

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

Electricité de France

Centrale thermique de La Maxe (57)

Surveillance hydrochimique de la nappe alluviale
de la Moselle à l'aval du Parc à cendres

(août 1977 à avril 1978)

J. RICOUR



Service géologique régional LORRAINE

77, avenue du Général-Leclerc - 54000 NANCY

Tél.: (28) 51.43.51 et 51.46.60

R E S U M E

La surveillance qualitative et quantitative de la nappe alluviale de la Moselle à l'aval du Parc à cendres de l'E.D.F., au Nord de Metz a été engagée en septembre 1971. Poursuivie au cours de la période 1971-1978, cette surveillance a permis de suivre l'évolution de la teneur en sulfates dans les eaux de la nappe alluviale à l'aval du dépôt de cendres. Après un accroissement des concentrations en sulfates au cours des trois premières années, on constate une diminution de concentrations et un retour aux valeurs mesurées en septembre 1971. Cette évolution paraît suggérer un colmatage progressif de la rive de la gravière utilisée pour le dépôt de cendres volantes.

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
1 - Introduction	1
2 - Pluviométrie	1
3 - Rejet de cendres volantes	2
4 - Etat piézométrique de la nappe alluviale en avril 1978	2
5 - Qualité des eaux souterraines	4
6 - Conclusions	6

L I S T E D E S A N N E X E S

- Annexe 1 - Tonnage mensuel rejeté sur la période 1971-1978
- Annexe 2 - Evolution du tonnage mensuel rejeté de cendres volantes, de la teneur en sulfates mesurées sur les eaux de la Moselle et du piézomètre 415 (1971 à 1978)
- Annexe 3 - Résultats des analyses effectuées par l'I.R.H. sur prélèvements B.r.g.m.
- Annexe 4 - Résultats des analyses effectuées par l'E.D.F.
- Annexes 5 a, b, c - Cartes hydrochimiques dressées à partir des données des 5 et 6 avril 1978
- Annexe 6 - Carte piézométrique dressée à partir des données des 5 et 6 avril 1978
- Annexe 7 - Evolution piézométrique enregistrée sur le piézomètre 415

1 - INTRODUCTION -

Le présent rapport rend compte de la surveillance hydrochimique effectuée par l'E.D.F. et le B.r.g.m. - SGR/LOR à l'aval du Parc à Cendres de la Centrale Thermique de La Maxe. Ce dépôt de cendres se situe dans une ancienne gravière, au Nord de Metz, dans la nappe alluviale de la Moselle, en amont-nappe de la ligne de puits de Metz-Nord.

Par convention en date du 18 avril 1977 (contrat 57 CT 9087) l'E.D.F. a confié au B.r.g.m. l'interprétation des mesures réalisées par ses services techniques et une campagne semestrielle de mesures piézométriques et de prélèvements suivis d'analyses (TH, SO_4^{--} , Cl^-).

Cette surveillance continue a été effectuée depuis la mise en service du Parc à cendres en septembre 1971 et semblerait témoigner d'un colmatage progressif de la berge et de la gravière depuis juin-juillet 1974.

2 - PLUVIOMETRIE -

La pluviométrie enregistrée au poste de Metz-Frescaty est représentative du secteur étudié et conditionne, pour partie, l'évolution de la qualité des taux de la nappe alluviale à l'aval du Parc à Cendres.

Le tableau ci-dessous résume la pluviométrie enregistrée au Poste de Metz-Frescaty au cours des mois passés :

Année	Pluviométrie mensuelle en mm												Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1976	40,2	30,3	26,6	32,0	23,8	11,8	62,5	10,0	57,0	24,1	66,5	57,5	442,0
1977	91,1	127,2	37,0	54,0	34,0	85,0	49,4	100,6	29,7	4,3	103,9	62,0	778,5
1978	56,8	73,7	113,2	43,0									
moyenne :1956/1975:	61,2	54,0	51,0	50,0	74,0	65,4	58,3	81,3	58,2	52,1	65,5	60,2	731,2

La pluviométrie mensuelle au cours des mois de novembre-décembre 1977 et de février-mars 1978 est supérieure aux valeurs moyennes mensuelles enregistrées sur la période de référence 1956/1975.

A volume de cendres rejetées constant et d'après les observations déjà réalisées, ceci tendrait à induire une dilution du sulfate de calcium mis en solution à partir des cendres volantes et entraîné vers la nappe alluviale de la Moselle.

3 - REJET DE CENDRES VOLANTES -

L'évolution du tonnage de cendres volantes rejeté au niveau du Parc à cendres est reportée en annexe 1.

Le volume rejeté en 1978 est multiplié par le facteur 2,5 par rapport à l'année 1977, l'accroissement des rejets étant sensible tout au long de l'année, sauf aux mois de juin et juillet. Par contre, les rejets des premiers mois de 1978 (janvier-février) sont en diminution par rapport à l'année 1977.

Cet accroissement du volume de cendres rejetées est particulièrement sensible au cours du deuxième semestre de l'année 1977 (54,2 % des rejets annuels) ; il induit une augmentation de la minéralisation des eaux de la nappe alluviale au cours de l'étiage (septembre à octobre), déjà observée durant les étiages des années précédentes.

4 - ETAT PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE EN AVRIL 1978 -

4.1. Etat de la piézométrie en avril 1978

Dressée à partir de 21 mesures de niveaux à la périphérie immédiate du Parc à Cendres, la carte piézométrique établie en annexe 6 précise le sens d'écoulement de la nappe alluviale à l'Est de la gravière E.D.F.

Cette carte correspond au début de la décrue de la nappe alluviale de la Moselle, après la forte recharge de l'hiver 1977-1978. La comparaison avec l'état piézométrique du 9 juin 1977 (rapport 77 SGN 467 LOR du 22 septembre 1977) montre un relèvement général des niveaux piézométriques compris entre 1,80 m et 1,50 m suivant les secteurs.

L'extension du cône d'appel de la ligne de puits de Metz-Nord est plus limitée qu'au début de la période d'étiage, en juin 1977.

En outre, l'allure de la surface piézométrique semblerait confirmer le processus de colmatage en cours sur le bord Nord-Est de la gravière, déjà mis en évidence par le suivi de l'évolution qualitative de la nappe alluviale - diminution de la teneur en sulfates et dureté notamment -

4.2. Evolution piézométrique

L'évolution piézométrique enregistrée sur le piézomètre 415, à l'Est immédiat de la gravière utilisée comme Parc à Cendres témoigne d'une recharge bien individualisée de la nappe alluviale au cours de l'hiver 1977-1978. Le rapport entre le battement interannuel des années 1976-1977 et 1977-1978 approche 1,5 environ (1,35 m contre 2,10 m). Toutefois, il est à noter que ce piézomètre 415 est influencé :

- par les prélèvements effectués sur la ligne de puits de Metz-Nord, d'une part ;

- par le maintien du niveau du Parc à Cendres à charge constante d'autre part (reprise des eaux de transport des cendres dans le quart Nord-Ouest de la gravière).

5 - QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE -

Celle-ci est suivie régulièrement :

- par les services techniques de l'E.D.F. (prélèvements bimensuels et trimestriels) ;

- par le B.r.g.m. et l'I.R.H. (prélèvements semestriels).

Les résultats de ces analyses font l'objet des annexes 3 et 4 du présent rapport et ont permis de dresser :

- l'état qualitatif de la nappe alluviale (cartes des annexes 5a, b, c) les 5 et 6 avril 1978 ;

- l'évolution de la qualité des eaux de la nappe alluviale au cours de la période 1971-1978 sur le piézomètre 415 (annexe 2).

5.1. Etat de la qualité de la nappe alluviale en avril 1978

La carte des teneurs en sulfates de l'annexe 5 a montre que dans l'ensemble, à la date des prélèvements, la teneur en sulfates des eaux de la nappe alluviale reste inférieure à la limite (250 mg/l) recommandée par la législation, ainsi qu'une amélioration sensible par rapport à l'état dressé au début de l'étiage de l'année 1977 (annexe 5b - rapport 77 SGN 467 LOR).

La carte des isoteneurs en sulfate, représentative de la contamination sulfatée calcique provenant du lessivage des centres entreposées sur la gravière a une allure sensiblement similaire à la carte piézométrique synchrone.

En outre, le piézomètre 428 (Nord-Ouest du Parc à cendres) présente une teneur en sulfate de 115 mg/l pour une dureté de 38,4°F, alors qu'il se situe en dehors de la zone d'influence du Parc à cendres. La qualité des eaux prélevées sur cet ouvrage permet d'approcher "le fond géochimique naturel" des eaux de la nappe alluviale en l'absence de

contamination provenant du dépôt de Cendres.

La dureté des eaux de la nappe alluviale à l'aval du Parc à cendres tend à évoluer dans un sens favorable, par rapport à l'état qualitatif dressé en juin 1977, bien que la dureté des eaux mesurées à la station de pompage Saint-Eloy reste sensiblement constante (44°F en juin 1977 et 47,6°F en avril 1978).

Dans l'ensemble la teneur en chlorure des eaux de la nappe alluviale a diminué, restant inférieure à la norme recommandée (250 mg/l) par la législation à la date des prélèvements.

5.2. Evolution des eaux de la nappe alluviale de juin 1977 à avril 1978

Celle-ci est résumée en annexe 2 et a été représentée au niveau du piézomètre 415, en ce qui concerne la teneur en sulfates.

On constate un fort accroissement des teneurs en sulfates en octobre-novembre 1977 lié :

- à la baisse des niveaux d'eau de la nappe alluviale entraînant une concentration de la minéralisation des eaux à l'étiage. Dans l'hypothèse d'une tranche moyenne d'aquifère alluviale de 3,50 m en crue et de 2,00 m en étiage (soit un rapport de 1,7) et d'une concentration moyenne en sulfates de 350 mg/l en crue et de 700 mg/l en étiage pour les années 1976 et 1977, le rapport des concentrations (2) est voisin du rapport (1,7) des tranches d'eau, ce qui confirmerait l'observation réalisée.

- à l'accroissement des rejets de cendres volantes au cours du deuxième semestre de l'année 1977 ;

- à l'augmentation des concentrations en sulfates des eaux de la Moselle au cours du dernier trimestre de l'année 1978. Ces eaux, utilisées pour le transport hydraulique des Cendres volantes, influent elles aussi

sur la concentration en sulfates à l'aval du Parc à cendres.

Une telle influence des eaux de la Moselle sur la qualité des eaux de la nappe alluviale est d'ailleurs sensible au cours des années antérieures (décembre 1976, novembre 1975, mai 1975, mars 1974...).

6 - CONCLUSIONS -

La poursuite de la surveillance piézométrique et hydrochimique de la nappe alluviale de la Moselle à l'aval du Parc à cendres de l'E.D.F. à La Maxe paraît confirmer l'évolution enregistrée au cours du premier semestre de l'année 1977 ; la rive de la gravière utilisée pour le dépôt de cendres volantes semblerait en voie de colmatage, en particulier dans son secteur Nord-Est. Toutefois, bien que la qualité des eaux de la nappe alluviale s'améliore de façon sensible depuis le deuxième semestre 1974, on constate encore de fortes variations dans l'évolution des sulfates et de la dureté de la nappe alluviale liées d'une part aux variations piézométriques de celle-ci, d'autre part au volume de cendres déposées, ainsi qu'aux variations de teneurs en sulfates des eaux de la Moselle.

Jacques RICOUR
Ingénieur E.N.S.G.

Jean MARCER
Technicien supérieur géologue

L I S T E D E S A N N E X E S

- Annexe 1 - Tonnage mensuel rejeté sur la période 1971-1978
- Annexe 2 - Evolution du tonnage mensuel rejeté de cendres volantes, de la teneur en sulfates mesurées sur les eaux de la Moselle et du piézomètre 415 (1971 à 1978)
- Annexe 3 - Résultats des analyses effectuées par l'I.R.H. sur prélèvements B.r.g.m.
- Annexe 4 - Résultats des analyses effectuées par l'E.D.F.
- Annexes 5 a, b, c - Cartes hydrochimiques dressées à partir des données des 5 et 6 avril 1978
- Annexe 6 - Carte piézométrique dressée à partir des données des 5 et 6 avril 1978
- Annexe 7 - Evolution piézométrique enregistrée sur le piézomètre 415

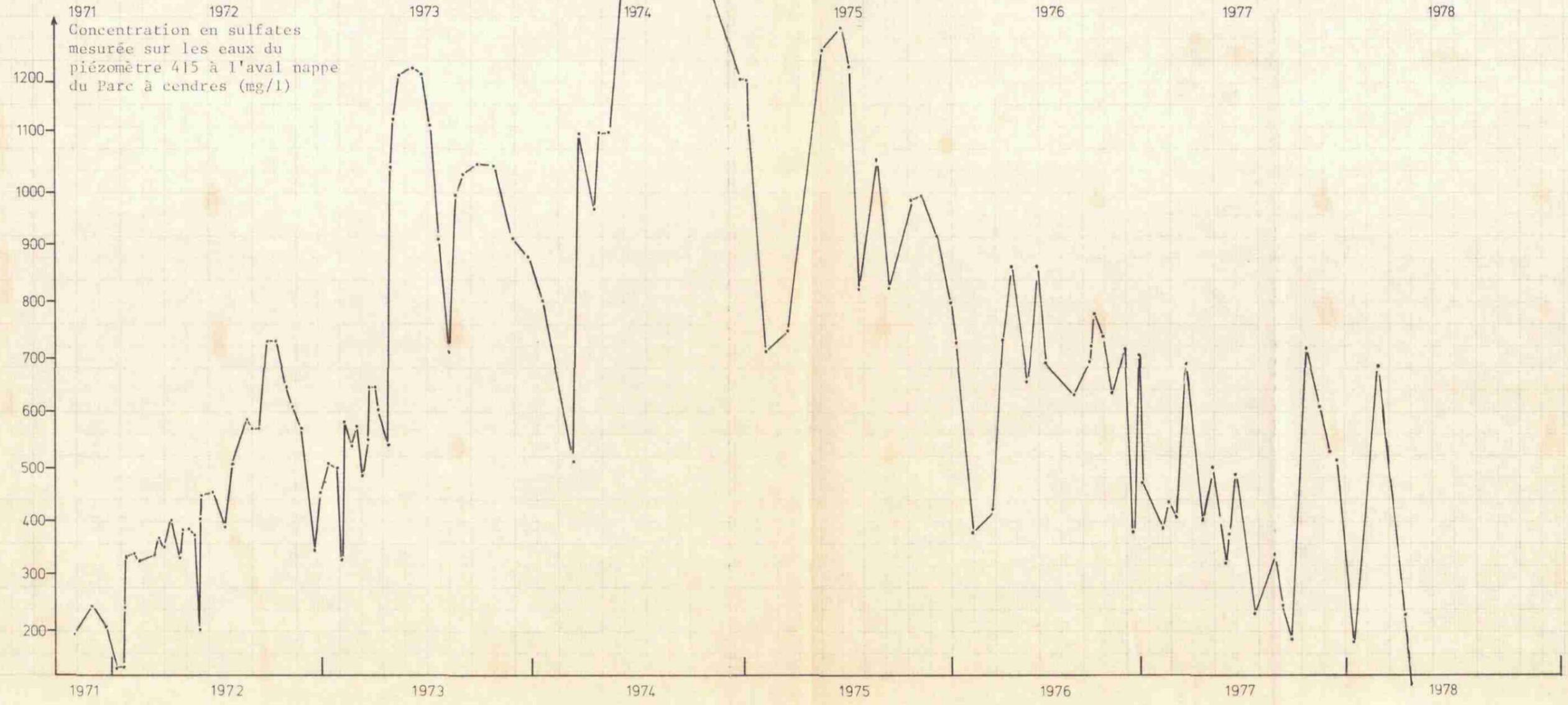
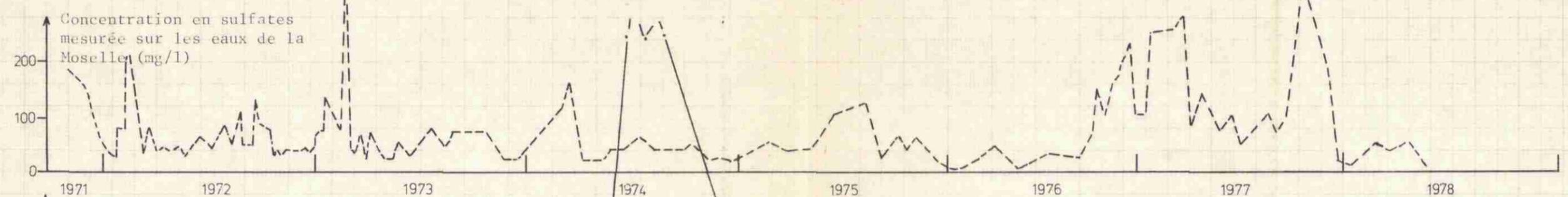
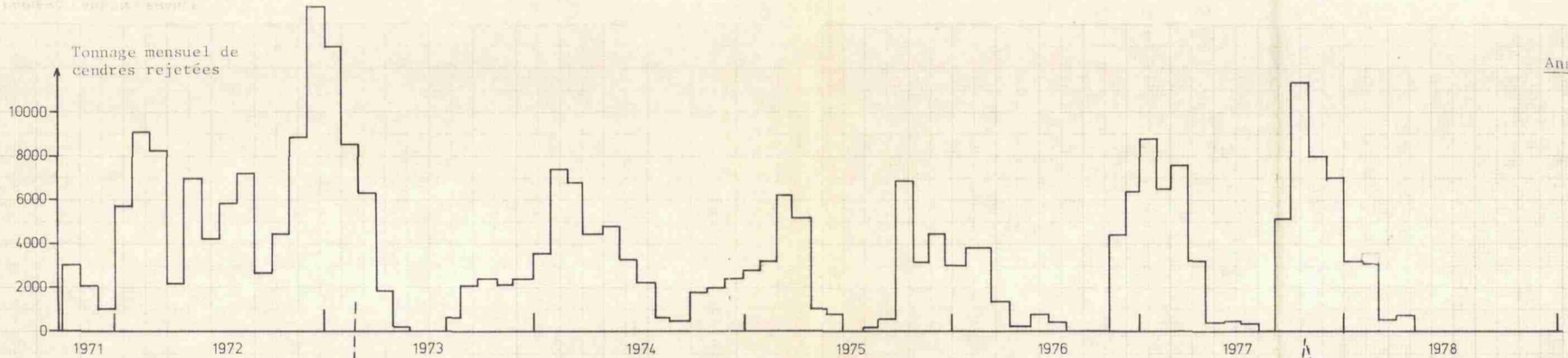
ELECTRICITE DE FRANCE

CENTRALE THERMIQUE DE LA MAXE

Evolution du tonnage mensuel
rejeté en cendre volantes (en tonnes/mois)

MOIS	ANNEES										
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979		
JANVIER	-	5691	13009	3400	2345	3003	8 798	3190			
FEVRIER	-	9097	8558	7080	3120	2777	6 447	3105			
MARS	-	8260	6359	6680	6260	4068	7 571	521			
AVRIL	-	2373	1879	4405	5078	1444	3 166	654			
MAI	-	7021	90	4695	936	95	282				
JUIN	-	4294	0	3175	655	919	320				
JUILLET	-	5900	0	2105	0	475	301				
AOUT	-	7212	717	490	60	0	0				
SEPTEMBRE	1889	2712	2055	430	460	0	5 033				
OCTOBRE	3074	4479	2458	1810	6868	0	11 352				
NOVEMBRE	2130	8946	2098	1940	3174	4330	7 970				
DECEMBRE	1127	14838	2438	2345	4445	6294	6 856				
TOTAL ANNUEL CUMULE (en tonnes)	8220	80828	39668	38555	33401	23505	58 096				
TONNAGE MOYEN MENSUEL	2055	6737	3305	3213	2783	1950	4 841				

- A partir du 28.06.74, rejet des cendres à proximité du piézomètre 409.
- Antérieurement, rejet à proximité du piézomètre 413.
- A partir du 16.04.76, rejet des cendres à proximité du piézomètre 412.



RESULTATS DES ANALYSES
EFFECTUEES PAR L'E.D.F.

DATES

28. III. 74	13. 9. 74	14. 07. 75	21. 04. 76	16. 12. 76.	28-07. 77
5. III. 74	27. 3. 74	6. 08. 75	19. 05. 76	29. 12. 76.	05. 09. 77
13. IV. 74	3. 10. 74	27. 08. 75.	25. 05. 76.	12. 01. 77.	23. 09. 77
2. V. 74	14. 11. 74	17-9-75	23. 06. 76	28. 01. 77.	20-10-77
12. 5. 74	2. 12. 74	18. 10. 75.	10. 08. 76	7. 02. 77	16-11-77
22-5-74	20. 12. 74	31. 10. 75.	24. 08. 76	28-02-77	8-12-77
18-6-74	30. 12. 74	19. 11. 75	03. 09. 76	14-03-77	22-12-77
29-6-74	9. 1. 75	19. 12. 75	23-09-76	25-03-77	
21-6-74	14. 1. 75	22. 01. 76	29. 09. 76	19-04-77	
26-6-74	26. 2. 75.	05 01. 76	22. 10. 76	18-05-77	
21. 6. 74	28. 3. 75	19. 02. 76	25. 10 76	27. 05. 77	
22. 7. 74	17. 4. 75	04. 03. 76	08. 11. 76	9. 06. 77	
25. 7. 74	28. 5. 75	24. 03. 76	22. 11 76	24. 06. 77	
3. 8. 74	26. 6. 75	08. 04. 76	24. 11. 76	4. 08. 77.	

CHRONOLOGICAL

LIST

TABLE

PRELEVEMENTS

PIEZOMETRIQUES

St ELOY

DATES

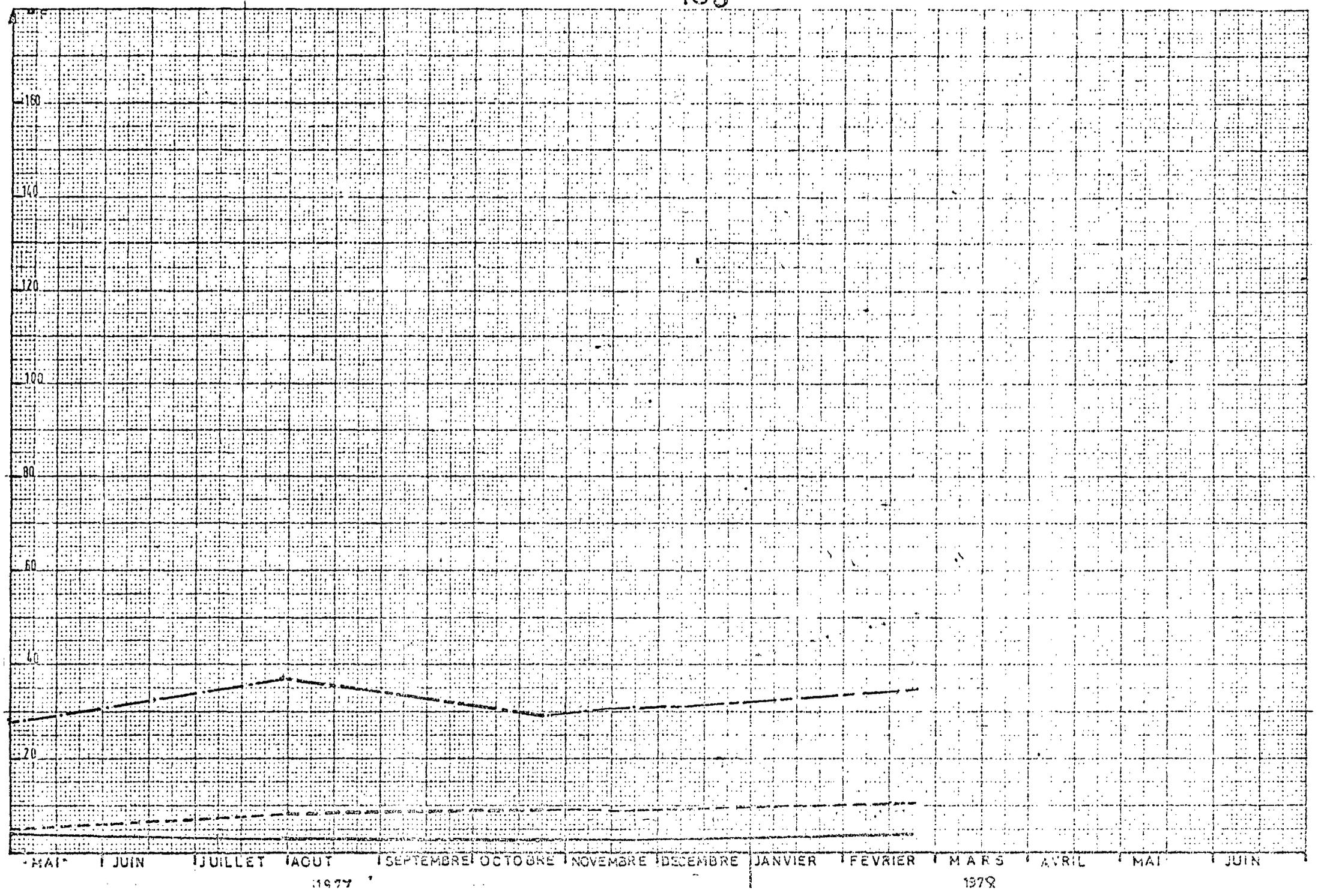
20-10-77					
16-11-77					
8-12-77					
22-12-77					
11-1-78					
21-02-78					
20-03-78					
13-04-78					
27-04-78					

_____ chlorures
----- sulfates
_____ TN

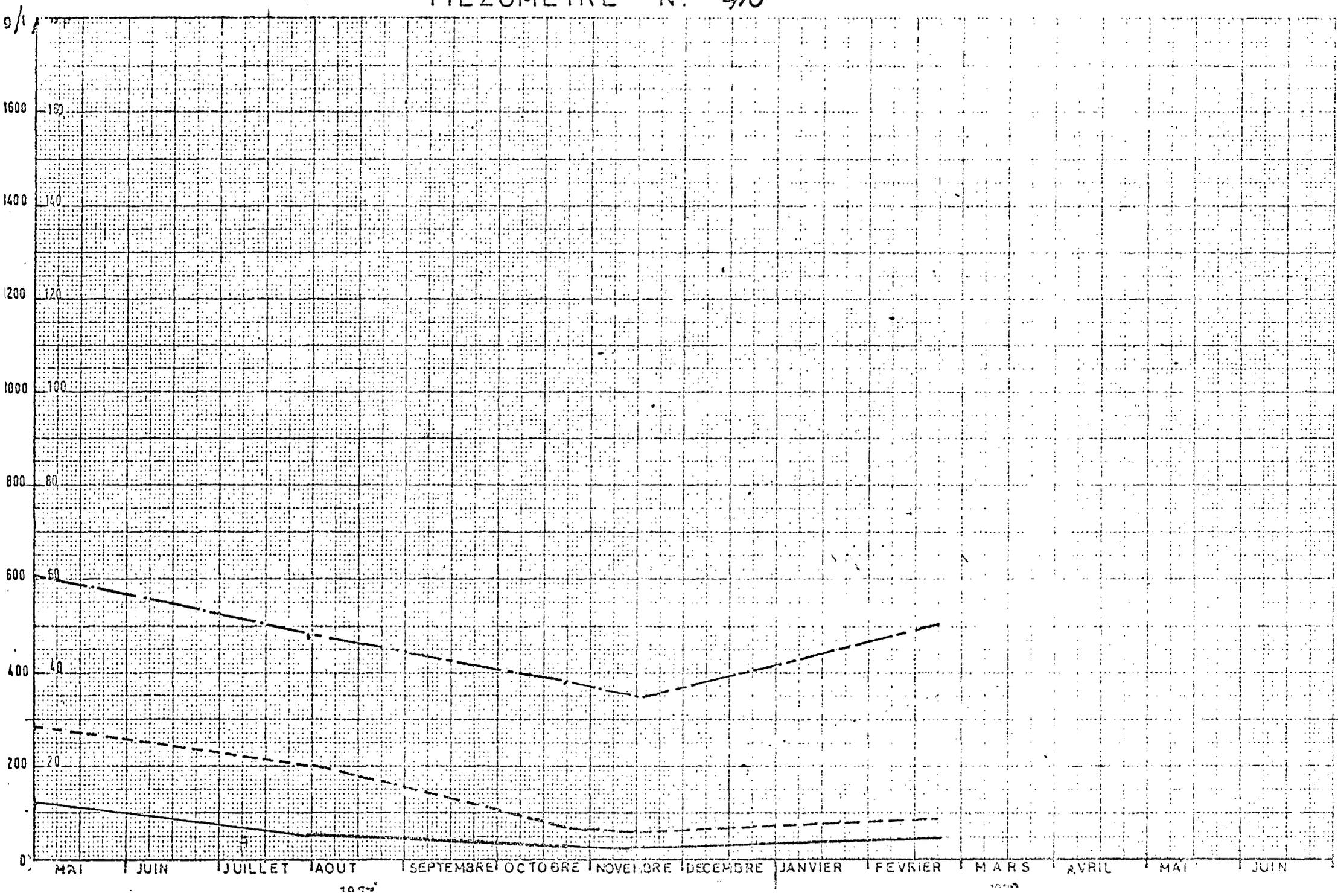
DATE	Piezo	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	TH °f	Niveau en m	DATE	Piezo	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l	TH °f	Niveau
28-02-77	409	25	110	38			415	305	394	71	
	410	71	189	78			416	220	226	46	
	411	451	278	76			418	308	173	48	
	413	206	283	71			428	43	101	40	420: 161,53
	415	383	393	84			C.C.V	103	110	21	
	416	312	365	70	417:		R.L	195	192	47	
	418	202	167	48			C.C.P	259	432	38	
	428	28	58	91	420: 161,56		Moselle	200	146	40	
	C.P	52	154	51			Forage	210	152	39	
	R.L	280	269	59							
	Forage	270	499	50		18.05.77					Niveau du piezomètre
	Mosel.	248	288	46			CP	106	155	55	415 =
	C.C.V	209	53	36			415	365	505	80	160,330
4-02-77	416	308	350	66		21.05.77	CP	70	168	52	niveau 415 =
	62	15	67	35			415	323	394	65	160,400
	254	11	72	31			Moselle	366	20	49	
	259	32	106	38		9.06.77	CP	56	170	50	niveau 415 =
	267	57	125	37			415	406	402	73	160,710
4-02-77	409	26	194	39			Moselle	440	110	59	
	410	32	163	41		24.06.77	CP	89	778	52	niveau 415
	411	302	240	79			415	413	499	100	
	413	387	520	108			Moselle	518	52	60	160,600
	415	326	403	77		23.07.77	409	35,5	21,6	37	
	416	231	267	63			410	49,7	201,6	48	
	418	243	254	58	420: 161,58		411	173,9	232,2	54	
	428	14	62	40			413	564,4	331,2	103	
	C.P	72	163	52			415	394,0	220,8	62	
	R.L	230	254	57			416	323,4	206,4	67	
	Mosel.	284	288	44			418	372,7	206,4	56	
	Forage	161	183	66			428	39	115,2	39	
25-03-77	409	32	221	98			R.L	312,4	126,8	54	
	410	48	480	47			C.P.	21,6	172,8	47	
	411	309	489	69		29-8-77	415	416	336	75	
	413	398	500	102			CP	71	144	48	niveau 415
	415	316	720	67	417:		Moselle	260	117	49	160,510
	416	227	518	56	420: 161,54	05.09.77	415	410	210	76	niveau 415
	418	277	556	62			CP	76	110	49	
	428	46	269	45			Moselle	533	76	60	160,520
	C.P	85	365	49		23.09.77	415	422	178	87	niveau 415
	R.L	193	537	49			CP	84	96	51	160,520
	Mosel.	320	123	55			Moselle	568	100	59	
	Forage	177	285	75							
15-04-77	409	39	63	29							
	410	117	274	59							
	411	237	172	67							
	413	337	369	64							

DATE	Piezo	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	TH °f	Niveau	DATE	Piezo	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	TH °f	Niveau
10/10/77	409	28,4	91	29		21-02-78					
	410	21,9	72	38			409	35,5	105,0	35	
	411	134	633	44			410	46,1	89,1	52	
	413	376	512	99			411	141,0	347,5	36	
	415	419	704	89			413	333,7	540,7	74	
	416	394	492	71			415	269,8	320,1	44	162,020
	418	372	320	59			416	490,0	440,5	50	
	428	39	82	39			418	540,0	310,0	33	
	CP	78,1	320	49			428	29,7	195,0	13	
	RL	369	504	60			R.L	249,8	375,0	31	161,755
Forage Moselle	210	192	68		Moselle	225	44,0	30			
	539	360	60		420	-	-	-		162,330	
16/11/77	411	167	173	45		20-03-78	CP	96	53	50	
	413	398	461	91			RL	149	53	41	161,130
	415	433	605	97	160,870		415	156	77	46	161,460
	416	422	360	73			420	-	-	-	161,330
	418	430	605	62			Forage Moselle	71	144	60	
	428	11	86	49							
	CP	170	62	50		13-04-78	CP	99	77	48	
	RL	320	221	55			RL	185	62	46	161,205
	C.C.V.	554	845	171			415	220	77	49	161,630
	Moselle	625	89	65			420	-	-	-	161,380
	Forage Retour Lac	323	77	60							
	409	30	90	32		27-04-78	CP	87	78	42	
	410	30	70	35			RL	180	60	45	161,935
							415	210	80	48	160,930
8-12-77	C.P	en travaux				420	-	-	-		164,380
	415	465	520	82	160,780	Moselle	284	192	44		
	Moselle	225	195	34	161,420						
	420	310	200	51	161,385						
2.12.77	CP	170	70	48							
	415	400	510	85	160,800						
	Moselle	294	16	36							
	Forage	177	29	51							
	420				161,425						
Lac	320	220	52	161,390							
Retour lac	320	180	60								
1.1.78	CP	92,3	94	52							
	415	312	161	74	161,600						
	Moselle	984	19	40							
	Forage	124	41	45							
	Lac				161,085						
	420				161,940						

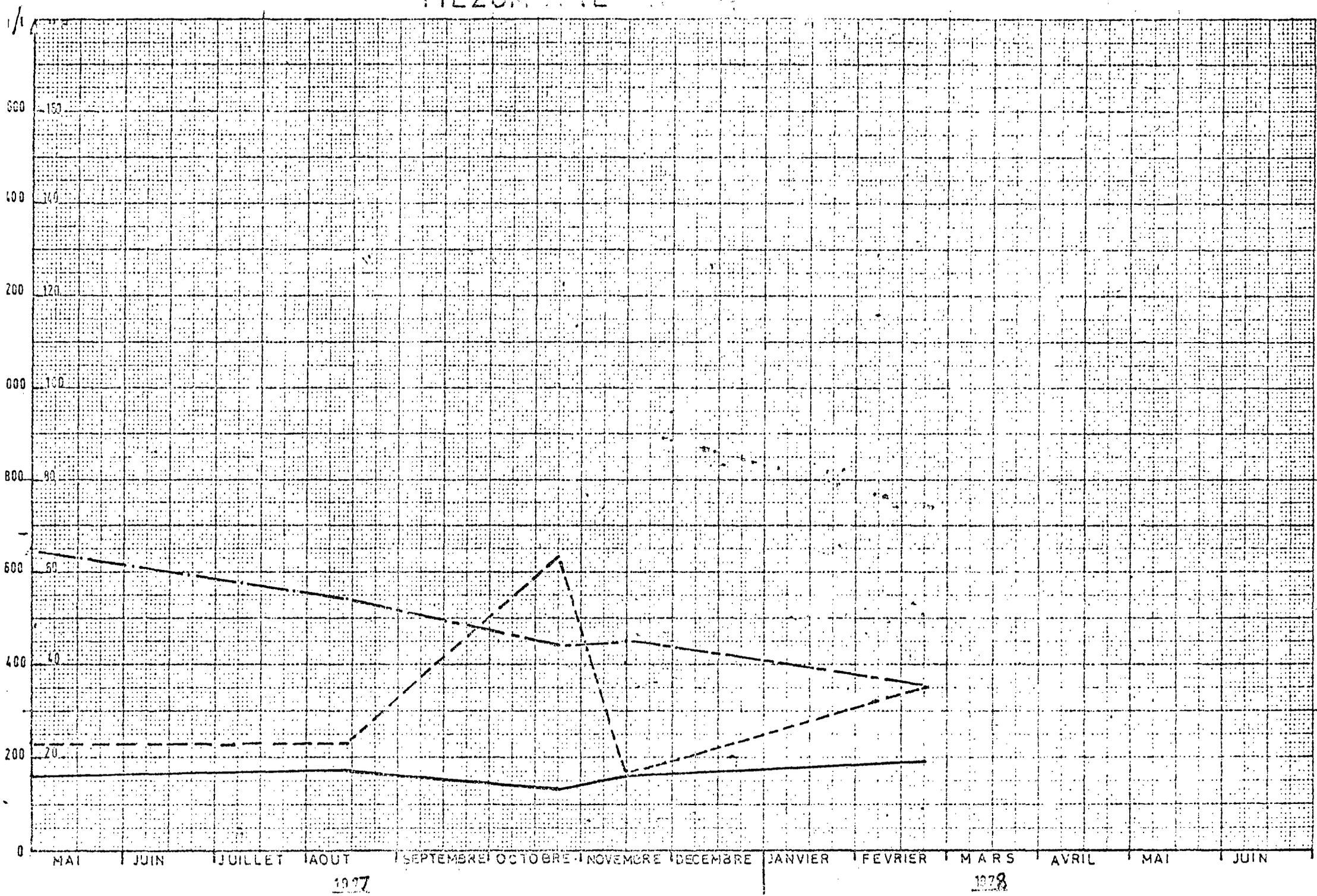
PIEZOMETRE N°409



PIEZOMETRE N° 410



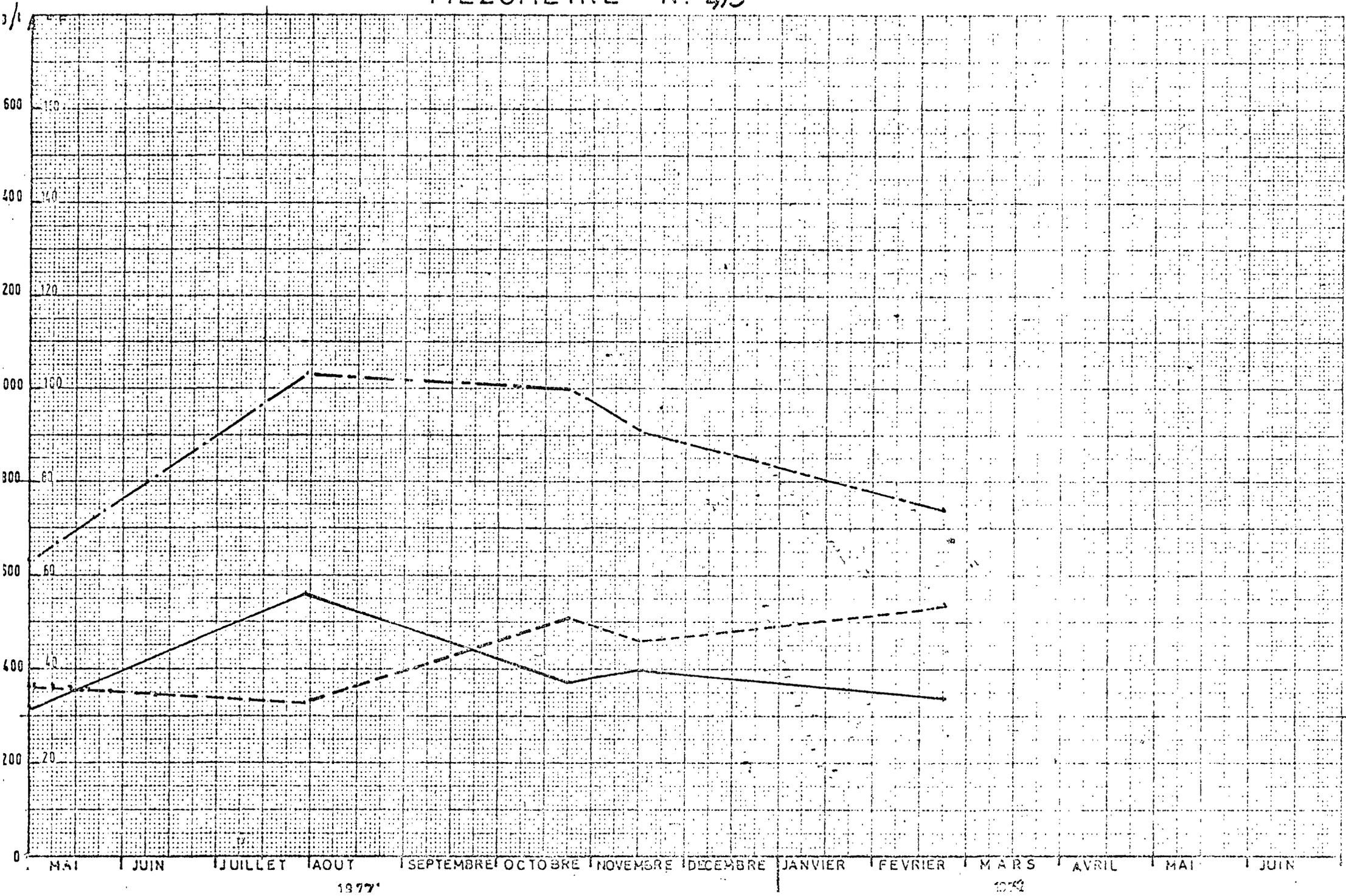
PIEZOMETRIE



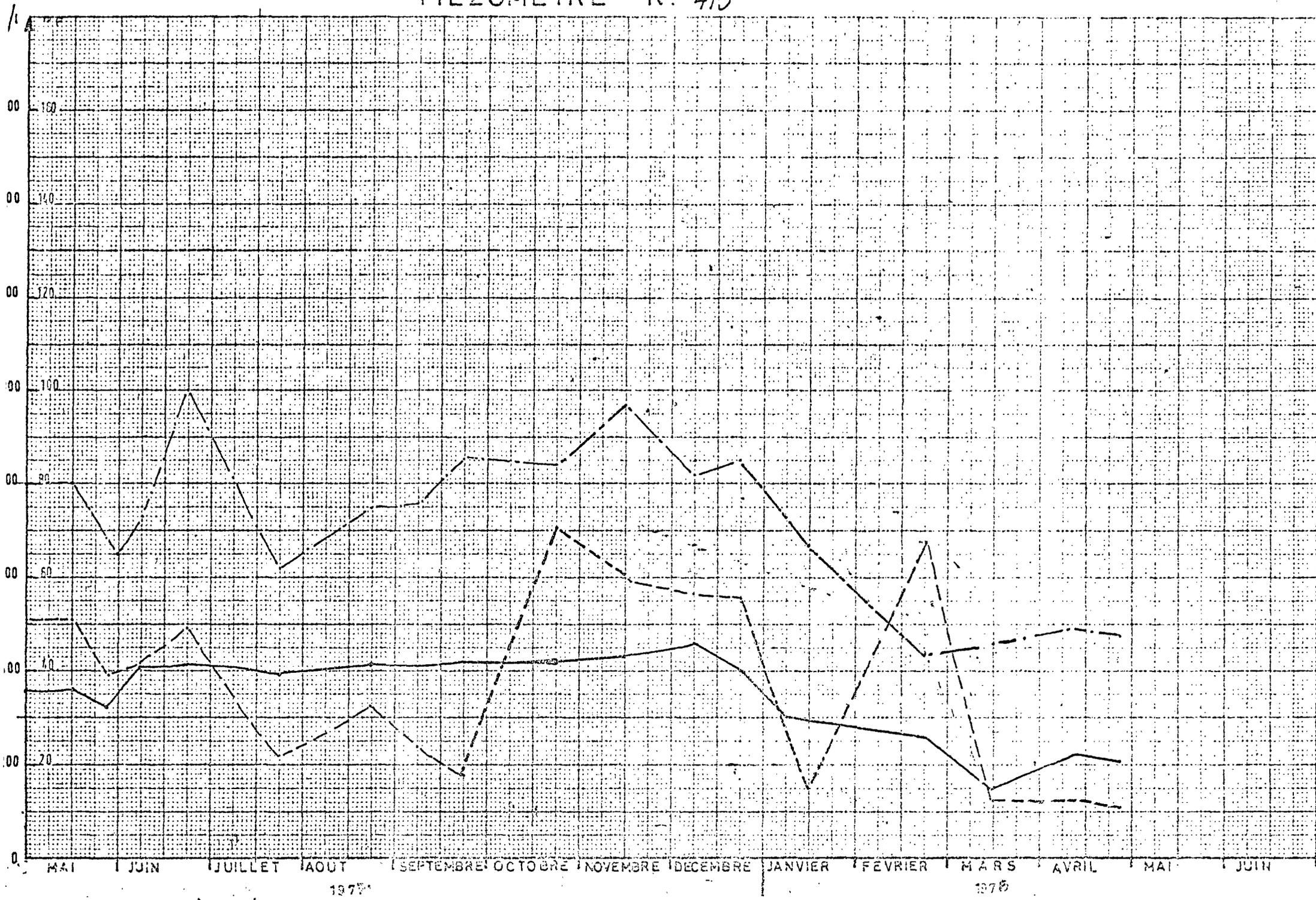
1927

1928

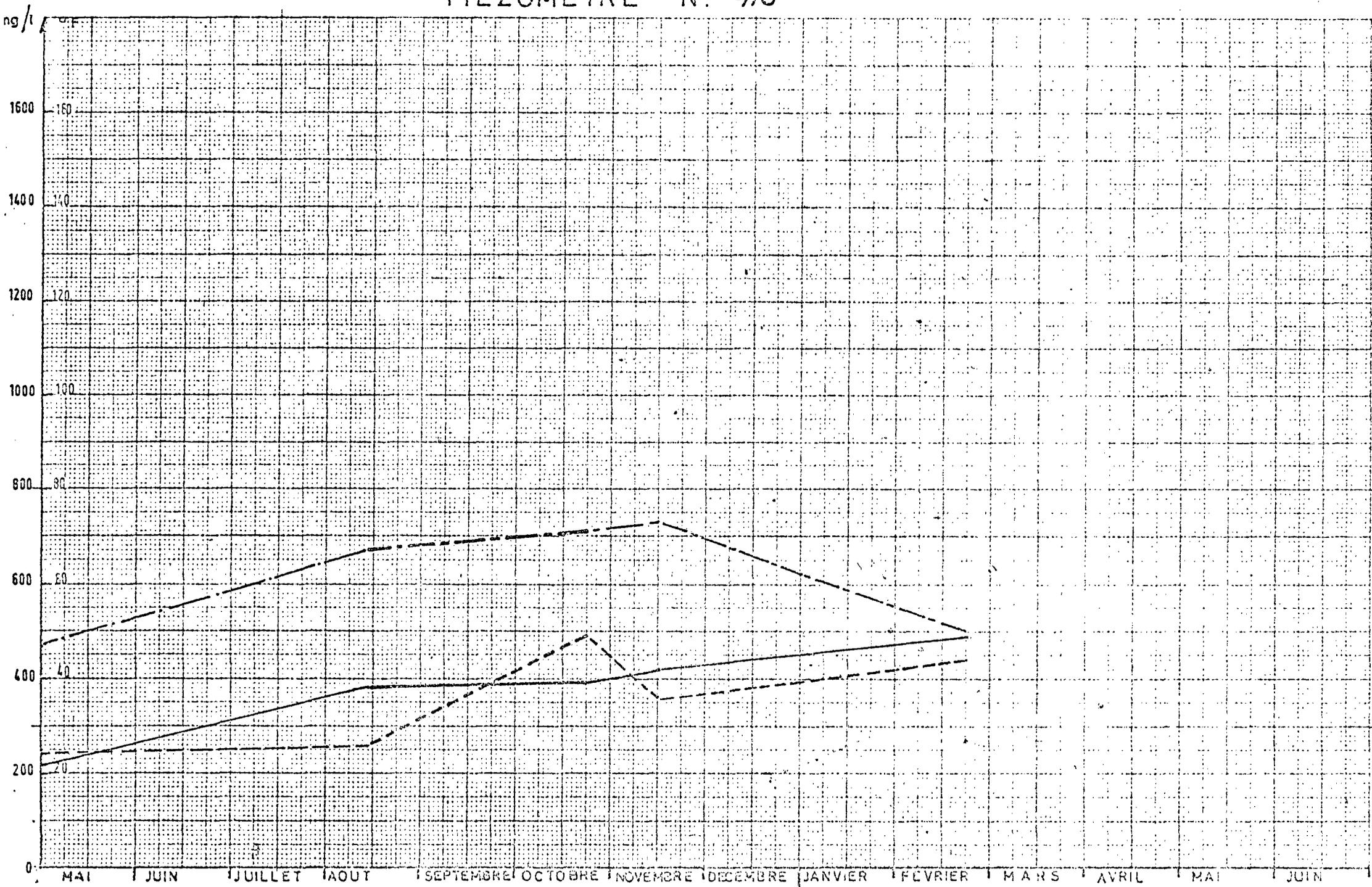
PIEZOMETRE N° 413



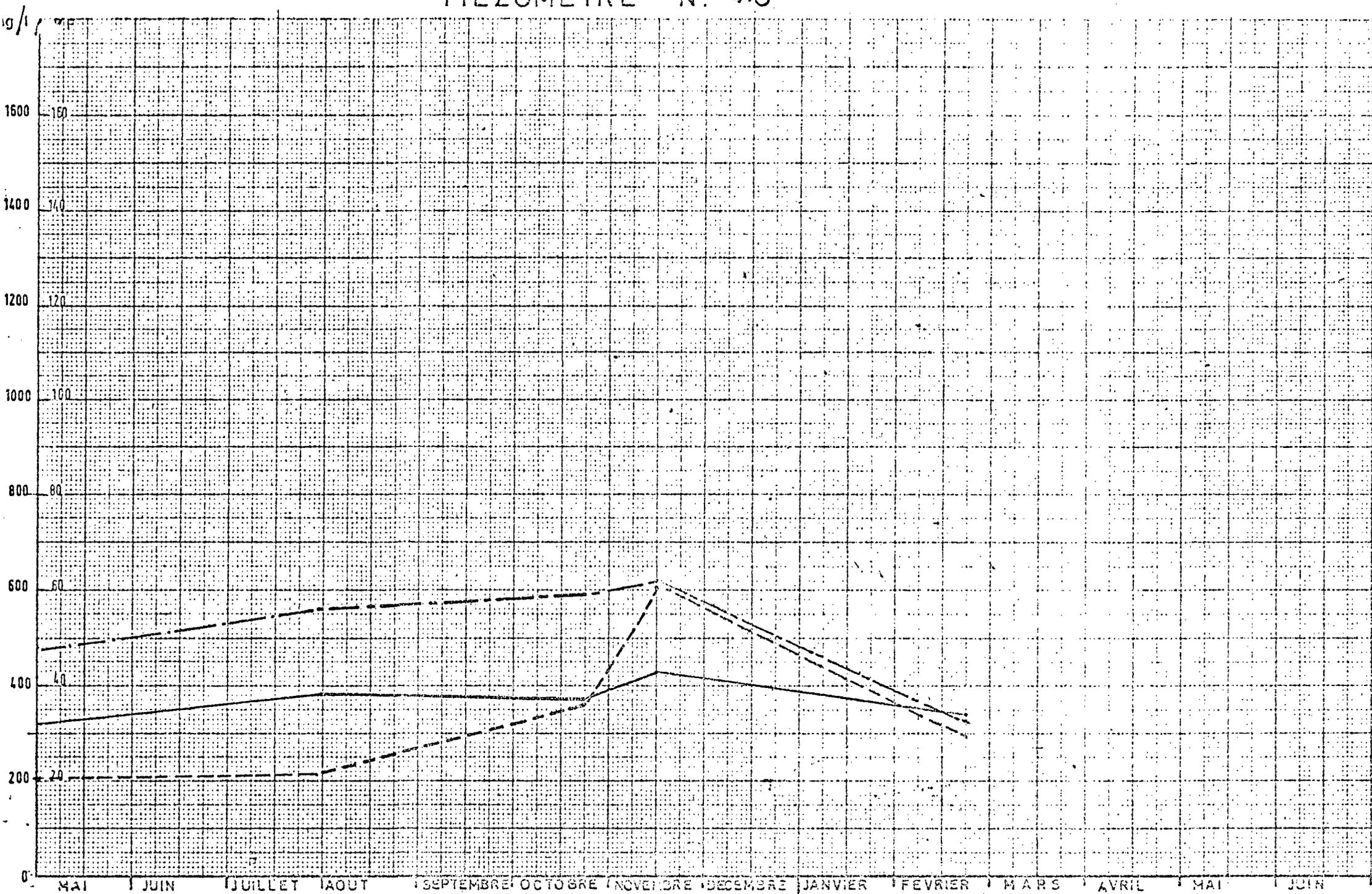
PIEZOMETRE N° 415



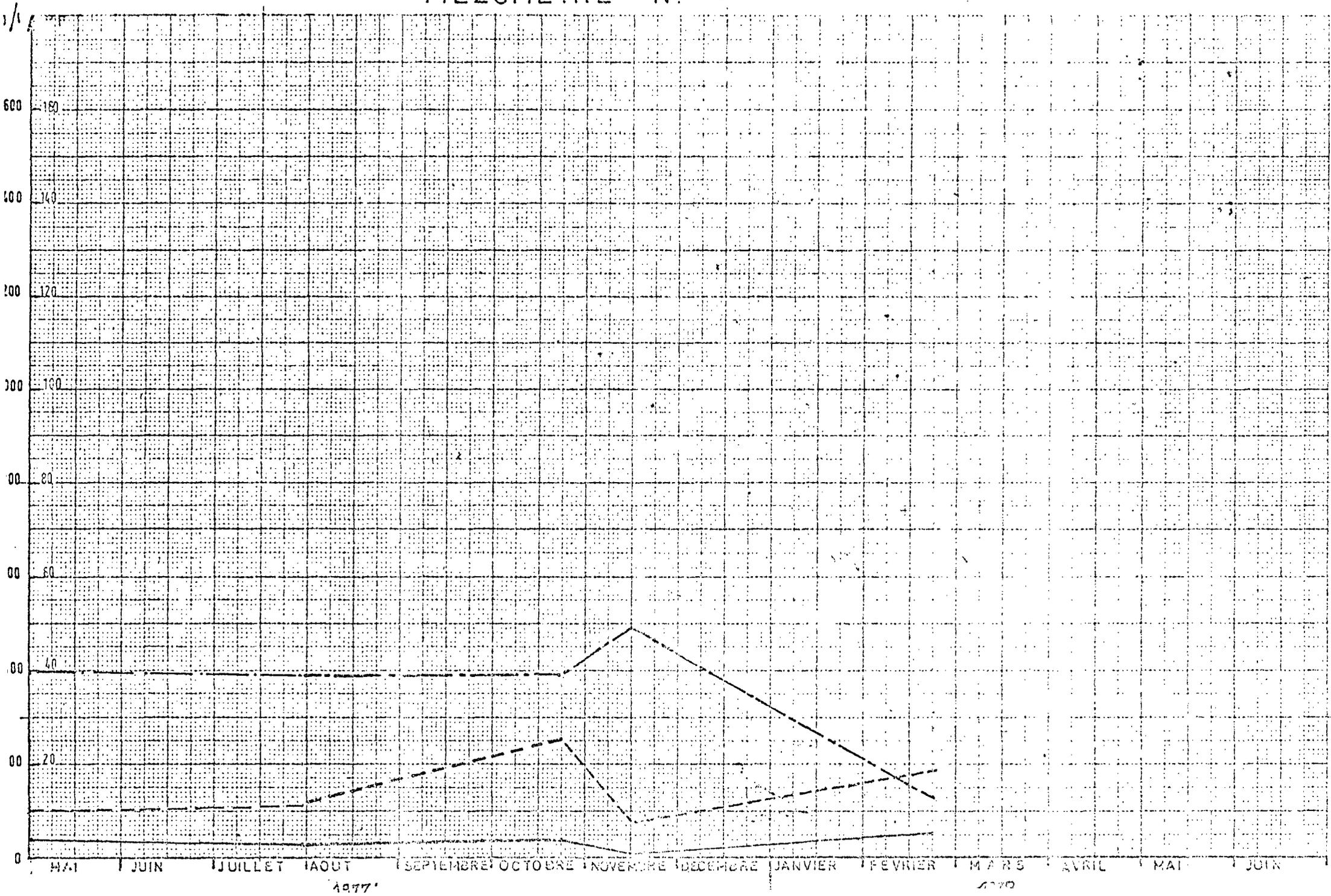
PIEZOMETRE N° 415



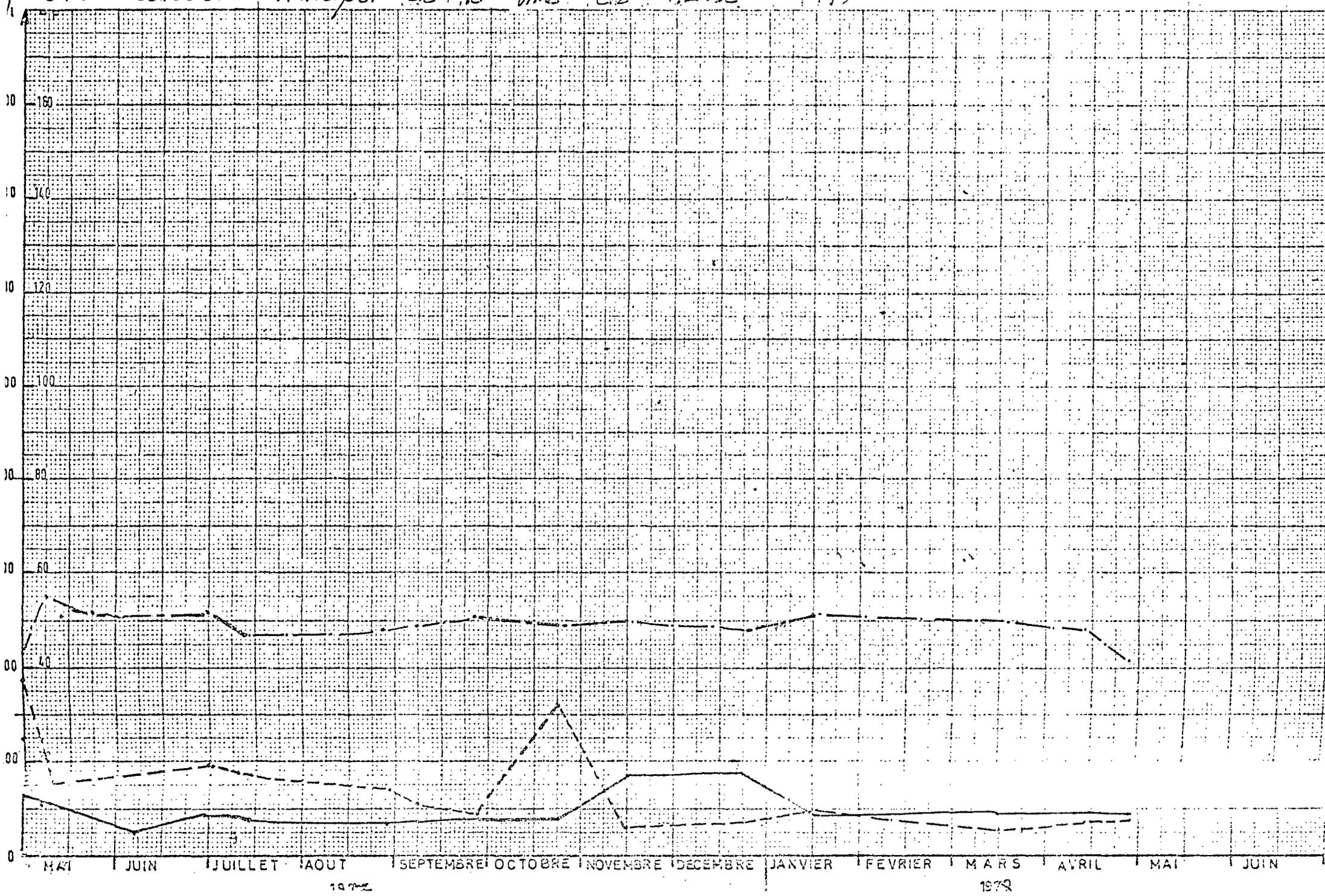
PIEZOMETRE N° 418



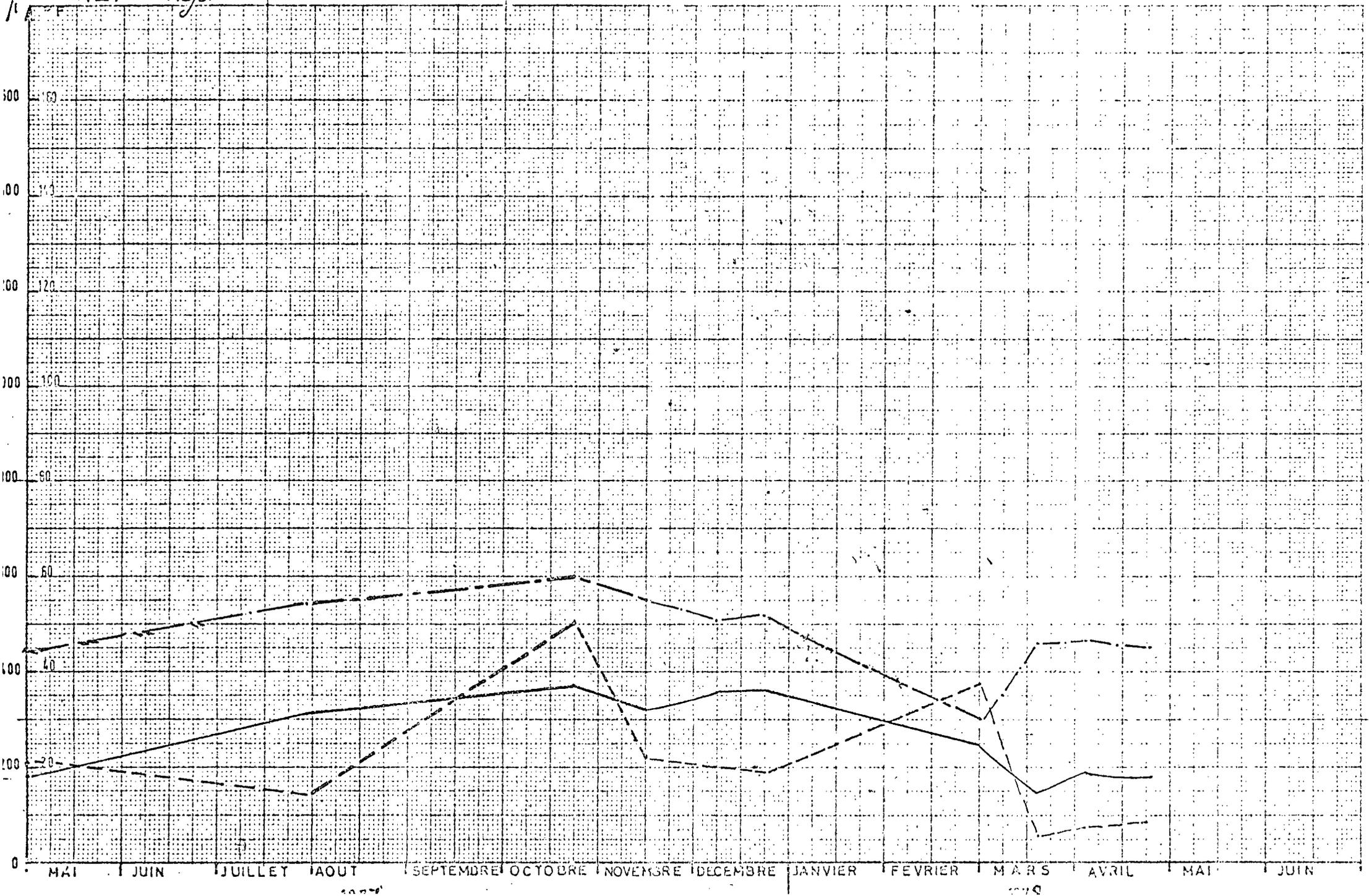
PIEZOMETRE N° 428



C.P. Collecteur Principal de la ville de METZ



RL. Rejet Lac



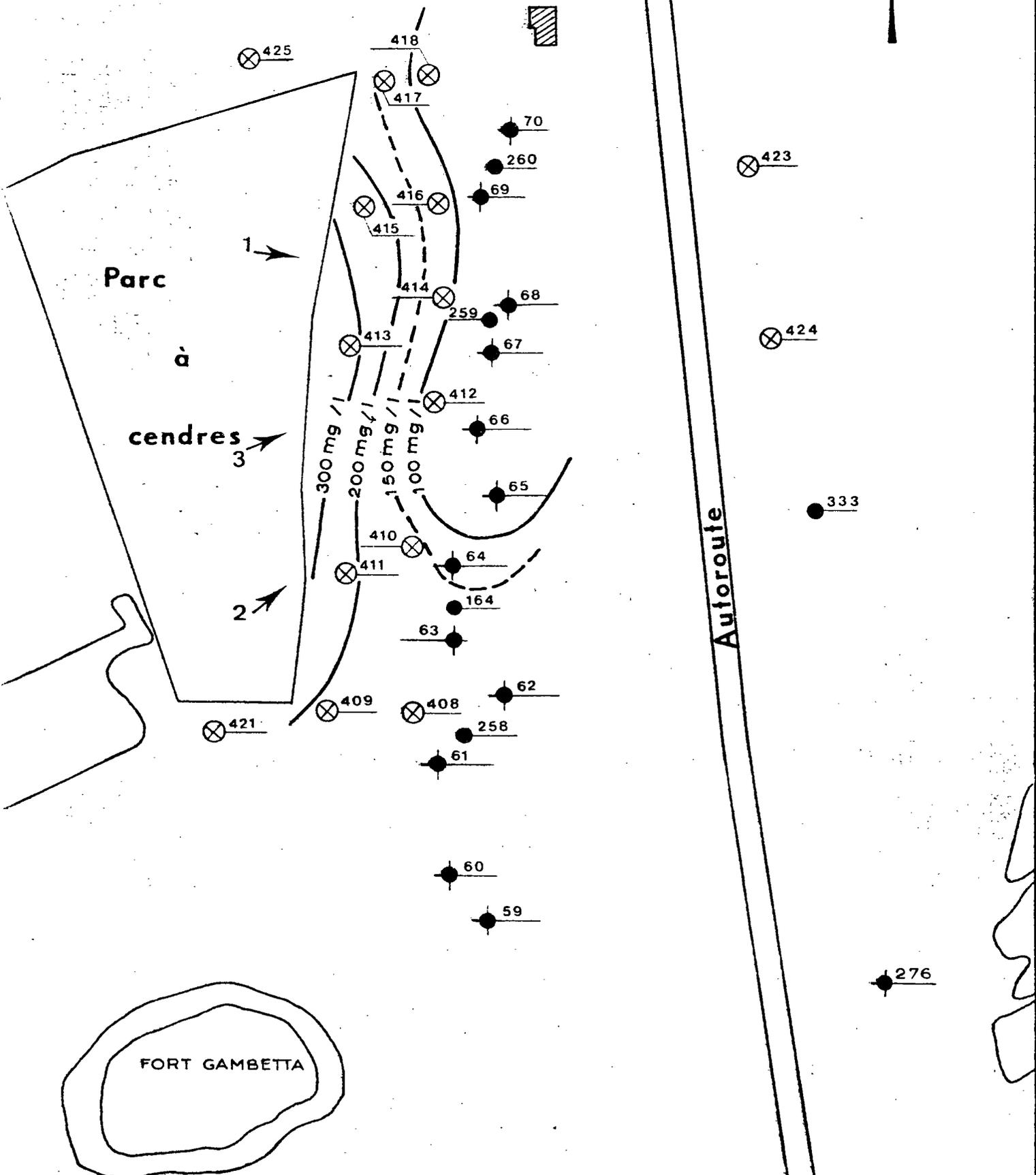
CARTE HYDROCHIMIQUE

TENEURS EN SULFATES

(Prélèvements du 5 et 6 avril 78)



Station St. Eloy



Autoroute

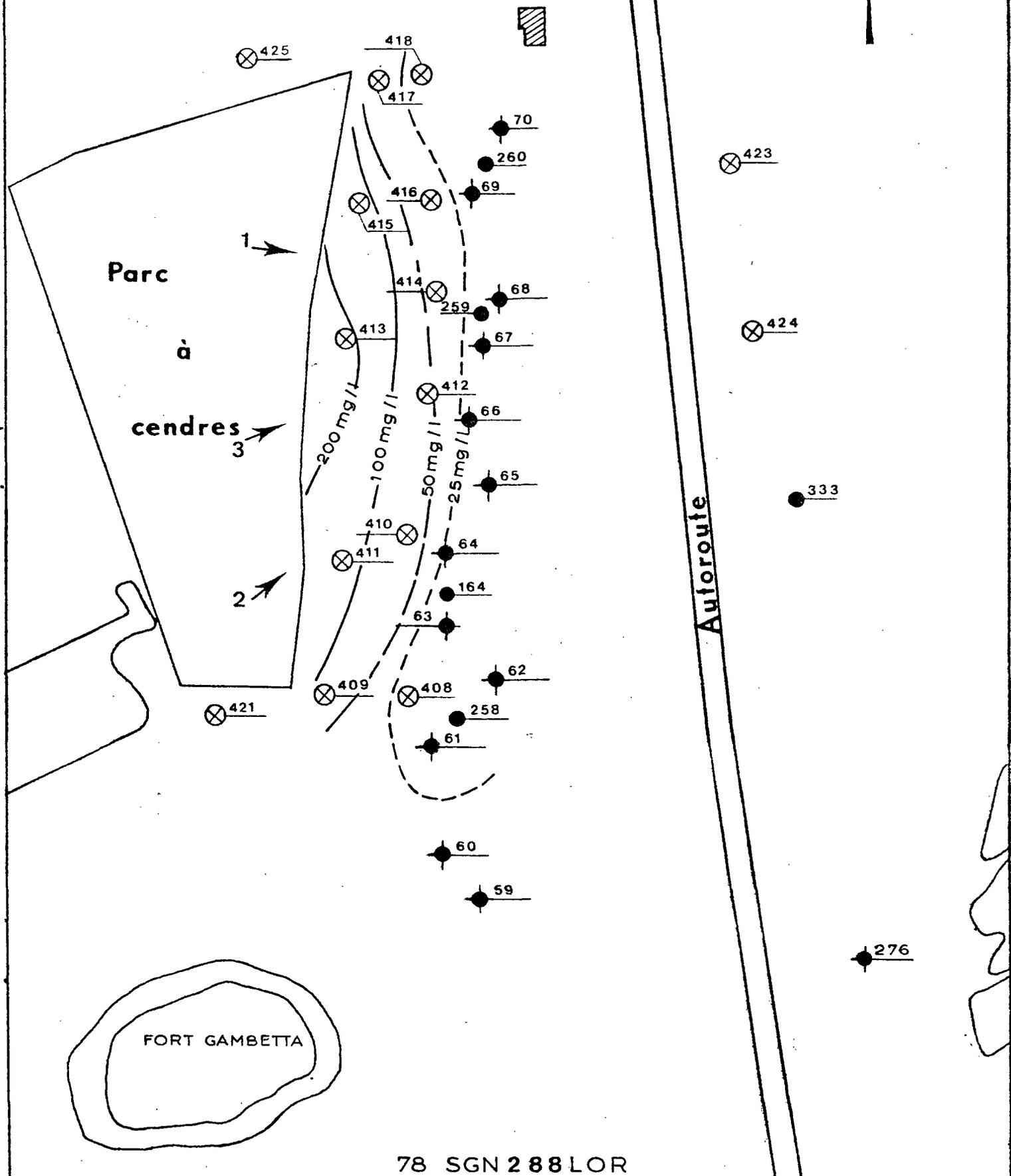
FORT GAMBETTA

CARTE HYDROCHIMIQUE

TENEURS EN CHLORURES

(Prélèvements du 5 et 6 avril 78)

Station St. Eloy



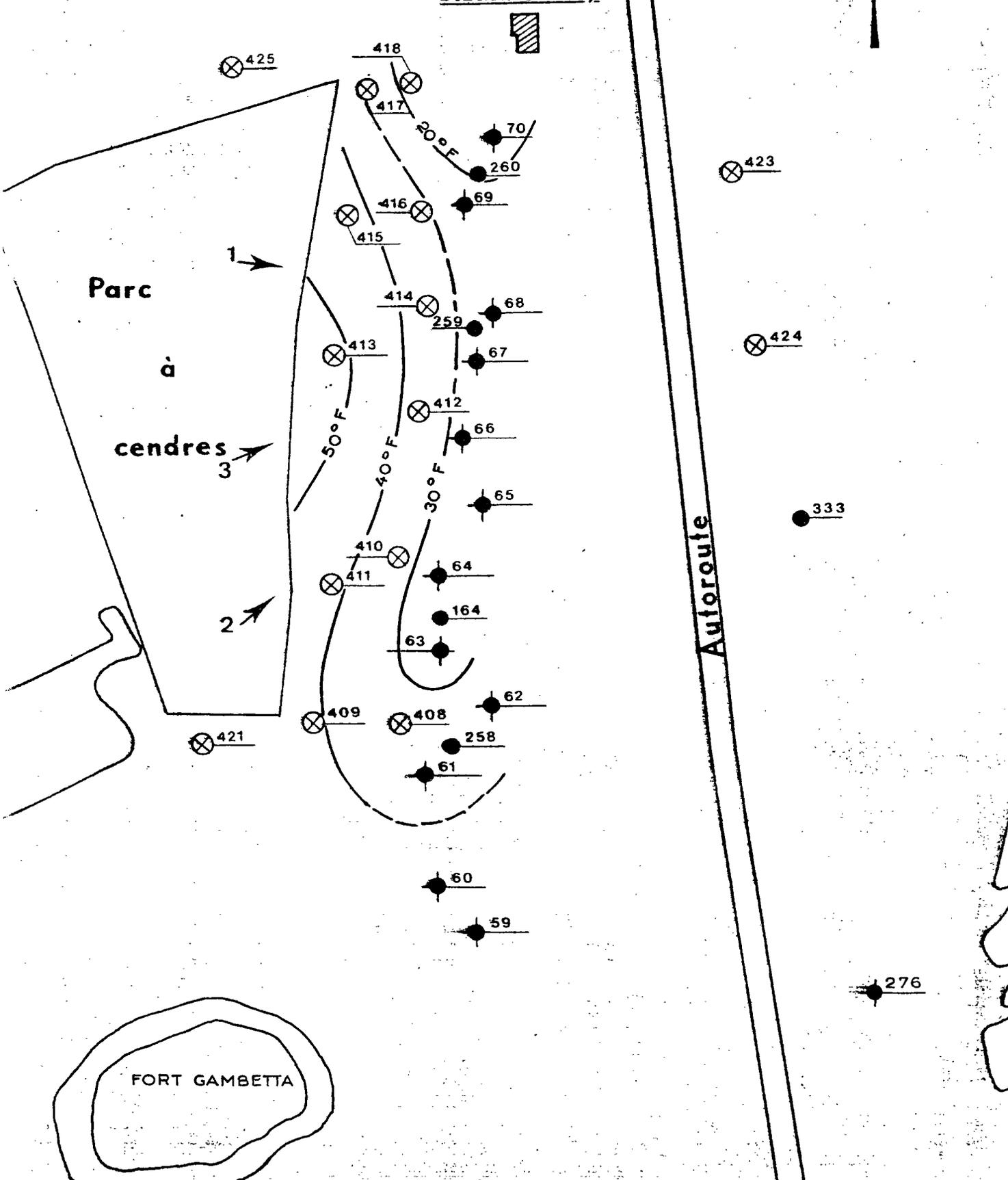
CARTE HYDROCHIMIQUE

REPARTITION DE LA DURETE

(Prelevements du 5 et 6 avril 78)



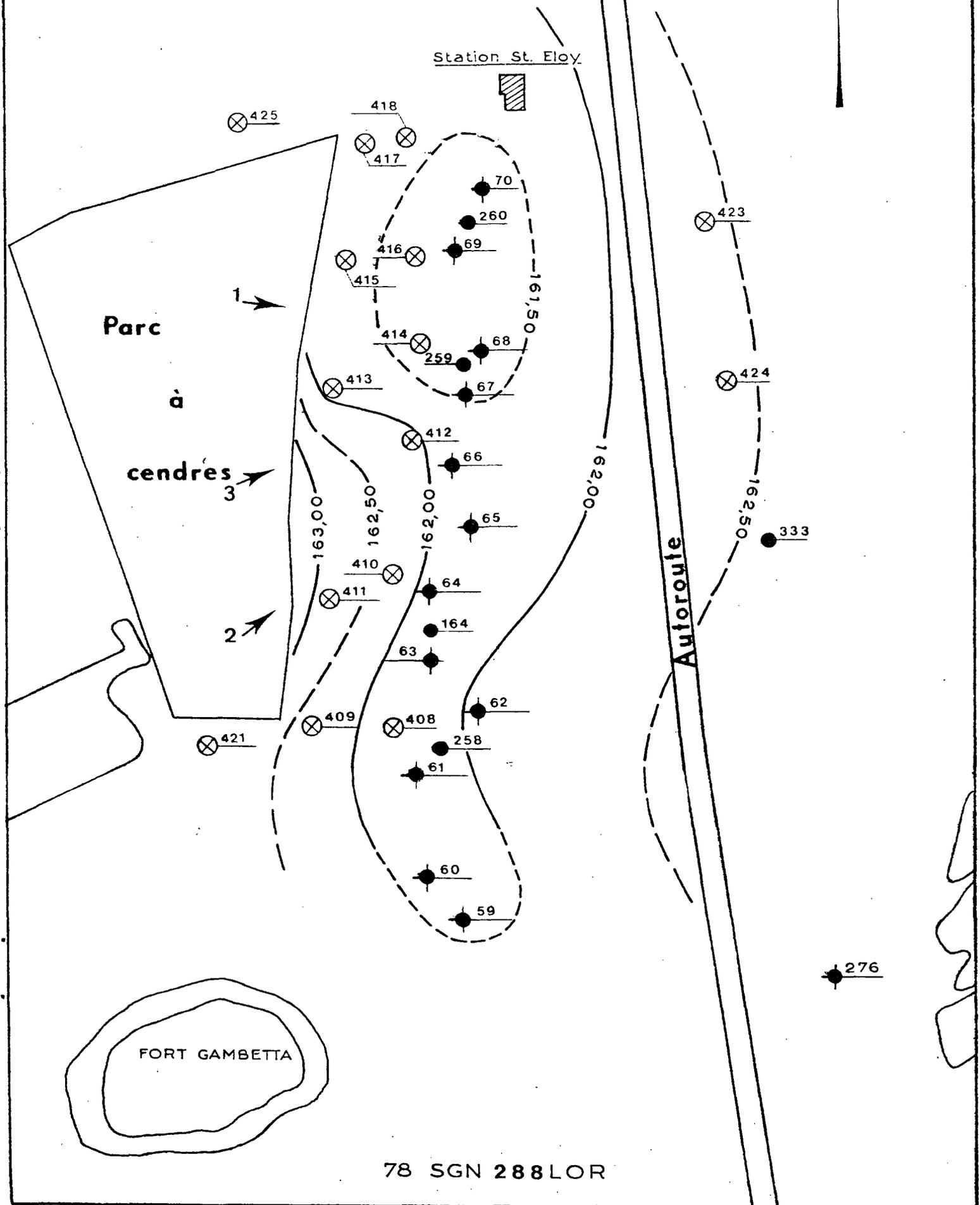
Station St. Eloy



FORT GAMBETTA

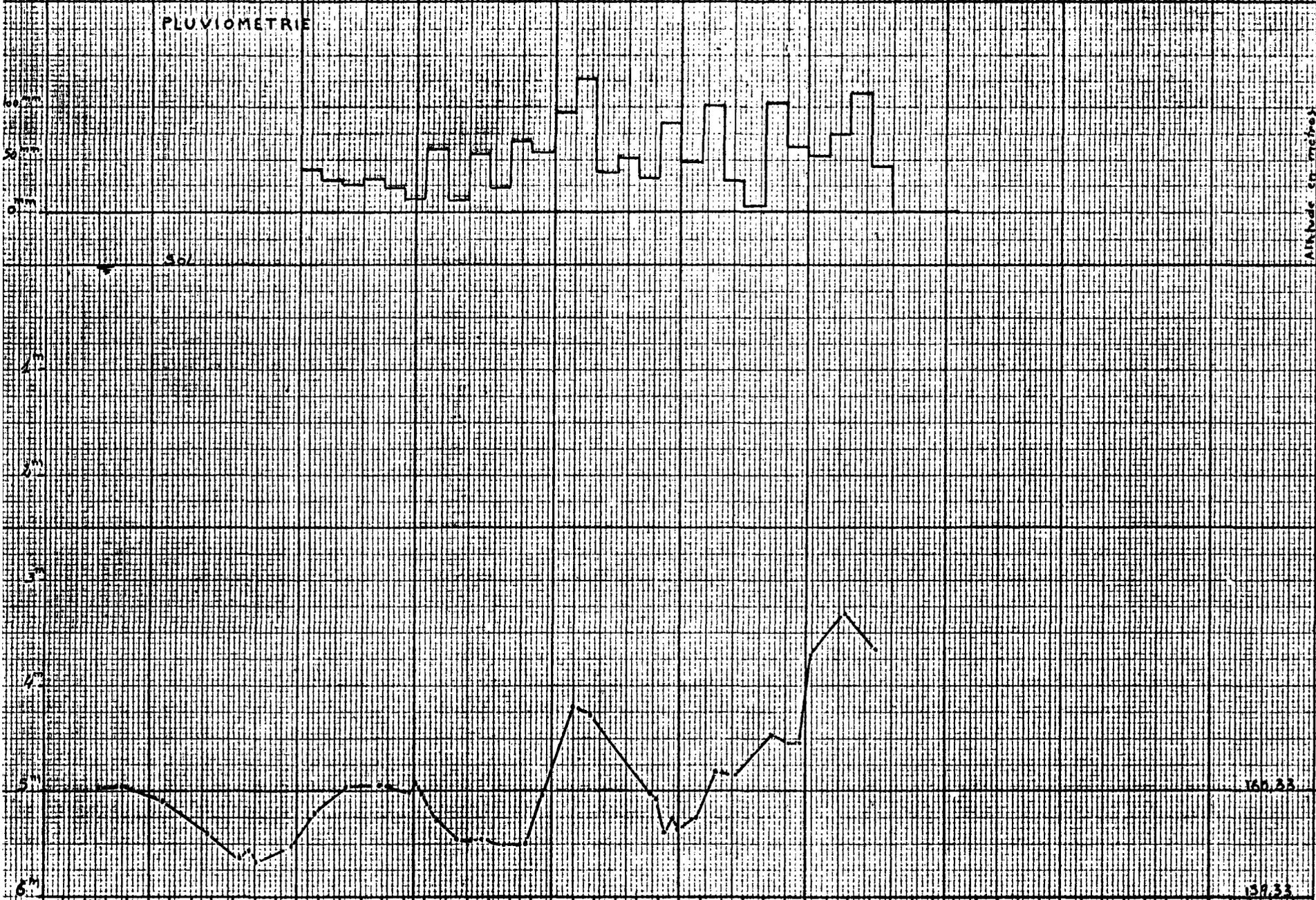
CARTE PIEZOMETRIQUE

Mesures du 5 et 6 avril 78



Reservoir
aquifere

PLUVIOMETRIE



ALLUVIONS

Designation du
point de mesure

Piezometre 415
Secteur 10
cappé alluviale
MOSELLE

N° B.R.G.M.

X 160.33 repère

GESTIONNAIRE

EDF B.R.G.M.

OBSERVATIONS

160.33
la surface de la
ligne de puits de Metz
Nord (station S. Eloy)

J E M A M J J A S O N D J E M A M J J A S O N D J E M A M J J A S O N D J E M A M J J A S O N D
1975 1976 1977

1973