

**Etude de la potabilité de la nappe des Calcaires de Champigny
dans la région de Lieusaint, en vue de l'alimentation en eau
potable de la ville nouvelle de Melun-Sénart (77)**

par

J. CAMPINCHI – Cl. MÉGNIEN – G. RAMPON

avec la collaboration de R. CAMART et G. MARQUET



Service géologique régional BASSIN DE PARIS

65, rue du général-Leclerc – B.P. 34, 77170 BRIE-COMTE-ROBERT

Tél.: 405.01.46 et 405.05.02

POLLUTION DE LIEUSAIN

ETUDE DE LA POTABILITE DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE CHAMPIGNY DANS LA REGION DE LIEUSAIN, EN VUE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE NOUVELLE DE MELUN-SENART (Seine-et-Marne)

-o-o-o-

RESUME

Cette étude a été financée par l'Agence financière de bassin Seine-Normandie, la Société des Eaux de Melun et le Bureau de recherches géologiques et minières, sur fonds du Ministère du Développement industriel et scientifique.

Elle a été réalisée, dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la ville nouvelle de Melun-Sénart (Seine-et-Marne), par le B.R.G.M. (S.G.R. B.D.P.) avec la collaboration du Laboratoire d'analyses d'eau du B.R.G.M. d'Orléans, de celui d'étude de gaz de Géoservice et du Laboratoire régional de l'Est parisien du Ministère de l'Equipeement.

Elle a défini, sans ambiguïté possible, une aire de pollution **importante** de la nappe des Calcaires de Champigny (méthane : $6.000 \text{ mm}^3/\text{l}$, $\text{NH}_4 = 159,9 \text{ mg/l}$, $\text{Na} = 385 \text{ mg/l}$, $\text{K} = 309 \text{ mg/l}$, $\text{Cl} = 749 \text{ mg/l} \dots$).

Cette aire de forme élliptique se situe à l'aplomb de la sucrerie de Lieusaint. Tous les éléments notés en excès sont utilisés par les sucreries.

Des enquêtes complémentaires permettront de préciser le cheminement des polluants de leur source à la nappe, et ainsi de proposer les solutions les plus aptes à supprimer cette pollution.

SOMMAIRE

TEXTE

RESUME

1 - INTRODUCTION	1
2 - CADRE HYDROGEOLOGIQUE DE L'ETUDE	3
21 - Cadre géologique	3
211 - Coupes géologiques verticales	3
212 - Cartes structurales des Calcaires de Champigny	7
213 - Profils géologiques	7
22 - Cadre hydrogéologique	7
3 - POLLUTION DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE CHAMPIGNY DANS LA REGION DE LIEUSAIN	13
31 - Observations sur le forage I de Lieusaint	13
32 - Première campagne d'analyses	15
321 - Programme d'analyses envisagé	15
322 - Cotes des prélèvements dans les ouvrages	15
323 - Résultats des analyses	17
324 - Extension de la pollution	19
325 - Variations verticales de la pollution	19
33 - Deuxième série d'analyses (24.4.1972) et comparaison avec la première	26
4 - CONCLUSION	28

PLANCHES DANS LE TEXTE

Tableau A - Renseignements géologiques	2
Planche 1 - Plan de situation	4
Planche 2 - Coupe géologique synthétique	5
Planche 2bis - Coupe géologique des forages H et I	6
Tableau B - Possibilités aquifères de la zone d'étude	7
Planche 3 - Carte structurale du toit des Calcaires de Champigny ...	8
Planche 4 - Profils géologiques	9
Planche 5 - Cartes isopièzes au 18.1.1972 et au 24.4.1972	11
Planche 6 - Corrélations entre les variations piézométriques et barométriques	12
Planche 7 - Corrélations entre les variations barométriques et le fait que le forage I de Lieusaint absorbe ou souffle ...	14
Planche 8 - Forage C - Coupes et profils	16
Tableau C - Cotes des prélèvements d'eau pour analyses	17

Tableau D	- Résultats synthétiques de la première série d'analyses	18
Tableau E	- Déséquilibre de la balance ionique au coeur de la pollution	19
Planche 9	- Comparaison d'un forage très pollué (G) et d'un forage peu pollué et évolution des teneurs de leurs eaux dans le temps	20
Planche 10-10bis	- Carte d'isoteneurs en CH_4 et en méthanobactéries ..	21
Planche 11-11bis	- Carte d'isoteneurs en NH_4^+ et en Cl^-	22
Planche 12-12bis	- Carte d'isoteneurs en Na^+ et en K^+	23
Planche 13-13bis	- Carte des températures et de la répartition du nombre total de bactéries	24
Tableau F	- Comparaison des analyses chimiques à différentes profondeurs dans le forage C	25
Tableau G	- Evolution des teneurs physicochimiques dans le temps.	27

ANNEXES

Annexe 1	- Coupes du forage A
Annexe 2	- Coupes du forage B
Annexe 3	- Coupes du forage D
Annexe 4	- Coupes du forage E
Annexe 5	- Coupes du forage F
Annexe 6	- Coupes du forage G
Annexe 7	- Coupes et profils du forage H
Annexe 8	- Coupes et profils du forage I
Annexe 9	- Résultats de la 1ère et de la 2ème série d'analyses
Annexe 10	- Rejets des sucreries et pollution de la nappe.

1 - INTRODUCTION

En mars 1966, alors que deux ouvriers travaillaient, au fond du puits de Moissy-Cramayel qui sollicitait la nappe du Calcaire de Champigny, une explosion de gaz détonant, blessait grièvement les deux hommes. Le B.R.G.M. contacté préconisait les moyens à mettre en oeuvre pour terminer cet ouvrage sans risque, et attirait l'attention sur les dangers d'une pollution plus étendue de la nappe du Champigny dans le secteur Moissy-Cramayel - Lieusaint.

Aujourd'hui, avec la nécessité d'alimenter en eau potable la ville nouvelle de Melun-Sénart, ces dangers de pollution deviennent encore plus préoccupants, il importait donc de définir avec précision cette pollution, et son extension.

Pour mener à bien cette étude, le B.R.G.M. a dépouillé la documentation existante dans le secteur, sélectionné 13 forages descendus dans le Champigny ou plus profondément, fait réaliser par le Laboratoire des Ponts et chaussées de Melun, deux ouvrages de reconnaissance complémentaire (financement par la Société des Eaux de Melun) et fait analyser l'eau et les gaz de 9 de ces ouvrages témoins à des époques différentes de l'année.

RENSEIGNEMENTS GEOLOGIQUES

OUVRAGES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Situation géographique	Tigery	Moissy	Entre la RN5 et voie ferrée	Nord de la raffinerie	Sud de la raffinerie	Sud de la raffinerie	Dans la raffinerie	Servigny	Cimetière de Lieusaint	Dans la raffinerie	Dans la raffinerie	Sous le château d'eau de Moissy	Noisemont
Z sol (m)	+ 82,35	+ 91,8	+ 89	+ 83,24	+ 86,98	+ 86,6	+ 86	+ 88	+ 87	+ 86	+ 86	+ 91,35	+ 86
Coordonnées													
x	612,820	618,22	617,21	616,840	617,090	617,100	617,140	616,200	616,25	617,100	617,000	618,260	619,32
y	104,34	102,43	102,10	104,020	102,840	102,780	103,115	101,300	103,500	103,060	103,220	102,430	103,62
n° Code minier	219.8.9	220.5.43	220.5.61	220.5.10	220.5.11	220.5.12	220.5.9	220.5.63	220.5.62	220.5.37	220.5.36	220.5.23	220.5.31
Profondeur totale (m)	45	50	75	51,5	68	51,5	94	51	53,3	97,82	50,62	105	53
T.V. et limons													
épaisseur (m)	4	1,45	1,8	1,1	2,5	4,7		1,5	4	2,3	4,17	4,2	
faciès	Sableux (+Sab.Font.)	Limoneux	Limoneux	Limon	Limon	Limon + argile	7,3 Argile	Limon	Limon	(Limon)	(Limon + argile)	Limon + argile	6,85 (Argile)
Brie													
épaisseur(m)	3	5,7	7,5	4,9	6	2,8		8	5	5,3	3,64	3,8	
faciès	Meulière	Calcaire + argile	Calcaire	Calcaire	Calcaire marneux	Calcaire		Argile + calcaire	Argile + calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire marneux	
Marnes vertes et suprag.													
Cote toit (m)	+ 75,5	+ 84,65	+ 79,7	+ 77,24	+ 78,48	+ 78,1	(+ 78,5)	+ 78,5	+ 81	+ 78,4	+ 78,19	+ 83,35	+ 79,15
épaisseur (m)	18,5	14,65	16	15,5	16,75	17	18	15,7	17,10	15,86	17,8	13	16,15
faciès	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne	Marne
Champigny													
Cote du toit (m)	+ 56,85	+ 70	+ 63,5	+ 61,74	+ 62,73	+ 62,10	+ 60,5	+ 62,8	+ 60,9	+ 62,54	+ 60,39	+ 70,35	+ 63
épaisseur (m)	19,5	28,2	26,7	28,6	28	25,5	25	25,8	26,1	29,38	25,01	32,3	30
faciès	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire	Calcaire
Marnes infragypseuses													
Cote du toit (m)			+ 37	+ 33,14	+ 34,73	+ 36,6	+ 35,5		+ 34,8	+ 34,16		+ 43,05	
épaisseur (m)			4,20	1,4	1,45	1,5	3,5		1,1	1,49		1,70	
faciès			Marne	Marne	Marne	Marne	Marne		Marne	Marne		Marne	
Calcaire de St-Ouen													
Cote du toit (m)			+ 32,8		+ 33,23		+ 32			+ 32,67		+ 41,35	
épaisseur (m)			10,25		11,65		13,5			13,49		16,7	
faciès			Calc. Marneux		Marne		Calc. Marneux			Calc. Marneux		Calcaire	
Sables de Beauchamp													
Cote du toit (m)			+ 22,55		+ 21,68		+ 18,5			+ 18,18		+ 24,65	
épaisseur (m)			3		(1)		4			2,26		0,5	
faciès			Sab. argileux		Marne		Marne			Argile		Argile	
Lutétien													
cote du toit (m)			+ 19,53		+ 20,68		+ 14,5			+ 15,92		+ 24,15	
épaisseur (m)			5,55		3		17			14,12		11	
faciès			Marne		Marne		Marne+Calc.			Marne+Calc.		Marne+Calc.	
Yprésien													
Cote du toit (m)							2,5			+ 1,8		+ 13,15	
épaisseur (m)							9,85			13,62		23,5	
faciès							Argile+Sable			Sable+argile		Sable+argile	
Camna-ray			x					x	x				
Inutilisé										Rebouché	Rebouché	Abandonné	Rebouché

2 - CADRE HYDROGEOLOGIQUE DE L'ETUDE

21 - CADRE GEOLOGIQUE

D'après les renseignements fournis par les 13 ouvrages pointés sur la planche 1 (1), nous pouvons définir au droit de la sucrerie, et dans un rayon de 5 km autour de l'usine les points suivants :

211 - Coupes géologiques verticales

La coupe géologique générale extraite du tableau A se définit comme suit :

- sous un recouvrement de terre végétale, limon, sable résiduel de Fontainebleau (épaisseur maximum 5 m) on trouve au maximum 7,5 m de Calcaire de Brie, puis entre 13 et 18,5 m de marnes supragypseuses (Marne verte de Romainville, Marne de Pantin, Marne bleue d'Argengeuil) avant d'atteindre le Calcaire de Champigny dont l'épaisseur est voisine de 30 m. Sous ces calcaires parfois silicifiés et qui contiennent quelques passées plus marneuses, nous retrouvons une formation marneuse (Marne à Pholadomyes épaisse de 3 m environ),
- huit de ces ouvrages s'arrêtent dans le Calcaire de Champigny ou dans les Marnes à Pholadomyes. Les cinq autres descendent plus bas, dans le Calcaire de St-Ouen. Le C situé au Sud-Ouest de Moissy-Cramayel a été arrêté dans le Lutétien marno-calcaire, le E situé au Sud de la Sucrerie atteint les Sables de Beauchamp, le G et le J à l'intérieur de la sucrerie descendent dans l'Yprésien argilo-sableux ; il en est de même pour le L situé à Moissy.

La coupe géologique synthétique (planche 2) ci-après, illustre la succession des faciès rencontrés verticalement avec leurs variations d'épaisseur. La planche 2 bis donne les coupes géologiques des forages en destructif de la ferme de Servigny (H) et du cimetière de Lieusaint (I) ; les coupes ont été reconstituées grâce à des profils gamma-ray.

Un profil gamma-ray d'étalonnage avait été au préalable exécuté sur le forage C.

(1) Les coupes géologiques et techniques de ces ouvrages sont reproduites en annexes.
Les ouvrages J, K, L, M bien que rebouchés nous ont fourni des coupes géologiques.

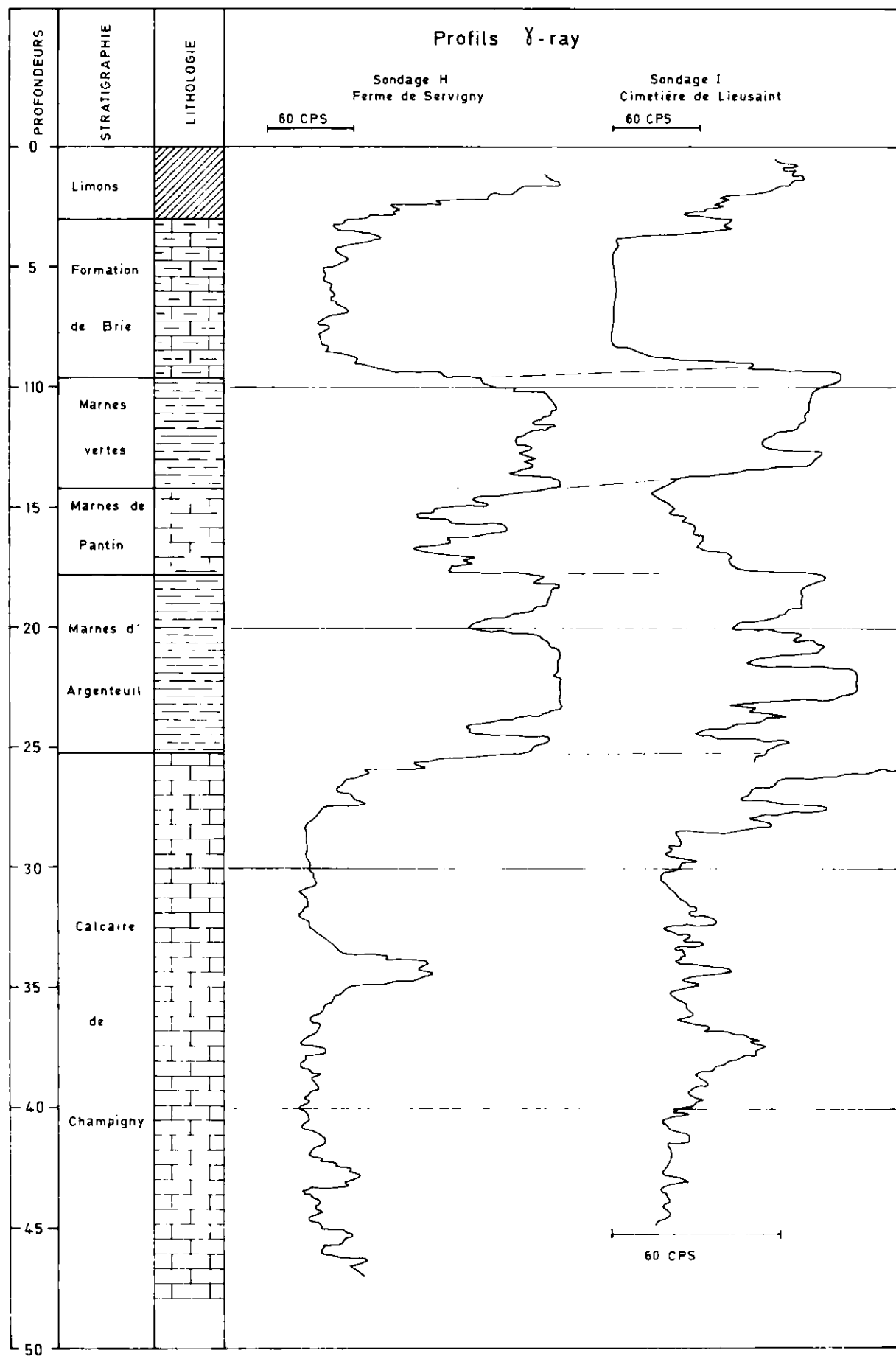
POLLUTION DE LIEUSAIN

Coupe géologique synthétique

Stratigraphie			Profondeur	Log	Moyenne	Epaisseur Minimum	Maximum	Facès
4 ^e aire			0		2.35	0	4.7	TV + Limon + Argile
3 ^e aire	Oligocène	Sannoisien			15.75	13	18.5	Argile à Meulière sur Calcaire + marneux et siliceux de Brie
	Eocène		10		15.75	13	18.5	Argile marneuse de Romainville (verte) sur Marne parfois calcaire et siliceuse (blanche) de Pantin sur Argile marneuse (bleu) d'Argenteuil
			20					
		Bartonien sup. (Ludien)	30					
			40		28.5	25	32.3	Calcaire de Champigny avec passées silicifiées et quelques passées marneuses
			50					
					3.2	1.45	4.2	Marne à Pholadomies
		Bartonien moyen	60		12.6	8.5	16.7	Calcaire et Calcaire marneux de St Ouen
		Bartonien inf.	70		2.7	0.5	4.75	Marne et Argile de Beauchamp
		Lutétien	80		12.6	11	14.12	Marne sur Calcaire lutétien
		Yprésien	90					Argile avec passées sableuses sur sable
			100		< 23.5			
			110		?			

POLLUTION DE LIEUSAIN

Coupe géologique des forages H et I



212 - Cartes structurales des Calcaires de Champigny

La carte structurale du toit des Calcaires de Champigny (planche 3) permet de définir la terminaison nord d'un dôme orienté SE-NE qui vient modifier la pente naturelle (1/10.000) de la formation orientée sensiblement vers l'Ouest. A 1 km du dôme, le toit du Champigny est 10 m plus bas environ. La cote du toit est voisine de + 70 m.

Une carte structurale du mur du Champigny aurait dans l'ensemble la même allure que celle du toit.

213 - Profils géologiques

Pour terminer de situer le cadre géologique du secteur étudié, nous présentons deux coupes transversales schématiques (planche 4), l'une orientée parallèlement au dôme précité et passant par les forages A, E, L, l'autre perpendiculairement au dôme et passant à proximité des forages H, C, L, M.

22 - CADRE HYDROGEOLOGIQUE

Les Calcaires aquifères du Champigny surmontent la formation imperméable des Marnes à Pholadomyes et sont recouverts par environ 15 m de marnes supragypseuses. Le réservoir est donc nettement isolé au droit de la zone étudiée.

Les Calcaires de Champigny présentent une perméabilité de fissures, et sont donc très diversement aquifères dans le détail comme l'indiquent les variations rapides des débits spécifiques obtenus dans les ouvrages, même lorsqu'ils sont peu éloignés l'un de l'autre. Il n'est guère possible de dresser une carte cohérente d'isorabattements spécifiques.

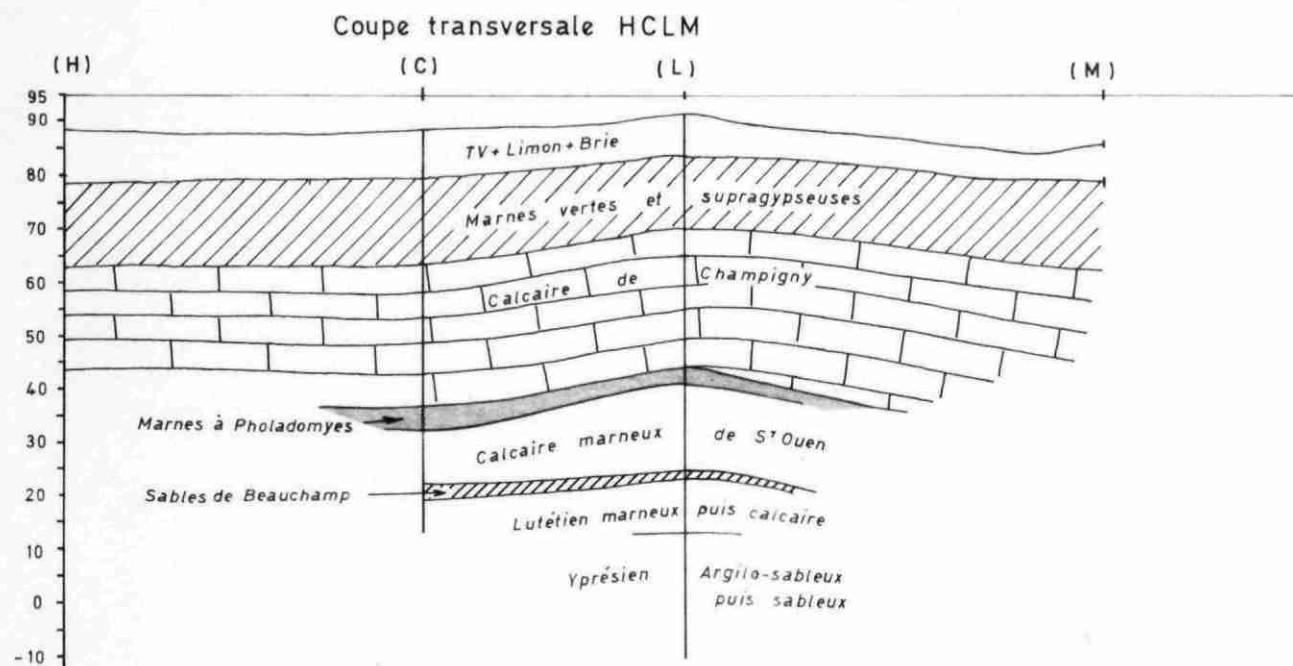
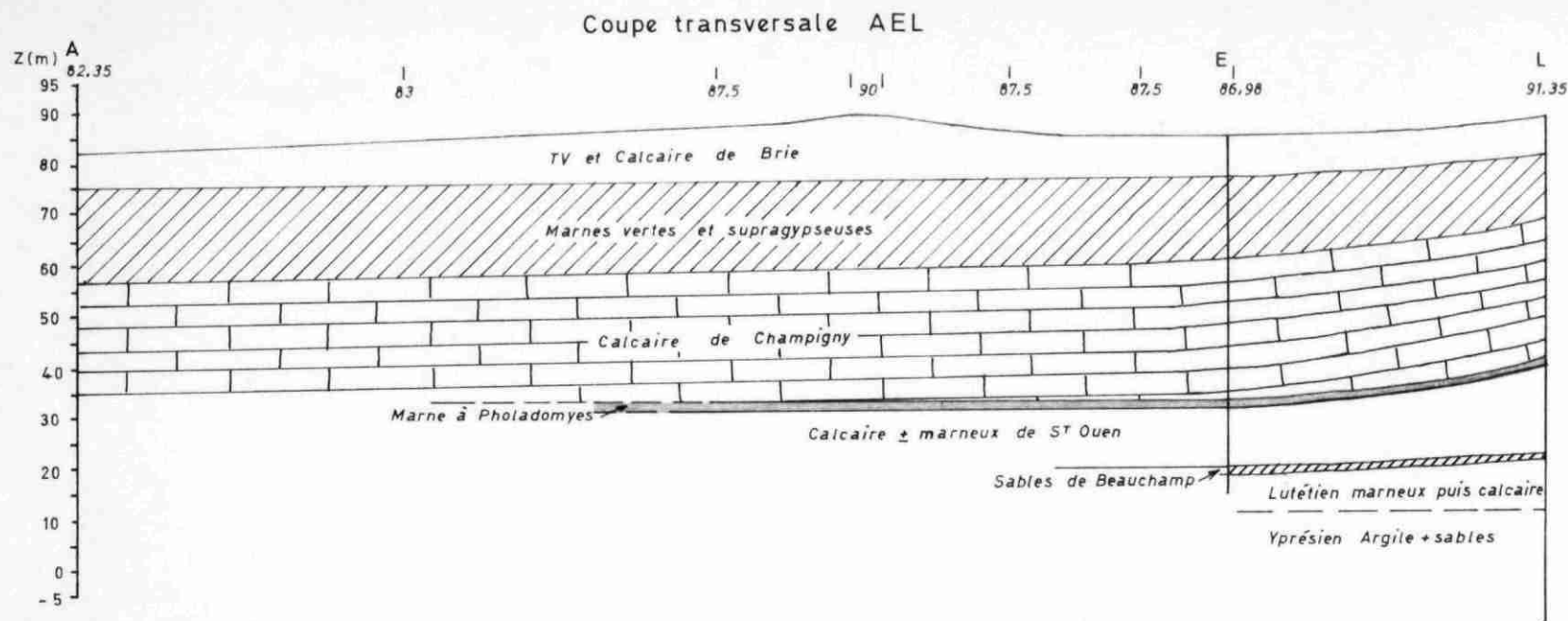
Tableau B - Possibilités aquifères de la zone d'étude

n° des ouvrages	A	B	C (1)	D	E	F	G (1)	H	I	L (1)
Q m ³ /h	40	150	29	240	22	43	97	13,3	2,5	27,3
Δ m	1,5	3,9	18,24	11	5	12,4	13,5	5,67	0,01	10
Q/Δ m ³ /h/m	26,6	38,7	1,5	21,8	4,4	3,4	7,2	2,3	125	2,7
T m ² /s		3,3. 10 ⁻³	8.10 ⁻⁴ à 0,6. 10 ⁻²							

(1) Ces ouvrages sollicitent en plus de la nappe du Champigny, des nappes plus profondes (cf. tableau A) nous les figurons ici à titre de comparaison.

POLLUTION DE LIEUSANT

Profils géologiques



La nappe des Calcaires de Champigny est libre sous les Marnes supragypseuses. En janvier 1972, la hauteur de Champigny dénoyé était en moyenne de 15 m. Cette hauteur diminuant du Sud-Est (B = 22,93 m) vers le Nord-Ouest (A = 10,2 m).

En janvier 1972, le toit de la nappe du Champigny oscillait entre les cotes + 48 m et + 45 m. La planche 5 montre que cette nappe est drainée du Sud Est et du Nord-Nord-Est en direction du Sud-Sud-Ouest avec un gradient moyen de 0,7/1.000.

La carte établie en prenant en compte non seulement les ouvrages qui s'adressent uniquement au Champigny, mais aussi ceux qui s'adressent en plus à des aquifères plus profonds reste valable si on ne se réfère qu'aux premiers. En effet, il apparaît que dans le site étudié, les nappes inférieures du St-Ouen, du Lutétien et de l'Yprésien aient le même niveau statique que celle du Champigny (ce qui tendrait à prouver qu'elles sont en relation).

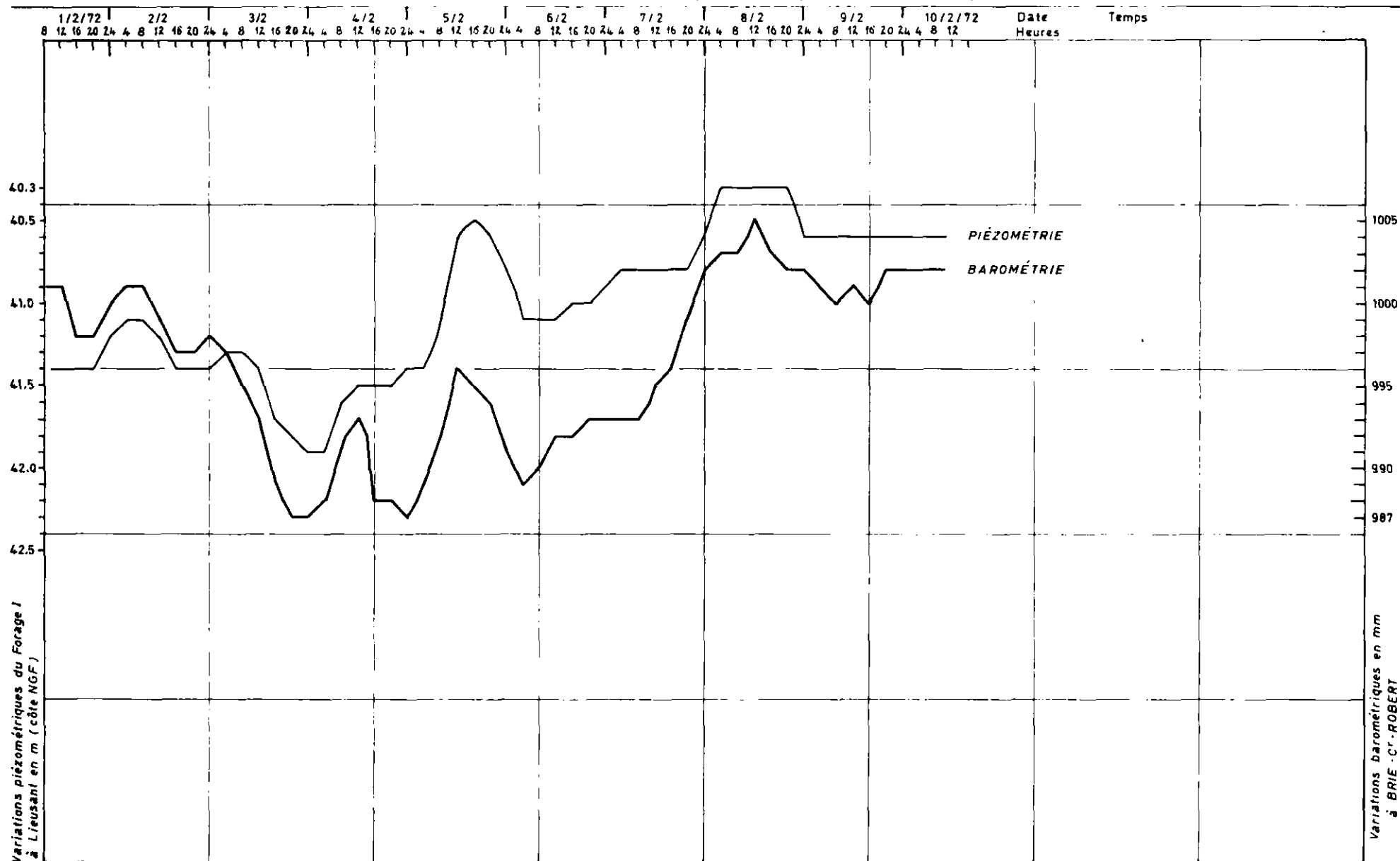
Dans la suite de l'étude lorsque nous parlerons de nappe des Calcaires de Champigny, nous sous-entendrons en fait nappe de l'Eocène (du Bartonien à l'Yprésien inclus).

Les relevés piézométriques réalisés en avril indiquent une légère baisse de la nappe (maximum 0,98 m en B) avec un drainage Sud-Est - Nord-Est et un gradient de 0,2/1.000.

Signalons d'autre part que dans la région étudiée, les variations du niveau piézométrique sont en relation avec les variations barométriques. La planche 6 montre que l'allure des courbes est identique à quelques différences sont dues à la distance séparant le forage suivi (I) et la station barométrique (Brie-Comte-Robert).

POLLUTION DE LIEUSAIN

Corrélations entre les variations piézométriques et barométriques



3 - POLLUTION DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE CHAMPIGNY DANS LA REGION DE LIEUSAIN

31 - OBSERVATIONS SUR LE FORAGE I DE LIEUSAIN

Le 27.9.1971, le laboratoire des Ponts et chaussées de Melun qui venait de terminer le forage I de Lieusaint, signalait que cet ouvrage dégageait du gaz inflammable de mauvaise odeur depuis le 24.9.1971.

Nous avons donc demandé à la Société Air Liquide de venir faire un prélèvement pour analyse de gaz le 29.9.1971. Le prélèvement n'a pas été possible ce jour-là, car il n'y avait plus d'échappement de gaz. Le forage absorbait au lieu de souffler. C'est un phénomène fréquent dans le Calcaire de Champigny sur le plateau briard, qui est à mettre en relation avec les variations barométriques (cf. planche 7). Il a donc été décidé de faire le prélèvement lorsque la pression barométrique amorcerait une chute nette au-dessous de 1010 mm.

Le prélèvement de gaz effectué le 13.10.1971 a donné les résultats suivants :

CH₄ = 55,6 % (valeur 10 fois plus forte que le seuil d'inflammabilité) -
CO₂ = 19,9 % - N₂ = 23,9 % - Divers = 0,6 % dont H₂S = 23 ppm.

Le pompage réalisé le 21.10.1971 sur cet ouvrage, évacuait une eau jaunâtre riche en matières en suspension, des analyses physicochimiques complètes, bactériologiques et des sucres ont fournis les indications ci-dessous :

- Analyse de l'eau filtrée

ph = 7,4 - résistivité à 20° = 240 ohms.cm - turbidité = 65 gouttes de mastic
résidu sec = 1794 mg/l - NH₄ = 161,45 mg/l - Ca = 133,2 mg/l - Cl = 624,8 mg/l
SO₄ = 3,5 mg/l - CO₃H = 1525 mg/l - Mg = 37,9 mg/l - Na = 317 mg/l -
K = 278 mg/l - NO₂ = 0,026 mg/l - Matières organiques en milieu alcalin =
10,6 mg/l - Il y avait moins de 100 ppb de Cu - Pb - Zn - Ni - Fe - Mn - Cr
Bi - Co.

- Analyse des matières en suspension

Matières en suspension 35,9 mg/l - Fe = 15,6 mg/l - SiO₂ = 2,13 mg/l -
Al = 0,3 mg/l - Mn = indosable.

- Analyse bactériologique

Mise en évidence de Méthanobactéries.

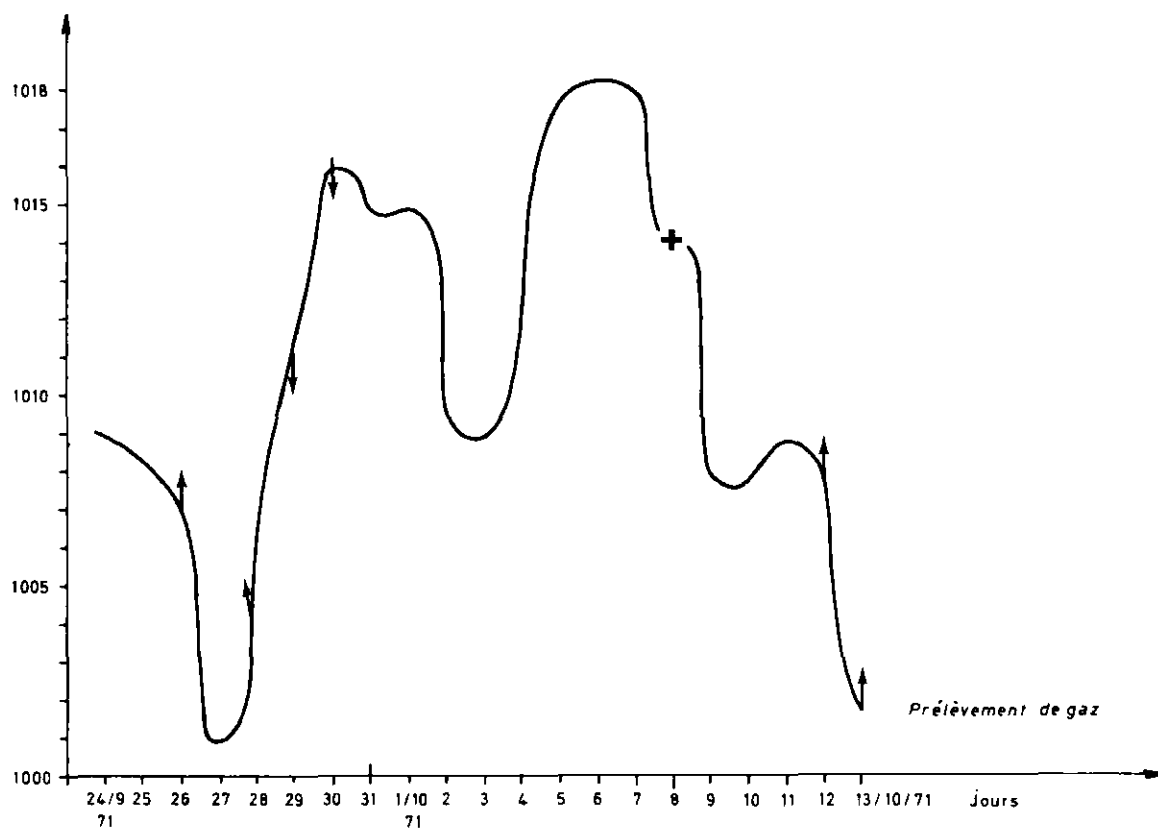
- Sucres

(glucose - saccharose) = 1,4 mg/l.

POLLUTION DE LIEUSAIN

Corrélations entre les variations barométriques et le fait
que le forage I de Lieusaint absorbe ou souffle

Variations barométriques
(enregistreur de BRIE)



Observations sur place .

↑	Souffle	+ Stable
↓	Absorbe	

Les analyses physicochimiques et bactériologiques ont été réalisées par le Laboratoire du B.R.G.M. à Orléans, les analyses de sucres par le Laboratoire de la Faculté de Médecine de Reims par une méthode dérivée de l'étude des sucres dans le sang.

Le dégagement de gaz déjà mis en évidence antérieurement dans les ouvrages de la raffinerie (D, G, K, E, F) et du puits de Moissy-Cramayel (B) se manifestait donc aussi ici et s'accompagnait d'une pollution bactériologique et d'une pollution physicochimique. En particulier les teneurs en NH_4 , en Cl et le Fer dépassaient les normes admises (respectivement établies à 0,5 mg/l, à 250 mg/l et à 0,2 mg/l).

32 - PREMIERE CAMPAGNE D'ANALYSES (janvier 1972)

321 - Programme d'analyses envisagé

A la suite des résultats ci-dessus, il fut décidé de réaliser les 18 et 19.1.1972, dans chacun des 9 ouvrages sélectionnés des prélèvements synchrones pour les analyses suivantes :

- Analyses physicochimiques complètes (Résistivité - température - ph - Th - T.A.C. - Fe - Mn - Pb - Zn - Cu - Co - Ni - Cd - Cr - NH_4 - Cl - NO_3 - SO_4 - HCO_3 - Ca - Mg - Na - K).
- Analyses bactériologiques comprenant le dénombrement total des bactéries. Les nombres de bactéries coliformes, d'*Escherichia coli*, de Streptocoques fécaux, de *Clostridium sulfito-réducteurs*, de bactéries réduisant les sulfates, de Méthanobactéries.
- Analyses de gaz dissous dans l'eau (Méthane, Ethane, Propane, isobutane, n-butane, benzène, toluène, xylène, cumène, cymène). Ces analyses ont été réalisées par le Laboratoire de Géoservice à Clamart.
- Analyses des sucres

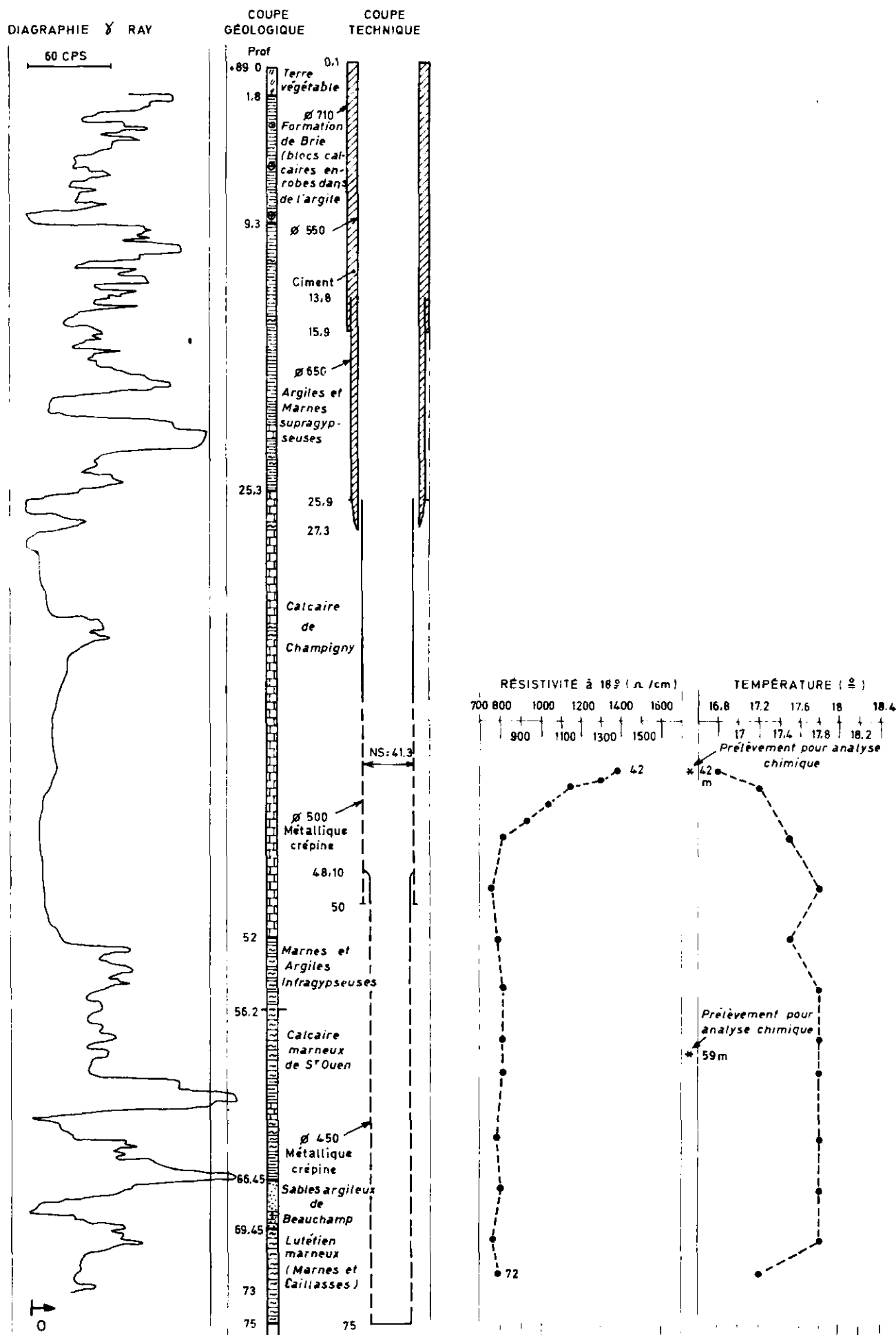
322 - Cotes des prélèvements dans les ouvrages

Dans chacun des ouvrages, des profils résistivité et température ont été réalisés avec une sonde de type Solétanche-B.R.G.M. pour mettre en évidence les variations verticales de ces paramètres. Sur la planche 8 présentée comme exemple au droit de la coupe géologique et technique de l'ouvrage C, ces profils sont notés (1) (Pour les autres ouvrages, se reporter aux annexes).

(1) Dans chacun des 9 ouvrages les valeurs de la température données par la sonde à thermistance sont supérieures à celles mesurées avec un thermomètre classique. Par exemple, pour l'ouvrage C à 42 m de profondeur, la thermistance donne 16,85, le thermomètre 11,2° ; l'écart est de 5,6°, à 59 m cet écart est de 6,9° ; dans les autres ouvrages, l'écart varie entre 0,6° et 8,8°. Il faut donc considérer ces mesures en valeurs relatives et non pas en valeurs absolues.

Forage C (220/5/61)

Coupes et profils



Les étoiles indiquent les cotes des prélèvements physicochimiques et pour le sucre. Les prélèvements ont été réalisés avec l'aide d'une bouteille Neyrpic à ouverture commandée depuis le sol.

Les prélèvements pour l'analyse bactériologique et des gaz dissous furent réalisés juste sous le toit de la nappe.

Nous récapitulons dans le tableau C les cotes des différents prélèvements. Il faut noter que durant ces prélèvements aucun des 9 ouvrages n'était en pompage.

Tableau C - Cotes des prélèvements d'eau pour analyses

Lieux de prélève- ment	Profondeur des prélèvements (m)				N.S. sous le sol (m)
	Chimie	Bactériolo- gie	Sucre	Gaz dissous	
H	43	43	43	43	42,12
I	45	45	45	45	41,82
A	39	39	39	39	35,7
B	47	45	47	45	44,73
C	42	42	42	42	41,3
	59		59		
D	47	37	47	37	36,23
E	50	40	50	40	39,73
F	48	40	48	40	39,62
G	52	40	52	40	39,10

323 - Résultats des analyses

Les résultats des analyses chimiques complètes, bactériologiques et des gaz dissous dans l'eau sont rassemblés dans un tableau unique figurant en annexe.

Le tableau D donne pour la zone étudiée et pour chacun des éléments analysés les teneurs maximales, minimales et médianes enregistrées ainsi que les ouvrages dans lesquels les maxima ont été notés, les normes et les teneurs médianes de l'eau de la nappe du Champigny (1). En illustration la planche 9

(1) valeurs médianes de plus de 100 analyses de l'eau de la nappe du Champigny dans la région briarde.

RESULTATS SYNTHETIQUES DE LA 1ère SERIE D'ANALYSES

ELEMENTS ANALYSES	NORMES	ANALYSE TYPE DE LA NAP- PE CHAM- (MED. REGION BRIARDE	TENEUR MAXIMALE	TENEUR MAX/NOR ME	TEN. MAX/ TEN. MED.	OUVRAGES DANS LESQUELS LES MAXIMA ONT ETE ENREGISTRES	TENEUR MINIMALE	TENEUR MEDIANE
CHIMIE								
TH en ° F		30	64,45		X 2	D	26,84	38,68
T.A.C. en °			115			G	21,5	39,37
Ph	< 8,5		8,2	##		C (prélèvement à 59m)		
Fe en mg/l	< 0,2	0,01	0,16	X 8	X 16	G	< 0,1	< 0,1
Mn en mg/l (1)	< 0,1		1,08	X 10		D	< 0,1	< 0,1
Pb en mg/l	< 0,1		< 0,1	##			< 0,1	< 0,1
Zn en mg/l	< 5		0,056	: 100		E	0,017	0,025
Cu en mg/l	< 0,05		< 0,01	: 5			< 0,01	< 0,01
Co en mg/l			< 0,01				< 0,01	< 0,01
Ni en mg/l			< 0,01				< 0,01	< 0,01
Cd en mg/l (1)	< 0,01		0,06	X 6		E	< 0,01	< 0,01
Cr en mg/l	< 0,05		< 0,1	: 2			< 0,1	< 0,1
NH ₄ en mg/l (1)	< 0,5		159,9	X 320		G	0,21	2,78
Cl en mg/l (1)	< 250	30	749	X 3	X 25	G	18,5	66,5
NO ₃ en mg/l	< 44	10	11	: 4	##	G	1,8	5,2
SO ₄ en mg/l	< 250	46	50	: 5	##	H	7	16
HCO ₃ en mg/l		110	1403		X 13	G	262,3	444,25
Ca en mg/l (1)	< 200	100	234	##	X 2	D	83,2	120,2
Mg en mg/l	< 125	5	34,3	: 4	X 7	I	6,6	13,4
Na en mg/l		14	385		X 27	G	9,1	25,9
K en mg/l		2,5	309		X 123	G	2,5	8,5
t en ° C	< 15		16,2	##		G	10,3	11,8
BACTERIOLOGIE								
Dénombrement total des bactéries (par 1 ml)			27.000			G	180	1050
Bactéries coliformes (par 100 ml)			333.333			G	333	1000
Escherichia Coli (par 100 ml)			333.333			G	0	0
Streptocoques fécaux (par 100 ml)			666			H	0	0
Clostridium sulfito réducteur (par 100 ml)			50			H	0	0
Bactéries réduisant les sulfates (par 100 ml)			100			G	0	0
Méthane bactéries par présence de méthane par 30 ml			++(présence de méthane)			G et I	0	+ trace
HYDROCARBURES DISSOUS DANS L'EAU								
Méthane ppm (v) mm ³ /l			6.098,85			G	0,04	18,75
Ethane "			0,27			D	0	0,01
Propane "			0,07			H	0	0
Iso-butane ou butylène ppm (v) mm ³ /l			0,21			H	0	0
n-butane "			0				0	0
Benzène "			0,94			F	0,32	0,53
Toluène "			0				0	0
Xylène "			0				0	0
Cumène "			0				0	0
Cymène "			0				0	0

(1) Eléments chimiques dépassant les normes.

compare l'eau d'un forage très pollué (G), celle d'un ouvrage qui l'est peu (C) ainsi que celle de la nappe du Champigny en Brie. Notons que les sucres n'ont pu être détectés lors des analyses effectuées ; par contre, la concentration en méthane est très importante. Il y a une prolifération de la flore bactérienne et en particulier de méthanobactéries, les teneurs en potassium, sodium, carbonates et fer sont très fortes ; les teneurs en manganèse, ammoniac, chlore, calcium et la température dépassent les normes admises.

324 - Extension de la pollution

Le tableau D indique que la pollution est centrée sur la sucrerie, le forage G est au coeur de la pollution. En général, on peut dessiner une aire elliptique très polluée orientée Est-Sud-Est - Ouest-Nord-Ouest, qui englobe les forages G, I et parfois D. A partir de cette aire, les teneurs diminuent. Par exemple, sur la carte d'isoteneurs en CH_4 (planches 10-10bis) nous voyons qu'à Tigery (A), à Servigny (H) ainsi qu'à Moissy (B et C) les teneurs ne sont plus que le 1/1.000 de celles notées au droit de la sucrerie.

Les planches 11-11bis (isoteneurs en NH_4 et en Cl), 12-12bis (isoteneurs en Na et K) données à titre d'exemple, confirment que les rejets de la sucrerie sont bien à l'origine des pollutions notées ; la carte d'isotempératures (planches 13-13bis) paraît indiquer que ces pollutions sont actuelles. La carte d'isoteneurs en bactéries totales (planches 13-13bis) ou celles des autres germes analysés pourraient être superposées à la carte piézométrique (cf. planche 5) le tableau E montre qu'au coeur de la pollution la balance ionique est fortement déséquilibrée surtout en G et I. En ces points la pollution arrive par bouffées et déséquilibre la balance.

Tableau E - Déséquilibre de la balance ionique au coeur de la pollution

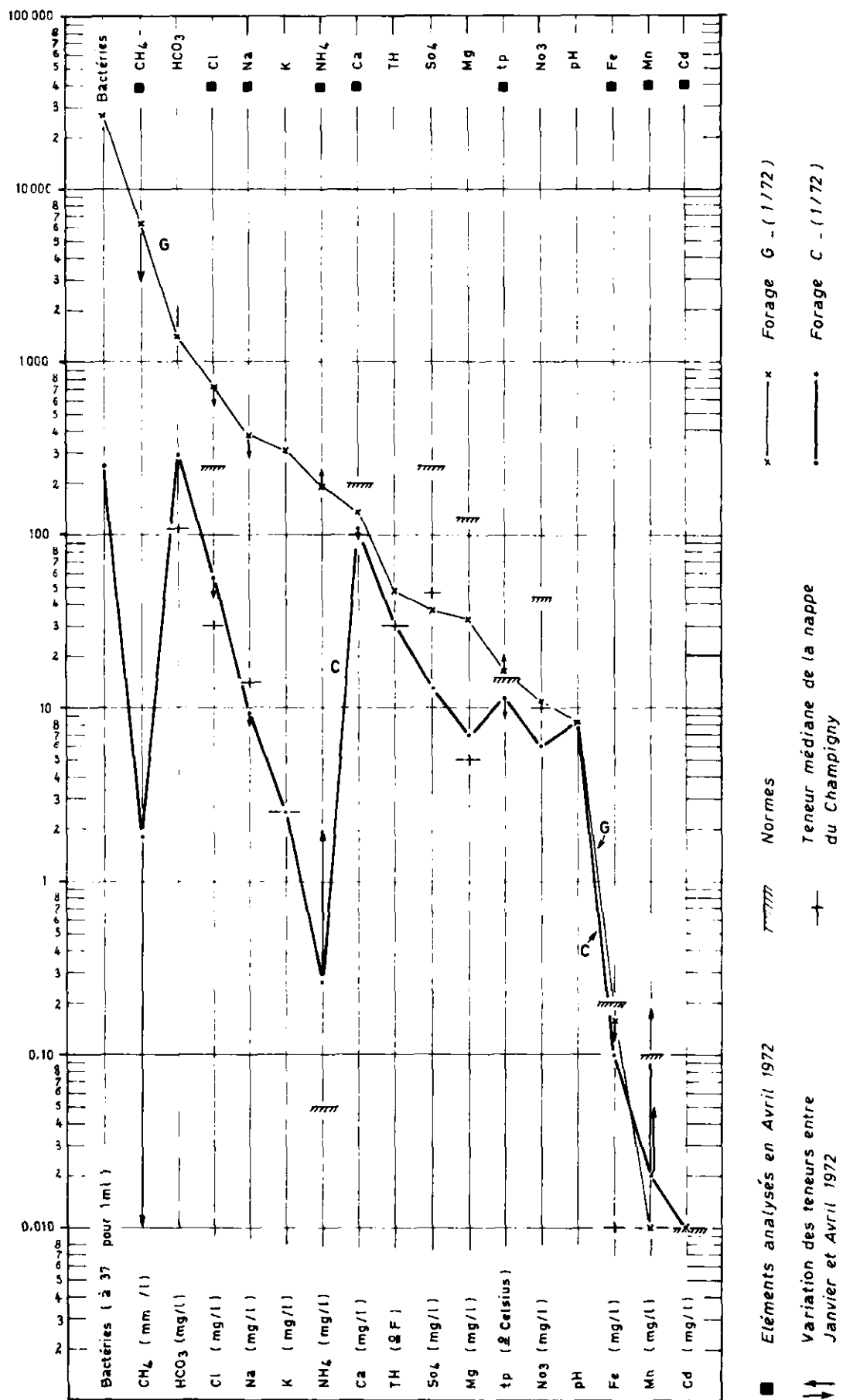
Ouvrages	A	B	C	D	E	F	G	H	I
MEQ (A)	10,53	6,52	6,79	19,94	8,62	11,83	45,05	6,36	38,15
MEQ (C)	10,22	6,22	6,50	18,95	7,85	10,84	34	6,17	27,46
Différen.	0,31	0,30	0,29	0,99	0,77	0,99	11,05	0,19	10,69

325 - Variations verticales de la pollution

A titre indicatif compte tenu des variations verticales de la résistivité des eaux, deux prélèvements ont été réalisés pour analyses chimiques complètes dans le forage C (cf. planche 8) à 42 m de profondeur au droit du Champigny et à 59 m de profondeur au droit des Calcaires de St-Ouen. Le tableau F montre que la minéralisation est plus forte à 59 m qu'à 42 m mais que les différences de teneurs sont faibles. Il n'y a donc pas de gradient vertical de la pollution.

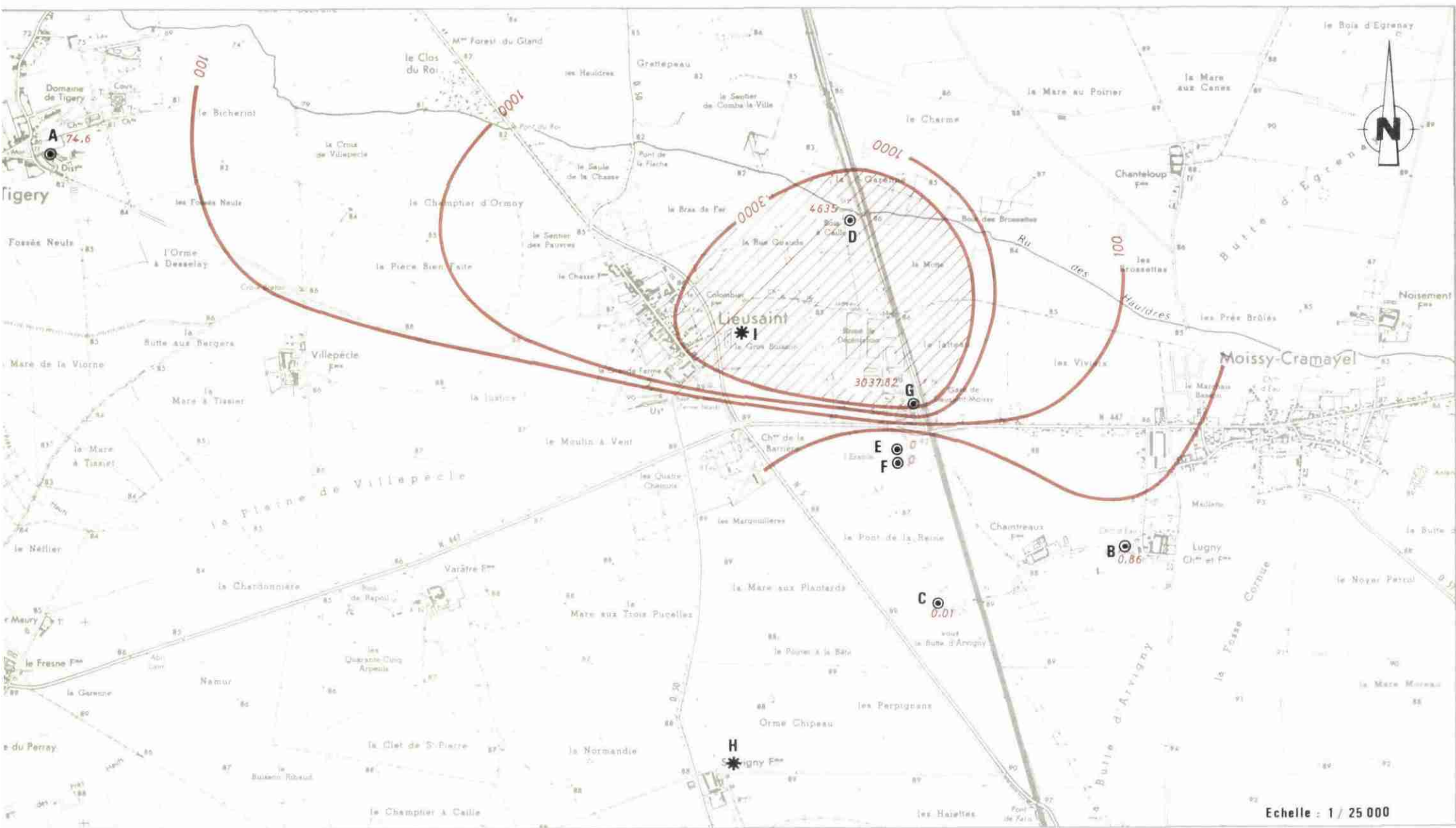
POLLUTION DE LIEUSAIN

Comparaison d'un forage très pollué (G) et d'un forage peu pollué (C)
et évolution des teneurs de leurs eaux dans le temps



POLLUTION DE LIEUSAIN

Isoteneurs en CH₄ et en méthanobactéries - Analyses de Février 1972



4635

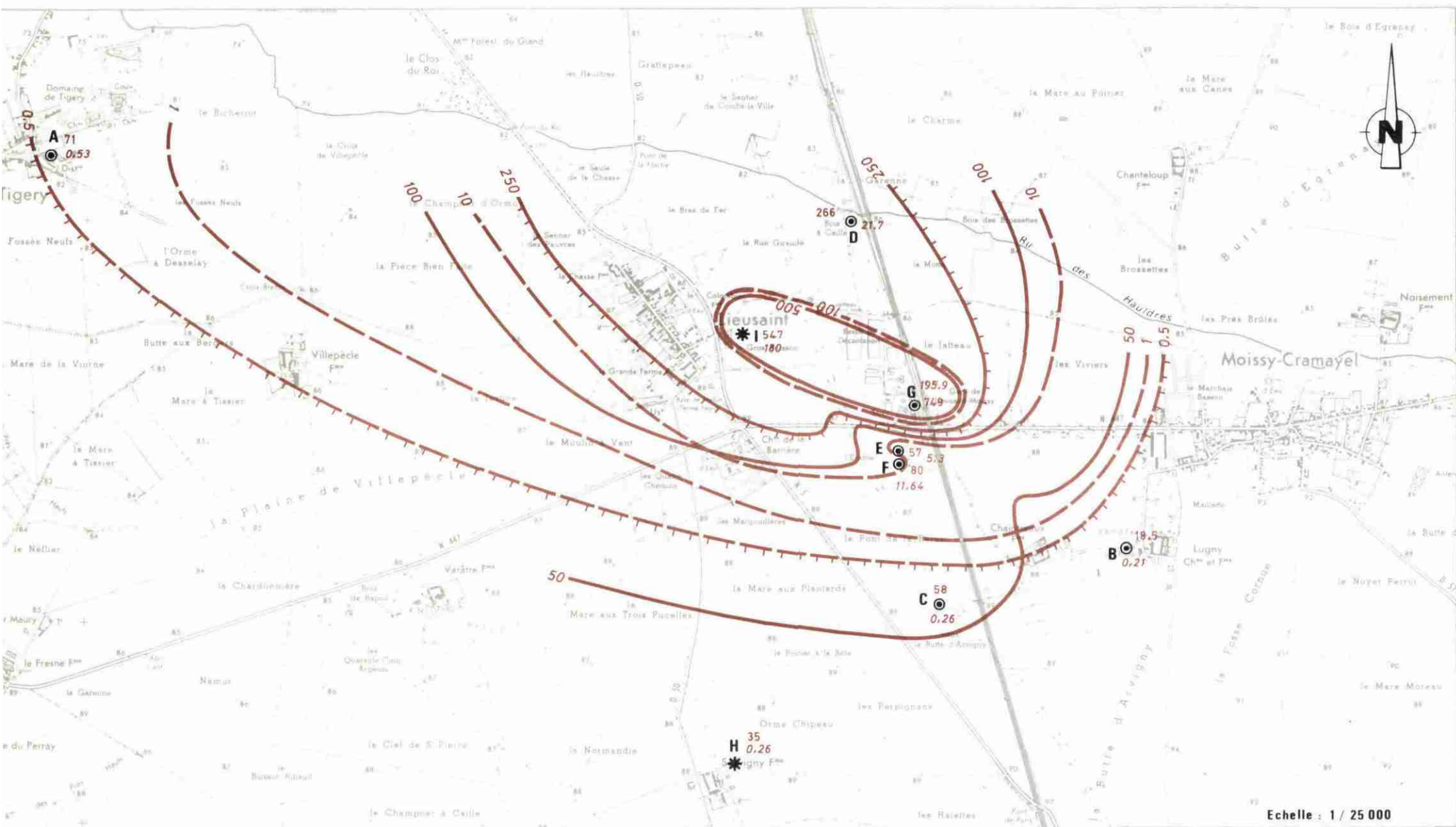
Teneurs en CH₄ (mm³/l)

100

Courbe d'isoteneurs en CH₄ (mm³/l)

POLLUTION DE LIEUSAINT

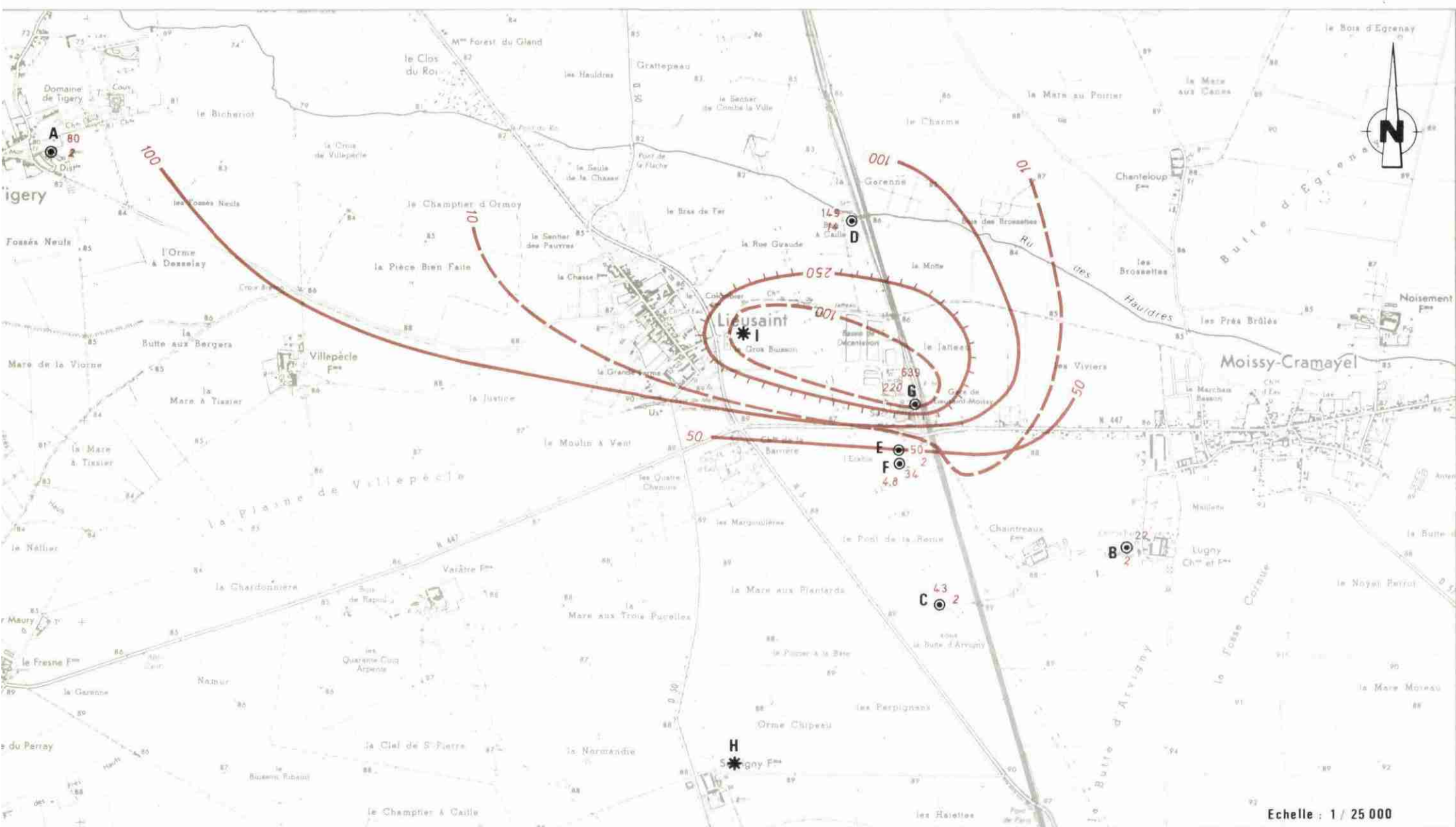
Carte d'isoteneurs en NH_4 et en Cl - Analyses de Janvier 1972



749	Teneurs en Cl (mg/l)	195.9	Teneurs en NH_4 (mg/l)
50	Courbe d'isoteneurs en Cl (mg/l)	10	Courbe d'isoteneurs en NH_4 (mg/l)
250	Limite des teneurs admissibles en Cl (norme)	0.5	Limite des teneurs admissibles en NH_4 (mg/l) (norme)

POLLUTION DE LIEUSAIN

Carte d'isoteneurs en NH_4 et en Cl - Analyses de Février 1972



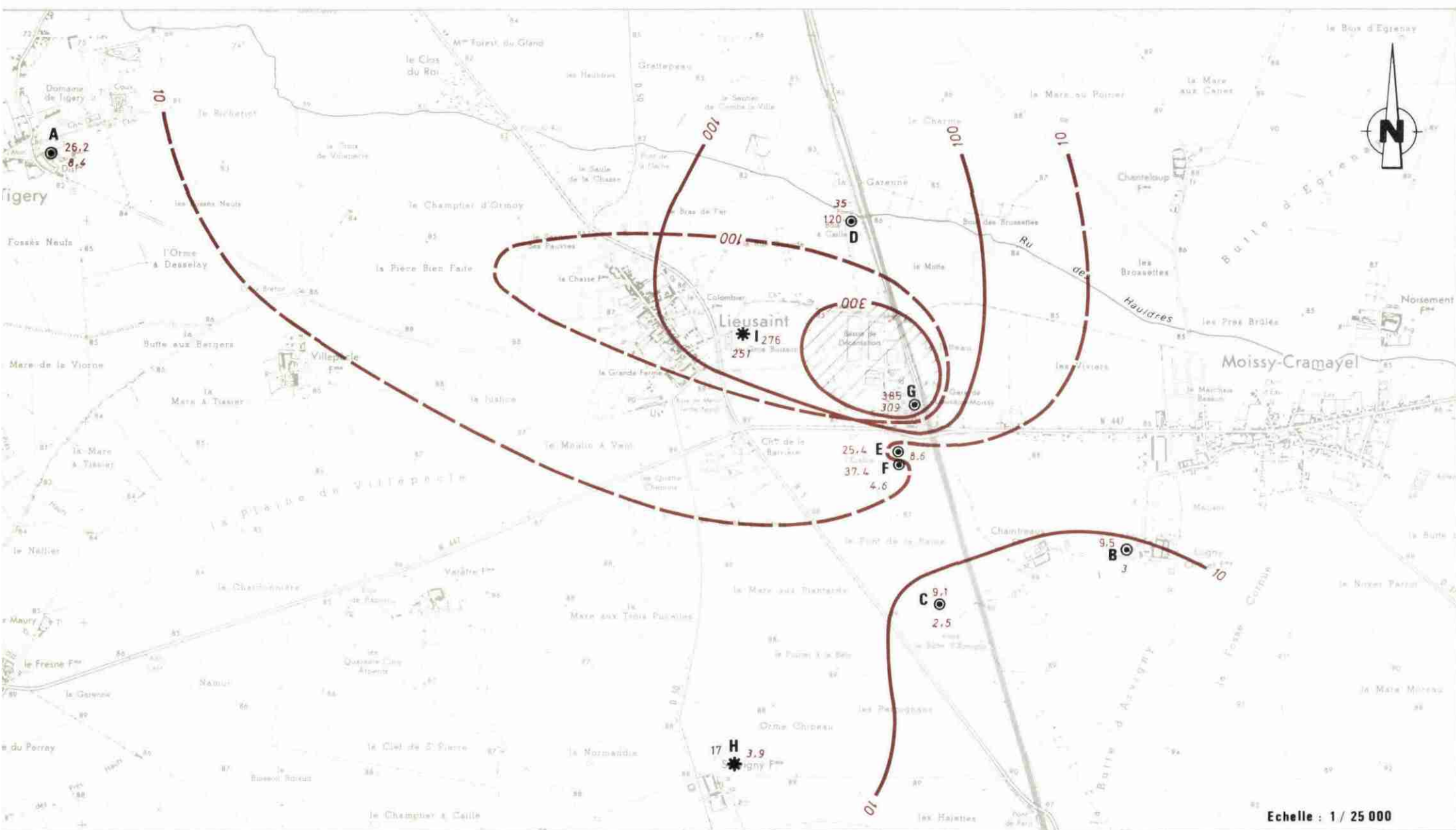
639 Teneurs en Cl (mg/l)
 50 Courbe d'isoteneurs en Cl (mg/l)
 250 Limite des teneurs admissibles en Cl (norme)

220 Teneurs en NH_4 (mg/l)
 10 Courbe d'isoteneurs en NH_4 (mg/l)

Echelle : 1 / 25 000

POLLUTION DE LIEUSAIN

Carte d'isoteneurs en Na et K - Analyse de Janvier 1972



276

Teneurs en Na (mg / l)

251

Teneurs en K (mg / l)

10

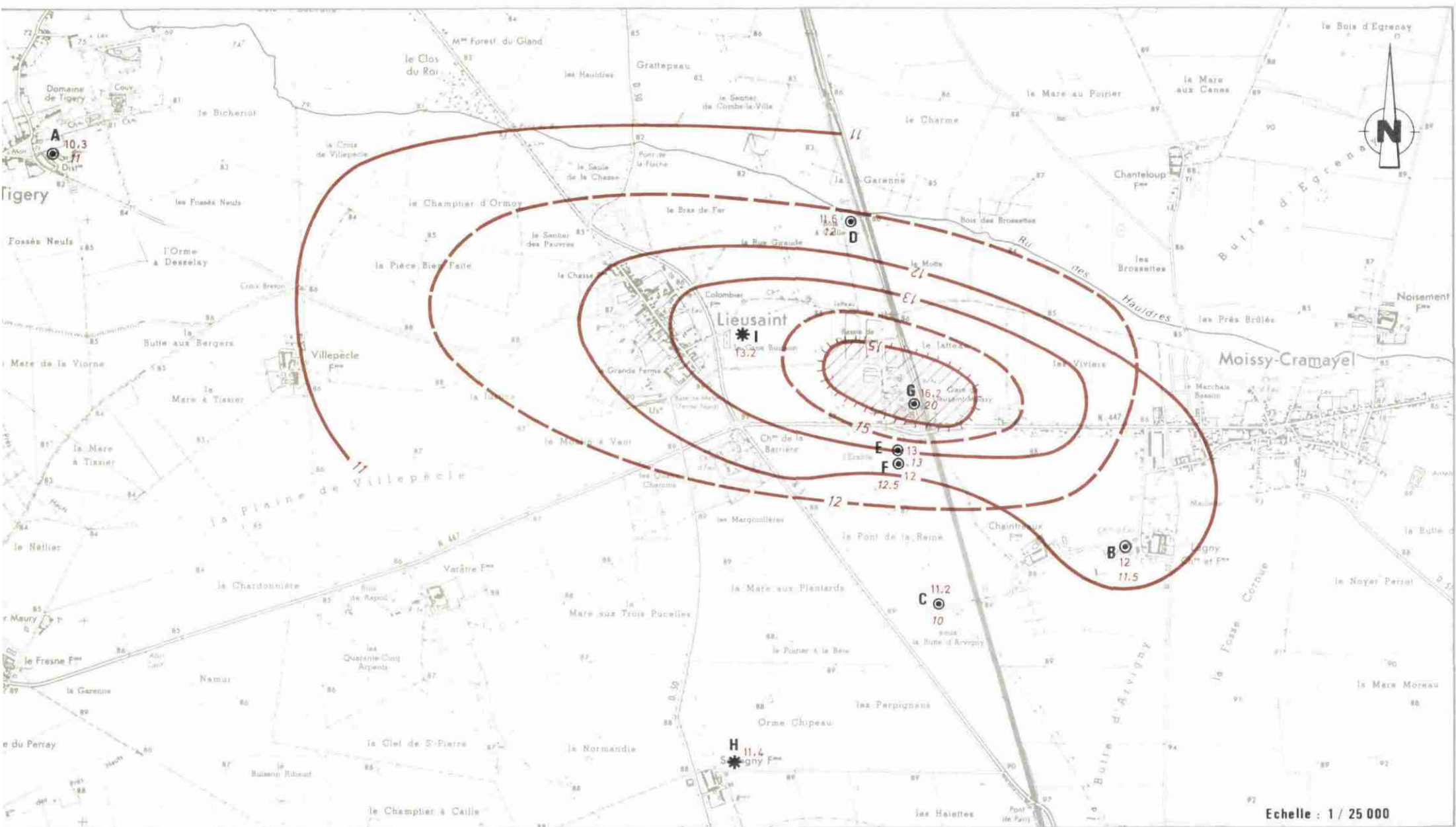
Courbe d'isoteneurs en Na (mg / l)

10

Courbe d'isoteneurs en K (mg / l)

POLLUTION DE LIEUSAIN

Carte des températures (en degré C) - Mesures de Janvier et Avril 1972



Echelle : 1 / 25 000

POLLUTION DE LIEUSAIN

Carte de répartition du nombre total de Bactéries - Analyses de Janvier 1972

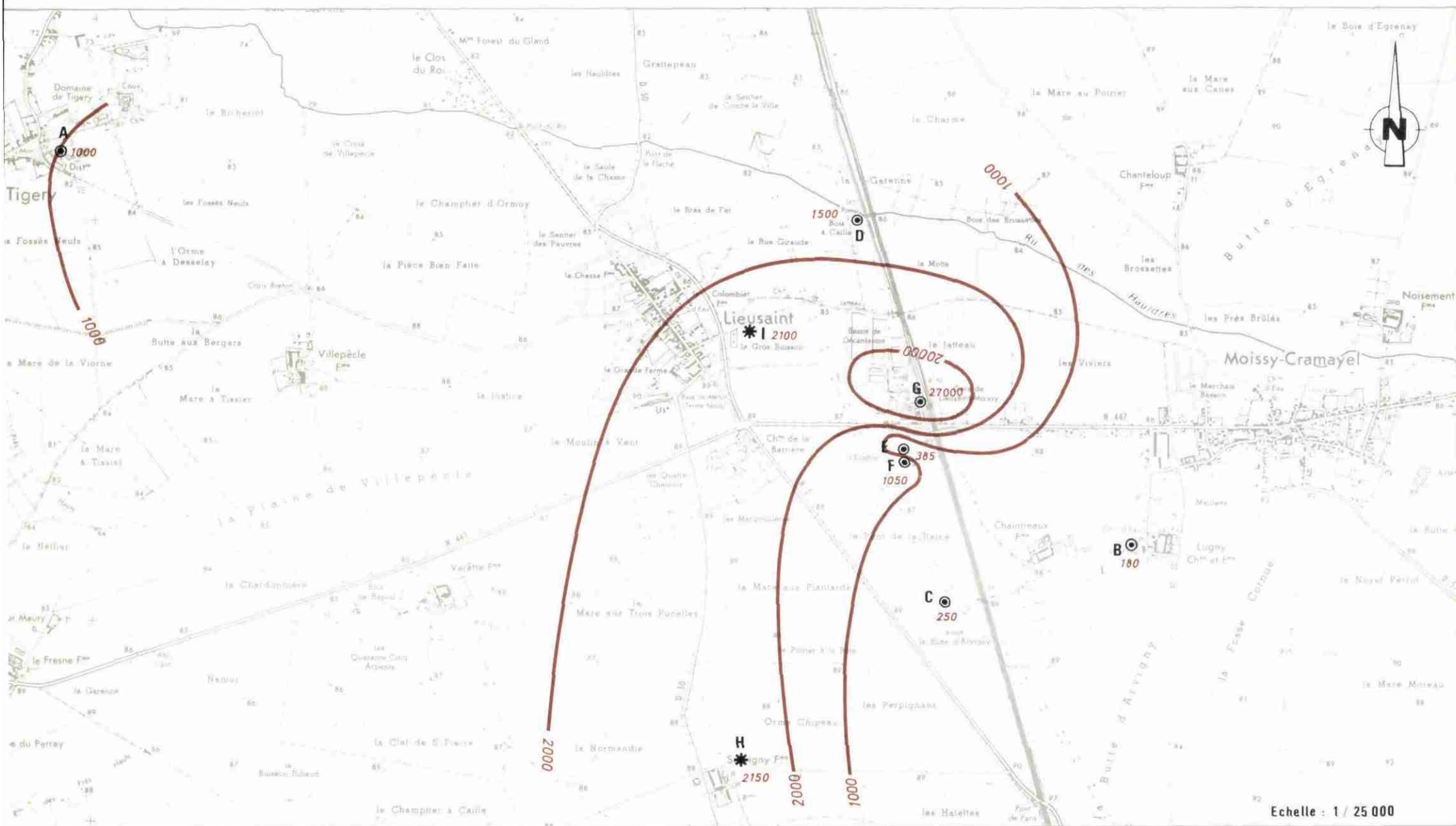


Tableau F - Comparaison des analyses chimiques à différentes profondeurs dans le forage C

	42 m	59 m
ρ à 18° en ohms.cm	1.200	800
Cl en mg/l	58	62
NO ₃ en mg/l	6	5,2
SO ₄ en mg/l	13	12
HCO ₃ en mg/l	292,8	301,9
Ca en mg/l	110,2	113,4
Mg en mg/l	6,9	7,3
Na en mg/l	9,1	9,3
K en mg/l	2,5	2,8
TH en °F	30,42	31,39
T.A.C. en °F	24	24,75
pH	8,1	8,2
Fe en mg/l	< 0,1	< 0,1
Mn en mg/l	0,02	≤ 0,01
Pb en mg/l	< 0,1	< 0,1
Zn en mg/l	0,019	0,022
Cu et Co en mg/l	< 0,01	< 0,01
Ni et Cd en mg/l	< 0,01	< 0,01
Cr en mg/l	< 0,1	< 0,1

Les différentes analyses réalisées en janvier 1972 indiquent sans ambiguïté que la sucrerie est au centre de la pollution constatée dans la région de Lieusaint.

Pour confirmer ou infirmer les premiers résultats obtenus d'une part, vérifier qu'il y a une relation entre l'activité (1) de la sucrerie et l'importance de la pollution, d'autre part, nous avons réalisé une seconde série d'analyses qui ne portaient que sur les traceurs physicochimiques dont les valeurs dépassaient les normes ou étaient très importantes (soit NH₄ - Cl - Ca - Mn - Cd - Na - Fe - les hydrocarbures dissous dans l'eau, ainsi que la température indice d'une activité chimique et bactériologique importante).

(1) L'activité intense de la sucrerie a eu lieu entre septembre et décembre 1971. La première série d'analyses a été réalisée juste après cette période, la seconde en période d'activité réduite.

33 - DEUXIEME SERIE D'ANALYSES (24.4.1972) ET COMPARAISON AVEC LA PREMIERE

Les prélèvements pour cette seconde série d'analyses furent effectués dans les mêmes ouvrages qu'en janvier 1972 excepté dans les forages H et I dans lesquels il ne fut pas possible d'atteindre la nappe (éboulements ou écrasement au contact Calcaire de Champigny - Marnes d'Argenteuil).

En annexe 9 figurent les résultats de ces analyses, sur les planches 10, 11, 12, 13 on pourra comparer, à titre d'exemple l'évolution, entre janvier et avril 1972, des teneurs respectives en CH_4 , NH_4 , Cl, Na et de la température.

Le tableau G synthétise la comparaison des deux séries d'analyses, la planche 9 illustre l'évolution observée.

La seconde série d'analyses confirme la première. Le coeur de la pollution reste centré sur les forages G et D de la sucrerie avec parfois un déplacement des maxima de l'un vers l'autre de ces forages. L'intensité de la pollution dépend de l'intensité de l'activité sucrière.

La plupart des teneurs maximales diminuent excepté NH_4 , Fe et la température. Ces diminutions sont en général voisines du 1/4 des teneurs de janvier. Les points situés à proximité immédiate des maxima évoluent de façon identiques excepté pour Mn. Par contre dans le forage A, situé en aval, nappe de la raffinerie, toutes les teneurs ont augmenté dans le temps de moins de 12 % ou sont restées égales. Il faut excepter la forte augmentation de la teneur en CH_4 et de NH_4 à un degré moindre, ainsi que la forte diminution de la teneur en Mn.

Remarque : L'évolution anormale des teneurs en Fe, Mn, NH_4 et de la température dans les captages de la sucrerie paraissent difficile à expliquer. Elles sont peut-être dues à des réactions exothermiques tardives dues aux rééquilibrages de la balance ionique (cf. paragraphe 321 et tableau E).

Nota : L'analyse du fer en suspension dans les prélèvements d'avril 1972 montre une répartition identique à celle du fer dissous avec maxima centrés sur G et D.

n° échantillon	A	B	C	D	E	F	G
Teneur en Fe en mg/l	5,6	2,5	3,7	26,8	3	3	63

Tableau G - Evolution des teneurs physicochimiques dans le temps

Eléments		NH ₄ mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	tp °C	Cl mg/l	Na mg/l	Mn mg/l	Cd mg/l	CH ₄ mm ³ /l
Maxima	Position: janvier	G	D	G	G	G	G	D	E	G
	Position: avril	G	D	D	G	G	G	D	tous égaux	D
	Evolution (1er chiffre = janvier - 2ème chiffre = avril)	220 ↗ 195,9	234 ↘ 172	2,4 ↗ 0,16	20 ↗ 16,2	749 ↘ 639	385 ↘ 293	1,08 ↘ 0,48	0,06 ↘ 0,01	6098,85 ↘ 4635,25
	Normes	≤ 0,5	≤ 200	≤ 0,2	≤ 15	≤ 250		≤ 0,1	≤ 0,01	
	Ten.méd.nappe Calc.Champigny rég.briarde		100	0,01		30	14			
Variation de l'aire dans laquelle les teneurs sont supérieures aux normes	points si janvier	A-D-E-F-G	D	néant	G	D-G	G	D	E	D-G
	tués dans cette aire	tous	néant	D	G	G	G	D-G	néant	D-G
	Variation de la superficie de cette aire	↗	↘	↗	↗	↘	↘	↗	↘	↘
Variations globales des teneurs à proximité immédiate des maxima (points D-E-F-G) (compte non tenu du point maximal)		↘	↘	variable	↗	↘	↘	égal ou ↗	↘	↘
Variations des teneurs en aval nappe des maxima (point A) (1er chiffre=janvier - 2ème chiffre = Avril)		2 ↗ 0,53	165 ↗ 149,4	= (≤ 0,1)	11 ↗ 10,3	80 ↗ 71	26,8 ↗ 26,2	0,09 ↘ 0,61	= (≤ 0,01)	74,6 ↗ 0,04
Variations des teneurs en amont nappe des maxima (points B et C)		↗	↘	=	↘	variable	variable	variable	↘	↘

4 - CONCLUSION

Cette étude menée dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la ville nouvelle de Melun-Sénart a défini sans ambiguïté possible une aire de pollution importante de la nappe des Calcaires de Champigny, centrée à l'aplomb de la sucrerie de Lieusaint.

Cette pollution se manifeste spectaculairement par une production importante de méthane (la teneur en CH_4 peut atteindre $6.000 \text{ mm}^3/\text{l}$) accompagnée de concentrations en ammoniac, potassium, sodium, magnésium, carbonate, chlore, manganèse et fer qui peuvent atteindre des valeurs 300 fois plus fortes que celles des eaux normales de la nappe des Calcaires du Champigny dans le pays briard. Corrélativement, il y a une prolifération de la flore bactérienne et élévation de la température de l'eau jusqu'à 20° .

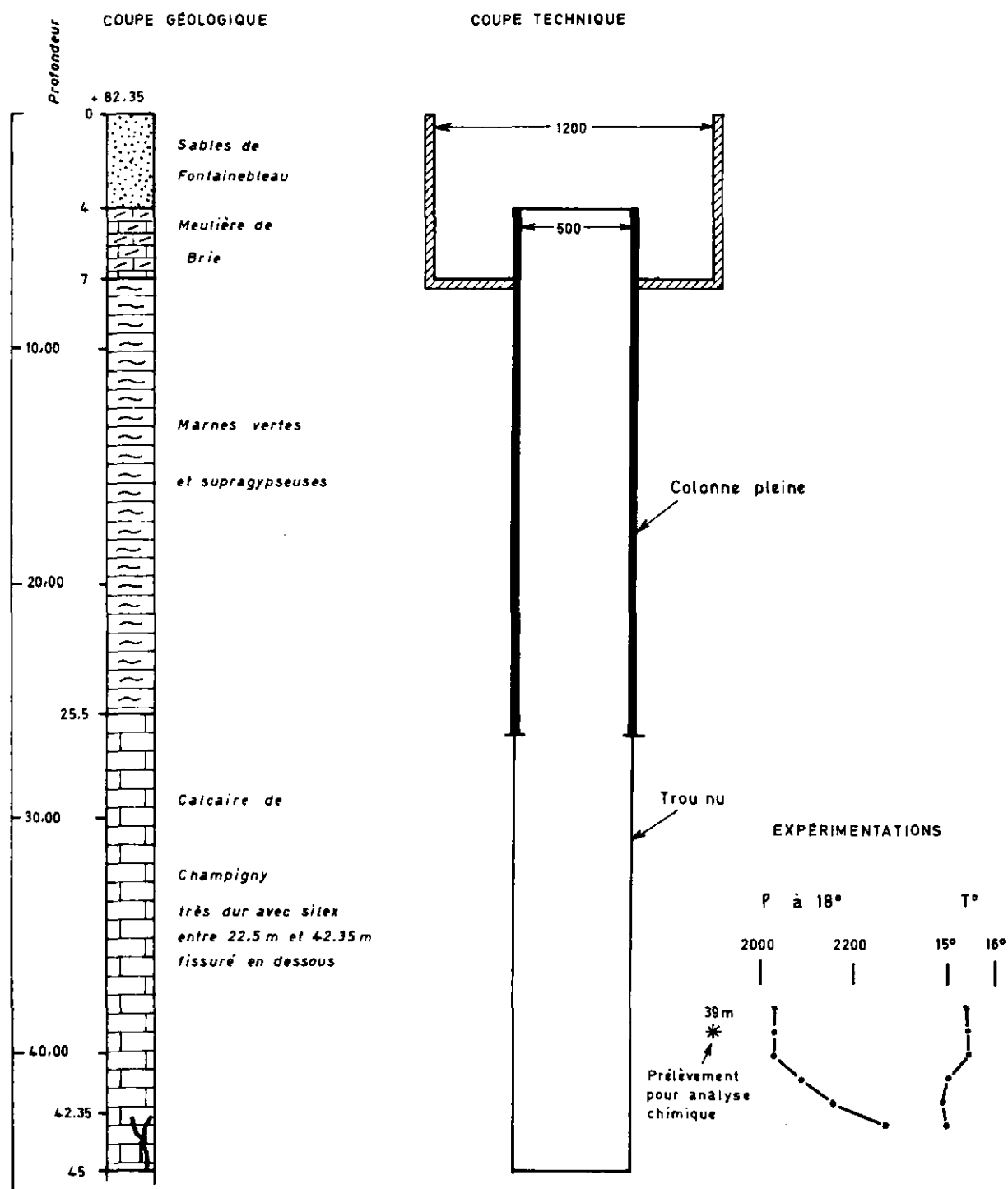
Toutes les courbes d'isoteneurs sont de formes elliptiques axées sur la sucrerie de Lieusaint. L'eau la plus polluée est celle du forage G qui se trouve dans cette usine. La plupart des teneurs anormales diminuent lorsque l'activité de l'usine cesse. Les éléments trouvés en excès dans l'aire polluée sont contenus en puissance dans les produits utilisés et rejetés par les sucreries.

La détermination précise du cheminement des polluants depuis leur source jusqu'à la nappe contaminée devra faire l'objet d'enquête à l'intérieur de la sucrerie. Elle permettra de préconiser les moyens à mettre en oeuvre pour tenter de supprimer les pollutions rencontrées.

- A N N E X E S -

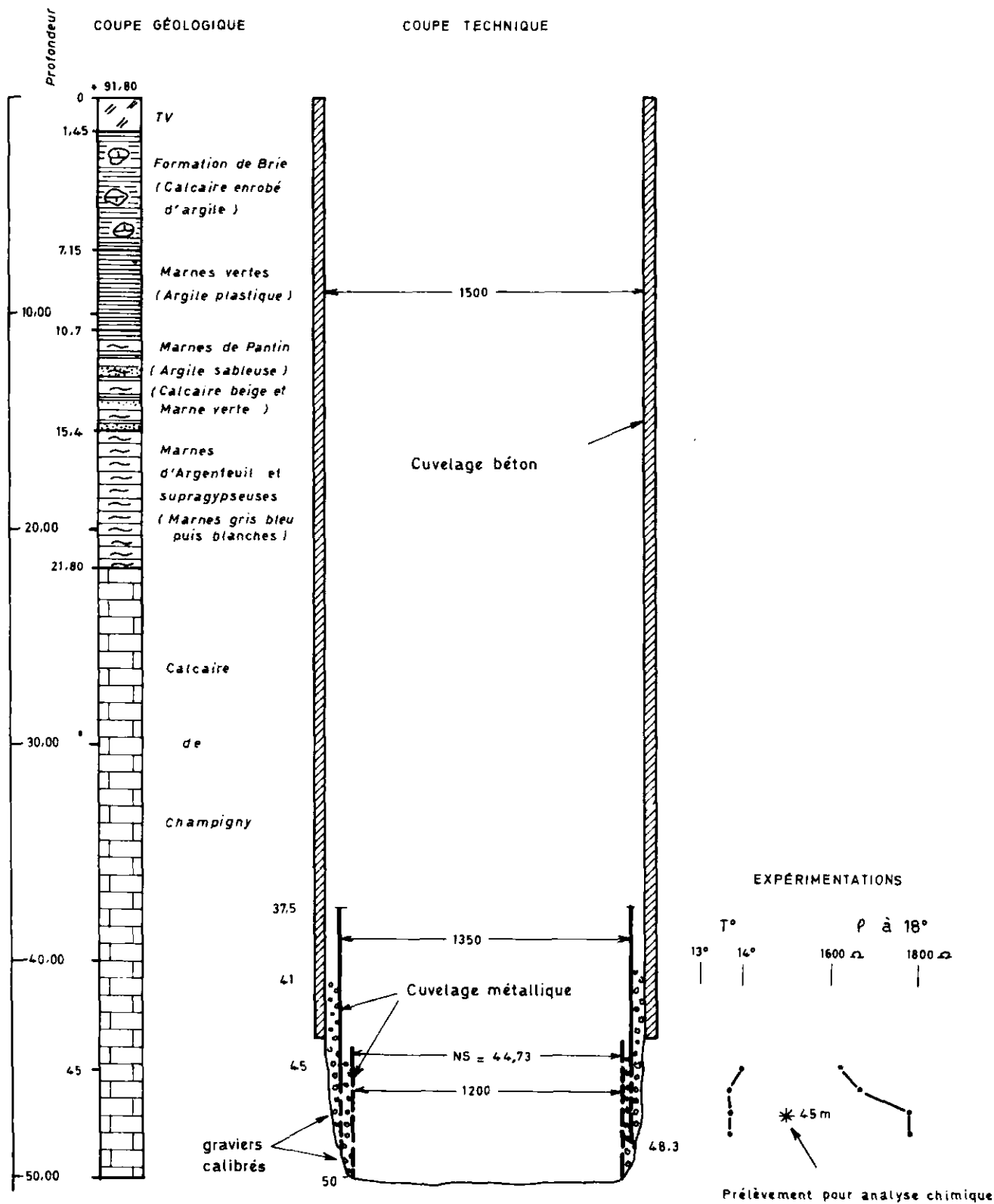
POLLUTION DE LIEUSAIN

FORAGE A (219 - 8 - 9)



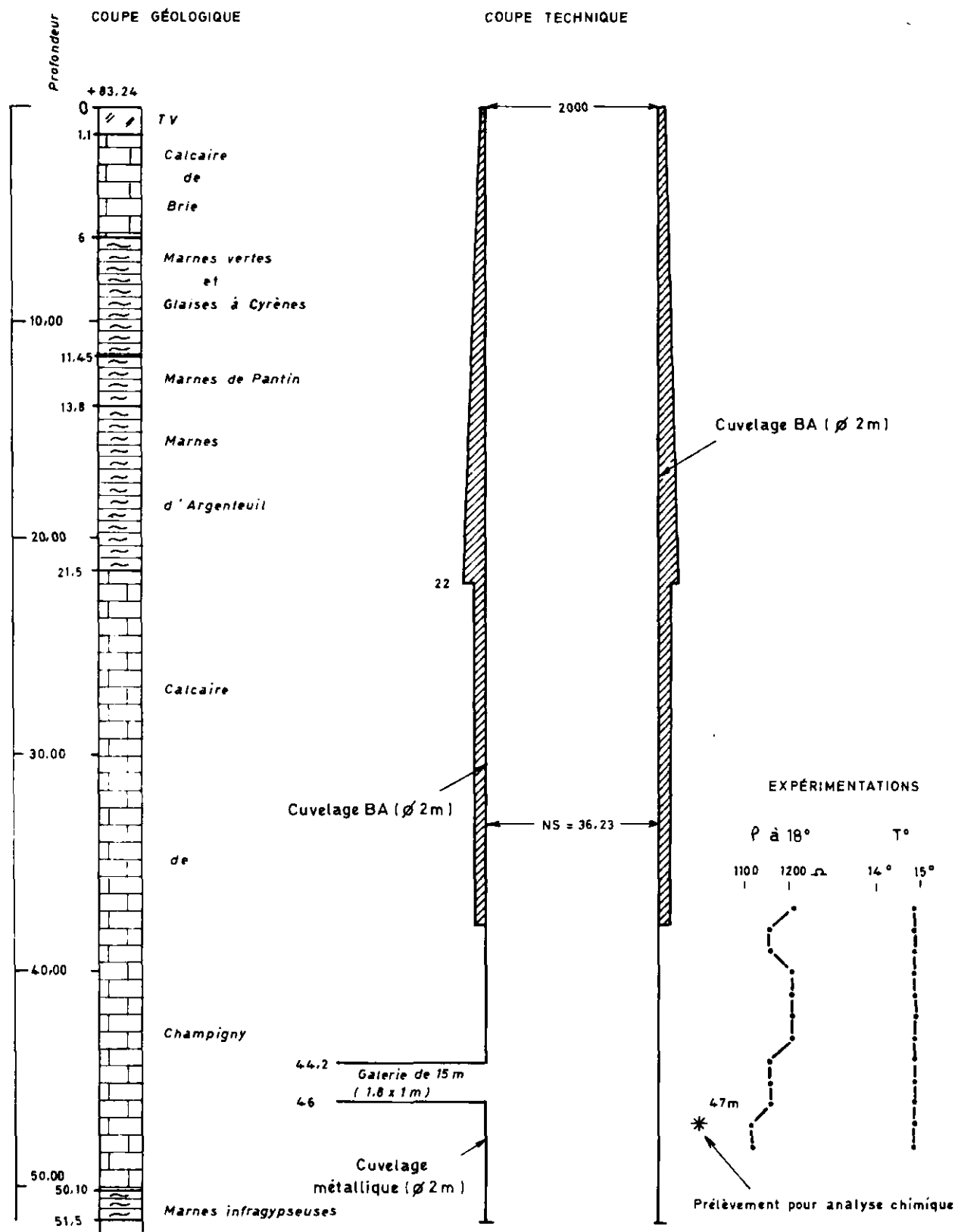
POLLUTION DE LIEUSAIN

FORAGE B (220.5.43)

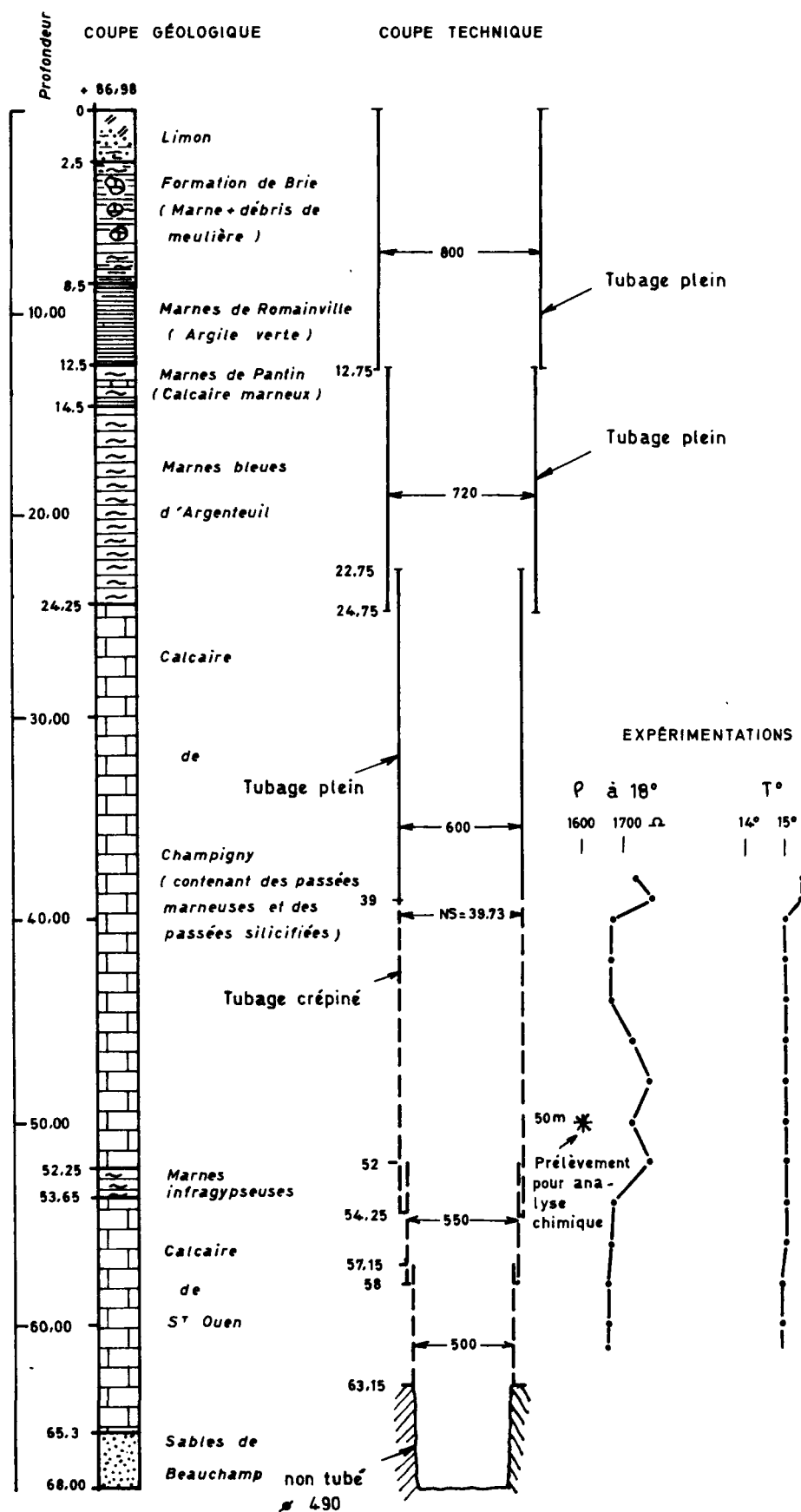


POLLUTION DE LIEUSAIN

FORAGE D (220 - 5 - 10)

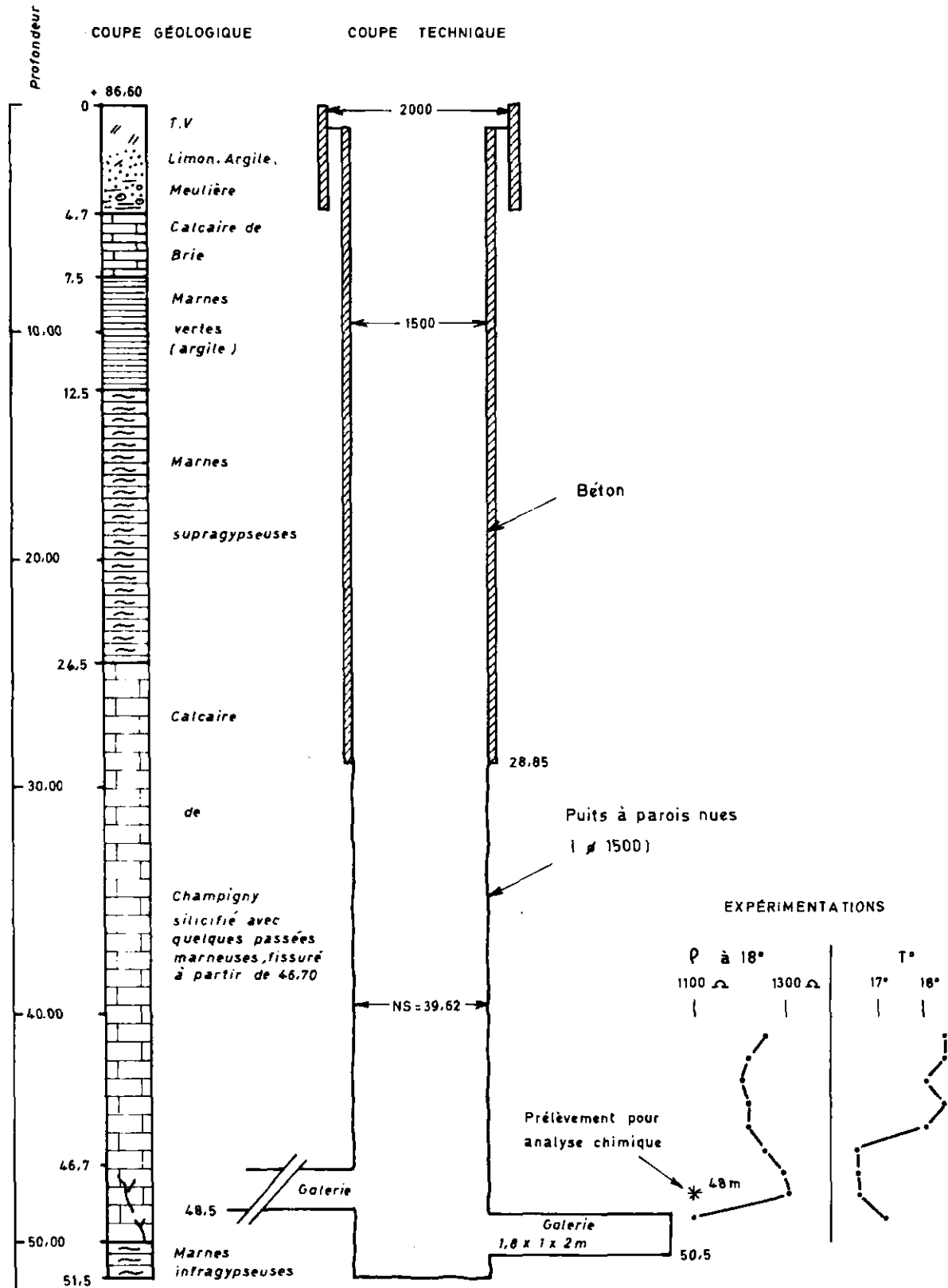


FORAGE E (220.5.11)



POLLUTION DE LIEUSAIN

FORAGE F (220_5_12)



Annexe _ 6

COUPE GÉOLOGIQUE

Profondeur

86.00

0

7.5

10.00

20.00

25.5

30.00

40.00

50.00

50.5

54

60.00

67.5

70.00

71.5

80.00

88.5

90.00

96.0

Avant puits

Marnes vertes et supragypseuses (argile verte et jaune)

Calcaire de Champigny

Marnes à Pholadomies

Calcaire de St Ouen

Sables de Beauchamp (Marne gris bleu)

Lutétien (Calcaire et calcaire marneux)

Yprésien (marne sableuse puis sable)

COUPE TECHNIQUE

1000

720

450

NS-69.10

52m

Prélèvement pour analyse chimique

67.5

74.5

87.5

91.5

EXPERIMENTATIONS

ρ à 18°

700 800 900 1000 Ω

T°

22° 23° 24° 25°

POLLUTION DE LIEUSAIN

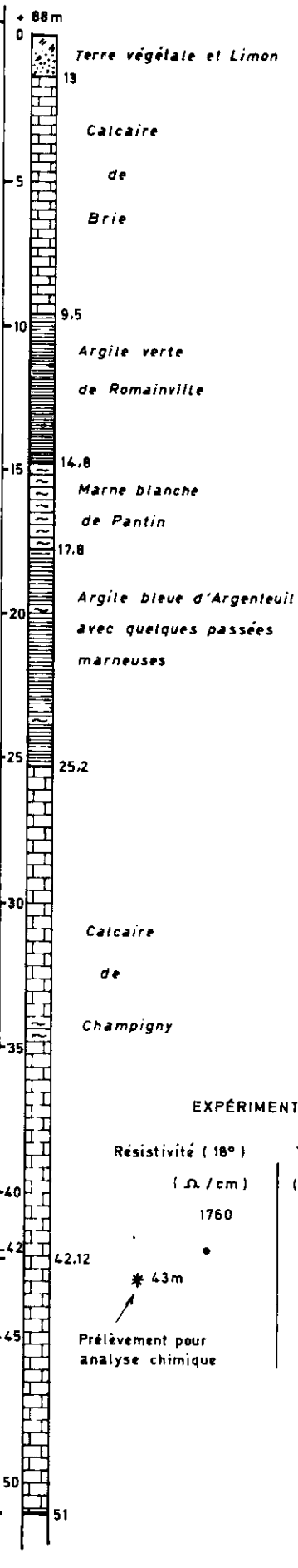
Annexe - 7

FORAGE H (220.5.63)

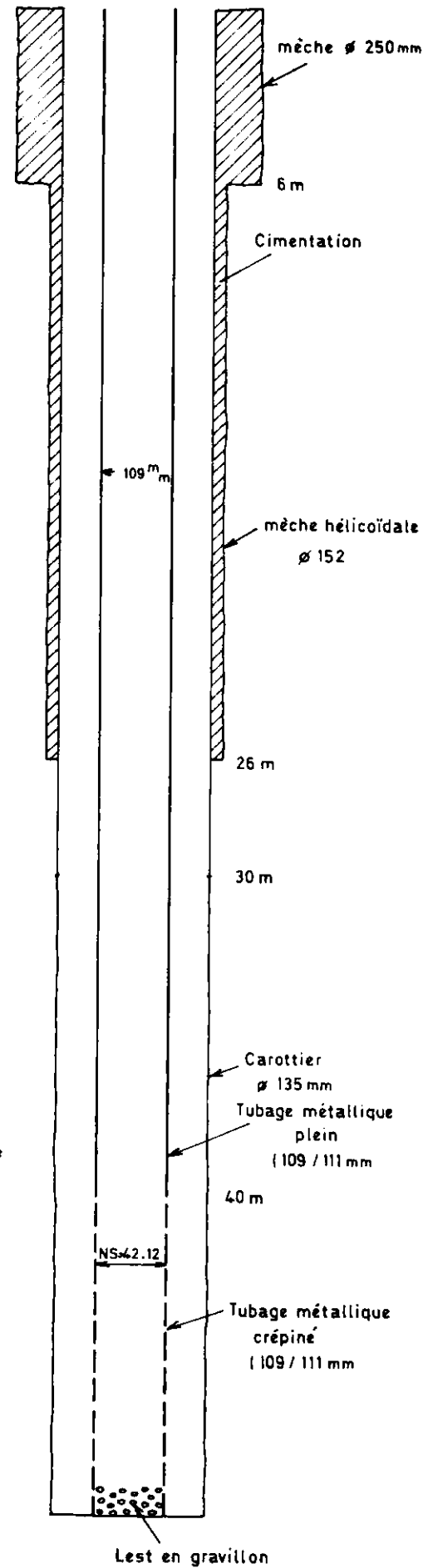
PROFIL γ RAY



COUPE GÉOLOGIQUE



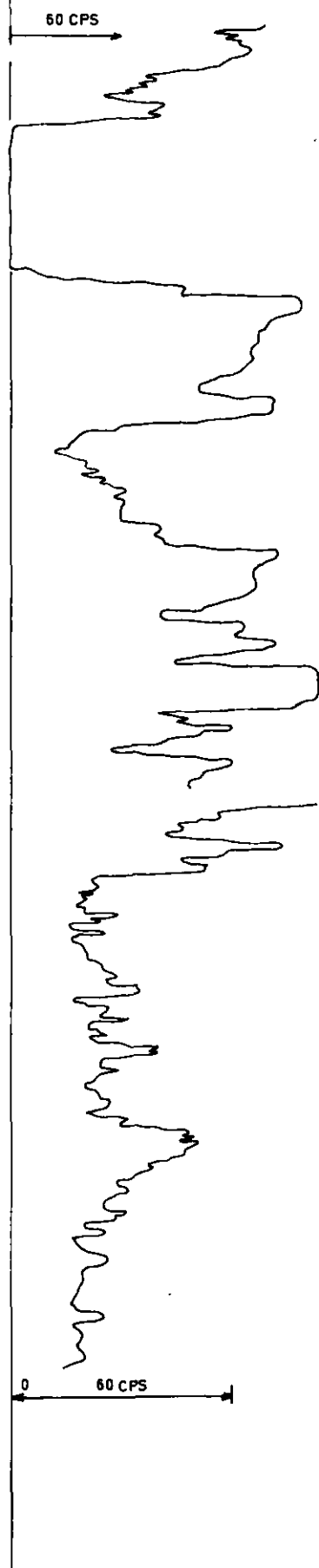
COUPE TECHNIQUE



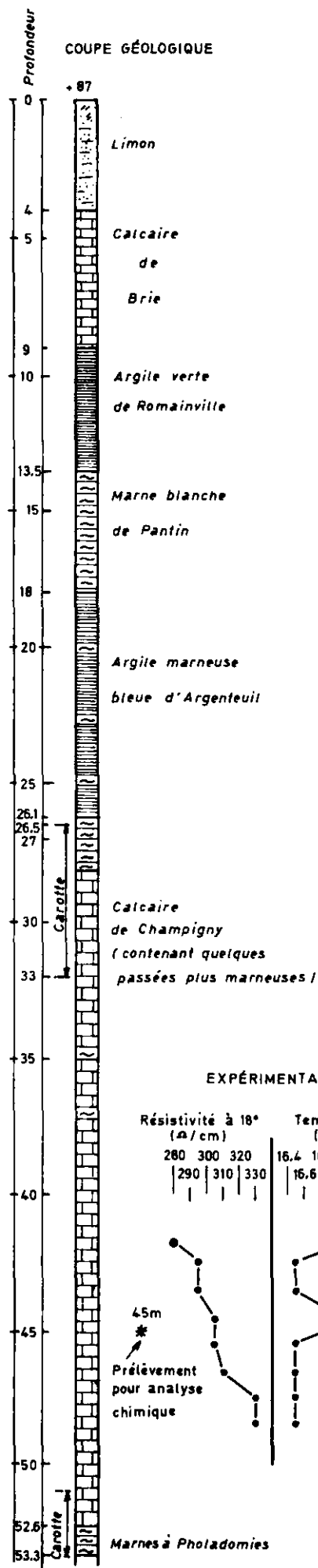
POLLUTION DE LIEUSAIN

FORAGE 1 (220.5.65)

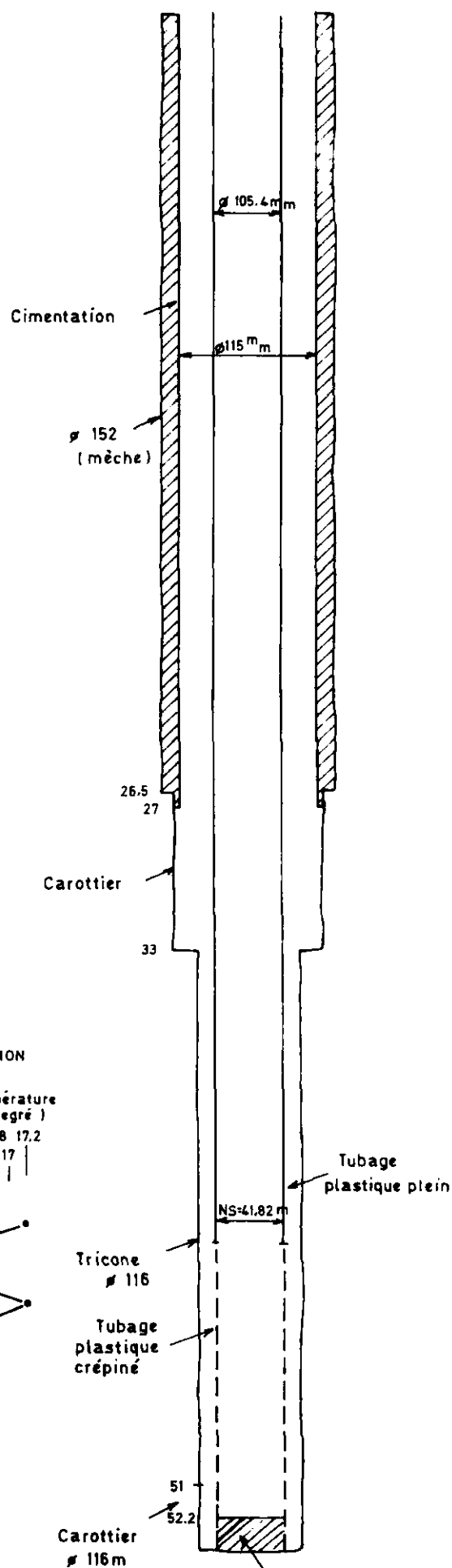
PROFIL γ RAY



COUPE GÉOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



EXPÉRIMENTATION

Résistivité à 18° (Ω/cm)			Température (degré)		
280	300	320	16.4	16.8	17.2
290	310	330	16.6	17	

45m
*
Prélèvement pour analyse chimique

Lieu de pré- lèvement	Hydrocarbures dissous dans l'eau en mm ³ /l = ppm (v)											Eléments physico-chimiques																Bactériologie													
	Ana-lyse	Méthane	Etha-ne	Propa-ne	Isobu-tane ou butylène	n-bu-tane	Ben-zène	Tolu-ène	Xylène	Cumène	Cymène	tp en °	Th en °	TAC en °	ph	NH ⁺ ₄ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ⁻ ₃ mg/l	SO ⁻ ₄ mg/l	HCO ⁻ ₃ mg/l	Cd ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Na ⁺⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Dénombrement total des bactéries par ml à 37°	Bactéries Coli formes par 100 ml à 22°	Escherichia Coli par 100 ml	Streptocoques fécaux par 100 ml	Clostridium sulfito-réducteurs par 100 ml	Bactéries réduisant les sulfates par 100 ml	Méthanobactéries par présence de méthane par 30 ml	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
A	1	0,04	-	-	-	-	0,32	-	-	-	-	10,3	44,6	40,75	7,8	0,53	71	1,8	18	497,1	149,4	17,4	26,2	8,4	0,1	0,09	0,1	0,02	0,01	0,01	0,01	0,1	1.000	25.000	1.000	0	4	0	0	0	
	2	74,6	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	11				2	80				165		26,8		0,1	0,01															
B	1	6,1	0,02	0,003	-	-	0,73	-	-	-	-	12	28,85	28,25	8	0,21	18,5	4,2	14	344,6	104,4	6,6	9,5	3	0,1	0,01	0,1	0,029	0,01	0,01	0,01	0,03	0,1	180	2.000	6.666	0	0	0	0	0
	2	0,86	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	11,5				2	22				102,0		10,9		0,1	0,01															
C (42 m)	1	1,79	0,01	0,002	-	-	0,53	-	-	-	-	11,2	30,42	24	8,1	0,26	58	6	13	292,8	110,2	6,9	9,1	2,5	0,1	0,02	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	250	250.000	1.000	0	0	0	0	+	
	2	0,01	0,01	0,006	-	-	0,01	-	-	-	-	10				2	43				101,8		8,6		0,1	0,05															
C (59 m)	1											10,9	31,39	24,75	8,2	0,21	62	5,2	12	301,9	113,4	7,3	9,3	2,8	0,1	0,01	0,1	0,022	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1								
D	1	2.287,01	0,27	0,004	-	-	0,69	-	-	-	-	11,6	64,45	60	7,7	21,7	266	5,2	18	732	234	14,3	120	35	0,1	1,08	0,1	0,026	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	1.500	35.000	333	0	0	0	0	+
	2	4.635,25	-	-	0,04	-	0,01	-	-	-	-	12				14	149				172		62,3		2,4	0,48															
E	1	839,56	-	-	-	-	0,74	-	-	-	-	13	32,90	32,25	8	5,03	57	6,6	23	393,4	115,6	9,6	25,4	8,6	0,1	0,01	0,1	0,036	0,01	0,01	0,01	0,06	0,1	385	9.000	3.333	0	0	0	3	+
	2	0	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	13				2	50				112,4		20,1		0,13	0,01															
F	1	18,75	0,03	-	-	-	0,94	-	-	-	-	12	44,46	46,5	7,9	11,64	80	2,3	12,5	567,3	157	12,5	37,4	14,6	0,1	0,01	0,1	0,024	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	1.050	17.000	666	0	0	0	0	+
	2	0	0	-	-	-	0,01	-	-	-	-	12,5				4,8	34				104,4		13,7		0,1	0,01															
G	1	6.098,85	-	-	-	-	0,33	-	-	-	-	16,2	47,08	115	8,1	195,9	749	11	37	1403	134	32,6	385	309	0,16	0,01	0,1	0,029	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	27.000	85.000	333.333	333.333	10	15	100	++
	2	3.037,82	-	-	0,36	-	0,01	-	-	-	-	20				220	639				140,4		293		0,12	0,19															
H	1	5,69	0,03	0,07	0,21	-	0,4	-	-	-	-	11,4	26,84	21,5	8,2	0,26	35	2,7	50	262,3	83,2	14,5	17	3,9	0,1	0,01	0,1	0,017	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	2.150	20.000	33.333	33.333	2	0	10	++
I	1	5.648,32	-	-	0,03	-	0,33	-	-	-	-	13,2	45,49	112,5	7,8	180	547	6,6	7	1372,5	124,8	34,3	276	251	0,1	0,06	0,1	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	2.100	370.000	66.666	66.666	666	50	4	0

ETUDE DE LA POLLUTION DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE CHAMPIGNY

DANS LA REGION DE LIEUSAIN

REJETS DES SUCRERIES ET POLLUTION DE LA NAPPE

(D'après le traité de F. MEINCK sur "Les eaux résiduaires industrielles")

Produits utilisés par les sucreries et rejets possibles		Concentrations anormales notées dans la nappe	
Produits	Eléments	Produits	Eléments
Terres (sels minéraux divers)		Ammoniac	N - H
Chaux	C - O - Ca		
Pulpe, Sucre, Cellulose	C - H - O - N	Manganèse	Mn
Matières organiques			
Charbon actif (en gol récupéré)		Fer	Fe
Strontiane caustique	St		
Ammoniac		Cadmium	Cd
Sels minéraux divers (Phosphate et chlorures de potassium et de Magnésium)	P - Cl	Chlore	Cl
Acide cyanhydrique	K Mg CN		
Charbon - goudron		Bicarbonate	C - O - H
Hydroxyde de Baryum et de Calcium	Ba	Calcium	Ca
		Magnésium	Mg
Albumines, Substances albuminoïdes.		Sodium	Na
Autres composés azotés			
Acides organiques (butyrique, citrique, lactique, malique, acétique)		Potassium	K
		Méthane	C - H
		Bactéries	
Eau chaude		Température	

Nous remarquons que tous les éléments aux concentrations anormales trouvés dans la nappe existent déjà dans les produits utilisés et rejetés par les sucreries. Le fer, le manganèse peuvent provenir soit des divers sels minéraux contenus dans les eaux de lavage, soit de l'attaque du Calcaire de Champigny et des formations sous-jacentes par les eaux rejetées riches en acides et en bactéries. La teneur en cadmium noté lors des premiers prélèvements semble accidentelle. Enfin, les fortes teneurs en ClNa peuvent être dues à l'évacuation de ce sel utilisé pour régénérer les résines permettant d'éliminer le calcium des jus sucrés.