1	1	x	A.E.P. Salon de Provence
168	1	1	x ORG(2)	A.E.P. Lamanon + vergers
994.5. 12	1	1	x	Cultures diverses + irrigations
21	1-2	1-2	x HYD(3)	Aval hydraulique ville de Salon
50	1	1	x	A.E.P. Grans
1019.2. 17	1-2	1-2	x	Pâturages non irrigués, puits fermier
50	1	1	x	Pâturage non irrigué
1019.3. P1	1-2	1-2	x HYD(3)	Aval gravière et amont A.E.P.
1	1-2	1-2	x	A.E.P. Port de Bouc et aval gravière
1019.3. 69	1-2	1-2	x HYD(4)	Aval gravière, amont A.E.P.
81	1	1	x	Pâturage non irrigué
85	1-2	1-2	x HYD(4)	Aval gravière, amont A.E.P.
86	1-2	1-2	x HYD(4)	Aval gravière, amont A.E.P.
87	1-2	1-2	x HYD(4)	A.E.P. Port St Louis du Rhône
88	1-2	1-2	x HYD(4)	A.E.P. Fos sur Mer
89	1-2	1-2	x HYD(4)	A.E.P. Port autonome
1019.4. E1	1-2 HYD	1-2 HYD	x	Gravière en eau, amont A.E.P.
ST	1	1	x	A.E.P. Istres
M	Hg			Eau de pluie, station météo Istres-le-Tubé
5	1	1	x	Aval Z.I., amont A.C.P.

(1) - HYD - Hydrocarbures

(2) - ORG - Organochlorés

(3) - Prélèvement au choix sur l'une des deux périodes

(4) - Hydrocarbures, analyse 1 fois l'an, période au choix



Nomenclature	Analyses partielles types		Type IV Annuelle	Justificatif
	Mars-Avr.	Août-Sept.		
1019.4. 51	1-2 Pb-Fe	1-2 Pb-Fe	x	A.E.P. Rassuen + industrie
87	1	1	x	A.E.P. Plateforme aérienne
1019.7.183	1-2 HYD	1-2 HYD	x	Industrie, dépôt d'hydrocarbures

TABLEAU RECAPITULATIF  
DES ANALYSES EFFECTUEES EN LABORATOIRE



Analyse	Quantité/An
Cl	116
TH	116
NO <sub>3</sub>	116
NO <sub>2</sub>	62
NH <sub>4</sub>	62
Ca	58
Mg	58
Na	58
K	58
SO <sub>4</sub>	61
HCO <sub>3</sub>	58
TAC	58
Résidu sec 110°	58
Hg	4
Pb	2
Fe	2
ABS	2
Hydrocarbures	17
Organochlorés	3

RESEAU DE SURVEILLANCE  
EQUIPEMENT ET PROFONDEUR DE L'EAU



Nomenclature	Profondeur		Equipement		Observations
	> 7m	< 7m	avec exhaure	sans exhaure	
993.3. 5		x	x		A.E.P.
53	x		x		A.E.P.
993.4. 10		x		x	
39			x		A.E.P. source
993.5. 16		x	x		A.E.P.
20		x		x	
75		x	x		A.E.P.
993.6. E1					Effluent
E2					Eau superficielle
E3					Eau superficielle
73		x		x	
74		x		x	
76		x	x		A.E.P.
79		x	x		A.E.P. + industrie
87		x		x	
90		x		x	
91		x		x	
99		x	x		A.E.P.
993.7. E1					Eau superficielle
P4		x		x	
P5		x		x	
P9		x		x	
16		x		x	
23		x		x	
47		x		x	

Nomenclature	Profondeur		Equipement		Observations
	> 7 m	< 7 m	avec exhaure	sans exhaure	
993.7. 87		x	x		
993.8. E1					Eau superficielle
E2					Eau superficielle
M					Eau de pluie
P1	x			x	
17	x		x		A.E.P. incendie
50	x			x	
52	x			x	
75	x		x		A.E.P.
76	x		x		A.E.P. + incendie
78		x	x		A.E.P.
994.1. E1					Eau superficielle
78		x	x		A.E.P.
168	x		x		A.E.P.
994.5. 12		x		x	
21		x		x	
50			x		Source A.E.P.
1019.2. 17	x			x	
50		x		x	
1019.3. P1	x			x	
1		x	x		A.E.P.
69	x			x	
81	x			x	
85	x			x	
86		x		x	
87		x	x		A.E.P.
88	x		x		A.E.P.
89	x		x		A.E.P.
1019.4. E1					Eau superficielle



Nomenclature	Profondeur		Equipement		Observations
	> 7 m	< 7 m	avec exhaure	sans exhaure	
1019.4. M					Eau de pluie
St	x		x		A.E.P.
5	x		x		
51		x	x		A.E.P.
87	x		x		A.E.P. + industrie
1019.7.183			x		Industrie

R E C A P I T U L A T I F :

- Eaux superficielles : 8
- Eaux de pluie (stations météorologiques) : 2
- A.E.P. : 22
- Industrie : 1
- Puits ou piézomètres sans exhaure : 26 dont profondeur
  - > 7 m : 8
  - < 7 m : 18