

SOMMAIRE

Abstract.	Page	4
Résumé.		4
Introduction.		5
Première partie. Le cycle de 1979-1981.		9
Analyses complètes.		9
Balances ioniques.		11
Analyses hebdomadaires et mensuelles pour tous les points.		15
La température de l'eau.		22
Le pH.		23
La réserve alcaline (alcalinité, SBV).		38
L'oxygène dissous.		63
Les sulfates.		88
Les nitrates.		97
La silice.		108
Les orthophosphates.		120
La décalcification biologique.		122
Le méandre adducteur B.		142
Deuxième partie. Le cycle de 1982-1983.		150
La température de l'eau.		150
Géochimie. Analyses complètes.		150
La réserve alcaline (alcalinité, SBV).		151
Le pH.		158
L'oxygène dissous.		159
L'oxydabilité.		164
Les nitrates.		168
Les sulfates.		173
Le calcium.		175
Le magnésium.		179
Les orthophosphates.		183
La silice.		189
La chlorophylle.		194
Le phytoplancton.		205
Conclusions générales.		212
Bibliographie sommaire.		215

ABSTRACT. - The authors consider the geochemistry of a pondwater near Harchies (Bernissart), Hainaut province (Belgium), with respect to the content of Cl, CO₃ Ca, Mg and particular attention to the concentration variations of nutrients: NO₃, PO₄, SiO₂.

The general characteristics of this essentially bicarbonated - sulphated, hexaionic water are deduced (pH = 7,0; 9,0 - 9,4).

The nitrification, the sulphatereduction, the calciumcarbonate precipitation are also emphasized.

The phytoplankton population can be regarded as a large Pediastrum-Scenedesmus-Coelastrum association.

In the classification system of THUNMARK, the pondwater varies from eutrophic (1) to very eutrophic (8-11).

A bibliography of 89 references is given.

RESUME. - L'étude effectuée sur les eaux de Marais de Harchies (Bernissart), Province du Hainaut (Belgique) durant deux périodes, en plusieurs points, comprend le dosage des principaux paramètres chimiques et, en plus, la détermination du phytoplancton parallèlement au dosage de la chlorophylle.

Le pH varie d'après les points d'observation. (7,0 à 7,2 et 9,0 à 9,4).

En outre, la nitrification, la réduction des sulfates, la décalcification biologique ont retenu spécialement l'attention. Il en est de même pour la concentration des matières nutritives: nitrates, phosphates et silicates.

L'eau du marais renferme une association phytoplanctonique à Pediastrum, Scenedesmus et Coelastrum.

Dans le système de classification limnologique de THUNMARK, l'eau du marais montre un indice de 1 (faiblement eutrophe), 8 à 11 (très eutrophe) d'après les saisons.

Les eaux de Harchies appartiennent au groupe des eaux carbonatées-sulfatées, du type hexaionique. Elles sont généralement alcalines, à très alcalines.

89 références bibliographiques.

Introduction.

En 1979, l'un de nous entreprit l'étude des paramètres chimiques des eaux du marais.

Dès 1979, en effet, on avait songé à établir sur le terrain du site, un laboratoire de chimie analytique mais dans des conditions assez pénibles: tout était à créer. De ce fait, la plupart des analyses indispensables au point de vue limnologique, n'ont pu être exécutées sur place dès le début. Il s'est manifesté des périodes difficiles, de sorte que des hiatus n'ont pu être évités. Progressivement cependant, avec l'achèvement des bâtiments et des laboratoires, on a pu mettre en place appareils et réactifs.

De cette époque datent les déterminations du pH, de la réserve alcaline, de l'oxygène dissous, parfois des chlorures et des sulfates, des nitrates, nitrites, orthophosphates et silicates, tous paramètres déterminés au Centre de Harchies.

Une difficulté majeure: le peu de profondeur de ce miroir d'eau constituant un milieu très particulier au point de vue limnologique, peu étudié en général, rend les interprétations parfois malaisées (au point A: $\pm 1,50$ m; au point B: $\pm 1,20$ m de profondeur). L'étiage est très irrégulier.

Les échantillons ont été prélevés en 9 points désignés par les lettres A à G, et le numéro 8, sigles rapportés sur la carte fig. 1.

Notons encore qu'une digue a été construite plus ou moins au 1/3 du marais formant ainsi deux étangs. Un point B est situé à gauche, les autres points à droite de cette séparation. Un siphon fait communiquer les deux étangs. En outre, l'étang B est alimenté par les eaux d'un fossé (poste "Méandre adducteur B").

Les analyses effectuées au Centre de Recherches biologiques d'Harchies s'échelonnent sur une période de trois années 1979, 1980 et 1981, de mois en mois, assez souvent même de semaine en semaine, prélèvements exécutés le plus généralement en cours de matinée. A cette époque, il n'a pas été possible de suivre l'évolution des paramètres durant la nuit.

Des lacunes dans les observations, dues le plus souvent à des conditions locales, ont empêché le calcul de moyennes mensuelles valables, sauf pour l'année 1980, un peu moins incomplète en ce qui concerne les points A, B et C.

Nous avons été amenés, ainsi, à choisir les résultats obtenus au cours de l'année 1980, à trente jours d'intervalle environ, comme base, les résultats enregistrés aux dates intermédiaires, incomplets, pouvant servir de complément d'information pour quelques considérations particulières.

Ces résultats font l'objet des tableaux 4. Pour différents paramètres, nous avons également composé des tableaux de maxima et minima.

Des graphiques, pour l'année 1980, ont permis de suivre plus ou moins l'évolution des paramètres principaux. Il en est de même pour quelques cartes de répartition, établies dans le but de rechercher autant que possible, des influences locales.

A quatre reprises, en mai 1979, une analyse complète fut exécutée au Laboratoire d'Hydrobiologie de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique à Bruxelles, tableau 1 et figures 2, 3, 4 et 5.

En ce qui concerne les concentrations en nitrates et orthophosphates, il est pratiquement impossible de déterminer, même approximativement, l'apport par les importantes colonies d'oiseaux sédentaires et migrateurs habitant ou visitant le site et l'influence de terrains de culture voisins. Une difficulté non moins importante se présente, en outre, en ce qui concerne les variations de l'oxygène dissous. Le rôle des hydrophytes nageants et enracinés, des tapis d'algues filamenteuses en suspension ou se trouvant sur le fond et très importants, dont la densité et la répartition demeurent actuellement non mesurables, ne peut être dès lors estimé.

Par conséquent, la présente étude ne veut être qu'un simple exposé des faits principaux, accompagné, d'après les possibilités, d'un commentaire tendant à interpréter le mieux possible les phénomènes observés. Malgré les lacunes dans les observations, on essaiera de considérer, toutes conditions égales, les paramètres avec leurs incidences mutuelles.

Une des raisons d'avoir réuni deux études séparées en une est que la détermination quantitative de la chlorophylle, axe de tout un système limnologique, n'ayant pu être déterminée au cours du premier cycle, mais bien au cours du deuxième, celle-ci devait aider l'interprétation des chiffres analytiques obtenus durant les deux cycles.

Le 2 août 1982, un programme d'études à effectuer sur les eaux du marais d'Harchies, fut établi à l'initiative des membres de la Section d'Hydrobiologie et du Centre de Recherches biologiques d'Harchies (Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique) avec comme but: l'étude écologique, physico-chimique et biologique d'eaux douces de Moyenne-Belgique, imparfaitement connues encore, ainsi que l'évolution éventuelle des différents paramètres dans le temps.

Cette étude, en ce qui concerne Harchies, fut entreprise à un moment où les bâtiments et les laboratoires du Centre étant pour ainsi dire achevés, pouvaient offrir ainsi des possibilités intéressantes aux chercheurs.

Il est évident que lors de conditions atmosphériques par trop défavorables, on a dû travailler en fonction de la situation, d'où malheureusement, parfois des lacunes inévitables dans les observations.

Il va de soi que les valeurs numériques citées et commentées ici ne reflètent en réalité qu'une situation à un moment donné d'une journée par mois, autour de midi (vu la grande distance depuis l'Institut à Bruxelles, pour des raisons matérielles, il n'a pas été possible de faire davantage et de suivre l'évolution chimique et biologique durant 12 ou 24 heures, une ou deux fois par saison. Une visite par mois constitue le maximum que nous ayons pu réaliser).

Le présent travail se subdivise en deux parties: une première consacrée aux résultats du premier cycle, 1979 à 1981 et d'une deuxième groupant les résultats du cycle 1982 - 1983.

Nous ne nous sommes pas étendus ici sur la description du site, elle a

été publiée en 1981 par J.P. VERHAEGEN, dans le Bulletin de l'Institut des Sciences naturelles de Belgique, LIII, n° 12.

Nous espérons qu'avec les quelques renseignements souvent imparfaits dont nous pouvons disposer, nous avons établi une approche de la limnologie des eaux du marais d'Harchies.

Les déterminations analytiques et la mise au point des techniques ont été exécutées par Mme A. DENDAL et M. J.P. VERHAEGEN, l'établissement des balances ioniques par Mme C. HERREMANS-DHAEZE, Chimiste à l'Institut à Bruxelles; une partie des analyses de routine par Mme M. CANON, Chef technicienne à la Recherche.

Nous n'aurions garde d'oublier ceux qui nous ont aidé à la réalisation matérielle de cet ouvrage. La dactylographie du texte et des tableaux numériques a été effectuée par Madame M. DE POTTER-CLAUS; les tracés des graphiques sont de la main de Mesdames A.M. BORREMANS et M. HAEMELINCK, dessinatrices à l'Institut.

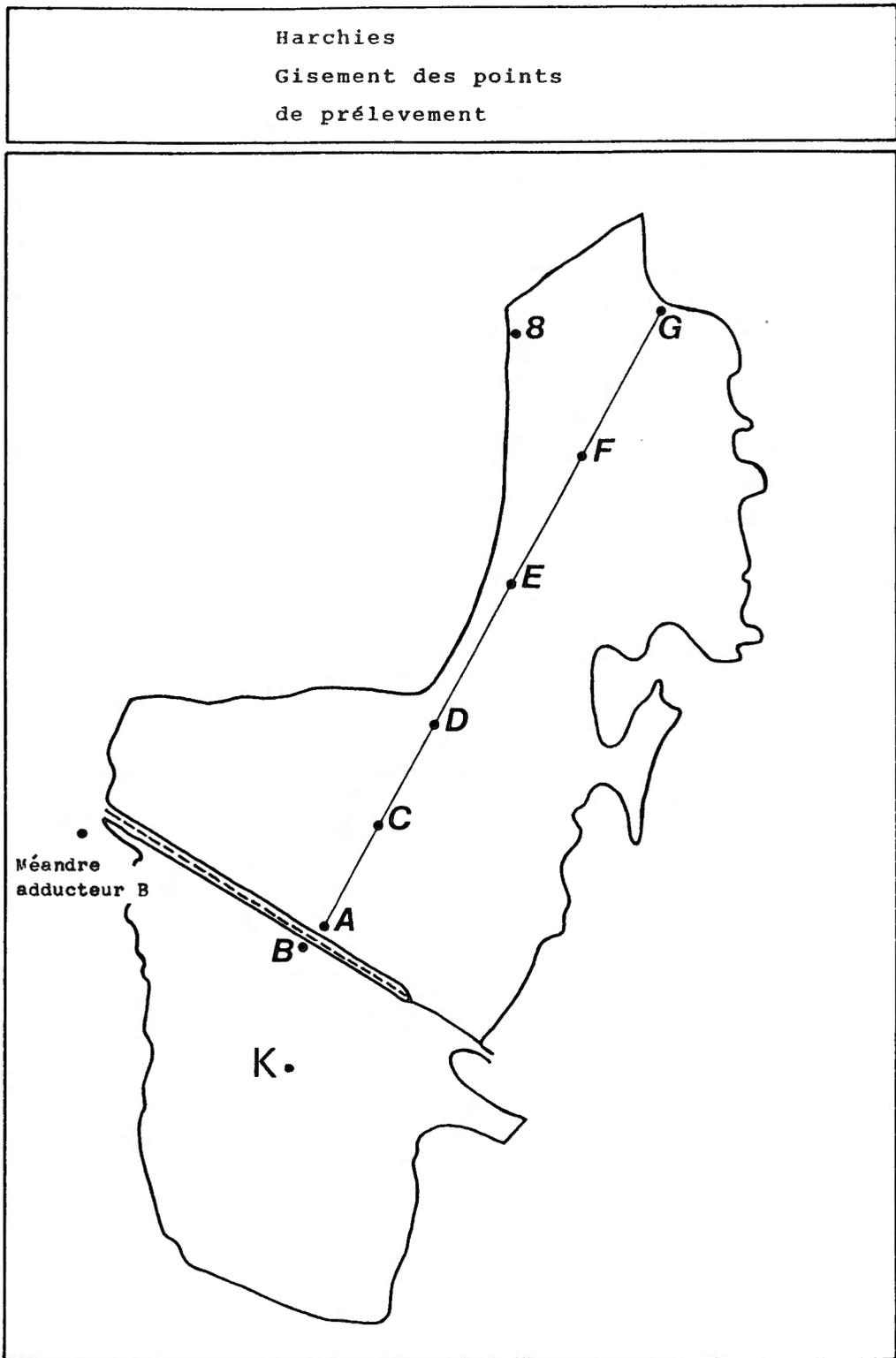


Fig.1.-Gisement des points de prélèvement.

Première partie, période 1979 à 1981.

Analyses complètes.

Quatre analyses semblables ont été exécutées en 1979, prélèvement au mois de Mai. Elles ont permis de calculer les balances ioniques et de construire le diagramme figuratif, de même que la composition probable du résidu.

Tableau 1.

Analyses complètes, 1979.

	Point A 9.V	Point B 9.V	Point 8 15.V	Point 13 22.V
pH	7,98	7,91	-	8,3
Alcalinité	1,93	2,10	2,9	3,3
Cl ⁻ mg/l	63,04	60,84	59,74	61,21
SO ₄ ⁺⁺ mg/l	192,95	192,2	183,43	192,2
Ca ⁺⁺ mg/l	62,5	64,17	71,67	73,33
Mg ⁺⁺ mg/l	30,18	29,92	35,51	35,51
Na ⁺ mg/l	59,39	58,16	56,94	59,39
K ⁺ mg/l	14,45	11,43	13,95	15,21
NO ₃ ⁻ mg/l	0,11	0,10	0,05	0,12
NO ₂ ⁻ mg/l	0,05	0,07	0,06	0,06
PO ₄ ⁼ mg/l	0,023	0,019	0,041	0,092
SiO ₂ mg/l	2,4	0,96	3,16	5,80

On peut conclure de ces valeurs numériques que les eaux de Harchies appartiennent au type hexaionique à six ions de base, mais à prédominance d'ions SO₄⁼: groupe des eaux carbonatées-sulfatées.

	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K
	en %					
Point A	25,22	23,15	52	36	29	34
Point B	27	22	51	38	29	33
Point 8	34	20	46	38	31	31
Point 13	37	19	44	38	31	31

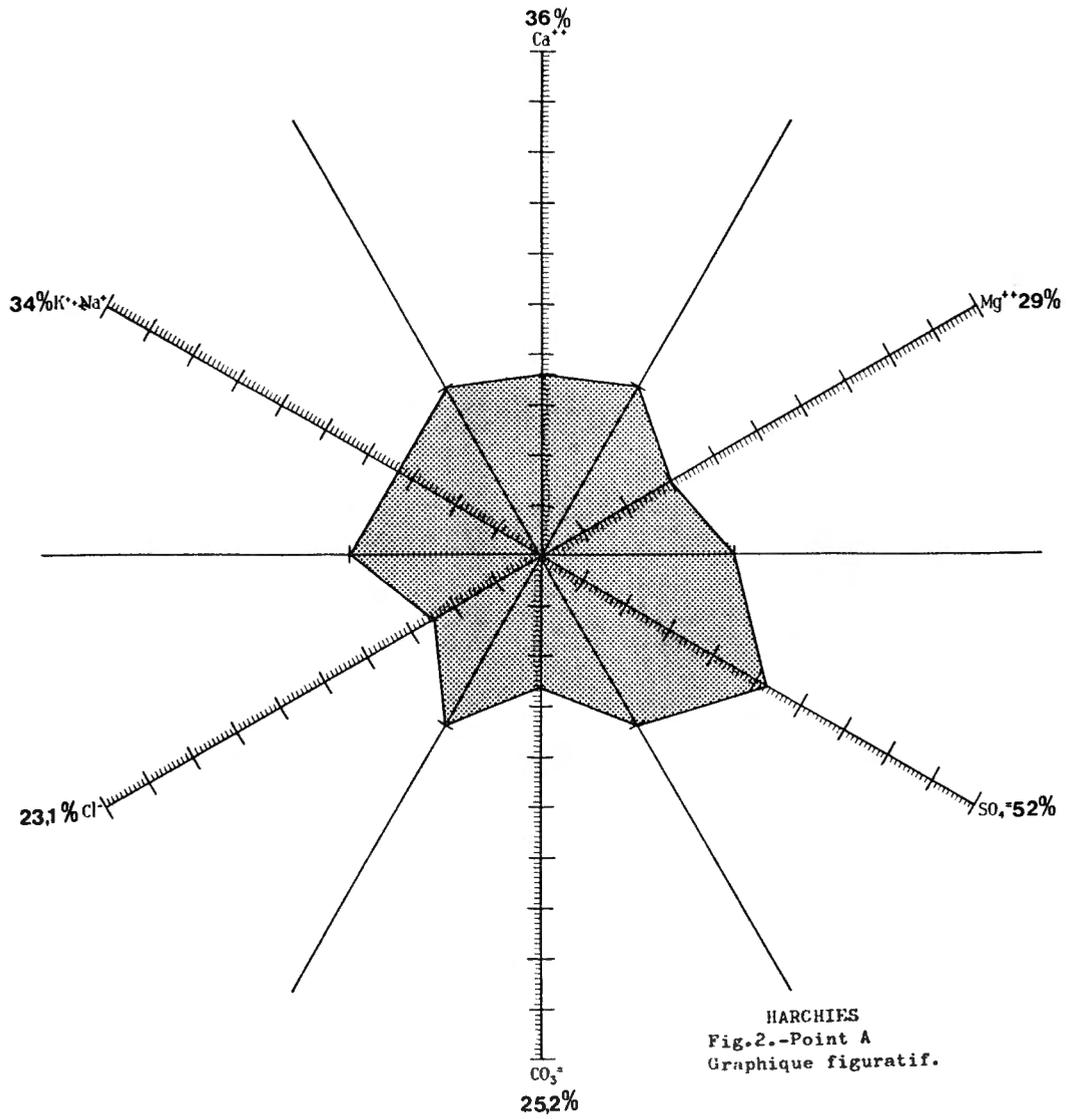


Fig.2.- Harchies 1979.Point A. Graphique figuratif.

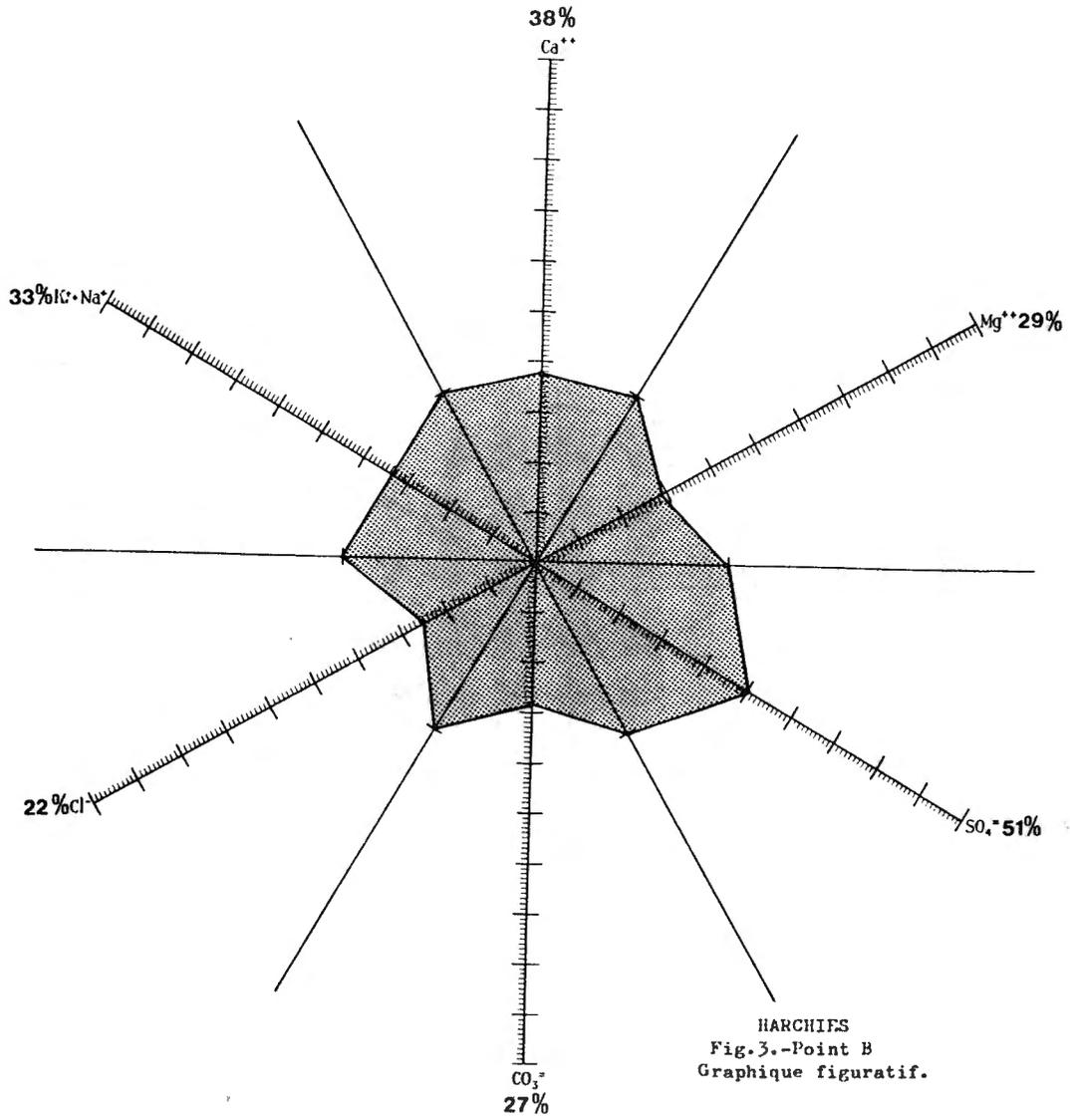


Fig.3.- Harchies 1979.Point B. Graphique figuratif.

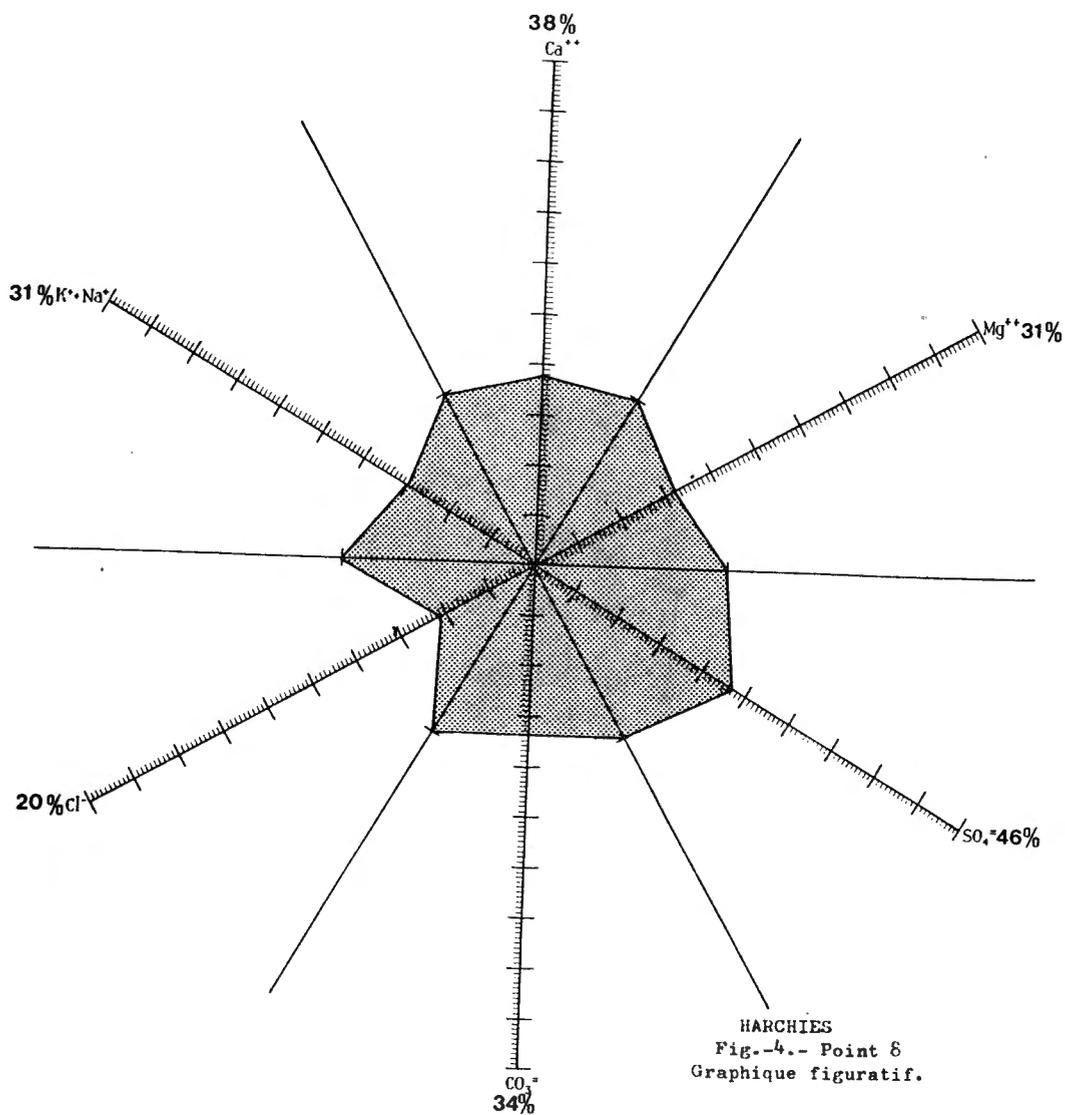


Fig.4.-Harchies 1979.Point 8.Graphique figuratif.

Tableau 2.
Balances ioniques.

Point A. 9.V.1979.

CO_3^-	1,93	méq. 1,93	25,22 %
Cl^-	63,04 mg/l	1,78	23,15
SO_4^-	192,95	4,02	52
		-----	-----
		7,73	100
Ca^{++}	62,5 mg/l	3,12	36 %
Mg^{++}	30,18	2,48	29
Na^+	59,39	2,58	30
K^+	14,45	0,37	4
		-----	-----
		8,55	99

Point B. 9.V.1979.

CO_3^-	2,1	2,10	27 %
Cl^-	60,83	1,72	22
SO_4^-	192,2	4,0	51
		-----	-----
		7,82	100
Ca^{++}	64,17	3,2	38
Mg^{++}	29,92	2,45	29
Na^+	58,16	2,53	30
K^+	11,48	0,29	3
		-----	-----
		8,47	100

Point 8. 15.V.1979.

CO_3^-	2,9	méq. 2,9	34 %
Cl^-	59,74	1,68	20
SO_4^-	188,43	3,92	46
		-----	-----
		8,50	100
Ca^{++}	71,67	3,58	38
Mg^{++}	35,51	2,92	31
Na^+	56,94	2,48	27
K^+	13,95	0,36	4
		-----	-----
		9,34	100

Point 13. 22.V.1979.

CO_3^-	3,3	3,3	37 %
Cl^-	64,21	1,73	19
SO_4^-	192,10	4,0	44
		-----	-----
		9,08	100
Ca^{++}	73,33	3,65	38
Mg^{++}	35,51	2,92	31
Na^+	59,39	2,58	27
K^+	15,21	0,39	4
		-----	-----
		9,54	100

A partir de ces balances ioniques, il est possible de calculer la composition probable du résidu: carbonate de calcium, sulfate de magnésium, chlorure de calcium, sulfate et chlorure de sodium et de potassium et ce en proportions plus ou moins différentes pour les quatre points, comme on peut le constater à l'examen du tableau 3.

Tableau 3.
Balances ioniques, composition probable du résidu.

Point A. 9.V.1979.

Ca^{++}	méq. 3,12	SO_4^-	méq. 4,02	Cl^-	méq. 1,78
CO_3^-	1,93	Mg^{++}	2,48	Ca^{++}	1,19
	-----		-----		-----
	Ca 1,19	SO_4^-	1,54	Cl^-	0,59
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	2,95	SO_4^-	1,54		
$\text{SO}_4^- + \text{Cl}^-$	2,13	Cl^-	0,59		
	-----		-----		
	0,82		2,13		
	-----		-----		

Point B. 9.V.1979.

Ca^{++}	3,20	SO_4^-	4,0	Cl^-	1,72
CO_3^-	2,10	Mg^{++}	2,45	Ca^{++}	1,10
	-----		-----		-----
	1,10		1,55		0,62
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	2,53	SO_4^-	1,55		
	0,29	Cl^-	0,62		
	-----		-----		
	2,82		2,17		
	-----		-----		
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	2,82				
$\text{SO}_4^- + \text{Cl}^-$	2,17				

	0,65				

Tableau 3 (suite).

Point 8. 15.V.1979.

Ca ⁺⁺	méq. 3,58	SO ₄ ⁼	méq. 3,92	Cl ⁻	1,68
CO ₃ ⁼	2,9	Mg ⁺⁺	2,92	Ca ⁺⁺	0,68
	-----		-----		-----
	0,68		1,00		1,00
Na ⁺ + K ⁺	2,48	SO ₄ ⁼	1,00		
	0,36	Cl ⁻	1,00		
	-----		-----		
	2,84		2,00		
Na ⁺ + K ⁺	2,84				
SO ₄ ⁼ + Cl ⁻	2,00				

	0,84				

Point 13. 22.V.1979.

Ca ⁺⁺	3,65	SO ₄ ⁼	4,00	SO ₄ ⁼	1,08
CO ₃ ⁼	3,3	Mg ⁺⁺	2,92	Cl ⁻	1,73
	-----		-----		-----
	0,35		1,08		2,81
Na ⁺ + K ⁺	2,58	Na ⁺ + K ⁺	2,97		
	0,39	SO ₄ ⁼ + Cl ⁻	2,81		
	-----		-----		
	2,97		0,16		

Analyses mensuelles et hebdomadaires.

Comme nous l'avons déjà signalé plus haut, l'année 1980 étant la moins irrégulière, nous avons choisi les résultats obtenus durant cette année, à trente jours d'intervalle environ, comme base, les résultats à des dates intermédiaires servant de complément d'information pour quelques considérations particulières.

Tableau 4.

Résultats des analyses mensuelles pour tous les points de 1979 à 1981.

Point A 1979										
	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁼ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SiO ₂	PO ₄ ⁼
							mg/l			
V	18,5	14	8,8	3,6	192,95	63,04	0,11	0,05	2,4	0,023
VI	19	10,6	8,4	3,2	-	-	0,058	0,009	2,85	0,201
VII	16,5	11,8	8,4	2,4	-	-	0,038	0,012	1,27	0,093
VIII	19	13	8,5	2,55	-	69,2	0,053	0,012	1,09	0,250
IX	15	12	8,1	2,9	-	-	0,04	0	0,88	-
X	13,5	10	8,6	3,1	-	-	0,04	0,018	1,31	0,179
XI	10	7,8	8,1	3,55	185,54	65,67	0,14	0,010	2,52	-
XII	8	11	7,9	3,5	206,62	63,9	0,16	0,030	1,22	-
1980										
I	3	5	7,4	3,2	-	-	0,87	0,060	2,59	-
II	6	14	8,35	3,3	216,2	-	0	0	0	-
III	4,5	11	8,2	3,55	228,2	53,6	0,470	0	0,15	-
IV	14	10	8,2	3,7	-	-	0,09	-	0,71	-
V	15	-	8,95	3,0	-	-	0,07	0,03	0,93	-
VI	16	11	8,86	3,35	-	-	0,02	0,03	3,1	-
VII	14	11	9,17	2,50	-	-	0	0	0,56	-
VIII	26,5	10,5	8,88	2,85	-	-	0,18	0,01	0,96	-
IX	18	11	8,21	3,1	-	-	0,02	0,01	2,5	-
X	17	7,8	8,05	3,45	-	-	0,05	0,03	3,94	-
XI	1,0	10	8,31	3,3	213,56	44,38	0	0	2,67	-
XII	1,0	16	8,17	3,3	-	-	0,06	0,08	1,6	-
1981										
I	5	9	8,29	3,5	-	-	0,72	0,06	1,07	-
II	2	13	8,22	3,55	-	-	0,17	-	0,88	-
III	3,5	11	8,36	3,6	-	-	0,22	0,03	0,55	-
IV	14	10	7,88	3,85	212,58	-	0,19	0,01	1,45	-
V	16	15	8,1	2,85	232,97	-	0,39	0,02	0,4	-
VI	17,4	-	8,4	2,35	193,17	-	-	-	0,98	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	9,3	8,0	2,6	213,07	-	0,09	-	0,58	-
IX	17,5	-	7,88	3,15	223,26	-	0,27	-	2,9	-
X	15	-	8,34	3,45	195,11	-	0,5	-	2,4	-

Tableau 4 (suite).

Point B
1979

	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁼ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	SiO ₂	PO ₄ ⁼
V	18,5	14	8,4	3,0	-	60,84	0,11	-	1,00	0,018
VI	16,5	13,6	8,7	2,1	-	-	0,031	0,027	2,05	0,075
VII	16,5	14,2	8,8	1,9	-	-	0,068	0,008	0,94	0,1
VIII	18,5	11,2	8,8	1,9	-	65,7	0,121	0,012	1,88	0,965
IX	16,5	6,8	7,9	3,1	-	-	0,042	0,020	0,65	0,227
X	13,4	7,8	8,4	3,5	-	-	0,108	0,046	3,39	0,076
XI	10	8,4	8,0	3,25	-	-	0,14	0,04	2,38	-
XII	8	10	7,8	3,2	165,77	60,7	0,45	0,08	1,56	-

1980

I	3	5	7,5	3,2	197,01	-	2,54	0,08	4,22	-
II	6	11	8,05	3,15	201,8	-	1,11	0,03	3,7	-
III	4,5	10	8,0	3,35	209,0	50,0	0,11	0	1,86	-
IV	9	11	8,2	3,6	211,4	-	0,53	-	1,43	-
V	15	-	8,41	3,75	-	-	0,25	0,05	1,87	-
VI	16	11,3	8,38	3,40	-	-	0,16	0,013	1,10	-
VII	14	11	8,75	2,7	-	-	0,09	0,010	2,78	-
VIII	26	10,5	8,91	2,45	-	-	-	-	0,77	-
IX	18	10	8,24	3,8	-	-	0,02	0,01	1,67	-
X	18	10	8,08	3,25	-	-	0	0	1,14	-
XI	1	-	8,09	3,35	-	-	0,02	0,007	2,0	-
XII	1	16	8,06	3,05	-	-	0,02	0,03	1,6	-

1981

I	4	9	8,2	3,25	-	-	0,53	0,06	2,8	-
II	2	13	8,29	3,55	-	-	0,2	0,03	0,82	-
III	3,4	10	8,39	3,55	-	-	0,2	0,03	0,82	-
IV	14	9	8,11	3,6	199,97	-	0,2	0,06	2,15	-
V	16	13	7,93	3,6	202,88	-	0,19	0,03	1,35	-
VI	17,4	-	8,3	3,2	192,2	-	-	-	1,44	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	7,96	2,8	152,4	-	0,09	-	0,98	-
IX	17,5	-	7,89	3,3	144,15	-	0,18	-	1,58	-
X	15	-	8,44	3,55	136,38	-	0,09	-	2,28	-

Tableau 4 (suite).

Point C

	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁼ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	SiO ₂	PO ₄ ⁼
1980										
IV	10	14	8,6	3,55	228,2	47,57	0,003	-	1,07	-
V	16	7	9,1	2,7	233,0	-	0,05	0,04	1,59	-
VI	16	12	8,84	2,9	-	-	0,05	0,013	3,40	-
VII	14	13,5	8,86	2,5	-	-	0,09	0,01	0,48	-
VIII	26	10	9,07	2,7	-	-	0,05	0	0,83	-
IX	18	11	8,28	3,3	-	-	0,02	0,01	2,22	-
X	17	8,4	8,25	3,55	-	-	0	0	4,38	-
XI	1	-	8,21	3,25	-	-	0,01	0,005	2,33	-
XII	1	16	7,99	3,30	-	-	0,04	0,008	1,8	-
1981										
I	4	10	8,6	3,4	-	-	0,06	0,06	1,07	-
II	2	13	8,48	3,55	-	-	0,53	-	0,7	-
III	3,5	11	8,49	3,7	-	-	0,22	0,06	0,64	-
IV	14	11	8,37	3,9	234,91	-	0,22	0,05	1,6	-
V	16	15	8,19	2,85	239,76	-	0,16	0,03	0,35	-
VI	17,5	-	8,49	2,5	234,43	-	-	-	1,31	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	8,1	2,5	212,6	-	-	0,18	0,58	-
IX	17,5	-	7,9	3,2	215,5	-	-	0,2	2,6	-
X	15	-	8,46	3,55	186,66	-	-	0,09	1,58	-
Point D										
1980										
IV	10	14	8,6	3,55	225,8	45,79	0,035	-	0,95	-
V	15	6	9,0	2,95	-	-	0,15	0,03	1,10	-
VI	16	12	9,14	3,05	-	-	0,09	0,013	3,1	-
VII	14	12,5	9,30	2,5	-	-	0,05	0,01	0,72	-
VIII	27	11	8,95	3,05	-	-	0,1	0	1,03	-
IX	18	11	8,14	3,15	-	-	0,02	0,01	2,5	-
X	15	-	8,57	3,55	208,7	-	0,05	-	3,24	-
XI	1	-	8,37	3,5	-	-	0,12	0,036	3,17	-
XII	1	16	8,11	3,4	-	-	3,13	0,08	1,8	-

Tableau 4 (suite).

	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁼ mg/l	Cl ⁻ mg/l	mg/l			
							NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SiO ₂	PO ₄ ⁼
1981										
I	3	10	8,54	3,5	-	-	0,53	0,06	1,07	-
II	2	14	8,59	3,45	-	-	0,08	-	0,70	-
III	3,5	11	8,52	3,85	-	-	0,39	0,06	0,68	-
IV	14	11	8,41	4,05	246,07	-	1,03	0,24	1,45	-
V	18	13	8,2	2,95	244,62	-	0,09	0,02	0,55	-
VI	17,5	-	8,52	2,15	238,54	-	-	-	0,96	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	8,22	2,75	216,0	-	0,09	-	0,62	-
IX	17,5	-	8,0	3,25	218,4	-	0,27	-	2,85	-
X	15	-	8,45	3,55	204,82	-	0,09	-	1,52	-
Point E.										
1980										
IV	10	14	8,6	3,55	228,2	15,44	0,46	-	0,95	-
V	15	6,5	9,03	3,0	-	-	0,035	0,03	1,10	-
VI	16	13	9,04	2,8	-	-	0,09	0,013	3,1	-
VII	14	12,5	9,15	2,5	-	-	0,02	0,01	0,87	-
VIII	26,5	8	8,65	3,25	-	-	0,3	0,11	1,86	-
IX	18	11	8,2	3,2	-	-	0,05	0,01	2,22	-
X	17	8,4	8,04	3,55	-	-	0,05	0,02	5,25	-
XI	1	-	8,43	3,35	-	-	0,01	0,005	2,42	-
XII	5	10	8,47	3,3	226,66	-	0,21	0,009	1,87	-
1981										
I	3	10	8,6	3,45	-	-	0,6	0,06	1,07	-
II	1	17	8,5	3,6	-	-	0,09	-	0,93	-
III	3,5	11	8,54	3,7	-	-	0,34	0,05	0,77	-
IV	14	11	8,51	3,95	239,76	-	0,12	0,03	1,25	-
V	18	13	8,27	2,85	240,74	-	0,16	0,03	0,55	-
VI	17,5	-	8,78	2,10	232,97	-	-	-	0,76	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	8,11	2,7	219,4	-	0,09	-	0,65	-
IX	16,5	-	8,05	3,35	-	-	0,09	-	1,75	-
X	15	-	8,47	3,55	206,76	-	0,04	-	1,82	-

Tableau 4 (suite).

	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁼ mg/l	Cl ⁻ mg/l	mg/l			
							NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SiO ₂	PO ₄ ⁻
Point F										
1980										
IV	9	16	8,5	3,5	228,2	46,15	0,035	0,035	0,71	-
V	16	7	9,1	2,75	233,0	-	0,04	0,03	1,98	-
VI	18	11	9,05	2,55	218,6	46,9	0,09	0,013	3,5	-
VII	18,5	12	8,85	2,45	201,4	-	0,25	0,11	0,38	-
VIII	23	8,2	7,78	3,35	211,1	45,4	0,40	0,26	1,41	-
IX	16	11	8,31	3,15	220,9	-	0,02	0,01	2,78	-
X	15	-	8,64	3,4	247,5	-	0,06	0,01	3,68	-
XI	8,5	9	8,42	3,4	228,1	42,96	0,1	0,018	3,83	-
XII	5	10	8,54	3,35	-	-	0,21	0,08	1,93	-
1981										
I	3	10	8,62	3,55	-	-	0,53	0,06	1,07	-
II	1	14	8,44	3,90	-	-	0,08	0,08	0,84	-
III	3,5	11	8,48	3,70	-	-	0,40	0,06	0,73	-
IV	14	11	8,5	3,95	237,82	-	0,12	0,03	1,35	-
V	18	13	8,28	3,00	241,71	-	0,11	0,03	0,5	-
VI	17,5	-	8,65	2,05	229,09	-	-	-	0,83	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	8,06	2,8	214,5	-	0,04	-	0,71	-
IX	17,5	-	8,0	3,35	221,32	-	0,32	-	2,55	-
X	15	-	8,49	3,55	207,25	-	0,14	-	0,67	-
Point G										
1980										
IV	9	18	8,6	3,5	223,4	46,15	-	-	0,67	-
V	16	-	9,1	2,8	233,0	-	0,03	0,03	1,98	-
VI	18	14	9,13	3,3	201,8	46,1	0,09	0,026	1,7	-
VII	18,5	12	8,22	3,7	162,6	-	0,20	0,03	5,7	-
VIII	22	4,2	7,47	3,5	225,7	37,3	0,25	0,15	1,22	-
IX	18	6	7,48	2,95	220,9	-	0,44	0,03	2,22	-
X	9	13	8,39	3,45	-	-	0,11	0	3,33	-
XI	8	8,5	8,35	3,45	228,1	42,96	0,05	-	2,42	-
XII	5	10	8,52	3,35	230,06	-	0,23	0,08	1,80	-

Tableau 4 (suite).

	°C	O ₂ mg/l	pH	Alcal.	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SiO ₂	PO ₄ ⁻
							mg/l			
1981										
I	3	12	8,28	3,50	-	-	0,1	-	0,93	-
II	0	12	8,52	3,70	239,76	-	0,1	-	0,76	-
III	8	10	8,53	3,7	215,98	-	0,39	0,09	1,73	-
IV	14	10	8,46	4,1	238,79	-	0,12	0,03	1,45	-
V	16	11	8,11	2,85	230,06	-	0,14	0,07	0,95	-
VI	17,5	-	9,05	2,05	230,54	-	-	-	0,62	-
VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	7,87	2,85	216,5	-	0,09	-	1,6	-
IX	17,5	-	8,00	3,35	221,32	-	0,23	-	3,0	-
X	15	-	8,46	3,55	206,28	-	0,09	-	0,52	-
Point 8										
1979										
V	13	10	8,10	3,6	192,2	61,21	0,12	0,06	5,8	0,091
VI	17	13	8,6	3,2	-	67,4	0,049	0,007	2,07	0,172
VII	16,5	11,5	8,15	2,7	-	-	0,108	0,017	0,93	0,268
VIII	19,5	11	8,5	2,55	-	67,4	0,101	0,016	1,60	0,305
IX	17	9	8,2	3,3	-	-	0,004	0,016	1,7	0,241
X	13,5	10	8,8	3,25	-	-	0,014	0,017	1,7	0,205
XI	-	-	7,8	3,3	202,19	63,9	0,10	0,03	2,31	-
XII	8	11	7,8	3,45	-	63,9	0,27	0,04	1,20	-
1980										
I	3,0	5,0	7,5	3,4	-	-	3,66	0,04	1,77	-
II	6,0	12,5	8,2	3,5	235,4	-	0,05	0	0	-
III	4,5	9,8	8,0	3,5	230,6	52,2	0	0	0,29	-
IV	-	-	9,2	3,7	225,8	-	0,07	0	0,76	-
V	16	12	8,95	3,0	-	-	0,03	0,03	2,97	-
VI	18	10	8,9	2,9	213,8	50,4	0,09	0,026	4,90	-
VII	26	11	8,13	2,85	-	-	-	-	0,67	-
VIII	26	7	8,61	3,15	-	-	-	-	1,22	-
IX	-	-	8,13	3,15	228,1	-	0,04	0,01	2,22	-
X	15	-	8,4	3,3	237,8	-	0,05	0,01	3,33	-
XI	9,0	8,0	8,26	3,35	228,12	42,6	0,03	-	2,50	-
XII	6,0	10	8,42	3,35	232,97	-	0,25	0,09	2,13	-

Température de l'eau.

La température de l'eau a été mesurée exclusivement afin de pouvoir calculer le % de la saturation de l'oxygène dissous. Elle ne donne pas lieu à des commentaires. Nous nous sommes limité à indiquer le maximum et le minimum observés durant le mois, le plus souvent dans le courant de la matinée.

Tableau 5.

Température °C

Point A

1979	Max.	Min.	1980	Max.	Min.
V	18,5	14,5	I	3,0	0
VI	19	17	II	6,5	5,5
VII	18,5	16,5	III	5,5	4,5
VIII	19	13	IV	10	9
IX	17	10	V	16,5	15
X	16	10	VI	19	16
XI	10	4	VII	26	14
XII	8	8	VIII	26,5	20
			IX	18	16
			X	17	10
			XI	10	1
			XII	6	1

Point B

V	18,5	13,5	I	3	0
VI	17	16,5	II	6,5	5,5
VII	18,5	16,5	III	5,5	4,5
VIII	18,5	13	IV	10	9
IX	16,5	10	V	17	14,5
X	16	10	VI	19	16
XI	10	4	VII	26	14
XII	8	8	VIII	26	20
			IX	18	15
			X	18	10
			XI	9	1
			XII	6	1

On pourrait se demander pourquoi nous n'avons pas mis l'accent sur les conditions climatiques de la région qui nous occupe ici.

L'influence que la chute de pluie froide, par exemple, peut avoir sur une surface d'eau de quelques hectares, par refroidissement subit, est incontestablement très importante dans certaines circonstances, l'apport de particules terreuses et de matières minérales de terrains environnants, l'apport de dérivés azotés de l'air, après des phénomènes orageux, ou dans des régions industrielles; auraient justifié par-

faitement ce point de vue. On aurait pu aussi insister sur les conséquences d'une période de sécheresse prolongée: évaporation avec enrichissement en matières minérales dissoutes; sur l'influence de la couverture de glace sur l'évolution des éléments du plancton.

Les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'eau, la solubilité de l'anhydride carbonique et de l'oxygène ont des rapports très étroits avec la température et la pression atmosphérique. Ce dernier facteur est d'ailleurs souvent trop négligé.

Les analyses ayant été faites au point de vue chimique, seul, non dans un contexte limnologique, les observateurs n'avaient pas nécessairement à tenir compte de la météorologie.

Tableau 5 (suite).

Points	Température °C					
	1981					
	A		B		C	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
I	5,0	4,0	4,0	3,0	4	3
II	2,0	0	2,0	0	3,5	2
III	13	3,5	13	3,4	13	3,5
IV	14	10	14	10	14	10
V	16	13	16	13	16	13
VI	17,4	-	17,4	-	17,5	-
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	23,1	-	23,1	-	-	-
IX	17,5	16,5	17,5	16,5	17,5	16,5
X	15	14,7	15	14,7	15	14,7

Le pH.

Le calcul des histogrammes de fréquence pour ce paramètre, montre une variation notable du pH d'après les points d'observation. Ainsi:

Tableau 6.

Point	A	pH de	8,0 à 8,2	un maximum de	27,7 %
B		8,0	8,2		22,9
C		8,2	8,4		42,5
D		8,4	8,6		34
E		8,4	8,6		39,1
F		8,4	8,6		30,4
G		8,4	8,6		29,5
8		8,2	8,4		27,6

Comme extrêmes on peut noter: 7,0 à 7,2 (Point 8), 9,0 à 9,4 (Point G).

Tableau 6 (suite)

pH

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Point C.1980

-	-	-	8,6	8,5	8,84	8,86	9,07	8,28	8,25	8,21	7,29
-	-	-	8,94	9,0	9,26	8,95	8,54	8,53	8,43	8,48	8,53
-	-	-	-	9,1	9,01	8,8	7,94	8,20	8,58	8,45	-
-	-	-	-	8,92	-	9,17	8,3	-	8,52	-	-

Point C.1981

8,6	8,48	8,49	-	-	8,49	-	8,1	7,9	8,46	-	-
8,39	8,48	8,57	8,37	-	8,55	-	-	8,04	8,35	-	-
-	-	8,57	8,45	8,19	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	8,36	-	-	-	-	-	-	-

Point D.1980

-	-	-	8,6	8,26	9,14	9,3	8,95	8,14	8,10	8,37	8,11
-	-	-	8,95	9,0	9,22	9,18	8,62	8,36	8,57	8,49	8,46
-	-	-	-	9,0	9,33	8,77	7,7	8,19	8,66	8,42	-
-	-	-	-	8,96	-	9,15	8,19	-	8,54	-	-

Point D.1981

8,54	8,59	8,52	8,41	8,2	-	-	-	-	-	-	-
8,41	8,53	8,5	8,51	8,4	8,52	-	8,22	8,0	8,45	-	-
-	-	8,63	-	-	8,65	-	-	8,05	8,37	-	-

Point E.1980

-	-	-	8,6	8,8	9,04	9,15	8,65	8,20	8,04	8,43	8,47
-	-	-	8,95	9,03	9,18	9,09	8,54	7,88	8,55	8,44	-
-	-	-	-	9,0	8,91	8,75	7,65	8,24	8,7	8,39	-
-	-	-	-	8,45	-	9,09	8,21	-	8,5	-	-

Point E.1981

8,6	8,5	8,54	8,51	8,27	8,73	-	8,11	8,05	8,47	-	-
8,41	8,57	8,53	8,53	8,54	8,69	-	7,95	-	8,34	-	-
-	-	8,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Point F.1980

-	-	-	8,5	8,3	9,03	8,27	8,65	8,11	8,62	8,46	8,54
-	-	-	8,9	9,0	9,24	9,07	8,44	8,31	8,64	8,42	-
-	-	-	-	9,1	9,05	8,85	7,78	8,27	8,93	8,31	-
-	-	-	-	9,08	-	8,86	8,23	-	8,57	-	-

Tableau 6 (suite)

pH											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Point F.1981											
8,62	8,44	8,48	8,50	8,28	8,65	-	8,06	8,0	8,49	-	-
8,39	8,55	8,57	8,51	8,46	8,73	-	-	8,1	8,35	-	-
-	-	8,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point G.1980											
-	-	-	8,6	8,03	9,3	8,75	8,31	7,53	8,0	8,46	8,52
-	-	-	9,04	9,83	9,54	8,58	8,3	7,48	8,39	8,35	-
-	-	-	-	9,1	9,13	8,22	7,47	8,15	-	8,29	-
-	-	-	-	8,95	-	8,54	7,53	-	-	-	-
Point G.1981											
8,59	8,38	8,43	8,46	8,11	9,05	-	7,87	8,0	8,46	-	-
8,28	8,52	8,53	8,45	8,79	8,33	-	-	7,78	8,05	-	-
-	-	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point 8.1979											
-	-	-	-	8,65	8,3	8,15	8,5	8,25	8,8	7,9	7,8
-	-	-	-	8,6	8,6	8,2	8,6	8,2	8,4	7,8	-
-	-	-	-	8,1	8,4	-	8,2	8,4	8,3	7,6	-
-	-	-	-	8,3	-	8,4	8,4	8,4	8,4	7,7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	-	-
Point 8.1980											
7,5	7,5	8,0	9,2	8,95	9,11	8,13	8,61	8,13	8,4	8,45	7,8
7,6	8,2	8,0	-	-	9,32	-	8,41	-	8,9	8,26	8,42
-	8,1	8,0	-	-	8,9	-	-	-	8,5	8,17	-
Point 8.1981											
8,61	8,46	8,45	8,49	8,2	8,74	-	8,04	-	-	-	-
8,41	8,49	8,52	8,47	8,59	8,69	-	-	-	-	-	-
-	8,45	8,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Plus loin, on essayera de trouver un rapport quelconque entre les mesures de chlorophylle et le pH.

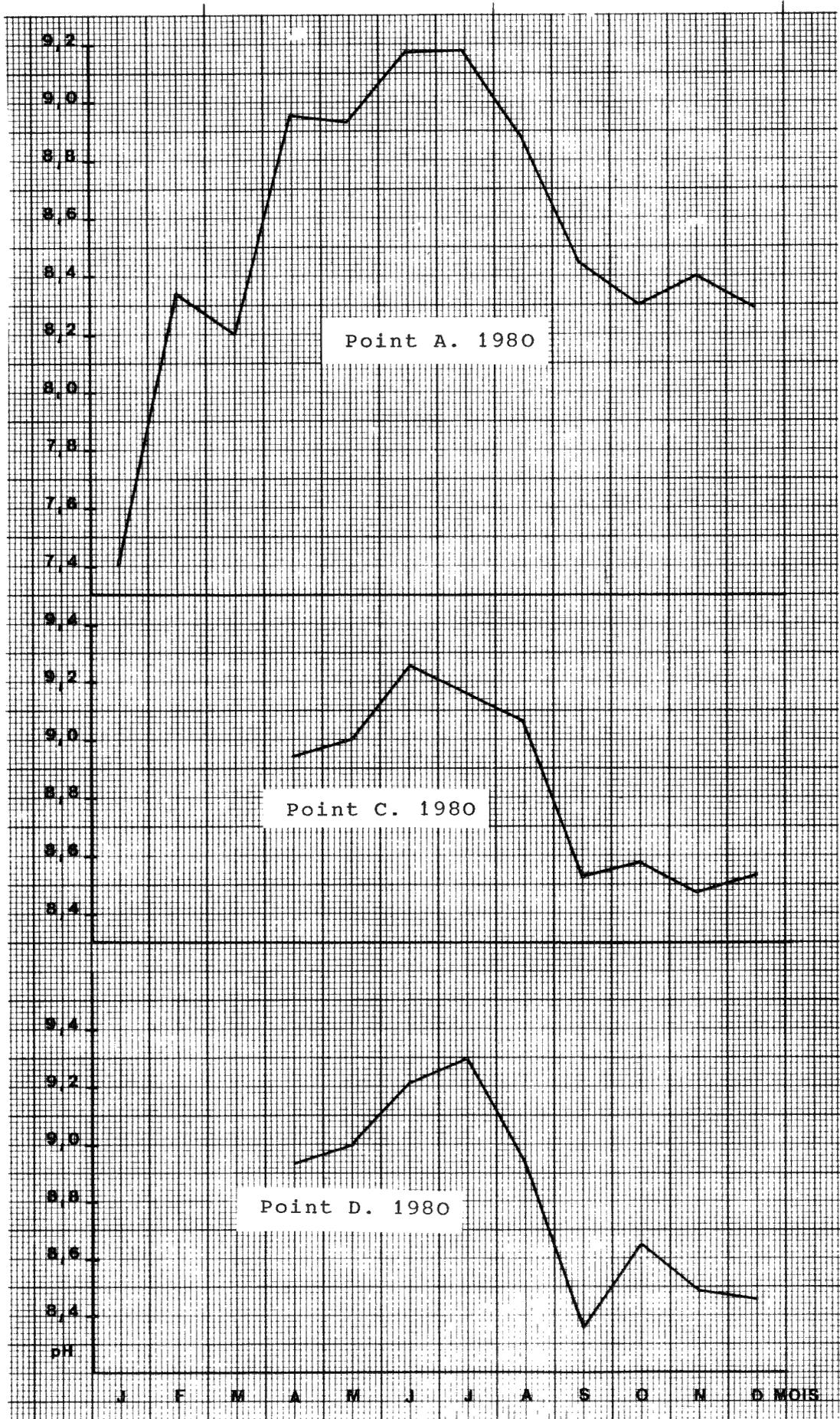


Fig.5.- Le pH , points A, C et D.

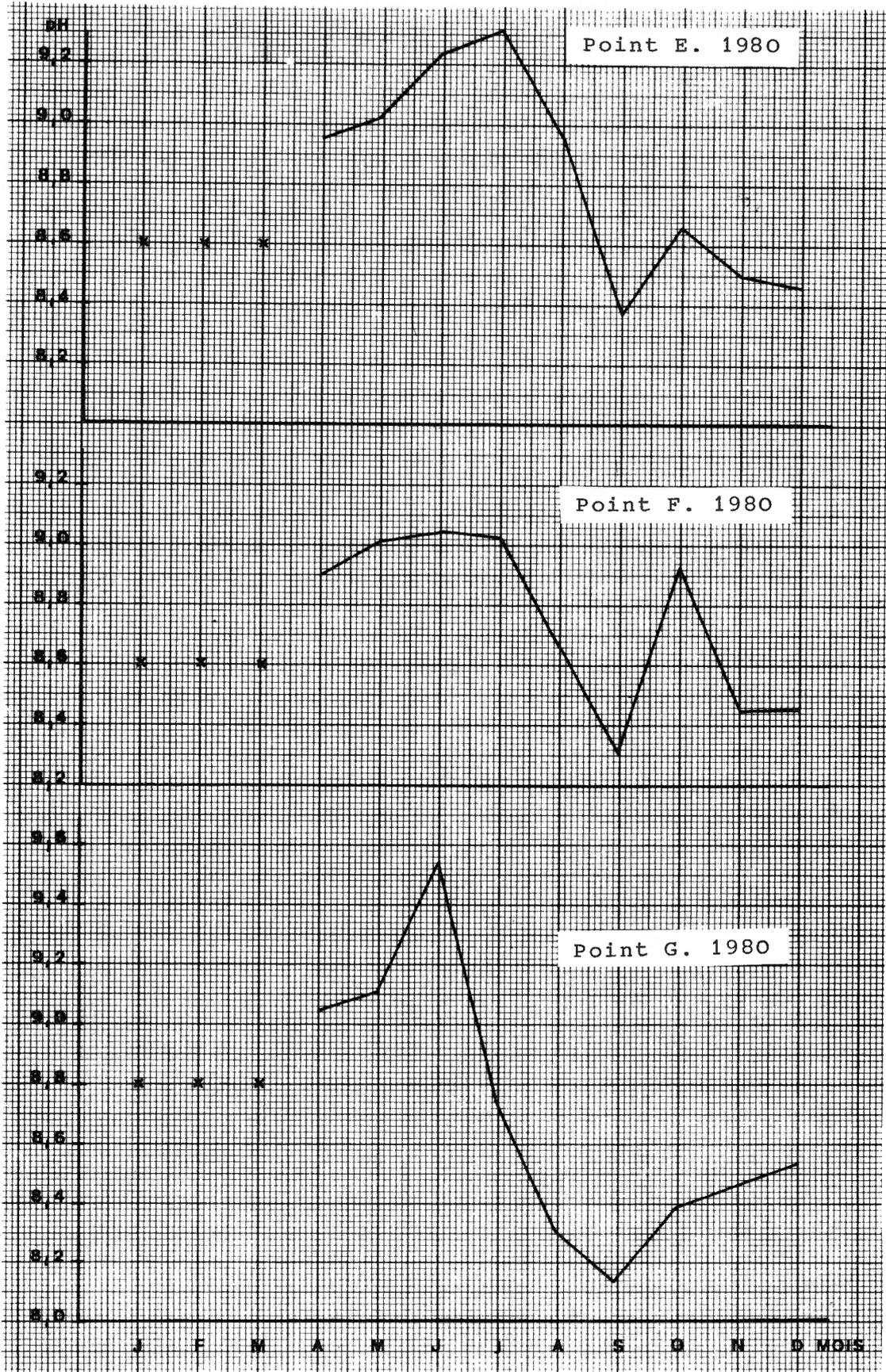


Fig.6.- Le pH , points E, F et G.

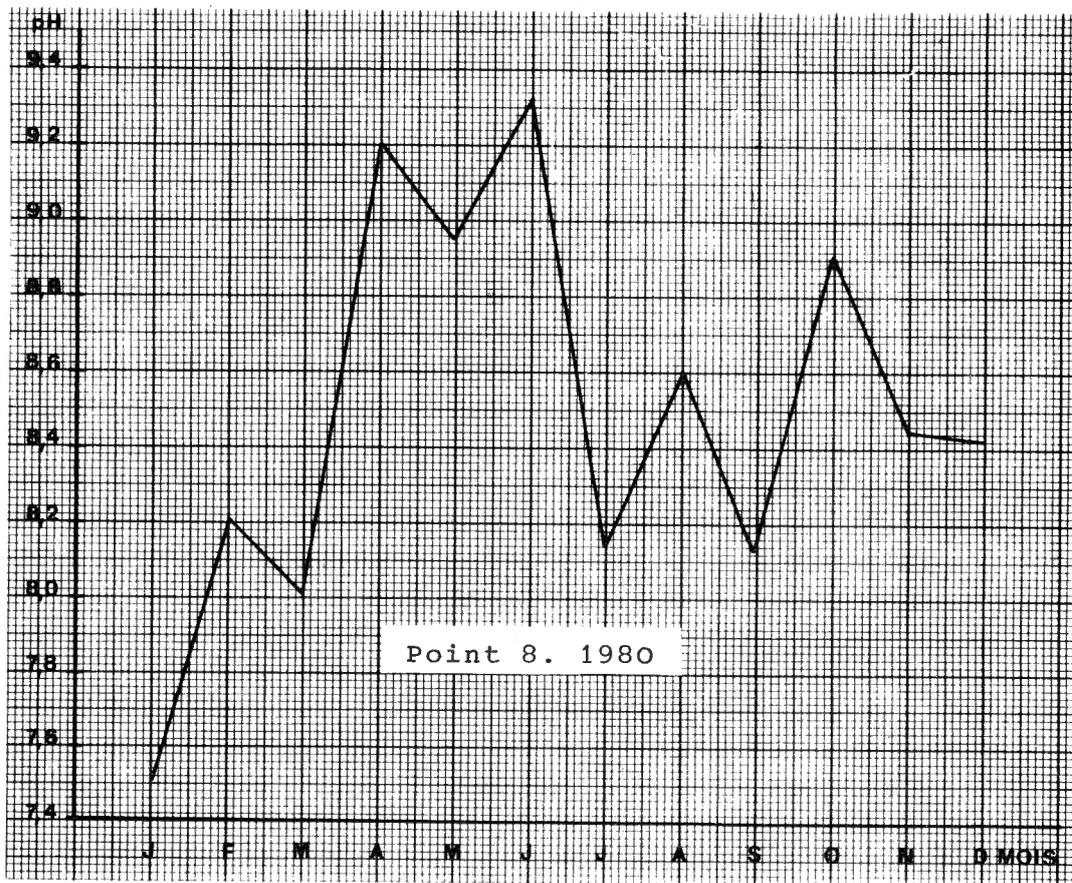
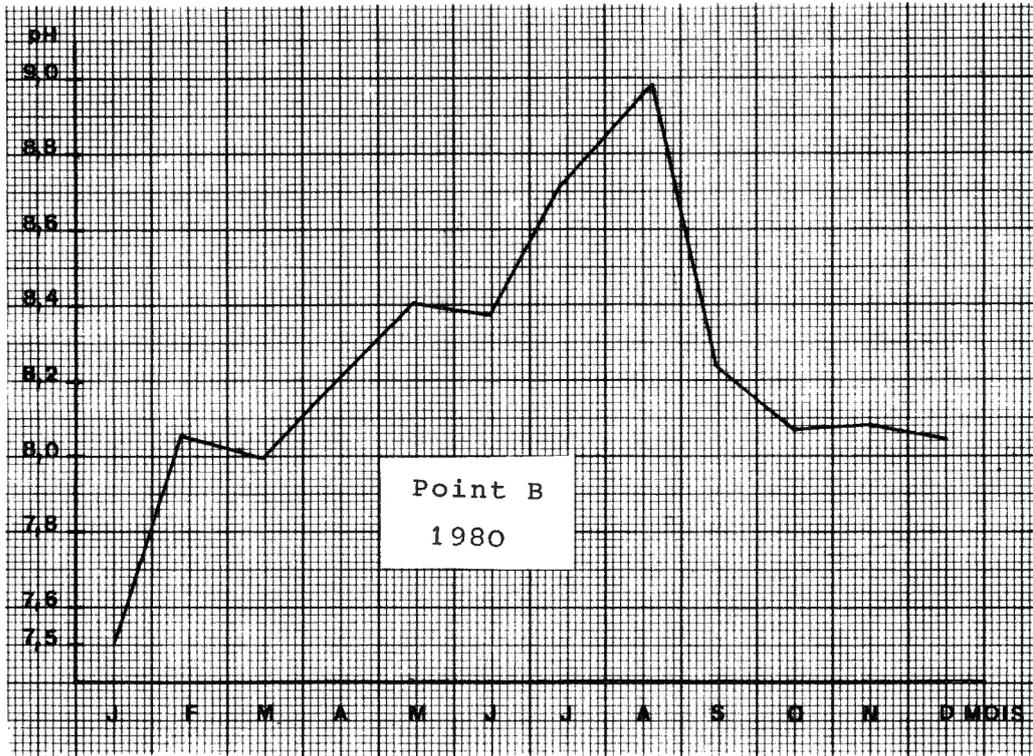


Fig.7.- Le pH , points B et 8.

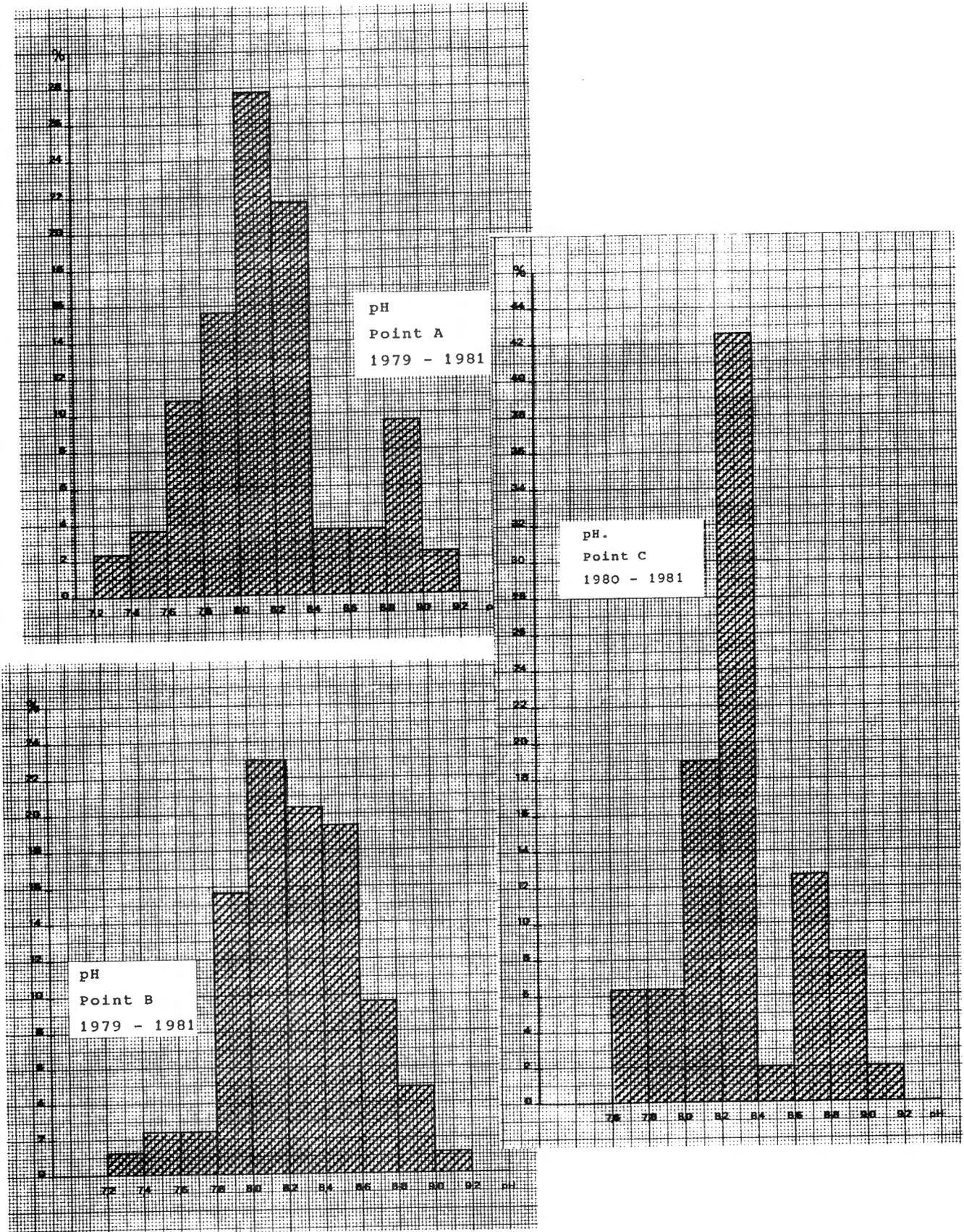


Fig.8.- pH Histogrammes de fréquence pour les points A, B et C.

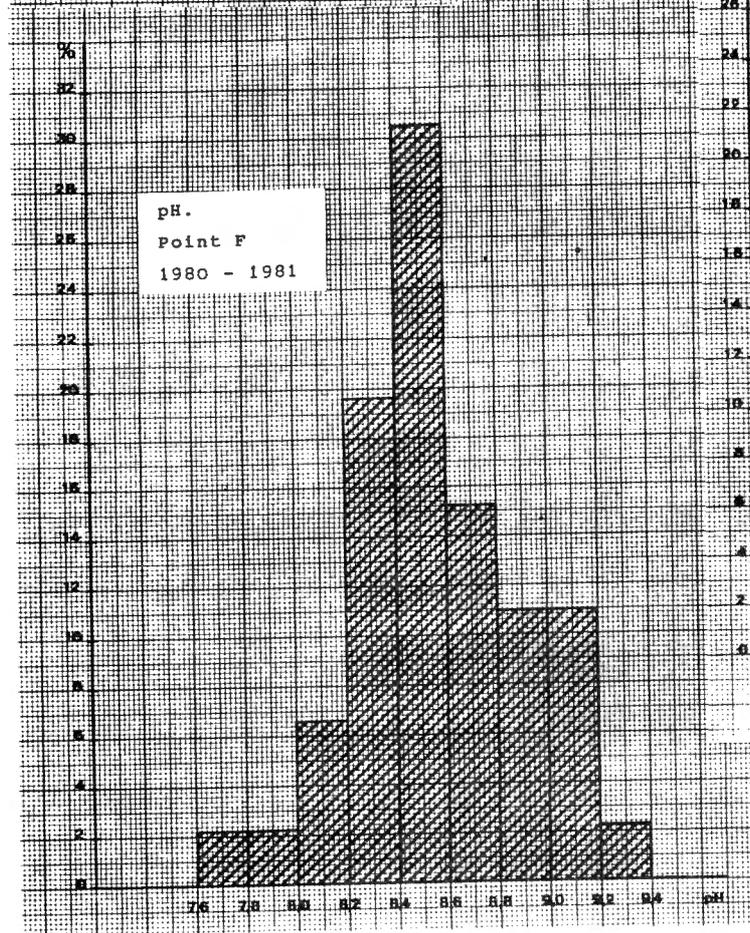
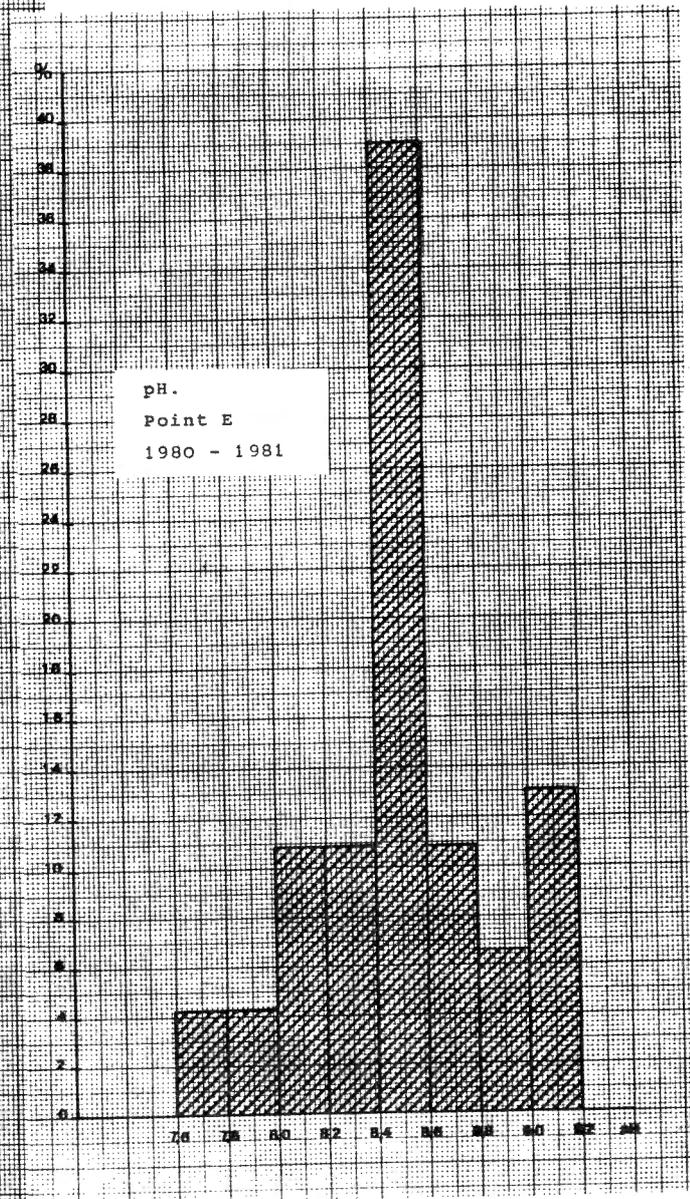
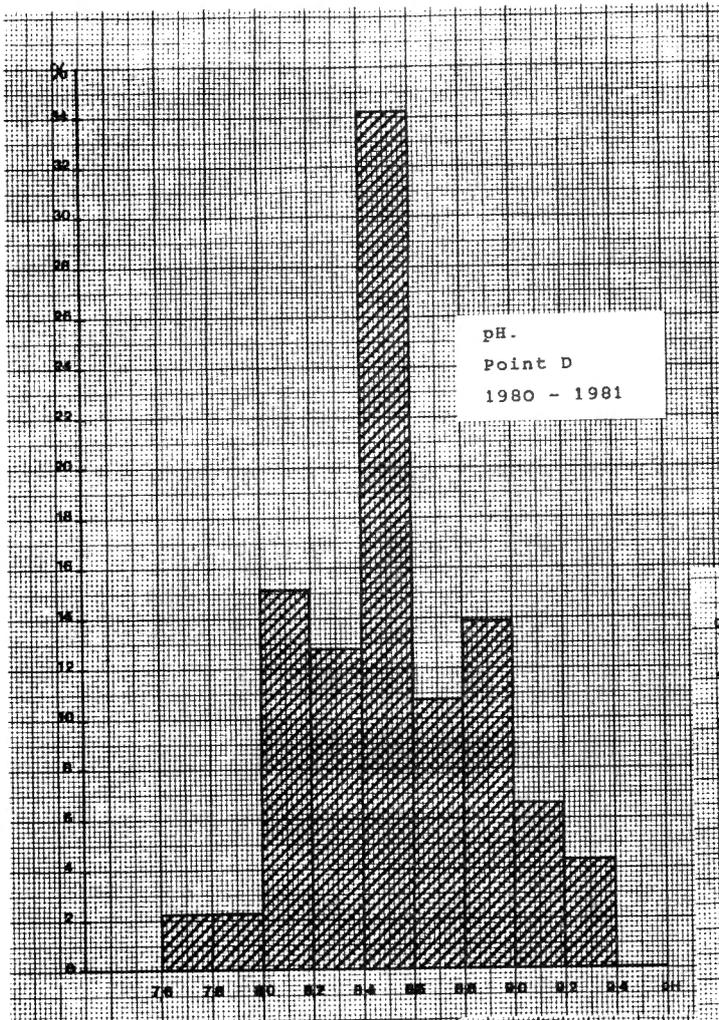


Fig.9.-pH Histogrammes de fréquence pour les points D, E et F.

Tableau 8

pH

Point A

	1979		1980		
	Max.	Min.	Max.	Min.	
V	8,8	8,15	I	7,4	7,38
VI	8,6	8,4	II	8,35	7,7
VII	8,7	8,4	III	8,2	8,0
VIII	8,6	8,4	IV	8,96	8,2
IX	8,5	8,1	V	8,95	8,88
X	8,6	8,0	VI	9,16	8,86
XI	8,1	7,5	VII	9,17	8,45
XII	7,9	7,9	VIII	8,88	7,63
			IX	8,44	8,21
			X	8,31	7,98
			XI	8,39	8,29
			XII	8,30	8,17

Point B

V	8,6	8,1	I	7,5	7,4
VI	8,9	8,7	II	8,1	7,85
VII	9,0	8,8	III	8,0	7,95
VIII	8,8	8,0	IV	8,4	8,2
IX	8,4	7,9	V	8,5	8,4
X	8,4	8,0	VI	8,9	8,38
XI	8,0	7,4	VII	9,04	8,73
XII	7,8	7,8	VIII	8,91	7,98
			IX	8,7	8,24
			X	8,43	8,08
			XI	8,52	8,03
			XII	8,46	8,06

1981

pH

Points	A		B		C	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
I	8,29	8,18	8,31	8,2	8,6	8,39
II	8,48	8,22	8,41	8,29	8,48	8,48
III	8,57	8,36	8,60	8,39	8,57	8,49
IV	8,21	7,88	8,11	8,09	8,45	8,37
V	8,30	8,10	8,12	7,93	8,36	8,19
VI	8,40	8,40	8,47	8,30	8,55	8,49
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	8,0	-	7,96	-	8,10	-
IX	7,90	7,88	8,10	7,89	8,04	7,9
X	8,34	8,24	8,44	8,39	8,46	8,35

Tableau 9

pH

Répartition des maxima mensuels.

Année 1980

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Point A												
	7,4	8,35	8,2	8,96	8,95	9,16	9,17	8,88	8,44	8,31	8,39	8,30
Point B												
	7,5	8,1	8,0	8,4	8,5	8,9	9,04	8,91	8,7	8,41	8,52	8,46
Point C												
	-	-	-	8,95	9,0	9,26	9,17	9,07	8,53	8,58	8,48	8,53
Point D												
	-	-	-	8,95	9,0	9,22	9,3	8,95	8,36	8,66	8,49	8,46
Point E												
	-	-	-	8,95	9,03	9,18	9,15	8,65	8,24	8,7	8,44	8,47
Point F												
	-	-	-	8,9	9,1	9,24	9,07	8,65	8,31	8,93	8,46	8,54
Point G												
	-	-	-	9,04	9,1	9,54	8,75	8,31	8,15	8,39	8,46	8,52
Point 8												
	7,5	8,2	8,0	9,2	8,95	9,32	8,13	8,61	8,13	8,9	8,45	8,42

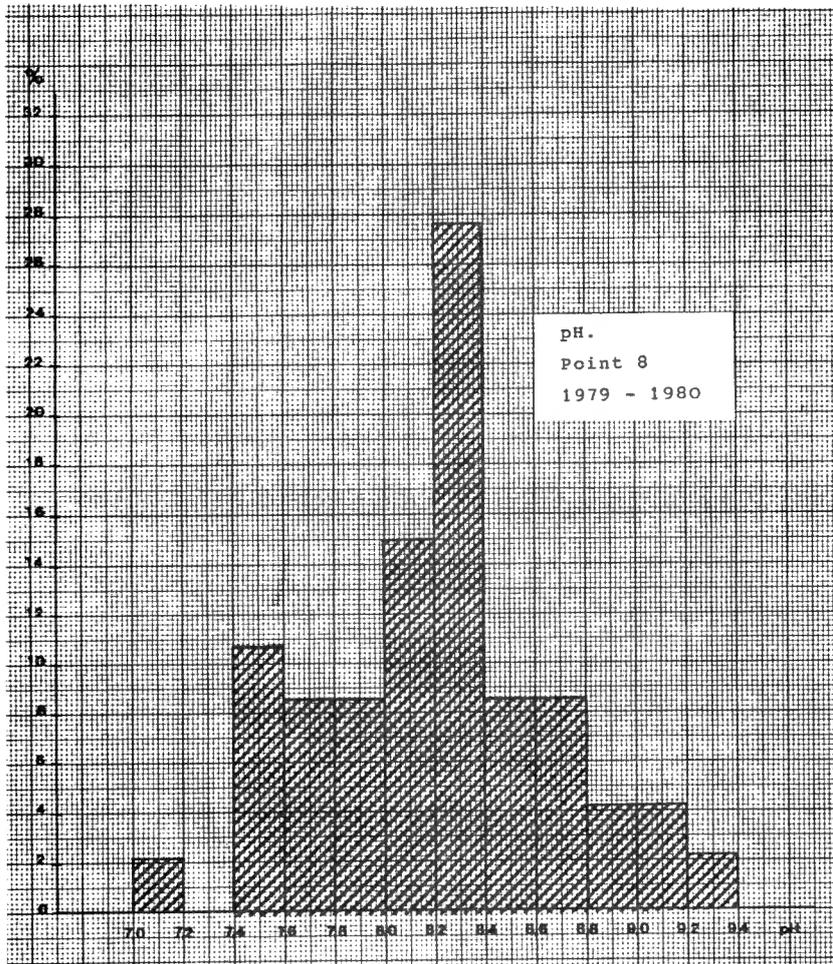
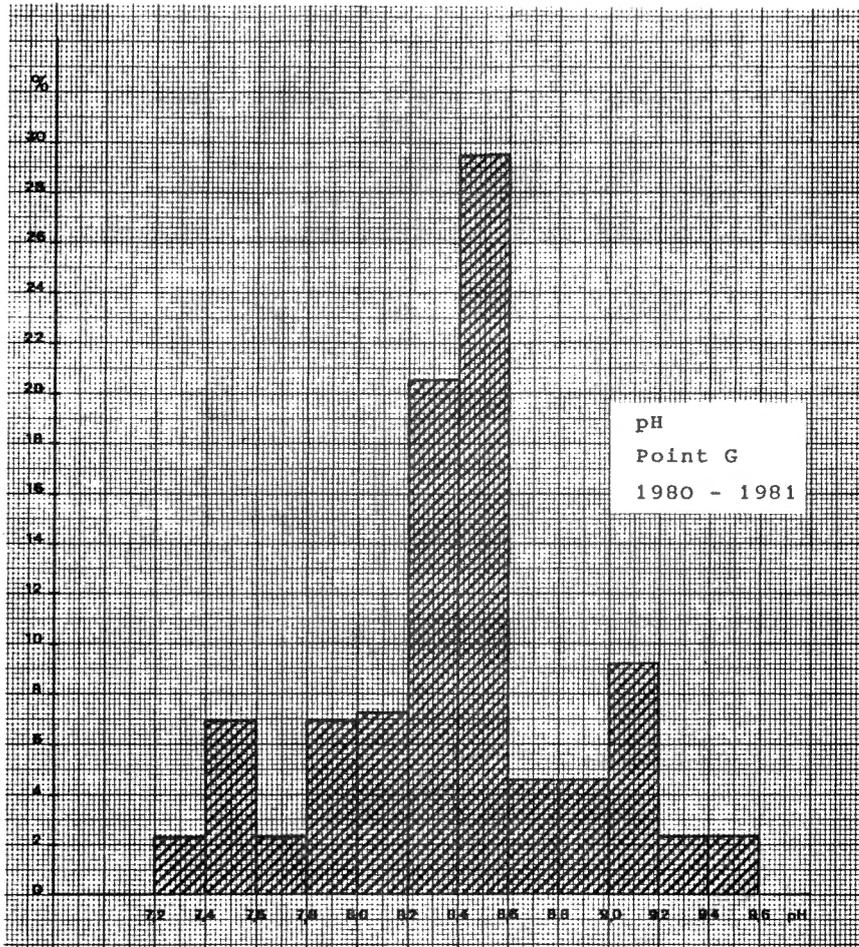


Fig.10.- pH Histogrammes de fréquence aux points G et 8.

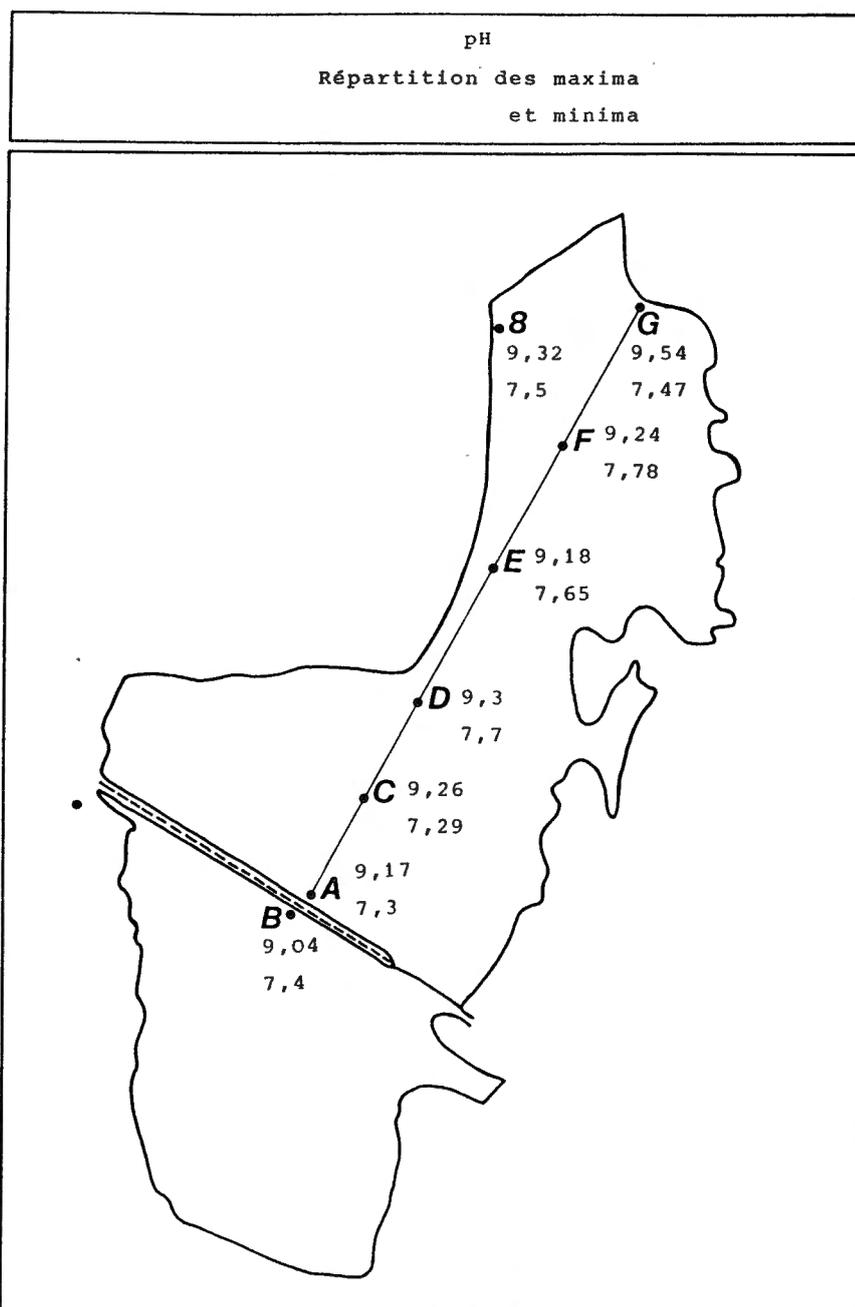


Fig.11.- Répartition des maxima et minima
du pH.

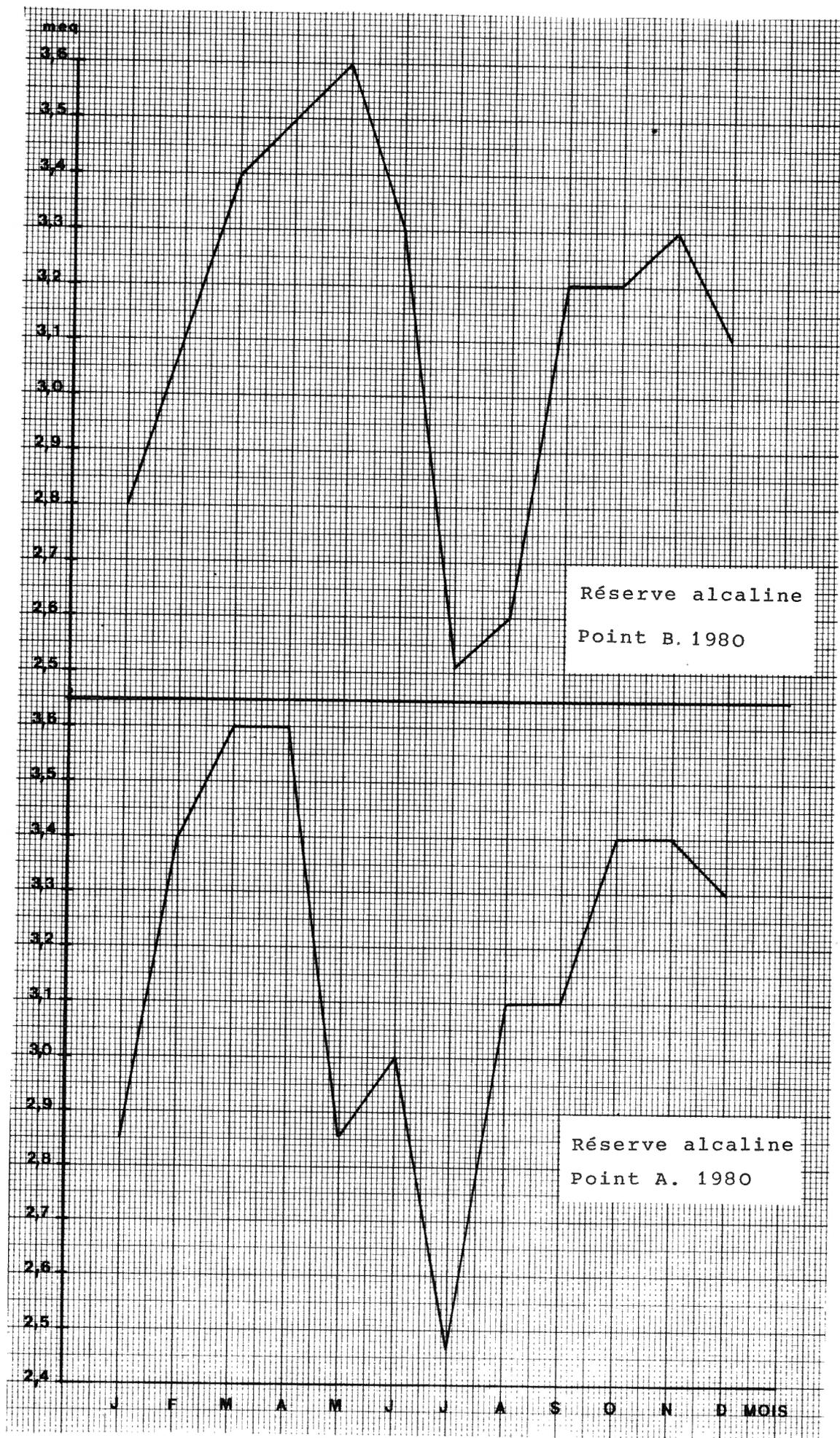


Fig.12.- Réserve alcaline aux points A et B.

Tableau 8 bis

Répartition des pH maxima et minima

Point A.	1979	8,8	(V)	7,5	(XI)
	1980	9,17	(VI)	7,3	(I)
Point B.	1979	9,0	(VII)	7,6	(XI)
	1980	9,04	(VII)	7,4	(I)
	1981	8,6	(III)	7,89	(IX)
Point C.	1980	9,26	(VI)	7,29	(XII)
	1981	8,65	(VI)	8,0	(IX)
Point D.	1980	9,3	(VII)	7,7	(VIII)
	1981	8,65	(VI)	8,0	(IX)
Point E.	1980	9,18	(VI)	7,65	(VIII)
	1981	8,73	(VI)	7,95	(VIII)
Point F.	1980	9,24	(VI)	7,78	(VIII)
	1981	8,67	(III)	8,0	(IX)
Point G.	1980	9,54	(VI)	7,47	(VIII)
	1981	9,05	(VI)	7,78	(IX)
Point 8.	1979	8,8	(X)	7,6	(XI)
	1980	9,32	(VI)	7,5	(I)
	1981	8,69	(VI)	8,04	(VIII)

Réserve alcaline

Comme nous l'avons fait pour le pH, des histogrammes de fréquence ont été également établis pour la réserve alcaline, paramètre mesuré régulièrement à Harchies.

Tableau 10
Réserve alcaline histogrammes de fréquence.

Points	A	B	C	D	E	F	G	8
Années	1979 1981	1979 1981	1980 1981	1980 1981	1980 1981	1980 1981	1980 1981	1980 1981
Nombre de mesures	83	83	47	47	46	46	44	52
Alcalinité	%							
de à								
1,6-1,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-
1,8-2,0	-	4,8	-	-	-	2,1	-	-
2,0-2,2	-	2,4	2,1	4,2	4,3	2,1	-	-
2,2-2,4	4,8	3,6	2,1	4,2	-	-	4,5	-
2,4-2,6	6,02	4,8	17	8,5	4,3	10,8	-	3,8
2,6-2,8	8,43	8,4	8,5	8,5	13,	8,6	9,1	3,8
2,8-3,0	13,16	4,8	10,6	8,5	13	4,3	9,1	9,6
3,0-3,2	16,86	19,2	10,6	14,8	10,8	13	11,3	21,1
3,2-3,4	18,07	21,6	21,2	12,7	19,5	19,5	20,4	19,2
3,4-3,6	24,09	22,8	10,6	25,5	21,7	23,9	25	26,9
3,6-3,8	6,02	2,4	2,1	8,51	10,8	10,8	15,9	11,5
3,8-4,0	2,4	2,4	-	2,1	2,1	4,3	-	1,9
4,0-4,2	-	1,2	-	2,1	-	-	2,2	1,9

Ce tableau donne lieu aux remarques suivantes:

Tableau 11

Point A	Réserve	3,4 à 3,6	Maximum	24,09 %
B	alca-	3,4 3,6		22,8 %
C	line	3,2 3,4		21,2 %
D		3,4 3,6		25,5 %
E		3,4 3,6		21,7 %
F		3,4 3,6		23,9 %
G		3,4 3,6		25 %
8		3,4 3,6		26,9 %

La réserve alcaline maximale est donc située généralement entre alc. 3,4 et 3,6, sauf en C où elle est un peu inférieure: 3,2 à 3,4.

Considérées par mois les valeurs se répartissent:

Tableau 12

Point A	Réserve	3,6	en mai 1979
	alc. maximum	3,85	mars 1980
		3,85	avril 1981
Point B		3,6	en mai et septembre 1979
		3,75	mai 1980
		4,05	avril 1981
Point C		3,65	en novembre 1980
		3,9	avril 1981

Considérant les valeurs obtenues aux intervalles mensuels, on obtient des valeurs légèrement différentes:

Tableau 13

Point A	Réserve	3,6	en avril et mars
B	alcaline	3,6	en mai
C		3,5	en avril
D		3,5	en avril et octobre
E		3,5	en avril et octobre
F		3,5	en avril
G		3,5	en octobre
8		3,5	en mai et octobre

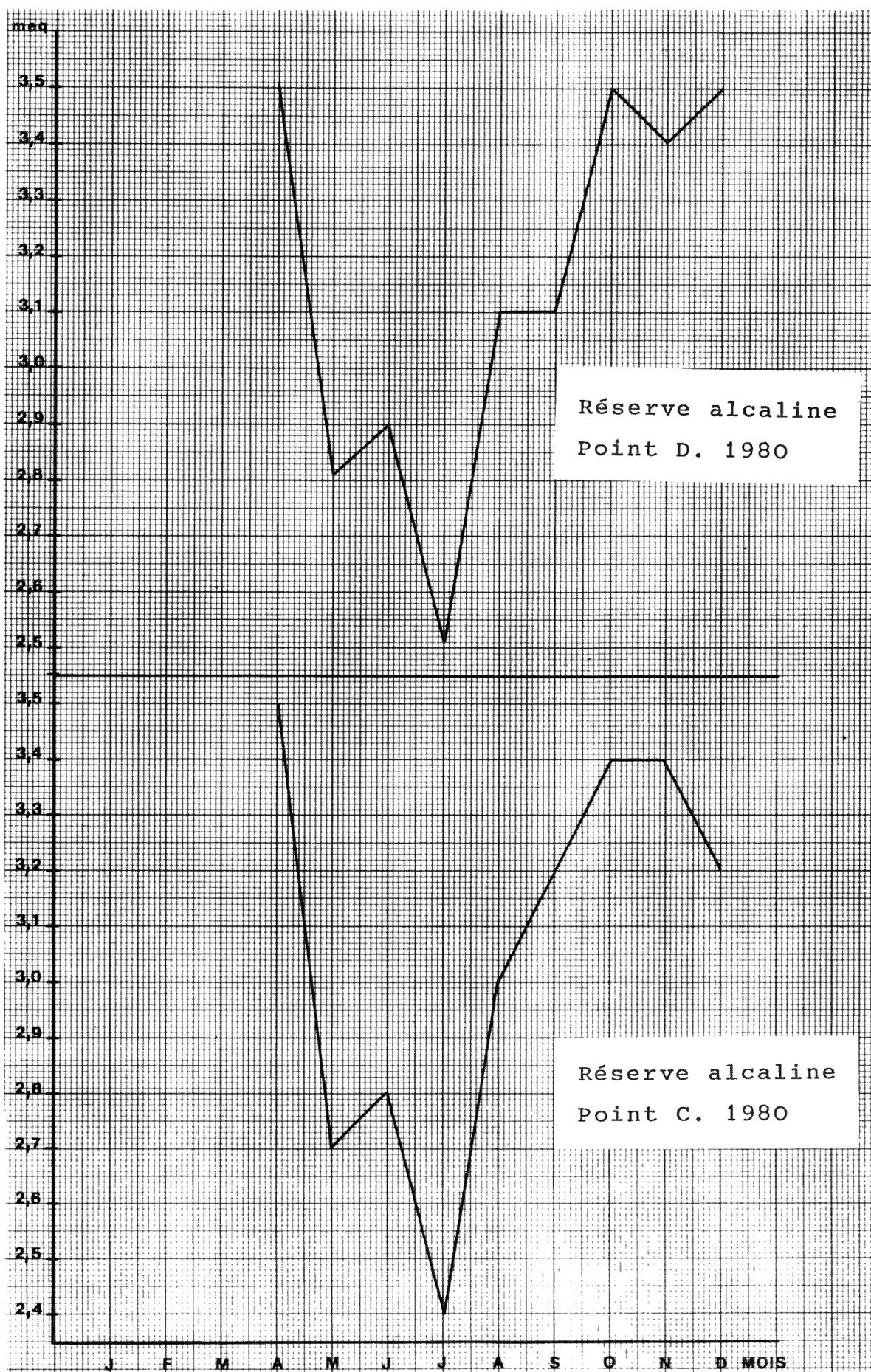


Fig.13.- Réserve alcaline. Points C et D.

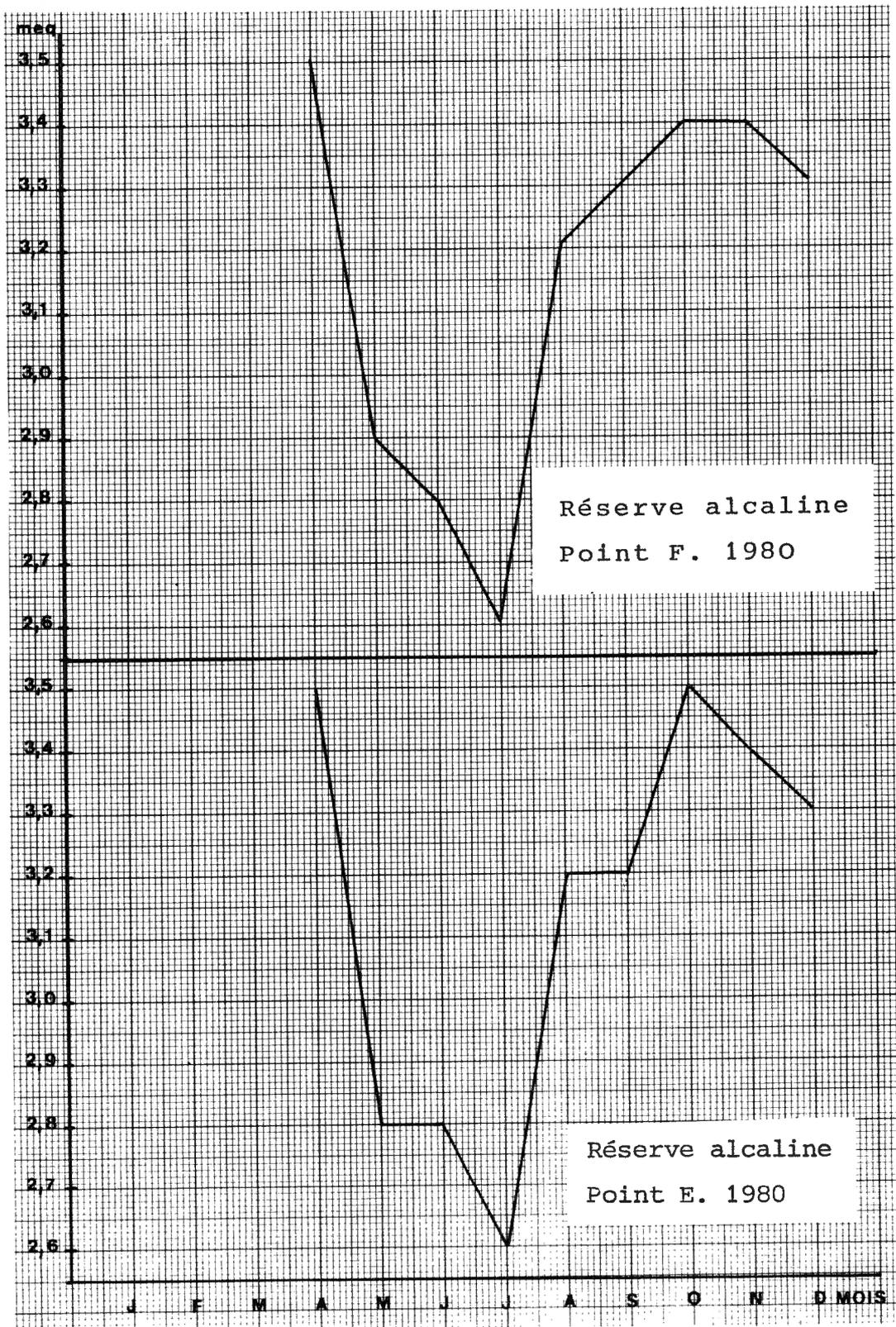


Fig.14.- Réserve alcaline. Points E et F.

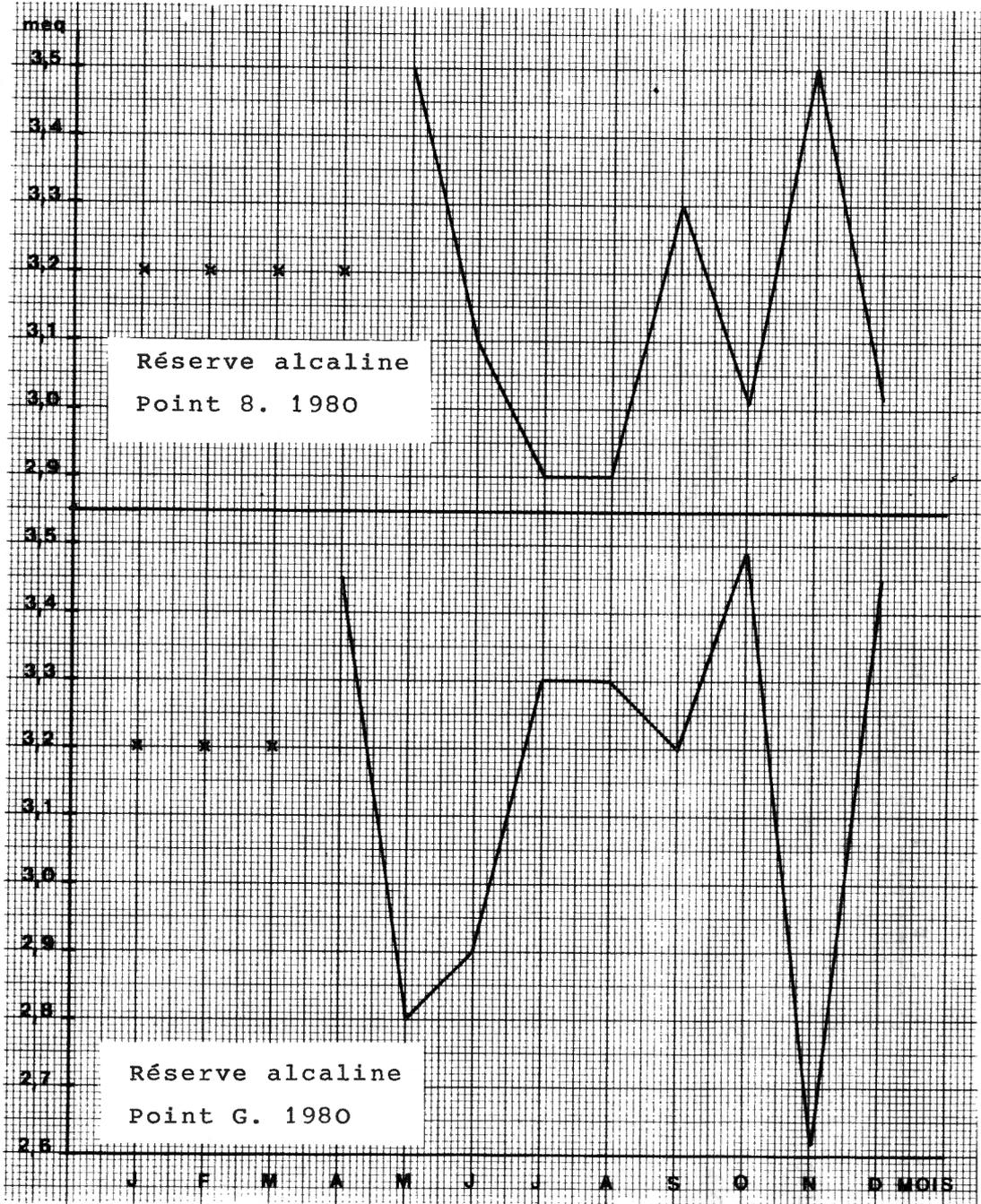


Fig. 15.- Réserve alcaline. Points G et 8.

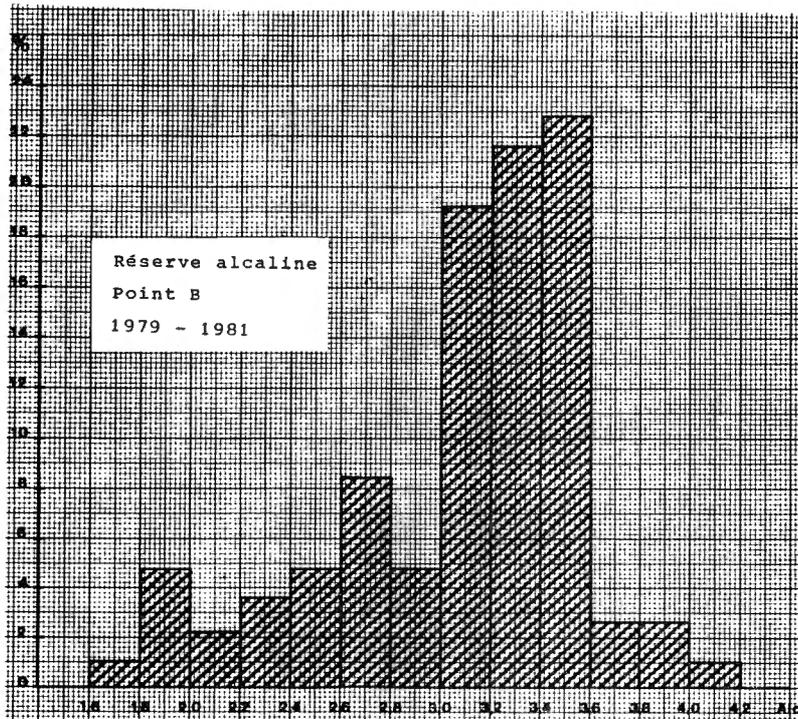
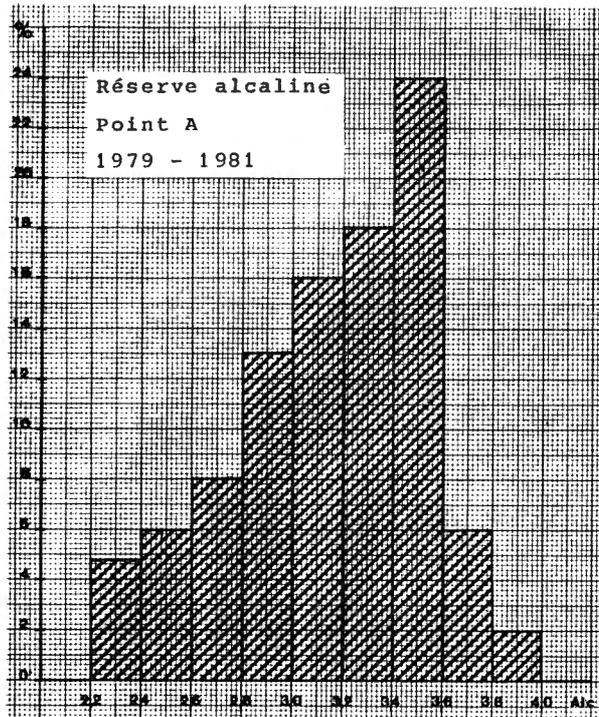


Fig.16.- Réserve alcaline. Points A et B.
Histogrammes de fréquence.

Point G.1980

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-	-	-	3,5	3,0	2,65	3,05	3,35	3,3	3,5	3,55	3,35	
-	-	-	3,4	3,2	2,85	3,15	3,2	2,95	3,45	3,45	-	
-	-	-	-	2,8	3,3	3,7	3,5	3,25	-	3,45	-	
-	-	-	-	2,3	-	3,25	3,15	-	-	-	-	

Point G.1981

3,6	3,6	3,65	4,1	2,85	2,05	-	2,85	3,35	3,55	-	-
3,5	3,7	3,7	3,7	2,75	2,25	-	-	3,30	2,75	-	-
-	-	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Point 8.1979

-	-	-	-	3,8	3,4	2,7	2,55	3,1	3,25	3,4	3,45
-	-	-	-	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,65	3,3	-
-	-	-	-	3,6	2,6	-	3,0	3,9	3,5	3,45	-
-	-	-	-	3,4	-	-	3,2	3,0	3,55	3,4	-

Point 8.1980

3,4	3,45	3,5	3,7	3,0	3,05	2,85	3,15	3,15	3,3	3,55	2,75
3,75	3,50	4,6	-	-	2,8	-	3,2	-	3,55	3,35	3,35
-	3,45	3,7	-	-	2,9	-	-	-	3,45	3,6	-

Point 8.1981

3,6	3,65	3,75	4,1	2,95	2,15	-	2,8	3,45	3,65	-	-
3,6	3,8	3,65	3,75	2,75	2,10	-	-	3,30	3,55	-	-
-	3,8	3,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 15

Réserve alcaline $\text{CO}_3^{=}$ méq./l

Point A

1979	Max.	Min.	1980	Max.	Min.
V	3,6	3,0	I	3,2	2,5
VI	3,6	2,8	II	3,45	3,3
VII	2,7	2,4	III	3,85	3,4
VIII	3,0	2,55	IV	3,7	3,45
IX	3,1	2,9	V	3,0	2,75
X	3,4	3,0	VI	3,05	2,65
XI	3,55	3,25	VII	2,65	2,35
XII	3,5	3,5	VIII	3,5	2,85
			IX	3,15	3,05
			X	3,5	3,25
			XI	3,6	3,2
			XII	3,3	3,3

Point B

1979	Max.	Min.	1980	Max.	Min.
V	3,6	2,5	I	3,2	2,5
VI	2,5	1,6	II	3,2	3,1
VII	1,9	1,9	III	3,45	3,3
VIII	2,5	1,9	IV	3,6	3,5
IX	3,6	2,9	V	3,75	3,55
X	3,5	3,25	VI	3,4	3,05
XI	3,5	3,1	VII	2,75	2,3
XII	3,2	3,2	VIII	2,8	2,45
			IX	2,95	2,85
			X	3,3	3,2
			XI	3,35	3,2
			XII	3,3	3,05

Point C

IV	3,5	3,4
V	3,0	2,5
VI	2,9	2,6
VII	2,5	2,3
VIII	3,35	2,7
IX	3,3	3,1
X	3,55	3,3
XI	3,65	3,25
XII	3,3	3,2

Point D

1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
I	-	-		3,5	3,45
II	-	-		3,7	3,45
III	-	-		3,85	3,8
IV	3,55	3,14		4,05	3,65
V	2,95	2,6		2,95	2,7
VI	3,05	2,75		2,15	
VII	2,6	2,4		-	-
VIII	3,4	2,95		2,75	
IX	3,15	3,0		3,35	3,25
X	3,6	3,45		3,55	3,45
XI	3,5	3,3		-	-
XII	3,55	3,4		-	-

Point E

1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
I	-	-		3,5	3,45
II	-	-		3,7	3,6
III	-	-		3,8	3,65
IV	3,55	3,4		3,95	3,75
V	3,0	2,8			2,85
VI	2,9	2,8			2,1
VII	2,85	2,5			-
VIII	3,4	3,1		3,35	2,7
IX		3,2			3,35
X	3,55	3,4		3,55	3,45
XI	3,55	3,35		-	-
XII		3,3			

Point F

I	-	-		3,55	3,45
II	-	-		3,9	3,8
III	-	-		3,75	3,71
IV	3,5	3,45		3,95	3,6
V	3,15	2,75		3,0	2,6
VI	3,3	2,55		2,05	2,0
VII	3,05	2,45		-	-
VIII	3,35	3,1			2,8
IX	3,45	3,15			3,35
X	3,5	3,4		3,55	3,45
XI	3,45	3,4		-	-
XII		3,35		-	-

Point G

I	-	-		3,6	3,5
II	-	-		3,7	3,6
III	-	-		3,8	3,65
IV	3,5	3,4		4,1	3,7
V	3,2	2,3		2,85	2,75
VI	3,3	2,65		2,25	2,05
VII	3,7	3,05		-	-
VIII	3,5	3,15			2,85
IX	3,3	2,95		3,35	3,30
X	3,5	3,45		3,55	2,75
XI	3,55	3,45		-	-
XII		3,35			

Point 8

	1979		1980		1981	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
I	-	-	3,75	3,4	3,6	
II	-	-	3,5	3,45	3,3	3,65
III	-	-	4,6	3,5	3,75	3,65
IV	-	-		3,7	4,1	3,75
V	3,8	3,1		3,0	2,95	2,75
VI	3,4	2,6	3,4	2,6	2,15	2,10
VII	3,2	2,7	3,2	2,7	-	-
VIII	3,2	2,55	3,2	2,55	2,8	
IX	3,9	3,0	3,9	3,0	3,45	3,3
X	3,65	3,25	3,65	3,25	3,65	3,55
XI	3,45	3,3	3,4	3,3	-	-
XII		3,45		3,45	-	-

Tableau 16

Réserve alcaline $\text{CO}_3^{=}$ méq./litre

1981

Points	A		B		C	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
I	3,5	3,1	3,4	3,25	3,55	3,4
II	3,7	3,55	3,55	3,30	3,65	3,55
III	3,75	3,6	3,85	3,45	3,75	3,7
IV	3,85	3,75	4,05	3,6	3,9	3,75
V	2,85	2,85	3,6	3,5	2,85	2,6
VI	2,35	2,2	3,2	2,75	2,5	2,2
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	2,6	-	2,8	-	2,5	-
IX	3,3	3,15	3,4	3,3	3,35	3,2
X	3,55	3,45	3,55	3,45	3,55	3,4

Tableau 17

Réserve alcaline méq. $\text{CO}_3^{=}$ /litre

Année 1980

Points	A	B	C	D	E	F	G	8
I	2,85	2,8	-	-	-	-	-	-
II	3,4	3,1	-	-	-	-	-	-
III	3,6	3,4	-	-	-	-	-	-
IV	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,45	-
V	2,85	3,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,8	3,5
VI	3,0	3,3	2,8	2,9	2,8	2,8	2,9	3,1
VII	2,47	2,5	2,4	2,5	2,6	2,6	3,3	2,9
VIII	3,1	2,6	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	2,9
IX	3,1	3,2	3,2	3,1	3,2	3,3	3,2	3,3
X	3,4	3,2	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,0
XI	3,4	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4	2,6	3,5
XII	3,3	3,1	3,2	3,5	3,3	3,3	3,45	3,0

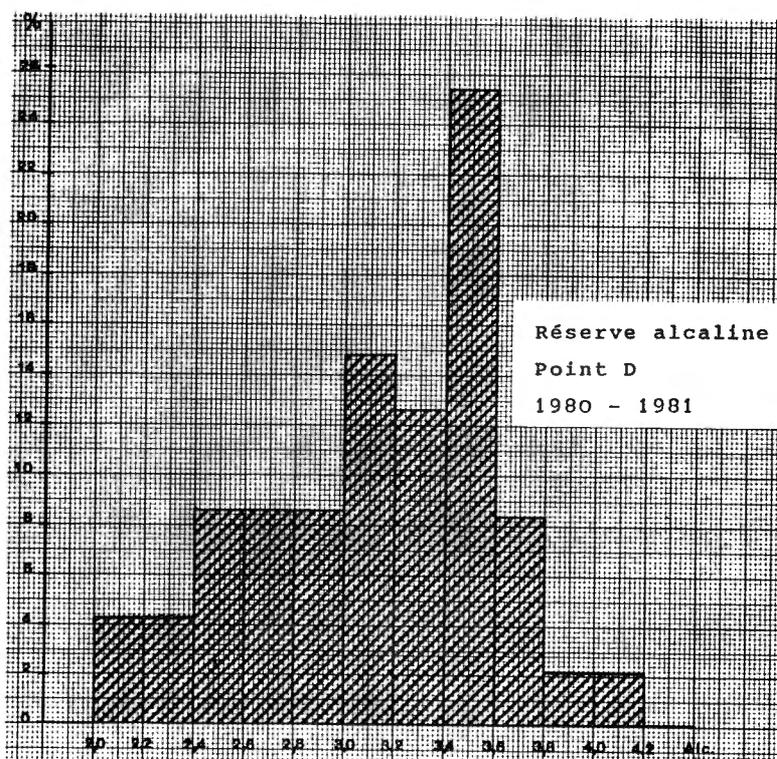
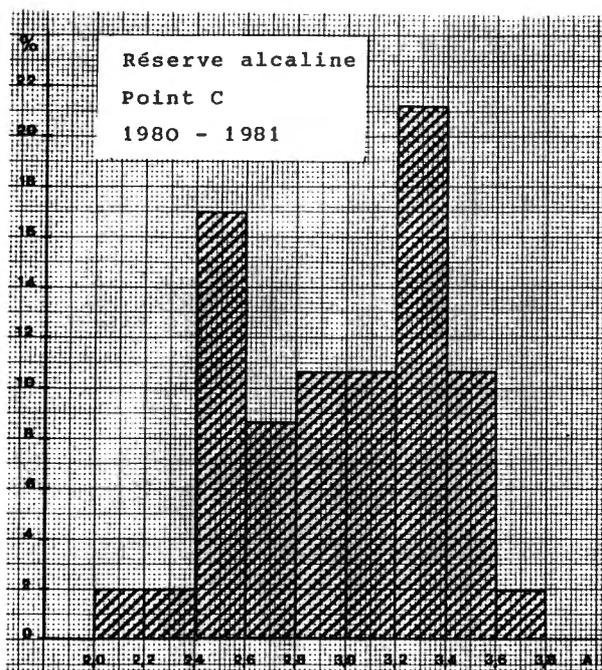


Fig.52.- Réserve alcaline. Points C et D.
Histogrammes de fréquence.

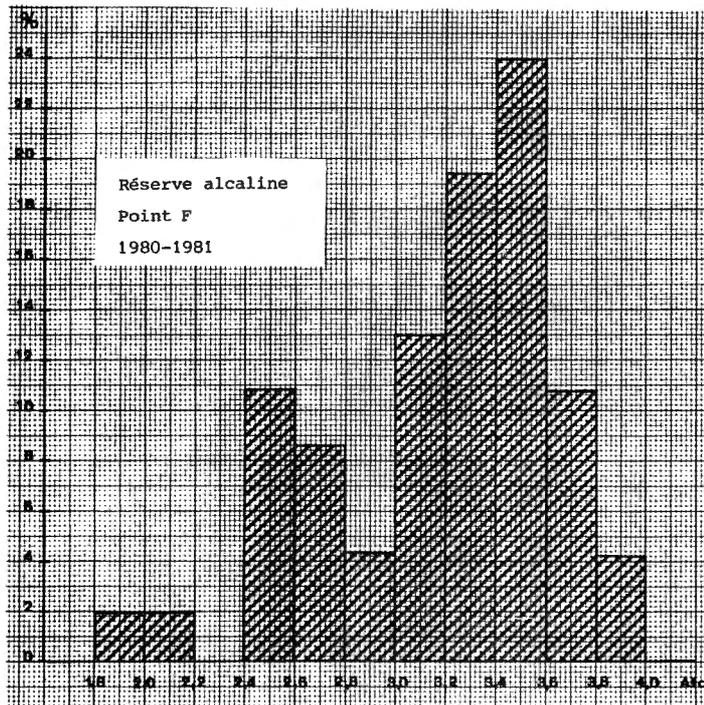
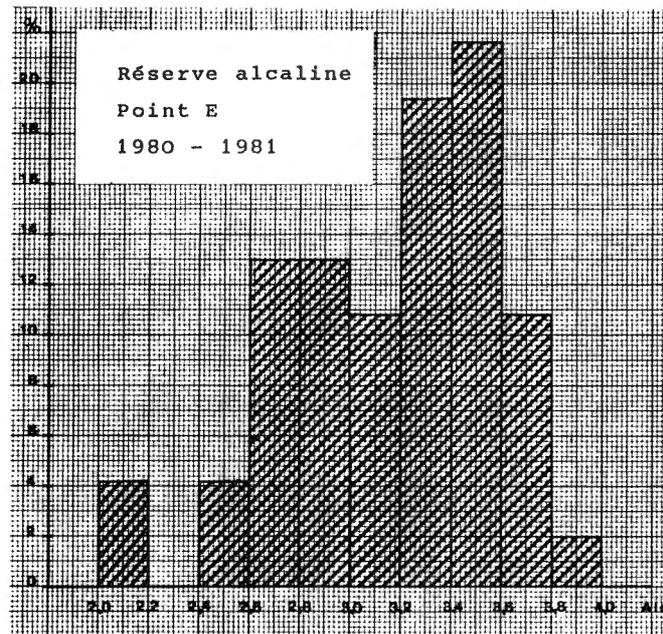


Fig.18.- Réserve alcaline. Points E et F.
Histogrammes de fréquence.

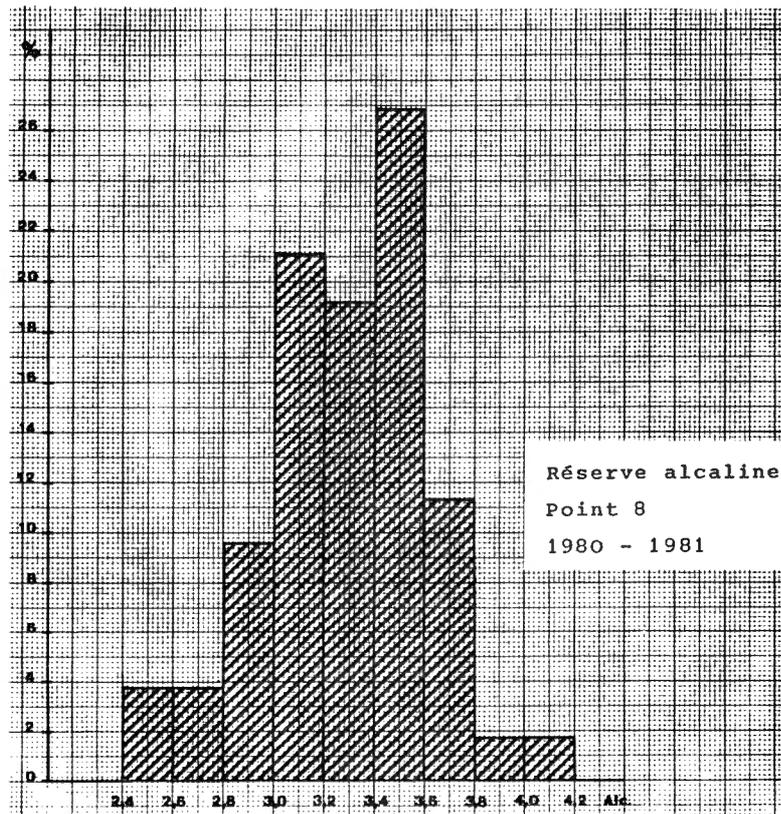
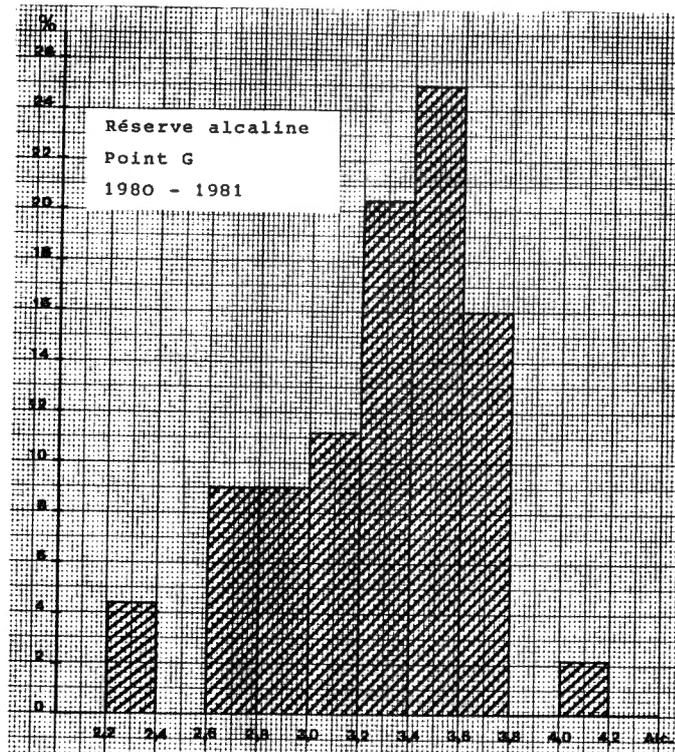


Fig.19.-Réserve alcaline. Points G et 8.
Histogrammes de fréquence.

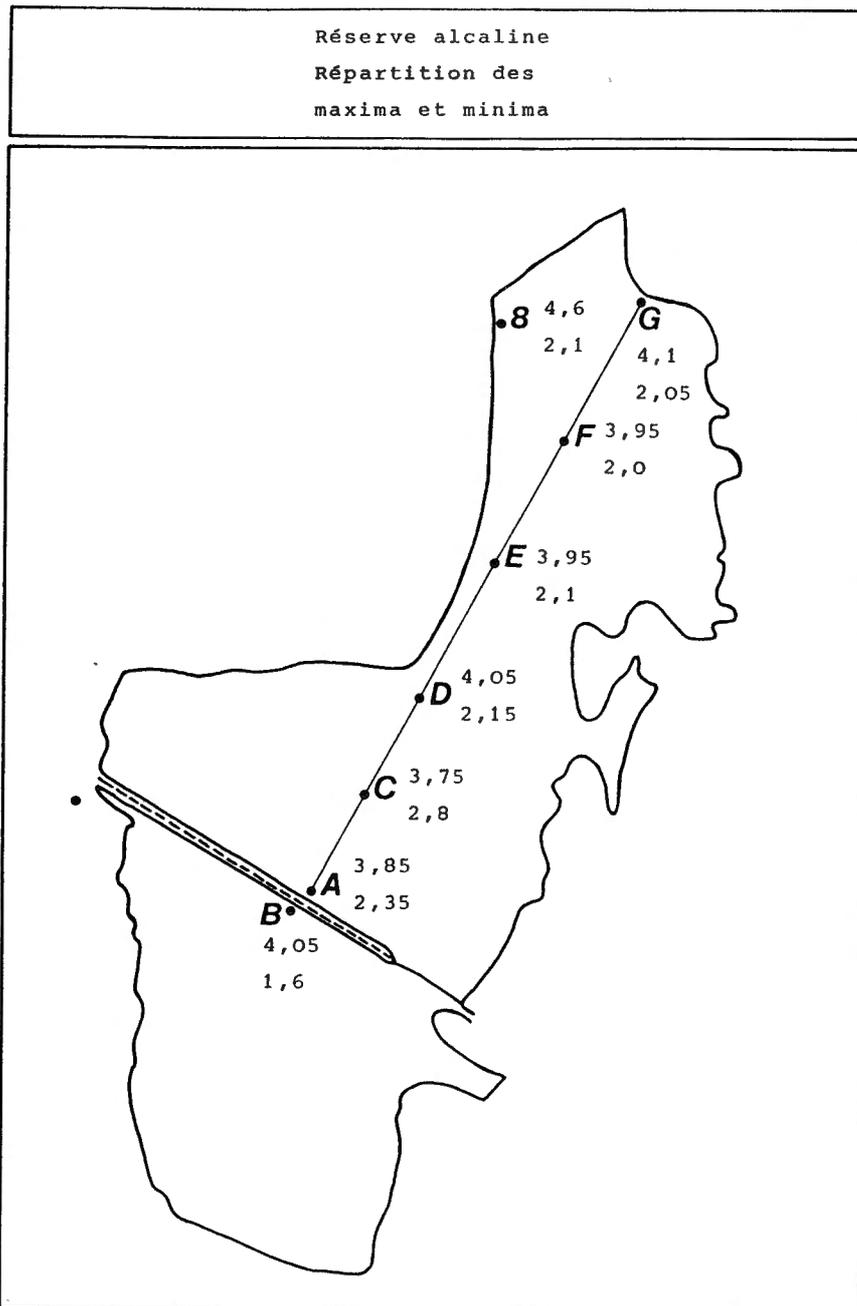


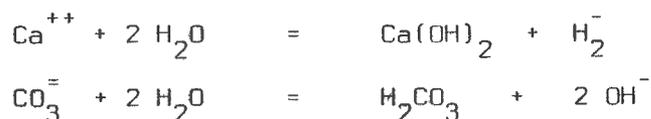
Fig.20.- Réserve alcaline. Répartition des minima et maxima.

Tableau 18

Réserve alcaline, répartition des maxima					
Point A.1979	3,6	(V)	Point B.1979	3,6	(V - IX)
1980	3,85	(III)	1980	3,75	(VI)
1981	3,85	(IV)	1981	4,05	(IV)
Point C.1980	3,65	(IX)	Point D.1980	3,55	(IV,X,XI)
1981	3,75	(III)	1981	3,95	(IV)
Point E.1980	3,55	(IV,X,XI)	Point F.1980	3,5	(IV - X)
1981	3,95	(IV)	1981	3,95	(IV)
Point G.1980	3,55	(XI)	Point 8.1979	3,8	(V)
1981	4,1	(IV)	1980	4,6	(III)
			1981	4,1	(IV)
Répartition des minima					
Point A.1979	2,4	(VII)	Point B.1979	1,6	(VI)
1980	2,35	(VII)	1980	2,3	(VII)
1981	2,2	(VI)	1981	2,75	(VI)
Point C.1980	2,3	(VII)	Point D.1980	2,4	(VII)
1981	2,2	(VI)	1981	2,15	(VI)
Point E.1980	2,5	(VII)	Point F.1980	2,45	(VII)
1981	2,1	(VI)	1981	2,0	(VI)
Point G.1980	2,3	(V)	Point 8.1979	2,55	(VIII)
1981	2,05	(VI)	1980	2,55	(VIII)
			1981	2,10	(VI)

A cet endroit de notre exposé, il convient de se rappeler les notions principales au sujet du mécanisme connu sous le nom de "Système acide carbonique". Il dépend des concentrations en bicarbonate de calcium. La solubilité du CaCO_3 étant minime, de l'ordre de 0,011 g par litre, une solution vraie ne peut s'effectuer qu'en présence d'acide carbonique, libre.

L'hydrogène carbonate et le carbonate étant des sels d'une base forte et d'un acide faible, l'hydrolyse se poursuit ainsi:



Comme $\text{Ca}(\text{OH})_2$ est une base forte avec dissociation presque complète, les ions $(\text{OH})^-$ alcalinisent la solution.

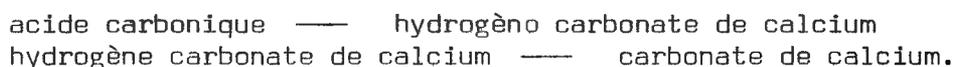
On peut encore déduire une troisième équation:



ou bien:

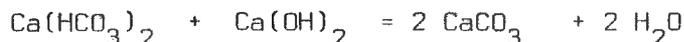


Dans une eau naturelle stagnante on trouve du carbonate et du bicarbonate, et, presque toujours, une minime quantité d'acide carbonique libre, de sorte que l'eau devient un complexe de:



Une eau naturelle serait d'ailleurs pauvre en CO_2 et par conséquent en Ca, si la seule source du CO_2 était atmosphérique. Mais des processus biologiques comme la dégradation de la matière organique morte, la respiration des animaux aquatiques, les fermentations se produisant dans la vase, apportent de grandes quantités de CO_2 qui favorisent la mise en solution de Ca sous forme de hydrogène carbonate.

Théoriquement, la plante (plantes aquatiques et phytoplancton) emprunte à l'eau les molécules de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ les décompose dans ses cellules, utilise le CO_2 libéré et excrète ensuite $\text{Ca}(\text{OH})_2$. La gaine aqueuse entourant la plante est devenue tellement alcaline par l'excrétion de cet hydroxyde que la phénolphthaléine peut être colorée en rose. Lorsque cette eau alcaline entre ensuite en contact avec du $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ de calcium dissous, la réaction suivante se produit:



en d'autres termes, l'anhydride carbonique est précipité ainsi complètement comme CaCO_3 insoluble et donc inutile à l'assimilation.

Pour que cette dernière reste toujours possible, il est indispensable que le manteau d'eau autour des plantes, macrophytes et microphytes, soit éloigné par les mouvements de l'eau et remplacé par de l'eau fraîche, plus riche en CO_2 .

On pourrait se demander pourquoi, lors de la précipitation du CaCO_3 on peut tout de même encore déceler une réaction dans le sens alcalin. Ne perdons pas de vue qu'à côté de CaCO_3 du MgCO_3 se trouve dans la solution, en petite quantité seulement, qui confère à l'eau une réaction fortement alcaline.

Le CaCO_3 précipité se retrouve soit sous forme d'incrustations (p.ex. sur Potamogeton, sur Chara), ou au sein de la masse gélatineuse entourant certaines espèces d'algues, soit en minces cristaux flottant au sein de l'eau et précipitant progressivement dans la vase.

En moyenne, ce phénomène se manifeste depuis le mois de mai, durant l'été et ne se termine qu'en septembre-octobre. Au cours des mois d'hiver, la concentration en Ca redevient normale.

Dans certaines conditions bien déterminées on peut donc se trouver devant le phénomène de la "décalcification biologique ou abiologique" assez bien connu et décrit par plusieurs auteurs.

J. JOHNSTON et E.D. WILLIAMSON (1916) ont étudié le rôle des agents inorganiques dans la précipitation du CaCO_3 .

Dans une solution, à une température déterminée, saturée de CaCO_3 pur, le produit de dissolution (Ca^{++}). (CO_3^-) produit de la concentration respective de l'ion (Ca^{++}) et de l'ion (CO_3^-) est une constante, indépendamment de la concentration en CO_2 libre de la solution, de la présence d'autres sels.

Ce produit de solubilité constant, caractéristique, est à distinguer avec soin de la solubilité, concentration du Ca total d'une solution en équilibre avec la calcite pure d'après les mesures habituelles. Ce Ca est associé à du bicarbonate et de l'hydroxyde, ou à tout autre anion présent, ou à du carbonate: en effet, dans les conditions atmosphériques habituelles une fraction seulement du Ca total est toujours associée à du carbonate.

Le fait de la constance de ce produit de solubilité en présence de calcite pur permet de calculer avec toute la précision requise la solubilité du calcite à n'importe quelle condition spécifiée, en présence de Ca^{++} ou CO_3^- de n'importe quelle source, en prenant soin toutefois de déterminer la concentration ionique actuelle.

La concentration en H_2CO_3 (CO_2 "libre") est réglée par la pression partielle (P) ou proportion de CO_2 dans la couche atmosphérique en contact avec la solution et réciproquement. Pour une valeur donnée de P, cette concentration diminue avec l'augmentation de la température puisque le coefficient d'absorption du CO_2 diminue.

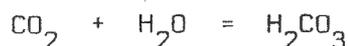
À une température déterminée, la solubilité totale, c'est-à-dire la concentration totale du Ca de la solution, varie avec la concentration de HCO_3^- (donc avec P), par le fait que cette dernière détermine la proportion d'ion carbonate (CO_3^-), d'ion hydrocarbonate (HCO_3^-) et d'ion hydroxyle (OH^-), en accord avec les expressions mathématiques définies, et, puisque le produit de solubilité (Ca^{++}). (CO_3^-) demeure constant, (Ca^{++}) doit varier en raison inverse du (CO_3^-). La présence d'autres sels influence également cette solubilité totale.

Aussi longtemps que la calcite pure est la phase solide stable en équilibre avec la solution, la grandeur de cet effet sera tout de suite calculable puisque les diverses concentrations s'ajustent toujours elles-mêmes jusqu'à ce que le produit de solubilité (Ca^{++}). (CO_3^-) atteigne sa valeur caractéristique. Le produit de solubilité de la calcite diminue avec l'accroissement de la température et n'est pas affecté dans une grande mesure par les variations de la pression hydrostatique.

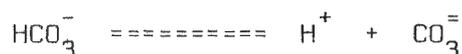
J.N. BRONSTEDT et C. WESEBERG-LUND (1912) surtout L. MINDER (1923) et J. PIA (1932, 1933) ont consacré de nombreuses recherches concernant la décalcification biologique, au sujet desquelles il n'y a pas moyen de nous étendre longuement ici.

En se basant sur la théorie déjà relativement ancienne de la dissociation, certains auteurs ont expliqué le phénomène de la décalcification.

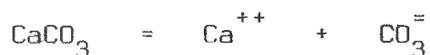
L'anhydride carbonique est lié, en petites quantités, à l'eau:



Cet acide carbonique montre une double dissociation:



Le carbonate de calcium se dissocie:



Lorsque l'acide carbonique formé au cours de la dissociation est soustrait, l'équilibre se déplace vers la gauche. La concentration en ions $(\text{HCO}_3)^-$ diminue et sa dissociation augmente.

L'équilibre se déplace vers la droite et cela d'autant plus rapidement que la quantité d'ions $(\text{HCO}_3)^-$ diminue. La solution s'enrichit de cette manière en ions $(\text{CO}_3)^{--}$. Le produit $(\text{Ca}^{++}) \cdot (\text{CO}_3)^{--}$ augmente. Lorsque la valeur dépasse celle d'une solution saturée, il y a précipitation de CaCO_3 .

Cette représentation est basée sur des variations de la concentration en CO_2 , par suite de l'équilibre du gaz avec l'atmosphère. L'influence de la température est très grande, car la grandeur du coefficient d'absorption en dépend.

On peut dire avec L. MINDER que cette décalcification biologique et plus spécialement planctogène n'est pas rare dans les lacs et qu'elle est d'un intérêt primordial aussi bien pour le biologiste que pour le géologue et qu'elle constitue une propriété caractéristique des lacs du type eutrophe.

Considérée autrefois comme presque identique à n'importe quel point d'un lac, à une même période de l'année, l'alcalinité s'est avérée, depuis, comme pouvant présenter des différences sensibles et subir des influences locales assez notables. Un certain nombre de facteurs provoquent des variations dans l'évolution de l'alcalinité, facteurs dépendant à leur tour de la variabilité presque continue du biotope envisagé au double de vue macro-, microclimatique et biotique. Il est très difficile de suivre l'influence séparée de chaque facteur, ce ne sont que ceux qui présentent entre eux une causalité bien définie, dont nous pouvons plus ou moins déterminer et suivre l'action, pour autant que celle-ci soit quantitative.

A ce point de vue, le métabolisme de l'acide carbonique dans les eaux naturelles, tout compliqué qu'il soit, est peut être le seul qui se prête à une investigation approfondie, basée sur des données bien définies.

Afin de pouvoir expliquer les diverses réactions chimiques dont l'eau d'un lac est le siège, nous avons crû utile de revoir d'une manière succincte, les théories sur lesquelles se basent nos connaissances actuelles du cycle de l'acide carbonique dans les eaux naturelles.

On admet généralement que l'anhydride carbonique réagit avec l'eau d'après la formule:



Cette nouvelle combinaison se dissocie en partie:

$$K_1 (\text{H}_2\text{CO}_3) = (\text{H}^+) \cdot (\text{HCO}_3^-) \quad (1)$$

formule dans laquelle K_1 désigne la première constante de dissociation de l'acide carbonique à 20°C, c'est à dire environ $3,5 \times 10^{-7}$. A partir de cette première dissociation, il se forme du bicarbonate qui de dissocie ensuite en carbonate:

$$K_2 (\text{HCO}_3^-) = (\text{H}^+) \cdot (\text{CO}_3^{--}) \quad (2)$$

formule dans laquelle K_2 désigne la seconde constante de dissociation: $4,7 \times 10^{-11}$.

Si nous admettons qu'en général, le CO_2 a été transformé en entier en H_2CO_3 , on peut dire que le CO_2 des eaux naturelles se présente sous trois formes: non dissocié, comme bicarbonate et comme carbonate.

Comme nous trouvons aussi la concentration en ions Hydrogène dans les équations (1) et (2), nous pouvons donc conclure à une grande influence de cette concentration sur le rapport entre les trois formes sous lesquelles l'acide carbonique se présente. Ce rapport est facile à calculer suivant une méthode proposée par L. MICHAELIS.

Posons l'acide carbonique total d'une eau égal à 100, il vient que

$$(\text{H}_2\text{CO}_3) + (\text{HCO}_3^-) + (\text{CO}_3^{--}) = 100 \quad (3)$$

en combinant (3) avec les équations (1) et (2) on trouve:

$$(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{100}{1 + \frac{K_1}{(\text{H}^+)} + \frac{K_1 K_2}{(\text{H}^+)^2}} \quad (4)$$

$$(\text{HCO}_3^-) = \frac{100}{1 + \frac{(\text{H}^+)}{K_1} + \frac{K_2}{(\text{H}^+)}} \quad (5)$$

$$(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{100}{1 + \frac{(\text{H}^+)}{K_2} + \frac{(\text{H}^+)^2}{K_1 K_2}} \quad (6)$$

Les équations (4), (5) et (6) nous permettent de calculer les rapports entre CO_2 , bicarbonates et carbonates à un pH déterminé, d'après une table due à L. BAAS-BECKING (1934).

Tableau 19

H^+	H_2CO_3	HCO_3^-	CO_3^{2-}
10^{-4}	99,6	0,4	0,0
10^{-5}	96,6	3,4	0,0
10^{-6}	74,1	25,9	0,0
10^{-7}	22,2	77,8	0,0
10^{-8}	2,8	96,7	0,5
10^{-9}	0,3	95,2	4,5
10^{-10}	0,0	67,9	32,1
10^{-11}	0,0	17,6	82,4
10^{-12}	0,0	2,1	97,9

En portant les diverses valeurs sur un diagramme avec les % molaires en abscisse et les pH en ordonnée, on obtient le graphique qui montre:

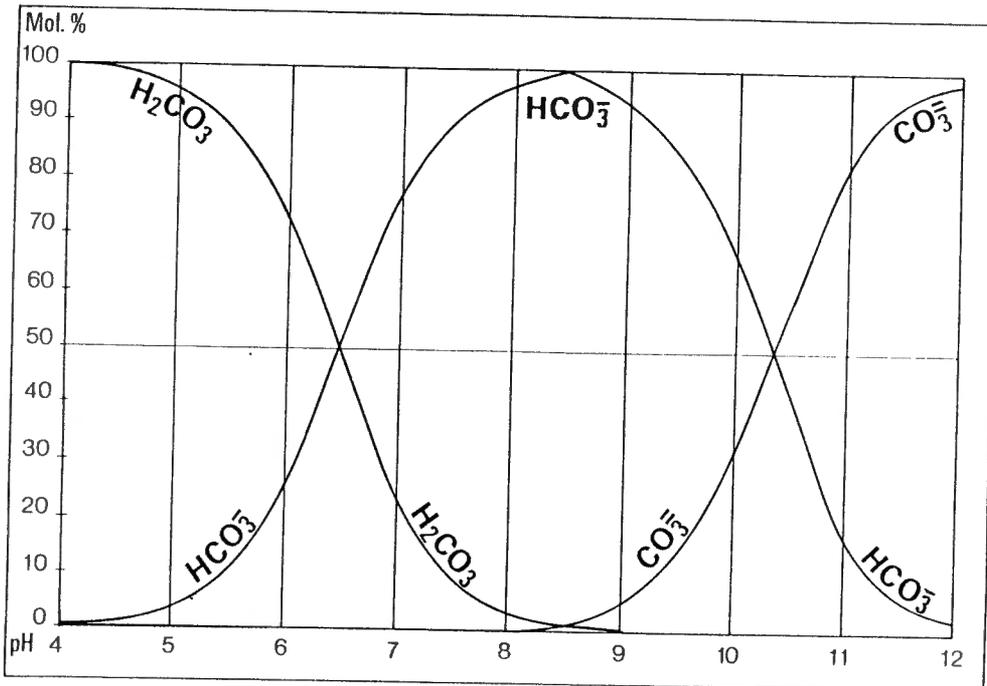


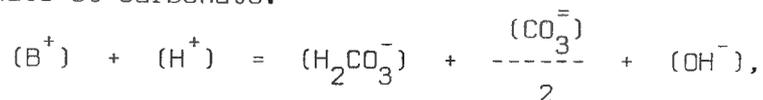
Fig. - 21. Molarité de l'acide carbonique, bicarbonique et carbonate à des degrés d'acidité différents.

- 1° - qu'à pH > 9, il n'y a plus d'acide carbonique,
- 2° - que les hydrogène carbonates ont leur maximum à pH = 8,2.
- 3° - qu'à pH = 12 tout l'acide carbonique est transformé en carbonate.

De ces chiffres on peut déduire certains faits importants pour le biologiste.

Comme les organismes à chlorophylle et les bactéries autotrophes utilisent l'acide carbonique contenu dans l'eau, on peut trouver dans ce diagramme sous quelle forme, à un pH donné, cet acide se trouvera à leur disposition.

Le fait que beaucoup de plantes à chlorophylle ne parviennent plus à assimiler lorsque le pH > 9,0 montre que la forme sous laquelle l'acide carbonique se présente à eux est particulièrement importante pour les phénomènes vitaux. Le principe excès-base de J. JOHNSTON, c'est à dire le nombre d'équivalents d'un métal (B⁺) d'une eau en équilibre avec les ions Hydrogène, hydroxyle, hydrogène carbonate et carbonate.



nous permet de préciser beaucoup de phénomènes chimiques se passant au sein de l'eau.

On a pu calculer ainsi que dans une eau très alcaline il y a encore des traces de H₂CO₃. Si donc il faut du H₂CO₃ libre pour l'assimilation chlorophyllienne, il sera disponible, en petites quantités toutefois. Mais si, pendant l'assimilation, H₂CO₃ est absorbé, (B⁺) restant constant,

il résulte de la formule de J. JOHNSTON, que le degré d'acidité diminuera, et du diagramme on pourra conclure que, à degré d'acidité diminué, l'équilibre acide carbonique-carbonate se déplacera dans le sens carbonate. Lorsque l'acide carbonique est éliminé de l'eau, le $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ se dissociera:



mais, comme la quantité totale d'acide carbonique a diminué, le rapport entre les trois formes a changé.

Par contre, lorsque la respiration prédomine, la quantité d'acide augmentera. Une partie de cet acide se dissociera toutefois en bicarbonate et même en carbonate, mais l'augmentation de la quantité totale aura pour conséquence que l'équilibre sera déplacé dans le sens carbonique parallèlement à une augmentation du degré d'acidité.

Dans l'épilimnion la quantité d'acide carbonique est sujette à un certain nombre de variations. En contact permanent avec l'atmosphère et soumise à l'influence du vent, cette couche superficielle a une tendance à garder la concentration normale en CO_2 en équilibre avec l'atmosphère. La respiration des organismes vivants dans l'épilimnion et les décompositions qui y ont leur siège, tendent à accroître cette quantité, de sorte qu'elle peut, dans certaines circonstances, dépasser le coefficient de saturation.

D'autre part, cette couche étant la zone trophogène par excellence, où la photosynthèse atteint un haut degré d'activité, l'acide carbonique est absorbé et de l'oxygène libéré. Lorsque la masse d'organismes à chlorophylle est considérable et que les conditions sont favorables, la demande de CO_2 dépasse les quantités normalement disponibles et les organismes doivent faire appel aux bicarbonates pour satisfaire leur besoin en CO_2 , d'où il résulte une alcalinisation temporaire des couches superficielles.

L'état sous lequel le CO_2 se présente dans l'épilimnion est donc la résultante de l'interaction de plusieurs facteurs: le contact avec l'atmosphère, la décomposition, la respiration des vertébrés et des invertébrés, l'abondance et l'activité des algues et les conditions atmosphériques, c'est à dire en dernière analyse, des agents producteurs et consommateurs de CO_2 .

Lorsque l'épilimnion sera donc devenu alcalin, le phytoplancton aura consommé non seulement tout l'acide libre, mais aussi les hydrogènes carbonates pour subvenir aux besoins en CO_2 de son activité de photosynthèse.

Oxygène dissous.

L'interprétation des résultats obtenus pour l'oxygène dissous est particulièrement délicate: nous ignorons complètement l'incidence sur la concentration exercée par les hydrophytes nageants ou enracinés, par la quantité même approximative et la répartition sur le fond des tapis d'algues filamenteuses. Il n'a pas été possible de suivre l'évolution de l'oxygène au cours de la nuit. Les prélèvements ont été effectués la plupart du temps durant la matinée.

Quoiqu'il en soit, on peut néanmoins observer quelques faits principaux.

Durant toute la période sous examen et pour tous les points pris dans leur ensemble, les sursaturations en oxygène dissous ont été relativement peu nombreuses: sur 342 déterminations on n'a pu mesurer que 62 cas de sursaturation légère. Les cas les plus nombreux ont été observés aux points A et B.

Point A	66 analyses	13 cas	E	34 analyses	3 cas
B	59	15	F	35	4
C	36	6	G	32	8
D	34	5	H	46	8
		Total		342	62

soit 18,1 %.

Les sursaturations se manifestent de mai à septembre inclus, mois à forte activité photosynthétique. Le point maximum atteint est une sursaturation de 147 % au point B et juillet 1980. Le dépouillement des résultats pour l'ensemble des points et pour la période entière, donne:

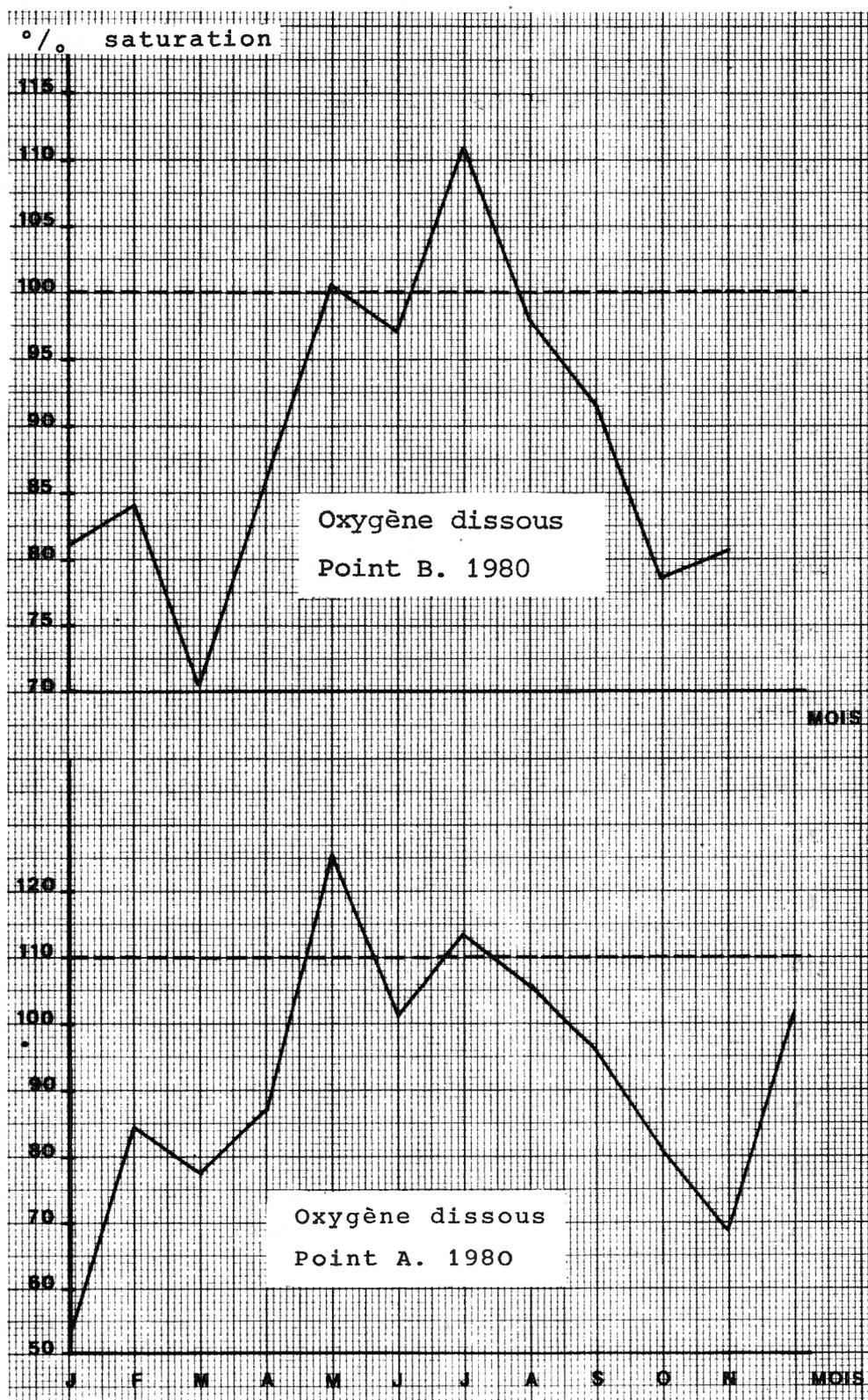


Fig.22.- Oxygène dissous. Points A et B.

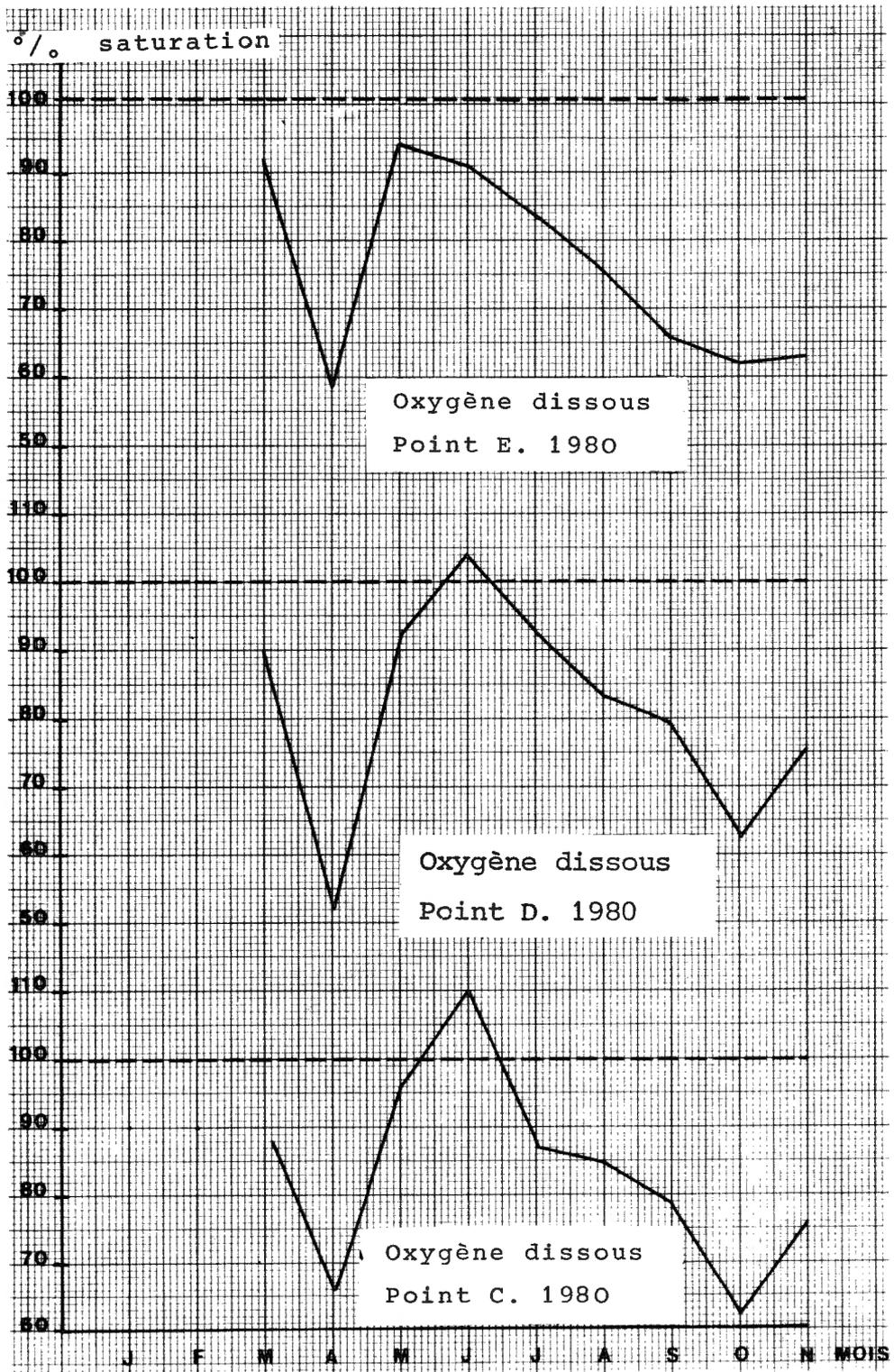


Fig.23.- Oxygène dissous. Points C , D et E.

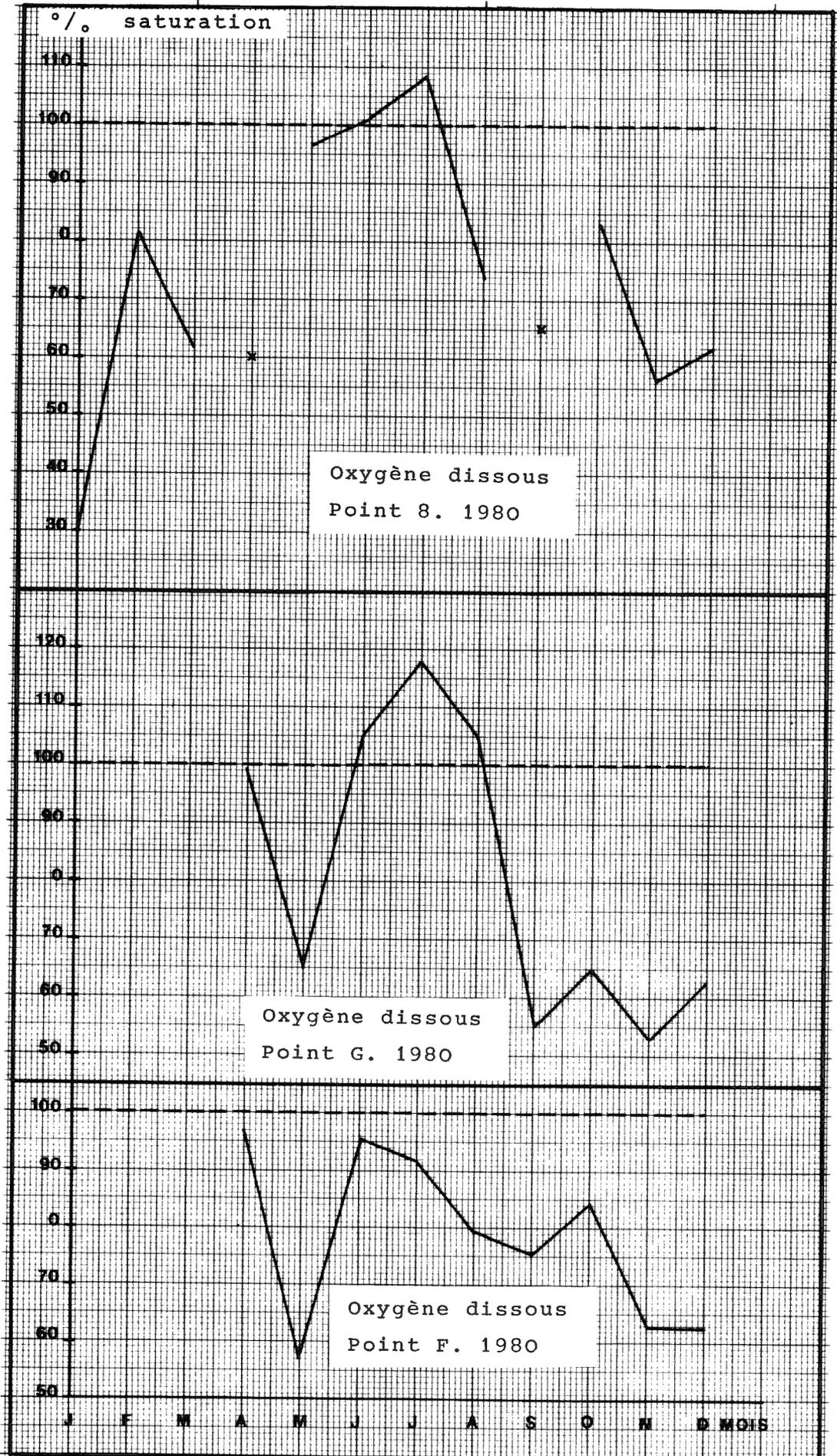


Fig.24.- Oxygène dissous. Points F, G et 8.

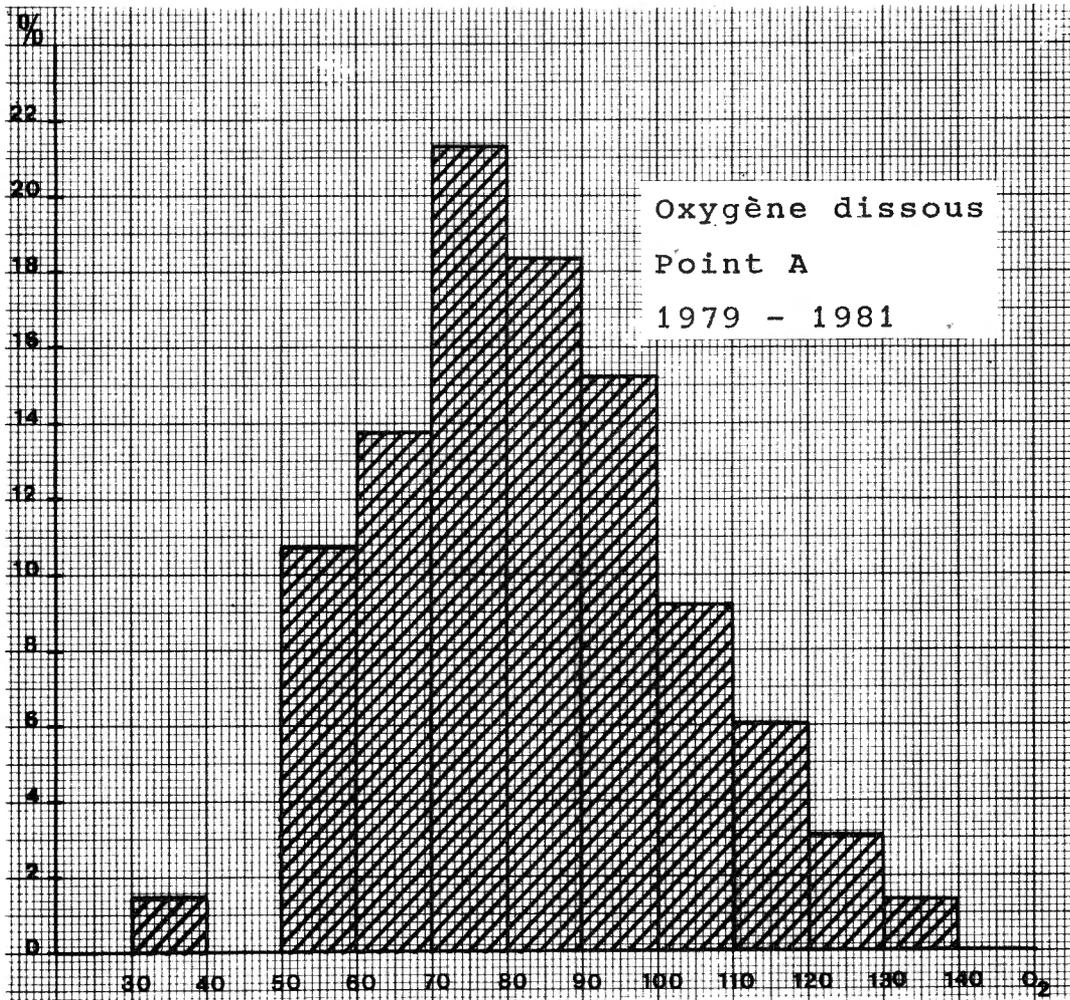


Fig.25.- Oxygène dissous. Histogramme de fréquence. Point A.

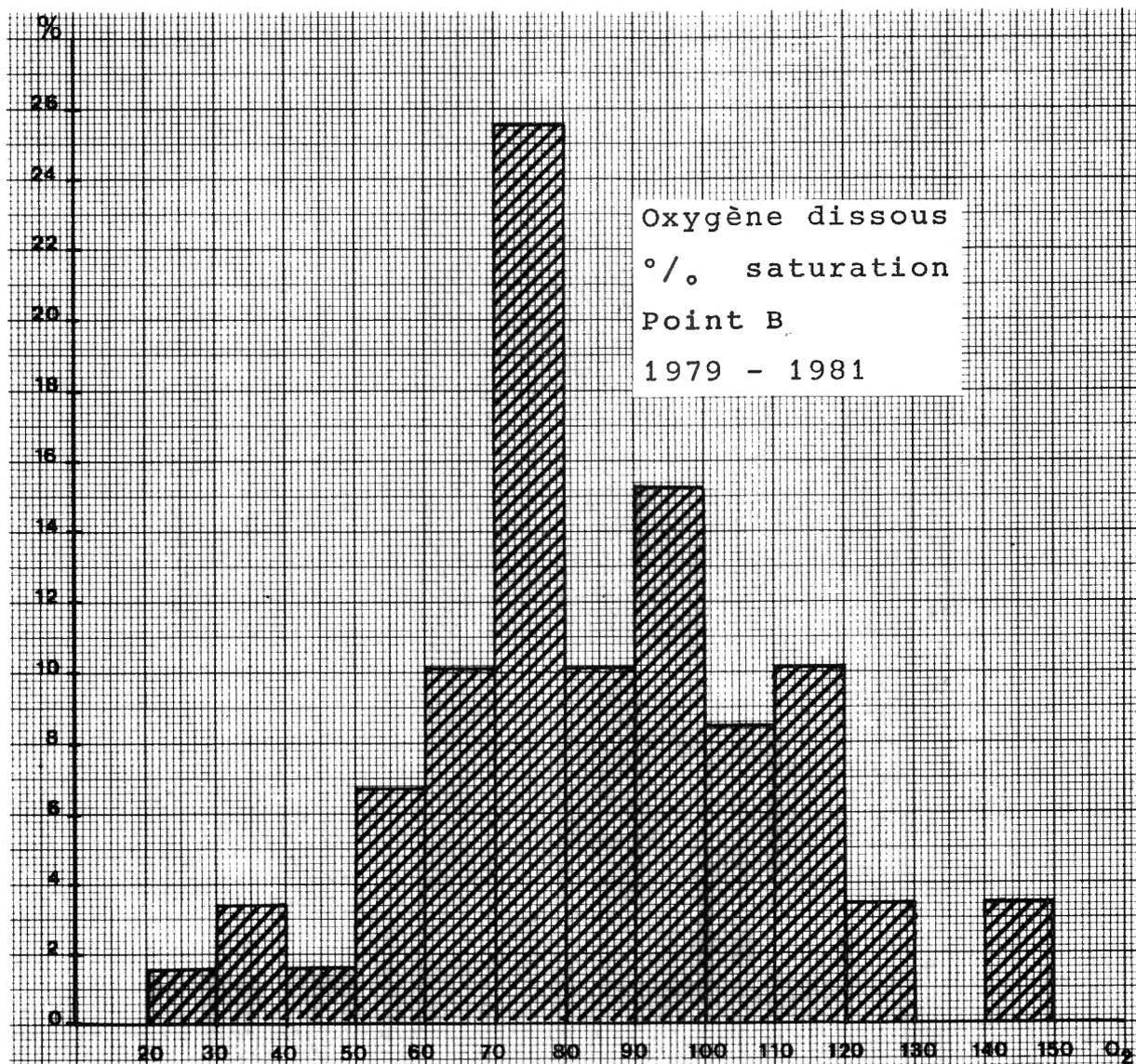


Fig.26.- Oxygène dissous. Histogramme de fréquence. Point B.

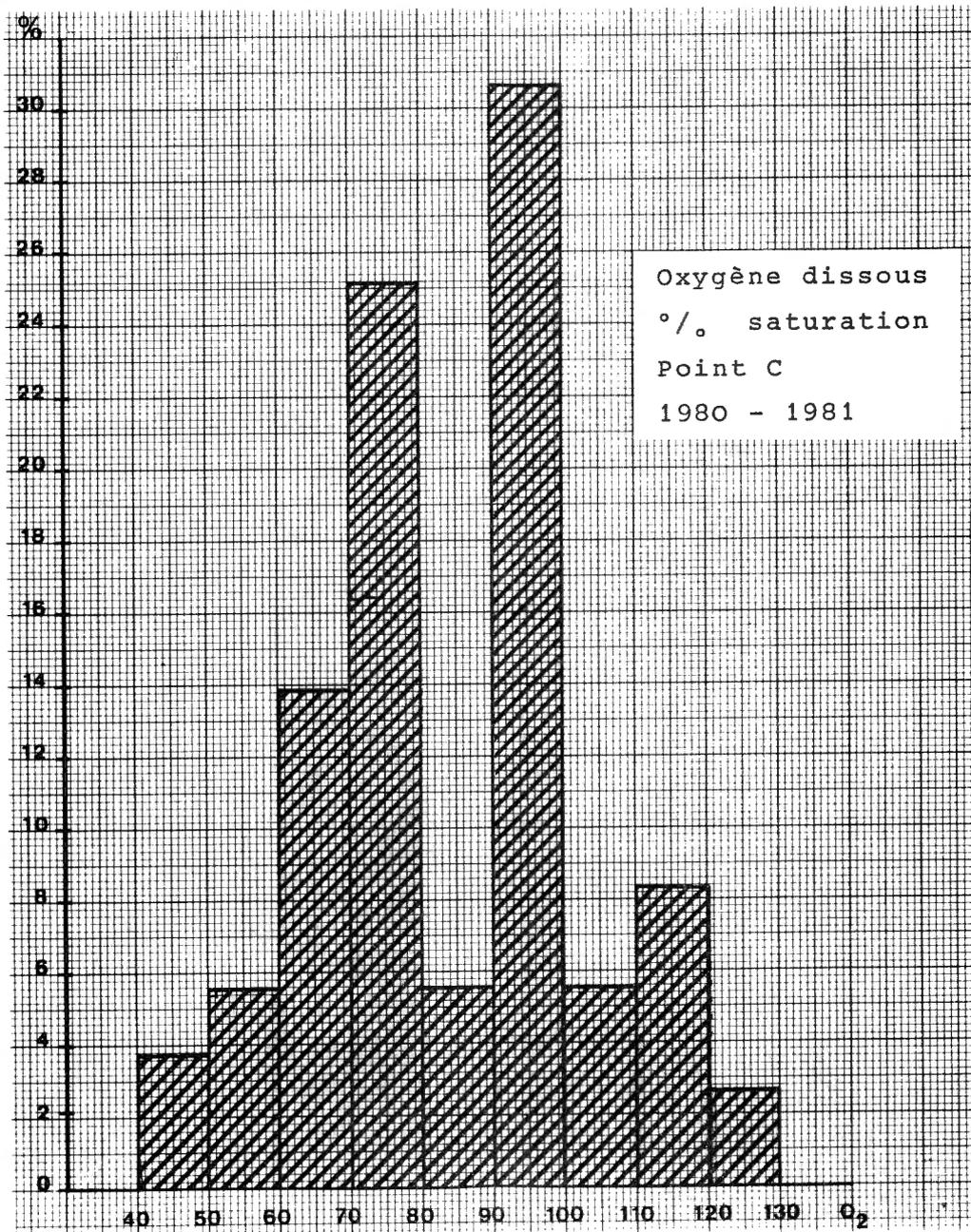


Fig.27.- Oxygène dissous. Histogramme de fréquence. Point C.

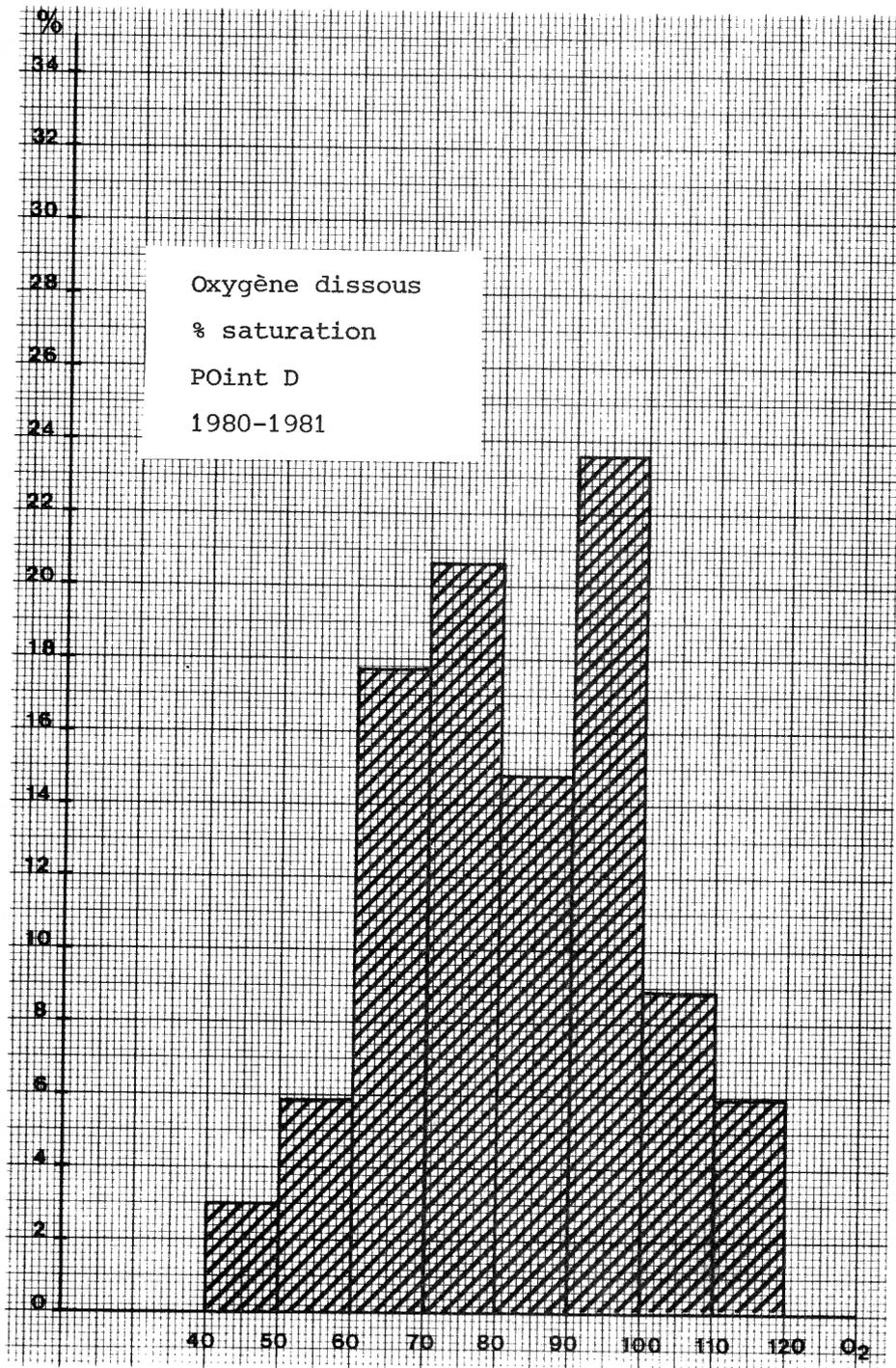


Fig.28.- Oxygène dissous.Histogramme de fréquence.
Point D.

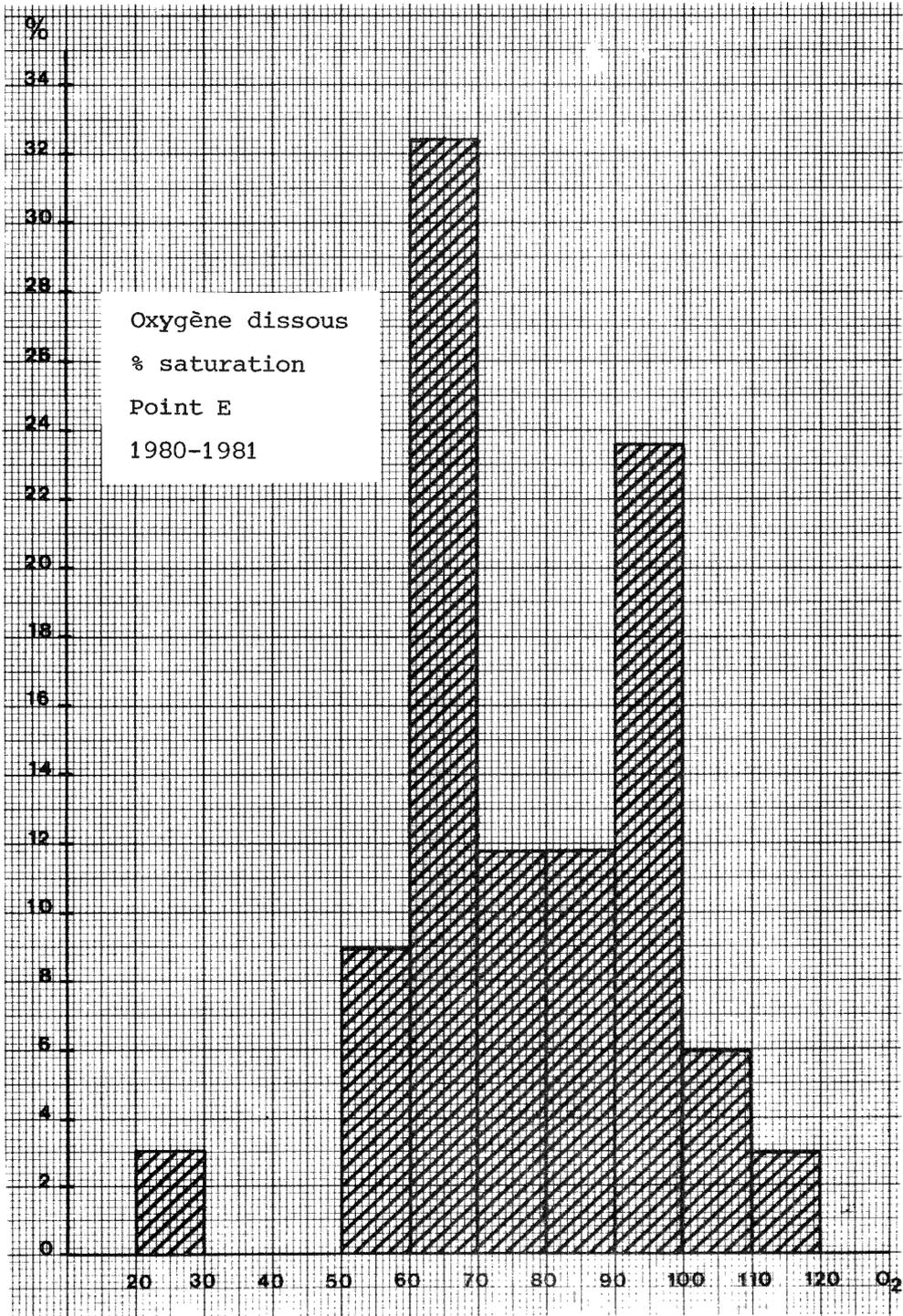


Fig.29.- Oxygène dissous. Point E. Histogramme de fréquence.

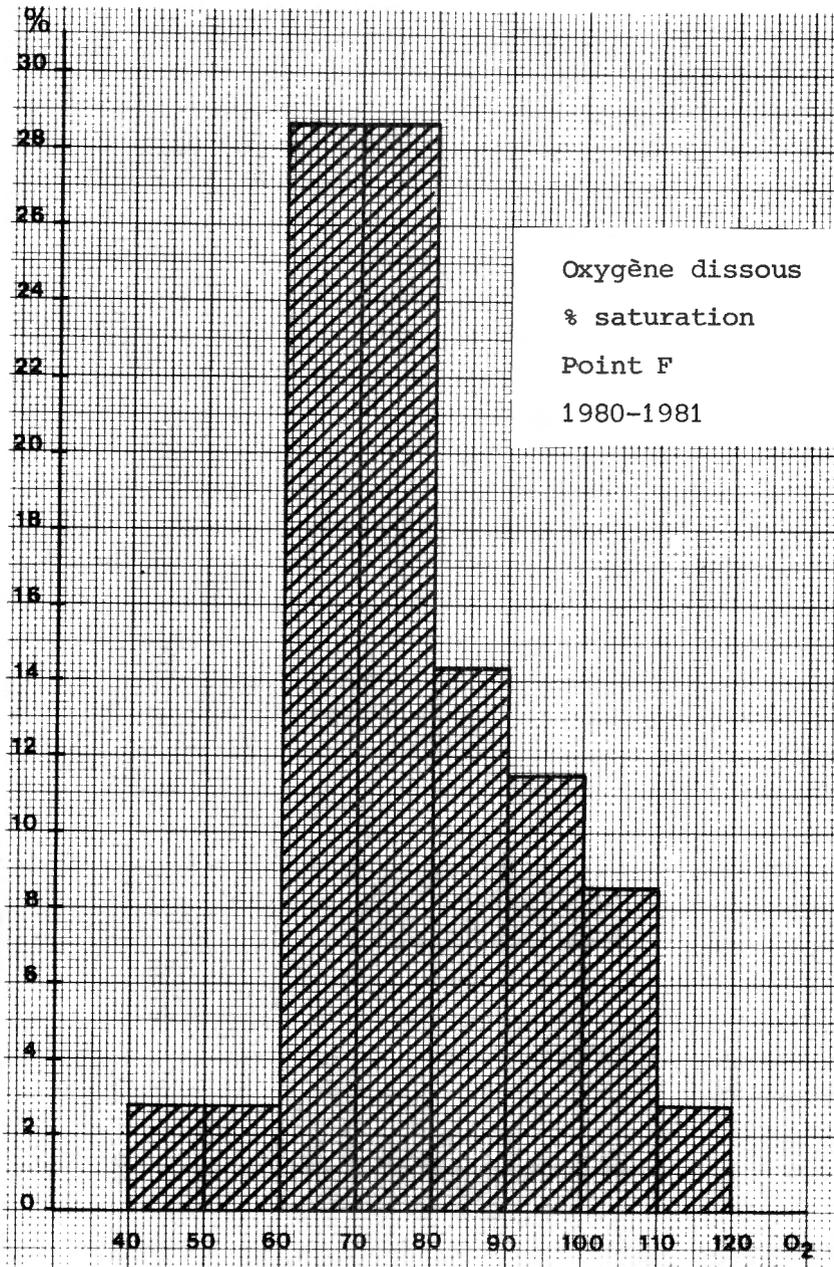
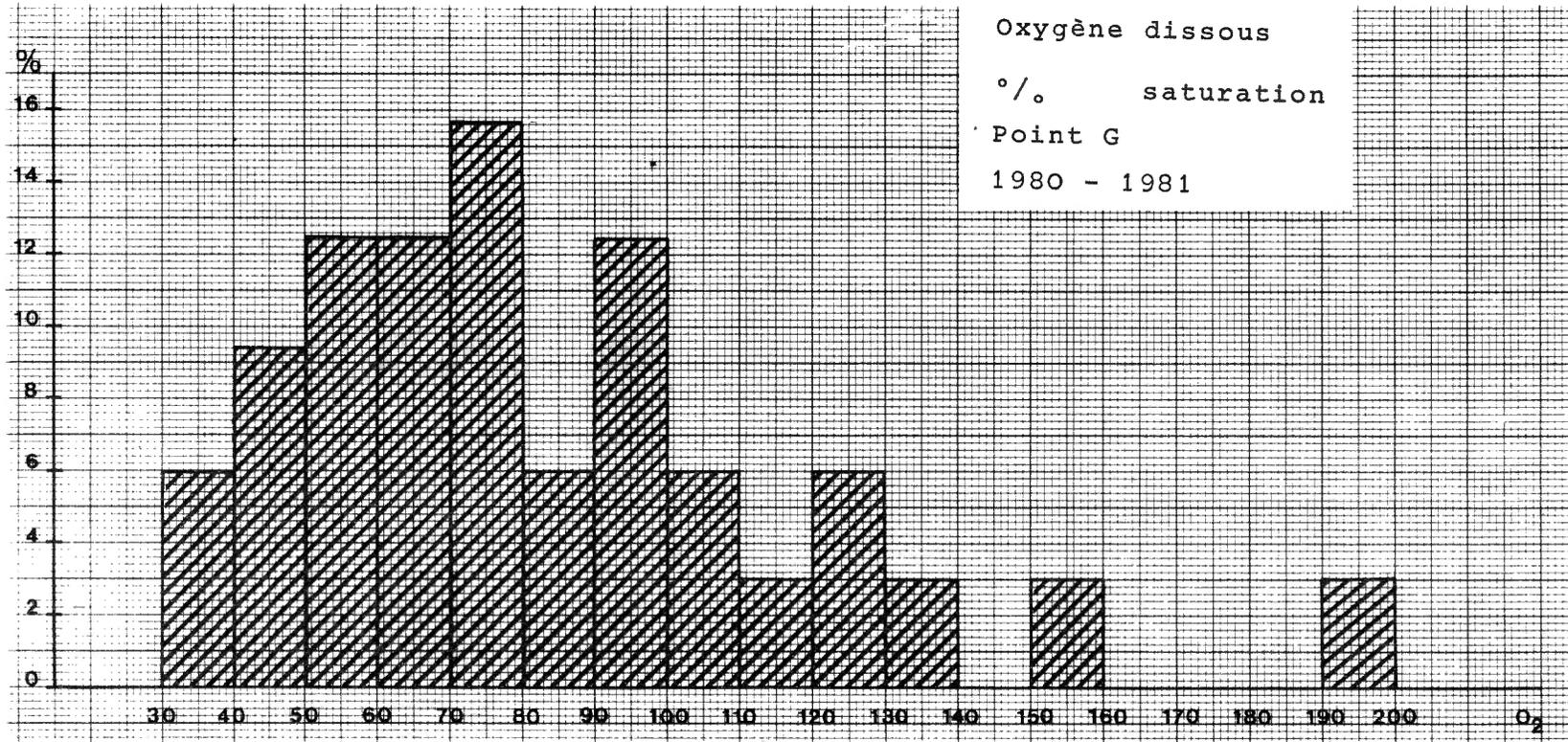


Fig.30.- Oxygène dissous. Point F.
Histogramme de fréquence.

Fig. 31.- Oxygène dissous. Point G.
Histogramme de fréquence.



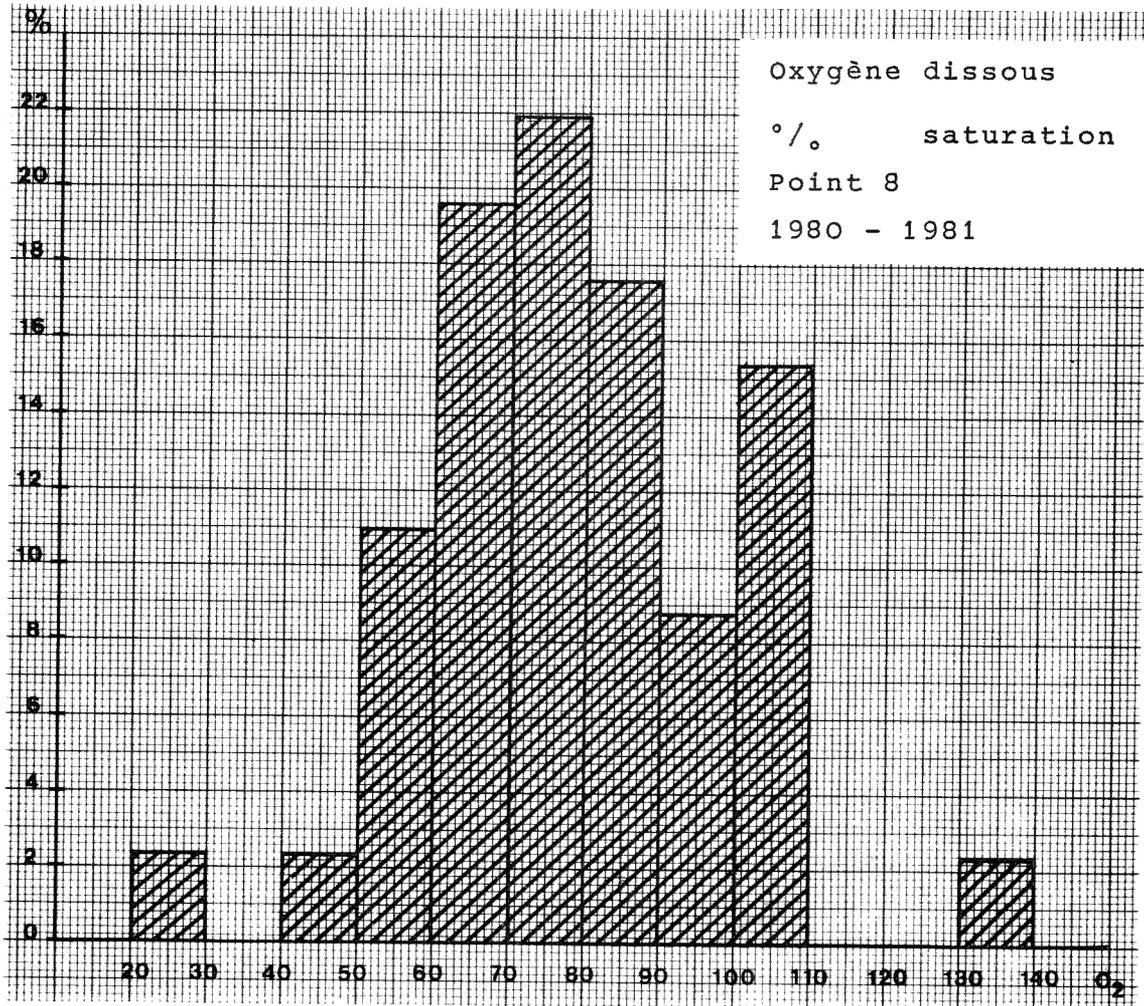


Fig.32.- Oxygène dissous. Histogramme de fréquence. Point 8.

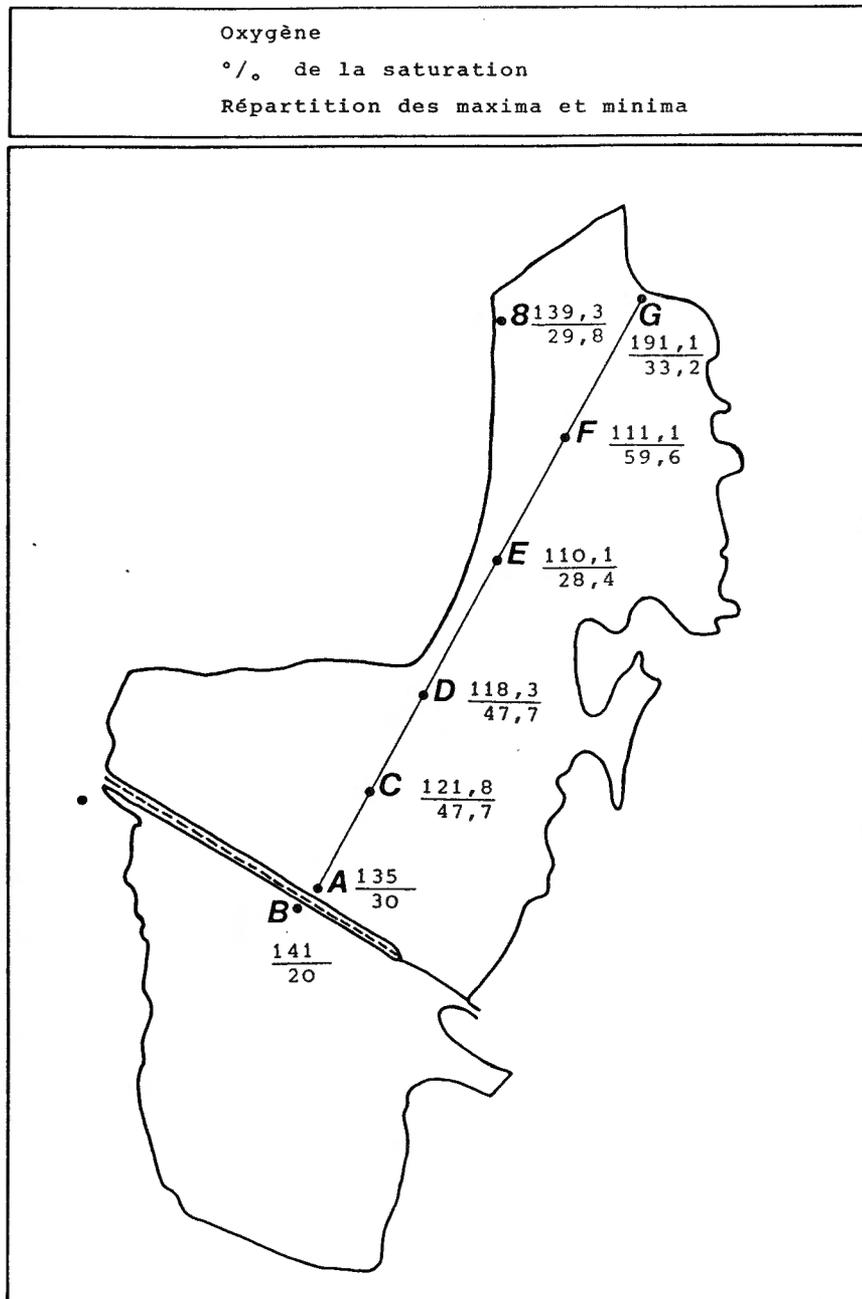


Fig. 33.- Oxygène dissous. Répartition des maxima et minima.

Tableau 21

Mois	Nombre d'analyses	Cas de sursaturation
I	21	0
II	25	0
III	29	0
IV	28	2
V	36	15
VI	32	10
VII	35	21
VIII	42	13
IX	28	1
X	31	0
XI	22	0
XII	13	0
	342	62

En ce qui concerne la localisation des sursaturations:

Tableau 22

Oxygène % de la saturation

Répartition des sursaturations

Point A. 1979	114 (V)	Point B. 1979	141 (VI)
1980	135 (V)	1980	119 (V)
1981	120,3 (V)	1981	129,7 (V)
Point C. 1980	119,4 (VII)	Point D. 1980	118,3 (VII)
1981	121,8 (V)	1981	110,1 (V)
Point E. 1980	108,6 (VII)	Point F. 1980	111,1 (IV)
1981	110,1 (V)	1981	110 (V)
Point G. 1980	191,1 (VIII)	Point 8. 1979	139,3 (V)
		1980	112,3 (VI)
		1981	100,4 (V)

Répartition des minima

Point A. 1979	50 (X)	Point B. 1979	33 (VIII)
1980	30 (I)	1980	20 (III)
1981	56,5 (I)	1981	61,2 (I)
Point C. 1980	47,7 (V)	Point D. 1980	47,7 (V)
1981	61,2 (I)	1981	59,6 (I)
Point E. 1980	28,4 (X)	Point F. 1980	60,6 (V)
1981	59,6 (I)	1981	59,6 (I)
Point G. 1980	33,2 (V)	Point 8. 1979	55,1 (XI)
1981	59,6 (I)	1980	29,8 (I)
		1981	48,2 (IV)

Tableau 25

Oxygène dissous. % de la saturation.

Maxima et minima.

Point A.					
1979	Max.	Min.	1980	Max.	Min.
V	114	84	I	55	30
VI	104	91	II	90	57
VII	97	79	III	69	68
VIII	113	77	IV	77	
IX	97	88	V	135	92
X	77	50	VI	99	86
XI	77	56	VII	123	86
XII	75		VIII	104	83
			IX	94	83
			X	85	55
			XI	62	57
			XII	91	

Point B.					
1979	Max.	Min.	1980	Max.	Min.
V	112	93	I	94,7	30
VI	141	113	II	78	57
VII	115	99	III	62	20
VIII	96	33	IV	74	71
IX	128	56	V	119	83
X	81	60	VI	97	91
XI	80	60	VII	147	103
XII	68		VIII	104	88
			IX	94	71
			X	85	79
			XI	62	61

Point C.					
1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
IV	99,5	78,2	I	71,5	61,2
V	93,8	47,7	II	75,5	72,4
VI	99,3	93,2	III	76,2	66,4
VII	119,4	105,1	IV	85,6	71,1
VIII	115	82,1	V	121,8	
IX	93,2	72,2			
X	90,3	69,6			
XI	65,9	59,0			
XII	90,4	62,8			

Tableau 25 (suite)

Point D.					
1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
IV	99,5	79	I	71,5	59,6
V	56,8	47,7	II	81,3	65,9
VI	97,5	84,6	III	76,9	66,4
VII	118,3	96,8	IV	85,6	78,2
VIII	109,9	69,4	V	110,1	
IX	93,1	73,1			
X	90,3	78,2			
XI		62,5			
XII	90,2	62,8			

Point E.					
1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
IV	99,5	81,8	I	67,7	59,6
V	65,4	51,7	II	96	
VI	105,6	84,7	III	76,4	66,4
VII	108,6	69,1	IV	85,6	78,2
VIII	92,4	69,9	V	110,1	
IX	93,1	64,9			
X	97,2	28,4			
XI	62,5	62,0			
XII		62,8			

Point F.					
1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
IV	111,1	85,6	I	71,5	59,6
V	47,7	60,6	II	79,1	65,9
VI	93,1	60,6	III	76,4	66,4
VII	102,5	78,9	IV	85,6	78,2
VIII	95,0	67,4	V	110	
IX	89,4	64,9			
X	97,2	73,9			
XI	64,9	61,7			
XII		62,8			

Point G.					
1980	Max.	Min.	1981	Max.	Min.
IV	124,9	72,8	I	71,5	59,6
V	94,8	33,2	II	92,9	66,6
VI	118,5	90,7	III	76,2	60,4
VII	153,7	88,0	IV	78,2	77,8
VIII	191,1	47,9	V	89,4	
IX	59,3	50,8			
X	90,3	39,7			
XI	97,6	48,6			
XII		62,8			

Tableau 25 (suite)

1979	Point 8		1980	Point 8		1981	Point 8	
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.
V	139,3	76,2	I	29,8		I	68,5	59,6
VI	107,8	99,4	II	80,6		II	87,1	67,9
VII	99,4	79,6	III	60,7		III	76,2	60,2
VIII	105,2	72,3	IV	-		IV	85,6	48,2
IX	74,6	69,4	V	97,5		V	100,4	
X	77,0	63,6	VI	112,3	84,7			
XI	81,8	55,1	VII	108,6				
XII	81,8		VIII	76,7	69,1			
			XI	-	-			
			X	83,3				
			XI	57,6	55,5			
			XII	64,5	59,7			

Tableau 26

Oxygène dissous % de la saturation.

Année 1980

Points	A	B	C	D	E	F	G	8
I	42,5	62,3	-	-	-	-	-	29,8
II	75	68,6	-	-	-	-	-	80,6
III	68,5	41,0	-	-	-	-	-	60,7
IV	77	72,5	88,8	89,2	90,6	98,3	98,8	-
V	115,3	101	65,6	52,2	57,9	56,3	64	97,5
VI	91,6	94	96,6	92,4	93,7	96,5	104,9	100,8
VII	104	116,5	110,3	103,8	90,7	92,6	117,7	108,6
VIII	96,2	96	87,7	90,8	83,2	79,4	105,6	92,7
IX	86,6	83,3	85,5	83,6	75,2	76,3	55,0	-
X	71	57	79,4	79,4	65,1	84,8	65	83,3
XI	95,5	61,5	62,4	62,5	62,2	63,3	53,1	56,5
XII	91	-	76,6	76,5	62,8	62,8	62,8	62,1

Au sujet de l'effet ultime d'une sursaturation sur le métabolisme d'un lac, A. THIENEMANN (1928) a émis l'opinion qu'en ce qui concerne les eaux eutrophes il est impossible de s'imaginer que ce surplus d'oxygène serait "dégagé" en même temps; il pense, au contraire, que cette quantité reste en quelque sorte emmagasinée et sert à l'oxydation de la matière organique morte. Ce n'est que lorsque cet excès d'oxygène a été utilisé que le restant est consommé. A ce moment, la déficience commence à se marquer et croît jusqu'à un maximum. Dans ces conditions, une eau eutrophe posséderait la capacité d'oxyder de grandes quantités de matières organiques autochtones et allochtones, c'est-à-dire de les dégrader complètement et d'en remettre les éléments en circulation, sans en arriver à des accumulations considérables de détritus. Pouvons-nous dire, dès lors, que les variations de l'oxygène sont régies ici, à Harchies, par les processus biologiques de réduction des sédiments, d'après les conceptions de A. THIENEMANN, comme il fallait s'y attendre dans une eau à eutrophie très prononcée. Ajoutons à cela que le peu de profondeur de cette "pellicule aquatique" offre la possibilité aux microorganismes d'effectuer de la photosynthèse jusque près du fond.

On constate, en effet, à Harchies, que les déficiences se produisent dans la majorité des cas à des endroits où la couche aquatique est très mince et où la dégradation de la matière organique et les fermentations de la vase occasionnent une consommation importante de l'oxygène produit en surface.

Il aurait été du plus haut intérêt de pouvoir suivre l'évolution de l'oxygène d'heure en heure pendant une durée de 24 heures au cours d'une journée par saison, car nous ignorons tout des variations nocturnes: de la respiration des animaux. Une telle expérience n'a pu être réalisée momentanément.

Par la respiration des animaux, de la substance organique descendant lentement et s'accumulant sur le fond, l'oxygène de l'eau décroît constamment, la perte est partiellement compensée toutefois, dans les couches supérieures, par la production de l'oxygène au cours de l'assimilation chlorophyllienne, aussi bien des plantes supérieures, que des algues filamenteuses, que des éléments du phytoplancton.

Près du fond, où, d'après la profondeur de la cuvette lacustre, l'aération ne se fait plus que difficilement et où la diffusion lente ne compense pas toujours la consommation, on peut constater des différences saisonnières. Plus riche est la vie d'un lac, plus abondante la nourriture, plus vite aussi ce processus ira-t-il en s'accroissant et la concentration de l'oxygène diminuera avec la profondeur.

Cependant, cette diminution, qui peut aller jusqu'à faire tendre la concentration vers zéro, n'est pas toujours imputable à la dégradation de la matière organique et des oxydations qui l'accompagnent. Dans des cas particuliers, il peut y avoir d'autres phénomènes d'oxydation, notamment au cours de la production de carbonate de fer.

Les bases théoriques de l'influence de l'assimilation chlorophyllienne sur les variations du chimisme sont aujourd'hui en grande partie expliquées par les travaux de J. TILLMANS, J.M. KOLTHOFF, F. RUTTNER et W. SCHAPERCLAUS. Que la concentration en oxygène de l'eau peut atteindre de hautes valeurs a été prouvé par un grand nombre de recherches. Il serait cependant intéressant de rechercher entre quels extrêmes la concentration en oxygène peut varier par suite des actions antagonistes de la photosynthèse et de la respiration.

Songons ici à l'étude de l'oxygène dans les lacs dans laquelle A. GROTE (1934) a très ingénieusement appliqué la loi d'OHM au métabolisme lacustre.

Dans les grands lacs, écrit-il, les grandes profondeurs agissent comme facteur freinant le métabolisme. Celui-ci est semblable à la loi d'OHM:

$$\text{Force} = \frac{\text{Tension}}{\text{Résistance}}$$

L'intensité du métabolisme est identique à la force du courant électrique; la différence de potentiel entre anode et cathode est représentée par les deux forces opposées: la production et la dégradation.

La matière organique produite dans les couches supérieures descend à la mort des organismes et tend à atteindre le fond de la cuverre lacustre, pour retourner, après minéralisation dans les profondeurs, vers la couche trophogène. Tout se passe comme si d'un pôle à l'autre descendait de la matière organique pour retourner à son point de départ sous forme minérale.

Les distances considérables, comme elles se présentent dans les lacs à grande profondeur, peuvent dès lors être considérées comme la résistance dans la loi d'OHM: plus grande est la résistance, plus petite est la force électromotrice, ce qui peu se traduire ici: plus grande est la profondeur, plus petit est le métabolisme. Dans les lacs peu profonds, au contraire, les deux pôles du cycle sont très rapprochés, la construction de la matière organisée, sa destruction et sa dégradation se passent dans un milieu très restreint et les matières minérales retournent avec une grande rapidité vers le lieu de reconstruction de la matière organisée, qui reçoit donc de cette façon une impulsion considérable.

Nous pouvons donc appliquer dans ce cas la loi d'OHM au métabolisme de ce genre de lacs en ces termes: le métabolisme dans un lac est d'autant plus intense que le rapport entre la production et la destruction est petit et donc que le lac est moins profond.

Le marais de Harchies serait donc à classer, d'après les conceptions de S. YOSHIMURA (1938), dans les "eutrophic lakes of third order" qu'il définit comme suit: lacs de grande superficie, mais peu profonds. Les parties moindres que 3 mètres sont couvertes d'une végétation submergée ou flottante. On peut difficilement désigner ces pièces d'eau sous le vocable de "lacs" dans le sens strict du terme.

Dans son travail, S. YOSHIMURA considère comme lacs, ces parties des pièces d'eau suffisamment profondes pour permettre la végétation de plantes aquatiques submergées. Ces lacs eutrophes sont fréquemment troublés par les vents et les courants. On n'a pas pu encore établir l'existence régulière d'un thermocline. La couche supérieure est sursaturée en oxygène par suite de l'assimilation chlorophyllienne. La partie profonde est généralement soit sursaturée, soit en légère déficience, nonobstant la décomposition active de la surface de la vase. On a observé rarement une stratification des sels dissous après une stagnation continue pendant une succession de journées chaudes et calmes.

Dans une étude sur les variations diurnes et l'intensité spécifique de la photosynthèse chez les plantes aquatiques, principalement chez les algues, S. KOTYTSCHEW et S. SOLDATENKOW (1926) ont pu montrer que cette variation n'est

pas régulière. L'intensité de la photosynthèse atteint un maximum dans l'avant-midi ou, au plus tard, dans les premières heures de l'après-midi. Dans l'après-midi, même par fort rayonnement solaire, par une température favorable, on remarque une décroissance progressive de cette intensité.

Les sursaturations sont rares et peu élevées. Elles n'ont été observées qu'en A (mai et juillet), en B (juillet), en C (juin), en D (juin), en G (de juin à août), en 8 (juillet).

On a enregistré en E et F une saturation ne dépassant pas 95 % en juin.

Durant les autres mois de l'année, les déficits sont constants mais ne descendent pas, ou rarement, en dessous de 50 %, sauf en 8 en janvier 1980 où il atteint 30 % et en B, en mars 1980, 20 %.

Il est hors de doute que ce sont les arrivées de matières organiques depuis les prairies environnantes et les fermentations dans la vase qui sont la cause probable de ces déficits.

Une autre observation qui a son importance au point de vue biologique: les variations de la saturation de semaine en semaine, qui peuvent atteindre des différences considérables. Ainsi p.ex.:

		% de la saturation	
en A 1979	V	84	à 114
	VI	91	104
	VIII	77	113
1980	V	92	135
	VII	86	123
	VIII	83	104
1981	V	72	120

Prenons un point situé à l'extrémité opposée du marais:

en G 1979	V	76	139
	VI	99	107
	VIII	72	105
1980	VI	84	112

On pourrait multiplier les exemples. Il est probable que ces différences sont imputables surtout à l'action du vent avec mélange inévitable des eaux au point d'impact.

Les sulfates.

On n'a prêté que peu d'attention à l'ion sulfurique en hydrobiologie théorique et appliquée. Malgré que le soufre soit un des constituants de la matière vivante, on a toujours cru qu'on pouvait en négliger l'étude, puisqu'il ne semblait jamais se présenter comme facteur limitant suivant les conceptions de G. LIEBIG.

Ce n'est qu'au cours de ces dernières décennies que l'agrochimie a montré le rôle important du soufre dans la nutrition des végétaux et son effet sur l'amélioration des sols. Son action limitante, par manque de sulfates, a été mise en lumière d'ailleurs par F.A. GILBERT (1951); dans son étude: "The place of sulfur in plant nutrition".

Depuis l'usage de plus en plus répandu des engrais chimiques contenant souvent de grandes quantités de sulfates, de plus grandes quantités d'ions sulfuriques apparaissent dans les sols et dans les eaux de surface (W. OHLE, 1953).

Dans beaucoup de lacs et de pièces d'eau, la concentration en sulfates a augmenté de plusieurs dizaines de milligrammes de SO_4 par litre, soit directement depuis les terrains environnants, soit par l'apport d'eaux résiduelles riches en sulfates.

Que l'eau contienne 10 ou 30 mg par litre d'ion sulfurique semble être sans importance pour les plantes supérieures de sorte qu'on peut difficilement parler de facteur limitant même si la concentration diminue jusque quelques milligrammes par litre seulement.

Ce n'est que depuis les études de R.S.A. BEAUCHAMP (1952) sur les lacs africains, notamment sur le lac George où il trouva moins de 0,5 mg/litre et sur le lac Victoria où il put doser environ 1 mg/litre, qu'on s'est posé la question de savoir si l'ion sulfurique pouvait être considéré comme facteur limitant dans les eaux. R.S.A. BEAUCHAMP a pu répondre positivement à cette question en se basant sur des cultures d'algues et a pu montrer qu'une concentration de 0,5 mg/litre de SO_4 est limitante pour elles. W. ROHDE (1948) avait déjà pu montrer qu'une concentration analogue est limitante pour des cultures de *Ankistrodesmus falcatus*.

Dans les eaux de Harchies les concentrations en sulfates sont très fortes. L'origine doit être cherchée probablement et dans les engrais enfouis il n'y a pas tellement longtemps dans le sol, lorsque le terrain était encore livré à la culture, et, surtout, dans les remblais de schiste houiller contenant plus que probablement des composés sulfurés.

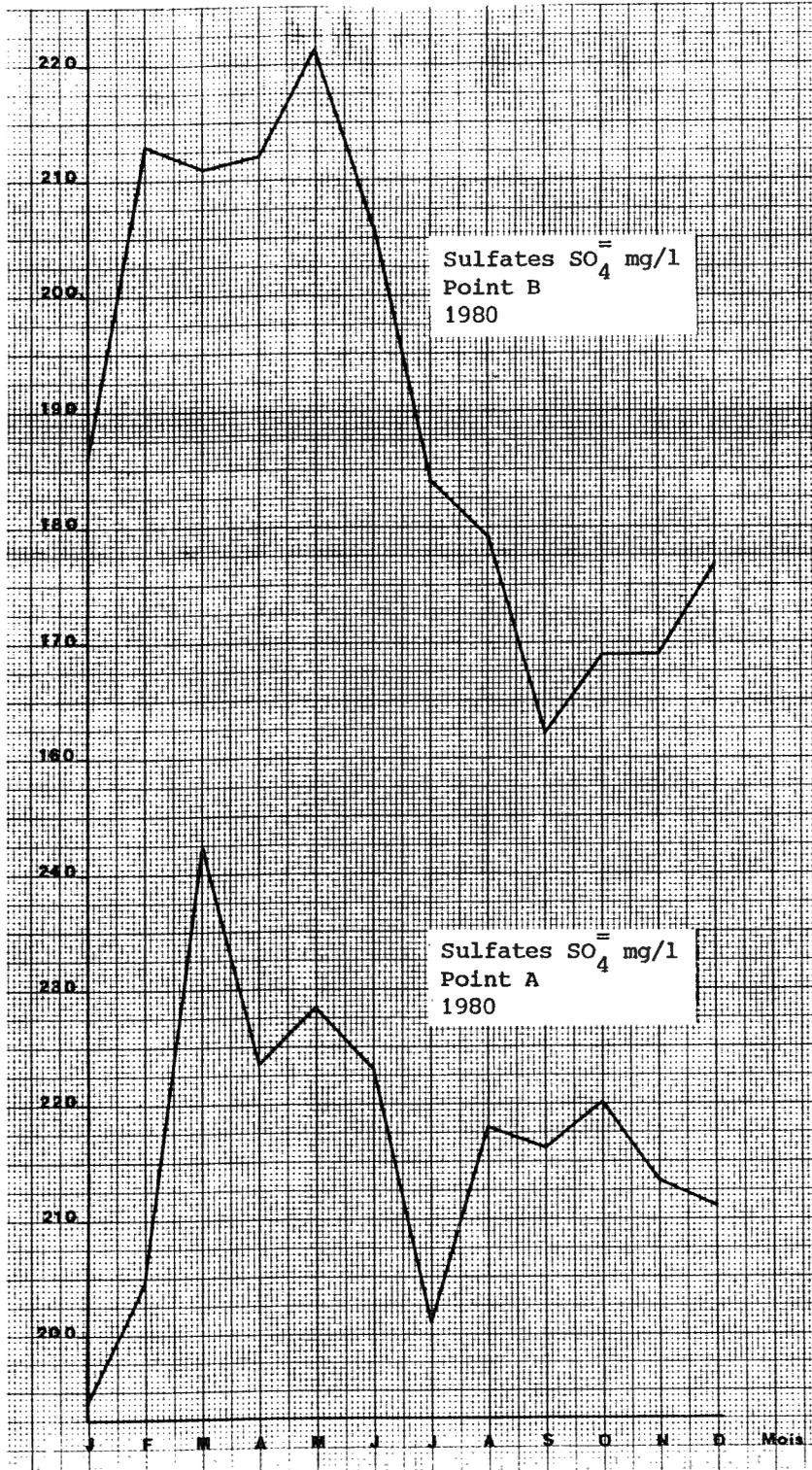


Fig.44.- Les sulfates. Points A et B.

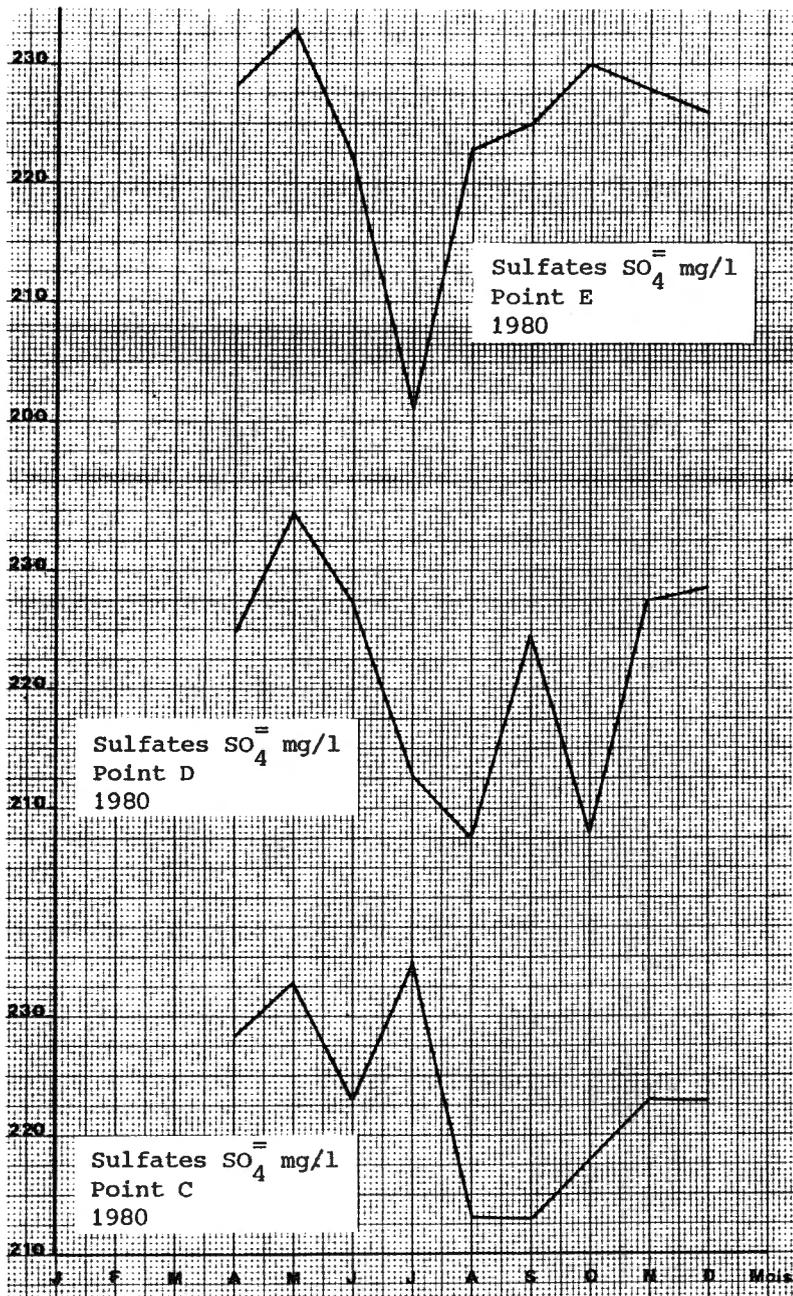


Fig.45.- Les sulfates. Points C, D et E.

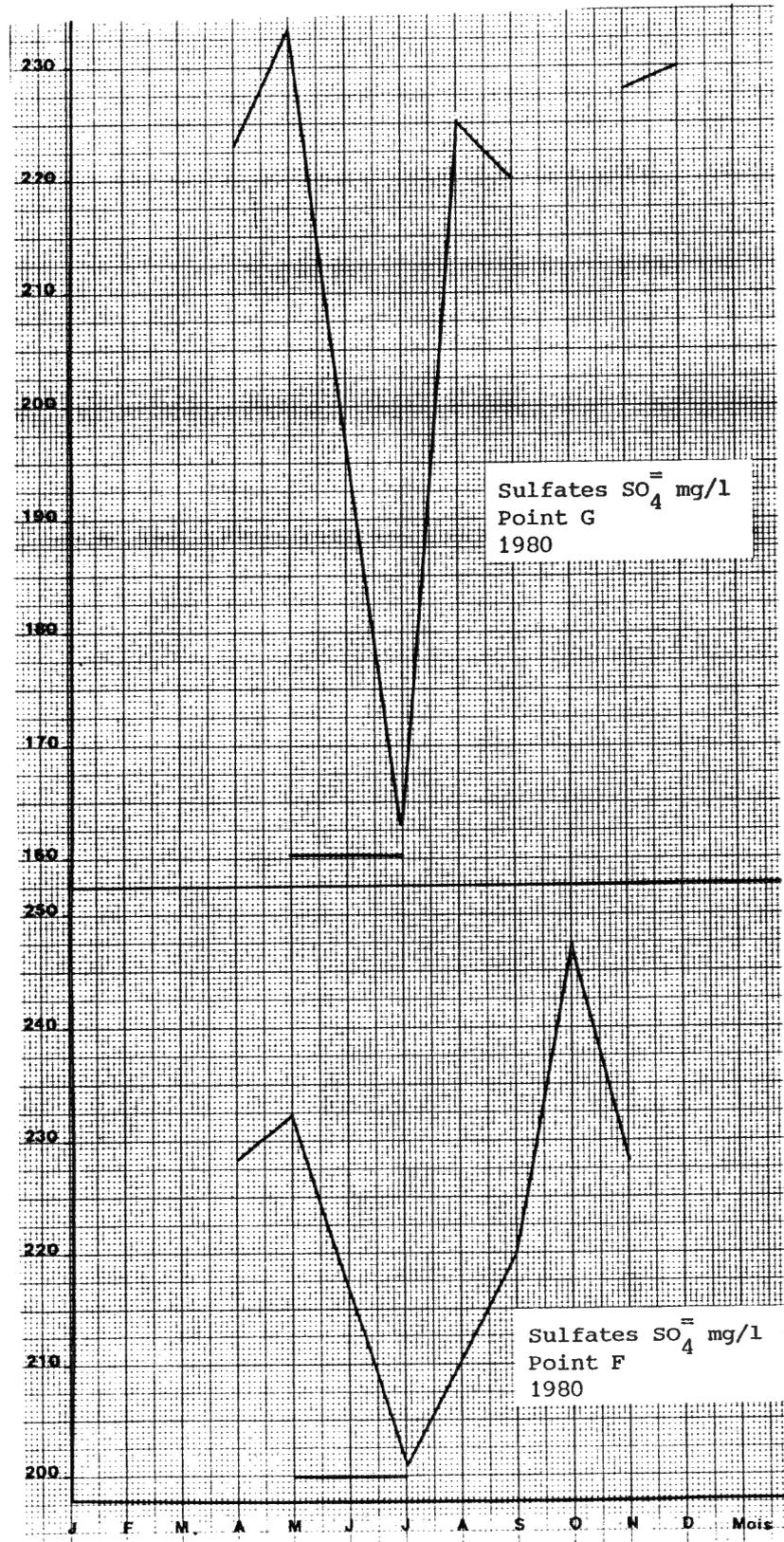


Fig.46.- Les sulfates. Points G et F.

Tableau 28

Sulfates. $\text{SO}_4^=$ mg/litre

		Maximum	minimum	amplitude
Point	A 1979	206,62	170,58	35,6
	A 1980	257,1	192,2	64,9
	A 1981	232,9	112,5	211,4
	B 1979	194,6	147,4	47,2
	B 1980	221,0	162,6	58,4
	B 1981	244,6	136,3	108,3
	C 1980	235,4	213,6	21,8
	C 1981	239,7	186,6	53,1
	D 1980	235,4	208,7	26,7
	D 1981	246,0	204,8	41,2
	E 1980	233,0	201,4	31,6
	E 1981	240,7	206,6	34,1
	F 1980	247,5	201,4	46,1
	F 1981	241,7	207,2	34,5
	G 1980	233,0	162,6	128,7
	G 1981	239,7	206,1	33,6
	H 1980	237,8	213,8	24,0
	H 1981	251,4	208,7	42,7

Tableau 29

Sulfates. $\text{SO}_4^=$ mg/litre

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Point A.1979											
-	-	-	-	192,95	-	-	-	-	-	185,54	206,62
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170,58	-
Point A.1980											
194,60	216,2	228,2	223,4	228,2	223,4	201,4	218,4	216,9	220,9	213,06	211,13
	192,2	257,1									
Point A.1981											
-	213,50	207,73	112,58	232,97	193,17	-	213,07	223,20	195,1	-	-
-	214,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point B.1979											
-	-	-	-	-	-	-	-	-	194,6	147,48	165,77
-	-	-	-	-	-	-	-	-	189,8	-	-

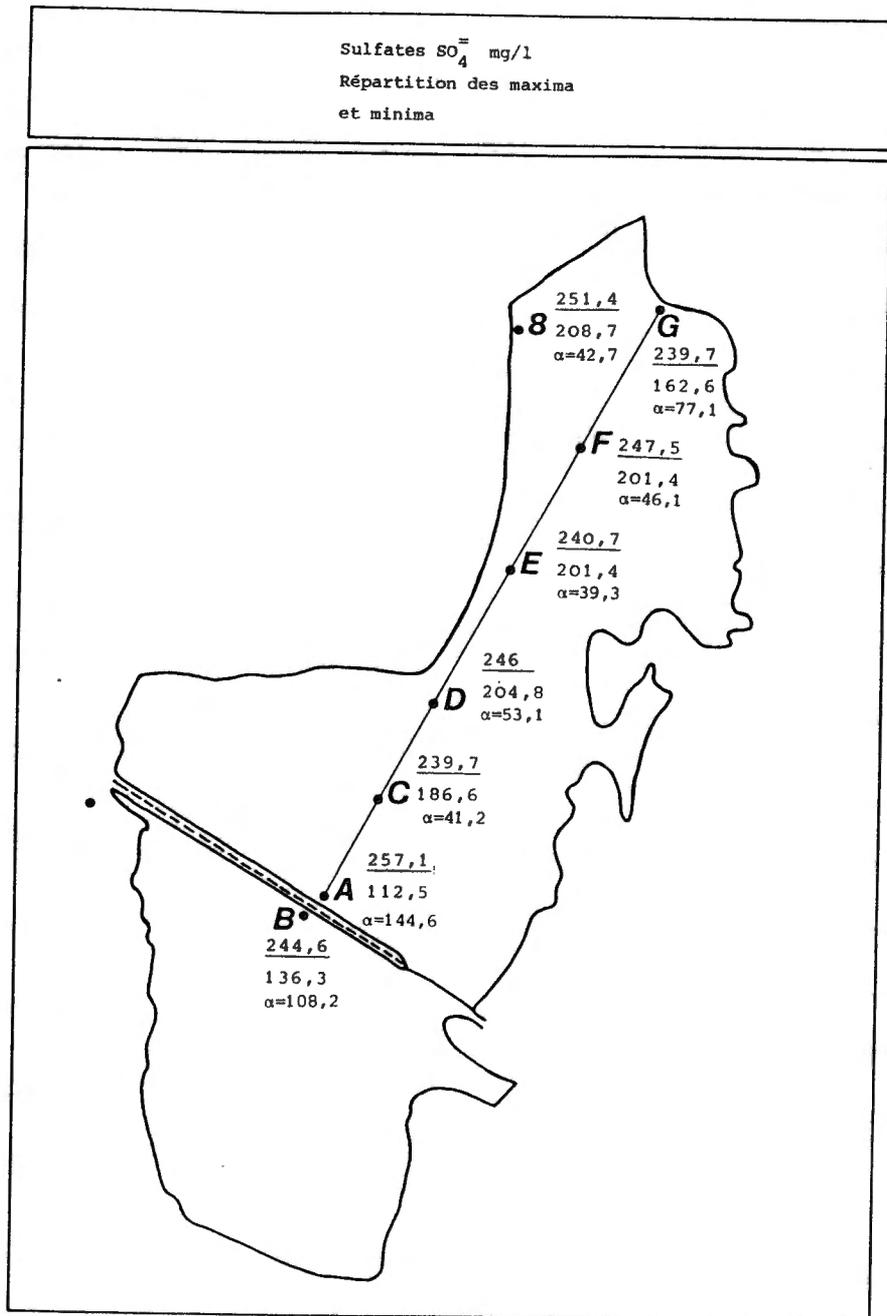


Fig.47.- Les sulfates. Répartition des maxima et minima.

Le calcul des amplitudes entre maxima et minima de la concentration en sulfates, par point, donne:

en A	108,2 mg/l
B	144,6
C	53,1
D	41,2
E	39,3
F	46,1
G	77,1
H	42,7

Il faudrait conclure qu'en A et B la solution des sulfates depuis les schistes houillers de la digue a été la plus intense. Il est vrai que ces deux endroits sont en réalité les plus exposés à l'action des vents.

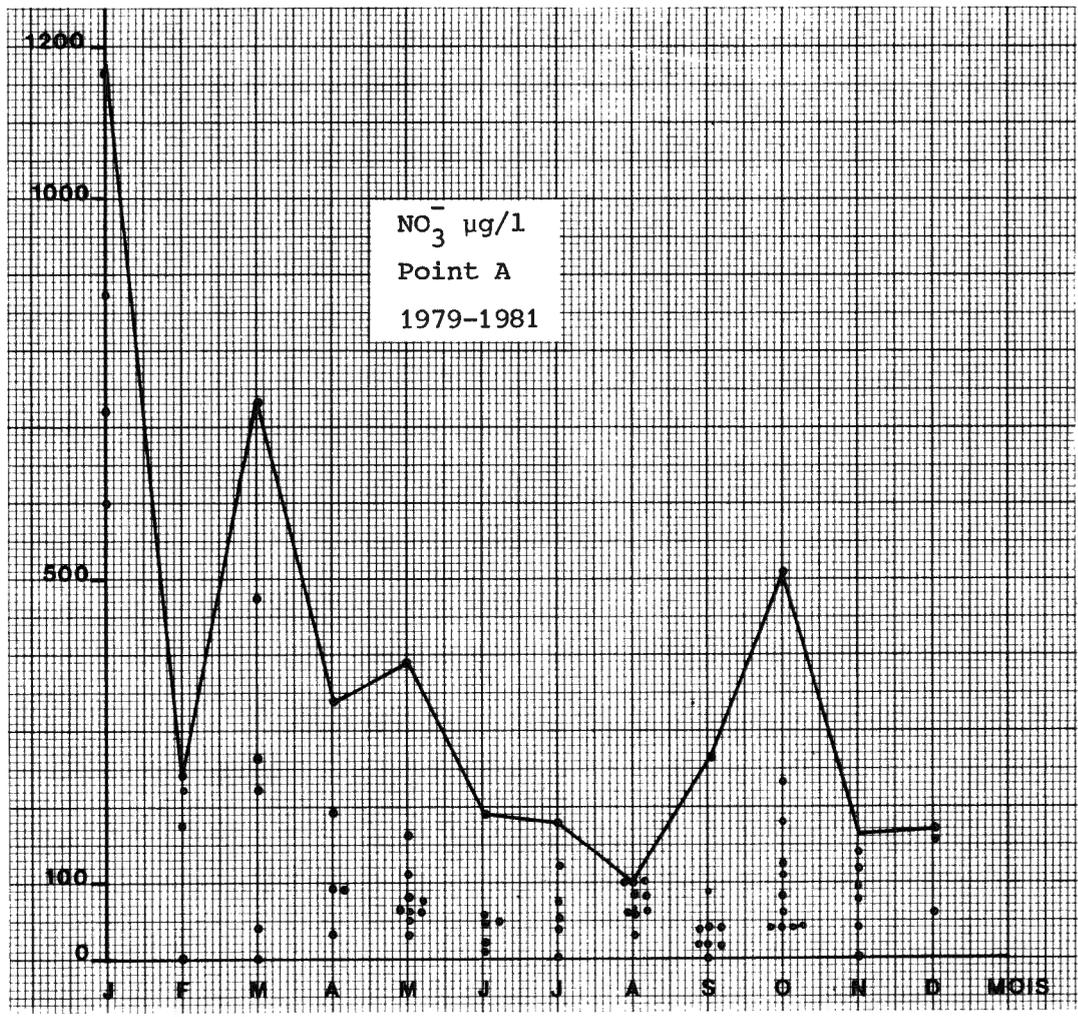


Fig.48.- Les nitrates au point A. Diagramme cumulatif.

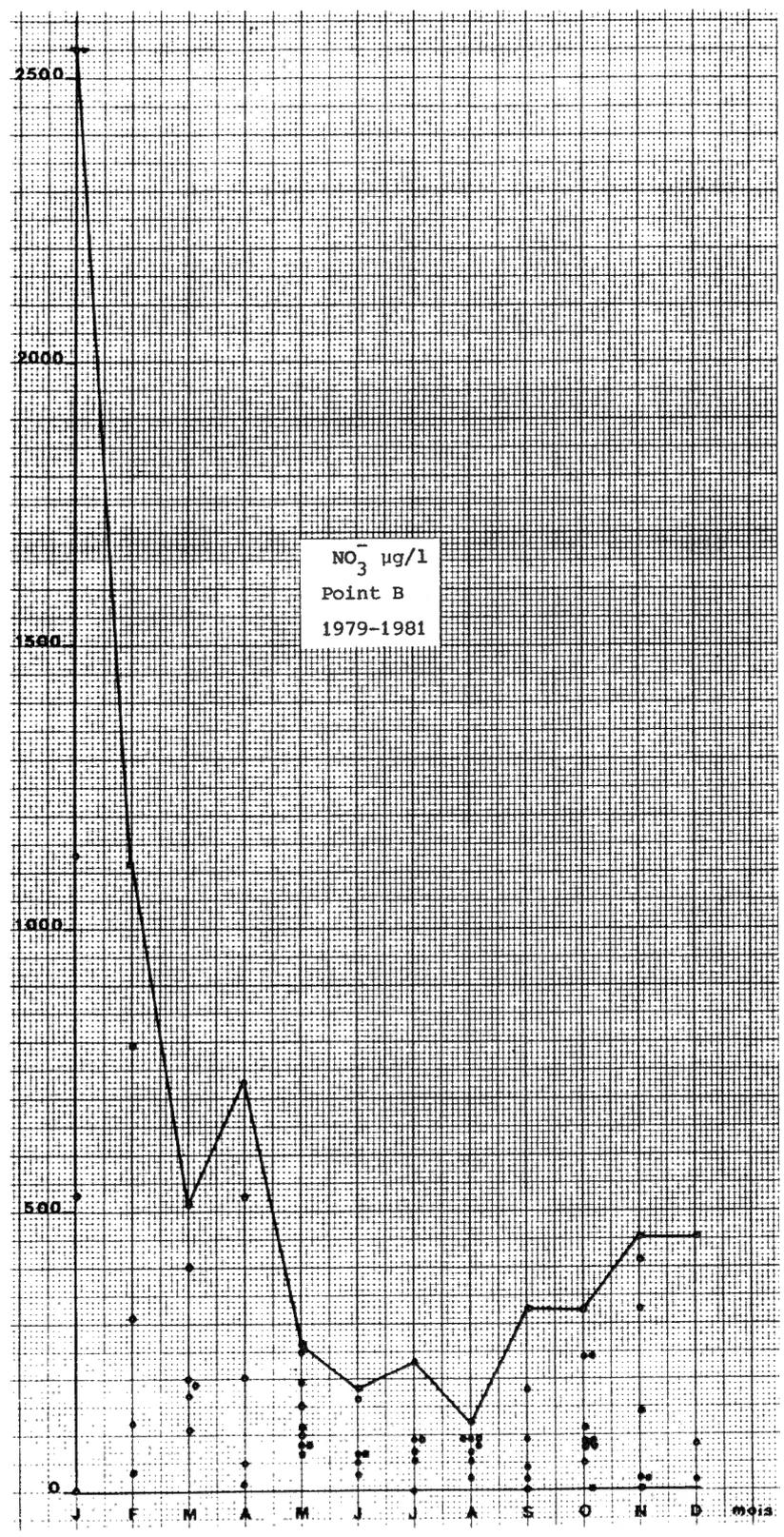


Fig.49.- Les nitrates.Points G et 8. Diagramme cumulatif.

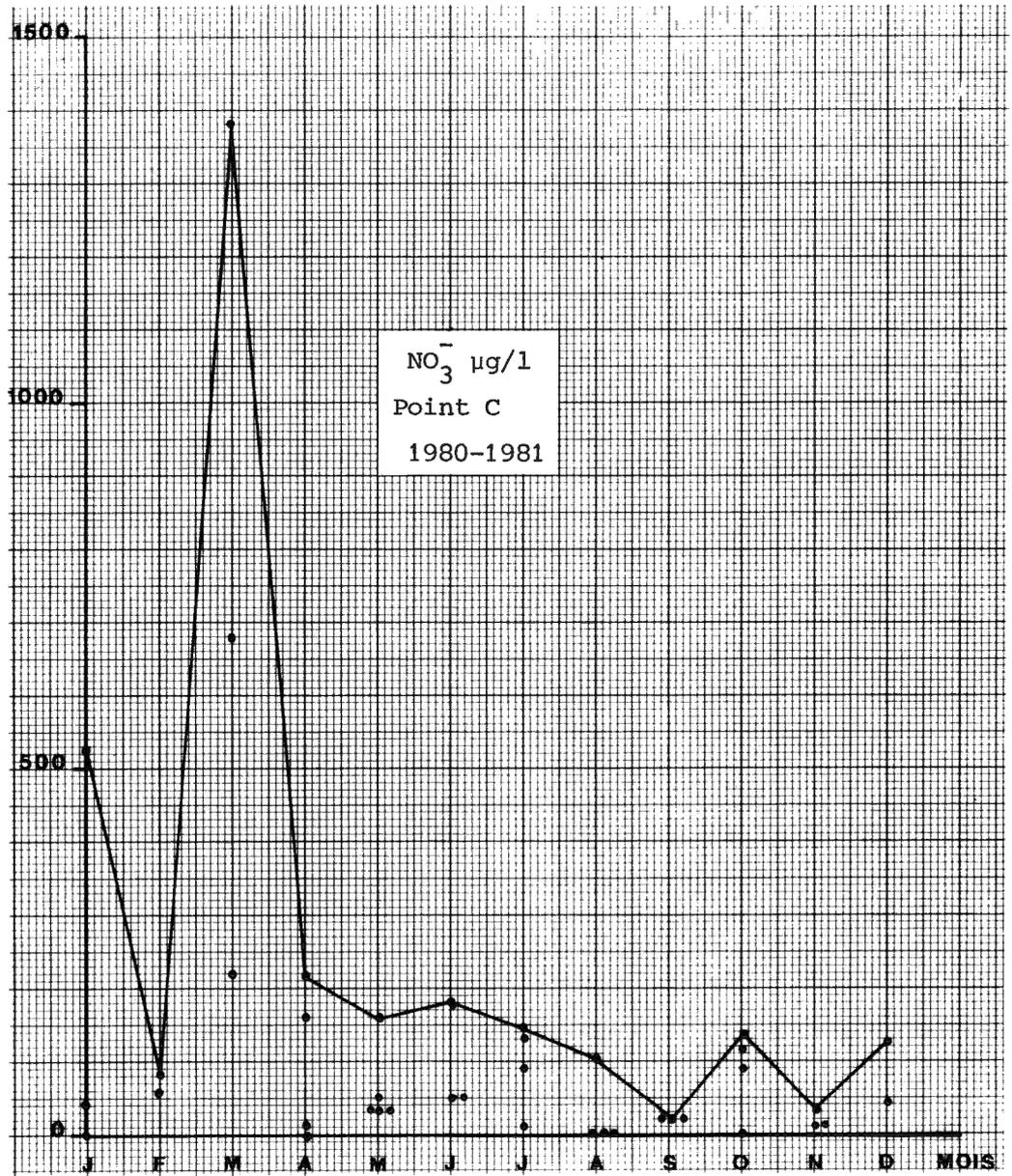


Fig.50.- Les nitrates au point C. Diagramme cumulatif.

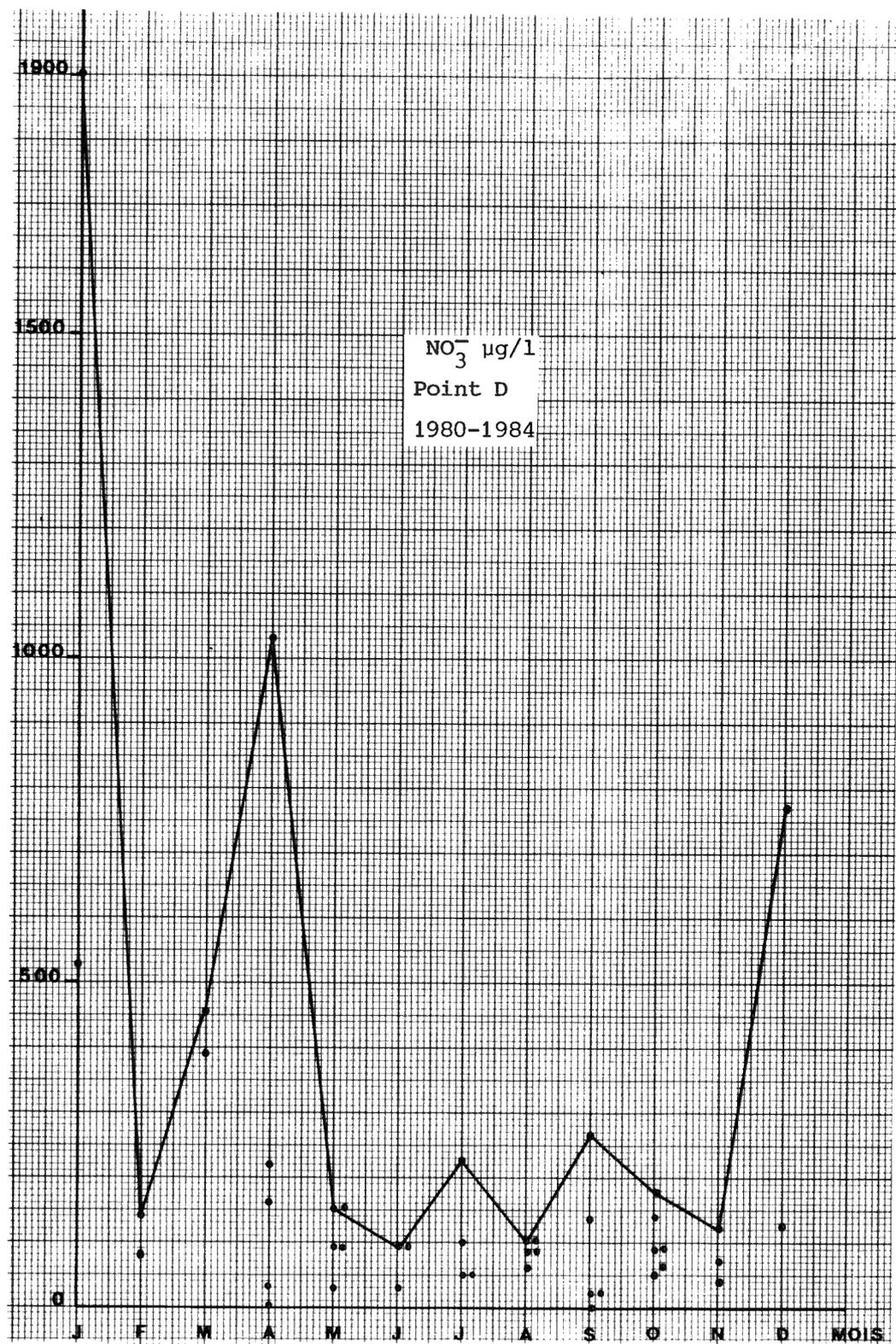


Fig.51.- Les nitrates au point D. Diagramme cumulatif.

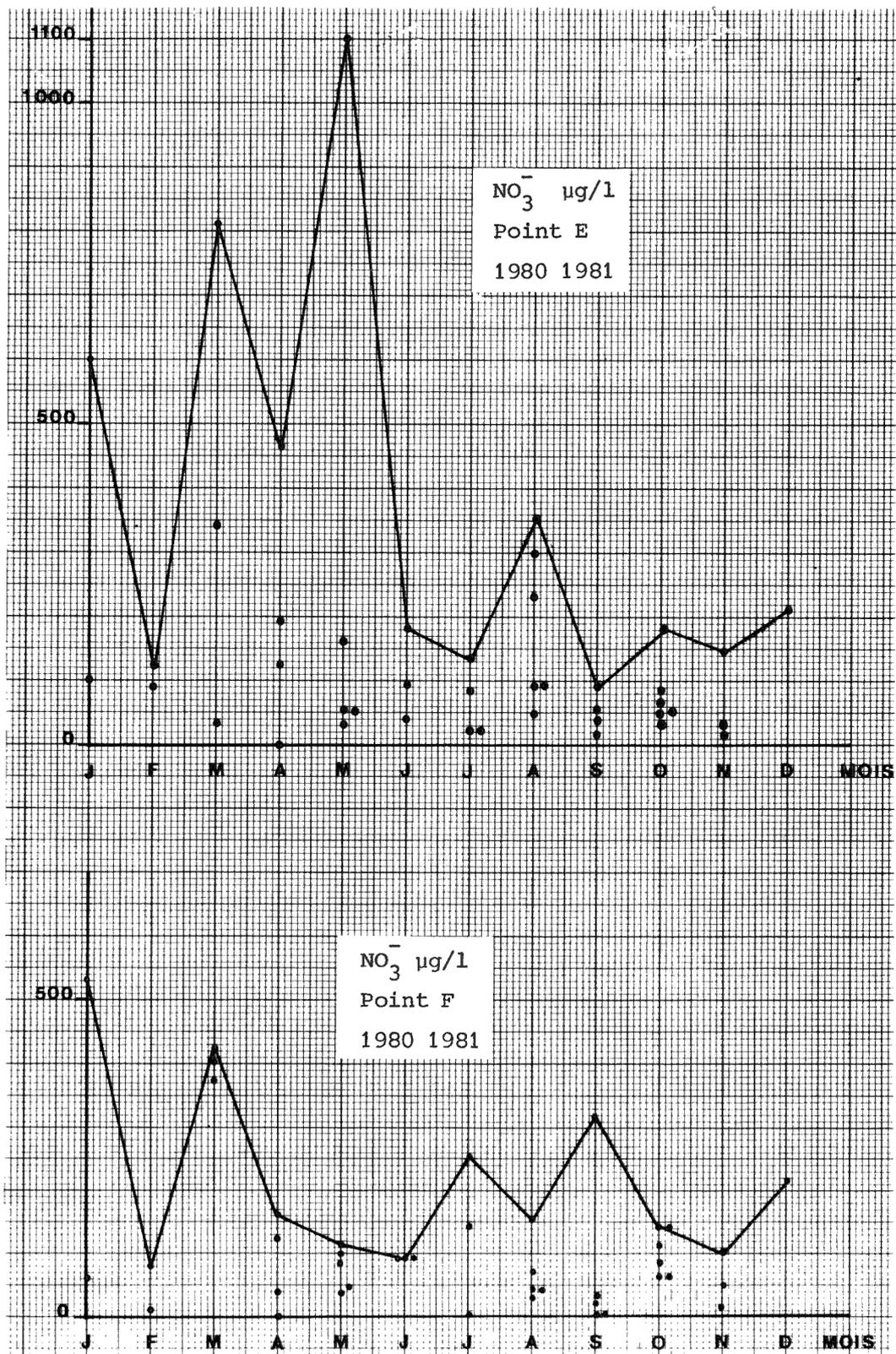


Fig.52.- Les nitrates aux points E et F. Diagramme cumulatif.

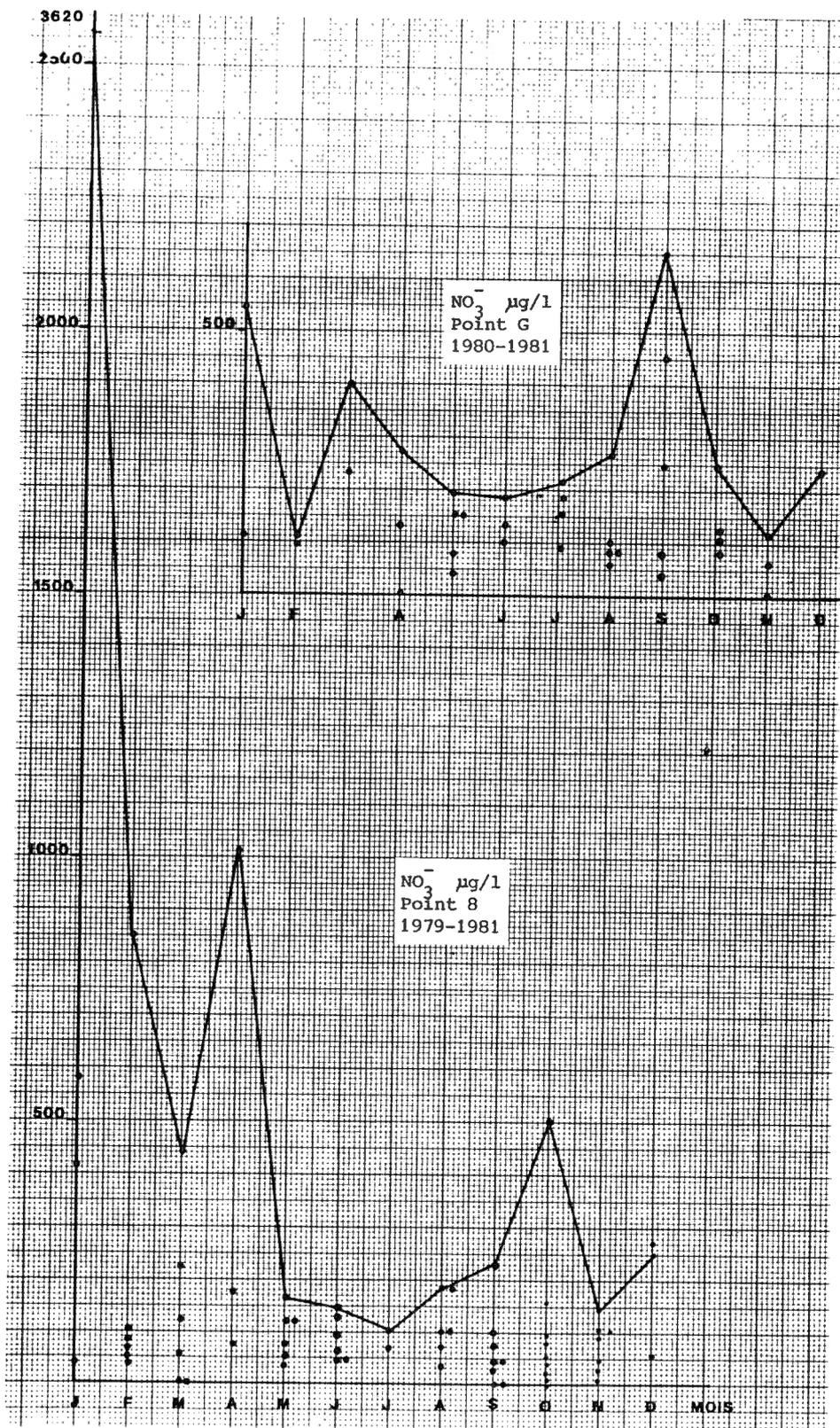


Fig.53.- Les nitrates. Points G et 8.
Diagramme cumulatif.

Tableau 31
Nitrates NO_3^- $\mu\text{g/litre}$
Année 1981

Points	A		B		C	
	Max.	min.	Max.	min.	Max.	min.
Mois						
I	1170	720	1130	530	530	50
II	240	170	790	120	80	60
III	730	220	200	170	1380	220
IV	340	190	720	200	220	160
V	390		190		160	
VI	-	-	-	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	90		90		180	
IX	200	90	320	180	200	90
X	500	230	320	90	180	90

Tableau 32
Nitrates NO_3^- $\mu\text{g/litre}$
Année 1980

Points	A	B	C	D	E	F	G	8
I	735	2540	-	-	-	-	-	2035
II	0	572,5	-	-	-	-	-	313,3
III	170	340	-	-	-	-	-	16,6
IV	71,6	200	1,5	17,5	230	17,5	0	70
V	52,5	162,5	37,5	105	303,7	61,2	98,2	30
VI	73,3	130	93,3	70	103	90	126,6	120
VII	92,5	102,5	95	96,2	62,5	122,5	147,5	-
VIII	65	73,3	12,5	85	186,2	72,5	110	70
IX	13,3	23,3	20	13,3	36,6	16,6	180	55
X	115	55	87,5	85	60	77,5	56,6	50
XI	70	10	20	76,6	63,3	50	50	30
XII	115	50	85	450	210	210	230	155

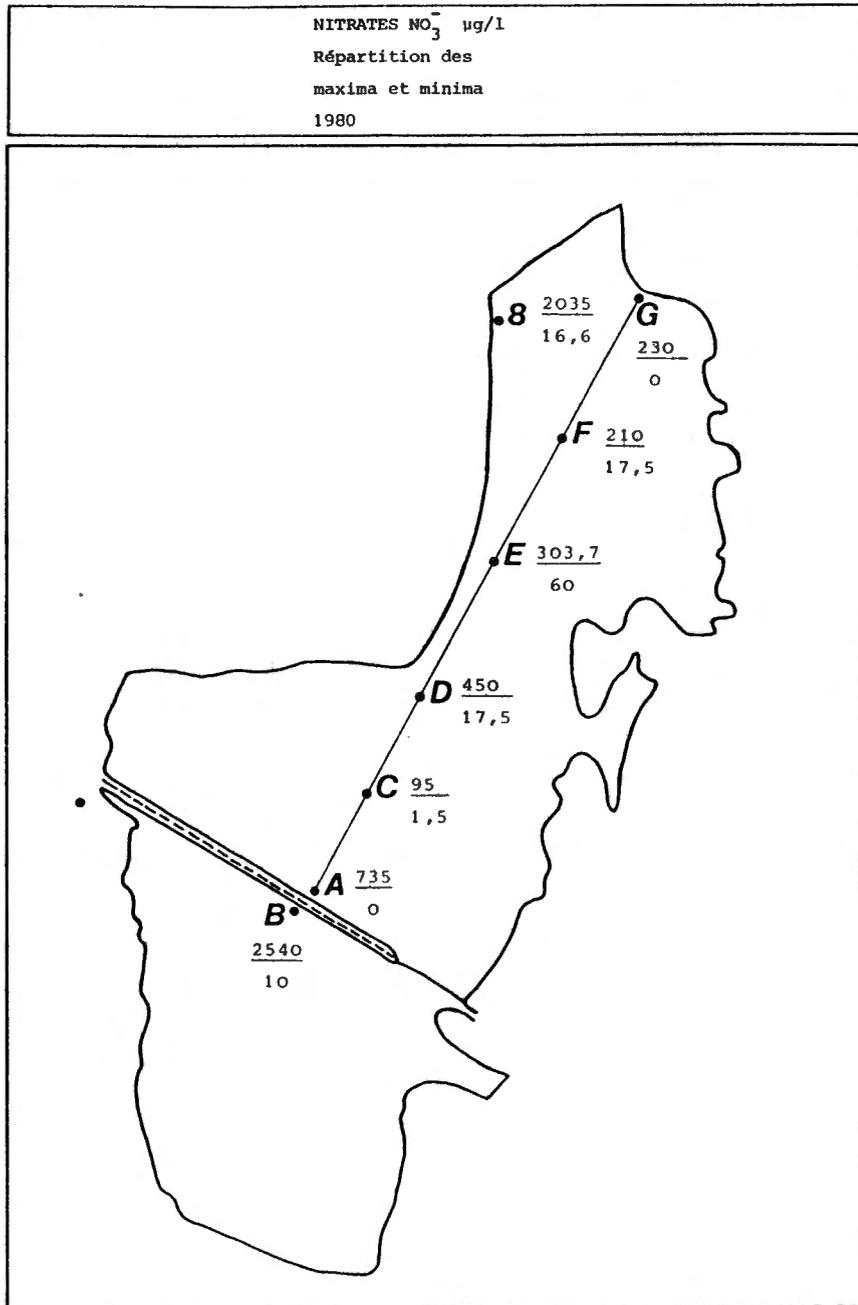


Fig.54.- Répartition des maxima et minima des nitrates.

Afin de pouvoir visualiser le mieux possible les variations de l'azote nitrique à Harchies, nous avons été obligés de construire des graphiques cumulatifs par point et par mois, ce dernier groupant les données analytiques dont nous pouvions disposer.

La comparaison des différents graphiques entre-eux permet de constater une certaine ressemblance entre les divers points en ce sens que durant la période hivernale les maxima sont bien exprimés et que la diminution réelle, sauf quelques exceptions, se produit à partir de la période mars-avril, début de la végétation, jusque vers les mois de juillet-août où les concentrations en nitrates tendent vers zéro et la déplétion complète.

Prèsque partout en février, une diminution assez rapide s'amorce, peut-être imputable, jusque plus ample information, à une végétation hivernale à diatomées (?).

L'ensemble des graphiques permet de conclure au comportement normal de l'azote nitrique, à peu de choses près.

La remise en solution s'amorce à la fin de l'automne. L'interprétation de tous les chiffres s'avère très difficile étant donné les variations considérables constatées.

Quant à la répartition par points, l'exhaure complète à quasi complète en A, B et G, permettrait de conclure à une activité chlorophyllienne très intense à ces trois endroits.

La silice.

On peut considérer l'acide silicique comme un des acides principaux à côté de l'acide carbonique. Il se présente d'ailleurs parfois en plus grandes quantités que ce dernier. Il est utilisé plus spécialement par les diatomées dans l'élaboration de leurs valves siliceuses. Sous des formes plus ou moins réactionnelles, il est présent presque universellement dans toutes les eaux.

On pourrait s'attendre à trouver la silice toujours sous une forme oxydée:

1. - en solution vraie comme acide non dissocié, ion orthosilicique,
2. - comme ions siliciques complexes,
3. - comme acide silicique colloïdal,
4. - sous forme de particules minérales flottant dans le seston.

On croit pouvoir admettre que ces catégories se transforment insensiblement l'une dans l'autre et qu'il n'est pas impossible que dans les eaux acides ou neutres, il existe des solutions instables d'acide silicique.

M. TANAKA (1953) estime ainsi que dans certains lacs du Japon, la concentration de la silice totale vaudrait deux ou trois fois celle de la forme dissoute. T. OKURA (1954) qui a démontré l'existence de silice colloïdale, conclut que cette forme prend très facilement l'état moléculaire ionique.

Dans un travail particulièrement important, K.B. KRAUSKOPF (1956) a montré que l'acide silicique amorphe peut former des solutions stables de H_2SiO_4 ,

pouvant atteindre des concentrations jusque 100 mg/litre à des températures normales des lacs.

Comme sources d'acide silicique dans les eaux naturelles on peut admettre avec certitude la décomposition des silicates d'alumine dans l'aire de drainage d'où l'eau provient.

En présence d'eau, le CO_2 réagit avec les silicates avec formation de carbonates et d'acide silicique. D'après une opinion généralement répandue, il n'est pas exclu que des acides organiques interviendraient dans cette décomposition. Cependant, et c'est un fait particulièrement important en limnologie, il n'est pas impossible qu'en dehors d'une mise en liberté d'acide silicique par voie inorganique, il se développe en outre un processus biochimique spécifique. Plusieurs chercheurs ont trouvé que les diatomées benthiques peuvent s'attaquer au silicate d'alumine des argiles et tireraient ainsi la silice qui leur est indispensable immédiatement du sol. Elles contribueraient ainsi à activer très fortement la décomposition inorganique des vases.

Nous sommes probablement redevables de cette découverte à J. MURRAY et R. IRVING (1891). W. VERNADSKY (1922), H. COUPIN (1922) ont pu démontrer qu'une diatomée du genre *Nitzschia* attaque le kaolin; A.P. VINOGRADOV et E.A. BOUCHENKO (1942) ont approfondi le problème et ont trouvé que certaines diatomées décomposent la Nakrite, minéral appartenant à la Kaolinite.

Ces auteurs ont suivi le processus sous le microscope et ont pu voir comment le cristal est décomposé lorsqu'il entre en contact avec la couche mucilagineuse secrétée par les diatomées.

Au cours de la décomposition, il y a mise en liberté d'hydroxyde d'alumine. Il n'est cependant pas encore démontré que la silice de la Nakrite est assimilée quantitativement par l'organisme, mais, comme la décomposition a lieu à l'extérieur de la cellule, il est probable que l'acide silicique dissous diffuse. Si on parvient à démontrer la véracité de cette hypothèse, on pourra admettre que les diatomées jouent un rôle de premier plan dans la mise en liberté d'acide silicique des sédiments et sa solubilisation.

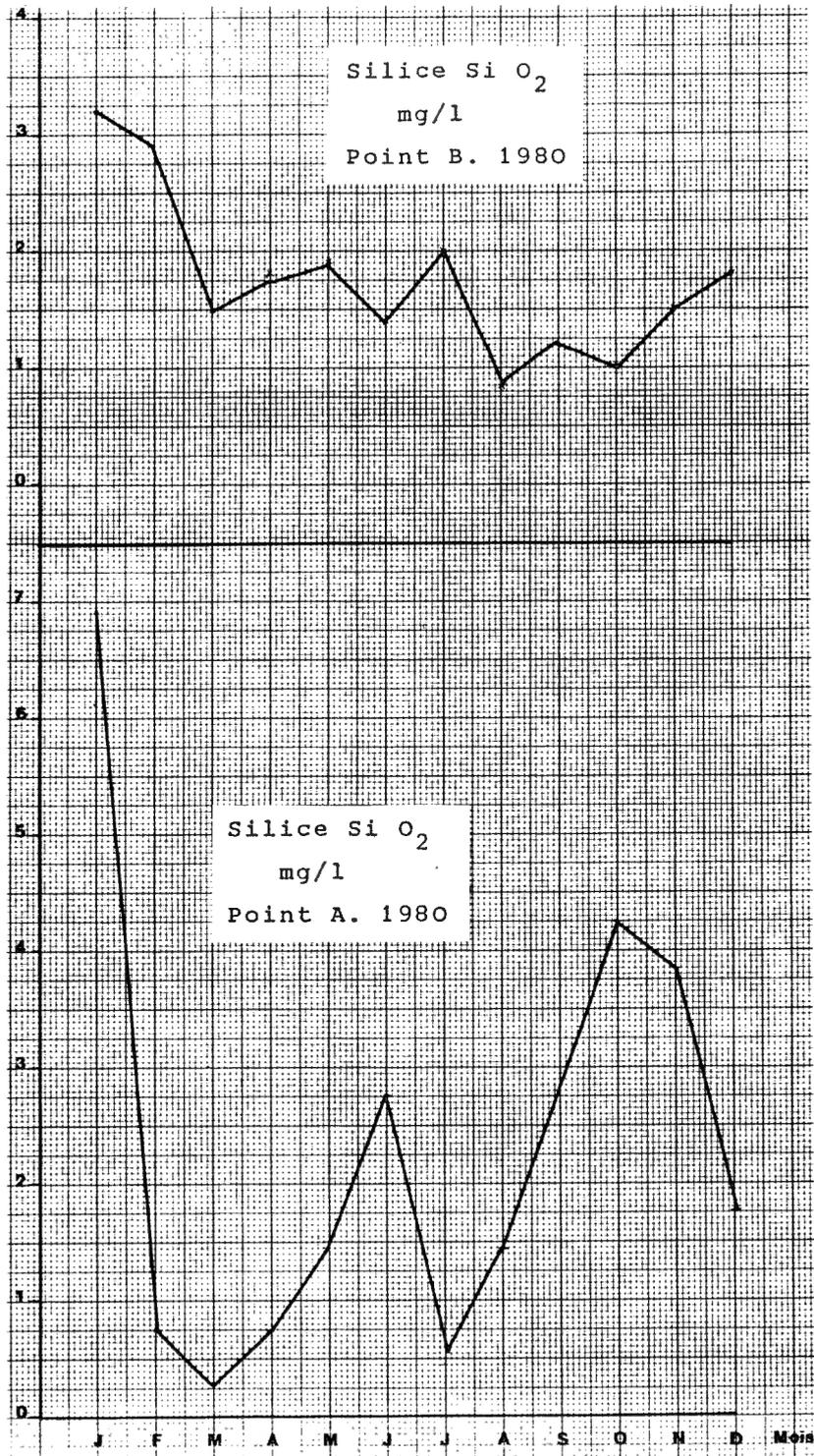


Fig.55.- La silice aux points A et B.

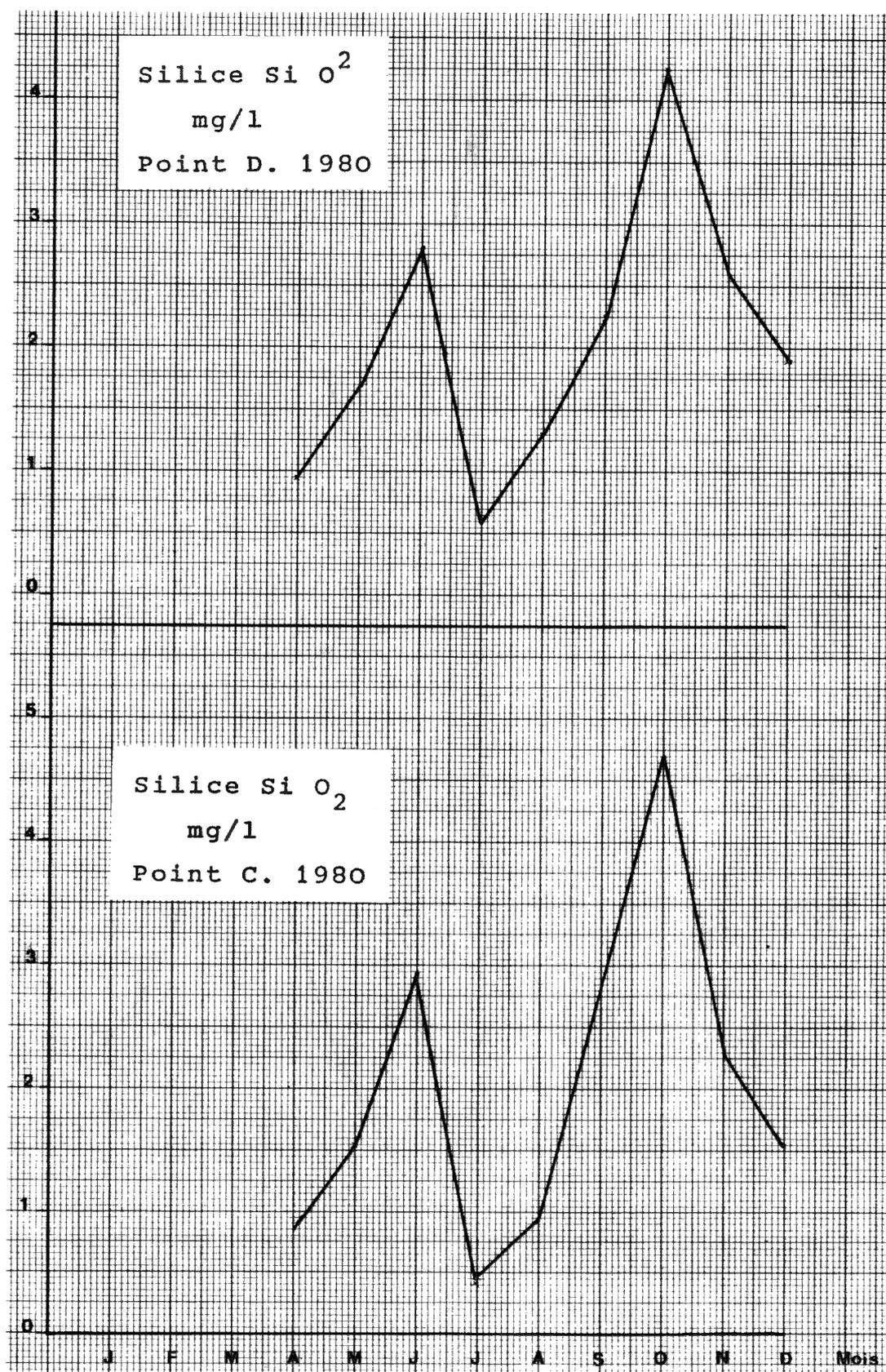


Fig.56.- La silice aux points C et D.

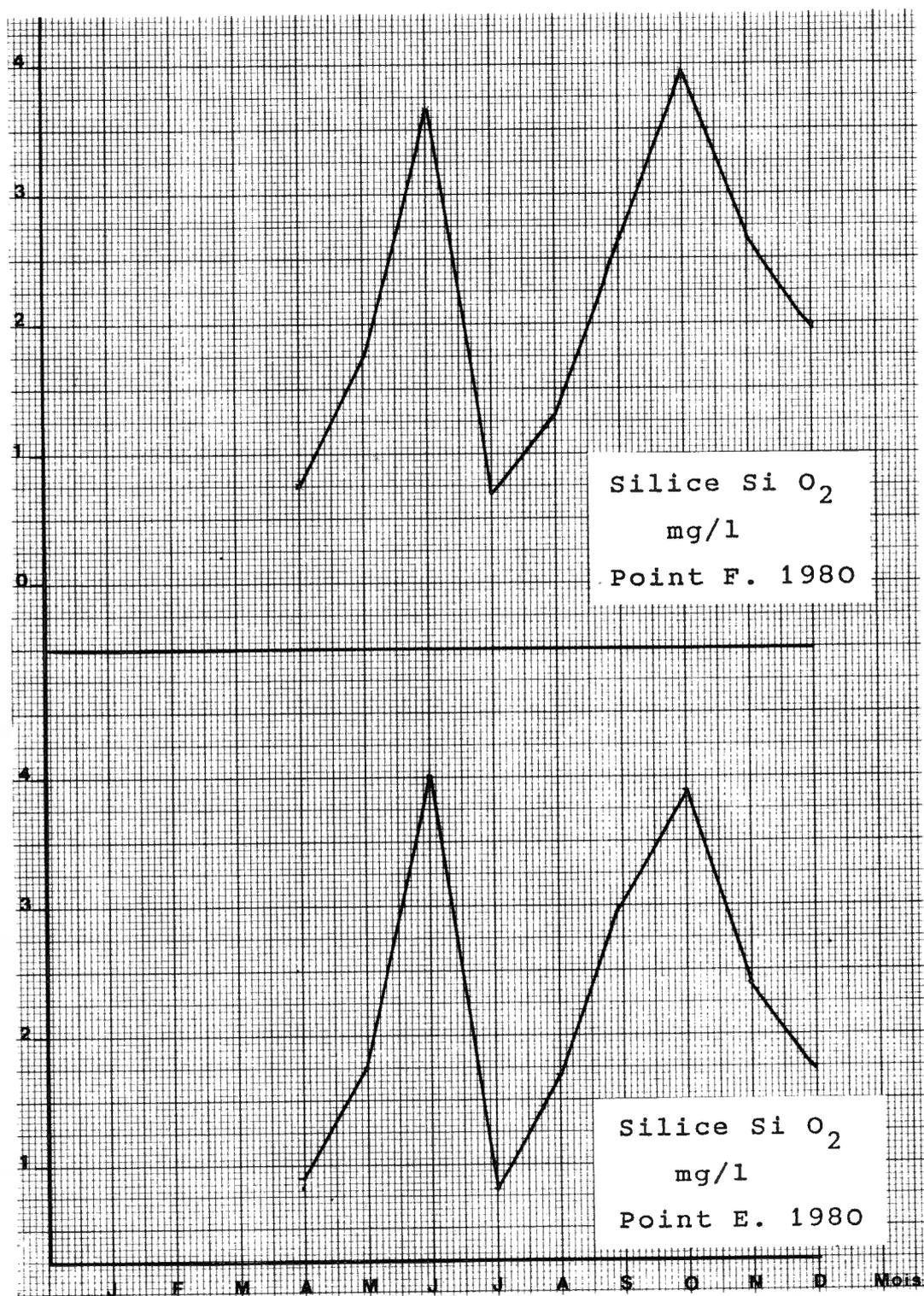


Fig.57.- La silice aux points E et F.

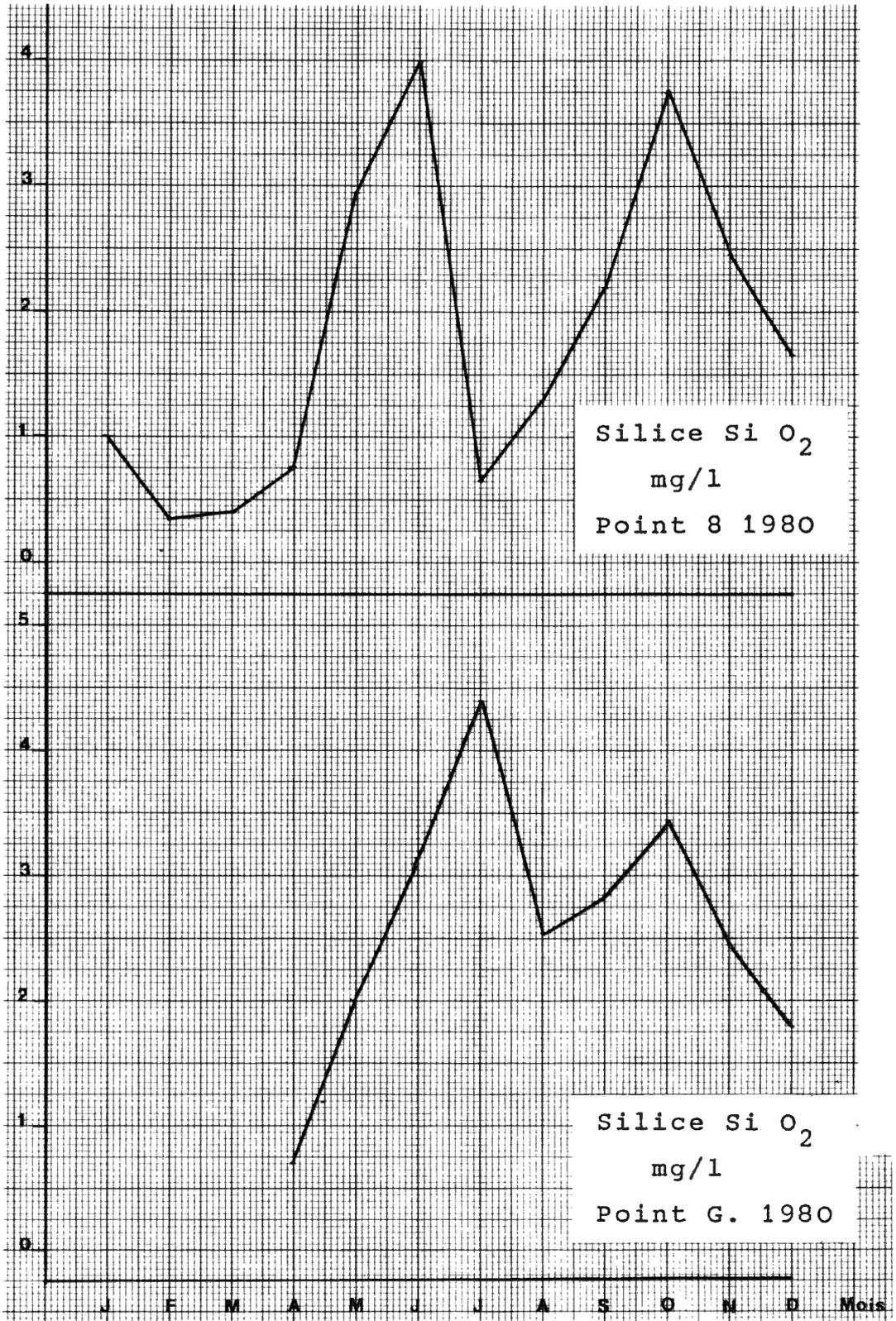


Fig.58.- La silice aux points G et 8.

Tableau 33 (suite)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Point D.1980											
-	-	-	0,95	1,04	3,1	0,72	1,03	2,50	5,86	3,17	1,8
-	-	-	0,90	1,10	3,0	0,72	1,2	2,50	3,24	2,33	2,0
-	-	-	-	1,75	2,5	0,35	1,7	2,10	4,55	2,33	-
-	-	-	-	2,97	-	0,74	1,44	-	3,33	-	-
Point D.1981											
1,07	0,70	0,68	1,45	0,55	0,96	-	0,62	2,85	1,52	-	-
0,82	0,76	1,91	0,35	1,72	0,14	-	-	1,95	1,89	-	-
-	-	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point E.1980											
-	-	-	0,95	1,15	3,1	0,87	1,86	2,22	5,25	2,42	1,87
-	-	-	0,83	1,10	4,3	1,19	1,3	2,78	4,38	2,75	-
-	-	-	-	1,75	4,7	0,67	1,92	4,03	3,33	2,17	-
-	-	-	-	2,97	-	0,47	1,54	-	2,63	-	-
Point E.1981											
1,07	0,93	0,77	1,35	0,55	0,76	-	0,65	1,75	1,82	-	-
0,84	0,70	2,18	0,40	1,93	0,28	-	2,78	-	1,2	-	-
-	-	1,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point F.1980											
-	-	-	0,71	1,10	3,0	0,8	1,09	2,50	5,25	2,25	1,93
-	-	-	0,83	1,19	4,5	0,87	1,54	2,78	3,68	3,83	-
-	-	-	-	1,98	3,5	0,38	1,41	2,71	4,73	1,83	-
-	-	-	-	2,91	-	0,64	1,15	-	2,19	-	-
Point F.1981											
1,07	0,84	0,73	1,35	0,50	0,83	-	0,71	2,55	0,67	-	-
0,99	0,93	2,18	0,45	1,58	0,14	-	-	1,55	1,39	-	-
-	-	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Point G.1980											
-	-	-	0,67	1,43	2,3	4,29	4,23	2,61	3,56	2,42	1,80
-	-	-	0,71	1,51	5,5	5,57	2,69	2,22	3,33	2,42	-
-	-	-	-	1,98	1,7	5,7	1,22	3,76	-	-	-
-	-	-	-	3,1	-	2,22	2,07	-	-	-	-
Point G. 1981											
0,93	1,92	0,99	1,45	0,95	0,62	-	1,6	3,0	0,52	-	-
0,93	0,76	1,73	0,80	1,72	1,24	-	-	2,38	1,28	-	-

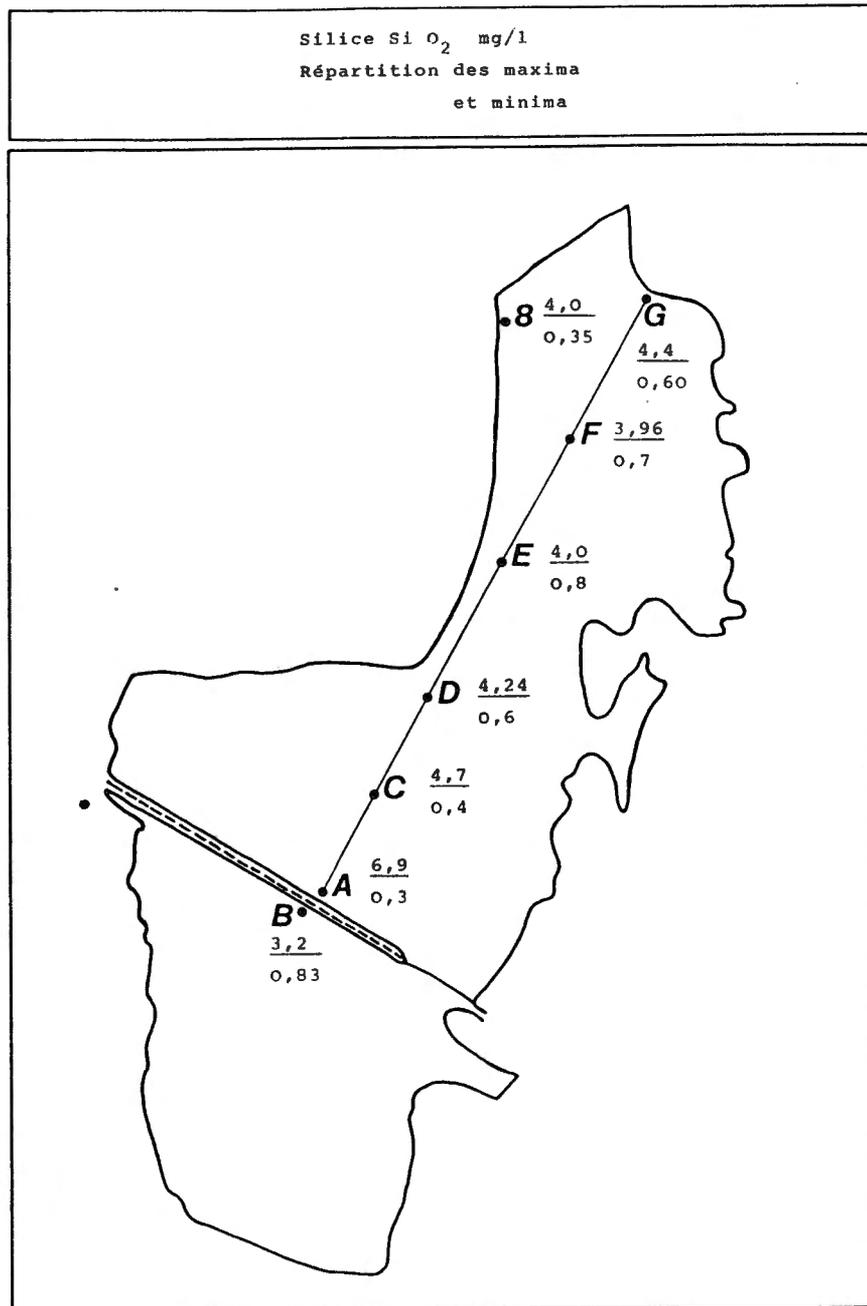


Fig. 59.- La silice. Répartition des maxima et minima.

Tableau 33 (suite)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Point 8.1979											
-	-	-	-	3,6	2,82	0,93	1,6	1,36	1,7	2,31	1,20
-	-	-	-	3,28	2,07	2,44	1,13	1,7	4,63	2,31	-
-	-	-	-	5,8	0,97	-	1,44	1,96	2,72	1,77	-
-	-	-	-	2,72	-	-	1,32	-	2,92	1,43	-
Point 8.1980											
1,77	0,82	0,29	0,76	2,97	2,9	0,67	1,22	2,22	3,33	3,17	1,2
0,35	0	0,22	-	-	4,2	-	1,30	2,22	4,73	2,50	2,13
-	0,23	0,73	-	-	4,9	-	-	-	3,24	1,75	-
Point 8.1981											
1,00	0,82	0,91	1,45	0,75	1,17	-	1,25	2,92	0,92	-	-
0,76	0,76	1,91	0,40	2,06	0,89	-	-	2,12	1,54	-	-
-	0,76	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 34

Silicates SiO₂mg/l

Point A

1979	Max.	min.	1980	Max.	min.
V	2,74	2,4	I	11,41	2,59
VI	2,85	1,85	II	0,15	0
VII	1,27	0,95	III	0,73	0
VIII	1,71	1,09	IV	0,83	0,71
IX	1,70	0,88	V	2,6	0,88
X	2,72	1,31	VI	3,1	2,5
XI	2,52	1,22	VII	0,56	0,45
XII	1,22	1,22	VIII	1,82	0,96
			IX	3,61	2,45
			X	3,94	3,5
			XI	5,67	2,67
			XII	1,93	1,60

Tableau 34 (suite)

Point B

1979	Max.	min.	1980	Max.	min.
V	3,28	0,96	I	4,22	2,23
VI	2,55	2,05	II	3,70	2,18
VII	1,29	0,94	III	1,86	1,16
VIII	4,53	1,88	IV	2,14	1,43
IX	0,79	0,65	V	2,58	1,44
X	3,95	3,06	VI	2,0	1,1
XI	2,38	1,50	VII	2,94	0,53
XII	1,56	-	VIII	1,35	0,26
			IX	1,67	0,79
			X	1,14	0,88
			XI	2,0	1,05
			XII	2,0	1,60

Tableau 35

1981

SiO₂ mg/l

Points	A		B		C	
	Max.	min.	Max.	min.	Max.	min.
I	3,09	1,07	3,09	2,8	1,07	0,82
II	0,88	0,7	2,82	1,05	0,7	0,64
III	2,00	0,55	1,18	0,5	2,36	0,64
IV	1,45	0,4	2,65	2,15	1,60	0,40
V	1	0,4	1,35	0,89	1	0,35
VI	0,89	0,44	1,99	1,44	1,31	0,28
VII	-	-	-	-	-	-
VIII	0,58		0,98		0,58	
IX	2,9	2,15	2,0	1,58	2,6	1,75
X	2,4	1,55	2,28	2,22	1,58	1,49

Tableau 36
 Silice SiO_2 mg/l
 Année 1980

Points	A	B	C	D	E	F	G	8
I	6,9	3,2	-	-	-	-	-	1,0
II	0,75	2,9	-	-	-	-	-	0,35
III	0,3	1,5	-	-	-	-	-	0,4
IV	0,74	1,78	0,87	0,92	0,89	0,77	0,69	0,76
V	1,47	1,89	1,55	1,71	1,74	1,79	2,0	2,97
VI	2,8	1,4	2,96	2,86	4,0	3,66	3,16	4,0
VII	0,5	2,0	0,4	0,6	0,8	0,7	4,4	0,67
VIII	1,46	0,83	0,97	1,34	1,65	1,29	2,55	1,26
IX	2,85	1,19	2,9	2,36	3,01	2,66	2,86	2,22
X	4,31	1,02	4,7	4,24	3,89	3,96	3,44	3,76
XI	3,86	1,49	2,3	2,6	2,37	2,63	2,42	2,47
XII	1,76	1,8	1,55	1,9	1,87	1,93	1,80	1,66

A Harchies, on observe un premier minimum de la silice au mois de mars, pour les points A (très prononcé) et B; en G, il s'étend sur les mois de février et mars.

Ceci correspond assez bien avec l'évolution de l'azote nitrique en A, pour le mois de février et B, pour le mois de mars. Pour les autres points, le minimum se présente au mois de février.

La chlorophylle n'ayant pas été dosée aux mois de janvier et février, il est impossible, en ce moment, de montrer une influence de diatomées hivernales, probable cependant, sur les concentrations en silice.

Un second minimum a lieu en juillet en A,C,D,E,F et 8, sauf en B et G où il a lieu en août. Durant cette période le plancton à diatomées (recherches postérieures en 1982-1983) des mois de juillet-août peut avoir déterminé cette exhaure.

Une redissolution s'amorce en juillet, visible surtout en A (1980), C,D,E,F et 8 à l'exception du point G où elle a lieu un mois plus tard. En B, elle débute en août.

Vers la période hivernale, l'exhaure réapparaît avec la même intensité à tous les points, sauf en B, point aberrant.

Au point A, on a mesuré en 1980 un maximum de 6,9 mg SiO_2 / litre, probablement pour la même raison que pour les sulfates: libération par l'action érosive des vaguelettes sur les schistes de la digue.

Orthophosphates.

En ce qui concerne les phosphates, on peut difficilement faire un commentaire étant donné l'absence de résultats analytiques pour les mois de novembre à mai.

Quoi qu'il en soit, on a observé des différences notables entre les points A et B. Un maximum a eu lieu durant le mois d'août avec respectivement 0,413 mg/l pour A et 1,156 mg/l pour B.

Aux fins de recherches possibles dans le futur, nous avons ajouté quelques notes sur des recherches à faire au point de vue limnologique sur le comportement des phosphates.