

VILLE DU HAVRE

SYNDICAT MIXTE D'ETUDES DE LA VALLEE DU COMMERCE

DEPARTEMENT DE LA SEINE MARITIME

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

AGENCE FINANCIERE DE BASSIN

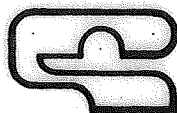
GROUPE ETUDES ET PROGRAMMATION

SEINE NORMANDIE

ETUDE SUR LA VULNERABILITE DE LA NAPPE
DE LA CRAIE DANS LA VALLEE DU COMMERCE

ETUDE 2275

FEVRIER 1982



CPGF

**Compagnie de Prospection
Geophysique Française**

77-79 Avenue Victor-Hugo 92500 Rueil-Malmaison

**SYNDICAT MIXTE D'ETUDES
DE LA VALLEE DU COMMERCE**

DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

GROUPE ETUDES ET PROGRAMMATION

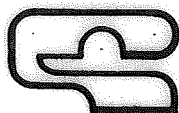
AGENCE FINANCIERE DE BASSIN

SEINE - NORMANDIE

ETUDE SUR LA VULNERABILITE DE LA NAPPE
DE LA CRAIE DANS LA VALLEE DU COMMERCE

ETUDE 2275

FEVRIER 1982



CPGF

**Compagnie de Prospection
Geophysique Française**

77-79 Avenue Victor-Hugo 92500 Rueil-Malmaison

Sommaire

- I - INTRODUCTION
- II - RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE
- III - METHODOLOGIE
- IV - DESCRIPTION DE L'EXPERIMENTATION
 - 1 - Aménagement préliminaire des ouvrages
 - 2 - Premier traçage colorimétrique
 - 3 - Deuxième traçage colorimétrique
- V - RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION
 - 1 - Traceur colorimétrique
 - 2 - Traceur chimique
 - 3 - Interprétation
 - 4 - Schéma hydraulique de l'écoulement de la nappe
- VI - RECHERCHE DES ELEMENTS TOXIQUES
 - 1 - Les Phénols
 - 2 - Le Mercure
 - 3 - Le Lithium
 - 4 - Chrome et Nickel
- VII - CONCLUSION GENERALE
- VIII - MESURES DE PROTECTION - CONDITIONS D'EXPLOITATION

Planches

- 2275 - 01 Plan de situation des injections et des points de surveillance
- 2275 - 02-03 Diagramme des analyses au fluorimètre
- 2275 - 04 (a à f) Diagramme d'analyses des iodures
- 2275 - 05 Coupe hydrogéologique

Annexe

- Carte piézométrique au 1/50 000
- Analyses type I des différents ouvrages
- Relevé altimétrique des 4 stations de captage

I - INTRODUCTION /

L'étude hydrogéologique du Bassin de la rivière du Commerce réalisée en 1978-1979 par la Compagnie de Prospection Géophysique Française avait mis en évidence le caractère de vulnérabilité de la nappe de la craie exploitée pour l'alimentation en eau potable.

Afin de mieux appréhender le processus d'échanges eaux superficielles - nappe, le Syndicat Mixte d'Etudes de la vallée du Commerce a confié à la Compagnie de Prospection Géophysique Française l'étude du phénomène par traçage colorimétrique et géo-chimique. Les résultats devaient permettre de proposer une gestion de la nappe d'un point de vue quantitatif et surtout qualitatif.

Le financement a été assuré par le Syndicat, l'Agence de Bassin Seine-Normandie, le Ministère de l'Environnement et le Département de Seine-Maritime. L'extension de l'étude au champ captant de Radicatel a été pris en charge par la Ville du Havre ; la maîtrise d'oeuvre a été assurée par le "Groupe Etudes et Programmation" de la Direction Départementale de l'Equipement.

II - / RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE /

Le bassin de la rivière du Commerce est caractérisé du point de vue géologique par les formations crayeuses du Sénonien, Turonien et Cénomaniens reposant sur le niveau argileux du Gault, surmontant les sables albiens.

Le Sénonien inférieur constitue une série puissante de craie blanche avec intercalations de lits de silex. C'est une craie tendre et granuleuse dans la partie supérieure, dure et légèrement glauconieuse avec peu de silex dans la partie inférieure.

Le Turonien est constitué d'une craie massive sur une trentaine de mètres qu'il est difficile de différencier du Coniacien (Sénonien inférieur) ; il présente toutefois un faciès un peu plus marneux ce qui se traduirait par une moins bonne perméabilité d'ensemble.

Le Cénomaniens présente deux horizons distincts caractérisés par des faciès différents. Le Cénomaniens inférieur est constitué de sables fins très glauconieux ("sables verts") pouvant passer à des grès calcaires glauconieux ou à une craie sableuse. Le Cénomaniens supérieur est beaucoup plus crayeux, on note la présence de nodules siliceux gris. C'est l'étage le plus ancien visible à la faveur de la faille de Bolbec.

Du point de vue structural, notons la faille de Bolbec d'orientation SSE - NNW, dont le rejet peut atteindre 150 m ; elle met en contact le Cénomaniens inférieur (compartiment Est) et le Sénonien (compartiment Ouest). De nombreuses autres failles ont été décrites dans la précédente étude ; elles figurent sur la carte piézométrique en annexe.

L'écoulement de la nappe dans les différentes formations crayeuses est lié étroitement à plusieurs paramètres physiques, en particulier à la porosité de micro-fissures, à la porosité de type karstique développée à la faveur de dissolution fissurale par circulation d'eau et à la porosité de fissures ou failles d'origine structurale.

Le schéma piézométrique fait apparaître un bassin souterrain de l'ordre de 225 km^2 qui a pour exutoire la rivière du Commerce d'une part et les sources de Radicatel au contact Turonien - alluvions d'autre part. Un autre exutoire possible peut être constitué par les formations alluviales. L'écoulement sous-alluvial est, par ailleurs, très difficile à évaluer.

Les conséquences, du point de vue hydrogéologique, de la présence de la faille de Bolbec se traduisent par un effet de barrage de la nappe du compartiment Nord-Est, celle-ci surplombant de plus de 50 mètres à l'amont de Bolbec le niveau hydrostatique du compartiment Sud-Ouest.

Les gradients hydrauliques les plus importants sont observés dans le compartiment à l'Est de la faille Lillebonne - Bolbec, ils varient entre 2 et 6 % alors que dans le compartiment à l'Ouest de la faille, ils oscillent entre 0,5 et 1 %.

Hormis cet accident tectonique, un certain nombre de failles secondaires ont également une incidence sur l'écoulement de la nappe.

Dans le compartiment Est :

2 accidents apparaissent dans le ruisseau de la vallée, l'un dans l'axe de celle-ci et l'autre transversal, dans le vallon de la cote St-Denis. Ces failles qui s'accompagnent très certainement de zones de fissuration intenses drainent la nappe et donnent naissance aux sources de la pisciculture et de Fontaine Bruyère.

Deux autres failles apparaissent, orientées SW-NE dans l'axe de la vallée de la Fontaine Murée, et du Val Horrible, mais celles-ci ne semblent pas s'accompagner de zones fissurées aussi leur rôle sur le comportement hydraulique de la nappe est-il peu important et ne se traduit pas au niveau de la piézométrie.

Dans le compartiment Ouest :

Au niveau de Radicatel, un réseau relativement dense de failles favorise le drainage et l'écoulement convergent de la nappe se traduisant par des débits très importants tant des émergences naturelles (source de Bruissères source du Moulin) que des forages exploités dans ce secteur.

Une autre faille apparaît dans le prolongement de celle décrite plus haut, dans l'axe du Val Horrible. De même un certain nombre d'accidents sensiblement orientés SW-NE ont donné naissance à des vallons, "la courte cote" "Ferme de St Marc" ou des talwegs.

Il semble que ces accidents aient favorisé des fissurations de la craie et par conséquent le drainage de la nappe vers la rivière du Commerce d'où les débits importants observés. Il faut, toutefois, noter que cette fissuration, si elle a un rôle bénéfique sur les débits exploitables, a également un rôle important sur la qualité des eaux dans la mesure où elle favorise également le drainage vertical et par conséquent la contamination de la nappe par les eaux superficielles.

La carte piézométrique montre enfin que dans la Vallée du Commerce entre Lillebonne et Gruchet, la rivière draine la nappe et qu'éventuellement, en période de hautes eaux ou à l'occasion de pompage intensif, nous pouvons observer une inversion des écoulements dans le sens rivière - nappe. Dans ce dernier cas, les risques de contamination de la nappe par les eaux superficielles peuvent avoir des conséquences graves sur l'exploitation de l'aquifère de la craie pour des besoins en eau potable, d'où la présente étude par traçage pour mieux appréhender les phénomènes.

III - / METHODOLOGIE /

Tous les ouvrages étant en pompage continu depuis plus de 12 heures, nous avons procédé à une première coloration de la rivière par injection de fluoresceine. Après apparition du traceur en divers points et retour à l'état initial, une seconde injection a été effectuée.

Le traceur a de nouveau été suivi jusqu'au retour à l'état initial.

L'expérimentation s'est déroulée du 12 Octobre au 16 Novembre inclus.

Parallèlement au suivi du traceur colorimétrique, nous avons étudié les variations des teneurs en iodures dans la rivière et aux différents points d'observation.

Nous avons également suivi au cours de l'expérimentation les variations des teneurs de certains éléments toxiques tels que chrome, phénols, mercure, lithium et nickel.

Dans une seconde phase, un prélèvement d'échantillons de sédiments a été réalisé en quatre points afin d'étudier les phénomènes de fixation dans le sol des précédents éléments toxiques.

Au cours de l'expérimentation, le contrôle de la conformité aux normes de potabilité des eaux distribuées a été assuré par la Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale ; il n'a pas été révélé d'anomalie.

- 12 au 17 Octobre 1981 : essai technique de pompage sur chacun des ouvrages
- 18 Octobre : analyses initiales
mise en service continu des pompages sur l'ensemble des forages
- 19 Octobre : 1ère coloration
- 19 Octobre au 2 Novembre : suivi du traceur colorimétrique et chimique
analyse des toxiques
surveillance DDASS
- 2 au 5 Novembre : contrôle du nouvel état o sur l'ensemble des ouvrages
- 5 Novembre : 2ème coloration
- 5 au 16 Novembre : suivi du traceur colorimétrique et chimique
analyse des toxiques
surveillance DDASS

IV - / DESCRIPTION DE L'EXPERIMENTATION /

1 - Aménagement préliminaire des ouvrages

Les forages ont, tout d'abord, dû faire l'objet d'un aménagement pour permettre une expérimentation dans de bonnes conditions. Il était en effet indispensable d'effectuer un pompage en continu sur l'ensemble des ouvrages exploités, et ce, sans interrompre la distribution.

Il s'agit des ouvrages suivants :

- Forage de St Antoine-la-Forêt (AEP)
- Forage de la Ferme St Marcel (AEP)
- Forage de la Laiterie (eau industrielle)
- Forage du Becquet (AEP)
- Forage de Radicatel (AEP) : C1

Les deux premiers ouvrages sont équipés de 2 pompes :

- l'une utilisée pour le remplissage du réservoir AEP s'arrêtait lorsque celui-ci était plein,
- la seconde se mettait alors en service automatiquement, l'eau d'exhaure étant rejetée à la rivière.

Le forage de la Laiterie est équipé également de deux pompes qui ont fonctionné en continu durant toute l'expérimentation. Le forage du Becquet n'a servi qu'à l'expérimentation, l'alimentation en eau potable de Lillebonne étant assurée par ailleurs.

Enfin le forage de Radicatel (C 1) équipé d'une pompe a pu fonctionner en continu également, l'exhaure se faisant directement à l'usine de traitement du Havre.

La chloration qui se faisait au niveau des crépines dans les forages a dû également être modifiée, le chlore neutralisant la fluorescéine. Elle a donc été reportée sur la conduite de refoulement afin d'assurer une désinfection de l'eau de distribution et permettre ainsi un prélèvement d'eau brute dans les forages en vue des analyses.

L'ensemble des modifications a été assuré par les Sociétés Chargées de l'exploitation des différents ouvrages.

Hormis les essais effectués au cours de la semaine du 12 au 16 Octobre, l'expérimentation s'est déroulée du 18 Octobre au 16 Novembre inclus.

Les débits moyens calculés sur toute cette période pour chaque ouvrage sont les suivants :

St Antoine-la-Forêt	:	100 m ³ /h
St Marcel	:	130 m ³ /h
Laiterie	:	20 m ³ /h
Le Becquet	:	362 m ³ /h
Radicatel	:	420 m ³ /h

Les prélèvements concernant le suivi des traceurs ont été effectués à l'aide d'un préleveur automatique : au rythme horaire sur les ouvrages du Becquet, de la Ferme St-Marcel, de St-Antoine-la-Forêt et de Radicatel, l'analyse portant sur 1 échantillon moyen correspondant à un rythme de 8 à 12 heures. Des prélèvements manuels ont été effectués au même rythme d'analyse sur la rivière et le forage de la Laiterie.

Les analyses des iodures ont été réalisées par le Laboratoire de la Ville du Havre. Les analyses des autres éléments par le Laboratoire de la Ville de Roue. La détection du traceur colorimétrique a été effectuée à l'aide d'un fluorimètre TURNER type 111 donnant une précision de 1.10^{-10} kg/l.

2 - Premier traçage colorimétrique

Le premier traçage a été effectué par injection de 25 kg de fluoresceine dans la rivière du Commerce, au droit de la station d'épuration de Gruchet. L'injection a été réalisée sur 10 heures du 19 Octobre à 15h 50 au 20 à 1h 50.

Deux jaugeages au micromoulinet ont été effectués : au point d'injection, le débit était de 203 l/s et 243 l /s quelques 500 m en aval, soit une concentration moyenne en fluoresceine de l'ordre de 3,5 mg/l ($3,5 \cdot 10^{-6}$ kg/l).

Comme nous le verrons plus loin, cette concentration doit être en réalité plus faible au bout d'un certain temps de parcours, car outre l'accroissement de débit, la fluoresceine est susceptible d'être fixée par les matières organique

3 - Deuxième traçage colorimétrique

Une seconde injection a été réalisée cette fois-ci en aval de l'usine Oril afin d'étudier l'éventualité de pertes au niveau de la faille Bolbec-Lillebonne, et dans le tronçon amont de la rivière entre Bolbec et Gruchet.

Cette coloration a été effectuée à l'aide de 50 kg de fluoresceine, le 5 Novembre de 11 heures à 21 heures.

Le débit de la rivière au moment de l'injection était de 179 l/s, au point de dilution (vitesse moyenne 0,79 m/s) et de 240 l/s au droit de la station d'épuration de Gruchet (vitesse moyenne 0,47 m/s), soit une concentration moyenne en ce dernier point de 5,8 mg/l (à comparer avec les 3,5 mg/l de la première coloration).

La fluoresceine, au niveau de la station d'épuration n'est apparue que 6 heures après le début d'injection. Compte tenu d'un parcours de l'ordre de 5 km, la vitesse peut être estimée à 0,25 m/s.

La détection s'est faite par fluorimétrie au pas de temps de 15 mn.

Une tentative de bilan massique a été effectuée à partir de la restitution de la fluoresceine entre le point d'injection et la station d'épuration (soit un parcours de 5 km), ce bilan est déséquilibré, ce qui toutefois n'a rien d'étonnant compte tenu de la fixation et de la dégradation possible du colorant.

C.P.G.F. 2275.01

PLAN DE SITUATION DES INJECTIONS ET DES POINTS DE SURVEILLANCE

- Point d'injection 19.10.81
- Point d'injection 5.11.81
- Analyses fluo
- Analyses iodures

ECHELLE 1 / 50 000



QUILLEBEUF

La concentration théorique en fluoresceine de la rivière à proximité du premier captage, St-Antoine-la-Forêt, de 5,8 mg/l n'a été enregistrée au fluorimètre qu'entre 1 et 2,8 mg/l, cet écart pouvant être dû à une absorption par les niveaux argileux (grande affinité d'échange avec les ions H), à une fixation par les matières organiques ou à des pertes.

Un échantillon témoin de l'eau de la rivière colorée par la fluoresceine a fait l'objet d'un contrôle de dégradation à la lumière et aux substances chimiques contenues dans l'eau, les analyses au fluorimètre étalées sur un mois n'ont pas révélé de dégradation décelable du colorant.

V - / RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION /

1 - Traceur colorimétrique

Hormis les ouvrages exploités, une surveillance constante a été assurée également sur un certain nombre de points, à savoir :

- le Ruisseau des Aulnes (le long du chemin rural n° 31, de la Rue d'Eau au Carreau du Becquet).
- l'exhaure de l'étang (située en bordure du chemin rural n° 31).
- la source du Becquet
- la source de Radicatel (en aval du forage C1, source non captée)
- la source de Bolbec (à partir du 5.11.81, Rue Azarias Selle)

Le suivi du traceur s'est fait sur échantillon d'eau prélevé dans chaque forage (eau brute) ou en rivière pour les points précédemment cités. La précision de la détection est de 1.10^{-10} kg/l.

Après injection du 19/20 Octobre, le colorant est apparu le 25 de façon significative sur les ouvrages suivants :

- forage de St Antoine (de $4,6.10^{-10}$ à $8,8.10^{-10}$ kg/l)
- forage de St Marcel (de $4,6.10^{-10}$ à $9,5.10^{-10}$ kg/l)
- forage du Becquet (de 6.10^{-10} à $1,3.10^{-9}$ kg/l)
- forage de Radicatel C1 (de 5.10^{-10} à $2,8.10^{-9}$ kg/l)
- source de Radicatel (de 5.10^{-10} à $2,6.10^{-9}$ kg/l)
- source du Becquet (de $4,6.10^{-10}$ à 1.10^{-9} kg/l)

En ce qui concerne le forage de la Laiterie, la réponse est douteuse, de même qu'une première réponse le 22 Octobre sur le forage de St Antoine. Il faut noter en effet que cette première expérimentation a été réalisée dans des conditions météorologiques très variables ; de fortes précipitations ont été enregistrées du 18 au 30 Octobre, ce qui se traduit par quelques fluctuations des "blancs" avant l'apparition du traceur (bruit de fond).

Dans le cas de la seconde expérimentation, nous avons pu bénéficier de conditions favorables (pas de précipitations) comme en témoigne la constance des "blancs" (écart maxi des fluctuations : entre $4,6.10^{-10}$ et $5,8.10^{-10}$ kg/l) Nous observons un résultat positif sur l'ensemble des ouvrages de façon très nette et à moins de 24 heures après le début de l'injection.

- Forage St Antoine (de $4,6.10^{-10}$ à $1,6.10^{-9}$)
- Forage St Marcel (de $4,6.10^{-10}$ à 1.10^{-9})
- Forage de la Laiterie (de 6.10^{-10} à 1.10^{-9})
- Forage du Becquet (de 6.10^{-10} à $1,8.10^{-9}$)
- Forage de Radicatel (de 5.10^{-10} à 9.10^{-10})
- Source de Radicatel (de 5.10^{-10} à 9.10^{-10})
- Source de Becquet (de $4,6.10^{-10}$ à 9.10^{-10})

Nous verrons plus loin l'interprétation de cette différence de vitesse apparente entre la première et seconde expérimentation.

2 - Traceur chimique

Comme nous l'avons vu, la fluoresceine peut se trouver adsorbée par les argiles ou fixée par les matières organiques ; c'est pourquoi nous avons envisagé d'utiliser un autre traceur, chimique, celui-là : l'iode. Pour ce faire nous avons procédé à un dosage journalier sur échantillon moyen, dans la rivière et dans les eaux des différents ouvrages. Les dosages ont été effectués par le Laboratoire Municipal du Havre. Le dosage de l'iode (iodure de potassium) prend en compte l'iode libre et l'iodure, qui agissent comme catalyseurs de la réduction des sels cérriques jaunes en sels cériques incolores en présence d'arsenite de sodium. L'intensité de la décoloration est fonction de la teneur en iode qui se mesure par colorimétrie à la longueur d'onde de 200 Å.

L'étude réalisée par l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie et la Section Départementale de l'Équipement en Mai et Juin 1981, avait déjà mis en évidence, par ce traceur, les communications entre la rivière et la nappe de la craie, en particulier au niveau du forage de St-Antoine-la-Forêt : temps de transfert probable de l'ordre de 4 jours et dilution de 300 (expérimentation en régime transitoire).

Dans le cas de la présente étude, c'est-à-dire dans des conditions différentes d'expérimentation, les pompages sur chacun des ouvrages étant continus et les débits exhaurés journalièrement nettement supérieurs dans certains cas (1 fois plus pour le forage du Becquet), les temps de transit observés sont de l'ordre de 24 heures comme pour la fluoresceine, le synchronisme étant d'ailleurs assez remarquable, surtout dans le cas de la seconde injection (régime permance

3 - Interprétation

Du point de vue quantitatif, il n'est pas possible d'évaluer le taux de dilution de la fluoresceine dans chacun des ouvrages avec une précision significative dans la mesure où ce colorant peut se fixer ou être adsorbé durant son parcours. Nous retiendrons deux points importants :

- compte tenu des réactions observées sur chacun des forages, il n'apparaît pas de pertes ponctuelles caractérisées, de la rivière du Commerce, dans la nappe de la craie (par faille ou phénomène karstique par exemple). Les communications semblent réparties sur l'ensemble du cours.
- en exploitation intermittente, l'état hydraulique de la nappe correspond à un régime transitoire, les temps de transfert sont de l'ordre de 5 jours. Une fois le régime pseudo-permanent atteint, ce temps est inférieur ou de l'ordre d'un jour.

Le suivi des teneurs en iode permet d'aborder de façon plus satisfaisante le taux de dilution des eaux superficielles pompées dans l'aquifère crayeux pour chacun des ouvrages. Nous retiendrons les valeurs suivantes :

- Forage St-Antoine-la-Fofêt dilution de 500 à 1000
- Forage St Marcel dilution de 500 à 1000
- Forage Laiterie dilution de 500 à 1000
- Forage du Becquet dilution de 200 à 500
- Forage de Radicatel dilution de 1000 à 2000

Il apparaît que les dilutions les plus élevées peuvent s'expliquer par le fait qu'en amont du forage du Becquet la nappe est déconnectée des écoulements superficiels, d'où phénomènes d'égouttements retardés (percolation) dans le milieu non saturé.

Quant à Radicatel, la dilution élevée s'explique par sa distance à la rivière et le débit pompé.

Le temps de transit inférieur ou égal à 1 jour, différent de celui observé en Mai-Juin qui avait été estimé entre 3 et 4 jours, peut s'expliquer par un état hydraulique différent de la nappe (période hautes eaux et période d'étiage bien que celui-ci ne fut pas très prononcé cette année, par des régimes d'expérimentation différents : dans le premier cas, transitoire, dans le second pseudo-permanent à des débits supérieurs).

4 - Schéma hydraulique de l'écoulement de la nappe

Un relevé topographique a été réalisé par le Cabinet PRUD'HOMME de Bolbec le 25 et 26 Janvier 1982 pour chacun des ouvrages exploités à savoir, la source de Bolbec, le forage de St Antoine-la-Forêt, le forage de la Ferme St Marcel et le forage du Becquet, nivellement rattaché au nivellement général de la France. La cote de la rivière (fil de l'eau et fond) a également été relevée au droit de chacun des ouvrages.

Les mesures obtenues ont été les suivantes :

- Source de Bolbec : + 37,56 m NGF
- St Antoine-la-Forêt : forage plancher station + 30,19 NGF
rivière : fil de l'eau + 21,10 m
fond + 20,60 m
- Ferme St Marcel : forage seuil station + 30,61 NGF
rivière : fil de l'eau + 18,80 m
fond + 18,30 m
- Becquet : forage seuil station + 10,03 NGF
rivière : fil de l'eau + 8,10 m
fond + 7,35 m

Un profil en long, passant par les différents ouvrages ainsi que par le forage de la Laiterie (pl. 2275-05) pour lequel la cote NGF a été estimée permet de mieux comprendre le comportement de la nappe par rapport aux eaux superficielles. Nous avons reporté sur cette coupe hydrogéologique schématique la coupe géologique relevée dans les différents rapports du B.R.G.M., la cote du niveau statique dans chacun des ouvrages et enfin la cote du fond de la rivière au droit de l'ouvrage considéré.

Ainsi, nous voyons très nettement que si la nappe est "déconnectée" des eaux superficielles en amont de la Laiterie, il apparaît un équilibre hydrostatique dans la partie aval d'où la plus grande facilité d'échanges dans cette dernière partie.

Dans la partie amont, la migration des polluants se fait au sein de la tranche de terrain non saturé, d'où la fixation plus aisée, mais pas totale, de certains toxiques dans cette zone. En revanche, dans la partie aval, en fonction de l'état hydraulique de la nappe, les échanges sont favorisés avec les eaux superficielles, puisque la nappe peut alimenter la rivière et inversement, la rivière alimenter la nappe, soit de façon naturelle, soit provoquée, par pompage intensif (dépression locale de la nappe favorisant l'accroissement des vitesses et par là même, entraînant une partie des eaux de surface).

VI - / RECHERCHE DES ELEMENTS TOXIQUES /

A - Analyse des eaux

1 - Etat initial avant experimentation

Le 13 Octobre lors des premiers essais de pompages, nous avons effectué des prélèvements sur chaque ouvrage en vue d'une recherche d'éléments significatifs pour étudier l'évolution de certains d'entre eux au cours de l'expérimentation. Ce fut également l'occasion d'un prélèvement en vue d'une analyse de type I et d'un examen bactériologique, l'eau étant exempte de chlore (les résultats de ces analyses physico-chimiques et bactériologiques figurent en annexe).

En ce qui concerne ces éléments, les recherches ont porté sur : Phénols, Cyanure, Lithium, Chrome, Plomb, Nickel, Mercure (analyses effectuées par le Laboratoire Municipal de Rouen).

13 Octobre 81	Phénols en $\mu\text{g/l}$	Cyanure en $\mu\text{g/l}$	Lithium en $\mu\text{g/l}$	Chrome en $\mu\text{g/l}$	Plomb en $\mu\text{g/l}$	Nickel en $\mu\text{g/l}$	Mercure en $\mu\text{g/l}$
St Antoine	< 10	< 10	< 10	< 1	< 1	2	0,10
St Marcel	< 10	< 10	< 10	< 1	< 1	4	0,02
Laiterie	< 10	< 10	< 10	< 1	< 1	4	0,02
Le Becquet	< 10	< 10	< 10	< 1	< 1	3	0,02
Radicatel	< 10	< 10	< 10	< 1	< 1	3	0,02
Rivière	14	10	310	3	2	3	0,02
Normes Europ.	0,5	50	-	50	50	50	1

Ces différents éléments présentent tous des teneurs inférieures aux normes européennes ou au seuil de détection. A l'issue de ces résultats, et compte tenu des seuils de détection, nous avons suivi au cours de l'expérimentation selon un rythme journalier les Phénols, et un rythme hebdomadaire, le Lithium, le Chrome, le Nickel et le Mercure.

2 - Suivi au cours de l'expérimentation

1 - Le Phénol

C'est en réalité l'indice phénol qui a été détecté et qui correspond par conséquent à un ensemble de composés hydroxylés du benzène, qui a pour origine les rejets domestiques ou industriels.

Il peut s'agir également de composés naturels (composés humiques du sol). Ces phénols sont très instables et peuvent évoluer rapidement sous l'action bactérienne.

Rappelons que les normes européennes ont été fixées à 0,5 μ g/l, mais précisons également que du point de vue détection, ce seuil actuellement ne peut être atteint. Nous nous sommes fixés le seuil opératoire de 10 μ g/l afin de s'assurer de la représentativité des teneurs supérieures à cette valeur.

Les valeurs obtenues figurent dans le tableau ci-après. Nous noterons l'absence d'indice sur les forages de la Laiterie, de St Marcel et de St Antoine.

Les forages du Becquet et de Radicatel présentent par contre des valeurs significatives parfois importantes, respectivement jusqu'à 55 et 90 μ g/l.

Ces "pics" sont difficilement corrélables avec ceux relevés dans les eaux de la rivière du Commerce. La migration de ces phénols ne suit pas le même processus que les éléments stables tels que iodures ou métaux.

Indices Phénols - en µg/l

Date :	13	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Octobre et Novembre																										
St Antoine	<10	<10	≤10	<10	≤10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	75	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
St Marcel	<10	≤10	≤10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Laiterie	<10	≤10	≤10	<10	≤10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Becquet	<10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	<10	<10	44	<10	55	<10	<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10
Radicatel	<10	90	25	20	29	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10								35	14	<10	<10	<10	<10
Rivière	14	30	17	22	42	15	10	22	37	65	27	62									22	15	<10	<10	15	<10

	13	14	15	16
St Antoine	<10	<10	38	46
St Marcel	<10	<10	<10	<10
Laiterie	<10	<10	<10	<10
Becquet	<10	<10	<10	<10
Radicatel	<10	<10	<10	<10
Rivière	13	<10	≤10	10

2 - Le Mercure

Nous avons observé des teneurs représentatives de cet élément uniquement dans les eaux prélevées dans le forage de St Antoine-la-Forêt où la teneur est montée jusqu'à $0,12 \mu\text{g}/1$ le 3 Novembre.

	St Antoine	St Marcel	Laiterie	Becquet	Radicatel	Rivière
13.10	0,100	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
20.10	0,062					
27.10	0,072					
30.10						< 0,02
2.11	0,047					0,02
3.11	0,120	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
4.11	0,020					
10.11	0,050					
16.11	0,050					

Nous avons porté le suivi de cet élément essentiellement sur les eaux du forage de St Antoine-la-Forêt, compte tenu du fait que le mercure n'a été décelé qu'en ce point lors des campagnes d'analyses précédentes.

3 - Le Lithium

Cet élément présent dans les eaux de la rivière en quantité relativement importante, jusqu'à 500 $\mu\text{g/l}$ a été suivi au rythme hebdomadaire sur les forages, le seuil significatif de détection est supérieur à 10 $\mu\text{g/l}$. Aucune trace de cet élément n'a été décelée dans les eaux d'exhaure des différents forages, ce qui peut se justifier par la dilution calculée pour les différents ouvrages à partir des iodures (entre 200 et 2000).

	St Antoine la Forêt	St Marcel	Laiterie	Becquet	Radicatel	Rivière
13.10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	310 $\mu\text{g/l}$
20.10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	57 $\mu\text{g/l}$
27.10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	420 $\mu\text{g/l}$
3.11	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	450 $\mu\text{g/l}$
10.11	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	500 $\mu\text{g/l}$

4 - Le Chrome et le Nickel

Les eaux de la rivière présentent des teneurs en chrome et nickel de quelques $\mu\text{g/l}$ (inférieures à 10), ce qui là encore, compte tenu de la dilution, ne permet pas une détection significative dans les eaux de la nappe, il était toutefois intéressant de suivre ces éléments dans la mesure où des teneurs importantes avaient été décelées dans les campagnes d'analyses précédentes.

Chrome en $\mu\text{g/l}$

	St Antoine la Forêt	St Marcel	Laiterie	Becquet	Radicatel	Rivière
13.10	<1	<1	<1	<1	<1	3
20.10	<1	<1	<1	<1	<1	2
27.10	<1	<1	<1	<1	<1	1
3.11	<1	<1	<1	<1	1	1
10.11	<1	<1	<1	1	1	3

Nickel en $\mu\text{g/l}$

	St Antoine la Forêt	St Marcel	Laiterie	Becquet	Radicatel	Rivière
13.10	2	4	4	3	3	3
20.10	<1	1	<1	2	<1	<1
27.10	3	<1	<1	2	2	<1
3.11	1	1	1	4	5	<1
10.11	<1	2	1	<1	<1	1

Conclusions sur le dosage des éléments toxiques

Le suivi des teneurs en éléments toxiques des eaux de la rivière et des différents ouvrages en exploitation continue a permis de mettre en évidence des variations importantes dans le temps et dans l'espace :

- des Phénols : leur variation de teneurs n'étant toutefois pas corrélables avec les teneurs dans les forages, ce qui peut s'expliquer par le fait que ce sont les composés phénolés qui ont été dosés.
- du Lithium, qui n'a été observé qu'en rivière à des teneurs de plusieurs centaines de $\mu\text{g/l}$ et de quelques mg/kg dans les sédiments. Il semblerait que cet élément se fixe mal dans les sédiments.
- du Mercure ; cet élément n'est apparu que dans les eaux d'exhaure du forage de St Antoine-la-Forêt, et à des teneurs nettement inférieures aux normes européennes.
- du Chrome, en faible quantité dans les eaux de la rivière du Commerce, 2 à 3 $\mu\text{g/l}$ et par ailleurs pas toujours détectable, il n'a été dosé qu'une fois à 1 $\mu\text{g/l}$ sur les eaux de la Laiterie (20.10.81), et du Becquet (10.11.81) et 2 fois sur Radicatel (3 et 10.11.81) à 1 $\mu\text{g/l}$ également. Cette valeur est de 50 fois inférieure à la norme.
- du Nickel, en faible quantité ou même inférieur au seuil de détection dans les eaux de la rivière, il apparaît irrégulièrement dans les eaux de chaque forage à des teneurs inférieures à 5 $\mu\text{g/l}$ (10 fois inférieures à la norme).

Tous ces éléments se retrouvent à des concentrations très variables dans les vases et sédiments, en particulier 3 métaux : chrome, nickel, plomb sont présents à des teneurs importantes (plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines de mg/kg), il devra en être tenu compte lors d'aménagements éventuels de la rivière curage et recalibrage en particulier. Dans ce cas, il faudra s'assurer du processus de remise en solution éventuel de ces éléments, par étude spécifique de chacun d'eux, afin d'éviter une pollution de la nappe de la craie par un flux polluant important pouvant transiter par un milieu à perméabilité de fissures.

B - Analyse des sédiments

Lors des analyses à l'état initial avant expérimentation, la teneur de certains éléments dans la rivière et dans les forages s'est révélée sensiblement identique (exemple Nickel), or compte tenu des dilutions, les teneurs observées dans la nappe auraient dû être très nettement inférieures à celles de la rivière.

Les causes de ce phénomène peuvent être liées à la rétention des éléments toxiques dans les sédiments. Nous avons procédé à des analyses sur les vases et alluvions sous-jacentes, afin d'appréhender les processus d'échanges éventuels.

Les échantillons ont été prélevés pour les alluvions en 2 points correspondant au cours non rectifié de la rivière, à savoir :

- en aval du pont de la ferme St Marcel
 - en aval du pont du chemin rural n° 31 de la rue d'eau au Carreau du Becquet
- pour les vases :
- au droit du stade de Gruchet
 - au droit de la laiterie de Lillebonne

Pour les alluvions, les échantillons ont été prélevés à l'aide d'un préleveur d'échantillon intact (carottier double muni d'une trousse coupante, pénétration par percussion, sans rotation, à l'aide d'un wagon-drill, à l'air comprimé). La profondeur maximale atteinte a été de 2 mètres, au-delà la compacité et la dureté des terrains interdisaient tout avancement sans rotation. Nous avons vérifié que la craie était atteinte à cette profondeur en procédant à une foration en destructif jusqu'à 18 mètres. Nous avons effectivement rencontré une craie à silex, une analyse dans cette formation ne présentant que peu d'intérêt, dans la mesure où une perméabilité de fissures favorise les échanges de façon privilégiée, nous n'avons pas procédé à des analyses de celle-ci.

Notons que pour les vases, un prélèvement avait déjà fait l'objet d'analyses, sur un échantillon prélevé par l'Agence Financière de Bassin en aval des usines ORIL, le 26 Septembre 1980, nous reprendrons les résultats ci-après.

Les analyses ont été effectuées par le Laboratoire Municipal de Rouen, après préparation et traitement des échantillons de la façon suivante : les échantillons ont été séchés, tamisés à 2 mm afin d'éliminer les cailloux et les éléments les plus grossiers. Les analyses ont été ensuite effectuées après calcination de la matière organique à 450°C en présence de nitrate d'ammonium, reprise par un mélange d'acide nitrique et chlorhydrique concentré à ébullition.

La fraction insoluble est déterminée par insolubilisation de la silice, et filtration.

Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

en mg/kg	Aval St Marcel		Aval Laiterie		Aval Oril	Stade Laiterie	
de matières sèches	Vase	1,50 m	Vase	1,50 m	Vase *	Vase	Vase
Fraction < 50 μ	16,6 %	37,4 %	26,4 %	35,2 %		22,92 %	15,2 %
Insolubles	75,1	82,5	79,5	64,5		83,1	69,4
Pertes au feu (525°)	9,1	4,5	7,4	12,1		3,9	10,8
Cadmium	1,4	0,52	0,98	0,79	0,69	0,9	1,4
Chrome (total)	110	95	105	114	49	93	130
Mercure	2,8	0,32	0,74	0,96	8,3	0,9	1,2
Nickel	26	33	22	19	340	20	27
Plomb	190	56	180	320	80	90	210
Lithium	7	10	7	7		7	8

* Prélèvement Agence de Bassin 26.9.80.

Nous constatons que les sédiments renferment essentiellement trois métaux en quantité représentative, à savoir : chrome, nickel, plomb.

Les teneurs en plomb sont relativement importantes, puisque atteignant 320 mg/kg. Les teneurs en lithium, par contre, sont faibles par rapport à celles mesurées dans les eaux de la rivière, entre 7 et 10 mg/kg dans les sédiments et jusqu'à 500 μ g/l dans la rivière, soit un rapport de 16 environ.

Si nous comparons l'ensemble des teneurs obtenues dans les eaux de la rivière par rapport à celles des sédiments nous avons :

Chrome : 30 000 (rivière 3 μ g/l, sédiments 99,4 mg/kg)

Nickel : 23 000, 8000 (si nous ne retenons pas la valeur unique de 340 mg/kg)

Plomb : 80 000 (rivière 2 μ g/l, sédiments 160 mg/kg).

Le processus de fixation dans le sol de ces éléments est très mal connu ; de nombreuses études et recherches sont actuellement en cours dans ce domaine. Pour certains éléments il est possible d'établir une chronologie fine des pollutions à partir d'analyses par tranches successives.

Les éléments, plomb, chrome, nickel semblent bien se fixer contrairement au lithium ; mais à la lumière des résultats, il n'est malheureusement pas possible de dire si les teneurs observées correspondent à une pollution ancienne importante et limitée dans le temps, ou bien si elles sont dûes à une accumulation et à une fixation progressive provoquées par une teneur faible mais relativement constante des eaux de la rivière (on ne peut écarter également l'hypothèse d'une restitution éventuelle).

Il est toutefois certain qu'il faudra veiller à ce que ces éléments ne soient pas remis en solution brusquement, ce qui aurait pour conséquence une augmentation sensible des teneurs dans la rivière et dans les captages.

A titre de comparaison, des analyses de vase ont été relevées dans des études antérieures, dans des conditions d'écoulement similaire (régime hydraulique, substratum crayeux, etc ...) ; les valeurs figurent dans le tableau ci-après.

Eléments en mg/kg	L'AVRE		L'ITON		L'EURE	
	Mini	Moyenne*	Mini	Moyenne*	Mini	Moyenne
Zinc	85	253	230	1170	120	730
Cuivre	12	58	40	440	20	122
Nickel	7	17	28	72	16	38
Plomb			7	29	7	16
Cadmium			5	41	7	30
Chrome			30	74	24	69

*Les moyennes portent sur 5 échantillons pour l'Iton et l'Eure

VII - / CONCLUSION GENERALE /

Les traçages entrepris dans la rivière du Commerce ont permis de mettre en évidence les échanges eaux superficielles - nappe de la craie de façon très nette par procédé colorimétrique (fluoresceine) essentiellement du point de vue qualitatif et par dosages chimiques (iodures) pour l'aspect quantitatif et qualitatif.

Grâce aux deux traçages réalisés, nous avons pu également appréhender le processus d'échange selon deux états hydrauliques de la nappe : le premier en régime transitoire, le second en régime pseudo-permanent. Dans le premier cas, le traceur a mis 5 jours pour apparaître dans les différents ouvrages, dans le second moins d'une journée, ce qui confirme bien l'importance de la vulnérabilité de la nappe.

Le calcul de dilution à partir du dosage des iodures montre des variations importantes d'un point à l'autre en fonction des débits de pompages, de la distance à la rivière, de l'état de fissuration de la craie et de la position de la nappe par rapport aux eaux superficielles (présence ou absence d'un milieu non saturé intermédiaire).

- forage de St Antoine-la-Forêt dilution de 500 à 1000 (à 100 m³/h)
- forage de St Marcel dilution de 500 à 1000 (à 130 m³/h)
- forage Laiterie dilution de 500 à 1000 (à 20 m³/h)
- forage du Becquet dilution de 200 à 500 (à 362 m³/h)
- forage de Radicatel dilution de 1000 à 2000 (à 420 m³/h)

Il faut bien considérer ces taux de dilution en fonction des débits pompés dans les conditions de l'expérimentation.

Ainsi le forage qui paraît le plus vulnérable : l'ouvrage du Becquet avec une dilution pouvant être de 200. Les teneurs des éléments analysés peuvent toutefois être plus faibles que celles observées, si le débit de pompage est inférieur à 360 m³/h.

Le forage de la Laiterie apparait également particulièrement vulnérable étant donné la dilution observée (500) pour un débit très faible ($20 \text{ m}^3/\text{h}$), la proximité de la rivière, une vingtaine de mètres, fait que celle-ci joue un rôle important.

L'étude des sédiments a montré que certains toxiques, en particulier le chrome, le nickel et le plomb se trouvaient fixés par ceux-ci. Ces sédiments assurent ainsi une certaine protection de l'aquifère ; en revanche, une remise en solution de ces éléments par une modification de l'équilibre physico-chimique actuel pourrait avoir une conséquence notable sur la qualité des eaux de la nappe.

Devant ces résultats, il est important que des mesures soient prises au niveau de l'exploitation de l'aquifère et du contrôle de pollution des eaux superficielles.

*

*

*

VIII - / CONDITIONS D'EXPLOITATION /

Le caractère de vulnérabilité de l'aquifère de la craie ayant été mis en évidence, l'exploitation de la nappe pour les besoins en eau potable des collectivités doit faire l'objet d'une surveillance, d'une part de la qualité de l'eau distribuée, et d'autre part, de la qualité des eaux rejetées dans la rivière, en considérant une dilution de 200.

En considérant que le débit de la rivière ne sera pas modifié par des aménagements dérivant une partie du flux par exemple, les rejets industriels en particulier, devront faire l'objet d'une surveillance très étroite du point de vue qualitatif (concentrations en toxiques), afin d'éviter toute communication en micropolluants, susceptible de rejoindre la nappe à des concentrations supérieures aux normes admises. A titre d'exemple, les eaux de la rivière ne devront à aucun moment présenter des teneurs en mercure supérieures à 200 µg/l, en chrome, nickel, plomb à 10 mg/l, etc ... en fonction d'une dilution de 200.

D'autre part, en cas d'aménagement ou de curage important du lit de la rivière, toutes les précautions nécessaires devront être prises afin d'éviter que les éléments toxiques fixés par les sédiments soient remis en solution. Une étude spécifique de chacun de ces éléments devra être envisagée avant tous travaux.

Les débits d'exploitation ne devront pas dépasser les débits ayant servi à l'expérimentation et à partir desquels les calculs de dilution ont été effectués. En particulier, pour l'ouvrage du Becquet qui paraît être le plus vulnérable, ce taux de dilution de 200 peut au-delà de 360 m³/h être moindre (participation plus importante des eaux de surface).

Forage de St Antoine-la Forêt

Cet ouvrage, réalisé en 1954, a été testé à 105 m³/h pour un rabattement de 10,45 m ; il semble qu'actuellement, le rabattement soit moindre, il n'a malheureusement pas été possible de mesurer le niveau statique,

L'exploitation n'ayant pu être arrêtée suffisamment pour permettre une mesure représentative. Ce débit de $105 \text{ m}^3/\text{h}$ devrait pouvoir être dépassé. A ce débit (identique à celui de l'expérimentation, niveau dynamique à $19,31 \text{ m/sol}$), nous avons vu qu'en régime pseudo-permanent, aucun des éléments chimiques suivis au cours de l'expérimentation n'a atteint les teneurs limites imposées par les normes européennes devant être adoptées prochainement par la France. Le mercure devra toutefois faire l'objet d'une surveillance particulière, son origine n'ayant pu être mise en évidence dans le cadre de cette étude. Cet élément n'a été décelé ni dans les eaux superficielles, ni dans les sédiments, l'origine pourrait être recherchée beaucoup plus loin à la faveur de circulations karstiques ou fissurales.

Forage de la ferme St Marcel

Ce forage a été réalisé en 1963 et testé à $275 \text{ m}^3/\text{h}$ durant 12 heures en 1963, le rabattement observé étant alors de 5 mètres (régime transitoire).

Actuellement exploité à $125 \text{ m}^3/\text{h}$ en régime pseudo-permanent, le niveau dynamique mesuré (après 1 mois de pompage continu) était à $18,57 \text{ m/sol}$: notons que le niveau statique a été mesuré à $19,10 \text{ m/sol}$ en 1963 et $18,34 \text{ m/sol}$ en 1969.

Dans les conditions d'expérimentation, nous n'avons observé, parmi les éléments dosés, aucune teneur supérieure aux normes européennes. Compte tenu d'une dilution entre 500 et 1 000 (à $130 \text{ m}^3/\text{h}$), une augmentation de débit d'exploitation pourra être envisagée à terme, sous réserve toutefois d'un contrôle de l'évolution des éléments toxiques due aux modifications de l'état hydraulique de la nappe.

Forage de la laiterie

Ce forage, exploité à très faible débit ($20 \text{ m}^3/\text{h}$) pour des besoins industriels, a révélé une dilution de 500 à 1 000 des eaux superficielles. Nous n'avons pas de données concernant les caractéristiques hydrodynamiques de cet ouvrage permettant de dire s'il peut être exploité à un débit supérieur.

Nous noterons toutefois une pollution bactériologique de cet ouvrage (analyses sur eau non traitée) pouvant provenir de l'environnement immédiat : eau stagnante, infiltration (ouvrage à ras du sol).

Forage du Becquet

Ce forage exécuté en 1973 a été testé jusqu'à $950 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant un laps de temps très court (1 heure), ainsi le rabattement observé, de 1,14 m, n'a-t-il pas de signification. Le débit critique a été estimé à $700 \text{ m}^3/\text{h}$ (rapport B.R.G.M. 73 SGN 230 PNO).

Dans les conditions d'expérimentation, au débit $Q = 362 \text{ m}^3/\text{h}$, nous avons noté un rabattement de 0,85 m en régime permanent ; si ce débit peut, du point de vue hydraulique, être longuement dépassé, d'un aspect qualitatif les risques sont importants. En effet, la dilution des eaux superficielles, de 200 à 500 pour le débit considéré, montre le caractère vulnérable de ce point. Si le débit d'exploitation devait être supérieur à $360 \text{ m}^3/\text{h}$, l'évolution des teneurs en éléments toxiques devra être suivie à un débit supérieur à celui envisagé, afin de calculer la nouvelle dilution provoquée par un nouvel état de la nappe.

Forage de Radicate1

Le forage d'une profondeur de 30 m est exploité à $420 \text{ m}^3/\text{h}$, le niveau statique mesuré avant l'expérimentation, l'ouvrage n'ayant pas été mis en service depuis plusieurs mois, se situerait à 2,52 m/sol le 12 octobre 1981. Le niveau dynamique, en régime pseudo-permanent, se situe à 4,73 m/sol. La dilution des eaux superficielles étant supérieure à 1 000 (entre 1 000 et 2 000), les risques sont extrêmement limités, d'autant plus que les eaux exhaurées sont mélangées avec les eaux provenant des sources Bruisseresse et du Moulin. L'exploitation éventuelle de cet ouvrage C1 à un débit supérieur

peut donc être envisagée du point de vue qualitatif, dans la mesure où l'état hydraulique de la nappe dans la vallée ne se trouve pas modifié de façon sensible par des pompages intensifs favorisant les transits rapides.

Y. LEMOINE
Directeur Adjoint

J.M. BATTAREL
Ingénieur Hydrogéologue

E. ALESSANDRELLO
Chef du Département Hydrogéologie

DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

FORAGE DE RADICATEL

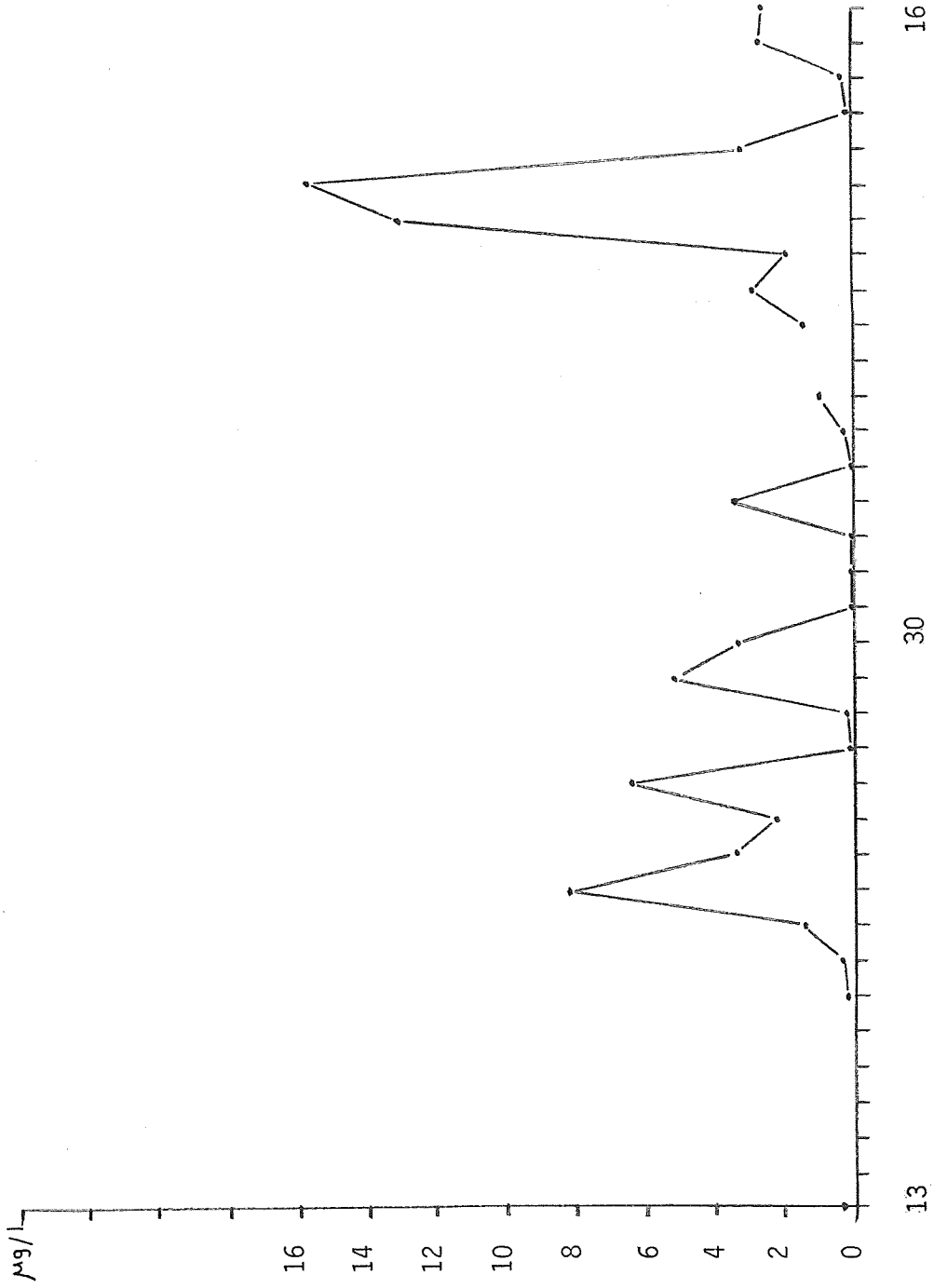


DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

FORAGE DU BECQUET

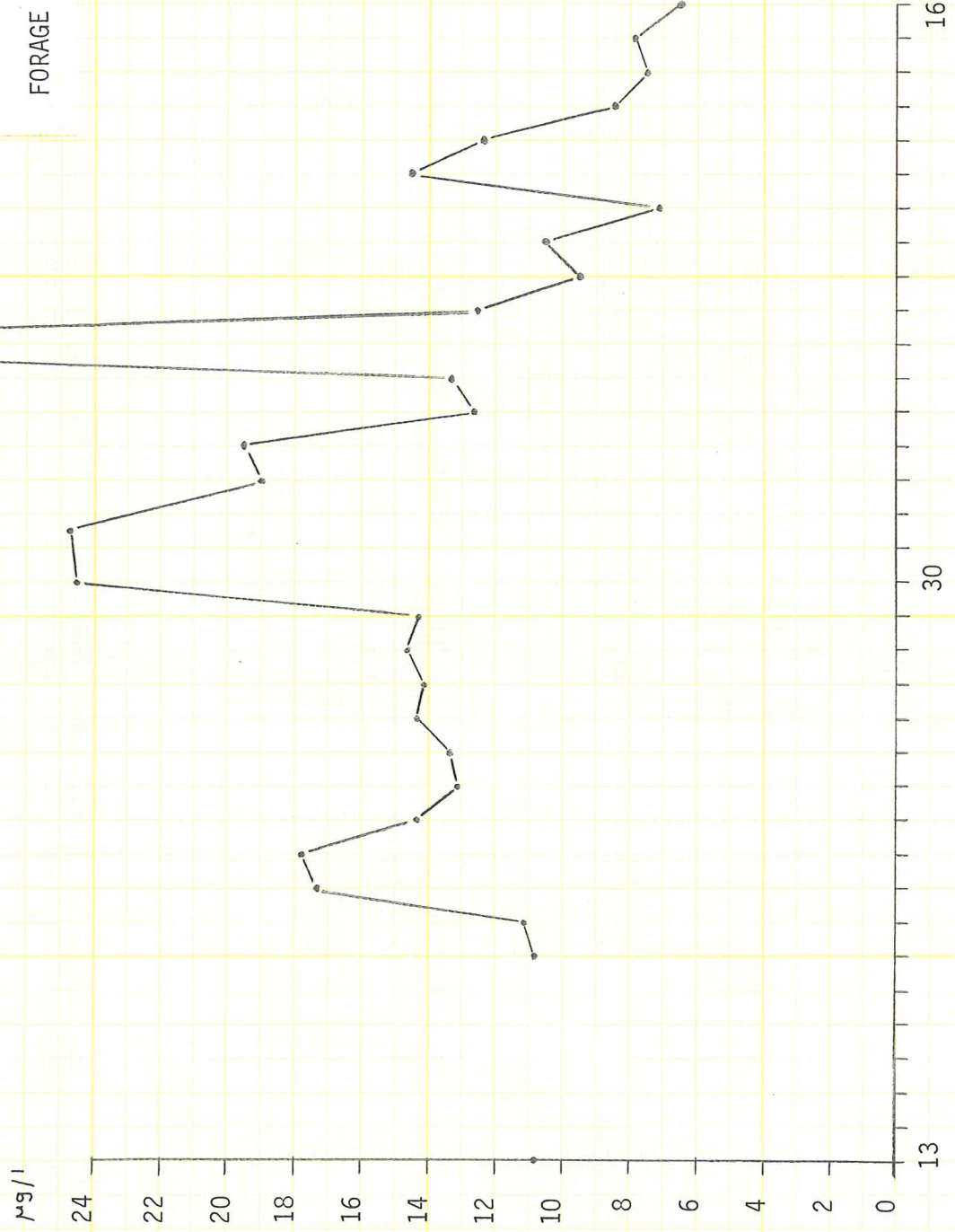


DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

FORAGE DE SAINT-ANTOINE LA FORET

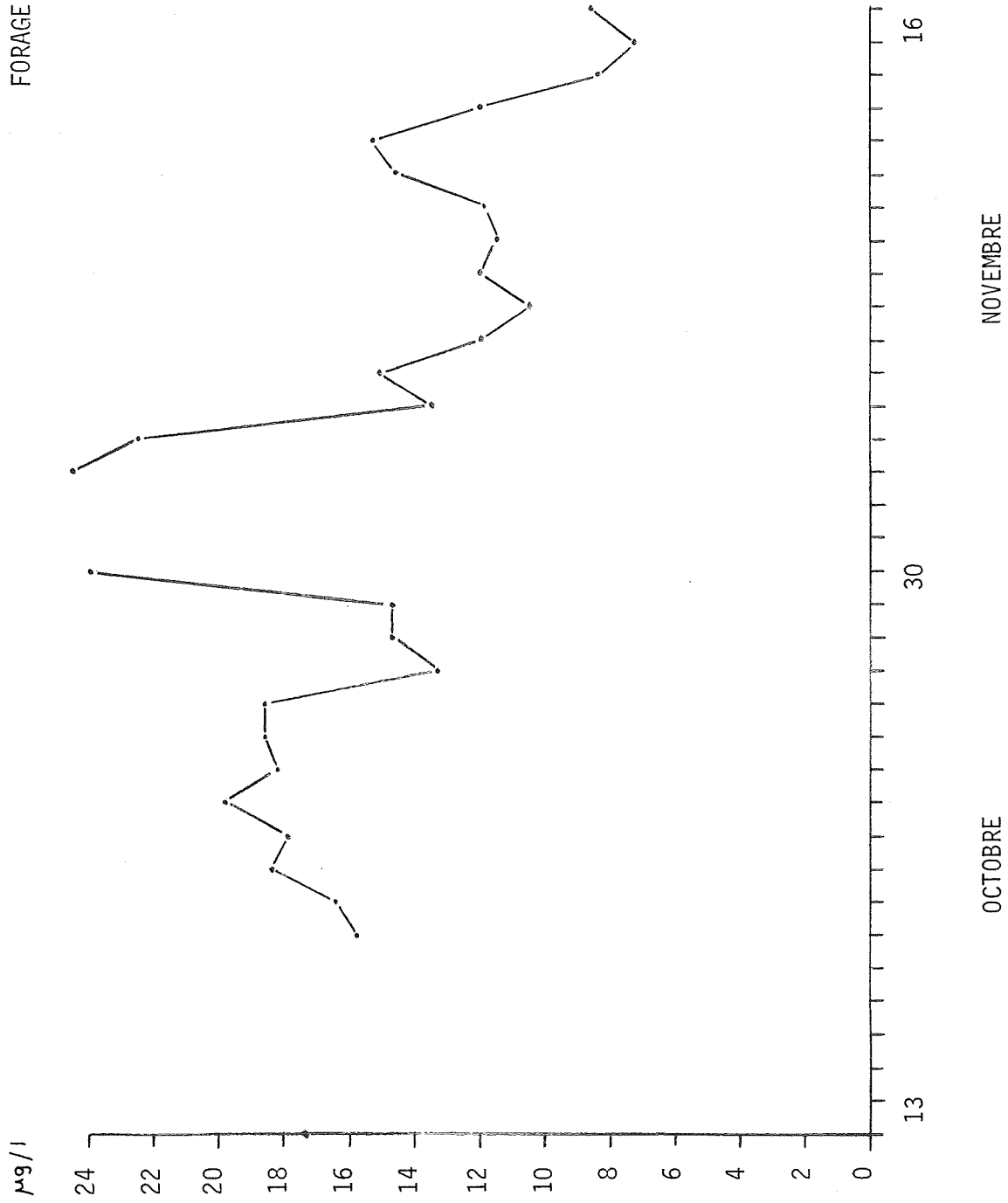


DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

FORAGE DE LA LAITERIE

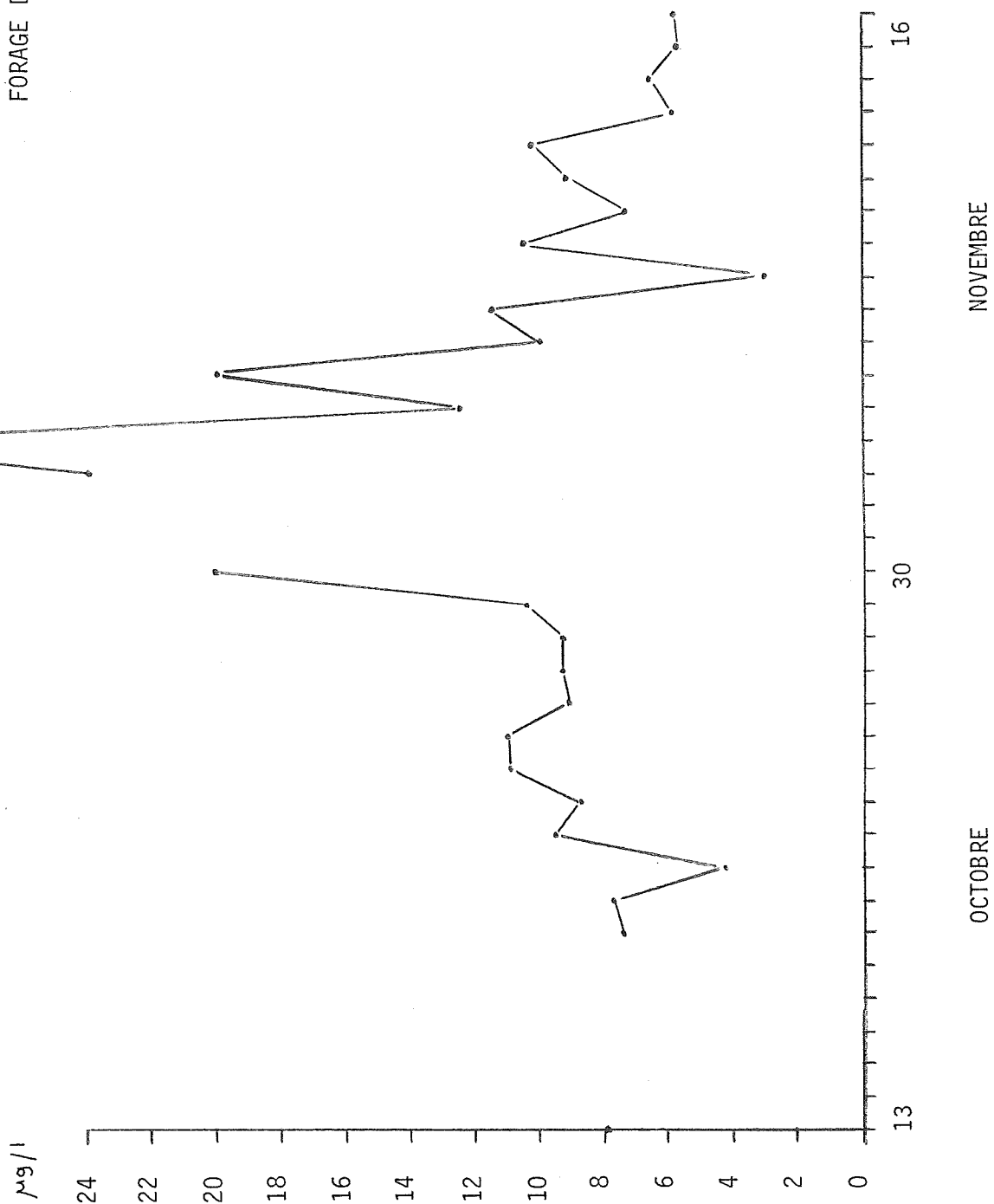
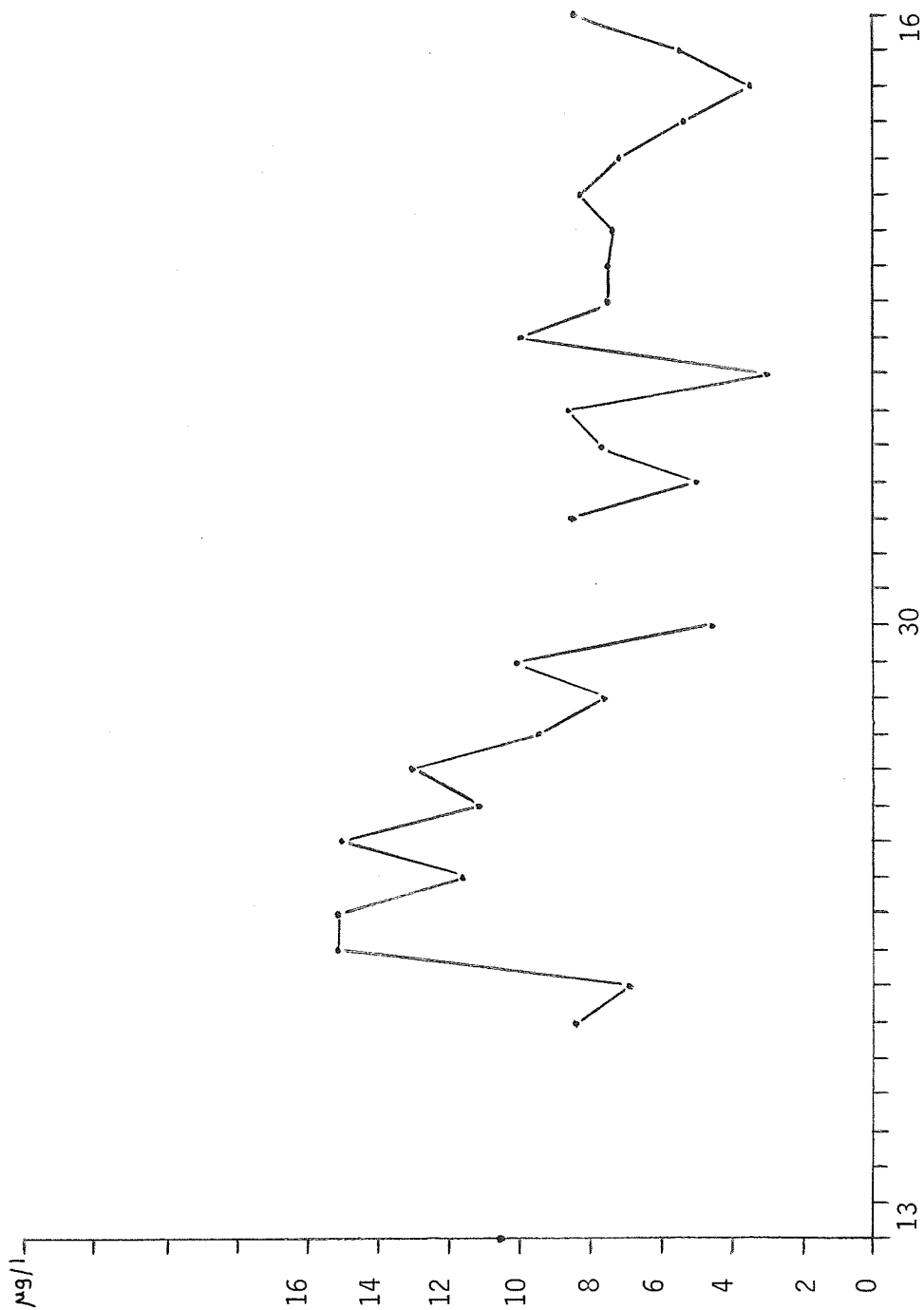


DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

FORAGE DE LA FERME SAINT-MARCEL



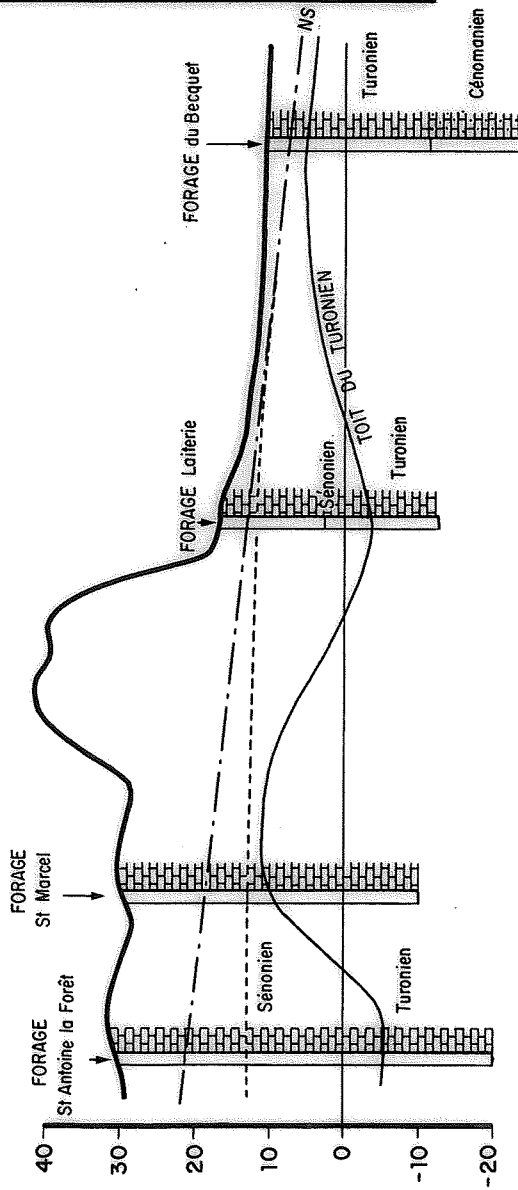
OCTOBRE

NOVEMBRE

ECHELLES Hor. 1/25000
Vert. 1/1000

— Niveau rapporté de la cote du fond de la rivière
- - - Niveau statique de la nappe

CHATEAU DU VALASSE



- COUPE HYDROGEOLOGIQUE SCHEMATIQUE -

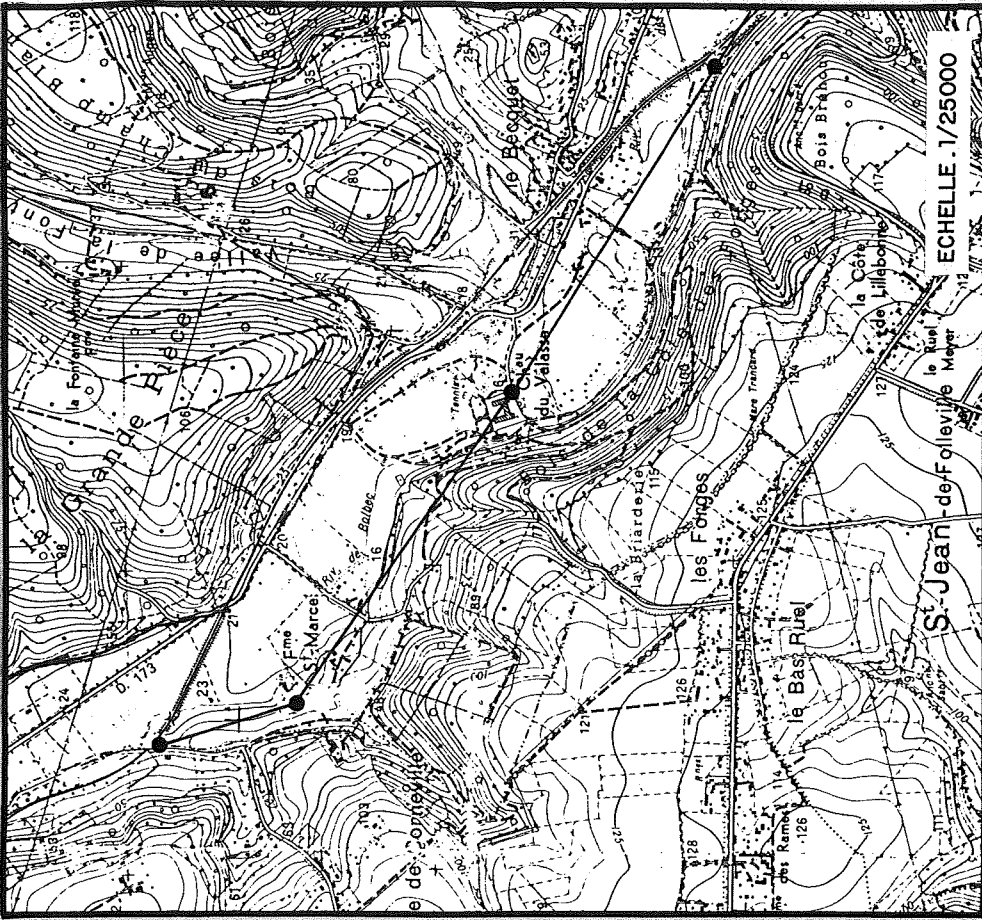
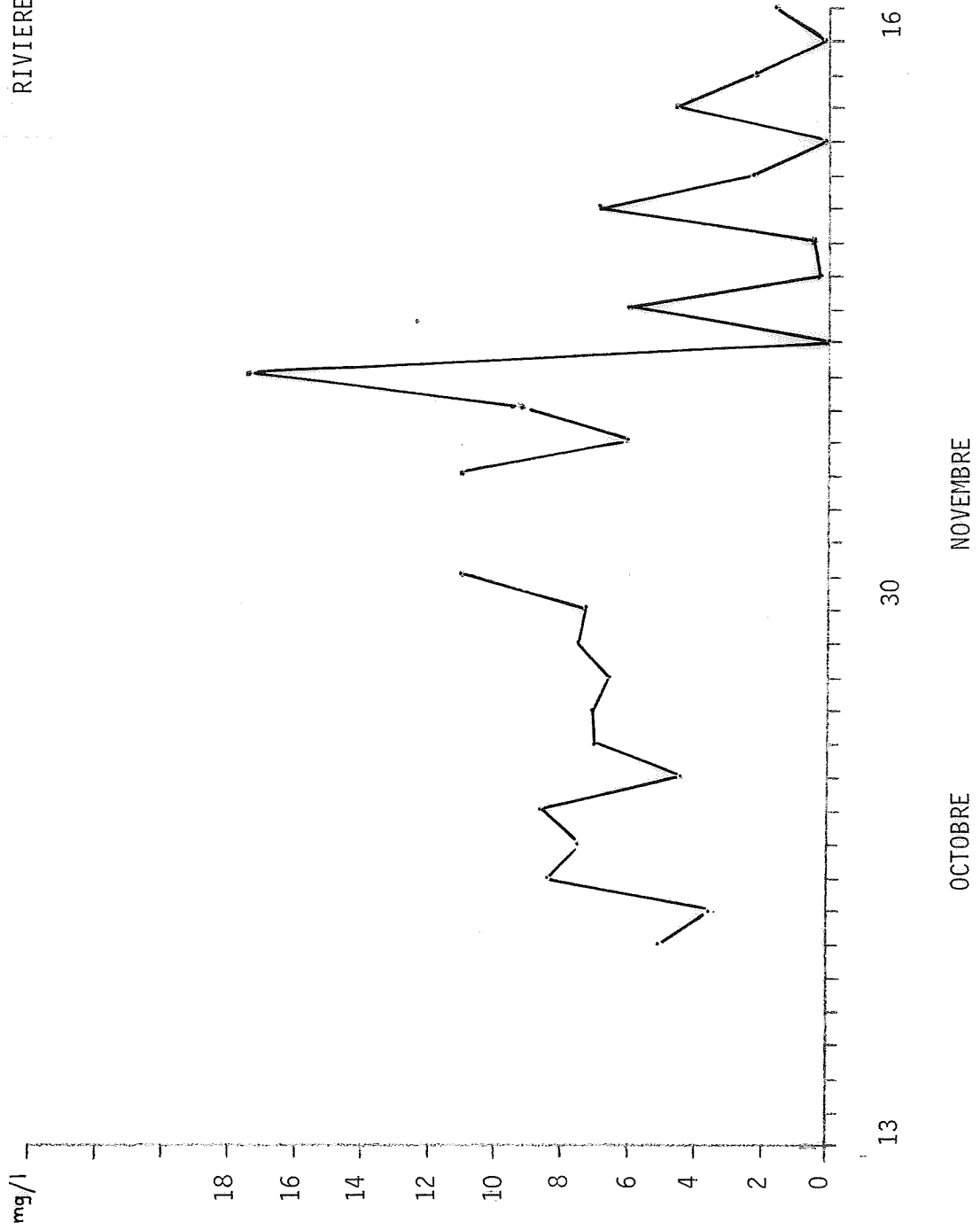


DIAGRAMME D'ANALYSES DES IODURES

RIVIERE DU COMMERCE



A N N E X E

-:-:-:-

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES
TYPE I

VILLE DE ROUEN

LABORATOIRE MUNICIPAL

Agréé en tant que Laboratoire Régional
par le Ministère de la Santé Publique
pour le contrôle sanitaire des eaux
en Haute-Normandie

EAUX D'ALIMENTATION

Bulletin d'analyse n° 155 c

29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement RIVIERE DU COMMERCE
Prélevé ~~ou~~ Remis le 13/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROTECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			225	
pH			7,9	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1134	
Couleur - odeur - saveur			Sale-putride	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		13	
Dureté totale (TH)	Degrés F		29,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		32,5	
Silice en SiO ₂	mg/l		16	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	112	5,59	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	3,64	0,30	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	396,50	6,50
Ammonium en NH ₄ ⁺	8,60	0,48	Chlore en Cl ⁻	122	3,44
Sodium en Na ⁺	106	4,61	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	38,5	0,80
Potassium en K ⁺	22	0,56	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,01	-
Fer en Fe ⁺⁺	0,07		Nitrique en NO ₃ ⁻	< 0,5	
Manganèse en Mn ⁺⁺	0,055		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	8	0,25
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	0,089				
TOTAL :		11,54	TOTAL :		10,99


Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement RIVIERE DU COMMERCE
Prélevé ou Remis le 16/11/81 par la COMPAGNIE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			130	
pH			7,4	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1207	
Couleur - odeur - saveur			TROUBLE	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		20	
Dureté totale (TH)	Degrés F		29	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		29,5	
Silice en SiO ₂	mg/l		12,5	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l		545	
Résidu sec à 500°C	mg/l		478	

BILAN IONIQUE

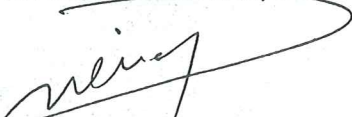
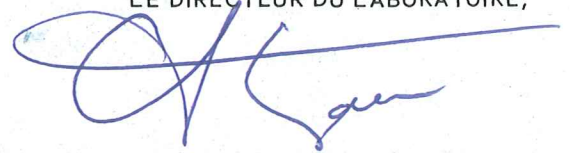
Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	110,4	5,51	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	3,40	0,28	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	360	5,80
Ammonium en NH ₄ ⁺	7	0,32	Chlore en Cl ⁻	66	1,86
Sodium en Na ⁺	55	2,39	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	36,5	0,76
Potassium en K ⁺	12	0,31	Nitreux en NO ₂ ⁻	0,02	-
Fer en Fe ⁺⁺	0,04		Nitrique en NO ₃ ⁻	0,5	-
Manganèse en Mn ⁺⁺	0,030		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	13	0,41
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	0,14				
TOTAL :		8,81	TOTAL :		8,83

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,

LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,

29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DE SAINT ANTOINE LA FORET
Prélevé le 14/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			5	
pH			7,1	7,5
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1934	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,2	
Dureté totale (TH)	Degrés F		27	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		23	20
Silice en SiO ₂	mg/l		10,6	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

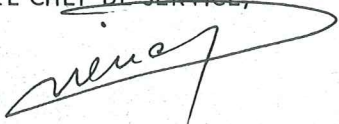
BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	103,2	5,15	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	2,9	0,24	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	280,6	4,60
Ammonium en NH ₄ ⁺	ABS	-	Chlore en Cl ⁻	19,5	0,55
Sodium en Na ⁺	12,5	0,54	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	16,5	0,34
Potassium en K ⁺	2,2	0,06	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	-
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01	-	Nitrique en NO ₃ ⁻	26	0,42
Manganèse en Mn ⁺⁺	< 0,010	-	Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,16	0,01
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	< 0,010	-			
TOTAL :		5,99	TOTAL :		5,92

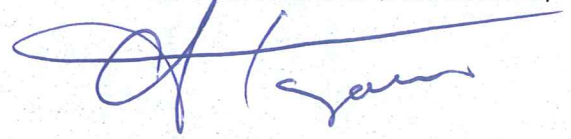
Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DE SAINT ANTOINE LA FORET
Prélevé à Rems le 16/11/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			9	
pH			7,1	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1780	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,4	
Dureté totale (TH)	Degrés F		28,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		22,5	
Silice en SiO ₂	mg/l		11,7	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l		367	
Résidu sec à 500°C	mg/l		284	

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	109,6	5,47	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	2,7	0,22	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	274,5	4,50
Ammonium en NH ₄ ⁺	< 0,01		Chlore en Cl ⁻	22	0,62
Sodium en Na ⁺	9	0,39	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	24,5	0,51
Potassium en K ⁺	2,7	0,07	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01		Nitrique en NO ₃ ⁻	32	0,52
Manganèse en Mn ⁺⁺	< 0,010		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,22	
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	< 0,010				
TOTAL :		6,15	TOTAL :		6,15

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



VILLE DE ROUEN

LABORATOIRE MUNICIPAL

Agréé en tant que Laboratoire Régional
par le Ministère de la Santé Publique
pour le contrôle sanitaire des eaux
en Haute-Normandie

EAUX D'ALIMENTATION

Bulletin d'analyse n° 155 c

29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DU BECQUET
Prélevé ~~aux Ruis~~ le 14/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500 - 033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			10	
pH			7	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1800	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,2	
Dureté totale (TH)	Degrés F		28	/
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		23,5	19,5
Silice en SiO ₂	mg/l		13	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	111,2	5,55	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	0,5	0,04	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	286,7	4,70
Ammonium en NH ₄ ⁺	ABS	-	Chlore en Cl ⁻	22,5	0,63
Sodium en Na ⁺	14	0,61	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	23,5	0,49
Potassium en K ⁺	2,7	0,07	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	-
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01	-	Nitrique en NO ₃ ⁻	29	0,47
Manganèse en Mn ⁺⁺	0,017	-	Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,25	0,01
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	< 0,010	-			
TOTAL :		6,27	TOTAL :		6;30

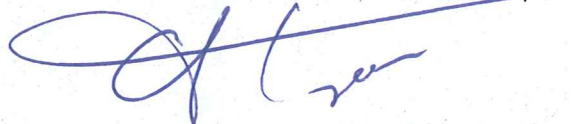
Conclusions

Rouen, le 3. FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DU BECQUET
Prélevé aux Rens le 16/11/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			7	
pH			7	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		17.16	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,4	
Dureté totale (TH)	Degrés F		28	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		22	
Silice en SiO ₂	mg/l		14	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l		293	
Résidu sec à 500°C	mg/l		208	

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	108,8	5,43	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	1,94	0,16	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	268	4,40
Ammonium en NH ₄ ⁺	< 0,01	-	Chlore en Cl ⁻	22,5	0,63
Sodium en Na ⁺	8,5	0,37	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	23	0,48
Potassium en K ⁺	2,8	0,07	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,01	-
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01		Nitrique en NO ₃ ⁻	29	0,47
Manganèse en Mn ⁺⁺	0,010		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,27	
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	0,10				
TOTAL :		6,03	TOTAL :		5,98

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DE SAINT MARCEL
Prélevé ~~ou remis~~ le 14/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			4	
pH			7	7,4
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1668	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,2	
Dureté totale (TH)	Degrés F		29,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		24	21,5
Silice en SiO ₂	mg/l		13,2	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	115,2	5,75	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	1,7	0,14	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	292,8	4,80
Ammonium en NH ₄ ⁺	ABS	-	Chlore en Cl ⁻	26	0,73
Sodium en Na ⁺	15	0,65	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	30	0,62
Potassium en K ⁺	3,4	0,09	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	-
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01	-	Nitrique en NO ₃ ⁻	33,5	0,54
Manganèse en Mn ⁺⁺	< 0,010	-	Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,28	0,01
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	< 0,010	-			
TOTAL :		6,63	TOTAL :		6,70

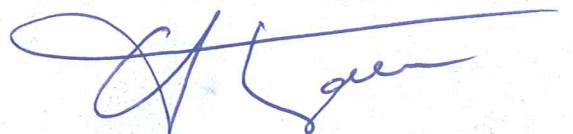
Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement FORAGE DE SAINT MARCEL
Prélevé ou Remis le 16/11/81 par la COMPAGNIE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			6	
pH			7,1	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1589	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par $KMnO_4$ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		1	
Dureté totale (TH)	Degrés F		30	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		22,5	
Silice en SiO_2	mg/l		12,1	
Anhydride Carbonique libre en CO_2	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H_2S	mg/l			
Oxygène dissous en O_2	mg/l			
Chlore libre en Cl_2	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110 °C	mg/l		409	
Résidu sec à 500 °C	mg/l		309	

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca^{++}	117,6	5,87	Carbonique en CO_3^{--}		
Magnésium en Mg^{++}	1,46	0,12	Bicarbonique en HCO_3^-	274,5	4,50
Ammonium en NH_4^+	< 0,01	-	Chlore en Cl^-	24,5	0,69
Sodium en Na^+	10	0,43	Sulfurique en SO_4^{--}	32	0,67
Potassium en K^+	3,7	0,09	Nitreux en NO_2^-	< 0,02	-
Fer en Fe^{++}	0,12		Nitrique en NO_3^-	40	0,64
Manganèse en Mn^{++}	< 0,010		Phosphorique en PO_4^{--}	0,275	
Aluminium en Al^{+++}	0,020				
TOTAL :		6,51	TOTAL :		6,50

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement LAITERIE DE LILLEBONNE
Prélevé ou Remis le 14/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			3	
pH			7	7,6
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1800	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par $KMnO_4$ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,2	
Dureté totale (TH)	Degrés F		28,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		23,5	19,5
Silice en SiO_2	mg/l		11,4	
Anhydride Carbonique libre en CO_2	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H_2S	mg/l			
Oxygène dissous en O_2	mg/l			
Chlore libre en Cl_2	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

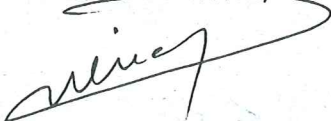
BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca^{++}	113,6	5,67	Carbonique en CO_3^{--}		
Magnésium en Mg^{++}	9,24	0,02	Bicarbonique en HCO_3^-	286,7	4,70
Ammonium en NH_4^+	ABS	-	Chlore en Cl^-	23	0,65
Sodium en Na^+	15	0,65	Sulfurique en SO_4^{--}	22,5	0,47
Potassium en K^+	3	0,08	Nitreux en NO_2^-	< 0,02	-
Fer en Fe^{++}	< 0,01	-	Nitrique en NO_3^-	32,5	0,52
Manganèse en Mn^{++}	0,010	-	Phosphorique en PO_4^{--}	0,18	0,01
Aluminium en Al^{+++}	< 0,010	-			
TOTAL :		6,42	TOTAL :		6,35

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement LAITERIE DE LILLEBONNE
Prélevé ~~ou Remis~~ le 16/11/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			5	
pH			7	
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		1653	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		1	
Dureté totale (TH)	Degrés F		29	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		22	
Silice en SiO ₂	mg/l		13,7	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l		352	
Résidu sec à 500°C	mg/l		252	

BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	115,2	5,75	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	0,49	0,04	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	268	4,40
Ammonium en NH ₄ ⁺	< 0,01	-	Chlore en Cl ⁻	26	0,73
Sodium en Na ⁺	10	0,43	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	28,5	0,59
Potassium en K ⁺	3,1	0,08	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01		Nitrique en NO ₃ ⁻	33	0,53
Manganèse en Mn ⁺⁺	< 0,010		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,31	
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	< 0,010				
TOTAL :		6,30	TOTAL :		6,25

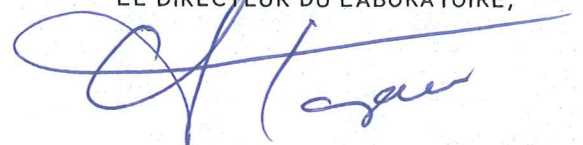
Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement RADICATEL
Prélevé ~~à XXXXXXX~~ le 13/10/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE
3500 - 033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C			
Turbidité en gouttes de mastic			20	
pH			7,2	7,6
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		2202	
Couleur - odeur - saveur			Léger trouble	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par $KMnO_4$ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,4	
Dureté totale (TH)	Degrés F		22,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		19	17,5
Silice en SiO_2	mg/l		11,4	
Anhydride Carbonique libre en CO_2	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H_2S	mg/l			
Oxygène dissous en O_2	mg/l			
Chlore libre en Cl_2	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l			
Résidu sec à 500°C	mg/l			

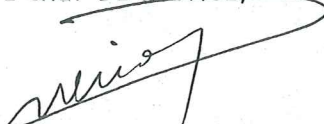
BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca^{++}	87,2	4,35	Carbonique en CO_3^{--}		
Magnésium en Mg^{++}	1,7	0,14	Bicarbonique en HCO_3^-	231,8	3,80
Ammonium en NH_4^+	ABS	-	Chlore en Cl^-	17,5	0,49
Sodium en Na^+	11	0,31	Sulfurique en SO_4^{--}	4,5	0,09
Potassium en K^+	1,7	0,03	Nitreux en NO_2^-	<0,02	-
Fer en Fe^{++}	<0,01	-	Nitrique en NO_3^-	25,5	0,41
Manganèse en Mn^{++}	<0,010	-	Phosphorique en PO_4^{--}	0,41	-
Aluminium en Al^{+++}	<0,010	-			
TOTAL :		4,83	TOTAL :		4,79

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,



29, rue Bourg l'Abbé
Tél. : 89.79.00

Origine du Prélèvement RADICATEL
Prélevé ~~ou remis~~ le 16/11/81 par et pour le compte de la COMPAGNIE DE
ANALYSE CHIMIQUE TYPE I - Code E1a PROSPECTION GEOPHYSIQUE FRANCAISE

3500-033

	UNITES	EXAMEN SUR PLACE	EXAMEN au LABORATOIRE	ESSAI au MARBRE
Température de l'eau	Degrés C		8	
Turbidité en gouttes de mastic			7,5	
pH				
Résistivité à 20 °C	ohms / cm		2225	
Couleur - odeur - saveur			N	
Pouvoir colmatant				
Oxygène cédé par KMnO ₄ à chaud 10 mn (m. alcalin)	mg/l		0,4	
Dureté totale (TH)	Degrés F		22,5	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Degrés F		19	
Silice en SiO ₂	mg/l		12	
Anhydride Carbonique libre en CO ₂	mg/l			
Hydrogène Sulfuré en H ₂ S	mg/l			
Oxygène dissous en O ₂	mg/l			
Chlore libre en Cl ₂	mg/l			
Résidu sec à 105° - 110°C	mg/l		239	
Résidu sec à 500°C	mg/l		130	

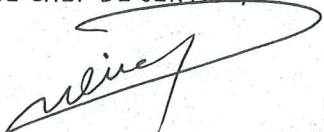
BILAN IONIQUE

Cations	mg/l	me/l	Anions	mg/l	me/l
Calcium en Ca ⁺⁺	86,4	4,31	Carbonique en CO ₃ ⁻⁻		
Magnésium en Mg ⁺⁺	2,19	0,18	Bicarbonique en HCO ₃ ⁻	232	3,80
Ammonium en NH ₄ ⁺	< 0,01	-	Chlore en Cl ⁻	18,5	0,52
Sodium en Na ⁺	7,5	0,33	Sulfurique en SO ₄ ⁻⁻	5,5	0,11
Potassium en K ⁺	1,6	0,04	Nitreux en NO ₂ ⁻	< 0,02	-
Fer en Fe ⁺⁺	< 0,01		Nitrique en NO ₃ ⁻	26,5	0,43
Manganèse en Mn ⁺⁺	0,020		Phosphorique en PO ₄ ⁻⁻	0,105	
Aluminium en Al ⁺⁺⁺	0,20				
TOTAL :		4,86	TOTAL :		4,86

Conclusions

Rouen, le 3 FEVRIER 1982

LE CHEF DE SERVICE,



LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,

