

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

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

ÉVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

NAPPE DE LA CRAU

(Bouches-du-Rhône)

NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE DE VULNÉRABILITÉ A LA POLLUTION

par

J. PUTALLAZ



Service géologique régional PROVENCE – CORSE

Domaine de Luminy – route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

73 SGN 420 PRC

Décembre 1973

R E S U M E

XXXXXX

Ce travail a été exécuté par le B.R.G.M. agissant pour le compte de son ministère de tutelle, le Ministère du Développement industriel et scientifique.

La carte de vulnérabilité d'une nappe aux pollutions a non seulement pour but de faire ressortir le degré de protection naturelle de l'aquifère face à tous facteurs susceptibles de dégrader la qualité des eaux, mais de localiser toutes sources de pollution et de mettre en valeur le potentiel hydraulique et l'exploitabilité du système. Elle est avant tout destinée aux administrations responsables pour leur permettre de visualiser rapidement l'importance économique que représente un aquifère et de prendre les mesures nécessaires à sa protection.

En Crau, la carte montre qu'en bordure orientale, une bande de direction NNE-SSW, dit "couloir de Miramas" à transmissivité élevée contient la grande majorité de captages. Ceux-ci alimentent en eau potable des centres comme Miramas, Istres, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône et des industries. La carte montre également que l'extension urbaine et industrielle se développe davantage sur cette bande, d'où un danger accru de détérioration de la qualité des eaux de la nappe si des mesures strictes ne sont pas prises pour éviter les pollutions.

Ailleurs, la carte montre deux zones à transmissivité élevée : le couloir central au tracé encore mal défini (on sait qu'il draine les eaux polluées par la décharge de la ville de Marseille) et la gouttière de Saint Hippolyte à l'Ouest qui alimente Saint Martin de Crau, Raphèle et Moulès.

A l'opposé, les zones à faible transmissivité représentent les secteurs à faible épaisseur de cailloutis où la possibilité d'exploiter de gros débits demeure fort aléatoire. Il ne faut pas moins les protéger contre les pollutions car ces aires apparemment peu dignes d'intérêt du point de vue captage, constituent une surface d'alimentation et de drainage importante qui alimente les couloirs à haute transmissivité et sans laquelle ces derniers verraient leur potentiel hydraulique diminuer de façon très sensible.

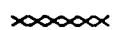
S O M M A I R E

XXXXXX

Résume		2
1	- INTRODUCTION	7
2	- DONNEES NATURELLES	9
	21 - Divisions naturelles et morphologiques	
	22 - Limites du bassin hydrogéologique	
	23 - Végétation et cultures	10
	34 - Habitat et industries	11
3	- CADRE GEOLOGIQUE	13
4	- CLIMATOLOGIE	15
5	- HYDROGEOLOGIE	17
	51 - Les limites de la nappe de la Crau	
	52 - Le réservoir	18
	53 - Les caractéristiques hydrodynamiques	
	54 - La piézométrie	19
	55 - Fonctionnement de la nappe. Essai de bilan	
6	- QUALITE DES EAUX	21

7	- VULNERABILITE DE LA NAPPE	23
	71 - Le recouvrement	
	72 - Profondeur de la nappe	24
	73 - Répartition des transmissivités - Modèle mathématique transitoire D.R.T.R.A.	25
	74 - Vitesse de la propagation des filets liquides - Modèle mathématique POPOF	
8	- SITUATION ACTUELLE ET DANGER DE POLLUTION	27
	81 - L'assainissement urbain	
	82 - Les industries	28
	83 - L'agriculture	
9	- PROTECTION DE LA NAPPE	30
	91 - Protection des captages	
	92 - Protection des couloirs à transmissivités élevées	
	93 - Réseau de surveillance	31
10	- CONCLUSIONS	33
	Bibliographie	35

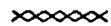
A N N E X E S



- 1 - Plan des zones d'exploitation d'eau préconisées
- 2 - Modèle mathématique de gestion de la nappe
- 3 - Tableau : Alimentation en eau potable
- 4 - " Réseau d'assainissement
- 5 - " Stations d'épuration
- 6 - " Décharges municipales
- 7 - Réseau de surveillance. Echelle 1/100.000
- 8 - Diagrammes d'eau

Hors texte carte en couleurs. Echelle 1/50.000

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



L'unité naturelle remarquable du domaine de la Crau, forme un système aquifère bien défini. Au sein de ces formations alluviales deltaïques, s'étend une nappe à écoulement divergent du col de Lamanon aux émergences aval qui forment une vaste zone de marais et dont le régime dépend étroitement de la pluie et des irrigations.

Cette nappe constitue une ressource en eau importante et est largement sollicitée pour l'alimentation en eau des agglomérations et des industries installées à même la Crau ou sur son pourtour.

Du fait de l'importance des irrigations, cette nappe est sensible à toute pollution provenant de la Durance et à l'emploi massif en agriculture de produits susceptibles de provoquer une dégradation de la qualité des eaux.

Le risque, du fait du développement de l'habitat, des établissements industriels et des réseaux de distribution de fluides divers à partir de la zone littorale, est latent et ne fera que croître dans les années à venir.

Par ailleurs, du fait de la faible épaisseur du milieu non saturé et de la grande perméabilité verticale des matériaux alluvionnaires, la nappe est partout sensible à une pollution directe à partir du sol.

Ainsi apparaît l'intérêt d'une étude visant à préciser les conditions de vulnérabilité de la nappe en fonction de son alimentation et des sources de pollutions existantes ou potentielles.

Une telle étude a pu être entreprise grâce à de nombreux et importants travaux d'hydrogéologie exécutés depuis une cinquantaine d'années en vue du développement agricole et tout dernièrement, de l'expansion industrielle et de l'aménagement portuaire de la région de Fos-sur-Mer, à l'initiative de plusieurs administrations publiques, par différents bureaux d'études.

D O N N E E S N A T U R E L L E S

XXXXXXXXXX

21 - DIVISIONS NATURELLES ET MORPHOLOGIE

Entre la Camargue et l'étang de Berre, la Crau s'étale en un vaste triangle de 520 km², limité au Nord par les Alpilles et la dépression du marais des Baux, à l'Est par les collines de Grans et d'Istres et au Sud-Ouest par le canal d'Arles à Bouc, traversant de Mas Thibert à Fos une zone allongée de marais.

L'altitude de cette plaine, ancien cône de déjection de la Durance incliné, du Nord-Est vers le Sud-Ouest, varie de la cote + 110 à la cote + 3.

Une ligne de partage des eaux à peine esquissée, correspondant à une ligne de crête du substratum, Signal de Mourières - Dynamite, délimite grossièrement deux grands ensembles :

- la Crau d'Arles à l'Ouest (Villafranchien),
- la Crau de Miramas à l'Est (Riss-Würm).

22 - LIMITE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE

La Crau, dans son ensemble, constitue moins un bassin hydrographique qu'une surface de divergence. Les seuls cours d'eau permanents et naturels sont le Rhône et la Touloubre, aux limites de la région cartographiée.

La superficie du "bassin de la Crau" a été évaluée à 642 km². Le ruissellement, du fait de la faible pente et de la perméabilité des cailloutis est pratiquement nul en Crau, par contre il est notable dans les Alpilles et le massif de Vernègues, lors des précipitations orageuses abondantes. Des dépressions existent, vers lesquelles convergent les eaux de ruissellement des bordures : ce sont d'une part, la vaste dépression des marais de Meyranne et des Chanoines, d'autre part, celles plus réduites d'Entressen et des Aulnes. Au Nord de la Crau, les marais des Baux sont alimentés par le ruissellement provenant du Signal de Mouriès, ainsi que par des résurgences importantes à la base de ce massif, et au Nord par le ruissellement sur le flanc Sud des Alpilles.

Le réseau d'irrigation et de drainage, par contre est complexe et les premiers travaux sont anciens puisqu'ils datent du 16^{ème} siècle grâce à ADAM de CRAPONNE. Les trois canaux d'arrivée sont ceux de Craponne, des Alpilles méridionales et le cours inférieur du fossé de Meyrol. Les canaux d'assèchement sont : le canal de la vallée des Baux, le canal de Meyranne, la roubine des Aulnes, le canal de Vigueirat, le canal de Colmatage, la roubine de la Pissarotte, la roubine de la Chapelette et celles de la région de Fos.

23 - VEGETATION ET CULTURES

Le sol caillouteux est très pauvre et n'est couvert à l'état naturel que d'une maigre végétation de type maquis, où les moutons transhumants pacagent, en hiver et au printemps, une herbe courte mais savoureuse.

Les zones irriguées sont dans leur presque totalité consacrées à la production du fourrage d'excellente qualité sur les sols limoneux, apportés par les eaux chargées de la Durance. Récemment s'est développée la culture des melons, des primeurs et des arbres fruitiers.

Dans la partie orientale, plus limoneuse se pratique la culture des céréales qui reste toutefois peu abondantes.

Les collines de bordure sont recouvertes d'une végétation méditerranéenne typique; la vigne y est cultivée par endroits et dans les zones irriguées se pratique l'arboriculture.

Dans la zone où la nappe est affleurante, les marais dominant. Près du Rhône en particulier, où l'irrigation et le drainage sont possibles, les sols limoneux salés voient se développer la culture du riz, mais les zones méridionales les plus proches de la mer ne sont couvertes que de maigres joncs ou de salsolacées entre lesquels s'étendent de vastes étangs salés. Les "Manades" de chevaux et de taureaux parcourent ces zones où elles trouvent un excellent pacage.

24 - HABITAT ET INDUSTRIES

En Crau, l'habitat est développé surtout dans la bordure orientale où se trouvent les grands centres commerciaux et industriels de Salon, de Miramas, d'Istres et de Fos. L'habitat rural est quasi nul dans la partie centrale et méridionale de la Crau où n'existent que quelques mas dans les parties irriguées; il est plus développé dans le Nord et le Nord-Ouest.

Dans la chaîne des Alpilles, hormis les centres d'Aureille et d'Eyguières, et au-dessus de la zone desservie par le canal d'irrigation de la vallée des Baux, l'habitat très dispersé (fermes isolées) est conditionné par l'existence de rares points d'eau. C'est au contraire la valeur de la position stratégique qui a commandé l'implantation de l'antique village des Baux devenu un centre touristique renommé. Dans la vallée des Baux, la population est au contraire agglomérée. Le centre principal est Maussane avec son annexe le Paradou. L'autre centre est Mouriès à l'extrémité orientale de la vallée.

A l'extrémité Nord-Ouest de la carte, Arles reste la capitale de la basse Provence.

Dans les marais se trouvent des mas de riziculteurs et une ville, Port-Saint-Louis créée artificiellement au débouché du Rhône dans la mer.

Dans la Crau proprement dite, n'existent pour l'heure que peu d'industries : la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques, la Société industrielle de Munitions et de travaux à Saint Martin de Crau, la Société Guibe, produits laitiers, à Entressen, les Ateliers de Provence, le Dépôt S.N.C.F. et le Commissariat à l'Energie atomique à Miramas, la Plate-forme aérienne à Istres. En bordure orientale, on peut citer, bien qu'elle ne soit pas située directement dans les cailloutis de Crau, mais en limite immédiate, la Compagnie générale des produits chimiques du Midi de Rassuen.

Dans la partie marécageuse proche de la mer existent depuis très longtemps des marais salants. Entre Port-Saint-Louis-du-Rhône et Fos-sur-Mer, la création d'un vaste complexe portuaire et industriel apporte des changements tels qu'ils vont modifier rapidement toute la structure économique, sociale et peut-être écologique de la région. Déjà des dépôts pétroliers mordent sur la partie Sud-Est de la Crau, des oléoducs et gazoducs la traversent de part en part, des gravières de dimensions respectables s'ouvrent en maints endroits, une zone industrielle s'est installée aux Carabins (Fos-sur-Mer), et des projets forts élaborés de zones industrielles ou de villes nouvelles sont à l'étude.

Enfin, parce que jadis la Crau était considérée comme une terre inhospitalière et quasi désertique, elle a eu et a encore, le triste privilège de recevoir au lieu dit "Les Gadoues" à Entressen, les ordures de la ville de Marseille. Le dépôt reçoit actuellement 800 tonnes par jour et prend rapidement des proportions non négligeables.

C A D R E G E O L O G I Q U E

xxxxxx

Les dépôts récents qui constituent la plaine de la Crau, s'étendent entre les calcaires crétacés de la chaîne des Alpilles et du massif de Vernègues au Nord, les collines molassiques miocènes de Grans et d'Istres à l'Est et s'enfoncent au Sud-Ouest sous les limons du delta du Rhône. Les premiers ont été soulevés lors de la grande phase orogénique post-éocène en ondulation orientées Est-Ouest, et les secondes lors d'une phase orogénique postérieure (alpine) qui a accentué les anciennes ondulations et provoqué l'affaissement de la région située au Sud des Alpilles.

Les cailloutis de Crau représentent le terme ultime du comblement de cette zone déprimée dans lesquels se sont déposés d'abord de la molasse d'âge miocène et des sédiments sablo-argileux de l'Astien-Plaisancien (Pliocène). On y distingue par ordre chronologique deux ensembles :

- les cailloutis de Crau d'Arles (Villafranchien), fortement indurés dans leur ensemble et constitués de galets calcaires pour la plus grande part.
- les cailloutis de Grande Crau ou de Miramas (Riss-Würm), à passées indurées et constituées de galets à composition hétérogène (quartzite, granite, roche métamorphique, éruptive et calcaire).

Ces dépôts ont été apporté par l'ancienne Durance débouchant successivement par les seuils d'Eyguières et de Lamanon avant qu'elle n'emprunte son cours actuel au moment de la régression flandrienne. Ils reposent, par le jeu de transgressions et régressions successives entre

lesquelles se placent les phases orogéniques récentes, sur un substratum accidenté. C'est pourquoi, l'épaisseur des cailloutis varie considérablement de quelques mètres à plus de cinquante mètres selon qu'ils ennoient des hauts fonds (rides d'Entressen et de la Dynamite ou de profondes vallées enterrées ("bouloir" de Miramas, "couloir" central et "gouttière" de Saint Hippolyte).

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

xxxxxx

L'O.N.M. dispose d'un certain nombre de stations météorologiques dont certaines ne donnent que des renseignements fragmentaires : Arles (ville, Salin de Giraud, Tour du Valat, Mas du Rousty, la Sambuc), Saint Martin de Crau (ville, le Luquier, Baussenq), Eyguières, Salon de Provence (M.N., Le Merle), Istres le Tubé, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Le climat auquel est soumis la plaine de Crau est essentiellement méditerranéen, avec influence marquée de deux vents prédominants le Mistral (NW-NNW) qui assèche les terres en été et abaisse considérablement la température en hiver, les vents du Sud et du Sud-Est en automne et à la fin de l'hiver, qui amènent les pluies.

La hauteur moyenne annuelle de pluies pour l'ensemble de la Crau est estimée à 550 mm répartis en deux périodes humides (septembre-décembre et mars-avril) et séparées par des saisons sèches.

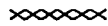
La température moyenne en Crau est de l'ordre de 14°30 (moyenne constituée par SANSON pour la période 1891 - 1930) à 14°70 (moyenne constatée par la S.M.M.A. pour une période de 4 ans).

Les minima hygrométriques sont en juin, juillet, août, quelquefois en mai ou septembre (influence du Mistral) et oscillent de 13 à 27. Les maxima sont mesurés en novembre avec 95.

L'insolation est importante (2923 h) et dépassée seulement par Toulon (3017 h). D'après ces observations, l'évapotranspiration est importante et doit prélever une grande part de la tranche annuelle des précipitations. D'après TURC et TORNTWHAITE, l'évapotranspiration moyenne annuelle réelle est de l'ordre de 450 à 550 mm, l'évapotranspiration potentielle d'après le premier est de 1387 mm et d'après le second de 765 mm. L'évaporation de surface libre est d'après COUTAGNE et de MARTONNE de 1453 mm à Salin de Giraud (1250 mm d'après les observations des Salins) et de 1050 à Arles.

Ces chiffres, bien qu'entachés d'une certaine imprécision lorsqu'ils sont le résultat de formule mathématique, montrent néanmoins d'une manière éloquente que le bilan hydrique est déficitaire, ce qui justifie les irrigations.

HYDROGEOLOGIE



51 - LES LIMITES DE LA NAPPE DE LA CRAU

Les limites de la nappe libre de la Crau peuvent se définir de la manière suivante :

- limite de flux nul, pratiquement étanche, peu ou pas d'apport s'effectuant au travers de celle-ci. Sur la bordure Nord, elle existe du seuil de Lamanon au château de Beauregard, puis à l'Est du Grand Barbegal et enfin au Sud d'Arles. En bordure orientale, elle correspond au contact avec le Miocène.
- limites non étanches, perméables, au travers desquelles s'effectuent des échanges. Ce sont des limites à potentiel constant ou variable, drainantes ou alimentantes. Elles constituent les limites entre le seuil de Lamanon et la courbe de la Touloubre vers la Ménarde, les marais du Sud et du Sud-Ouest, et au Nord en bordure du massif calcaire et dolomitique du Signal de Mourières.
- limites de captivité qui se confondent avec une limite à potentiel non étanche, à potentiel imposé constant ou variable. Partant de Fos, à l'aval de la zone d'émergence, elle se prolonge à l'Ouest tout le long de la zone des Marais jusqu'au Sud d'Arles.

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

52 - LE RESERVOIR

Les cailloutis dans lesquels circule la nappe, s'étendent sur une superficie de 520 km^2 . Ils sont entièrement perméables bien qu'assez fréquemment cimentés en poudingue compact, mais discontinu et fissuré.

D'épaisseur variable, ces cailloutis contiennent une nappe extrêmement importante dans les couloirs constitués par les anciennes vallées enterrées de la Durance (cf. annexe 1). Sur les hauts fonds du substratum ou dans les zones fortement indurées en particulier en Crau d'Arles, les ressources quoique abondantes, sont plus difficiles à capter dès que les débits demandés sont élevés.

La physionomie globale du réservoir a été décelée, d'une part par de nombreux forages et recherches géophysiques, d'autre part par les modèles établis à l'aide de simulateurs d'écoulement dans le cadre d'actions concertées D.G.R.S.T. (B.R.G.M. - Ecole des Mines de Paris- Géohydraulique) et d'étude D.D.E. exécutée par le B.R.G.M. (cf. annexe 2).

53 - LES CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

La répartition de la distribution des paramètres hydrodynamiques du réservoir conditionne sensiblement les écoulements, donc la forme de la piézométrie

La recherche de ces paramètres, perméabilité, transmissivité et coefficient d'emmagasinement a fait d'abord l'objet d'essais ponctuels in situ. Toutefois, pour préciser leur répartition sur l'ensemble du domaine, il a été indispensable de recourir aux simulateurs d'écoulement capables de prendre en compte l'ensemble des facteurs qui régissent l'allure et le fonctionnement d'une nappe.

Cinq simulateurs ont été construits : une cuve rhéoélectrique, un réseau résistances-capacités et trois modèles mathématiques ont permis d'aboutir à une distribution spatiale raisonnable des transmissivités (cf. annexe 1) et des coefficients d'emmagasinement, et d'obtenir une reconstitution suffisamment fidèle des écoulements. (cf. annexe 2).

54 - LA PIEZOMETRIE

La surface piézométrique présentée en annexe 2 résulte de mesures effectuées en février 1970 par E.D.F. D'autres levés ont été effectués à l'occasion d'études en diverses époques de l'année. Tous présentent un certain nombre de traits communs qui définissent les composantes principales de l'écoulement de la nappe.

En particulier, la nappe de la Crau comporte une zone de drainage importante en tête de Crau dans la zone sommitale du "couloir" de Miramas, une deuxième dans le "couloir" central et une troisième enfin, créée par la "gouttière" de Saint Hippolyte.

Des lignes de partage des eaux souterraines qui s'avèrent très stables dans le temps, séparent en sous-bassins les zones drainées par des chenaux à fortes transmissivités. Les lignes de partage correspondent approximativement aux lignes de crête topographique du substratum.

Le régime de fluctuation de la nappe est bien connu grâce aux observations E.D.F. depuis 1954. Le régime est très variable dans l'espace et dans une moindre mesure dans le temps.

55 - FONCTIONNEMENT DE LA NAPPE - ESSAI DE BILAN

La nappe de la Crau est une nappe libre à écoulement divergeant depuis la région du seuil de Lamanon au Nord-Est vers la zone des marais bordant le delta du Rhône au Sud-Ouest. Ceux-ci constituent

une condition aval permanente du système. Les conditions amonts sont déterminées essentiellement par les infiltrations d'origine pluviale et par celles qui résultent des irrigations. Toutes sont réparties d'une manière non uniforme dans l'espace et varient avec le temps. Ainsi sur une grande partie de la plaine, le régime de la nappe est essentiellement transitoire.

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

- Apports

. précipitations sur le bassin versant (584 km^2)	11
. canaux d'irrigation	17,5
	<hr/>
Total	$28,5 \text{ m}^3/\text{s}$

- Prélèvements

. canaux de drainage	13,5
. évaporation, évapotranspiration	12,5
. sources et pompages	1,8
. drainage par canal d'Arles à Bouc + écoulements occultes à la mer	2,0
	<hr/>
Total	$29,8 \text{ m}^3/\text{s}$

Cette nappe, comme on le voit, reçoit plus d'eau qu'elle ne peut emmagasiner puisque les canaux de drainage évacuent une moyenne annuelle de $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$, issus des collatures et des débordements de la nappe. C'est dire qu'actuellement cette nappe est largement sous-exploitée. Il est donc raisonnable dans l'optique d'une utilisation rationnelle des ressources en Crau de penser à une gestion d'ensemble de la nappe. C'est pourquoi, la Direction départementale de l'Équipement confiait au B.R.G.M., début 1971, la réalisation d'un modèle mathématique de gestion de la nappe, fonctionnant en régime transitoire. L'utilisation de ce modèle permettra la recherche d'une répartition adéquate des exploitations en fonction des alimentations, des débordements de la nappe et de la répartition des transmissivités.

Q U A L I T E D E S E A U X

XXXXXX

Une étude de la chimie des eaux et de la pollution de la nappe de la Crau a été exécutée par le B.R.G.M. pour le compte de l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Elle a le mérite de donner une image globale et homogène de la qualité des eaux en un instant donné puisque les échantillons de quelques 170 puits et forages répartis sur l'ensemble de la Crau ont été prélevés après pompage sur un laps de temps très court, de l'ordre d'une quinzaine de jours.

Pour comprendre plus facilement le chimisme des eaux de la nappe de la Crau, il est utile de rappeler que les eaux d'alimentation proviennent pour un tiers des eaux de pluie et pour deux tiers des eaux d'irrigation amenées de Durance.

Les eaux de Durance sont de faciès bicarbonaté-calcique, pauvres en chlorures, sodium, potassium, magnésium et nitrates, et riches en bicarbonates (cf. diagramme n°1 annexe 8). Le degré hydrotimétrique est assez élevé et oscille entre 20 et 27°.

En Crau, d'une façon générale et sur la plus grande partie du domaine, le faciès hydrochimique est identique avec des concentrations similaires ou plus élevées, en particulier pour les bicarbonates, ce qui entraîne une élévation du titre hydrotimétrique, qui est voisin ou supérieur à 30°.

Dans les grandes lignes, on distingue :

- des zones où la nappe est essentiellement alimentée par des eaux de pluie, en l'absence d'irrigations et au voisinage d'une ligne de partage des eaux, par exemple au NW et au Sud de l'aérodrome d'Istres. Les faciès chimiques et les concentrations, sont les plus voisins de ceux des eaux de la Durance (cf. diagramme n° 2 - annexe 8). Ce particularisme s'explique car les graviers de Crau proviennent du bassin de la Durance. Ces eaux sont les plus douces de Crau, avec un titre hydrotimétrique compris entre 20 et 30°.
- des zones où la nappe est alimentée à la fois par des eaux de pluie et par des irrigations. Les diagrammes chimiques sont identiques, mais on observe une augmentation des bicarbonates, du calcium et du magnésium. Les eaux possèdent un titre hydrotimétrique compris entre 30 et 40° (cf. diagramme n° 3 - annexe 8).
- des zones fortement influencées par des facteurs physico-géologiques et humains environnants parmi lesquels :
 - . à l'Est et au NE, la présence de la bordure miocène et des agglomérations. Les diagrammes chimiques demeurent analogues mais avec une augmentation accentuée des bicarbonates, de calcium et parfois de magnésium, des sulfates, chlorures, sodium et potassium (cf. diagramme n° 4 - annexe 8).
 - . au centre, près de l'étang d'Entressen et à l'aval de la décharge de la ville de Marseille, une influence pouvant provenir de la présence du substratum à faible profondeur, de phénomènes de concentration par évaporation en présence d'irrigation et à partir d'une nappe à très faible profondeur (de l'ordre de, ou inférieur à 1 mètre), et surtout d'infiltrations au niveau et au voisinage de la décharge (voir diagramme 5 - annexe 8).
 - . aux alentours de l'étang des Aulnes, une influence mixte pouvant provenir de la présence du substratum à faible profondeur et de phénomènes de concentration dus à l'évaporation favorisée par les irrigations et la faible profondeur de l'aquifère (de l'ordre de ou inférieure à 1 mètre). Le diagramme n° 6 - annexe 8 montre un exemple de ce type, dont la physionomie est voisine de celle du diagramme n° 3 mais avec un léger déplacement vers le haut. Le titre hydrotimétrique est voisin de 40°.
 - . au Sud de Saint Martin de Crau, une influence des phénomènes de concentration par évaporation en raison de la faible profondeur de l'aquifère (de l'ordre de, ou inférieure à 1 mètre) et peut-être de la présence de l'agglomération. Le diagramme n° 7 - annexe 8 représente ce type d'eau, semblable à celui du diagramme n° 3 mais avec une légère augmentation des sulfates, des chlorures, du sodium, du potassium et du calcium. Le titre hydrotimétrique varie de 38 à 50°.
 - . dans la zone de la Dynamite, une influence caractéristique de rejets industriels et domestiques dont le diagramme n° 8 - annexe 8, est un exemple significatif.
 - . quelques points particuliers dont certains sont influencés par une pollution domestique ou agricole locale.

VULNERABILITE DE LA NAPPE

XXXXXXXX

71 - LE RECOUVREMENT

Pour qu'une nappe ne subisse pas de dégradation de la qualité des eaux due à des activités humaines, il faut que sa surface d'alimentation soit située en dehors des secteurs polluants ou qu'en ces endroits, elle soit protégée par une formation imperméable du type marne ou argile. C'est souvent le cas des nappes captives.

En Crau, la nappe est libre et le recouvrement inexistant dans les zones non irriguées. Au vu de la perméabilité des cailloutis, on peut conclure que la nappe n'est absolument pas protégée dans ces secteurs. Là où les irrigations sont pratiquées, une couche de limon argileux s'est formée, dont l'épaisseur s'accroît en fonction de leur ancienneté. Cette couverture ne constitue cependant pas une protection et les limnigraphes installés à l'occasion d'une étude sur les inondations dans la région de Raphèle-Moulès ont montré qu'ils réagissaient d'une manière quasi instantanée aux irrigations.

72 - PROFONDEUR DE LA NAPPE

En l'absence d'un recouvrement imperméable, on peut estimer que la tranche d'alluvions non saturées joue, vis-à-vis d'éventuelles pollutions, un rôle d'autant plus efficace que l'épaisseur est importante. La nappe sera d'autant mieux protégée contre les pollutions si son niveau se trouve à plus grande profondeur par rapport au sol. C'est pourquoi les isobathes figurent sur la carte de vulnérabilité. Elles ont été représentées en fonction de la piézométrie des hautes eaux, afin de se placer dans le cas le plus défavorable.

Voyons les couloirs à haute transmissivité où se situe la plupart des captages A.E.P. :

- le couloir de Miramas, en bordure orientale, alimente Miramas, Istres, Rassuen, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône et plusieurs industries. La profondeur de la nappe par rapport au sol est partout supérieure à 8 m, sauf à l'aval de la base aérienne d'Istres, où l'épaisseur de la tranche non saturée diminue de manière progressive à l'approche du niveau de la base.
- le couloir central, assez mal délimité géographiquement, semble partir de la zone de la décharge de la ville de Marseille pour aboutir quelque part entre les marais de Capeau et du Coucou. La profondeur de la nappe, faible à l'Ouest où elle ne dépasse pas deux mètres, augmente vers l'Est pour atteindre 10 m au Sud-Est de la décharge de la ville de Marseille.
- la gouttière de Saint Hippolyte aboutit au marais des Chanoines. Elle correspond au plus ancien cours de la Durance reconnu en Crau et est délimitée sur une distance assez faible entre le marais et Saint-Martin-de-Crau. Elle alimente Saint-Martin-de-Crau et les villages de Raphèle et Moulès. L'irrigation par épandage est largement pratiquée dans cette zone réputée pour ses fourrages et la nappe reçoit plus d'eau qu'elle ne peut en emmagasiner et évacuer. Elle affleure dans les dépressions malgré le drainage existant.

Ailleurs la nappe est à faible profondeur, de l'ordre de ou inférieure à 5 mètres, sauf au Nord-Ouest de la base d'Istres et en bordure Nord-Ouest de la Crau.

73 - REPARTITION DES TRANSMISSIVITES - MODELE MATHEMATIQUE TRANSITOIRE D.R.T.R.A.

La répartition des transmissivités s'est faite, on l'a vu au § 53, à l'aide de simulateurs d'écoulement, analogiques ou mathématiques. Le dernier en date, le D.R.T.R.A., modèle mathématique régissant les écoulements bidimensionnels en milieu hétérogène et un régime transitoire est issu de la programmathèque B.R.G.M. C'est un modèle de gestion qui a été calé pour la D.D.E. Il synthétise et perfectionne les résultats des travaux antérieurs. La carte de vulnérabilité les résume et distingue les zones à forte transmissivité favorable à l'implantation des captages, lesquelles correspondent aux anciennes vallées enterrées de la Durance à forte épaisseur de cailloutis (voir également annexe 1) et les zones à faible transmissivité traduisant les hauts fonds à faible épaisseur de cailloutis, donc défavorables en principe à l'implantation de captages.

74 - VITESSE DE PROPAGATION DES FILETS LIQUIDES - MODELE MATHEMATIQUE POPOF

En terme vulnérabilité, la direction et la vitesse de propagation des filets liquides sont des paramètres importants qu'on ne peut négliger. Un captage est d'autant plus vulnérable que la vitesse des filets liquides est élevée et sa protection diminue d'autant. Elle oblige à une vigilance accrue et à des moyens d'intervention rapide en cas de pollution grave.

L'idée est venue pour la Crau de compléter la carte de vulnérabilité par une carte des vitesses réelles moyennes journalières (voir calque) par utilisation du modèle mathématique POPOF issu de la programmathèque B.R.G.M.

Si l'on connaît les potentiels, et la répartition des perméabilités et des porosités, le modèle permet de calculer pour chaque maille donnée, les vitesses réelles d'un filet liquide ou d'un polluant dans l'hypothèse où celui-ci ne modifie par les caractéristiques hydrodynamiques

de l'eau (viscosité, densité, propriétés capillaires), qu'il n'est pas fixé par le milieu poreux et qu'aucune réaction chimique n'intervienne. Il détermine les trajectoires des particules liquides et leur temps de parcours à partir de la source de pollution. Eventuellement, il permet le calcul des effets de la dispersion longitudinale.

Le modèle transitoire DRTRA donne la répartition des transmissivités et des coefficients d'emménagement qui dans une nappe libre sont assimilables aux porosités. A l'aide des sondages, il a été possible d'obtenir à partir des transmissivités une perméabilité moyenne pour les zones à faible et forte transmissivité. Le maillage du DRTRA était conservé et les résultats du POPOF qui figurent sur le calque montrent:

- des vitesses réelles moyennes journalières élevées dans les couloirs à haute transmissivité, de l'ordre de 10 à 30 mètres/jour,
- des vitesses plus faibles, de l'ordre de 2 à 5 mètres/jour dans les zones de faible transmissivité, c'est-à-dire dans les secteurs où l'épaisseur des cailloutis est plus faible.

Cette répartition des vitesses est normale si l'on tient compte que les matériaux répartis sur les hauts fonds sont plutôt des matériaux de débordement donc à plus fort pourcentage de matière argileuse. Pour la sauvegarde de la nappe et des mesures à prendre en cas d'accident, il serait utile de vérifier la validité des résultats issus de ce modèle par des mesures in situ à l'aide de traçage.

SITUATION ACTUELLE ET DANGER DE POLLUTION

XXXXXXXXXX

L'alimentation en eau potable, l'assainissement, les industries et les activités agricoles ont fait l'objet d'enquêtes auprès des municipalités, des industriels et des services intéressés. Les résultats sont consignés en annexes.

81 - L'ASSAINISSEMENT URBAIN

La Crau est connue depuis longtemps comme réservoir d'eau potable. Non seulement elle alimente les localités installées sur son domaine, mais également des localités avoisinantes comme Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Les autorités, conscientes de la valeur économique que représente ce réservoir, se préoccupent fortement de la préservation de la qualité des eaux. Des règlements sont mis en vigueur et les municipalités portent leurs efforts sur la construction de réseaux d'assainissement et de stations d'épuration.

L'élimination des déchets urbains laisse par contre fortement à désirer. Souhaitons que les crises énergétiques et de matières premières accélèrent le processus de récupération et de transformation en source d'énergie suivant la nature des déchets (récupération des métaux et production de charbon, gaz et essence par pyrolyse par exemple). De prohibitive hier, la récupération des déchets urbains deviendra rentable demain et aura le mérite d'abolir un facteur important de pollution.

82 - LES INDUSTRIES

L'industrie est encore peu développée en Crau. Les enquêtes ont démontré que la plupart d'entre-elles étaient plus ou moins polluantes. A l'avenir, le développement industriel de Fos risque de déborder largement au Nord, en Crau même où des projets d'études d'implantation de zones industrielles sont déjà fortement avancés.

En raison des débits importants de la nappe, celle-ci pourra être sauvegardée pour l'alimentation en eau potable si toutes les mesures nécessaires sont prises pour empêcher l'industrie actuelle ou à venir de dégrader la qualité des eaux.

83 - L'AGRICULTURE

La Crau est une plaine essentiellement agricole. Les irrigations couvrent quelques 170 km² et participent pour plus de 60 % à l'alimentation de la nappe.

Le rôle prépondérant des irrigations dans l'alimentation de la nappe met en relief le danger que représente l'utilisation intensive des engrais et pesticides.

Parmi les types d'engrais, les azotés doivent être considérés comme les plus polluants du fait de leur mobilité ionique.

Actuellement, ils sont livrés de plus en plus sous forme de granulés, moins rapidement solubles dans les eaux d'irrigation. Les quantités moyennes d'engrais utilisés à l'hectare sont, pour les différentes cultures, les suivantes :

- céréales : 250 - 300 kgs, à base d'azote et d'ammoniaque, épandage au printemps.
- prairies : 800 kgs, super potassique, épandage en février-mars.
- cultures fruitières : 1000 kgs super potassique en automne,
500 - 600 kgs d'azoté en mars,
500 - 800 kgs de nitro-potassique en mai-juin.
- cultures maraîchères : variable selon les cultures, pour les melons :
800 kgs à base d'azote, de phosphate et de potasse.

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

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

PROTECTION DE LA NAPPE

XXXXXXXXXX

91 - PROTECTION DES CAPTAGES

La nappe faut-il le rappeler est encore largement sous-exploitée, bien que les débits prélevés s'élèvent à 1.100 - 1.200 l/s, dont 700 pour l'alimentation en eau potable.

Pour protéger les captages, des mesures devront être prises pour éviter toutes pollutions bactériennes ou chimiques. Ces mesures devront concerner les différents périmètres de protection et chaque cas d'activité tolérée devra faire l'objet d'un examen particulier et être soumis à l'administration après avis du conseil supérieur d'hygiène publique et des autorités compétentes.

92 - PROTECTION DES COULOIRS A TRANSMISSIVITES ELEVEES

Les couloirs à transmissivités élevées sont, on l'a vu, les anciennes vallées enterrées de la Durance à forte épaisseur de cailloutis. Au nombre de trois, elles drainent la majeure partie des débits de la nappe de la Crau.

Le couloir occidental de Saint Hippolyte, le plus ancien, aboutit au marais des Chanoines et comporte des cailloutis indurés qui rendent l'exploitation de l'eau difficile. Le captage de Saint Hippolyte prouve tout de même que l'on peut obtenir des débits intéressants.

Le couloir central, au tracé encore mal défini, se situe quelque part entre le parc de Beausseny et le lac d'Entressen. Il draine les eaux polluées par le dépôt d'ordures de la ville de Marseille et aucun captage n'utilise ses eaux.

Le couloir oriental de Miramas représentant le dernier tracé en date de la Durance en Crau avant qu'elle ne prenne à l'époque flandrienne le cours qu'elle a conservé jusqu'à nos jours. Il est comblé de cailloutis libres et fournit la très grande part des eaux exploitées en Crau, en particulier pour l'alimentation de Miramas, Istres, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc et Port-Saint-Louis-du-Rhône.

L'importance du couloir de Miramas et dans une moindre part, du couloir de Saint Hippolyte est primordiale pour l'économie de la région. C'est pourquoi ils doivent être protégés et dotés d'un statut spécial qui les assimilerait à des périmètres de protection éloignée dans lesquelles les activités humaines sont soumises à législation.

93 - RESEAU DE SURVEILLANCE

Un réseau de surveillance doit être représentatif :

- 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 être incluses dans la liste des réseaux de surveillance.
- des points de pollution, de leur extension, de leur évolution spatiale et dans le temps.
- de la qualité des eaux servant à l'irrigation.

Le réseau à créer devra comporter :

- des points de prélèvements de plan d'eau utilisé comme décharge ou non.
- des points de prélèvements à l'aval hydraulique des villes et à l'amont hydraulique des stations de captage.
- les stations de captage.
- des points de prélèvement à l'aval hydraulique de pollutions industrielles et de décharges urbaines.
- des points de prélèvements représentatifs de pollution agricole (engrais par exemple).
- des points de prélèvement représentatif de faciès-types des eaux de la nappe.

Cinquante points de mesures répartis sur l'ensemble de la Crau devraient permettre de garder une bonne image de l'évolution de la qualité des eaux dans le temps sur l'ensemble de la nappe (voir annexe 7).

C O N C L U S I O N S

XXXXXXXXXX

La carte de perméabilité de la Crau permet de visualiser :

- les zones à transmissivité élevée, anciennes vallées enterrées de la Durance avant qu'elle abandonne la Crau pour son cours actuel à la période flandrienne. Ces zones sont au nombre de trois et forment la "gouttière" de Saint Hippolyte à l'Ouest, le couloir central au tracé encore mal défini entre le parc de Beausseny et le lac d'Entressen, et le couloir de Miramas à l'Est, d'où provient la très grande partie des eaux exploitées en Crau.
- les zones à faible transmissivité, zones de hauts fonds à faible épaisseur de cailloutis.

Les cailloutis de Crau sont de type grossier, à perméabilité verticale élevée. Comme ils ne sont pas protégés par une couche argileuse superficielle, si ce n'est par des limons au demeurant perméables dans les zones irriguées, cette nappe est très vulnérable dans son ensemble.

Pour l'heure, la nappe de la Crau est peu polluée et la qualité des eaux, quoique un peu dure, demeure bonne. Elle alimente d'ailleurs les localités sises sur son domaine où sa bordure comme Miramas, Istres, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône, ainsi que de nombreuses industries.

Malgré les débits soutirés, de l'ordre de 1200 l/s, cette nappe est largement sous-exploitée. En première approximation, elle peut couvrir les besoins nécessités par l'expansion de la zone jusqu'à l'horizon 1985.

Aussi apparaît la nécessité :

- de protéger la nappe contre les pollutions urbaines et industrielles par une législation réglée par les diverses autorités compétentes,
- de surveiller l'évolution chimique de la nappe par un réseau d'observation (environ 50 points - voir annexe 7),
- de créer un système d'alarme et d'intervention rapide en cas de pollution grave.

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

XXXXXXXXXX

MARTIN F. A874 - Adam de Craponne et son oeuvre. Paris Dunod

PROCHET M. 1930 - Etude des eaux souterraines de la Crau
(C.R. Congrès de l'eau en Crau - pp. 81-172. Sce Agric. P.L.M. - Paris).

ARCHAMBAULT J. 1950 - Note sur le mécanisme hydraulique du seuil de Lamanon
(BURGEAP - rapport inédit R. 122 - Janv. 1950 MRU).

GOUVERNET Cl. 1950 - Conditions d'alimentation des nappes phréatiques de la
Durance et de la Crau (rapport inédit - Mairie d'Avignon - 1950)

DUROZOY G. - MARGAT J. - Rapport préliminaire sur les recherches hydrogéolo-
giques dans la Crau pour l'alimentation en eau de la région de Fos
(B.R.G.M. DSGR 62.A.14 - 14 août 1962)

CHARBONNIER Ph. - DUROZOY G. - GOUVERNET Cl. - MARGAT J. 1963 - Etude de la
nappe de la Crau. Résultats de la première campagne de sondages 1962
(B.R.G.M. DSGR 63.A.28 - 10 avril 1963)

CAMUS A. - DELLERY B. - DUROZOY G. - GALLE CAVALLONI H. - GOUVERNET Cl. - NAGY J. I.
VIALA J.P. 1963 -
Données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 30 juin 1963
sur le territoire des feuilles topographiques au 1/20.000 d'Istres 2 - 3 - 4 -
6 et 7. B.R.G.M. DSGR 64.A.9

B.R.G.M. 1964 - Crau. Deuxième campagne géophysique. Résultat de l'interprétation
des sondages électriques, rapport provisoire.

GOUVERNET Cl. 1964 - Alimentation en eau potable de la ville d'Arles.
Recherche d'un point d'eau dans le secteur NW de la Crau.

DELLERY B. - DUROZOY G. - KUCHARSKA J. - GOUVERNET Cl. - MARGAT J. 1964 -
Etude hydrogéologique de la Crau B.R.G.M. DSGR 64.A.49

COVA R. 1965 - Etude hydrogéologique de la partie septentrionale de la Crau
et des reliefs de bordures. Thèse 3 ème cycle. Montpellier

BOSSY G. 1965 - Documents sur la nappe alluviale de la Basse Durance et de
la Crau (1953 - 1962). Université de Montpellier C.E.R.H.

DUROZOY G. GOUVERNET Cl. MARGAT J. 1965 - La nappe de la Crau. Livret guide
hydrogéologique B.R.G.M.

FORKASIEWICZ J. 1965 - Recherche des modalités d'exploitation d'une nappe
en amont d'une ligne d'émergence B.R.G.M. DS.65.A.23.

DUROZOY G. - MARGAT J. 1966 - Un exemple de bilan d'eau annuel d'une nappe
libre. La nappe de la Crau B.R.G.M. DS.66.A.125.

Cabinet RUBY 1968 - Port Autonome de Marseille. Etude du coin salé. Rapport n° 1.
Etat actuel.

Port autonome de Marseille. Etude du coin salé. Etat actuel. Influence des
aménagementés projetés. Disposition à prendre.

Port Autonome de Marseille. Protection contre le coin salé. La tranchée
drainante.

BONNET M. 1968 - Ministère de l'Equipement. Etude de la nappe de la Crau.
Interprétation de trois essais de pompage. Géohydraulique 212.

BONNET M. - RAVANT O. 1968. D.G.R.S.T. - Méthode d'emploi des simulateurs
d'écoulement pour l'étude des nappes souterraines.

Premier rapport : Présentation des résultats du modèle réseau de résistances
et de capacités. Géohydraulique 156.

Deuxième rapport : Présentation des résultats de la cuve rhéoélectrique.
Géohydraulique

BONNET M. - CLOUET D'ORVAL M. 1969 - D.G.R.S.T. Méthodologie d'emploi des simulateurs d'écoulement pour l'étude des nappes souterraines.

Troisième rapport : Présentation des résultats du modèle mathématique. Géohydraulique 252

CLOUET D'ORVAL M. 1969 - Méthodologie d'emploi des simulateurs d'écoulement pour l'étude des nappes souterraines.

Quatrième rapport : Présentation générale de la méthodologie. Géohydraulique 262.

HENTINGER R. - JONQUET P. - Station automatique pour l'observation des interfaces dans les forages (S.O.I.F.). Comportement et résultats acquis en 1969. B.R.G.M. 70.SGN.103.GPH.

DELLERY B. - DUROZOY G. - GLINTZBOECKEL Ch. 1970 - Ministère de l'Agriculture. Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-Est de la France. Fascicule 12. La Crau. B.R.G.M. 70.SGN.158.PRC.

B.R.G.M. 1970 - Carte hydrogéologique Istres - Eyguières.

PUTALLAZ J. - ROUSSELOT D. 1972 - Ministère de l'Equipement et de l'Aménagement du Territoire. Nappe de la Crau. Modèle mathématique transitoire. B.R.G.M. 72.SGN.022.PRC-JAL

PALOC H. 1972 - Ministère de l'Agriculture. Sélection des piézomètres dans un réseau surabondant pour constituer un réseau piézométrique primaire. Application à la nappe de la Crau. B.R.G.M. 72.SGN.058.AME.

BONNET M. - CLOUET D'ORVAL M. - FRIEDLANDER M. - MARGAT J. 1972 - D.G.R.S.T. Etude de l'infiltration dans les nappes libres. Essai d'identification par modèles inverses. B.R.G.M. 72.SGN.112.AME.

LAVIE J. - PUTALLAZ J. 1973 - S.P.P.P.I. Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Mesures d'octobre 1972. Résultats et essais d'interprétation B.R.G.M. 73.SGN.068.PRC.

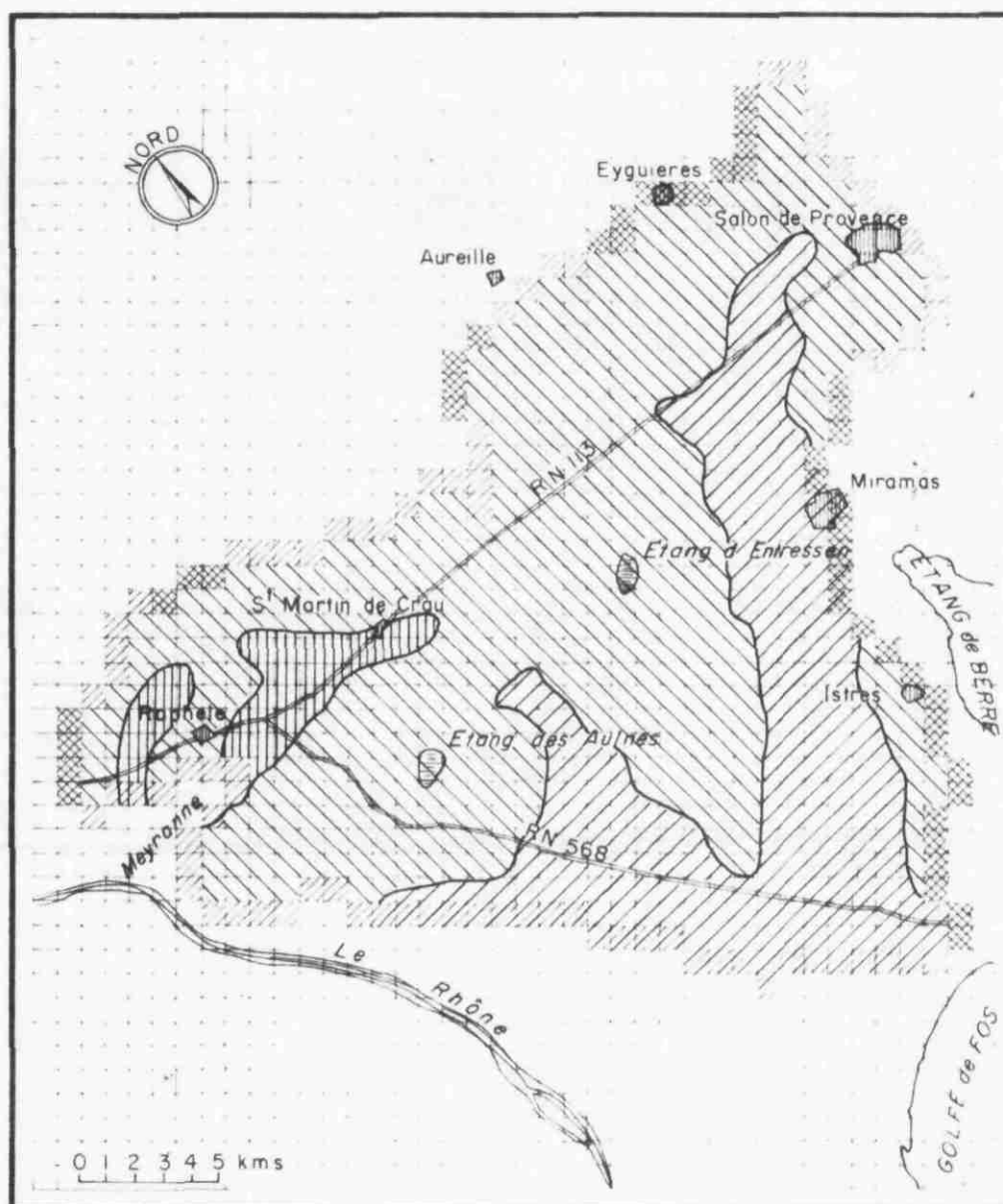
PUTALLAZ J. 1973 - S.P.P.P.I. Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Mesures de mai 1973. Résultats et essais d'interprétation. B.R.G.M. 73.SGN.276.PRC.

A N N E X E S

XXXXXXXX

NAPPE DE LA CRAU

Plan des zones d'exploitation d'eau préconisées



Zone favorable, grande épaisseur d'alluvions.



Zone favorable, mais avec risque de rencontrer une série complètement indurée, peu perméable.



Zone considérée comme peu favorable, comportant généralement une faible épaisseur de graviers ou une forte induration.

XXXXXXXX

COMMUNE	POPULATION		ALIMENTATION EN EAU POTABLE (1)				
	totale	agglomérée	débits m ³ /j.	mode de traite- ment	popula- tion desser- vie	O r i g i n e	O b s e r v a t i o n s
Arles { Raphèle Moulès	2.400	1.200	400	chlora- tion	2.000	Nappe de la Crau	Forage à Saint Hippolyte
{ Mas Thibert	2.200	?	500	"	?	" "	Forage du Moulin
St Martin de Crau	4.000	2.000	900	"	2.500	" "	2 forages
Eyguières	3.000	2.000	550	néant	2.000	Massif des Alpilles	Sources
Lamanon	850	500	200	Chlora- tion	500	Nappe de la Crau	2 forages
Salon de Provence	35.000	30.000	8.000	Usine + chlora- tion	25.000	Canal EDF + source Aubes	décantation, floculation, filtration + chloration
Grans	2.550	1.700	600	Chlora- tion	1.800	Nappe de la Crau	Source Marie Rose
Miramas	14.000	12.500	4.500	"	13.500	" "	2 forages
{ total	16.000	14.000	4.500	Chlore gazeux	14.500	" "	Forages
Istres { Istres			3.400	"		" "	2 forages + appoint
{ Rassuen			800	"		" "	1 forage
{ Entressen			300	"		" "	1 forage

(1) - Ne figurent pas sur cette liste, les localités situées à l'extérieur de la Crau et alimentées par celle-ci comme Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Port-de-Bouc.

XXXXXXXXXX

COMMUNES	R E S E A U D ' A S S A I N I S S E M E N T				
	t y p e	année de réalisation	fonctionnement	population raccordée	O b s e r v a t i o n s
Arles { Raphèle-Moulès	séparatif	1970	apparemment bon	1.200	Extension prévue + 800
St Martin de Crau { Mas Thibert	"	1952	bon	1.300	Extension prévue vers les quartiers Est et Nord
	"	1956	non vérifié	2.000	
Eyguières	"	1970	bon	2.000	Extension prévue à ZUP des Canourgues
Lamanon	"	1969	"	500	
Salon de Provence	"	partie ancien	semi-séparatif	25.000	
Grans	"	partie 1950	bon	2.200	
Miramas	unitaire	1967-1969	passable	10.000	Tendance à s'engorger à l'apport d'eaux pluviales
	une partie unitaire	1938 et 1972	réseau ancien médiocre	14.500	
Istres { ville	séparatif	1925-1972	bon	500	
Istres { Rassuen	"		"	500	
Istres { Entressen	"		"	500	
Istres { "Heures claires"					

A N N E X E 5

xxxxxx

COMMUNES	S T A T I O N S D ' E P U R A T I O N					
	année de réalisation	fonction- nement	capacité de traitement	population raccordée	milieu: récepteur	OBSERVATIONS
Arles {Raphèle	1970	perturbé	1.000	1.200	Marais des Chanoines	Projet de doubler la ca- pacité
{Mas Thibert	1952	satisfai- sant	1.000	1.300	Canal d'Arles à Bouc	
St Martin de Crau	1958	aléatoire	1.000	1.300	Roubine de la Cha- pelette	Création d'une nouvelle station en 1974
Eyguières	1970	bon	4.000-5.000	2.000	Fossé Meyrol	
Lamanon	1971	satisfai- sant	800	500	Vallat Madame	Création d'une station en 1974
Salon de Provence	-	-	-	-	Touloubre	
Grans	1968	bon	2.500	1.700	"	
Miramas	1973	-	-	-	Etang de Berre	
{ville	1973		22.700		Etang de l'Olivier	
{Rassuen	1971	satisfai- sant	2.000	500	Etang de Citis	
Istres {Entressen	1971	"	1.300	500	Puits perdu	
{"Heures {claires"	1971	"	2.600	500	Etang de Berre	

XXXXXXXX

COMMUNES	DECHARGES MUNICIPALES			
	Lieu-dit	Situation	Mode de décharge	Observations
Arles {Raphèle	Le Castellet	Hors Crau		
{Mas Thibert	Le Castellet	"		
St Martin de Crau	Marais de St Martin de Crau	En Crau	Décharge brute	Zone marécageuse
Eyguières	Quartier St Roch	"	"	
Lamanon	La Guérite	"	"	
Salon {ancienne	Rive droite	"	"	
de {	Touloubre			
Provence {nouvelle		Hors Crau		
Grans		"		
Istres		En Crau	Décharge brute mélangée à graviers	Terrain naturel et légère excavation, combustion
Marseille	Les Gadoues	"	Décharge brute tassée	Reçoit en moyenne 800 tonnes par jour

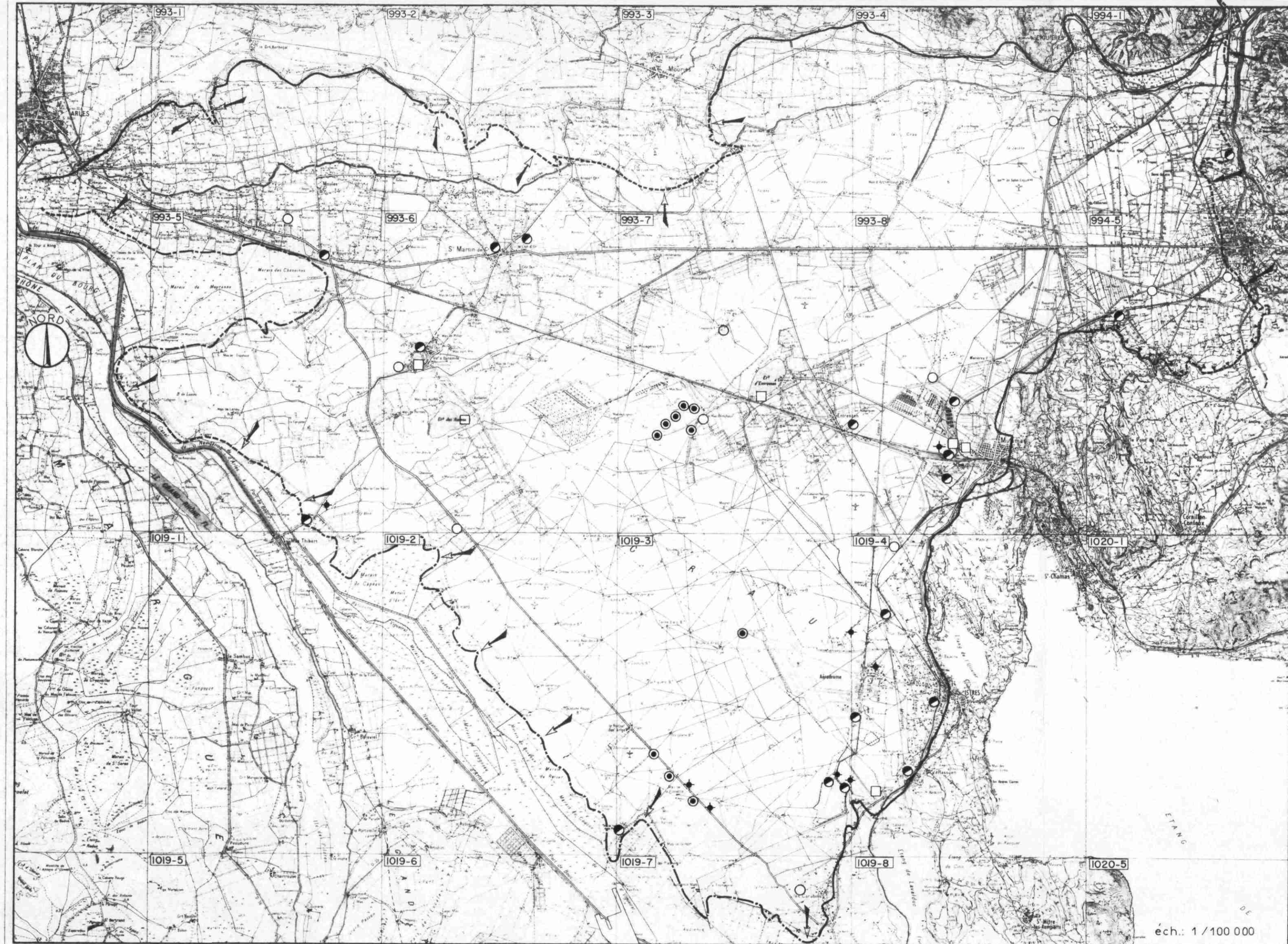
RESEAU DE SURVEILLANCE

- Captage A.E.P.
- Puits
- Eau superficielle

- ⊙ Piézomètre installé
- ✦ Piézomètre proposé

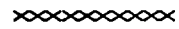
Limites de la nappe

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



A N N E X E 8

D I A G R A M M E S D ' E A U



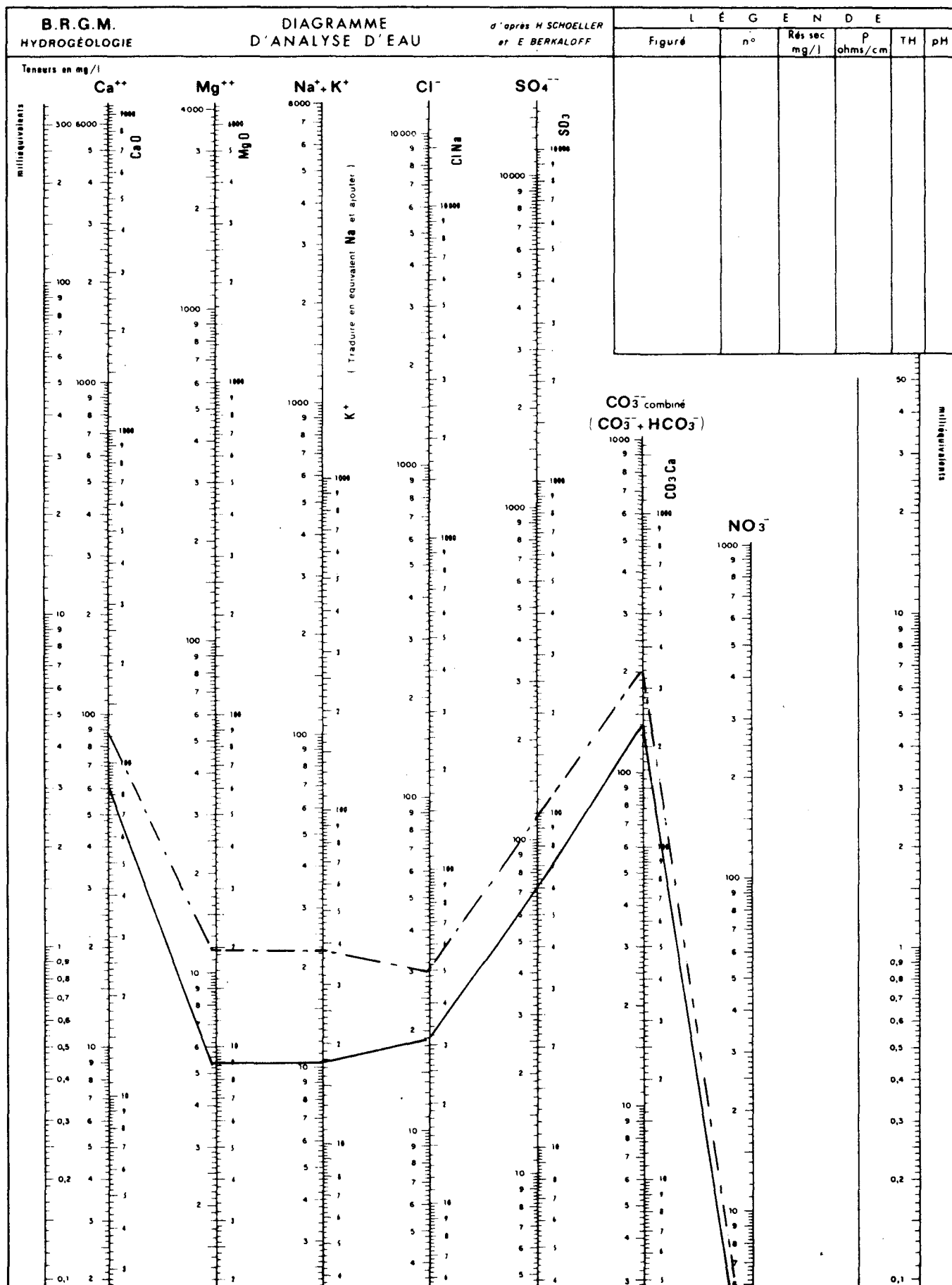


Diagramme enveloppe des eaux de Durance.

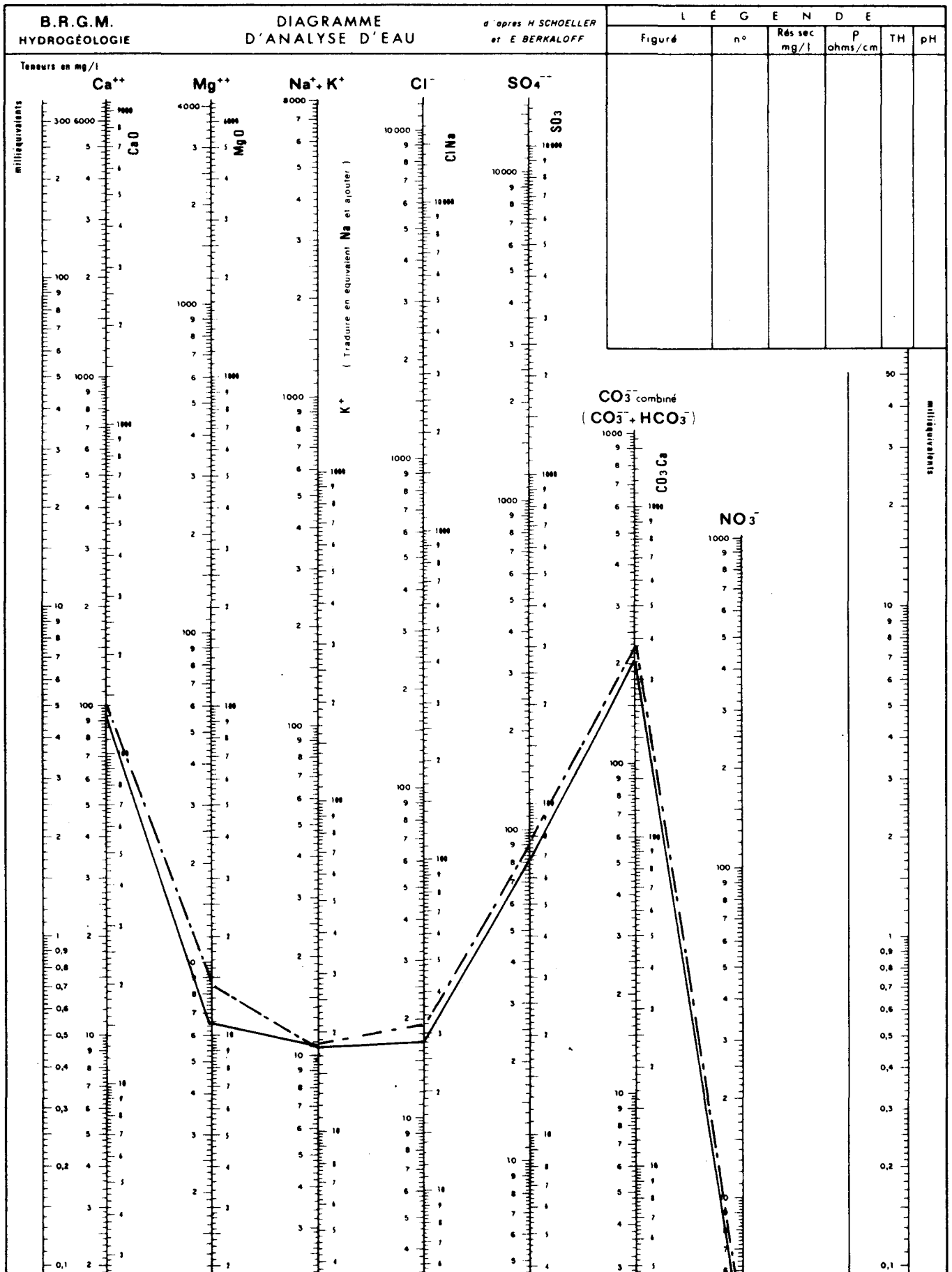
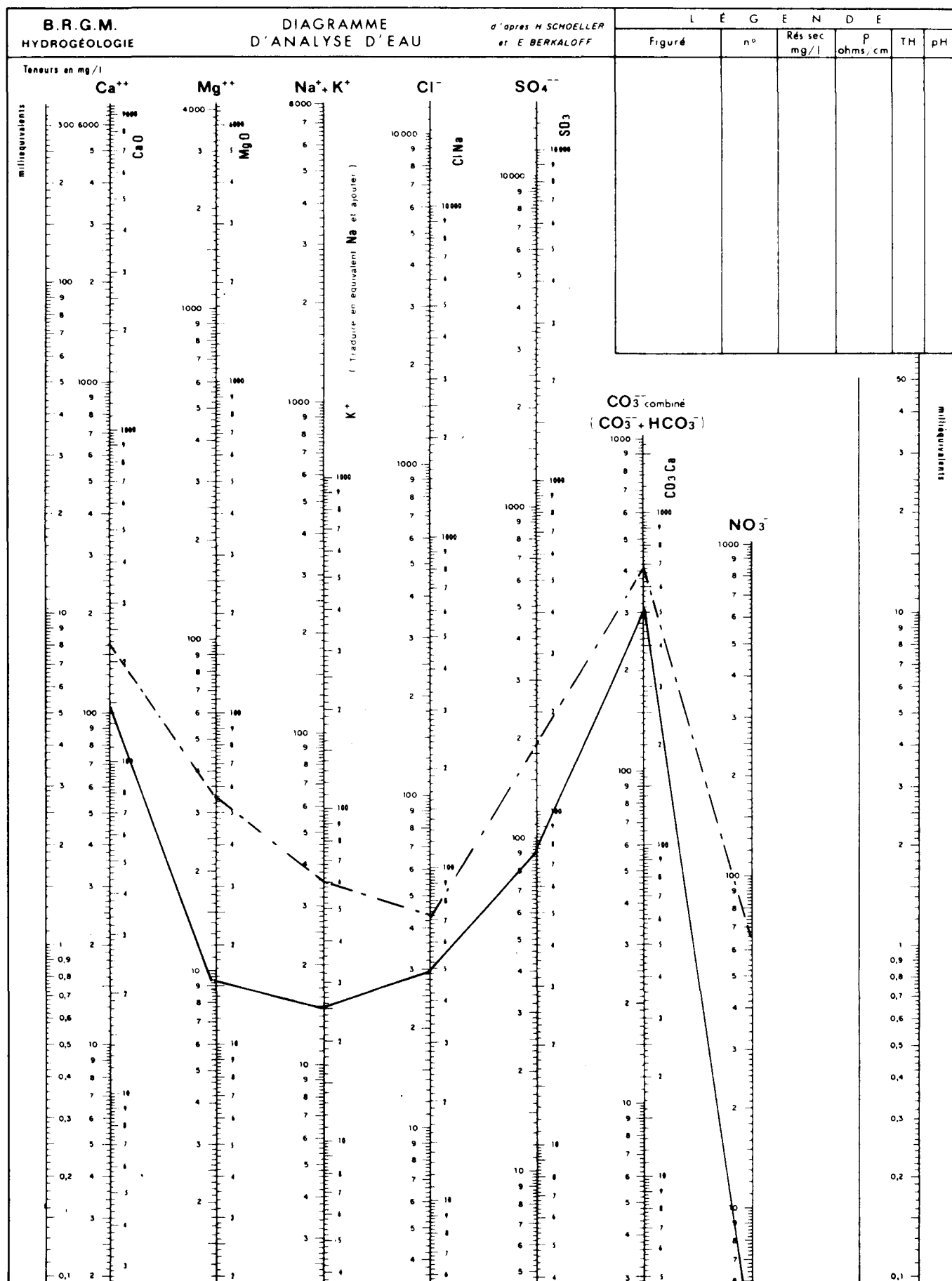


Diagramme d'eau de nappe alimentée par les pluies.



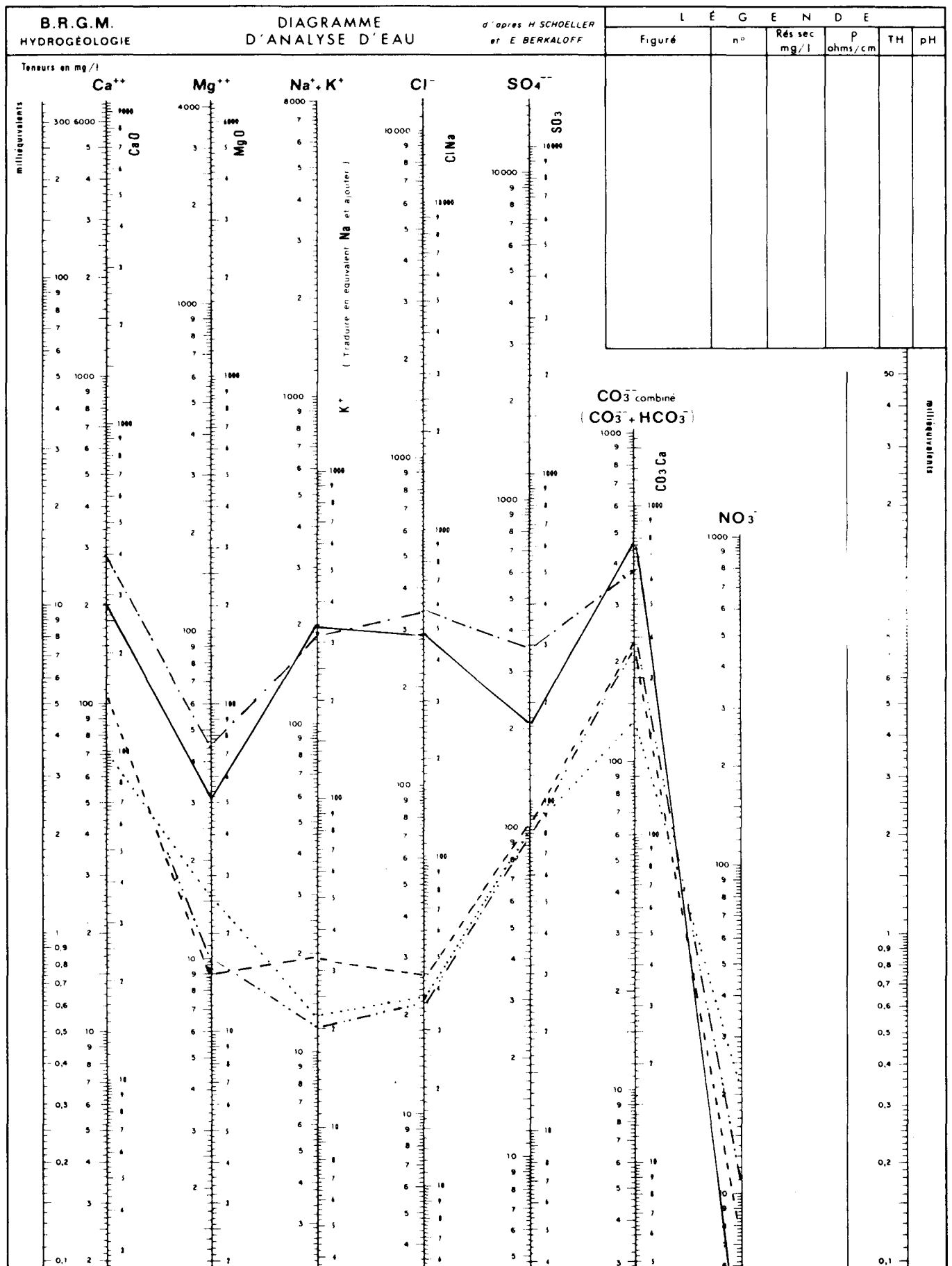


Diagramme montrant le passage de l'amont à l'aval de la décharge de la ville de Marseille.

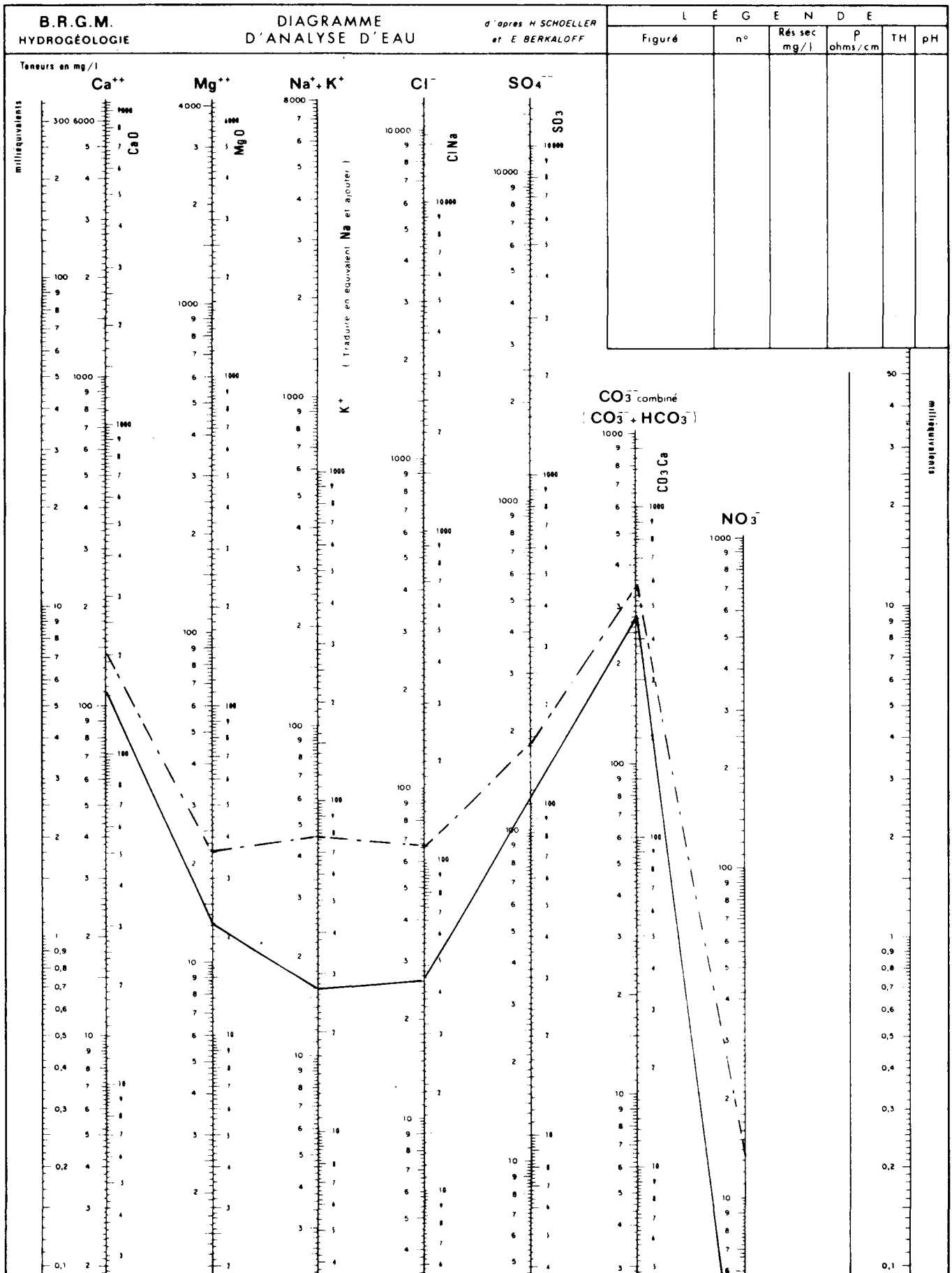


Diagramme d'eau des environs de l'étang des Aulnes.

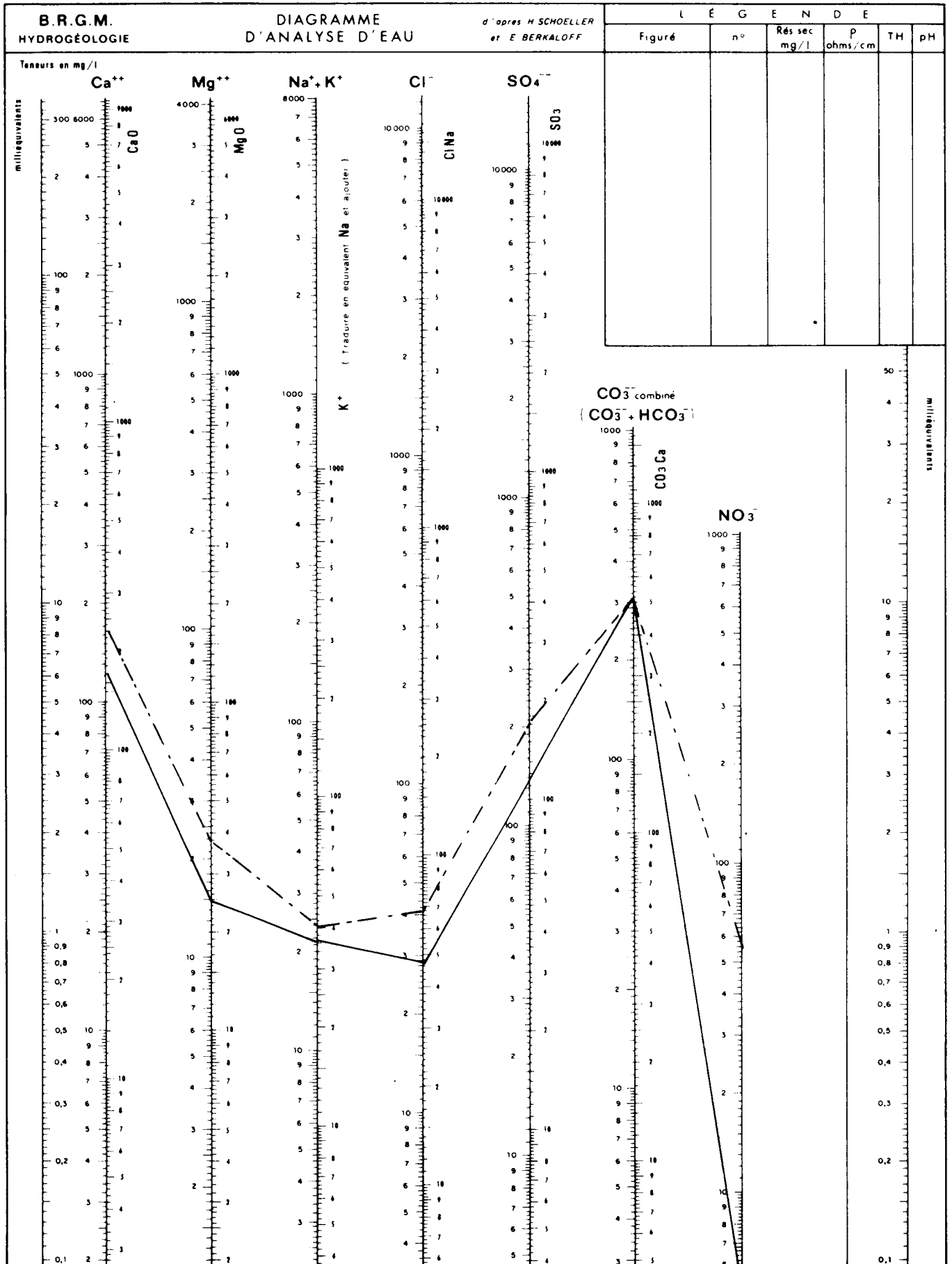


Diagramme d'eau de la zone au Sud de Saint-Martin-de-Crau

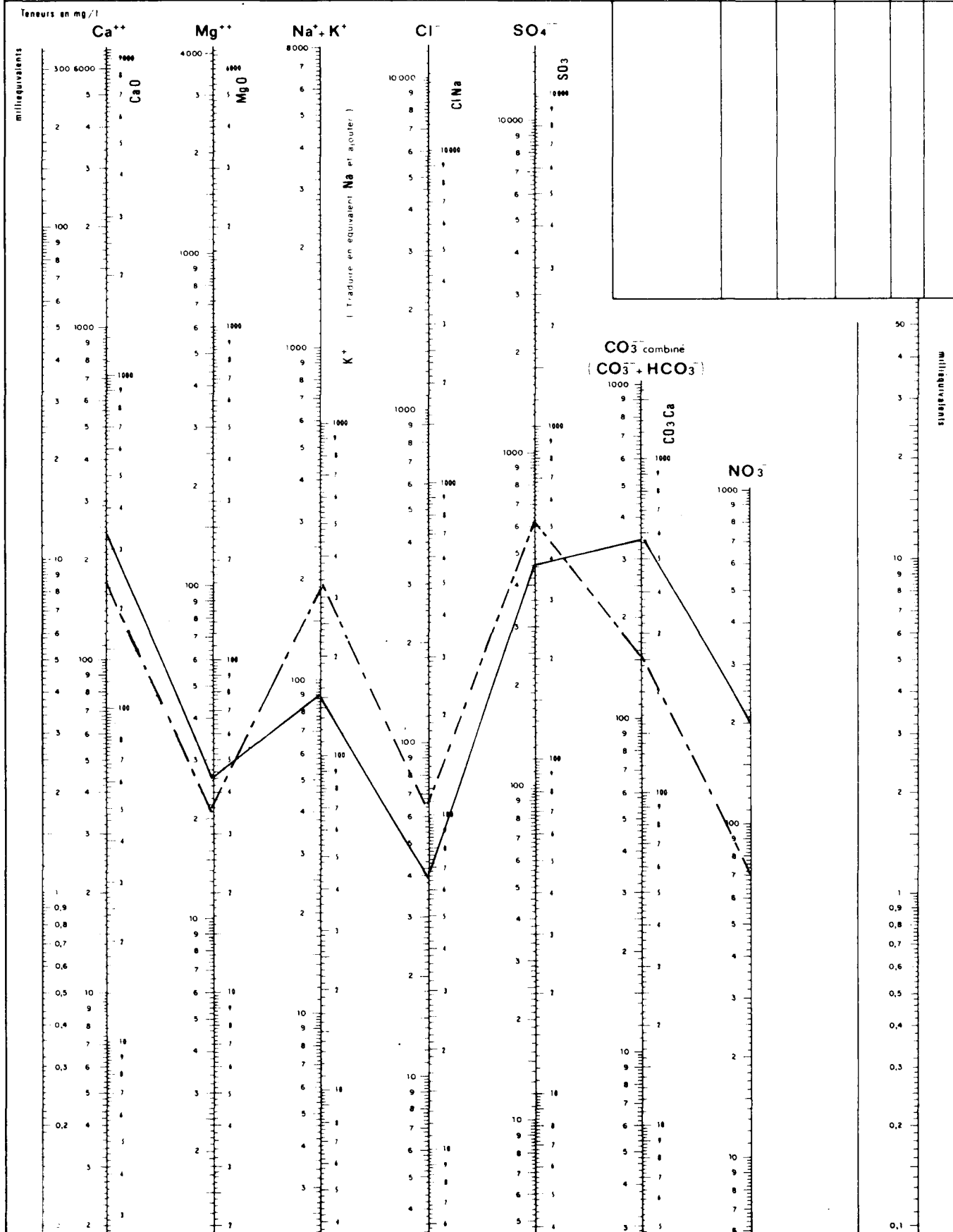


Diagramme de pollutions industrielle et domestique combinées.