

## ETUDES LIMNOLOGIQUES EN BELGIQUE

### VIII. — Essai d'un cycle biologique annuel dans un système de cinq bassins d'eau douce à courant lent dérivant du Canal Albert

#### A. — Etude des milieux

PAR

L. VAN MEEL (Bruxelles)

---

L'Intercommunale des eaux à Anvers : « I. V. ANTWERPSE WATERWERKEN N. V. » possède, entre Lierre et Duffel, dans la Province d'Anvers, un domaine très vaste comprenant une succession d'étangs alimentés par l'eau du Canal de la Nete. Ce canal, depuis Viersel, relie le Canal Albert à la Basse Nete à Duffel.

Ils acheminent en réalité l'eau brute du Canal Albert qui sera traitée par les ANTWERPSE WATERWERKEN en vue de la production d'eau potable pour l'agglomération anversoise; ils constituent ainsi un milieu particulièrement apte à favoriser la décantation des matières en suspension d'une part, et, d'autre part, l'épuration biologique naturelle.

Grâce à l'amabilité de feu M. G. SCHROEYERS, Ingénieur, de son vivant Directeur-Général de l'Intercommunale, nous avons pu étudier l'hydrobiologie de ces cuvettes durant plusieurs années.

Il s'agissait de déterminer, entre autres, la biologie de chaque étang en particulier, de chercher une corrélation éventuelle entre la périodicité des différentes espèces phytoplanctoniques et les paramètres écologiques, d'envisager la possibilité de rédiger un calendrier planctonique pour le système des étangs dans sa totalité et pour chaque étang en particulier.

Sur ces questions préliminaires sont venues se greffer un certain nombre d'autres questions, de sorte que le travail est devenu beaucoup plus ample qu'il n'avait été prévu à l'origine.

C'est ainsi que nous avons pu disposer d'échantillons de phytoplancton provenant de différents points du Canal Albert, prélevés mensuellement durant plusieurs années consécutives. Nous n'avons pas hésité à intégrer les résultats acquis ainsi, à ceux de notre étude puisque les eaux examinées ici proviennent directement du Canal Albert.

La connaissance de la flore du Canal Albert, durant une certaine période de son histoire, limitée malheureusement aux espèces dominantes, facilitera, espérons-le, une étude plus approfondie des caractères biologiques de ses eaux au cours des années à venir.

L'interprétation correcte des résultats obtenus est rendue difficile par le type de ce genre d'étangs qui est atatique, c'est-à-dire à très faible courant. Il constitue de ce fait un genre particulier intermédiaire entre l'eau stagnante, dans le sens strict, et la rivière.

L'intérêt de la recherche sur ce genre d'étangs se trouve dans le fait que l'eau accomplit un voyage de dix-huit à vingt jours environ depuis le point d'alimentation, sur une distance de huit kilomètres environ, et sur une étendue de soixante-dix hectares. Il existe peu de cas connus de ce genre de biotope.

Nous nous trouvons, en effet, devant un problème spécial posé par une eau dans laquelle les réactions se poursuivent d'une manière totalement différente que dans le cas d'une eau complètement stagnante ou d'une eau courante véritable.

Ces deux derniers genres de biotope ont fait et font encore l'objet d'une multitude de recherches et de publications dans la plupart des pays.

Pour ces raisons, toute notre reconnaissance va à feu M. le Directeur-Général G. A. SCHROEYERS pour nous avoir offert la possibilité d'entreprendre cette recherche et pour nous avoir soutenu par son aide morale et technique. Sans lui, la réalisation de cette étude aurait été complètement impossible.

Depuis, M. le Directeur-Général ir. J. DIRICKX a bien voulu continuer l'effort de son prédécesseur et a obtenu d'ailleurs pour nous les autorisations nécessaires du Conseil de Direction de l'Intercommunale en vue de la publication de ce travail. Nous lui en sommes très reconnaissant.

Cette étude est basée en partie sur un très grand nombre d'analyses chimiques de routine exécutées au Laboratoire de l'Intercommunale à Walem, et en partie, sur des analyses complémentaires exécutées par nous-même, à côté des déterminations de plancton, au Laboratoire de l'Institut des Sciences naturelles de Belgique, Section des Invertébrés récents.

Nous avons pu compter aussi sur l'aide directe ou indirecte de tous les membres du personnel scientifique et technique : MM. le Directeur ir.

F. LUDWIG, le Directeur Chef du Laboratoire, le Dr A. VAN DE VLOED, le Dr K. POMA et L. MOREL, Ingénieur technique.

Nous ne pouvons terminer sans remercier plus spécialement notre aide dévoué M. J. DENAYER, Préparateur-technicien de première classe à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, pour son dévouement inlassable dans les travaux analytiques, les calculs et la préparation des représentations graphiques.

Si ce travail pouvait mieux faire comprendre la complexité des réactions chimiques et biologiques qui se déroulent au sein d'un eau telle que celle-ci, nous nous verrions récompensé de l'effort fourni.

Ce travail étant antérieur à ceux que nous avons publié plus récemment, nous n'avons pu disposer à l'époque de tous les moyens qui ont facilité l'élaboration de ces derniers. Plusieurs méthodes de recherche — nous citons notamment la détermination des chlorophylles a, b et c, les hydrates de carbone, les acides aminés — font ainsi défaut à notre grand regret.

Cette publication a été répartie sur deux bulletins, étant donné son volume. Un premier A. — traitera de l'étude des milieux, un second sera consacré à B. — l'étude du plancton et à C. — les conclusions. La bibliographie sera insérée dans un travail d'ensemble sur les eaux douces de la Basse Belgique à publier ultérieurement.

## CHAPITRE PREMIER

### PHYSIOGRAPHIE ET MORPHOMETRIE DES ETANGS

Il est impossible d'examiner la situation et l'interdépendance de ces bassins sans l'aide de quelques données techniques. C'est pourquoi nous citons les détails les plus indispensables tirés de l'excellent « Volume jubilaire » de la plume de feu M. le Directeur-Général A. G. SCHROEYERS (1955).

Le Canal Albert relie les bassins de la Meuse et de l'Escaut. Par la différence de niveau entre écluses à Olen et à Wijnegem, environ 300.000 mètres cubes d'eau sont libérés chaque jour lors de l'éclusage des péniches, étant donné l'intensité actuelle de la navigation sur ce canal. La Direction des Ponts et Chaussées a projeté et réalisé le Canal de la Nete, depuis Viersel jusqu'à Duffel, afin de pouvoir évacuer cette eau et la diriger vers la Basse Nete à Duffel. L'Intercommunale obtint les autorisations nécessaires afin de disposer d'une partie de ces eaux libérées. Les travaux d'aménagement durèrent du mois de mai 1953 jusqu'au 24 octobre 1955 (Figure 1).

L'eau entre dans les bassins par une prise d'eau située sur le Canal de la Nete à environ 2.000 m en amont des écluses de Duffel afin d'éviter une influence possible par les eaux de la Basse Nete. Elle traverse d'abord

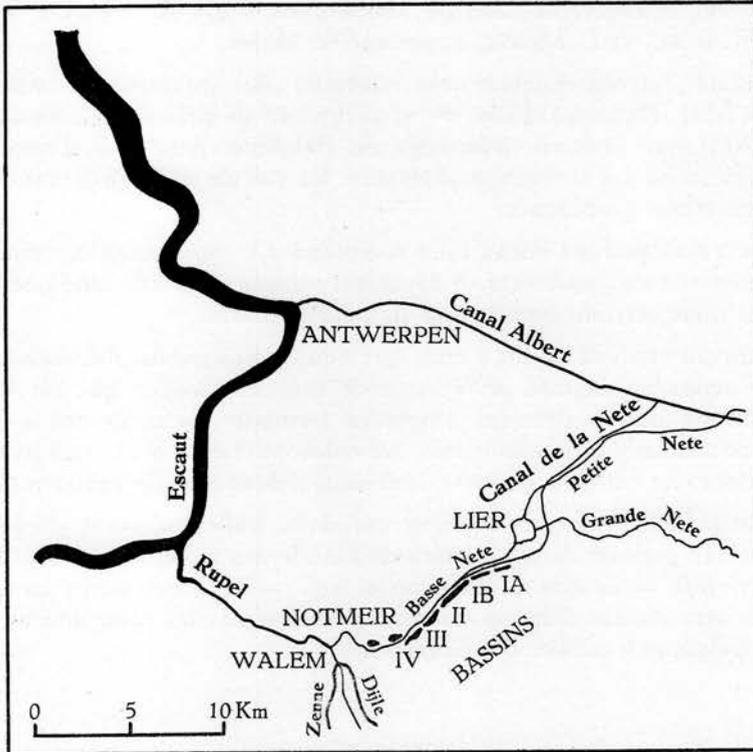


Fig. 1. — Situation générale des bassins par rapport à l'Escaut, au Canal Albert et au Canal de la Nete.

les bassins Ia et Ib qui présentent la forme d'un canal. En temps normal leur profondeur est de 3 mètres. Le contenu est d'environ 270.000 mètres cubes pour une superficie totale de 7 hectares (Figure 2).

Le bassin suivant, le bassin II, a été projeté le plus grand possible afin de permettre un séjour prolongé.

La profondeur normale est de  $\pm 5$  mètres et le contenu d'environ 995.000 mètres cubes pour une superficie de 21 hectares.

A la route provinciale Mechelen-Lier, l'eau entre dans le bassin III. Celui-ci mesure également 5 mètres de profondeur, par étiage normal, et est particulièrement large : 300 mètres au point maximum.

Près de la ligne de chemin de fer Bruxelles-Antwerpen, le bassin se rétrécit sous forme de canal, il mesure environ 21 hectares et contient 960.000 mètres cubes.

Un caniveau conduit l'eau sous la ligne de chemin de fer vers le bassin IV, le dernier situé sur la rive gauche de la Nete. La profondeur normale

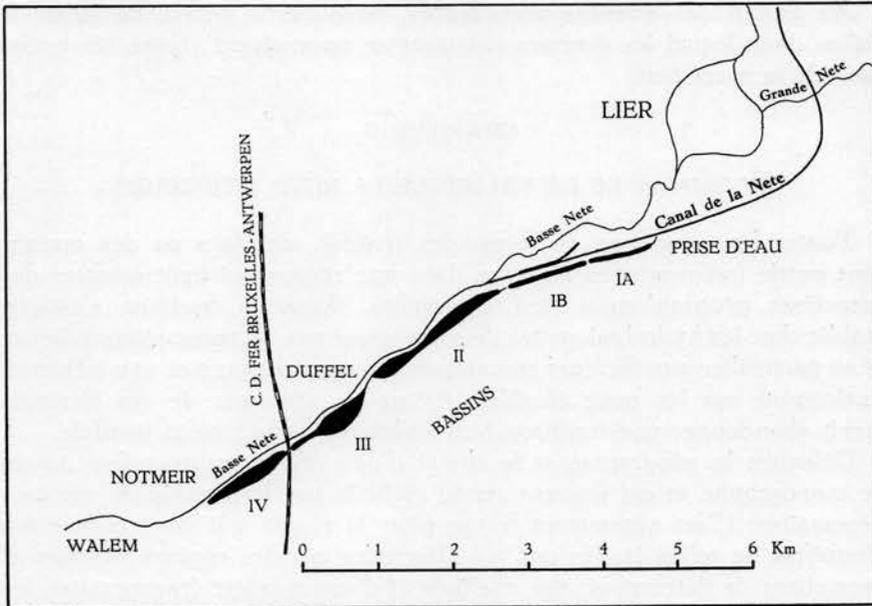


Fig. 2. Détail des bassins.

de ce bassin mesure 5 mètres, la contenance 500.000 mètres cubes et la superficie 14 hectares. Ensuite un siphon sous la Nete relie ce bassin au bassin V situé sur la rive droite de la rivière.

TABLEAU 1

Superficie et contenance des bassins

Bassins	Superficie Ha	Contenance m <sup>3</sup>
Ia ... ..	3,0	} 270.000
Ib ... ..	4,0	
II ... ..	21,0	955.000
III ... ..	21,0	960.000
IV ... ..	14,0	500.000
Total ... ..	63,0	2.685.000

L'eau effectue un voyage d'environ quinze à dix-huit jours pour traverser ces bassins successifs.

Au moyen des données précédentes, nous avons essayé de situer le milieu dans lequel les diverses réactions se poursuivent et que les cycles annuels se succèdent.

## CHAPITRE II

### LE CLIMAT DE LA VALLEE DE LA NETE INFERIEURE

Toutes les eaux, que ce soient des rivières, des lacs ou des marais, font partie intégrante du paysage dans une région qui peut montrer des caractères géographiques bien déterminés. Aussi la tradition s'est-elle établie chez les hydrobiologistes de s'intéresser aux facteurs géographiques et en particulier aux facteurs climatiques qui peuvent exercer une influence quelconque sur les eaux étudiées. Eviter de s'occuper de ces éléments serait abandonner une tradition bien établie et parfaitement justifiée.

Délimiter la géographie et le climat d'une région est toutefois œuvre de monographe et est souvent rendu difficile par le manque de mesures nécessaires. C'est notamment le cas pour la région qui nous occupe ici. Toutefois de telles études ont été effectuées sur des régions voisines et permettent de déterminer, par analogie et d'une manière fragmentaire, les caractères les plus saillants de ce pays. Le fait que l'eau des bassins étudiés est principalement influencée par les facteurs atmosphériques, nous oblige à tenir compte, avant toutes choses, du climat. C'est pourquoi nous nous limiterons à quelques points géographiques d'ordre général pour rassembler ensuite, dans ce chapitre, ce que l'on connaît au sujet du climat, soit par des mesures directes, soit par déduction.

Les bassins étudiés s'étendent dans une région qui peut être considérée comme région de transition entre la région campinienne et celle des alluvions fluviales. On la connaît mieux sous le nom de « Pays de Boom » (Figure 3).

M. DE ROECK (1942) la définit comme suit : « le Pays de Boom est limité au Sud par le Rupel et à l'Est par la Nete. Dans le Nord, la limite est basée sur l'aspect du paysage de chaque côté de la ligne Viersel, Broechem, Ranst, Wommelgem, Borsbeek et l'Escaut au Sud de Antwerpen. La région campinienne est située au Nord avec des terres sableuses, plantées de sapins; au Sud, s'étend une région de transition vers Boom, c'est-à-dire, une bande de terre campinienne qui a perdu, par des améliorations continues, son aspect typique original et se rattache au pays de Boom.

La région est donc située entre les polders scaldisiens au Nord et au Nord-Est, la Nete à l'Est, le Rupel et la Nete au Sud de l'Escaut à l'Ouest. C'est un pays à culture possédant quelques caractères typiques, comme une île entourée de rivières. Au Sud-Sud-Est, la Nete charrie les eaux campiniennes, elle se jette dans le Rupel à Rumst. Au Nord, se trouve le Canal Albert.

Comme tout paysage avant l'influence humaine, le Pays de Boom formait une région naturelle à végétation propre. Sous l'influence de plus

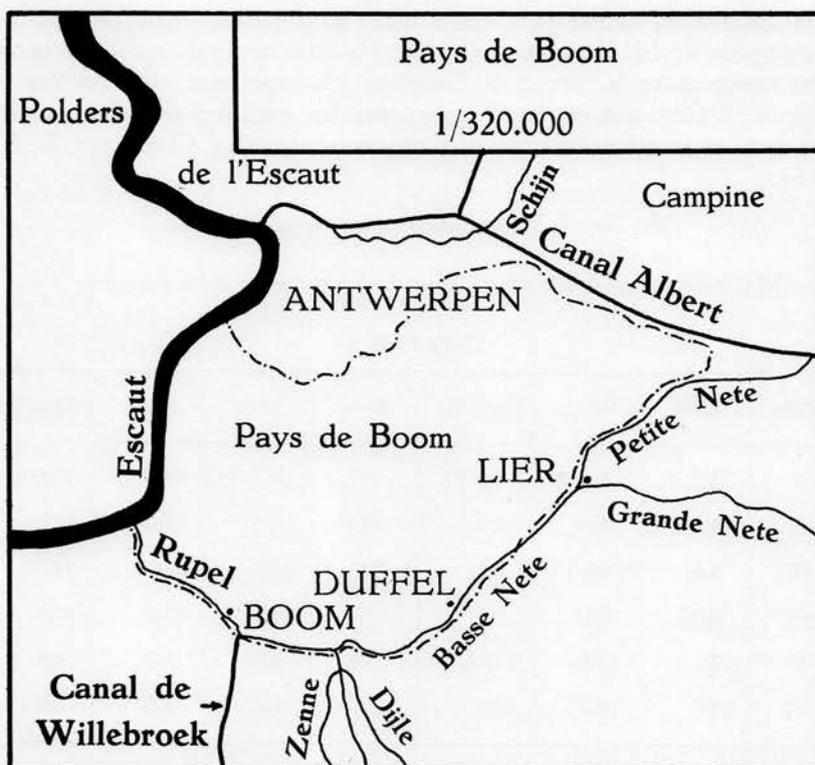


Fig. 3. — Carte géographique du Pays de Boom. (D'après M. DE ROECK, 1942.)

en plus profonde de l'homme, surtout de la déforestation au cours des siècles passés, de la transformation des terres ainsi gagnées en terres de labour très riches, les éléments de la flore primitive ont presque complètement disparu et ne se retrouvent que très sporadiquement. Jusque là, la citation empruntée à M. DE ROECK.

A quelques endroits plus particulièrement sablonneux, surtout le long des deux Netes (Grande et Petite), on retrouve encore des vestiges de végétation campinienne : la bruyère et le genêt, notamment entre Duffel et St-Katelijne-Waver.

Depuis Lier jusque Notmeir, les bassins sont situés sur la rive gauche de la Nete jusqu'à la ligne de partage Campine-Pays de Boom. Ils furent creusés dans les prairies inondables de la Basse Nete dont le sous-sol est constitué par des alluvions fluviales argileuses.

A cause de la surface limitée de notre pays et de son relief régulier, on constate en réalité peu de différences climatiques pour les différents paysages. Des circonstances locales peuvent toutefois provoquer des déviations notables et causer la formation d'un microclimat ou d'un climat local.

Les documents numériques qui suivent sont également empruntés à la monographie de M. DE ROECK (1942). Comme la région qui nous occupe ici est située entre la côte et la Campine, chacune avec un caractère très prononcé, il était intéressant de comparer les quelques données en notre possession avec celles de ces deux régions naturelles (Tableaux 2, 3, 4, 5 et 6).

### A. — La température de l'air

#### a. — Moyennes mensuelles de la température

TABLEAU 2

Mois	Côte	Boom	Campine	Mois	Côte	Boom	Campine
I	3,2 °C	2,6 °C	1,5 °C	VII	16,7 °C	17,3 °C	17,8 °C
II	3,4	3,2	2,5	VIII	16,7	17,3	17,2
III	5,6	5,6	5,3	IX	14,9	14,6	14,5
IV	8,0	8,6	8,3	X	10,8	10,1	10,1
V	12,1	12,7	12,8	XI	6,3	5,9	4,8
VI	14,7	15,7	16,0	XII	4,2	3,5	2,6

#### b. — Moyennes annuelles de la température

Côte 9,7 °C; Boom 9,7 °C; Campine 9,4 °C.

#### c. — Variations moyennes mensuelles

TABLEAU 3

Mois	Côte	Boom	Campine	Mois	Côte	Boom	Campine
I	4,7 °C	5,5 °C	6,5 °C	VII	7,9 °C	11,1 °C	12,2 °C
II	5,9	6,5	7,9	VIII	7,7	10,8	11,1
III	6,5	7,7	9,3	IX	8,0	10,2	11,1
IV	6,9	9,7	11,2	X	7,3	8,2	9,6
V	7,6	10,4	12,2	XI	6,1	6,8	7,0
VI	7,6	10,8	12,2	XII	5,2	5,3	6,0
				Moyennes	6,8	8,5	9,6

## d. — Température moyenne pour les saisons

TABLEAU 4

Saisons	Côte	Boom	Campine
Hiver ... ..	3,6	3,1	2,2
Printemps ... ..	8,6	8,9	8,8
Été ... ..	16,0	16,7	17,0
Automne ... ..	10,7	10,2	9,8

Avec M. DE ROECK nous pouvons conclure de ce matériel numérique que le climat du Pays de Boom se trouve plus près du climat de la Campine. Juillet constitue le mois le plus chaud, janvier le plus froid, comme pour le restant du pays.

En été, la température moyenne est supérieure au Pays de Boom qu'à la côte. Pour les mois d'hiver et d'automne, c'est le contraire qui se produit. Les moyennes des variations mensuelles sont sensiblement plus élevées qu'à la côte, mais ne sont pas si fortes qu'en Campine. Il est intéressant de faire remarquer ici que les variations se rapprochent de celles constatées en Campine, plutôt que celles relatives à la côte.

## e. — Différences entre les températures à Boom et celles à la côte et en Campine

TABLEAU 5

Mois	Côte	Campine	Mois	Côte	Campine
I	- 0,6	+ 1,1	VII	+ 0,6	- 0,5
II	- 0,2	+ 0,7	VIII	+ 0,6	+ 0,1
III	0,0	+ 0,3	IX	- 0,3	+ 0,1
IV	+ 0,6	+ 0,3	X	- 0,7	0,0
V	+ 0,6	- 0,1	XI	- 0,3	+ 1,1
VI	+ 1,0	- 0,3	XII	- 0,7	+ 0,9

## f. — Nombre moyen de journées de gel

TABLEAU 6

Mois	Côte	Boom	Campine	Mois	Côte	Boom	Campine
I	11	16	18	VII	0	0	0
II	10	14	16	VIII	0	0	0
III	6	11	13	IX	0	0	0
IV	1	5	7	X	1	4	4
V	0	1	1	XI	6	10	12
VI	0	0	0	XII	9	13	15
				Total	44	74	86

Le nombre moyen de journées de gel augmente à mesure qu'on se rapproche des régions sablonneuses et qu'on s'éloigne du littoral : 74 journées dans le Pays de Boom contre 44 au littoral et 86 en Campine.

La température est donc relativement douce, montrant moins de variations considérables qu'en Campine, mais différant notablement avec le littoral, à cause du sol sablonneux. Il devrait en résulter un caractère extrême, mitigé toutefois par l'action régulatrice de la mer.

L'influence de la température de l'air se fait évidemment sentir aussi sur l'eau. Nous ne disposons malheureusement que d'un nombre restreint de mesures sur le Canal de la Nete, à la prise d'eau, pour les années 1956, 1957 et 1958 (Tableau 7) et des mesures sur l'eau du Canal Albert exécutées à Viersel au cours des années 1951, 1952, 1953, 1954 et partiellement en 1955 (Tableau 8).

TABLEAU 7

Température de l'eau du Canal de la Nete  
Maxima, minima et moyennes par mois

Mois	Maxima	Minima	Moyennes	Mois	Maxima	Minima	Moyennes
1956							
I	5,2	3,5	4,3	VII	21,6	18,0	19,6
II	1,8	0,5	1,2	VIII	19,5	16,2	17,6
III	9,5	1,7	4,9	IX	18,3	16,2	16,8
IV	11,0	7,5	8,9	X	17,3	9,2	13,6
V	19,4	12,2	16,4	XI	8,6	4,2	6,9
VI	18,3	16,2	16,9	XII	8,7	4,3	6,8
1957							
I	6,7	1,9	3,8	VII	25,3	19,3	22,0
II	7,8	4,6	6,3	VIII	21,4	16,3	18,7
III	11,4	4,5	9,2	IX	14,2	8,1	15,8
IV	12,7	10,5	11,5	X	14,4	11,4	12,6
V	16,8	11,5	14,4	XI	11,8	5,0	7,9
VI	22,2	16,3	19,1	XII	4,9	1,8	3,6
1958							
I	4,8	2,8	3,6	VII	20,8	18,2	19,5
II	7,5	2,7	5,1	VIII	20,8	18,4	19,8
III	8,0	2,6	4,2	IX	21,8	15,6	19,3
IV	12,3	7,5	9,1	X	16,7	10,9	13,8
V	17,4	14,5	15,6	XI	10,2	6,5	8,1
VI	20,8	16,7	18,9	XII	6,4	2,0	4,8

TABLEAU 8

Température de l'eau du Canal Albert (à Viersel)  
Maxima, minima et moyennes

Mois	Maxima	Minima	Moyennes	Mois	Maxima	Minima	Moyennes
1951							
I	6,0	0,5	3,8	VII	22,5	18,5	19,9
II	5,5	3,0	4,4	VIII	21,5	18,0	19,9
III	8,5	2,5	5,25	IX	21,5	16,5	18,8
IV	13,0	5,5	9,0	X	11,0	9,0	9,8
V	16,5	11,0	14,0	XI	10,0	7,0	8,0
VI	21,5	16,0	18,0	XII	8,5	3,5	5,4
1952							
I	5,5	1,0	3,7	VII	24,3	17,5	21,1
II	4,4	1,8	2,9	VIII	21,4	17,0	19,1
III	9,0	3,2	6,2	IX	19,5	11,5	15,0
IV	16,3	3,1	11,1	X	12,3	8,2	10,1
V	20,0	15,8	17,0	XI	10,1	1,9	6,3
VI	21,4	16,2	18,1	XII	5,3	1,7	2,8
1953							
I	5,5	2,0	2,6	VII	24,0	18,0	20,5
II	5,5	1,2	3,7	VIII	23,0	18,2	20,1
III	7,9	4,7	6,15	IX	19,8	14,7	16,9
IV	13,4	8,1	10,5	X	15,7	11,6	13,9
V	21,6	12,8	16,0	XI	11,6	6,2	8,0
VI	23,5	14,0	18,0	XII	8,6	4,6	7,1
1954							
I	5,4	0,9	3,0	VII	19,2	17,0	18,0
II	5,8	1,0	1,4	VIII	20,7	16,5	18,3
III	9,4	3,6	6,75	IX	19,6	12,7	15,3
IV	10,9	8,9	9,9	X	14,5	11,5	12,3
V	19,2	12,2	15,0	XI	11,7	7,1	8,8
VI	31,0	16,9	18,8	XII	10,3	6,0	7,0
1955							
I	—	—	—	VII	22,3	18,5	21,0
II	—	—	—	VIII	23,0	17,8	20,5
III	7,5	0,9	3,6	IX	—	—	—
IV	16,4	6,0	10,6	X	—	—	—
V	15,5	12,0	14,0	XI	—	—	—
VI	21,8	15,6	18,4	XII	—	—	—

Les moyennes de la température pour ces années font l'objet du tableau 9.

TABLEAU 9

Moyennes de la température de l'eau du Canal Albert pour les années 1951 à 1955 à Viersel (Pulle)

I	3,2	VII	20,1
II	3,1	VIII	19,6
III	5,59	IX	16,5
IV	10,22	X	11,52
V	15,20	XI	7,77
VI	18,44	XII	5,57

Nous disposons en même temps des mesures de température effectuées à la prise d'eau au Canal de la Nete (Tableau 10).

TABLEAU 10

Température de l'eau du Canal de la Nete

Mois	1956	1957	1958	Moyenne
I	4,3	3,8	3,6	3,9
II	1,2	6,3	5,1	4,2
III	4,9	9,2	4,2	6,1
IV	8,9	11,5	9,1	9,8
V	16,4	14,4	15,6	15,5
VI	16,9	19,1	18,9	18,3
VII	19,6	22,0	19,5	20,4
VIII	17,6	18,7	19,8	18,7
IX	16,8	15,8	19,3	17,3
X	13,6	12,6	13,8	13,3
XI	6,9	7,9	8,1	7,6
XII	6,8	3,6	4,8	5,1
	Maxima		Minima	
1956	19,6		1,2	
1957	22,0		3,8	
1958	19,8		3,6	

Ces données sont toutefois trop peu nombreuses pour nous permettre d'en tirer des conclusions définitives. Nous les considérons donc simplement comme des ordres de grandeur qui se rapprochent de la réalité.

En résumé, nous pouvons conclure des cartes climatiques publiées par L. PONCELET & H. MARTIN (1947) :

a. — Température vraie moyenne de l'air : entre les isothermes de 9,5 et 10,0 °C.

Ce dernier est le mieux atteint dans la région qui nous occupe.

b. — Température moyenne maxima par an : est située entre les isothermes de 14,0 et 14,5 °C.

c. — Température moyenne minima par an : entre les isothermes de 5,5 et 6,0 °C.

d. — Température moyenne annuelle maxima : autour de l'isotherme de 32 °C.

e. — Température moyenne annuelle minima : autour de l'isotherme de - 10 °C.

f. — Nombre de jours à température moyenne de :

au moins 5 °C	ligne de 260 jours
10 °C	zone de 175 jours
25 °C	zone de 35 jours
30 °C	zone de 7 jours.

g. — Nombre moyen par an de jours de gel :  
zone de 5,0 ——— 5,5 ——— 6,0 jours.

h. — Température moyenne au cours de la période de croissance des plantes :

mai-juin-juillet : zone de 15,5 °C.

Toutes les données qui précèdent constituent à peu près tout ce que nous connaissons au sujet de la région étudiée.

## B. — La pluie

Les précipitations atmosphériques augmentent principalement avec l'altitude et la végétation, sans tenir compte de la proximité de la mer. Il va de soi que le relief du Pays de Boom est trop minime pour pouvoir exercer une influence quelconque sur le climat. Aussi la répartition de la pluviosité est-elle fonction de la direction des vents humides qui atteignent la région sans rencontrer d'obstacles.

Malgré qu'il n'existe pas de vrai poste d'observation dans notre région, on a toutefois mesuré les chutes de pluie à Viersel. Nous possédons, en outre, des données pour Emblem et Grobbendonk (Campine).

En 1894, A. LANCASTER a publié le résultat des observations des années 1882 à 1892 pour Emblem et Grobbendonk (Tableaux 11 et 12).

TABLEAU 11

Mesures pluviométriques faites à Grobbendonk, période 1882-1891

Années	Mois												Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1882 ... ..	—	—	—	—	—	—	—	84	93	92	130	108	—
1883 ... ..	63	36	36	6	43	73	125	29	74	74	95	80	734
1884 ... ..	71	32	29	9	40	26	69	68	31	76	27	123	601
1885 ... ..	48	45	20	32	87	43	4	42	60	132	44	16	573
1886 ... ..	77	7	37	30	70	83	77	54	26	44	58	102	665
1887 ... ..	18	15	48	18	75	61	30	63	69	56	48	82	583
1888 ... ..	20	53	105	42	20	87	230	80	41	76	50	36	840
1889 ... ..	24	51	37	63	47	63	128	133	120	78	45	51	835
1890 ... ..	83	2	51	64	60	46	81	131	32	120	104	5	779
1891 ... ..	46	0	54	42	77	89	103	70	29	40	54	93	697
1892 ... ..	28	43	32	29	31	63	51	38	109	63	38	54	579
Moyenne ... ..	48	28	45	34	55	63	89	72	62	77	63	68	704

TABLEAU 12  
Mesures pluviométriques faites à Emblem, période 1882-1891

Années	Mois												Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1882 ... ..	—	—	—	—	—	—	—	74	79	99	126	99	—
1883 ... ..	59	35	30	7	32	68	129	36	82	65	88	86	697
1884 ... ..	65	32	33	12	45	36	71	68	34	74	27	101	598
1885 ... ..	31	45	30	30	87	37	2	46	83	137	59	34	621
1886 ... ..	105	9	29	24	70	76	77	69	61	48	57	104	729
1887 ... ..	14	11	48	19	88	38	22	47	79	60	51	69	546
1888 ... ..	25	51	86	42	31	105	173	94	49	85	45	37	823
1889 ... ..	26	42	36	76	73	48	95	129	120	73	37	40	795
1890 ... ..	76	3	47	53	59	45	102	147	43	97	85	7	764
1891 ... ..	35	1	70	36	65	90	98	69	19	37	54	77	651
1892 ... ..	34	43	41	23	28	78	41	43	122	63	34	55	605
Moyenne ... ..	47	27	45	32	58	62	81	75	70	76	60	63	696

L. PONCELET et H. MARTIN (1947) ont en outre recalculé les données pour Grobbendonk pour les années 1901 à 1930 (Tableau 13).

TABLEAU 13

Mesures pluviométriques faites à Grobbendonk, période 1901 à 1930

Mois	Valeur moyenne de la quantité mensuelle de pluie en mm	Extrêmes observés en 30 ans		Mois	Valeur moyenne de la quantité mensuelle de pluie en mm	Extrêmes observés en 30 ans	
		Max.	Min.			Max.	Min.
I	65	151	26	VII	82	199	14
II	47	103	11	VIII	79	168	5
III	57	124	21	IX	65	158	6
IV	57	148	13	X	79	155	4
V	61	172	6	XI	73	144	18
VI	73	168	14	XII	82	187	21
				Total	820	947	421

D'après les cartes pluviométriques établies par L. PONCELET, la quantité moyenne de pluie recueillie pour notre région, varie de 750 à 800 mm par an. Nous avons encore fait usage des données obtenues à Viersel pour l'année 1958 en entier et en partie seulement pour 1957 et 1959 (Tableau 15).

TABLEAU 14

Nombre moyen de jours de pluie avec au moins n mm d'eau recueillie

Précipitation mm	0,1	1,0	5,0	10,0	20,0
Mois					
I	14,4	12,1	4,9	1,3	0,2
II	11,2	9,3	3,0	1,0	0,1
III	12,4	10,6	4,0	1,5	0,1
IV	11,5	9,9	3,7	1,5	0,2
V	11,7	10,2	3,7	1,7	0,4
VI	11,4	9,8	4,4	2,4	0,5
VII	12,1	10,8	5,0	2,4	0,8
VIII	12,6	11,4	5,5	2,2	0,5
IX	11,1	10,1	4,0	1,7	0,7
X	12,4	11,1	5,0	2,5	0,6
XI	13,7	12,3	4,9	1,9	0,4
XII	15,8	13,0	5,8	1,9	0,2
Année	150,3	130,6	53,9	22,0	4,7

TABLEAU 15

Précipitations atmosphériques à Viersel

Mois	1957	1958	1959
I	—	89,9	99,8
II	—	82,9	6,9
III	—	13,3	66,7
IV	—	—	68,9
V	—	42,5	17,3
VI	—	56,3	24,2
VII	—	102,8	—
VIII	—	102,3	—
IX	—	41,9	—
X	44,3	—	—
XI	23,7	32,7	—
XII	46,4	69,1	—

Avec M. DE ROECK, nous pouvons conclure :

1° — Le climat du Pays de Boom est intermédiaire entre celui de la Campine et celui du littoral.

2° — Le climat de Boom est moins doux que celui du littoral et du Pays de Waas.

Par sa situation près de la Campine il accuse déjà des caractères un peu versatiles.

On pourrait se demander pourquoi nous avons mis l'accent sur les conditions climatiques de la région qui nous occupe. L'influence que la chute de pluie froide, par exemple, peut avoir sur une surface d'eau de 65 Ha, par refroidissement subit, est incontestablement très importante dans certaines circonstances, l'apport de particules terreuses et de matières minérales des terrains environnants, l'apport de dérivés azotés de l'air, après des phénomènes orageux, ou dans des régions industrielles, justifient parfaitement ce point de vue. On pourrait 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 avec la production d'odeurs ou de goûts.

Le fait que dans beaucoup de circonstances les dérivés azotés dissous constituent un facteur limitant pour un grand nombre de planctontes permet d'expliquer pourquoi certains groupes planctoniques apparaissent soudain et disparaissent aussi vite, ou le déplacement des périodes maxima vers une autre période dans l'année, sous l'influence d'un apport exceptionnel d'azote.

On pourrait nous objecter, toutefois, que nous sommes en présence ici d'une eau courante, pour laquelle une déplétion totale est pratiquement exclue, comme c'est le cas pour les lacs ou les étangs. Il ne faut pas perdre de vue que l'eau met environ dix-huit jours pour effectuer la distance depuis le point d'eau, que les chutes de pluie valent aussi bien pour le

Canal Albert que pour le Canal de la Nete et qu'il n'est donc pas superflu d'essayer d'en tenir compte. Faut-il encore insister, en outre, sur l'importance considérable des moyennes de la température, des maxima et minima, puisque les cycles biologiques et les périodes de végétation en dépendent intimement.

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 souvent trop négligé, par exemple, dans le cas de mortalité massive de poissons.

Nous pouvons donc terminer ces quelques considérations au sujet du climat de cette région en appuyant sur l'importance d'observations suivies en ce sens, sans parler de la position du soleil, le nombre de jours ensoleillés, facteurs qui ont tous leur rôle à jouer dans la biologie aquatique.

### CHAPITRE III

#### L'EAU DU CANAL ALBERT ET DU CANAL DE LA NETE

Comme pour toute étude hydrobiologique, nous devons ici aussi, examiner l'origine de l'eau qui nous occupe et notamment celle du Canal Albert et du Canal de la Nete, puisque les bassins étudiés contiennent de l'eau dérivée de ces sources.

#### A. — Le Canal Albert

Des analyses concernant les principaux ions furent effectuées mensuellement durant un an complet (en 1957-1958). La composition moyenne en mg litre et en % des ions totaux a été calculée du point de vue géochimique. Il s'agit toutefois ici d'une moyenne annuelle basée uniquement sur une seule mesure mensuelle (Tableau 16).

TABLEAU 16  
Composition de l'eau du Canal Albert  
Analyses mensuelles 1957-1958

Mois	Alcal.	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
X ... ..	1,920	37,7	45,60	7,80	2,824	38,00	11,30	22,20	4,2
XI ... ..	2,084	36,0	43,80	9,5	4,419	51,20	6,70	23,90	4,6
XII ... ..	2,038	36,0	46,80	9,24	6,688	55,40	7,22	23,80	4,7
I ... ..	2,232	31,0	52,00	11,24	9,709	62,48	8,67	19,80	3,3
II ... ..	1,832	31,0	65,95	14,60	8,935	63,81	5,56	19,90	3,5
III ... ..	2,082	23,0	48,09	10,65	9,202	67,70	3,31	19,86	3,5
IV ... ..	1,966	39,0	51,90	10,00	7,184	49,80	6,90	27,50	5,1
V ... ..	2,682	35,9	52,50	7,03	1,260	63,30	7,50	23,40	4,9
VI ... ..	2,266	39,6	50,20	7,75	1,186	54,20	6,90	27,50	4,7
VII ... ..	2,616	33,3	55,80	4,62	1,370	62,60	8,20	21,40	4,4
VIII ... ..	2,560	46,2	60,80	5,95	1,305	62,61	8,10	29,60	5,4
IX ... ..	2,432	43,1	52,60	6,98	3,299	60,00	7,80	27,20	4,8
Moy. ... ..	2,226	36,0	52,17	8,78	4,782	57,60	7,30	23,80	4,4

Sous la forme de milliéquivalents en % des ions totaux, cette moyenne revêt l'aspect suivant :

TABLEAU 17  
Eau du Canal Albert  
Composition moyenne annuelle  
Balance ionique en % des ions totaux

	Milliéq.	%		Milliéq.	%
Alcalinité ...	2,226	48,09	Ca ... ..	2,874	62,18
Cl ... ..	1,015	21,93	Mg ... ..	0,6	12,98
SO <sub>4</sub> ... ..	1,086	23,47	Na ... ..	1,035	22,39
NO <sub>3</sub> ... ..	0,142	3,07	K ... ..	0,113	2,45
SiO <sub>2</sub> ... ..	0,159	3,44			

Comme on peut le remarquer par l'examen du tableau 18, les variations mensuelles des principaux ions sont parfois considérables.

TABLEAU 18  
Eau du Canal Albert  
Variations mensuelles des principaux ions  
Résultats en mg par litre

	Maximum	Minimum		Maximum	Minimum
Alcalinité ...	2,682	1,832	Ca ... ..	67,7	38,0
Cl ... ..	46,2	23,0	Mg ... ..	11,3	3,31
SO <sub>4</sub> ... ..	60,8	43,8	Na ... ..	29,6	19,8
NO <sub>3</sub> ... ..	14,6	4,618	K ... ..	5,4	3,3

Au cours des années 1951 jusqu'en 1955, on a exécuté un certain nombre de mesures à Viersel sur l'eau du Canal Albert. Nous renseignons ici les résultats obtenus pour les ions qui figurent aussi dans nos analyses et qui sont importantes du point de vue géochimique (Tableau 19).

TABLEAU 19

Eau du Canal Albert à Viersel  
Moyennes mensuelles de quelques ions  
Résultats en mg/litre (sauf l'alcalinité en m<sub>é</sub>q.)

Mois	Alcal.	Cl mg	Ca mg	NO <sub>3</sub> mg	Mois	Alcal.	Cl mg	Ca mg	NO <sub>3</sub> mg
1951									
I	2,5	39,0	64,88	5,9	VII	2,6	34,0	68,48	7,25
II	2,54	35,0	65,28	7,35	VIII	2,54	36,7	66,48	7,98
III	2,62	33,0	64,04	2,38	IX	2,9	47,0	74,89	8,6
IV	2,36	35,0	67,28	8,0	X	2,76	43,6	81,25	9,1
V	2,35	30,17	65,40	7,2	XI	2,98	54,0	81,3	—
VI	2,66	35,4	68,88	8,43	XII	2,74	61,0	78,89	12,8
1952									
I	2,24	40,2	61,27	9,1	VII	2,94	43,5	82,1	7,35
II	2,16	35,0	60,07	10,2	VIII	2,92	45,1	80,9	7,87
III	2,5	32,9	62,07	2,85	IX	2,7	47,0	72,49	8,2
IV	2,58	30,04	66,88	9,55	X	2,24	39,0	62,87	8,4
V	2,8	27,84	70,48	8,1	XI	2,32	47,0	62,87	—
VI	2,92	32,33	78,01	12,3	XII	2,2	35,6	70,48	8,7
1953									
I	2,26	30,5	64,08	10,7	VII	2,64	49,5	77,69	9,01
II	2,48	36,0	67,68	8,8	VIII	2,56	41,0	74,49	9,1
III	2,4	37,0	62,8	1,4	IX	2,82	49,0	73,69	10,5
IV	2,54	35,24	72,49	4,9	X	2,94	56,6	83,3	8,1
V	2,8	42,77	76,89	8,7	XI	3,06	65,0	83,3	—
VI	2,78	45,61	79,77	8,0	XII	3,26	69,8	90,1	15,5
1954									
I	3,16	65,3	85,7	15,4	VII	2,5	55,0	66,08	8,2
II	2,54	54,0	72,49	13,3	VIII	2,2	50,0	58,07	6,3
III	2,28	44,0	60,87	2,88	IX	1,96	40,5	52,46	9,8
IV	2,08	41,2	57,27	10,0	X	2,12	40,2	60,07	—
V	2,20	39,08	58,07	9,8	XI	2,36	41,0	60,07	—
VI	2,56	52,0	65,68	6,2	XII	2,6	43,8	68,48	12,6
1955									
I	—	—	—	—	VII	2,48	42,0	67,27	7,17
II	—	—	—	—	VIII	2,66	56,4	71,68	7,17
III	2,34	49,5	66,08	2,24	IX	—	—	—	—
IV	2,64	42,0	67,68	7,8	X	—	—	—	—
V	2,6	40,0	70,88	10,2	XI	—	—	—	—
VI	2,62	44,6	69,76	10,8	XII	—	—	—	—

TABLEAU 20  
Moyennes pour 1951 à 1955 des données du tableau 19  
(en mg/litre)

Mois	Alcal.	Cl	Ca	NO <sub>3</sub>	Mois	Alcal.	Cl	Ca	NO <sub>3</sub>
I	2,525	34,75	68,98	10,27	VII	6,632	44,80	72,32	7,8
II	2,43	40,0	66,38	9,91	VIII	2,576	45,84	70,32	7,68
III	2,428	39,28	63,17	2,35	IX	2,595	46,05	68,42	9,27
IV	2,44	36,76	66,32	8,05	X	2,515	44,85	71,87	8,8
V	2,55	35,97	68,34	8,8	XI	2,68	51,75	71,88	—
VI	2,70	41,98	72,42	9,14	XII	2,7	52,55	76,98	12,15
					Moyenne	2,565	43,63	69,78	8,56

Cinq ou six fois par an, on a exécuté des analyses pour ainsi dire complètes à Viersel, dont nous empruntons les données pour arriver à obtenir du matériel numérique comparable (Tableau 21).

TABLEAU 21  
Analyses de l'eau du Canal Albert à Viersel  
Résultats mensuels

Mois	Alcal.	Cl mg	SO <sub>4</sub> mg	NO <sub>3</sub> mg	SiO <sub>2</sub> mg	Ca mg	Mg mg
1951							
VI	2,7	32,0	31,2	3,0	3,8	49,5	3,0
VII	2,5	28,0	37,7	2,0	7,3	55,0	4,1
IX	2,7	39,0	43,5	2,3	3,5	60,0	9,8
XI	3,1	53,0	50,4	3,1	9,6	69,0	5,0
1952							
I	2,4	43,0	39,0	2,8	7,5	54,0	4,3
III	2,5	28,0	29,5	1,7	2,5	51,0	6,7
VII	2,7	39,0	49,0	1,6	1,4	68,0	5,4
X	2,6	50,0	49,2	2,3	1,1	60,0	4,5
XII	2,3	39,0	48,0	2,7	1,1	51,2	5,7
1953							
II	2,2	28,0	43,8	3,75	4,5	47,6	4,7
IV	2,5	39,0	44,0	2,3	5,0	59,2	3,5
VII	2,7	57,0	45,0	2,3	3,2	61,0	6,5
IX	2,8	46,0	50,0	2,8	5,8	61,2	5,2
XI	3,0	64,0	51,0	2,7	3,7	69,2	7,8
1954							
IV	2,1	43,0	43,0	3,2	2,4	51,0	3,2
Moyenne	2,58	41,86	43,62	2,57	4,16	58,4	5,3

Calculés sous forme de milliéquivalents, les chiffres du tableau 21 deviennent :

TABLEAU 22

Eau du Canal Albert à Viersel  
Période 1951 à 1954  
Moyennes exprimées en milliéquivalents

Mois	Alca- linité	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg
1951							
VI	2,7	0,902	0,650	0,048	0,127	2,969	0,247
VII	2,5	0,79	0,785	0,032	0,243	2,745	0,337
IX	2,7	1,1	0,906	0,037	0,117	2,940	0,806
XI	3,1	1,495	1,049	0,049	0,320	3,443	0,411
1952							
I	2,4	1,213	0,812	0,045	0,25	2,695	0,354
III	2,5	0,79	0,614	0,027	0,083	2,545	0,551
VII	2,7	1,1	1,02	0,026	0,046	3,393	0,444
X	2,6	1,41	1,024	0,037	0,037	2,994	0,37
XII	2,3	1,1	0,999	0,044	0,037	2,555	0,469
1953							
II	2,2	0,79	0,912	0,060	0,15	2,375	0,387
IV	2,5	1,1	0,916	0,037	0,167	2,954	0,288
VII	2,7	1,607	0,937	0,037	0,107	3,044	0,535
IX	2,8	1,297	1,041	0,045	0,193	3,054	0,428
XI	3,0	1,805	1,062	0,044	0,123	3,453	0,641
1954							
IV	2,1	1,213	0,895	0,052	0,080	2,545	0,263

Malgré qu'ils soient incomplets à notre point de vue, nous avons néanmoins tenu à publier les résultats obtenus à Viersel sur les eaux du Canal Albert. Ces analyses furent exécutées dans un but uniquement industriel et donc limitées au strict minimum. Intégrées parmi les données complètes obtenues ultérieurement, durant nos recherches, elles peuvent contribuer à rendre cette étude plus complète.

#### B. — Canal de la Nete

Après un parcours de quelques kilomètres par le Canal de la Nete, l'eau du Canal Albert arrive à la prise d'eau à Lachenen. Afin de nous rendre

compte jusqu'à quel point des changements se seraient produits dans la composition de l'eau, nous avons calculé les moyennes mensuelles et les moyennes annuelles comme pour le Canal Albert (Tableau 23).

TABLEAU 23

Moyennes mensuelles et moyenne annuelle  
de la composition de l'eau du Canal de la Nete  
(mg/litre)

Mois	Alc.	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
X ... ..	2,154	41,7	48,7	7,475	2,824	43,2	12,1	23,5	4,5
XI ... ..	1,864	37,0	44,4	8,325	4,419	51,2	4,3	25,4	4,6
XII ... ..	2,072	37,0	45,0	9,494	7,661	54,5	7,24	23,0	4,7
I ... ..	2,242	31,0	52,0	8,0	9,133	62,5	8,0	19,9	3,3
II ... ..	2,142	24,0	59,1	14,4	9,04	67,7	5,5	11,0	3,3
III ... ..	2,192	27,0	53,6	15,85	9,577	67,7	3,3	19,8	3,5
IV ... ..	2,026	40,9	50,8	7,833	7,661	50,2	6,9	28,4	5,4
V ... ..	2,442	36,5	53,0	5,728	0,841	58,3	7,9	23,1	4,9
VI ... ..	2,284	39,6	52,5	5,354	0,803	54,2	7,3	27,0	4,5
VII ... ..	2,206	34,5	51,3	2,750	1,342	53,9	7,2	21,8	4,5
VIII ... ..	2,436	41,9	57,0	3,863	1,776	59,9	7,8	26,3	4,8
IX ... ..	2,482	48,1	56,4	4,409	1,706	61,6	7,8	29,8	5,0
Moy. ... ..	2,211	36,6	52,0	7,790	4,732	57,1	7,1	23,3	4,4

La composition moyenne en milliéquivalents et en % des ions totaux devient alors :

TABLEAU 24

	méq.	%		méq.	%
CO <sub>3</sub> ... ..	2,211	47,96	Ca ... ..	2,849	62,49
Cl ... ..	1,032	22,39	Mg ... ..	0,584	12,81
SO <sub>4</sub> ... ..	1,083	23,49	Na ... ..	1,013	22,22
NO <sub>3</sub> ... ..	0,126	2,73	K ... ..	0,113	2,48
SiO <sub>2</sub> ... ..	0,158	3,43			

Il nous devient facile maintenant de comparer les résultats obtenus pour le Canal Albert avec ceux du Canal de la Nete afin d'examiner si une variation quelconque s'est produite, (Tableau 25).

On voit donc parfaitement qu'il ne s'est pas produit de variation sensible sur le parcours Viersel-prise d'eau à Lachenen dans la composition de l'eau en se basant sur la moyenne annuelle. Quelques fluctuations se produisent toutefois de mois en mois. Nous y reviendrons plus loin.

\* \* \*

Nous connaissons ainsi avec une certaine précision la composition de l'eau du Canal Albert au point de vue géochimique. Nous avons trouvé

TABLEAU 25

Différences entre la composition moyenne de l'eau du Canal Albert  
et celle du Canal de la Nete (mg/litre, sauf l'alcalinité)

	Alcalinité	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
Canal Albert ... ..	2,226	36,0	52,2	8,782	4,782	57,6	7,3	23,8	4,42
Canal de la Nete ... ..	2,211	36,6	52,0	7,790	4,732	57,1	7,1	23,3	4,40
Différences ... ..	- 0,015	+ 0,6	- 0,2	- 0,992	- 0,050	- 0,5	- 0,2	- 0,5	- 0,02

qu'il n'était pas sans intérêt de remonter vers la source et d'y effectuer des analyses analogues. Ceci nous mène évidemment à la Meuse, source du Canal Albert. Il n'a pas été facile de disposer de données analytiques sur l'eau de la Meuse. En effet, celles-ci sont éparpillées dans la littérature et dans divers documents officiels et n'ont peut-être même jamais été publiées.

TABLEAU 26

Analyse de l'eau de la Meuse à Tailfer  
Résultats en mg/litre

Mois	IV	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Alcalinité ... ..	3,2	3,3	3,3	3,3	3,0	2,1	2,15
Cl ... ..	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0	8,0	6,0
SO <sub>4</sub> ... ..	20,0	23,0	23,5	23,0	26,0	21,0	20,5
Ca ... ..	60,0	61,0	65,0	63,0	63,0	43,0	44,0
Mg ... ..	5,5	6,0	5,0	5,0	5,0	3,5	4,5
Résultats en milliéquivalents							
CO <sub>3</sub> ... ..	3,2	3,3	3,3	3,3	3,0	2,1	2,15
Cl ... ..	0,169	0,169	0,169	0,225	0,225	0,225	0,169
SO <sub>4</sub> ... ..	0,416	0,478	0,489	0,478	0,541	0,437	0,436
Total ... ..	3,785	3,977	3,958	4,003	3,766	2,762	2,755
Ca ... ..	2,994	3,043	3,25	3,143	3,143	2,145	2,195
Mg ... ..	0,454	0,493	0,411	0,411	0,411	0,287	0,37
Na + K ... ..	0,337	0,441	0,297	0,449	0,212	0,33	0,19
Total ... ..	3,785	3,977	3,958	4,003	3,766	2,762	2,755
Résultats en % des ions totaux							
CO <sub>3</sub> ... ..	84,54	82,97	83,37	82,43	79,66	76,03	78,03
Cl ... ..	4,46	4,24	4,27	5,62	5,97	8,15	6,13
SO <sub>4</sub> ... ..	10,99	12,04	12,35	11,94	14,36	15,82	15,82
Ca ... ..	79,1	76,51	82,11	78,51	83,45	77,66	79,67
Mg ... ..	11,99	12,39	10,38	10,26	10,91	10,39	13,43
Na + K ... ..	8,9	11,08	7,5	11,21	5,63	11,94	6,89
Composition moyenne							
	milliéquivalents				%		
CO <sub>3</sub> ... ..	2,907				81,47		
Cl ... ..	0,193				5,41		
SO <sub>4</sub> ... ..	0,468				13,12		
Total ... ..	3,568				100,00		
Ca ... ..	2,845				79,65		
Mg ... ..	0,405				11,34		
Na + K ... ..	0,322				9,01		
Total ... ..	3,572				100,00		

En ce qui concerne l'eau de la Meuse, nous avons pu prendre connaissance d'une série d'analyses effectuées en 1952 à Tailfer (Tableau 26).

Dans le courant des années 1882-1883, W. L. SPRING et E. PROST ont entrepris des mesures sur la Meuse à Liège à la hauteur du Pont de la Boverie afin de déterminer les débits et la quantité de matières en suspension et de substances dissoutes. A cette occasion, on a exécuté treize analyses complètes et les résultats furent publiés en 1884.

Ce n'est pas la place ici pour entrer dans tous les détails, nous empruntons uniquement à F. W. CLARK la moyenne publiée par cet auteur dans son ouvrage « *Date of Geochemistry* » (1924).

La moyenne des substances dissoutes s'élève à 0,207 g par litre comme nous avons pu le calculer depuis les analyses de W. SPRING et E. PROST. En ce qui concerne le résidu sec, R. W. CLARK en donne la composition suivante en % (Tableau 27).

TABLEAU 27

Composition en résidu sec de l'eau de la Meuse à Liège d'après F. W. CLARK (1924)  
Résultats en %

CO <sub>2</sub> ... ..	36,48	Na ... ..	2,24
SO <sub>4</sub> ... ..	13,13	K ... ..	0,87
Cl ... ..	3,83	SiO <sub>2</sub> ... ..	6,02
NO <sub>3</sub> ... ..	2,86	Li ... ..	0,05
Ca ... ..	28,90	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	} 2,94
Mg ... ..	2,68	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	
		Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ... ..	

Le calcul en mg par litre pour les corps principaux donne les résultats suivants (Tableau 28).

TABLEAU 28

Composition de l'eau de la Meuse à Liège en mg/litre

CO <sub>2</sub> ... ..	75,51	Ca ... ..	59,82		
SO <sub>4</sub> ... ..	27,17	Mg ... ..	5,54		
Cl ... ..	7,93	Na ... ..	4,64		
NO <sub>3</sub> ... ..	5,92	K ... ..	1,80		
SiO <sub>2</sub> ... ..	12,46				
En milliéquivalents et en % des ions totaux :					
CO <sub>2</sub> ... ..	2,516	65,97 %	Ca ... ..	2,985	80,94 %
SO <sub>4</sub> ... ..	0,566	14,84 %	Mg ... ..	0,456	12,36 %
Cl ... ..	0,223	5,85 %	Na ... ..	0,201	5,45 %
NO <sub>3</sub> ... ..	0,095	2,49 %	K ... ..	0,046	1,25 %
SiO <sub>2</sub> ... ..	0,414	10,85 %			
Total ... ..	3,814	100,00 %		3,688	100,00 %
Sous la forme simplifiée, cette balance devient :					
CO <sub>2</sub> ... ..	2,516	76,13 %	Ca ... ..	2,985	80,94 %
Cl ... ..	0,223	6,75 %	Mg ... ..	0,456	12,36 %
SO <sub>4</sub> ... ..	0,566	17,12 %	Na + K ... ..	0,247	6,70 %
Total ... ..	3,305	100,00 %		3,688	100,00 %

Afin de pouvoir utiliser ces données dans les diverses méthodes de représentation graphique, on a ajouté  $\text{NO}_3$ , qui n'ionise pas, au Cl et  $\text{SiO}_2$  qui s'ionise à  $\text{CO}_3$ . On obtient ainsi finalement :

TABLEAU 29

Eau de la Meuse à Liège  
Calcul des % pour les différents ions

$\text{CO}_3 + \text{SiO}_2$ ...	$65,97 + 10,85 = 76,82$	Ca ... ..	80,94	= 80,94
Cl + $\text{NO}_3$ ...	$5,85 + 2,49 = 8,34$	Mg ... ..	12,36	= 12,36
$\text{SO}_4$ ... ..	14,84	Na + K ...	$5,45 + 1,25 = 6,70$	

En ce qui concerne la représentation graphique de toutes les analyses qui précèdent, on sait que depuis longtemps on a pris l'habitude d'établir des balances ioniques de chaque eau naturelle, en prenant les mg par litre des trois anions :  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  et Cl et des trois cations : Ca, Mg, Na + K. On calcule les milliéquivalents respectifs et la somme de ces derniers doit être égale ou à peu près pour les deux groupes, anions et cations. Par convention, on admet une erreur de  $\pm 10\%$ . Ceci constitue d'ailleurs le moyen par excellence pour vérifier l'exactitude d'une analyse. En outre, ce calcul permet de classer les différentes eaux d'après leurs propriétés géochimiques.

Les milliéquivalents sont recalculés en % respectivement de la somme des anions et de la somme des cations. Au moyen de ces % on peut représenter la composition de l'eau de plusieurs manières.

D'après le but poursuivi par les auteurs, ces représentations peuvent être plus ou moins modifiées suivant les calculs préliminaires sur lesquels ils se sont basés.

1°. — Du point de vue géochimique au sens strict, on peut suivre la méthode de I. TELKESSY et R. MAUCHA (1932) qui ne tient pas compte des nitrates et des silicates, mais uniquement de  $\text{CO}_3$ , Cl et  $\text{SO}_4$ ; de Ca, Mg et de la somme de Na + K. De cette manière on a réduit à six le nombre des ions toujours représentés.

C'est d'après ce système que nous avons établi les tableaux pour le Canal Albert et le Canal de la Nete pour la période 1957-1958 mentionnés ci-après ainsi que la figure 4.

2°. — Etant donné la concentration parfois considérable de  $\text{NO}_3$  et  $\text{SiO}_2$ , il est loisible de les ajouter à la balance afin d'éviter de trop grandes différences entre les sommes respectives des anions et des cations.

C'est ainsi que nous avons recalculé les % des ions pour le Canal Albert, d'après les données du tableau 17, et, pour le Canal de la Nete, d'après les chiffres du tableau 24, soit les tableaux 30 et 31.

D'après la méthode suivie, il en résulte nécessairement quelques différences dans les valeurs des % et dans le tracé des dessins. Cette remarque vaut d'ailleurs aussi pour les diagrammes triangulaires.

TABLEAU 30

	Milliéq.	%		Milliéq.	%
Canal Albert (1957-1958)					
CO <sub>3</sub> ... ..	2,226	51,44	Ca ... ..	2,874	62,18
Cl ... ..	1,015	23,46	Mg ... ..	0,600	12,98
SO <sub>4</sub> ... ..	1,086	25,10	Na + K	1,148	24,84
Total ...	4,327	100,00		4,622	100,00
Canal de la Nete (1957-1958)					
CO <sub>3</sub> ... ..	2,211	51,11	Ca ... ..	2,849	62,49
Cl ... ..	1,032	23,86	Mg ... ..	0,584	12,81
SO <sub>4</sub> ... ..	1,083	25,03	Na ... ..	1,013	22,22
			K ... ..	0,113	2,48
Total ...	4,326	100,00		4,559	100,00

TABLEAU 31

	Milliéq.	%		Milliéq.	%
Canal Albert (1957-1958)					
CO <sub>3</sub> ... ..	2,226	48,1	Ca ... ..	2,874	62,2
Cl ... ..	1,015	21,9	Mg ... ..	0,6	13,0
SO <sub>4</sub> ... ..	1,086	25,5	Na ... ..	1,035	22,4
NO <sub>3</sub> ... ..	0,142	3,1	K ... ..	1,113	2,4
SiO <sub>2</sub> ... ..	0,159	3,4			
Total ...	4,628	100,00		4,622	100,00
Canal de la Nete (1957-1958)					
CO <sub>3</sub> ... ..	2,211	47,96	Ca ... ..	2,849	62,49
Cl ... ..	1,032	22,39	Mg ... ..	0,584	12,81
SO <sub>4</sub> ... ..	1,083	23,49	Na ... ..	1,013	22,22
NO <sub>3</sub> ... ..	0,126	2,73	K ... ..	0,113	2,48
SiO <sub>2</sub> ... ..	0,158	3,43			
Total ...	4,610	100,00		4,559	100,00

Nous avons tenu à attirer l'attention sur ces deux modes de conception des balances ioniques qui sont toutes les deux défendables.

Les résultats restent encore conformes à l'erreur permise de 10 %.

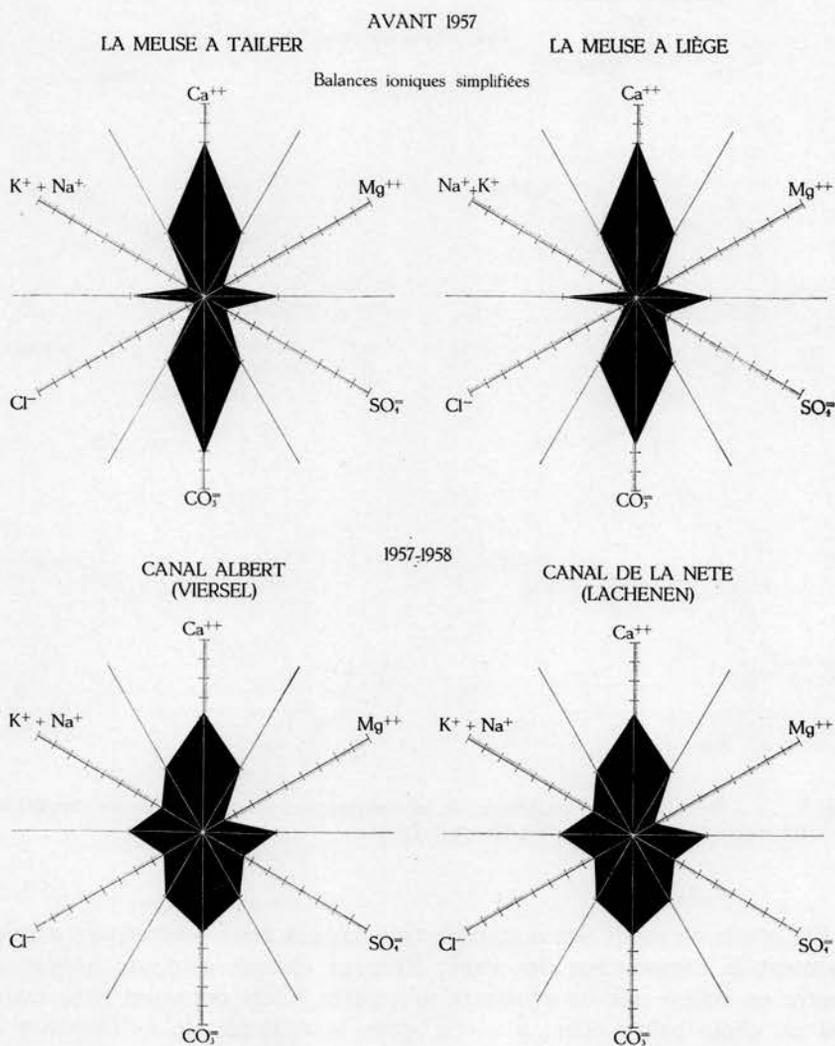


Fig. 4. — Représentation graphique de la composition ionique (Balances simplifiées) des eaux de la Meuse, du Canal Albert et du Canal de la Nete.

Nous avons établi les dessins d'après les deux méthodes pour le Canal Albert et pour le Canal de la Nete.

La figure 4 représente respectivement l'eau de la Meuse à Tailfer (1952) et l'eau de la Meuse à Liège (Pont de la Boverie). Pour le Canal

Albert et le Canal de la Nete, nous ne disposons pas d'analyses complètes avant 1957.

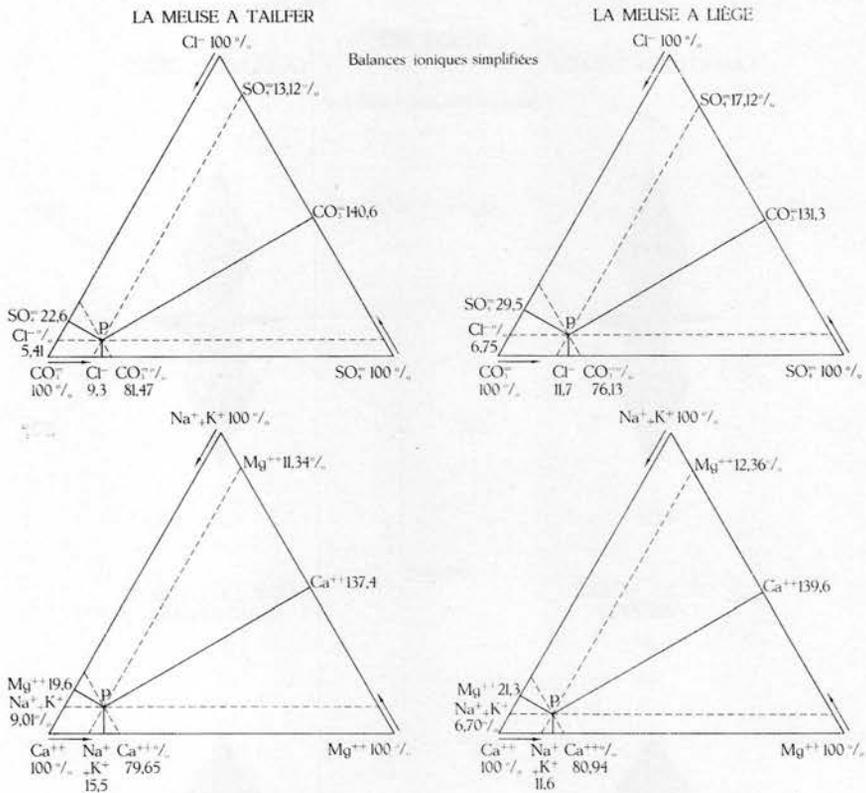
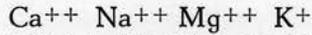


Fig. 5. — Représentation graphique de la composition ionique (Balances simplifiées) des eaux de la Meuse à Tailfer et à Liège.

On a mis au point des méthodes très variées pour représenter graphiquement la composition des eaux. Presque chaque méthode permet de mettre en valeur une ou plusieurs propriétés. C'est pourquoi nous avons fait un choix parmi elles. a. — D'après la méthode de I. TELKESSY et R. MAUCHA, on a construit un diagramme qui représente les rapports entre ions exprimés en %, d'une manière très apparente. On l'appelle aussi analyse spécifique d'après J. DELECOURT (1946). La méthode adoptée est la simplification proposée par J. KUFFERATH (1951). b. — Nous avons tenu à appliquer ici une méthode graphique simple comme J. RUINEN (1933) l'a proposée dans ses études.

On pourrait définir une eau eutrophe comme une solution de 200 à 600 mg de sels par litre, dans laquelle ces sels se présentent dans des proportions bien déterminées. Dans l'eau douce on rencontre comme ca-

tions les plus typiques, énumérés dans l'ordre de leur importance quantitative :



et les anions :



Une eau naturelle peut être caractérisée par une solution simplifiée dans laquelle les cations Na (K inclus), Ca et Mg, ainsi que les anions Cl (avec Br, I et F),  $\text{CO}_3$  [avec  $(\text{HCO}_3^-)$ ] et  $\text{SO}_4$  se rencontrent. On a ainsi deux séries de 3 composantes de sorte qu'il est possible de représenter les rapports entre les cations, d'une part, et les anions d'autre part, par des points dans un diagramme triangulaire (Figures 5 et 6).

Dans le triangle équilatéral, une certaine solution est indiquée par un point P. Les rapports moléculaires des trois composantes sont tels, que la concentration  $\text{CO}_3 : \text{Cl} : \text{SO}_4$  est proportionnelle à la longueur de trois perpendiculaires sur les côtés.

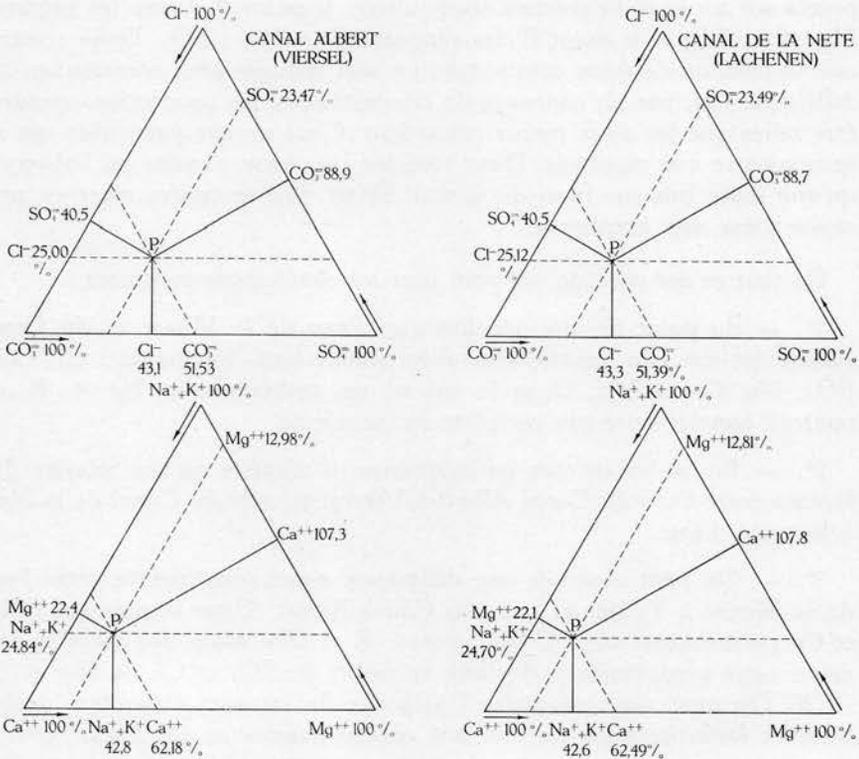


Fig. 6. — Représentation graphique de la composition ionique (Balances normales) des eaux du Canal Albert et du Canal de la Nete.

En effet, la somme de ces trois perpendiculaires, d'après une propriété bien connue du triangle équilatéral, est une constante. Sur les trois som-

ments du triangle nous posons chaque anion et chaque cation égal à 100 %. Au moyen de lignes de construction (en traits), correspondant au % des milliéquivalents, on obtient le point d'intersection P. De ce point, on trace les trois perpendiculaires. Les distances de ces droites jusqu'au côté opposé déterminent chaque fois les rapports. Ainsi pour les deux cas dont il s'agit ici :

#### Meuse à Tailfer

$\text{CO}_3 : \text{SO}_4 : \text{Cl}$	140,6 : 22,6 : 9,3
$\text{Ca} : \text{Mg} : \text{Na} + \text{K}$	137,4 : 19,6 : 15,5

#### Canal Albert

$\text{CO}_3 : \text{SO}_4 : \text{Cl}$	88,9 : 40,5 : 43,0
$\text{Ca} : \text{Na} + \text{K} : \text{Mg}$	107,3 : 42,8 : 22,4

La composition d'une eau naturelle peut aussi être représentée par deux points sur un seul diagramme triangulaire; le point P donne les rapports  $\text{Na} : \text{Ca} : \text{Mg}$  et le point P' les rapports  $\text{Cl} : \text{CO}_3 : \text{SO}_4$ . Dans certains cas, la position de deux points dans un seul triangle peut occasionner des difficultés car, par un concours de circonstances, les proportions peuvent être telles que les deux points coïncident. C'est un cas particulier qui ne se rencontre que rarement. Dans tous les cas, nous n'avons pu l'observer qu'une seule fois sur l'eau du Canal Albert. On se trouve alors en présence d'une eau isovalente.

De tout ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes :

1°. — du point de vue géochimique, l'eau de la Meuse et du Canal Albert est une eau hexaionique avec comme ions dominants :  $\text{Cl}$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Ca}$  et  $\text{Mg}$ . Dans le cas où on additionnerait  $\text{Na} + \text{K}$ , on pourrait appeler cette eau complète ou isovalente.

2°. — En se basant sur les moyennes, il n'existe qu'une minime différence entre l'eau du Canal Albert à Viersel et celle du Canal de la Nete à la prise d'eau.

3°. — On peut observer une différence assez conséquente entre l'eau de la Meuse à Tailfer et celle du Canal Albert. Dans la première,  $\text{CO}_3$  et  $\text{Ca}$  prédominent sur  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Na} + \text{K}$  et  $\text{Mg}$ , alors que dans la dernière, cette prédominance diminue au profit de  $\text{SO}_4$  et  $\text{Cl}$ , de  $\text{Mg}$  et  $\text{Na} + \text{K}$ . On peut donc supposer l'influence de facteurs étrangers, probablement anthropobiotiques, qui ont enrichi l'eau avec ces ions.

4°. — En ce qui concerne le rapport  $\text{Ca}/\text{Mg}$  de l'eau, on peut observer ce qui suit :

Rapport moyen de l'eau de la Meuse à Tailfer	= 6,9
Rapport moyen de l'eau du Canal Albert	= 4,1
Rapport moyen de l'eau du Canal de la Nete	= 4,9

Dans l'eau de la Meuse, le rapport  $\text{Ca/Mg} > 5$  ce qui indique, d'après J. D. HEM (1959), la dissolution de calcaire très pur.

Dans le Canal Albert et le Canal de la Nete, ce rapport devient  $< 5$ . On peut expliquer cette diminution soit par un apport de Mg, soit par un appauvrissement en Ca par précipitation de  $\text{CaCO}_3$ .

Donner un aperçu complet sur les variations des divers ions durant le parcours complet Liège-Wijnegem, nous entraînerait beaucoup trop loin et sortirait entièrement du cadre de ce travail.

Néanmoins, en vue de compléter cette étude et de faciliter des recherches futures, nous dressons ci-après un tableau renfermant quelques observations faites durant la période 1962-1968 par nos confrères A. VAN DE VLOED et K. POMA du Laboratoire de l'Intercommunale à Walem.

Les mesures ont été effectuées aux localités suivantes ; les distances ont été calculées à partir du début du Canal à Liège.

n° 5 Liège		n° 9 Kwaadmechelen	76 km
n° 6 Kanne	20 km	n° 10 Herentals-Olen	97,5 km
n° 7 Genk	42,7 km	n° 11 Wijnegem	120 km
n° 8 Stokrooi	57,2 km		

TABLEAU 32

Mesures effectuées sur le parcours du Canal Albert

Localités	5	7	9	11
pH				
1962 ... ..	7,70	7,90	7,90	7,80
1967 ... ..	7,75	7,95	8,05	8,00
Oxygène ‰ de la saturation				
Maximum ... ..	166	123	151	137
Minimum ... ..	34	46	46	68
Moyenne ... ..	81	90	95	98
Matières organiques mg/litre				
Maximum ... ..	162	85	135	112
Minimum ... ..	28	31	35	46
$\text{NH}_3$ libre $\gamma$ /litre				
Maximum ... ..	2 400	1 600	860	1 100
Minimum ... ..	0	0	0	0
Moyenne ... ..	210	95	45	55
$\text{NH}_3$ combiné $\gamma$ /litre				
Maximum ... ..	—	600	960	720
Minimum ... ..	—	0	0	0
Moyenne ... ..	—	140	160	155

TABLEAU 32 (suite)

Localités	5	7	9	11
NO <sub>3</sub> mg/litre				
Maximum ... ..	22,0	16,6	16,0	17,6
Minimum ... ..	2,0	2,6	2,2	2,2
Moyenne ... ..	7,9	10,1	10,2	9,6
Variations dans le courant des années				
1962 ... ..	5,6	7,0	7,0	6,9
1963 ... ..	9,1	9,7	10,3	9,5
1964 ... ..	9,2	11,4	11,2	10,5
1965 ... ..	9,6	10,2	10,1	9,5
1966 ... ..	11,1	10,3	9,4	8,7
1967 ... ..	12,2	10,7	10,2	9,9
1968 ... ..	11,1	11,8	13,0	12,5
PO <sub>4</sub> γ/litre				
Maximum ... ..	430	445	400	220
Minimum ... ..	15	0	10	5
Moyenne ... ..	180	105	80	70
SO <sub>4</sub> mg/litre				
1962 ... ..	65	57	66	65
1966 ... ..	45	50	52	43
1967 ... ..	57	49	59	66
1968 ... ..	78	76	84	80

Nous disposons, enfin, de quelques données encore pour les premiers mois de 1969.

Janvier 1969				
pH ... ..	7,9	8,05	8,00	8,00
Alcalinité ... ..	2,6	2,8	3,0	2,7
Oxygène % satur. ... ..	90,0	94,0	102,0	103,0
Cl mg/litre ... ..	25,0	35,5	35,5	50,0
SO <sub>4</sub> mg/litre ... ..	75,0	97,5	93,75	93,75
PO <sub>4</sub> γ/litre ... ..	140,0	60,0	120,0	60,0
NH <sub>3</sub> libre γ/litre ... ..	10,0	400,0	350,0	650,0
NH <sub>3</sub> comb. γ/litre ... ..	300,0	150,0	125,0	350,0
NO <sub>2</sub> mg/litre ... ..	0,14	0,14	0,11	0,30
NO <sub>3</sub> mg/litre ... ..	18,0	14,20	14,00	12,30
Février 1969				
pH ... ..	8,0	8,45	8,2	8,4
Alcalinité ... ..	2,5	3,0	2,6	2,4
Oxygène % satur. ... ..	92,0	94,0	96,0	101,0
Cl mg/litre ... ..	25,0	25,0	53,0	46,0
SO <sub>4</sub> mg/litre ... ..	75,0	70,0	82,5	82,5
PO <sub>4</sub> γ/litre ... ..	70,0	70,0	120,0	160,0
NH <sub>3</sub> libre γ/litre ... ..	550,0	300,0	500,0	250,0
NH <sub>3</sub> comb. γ/litre ... ..	250,0	200,0	200,0	125,0
NO <sub>2</sub> mg/litre ... ..	0,018	0,030	0,090	0,027
NO <sub>3</sub> mg/litre ... ..	15,0	14,4	16,0	16,4

TABLEAU 32 (suite et fin)

Localités	5	7	9	11
Mars 1969				
pH ... ..	8,0	8,05	8,0	8,0
Alcalinité ... ..	2,6	3,1	2,6	2,4
Oxygène % satur. ... ..	92,2	101,8	101,6	105,4
Cl mg/litre ... ..	21,3	28,4	35,5	43,0
SO <sub>4</sub> mg/litre ... ..	55,0	67,5	67,5	62,5
PO <sub>4</sub> γ/litre ... ..	130,0	90,0	120,0	130,0
NH <sub>3</sub> libre γ/litre ... ..	200,0	250,0	400,0	250,0
NH <sub>3</sub> comb. γ/litre ... ..	225,0	500,0	200,0	200,0
NO <sub>2</sub> mg/litre ... ..	0,17	0,09	0,25	0,08
NO <sub>3</sub> mg/litre ... ..	12,6	11,2	10,4	16,8
Avril 1969				
pH ... ..	7,7	8,0	8,0	8,0
Alcalinité ... ..	2,7	3,4	2,8	2,7
Oxygène % satur. ... ..	78,1	98,1	94,6	111,0
Cl mg/litre ... ..	28,4	28,4	43,0	43,0
SO <sub>4</sub> mg/litre ... ..	70,0	80,0	85,0	87,5
PO <sub>4</sub> γ/litre ... ..	260,0	180,0	300,0	170,0
NH <sub>3</sub> libre γ/litre ... ..	50,0	250,0	300,0	250,0
NH <sub>3</sub> comb. γ/litre ... ..	150,0	200,0	250,0	200,0
NO <sub>2</sub> mg/litre ... ..	0,16	0,12	0,16	0,05
NO <sub>3</sub> mg/litre ... ..	14,0	13,0	14,0	15,0
Mai 1969				
pH ... ..	7,85	8,30	8,15	8,35
Alcalinité ... ..	3,3	3,0	2,6	2,6
Oxygène % satur. ... ..	80,0	99,0	125,0	109,0
Cl mg/litre ... ..	28,4	24,8	39,0	39,0
SO <sub>4</sub> mg/litre ... ..	46,0	50,0	54,0	60,0
PO <sub>4</sub> γ/litre ... ..	120,0	100,0	120,0	110,0
NH <sub>3</sub> libre γ/litre ... ..	0	0	0	0
NH <sub>3</sub> comb. γ/litre ... ..	200,0	300,0	200,0	150,0
NO <sub>2</sub> mg/litre ... ..	0,528	0	0	0
NO <sub>3</sub> mg/litre ... ..	7,1	9,4	9,0	10,6

## CHAPITRE IV

## L'EAU DANS LES BASSINS

## A. — Géochimie

Dans le chapitre précédent, nous avons longuement décrit la composition moyenne de l'eau du Canal Albert et du Canal de la Nete. Nous basant sur ces données, il nous est maintenant possible d'examiner si dans les bassins successifs alimentés par l'eau du Canal de la Nete, il se produit quelques variations dans les rapports entre les différents ions.

TABLEAU 33

Mesures effectuées en 1957-1958

	CO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
Canal Albert									
Moy. ann. mg ... ..	66,79	36,0	52,17	8,781	4,782	57,6	7,30	23,80	4,4
Méq. ... ..	2,226	1,015	1,086	0,142	0,159	2,874	0,600	1,035	0,113
% ... ..	48,1	21,9	23,5	3,1	3,4	62,2	13,0	22,4	2,4
Canal de la Nete									
Moy. ann. mg ... ..	66,3	36,6	52,0	7,790	4,732	57,1	7,1	23,3	4,4
Méq. ... ..	2,211	1,032	1,083	0,126	0,158	2,849	0,584	0,013	0,113
% ... ..	47,96	22,39	23,49	2,73	3,43	62,49	12,81	22,22	2,48
Bassin Ib									
Moy. ann. mg ... ..	66,1	36,9	52,8	7,623	4,638	56,9	6,9	23,5	4,6
Méq. ... ..	2,204	1,041	1,099	0,123	0,154	2,839	0,568	1,022	0,118
% ... ..	47,70	22,53	23,78	2,66	3,33	62,44	12,49	22,48	2,59
Bassin II									
Moy. ann. mg ... ..	62,7	36,5	52,6	6,946	4,526	54,7	7,1	23,3	4,5
Méq. ... ..	2,089	1,030	1,095	0,112	0,151	2,730	0,584	1,013	0,115
% ... ..	46,66	23,01	24,46	2,50	3,37	61,46	13,15	22,80	2,59
Bassin III									
Moy. ann. mg ... ..	60,2	36,6	53,6	7,144	4,323	53,6	6,9	23,7	4,4
Méq. ... ..	2,007	1,032	1,116	0,115	0,144	2,675	0,568	1,031	0,113
% ... ..	45,47	23,38	25,28	2,61	3,26	60,97	12,95	23,50	2,58
Bassin IV									
Moy. ann. mg ... ..	58,4	36,4	52,3	6,443	4,300	52,1	7,0	23,2	4,3
Méq. ... ..	1,948	1,027	1,088	0,104	0,143	2,600	0,576	1,009	0,110
% ... ..	45,20	23,83	25,24	2,41	3,32	60,54	13,41	23,49	2,56

Des tableaux groupant les résultats des analyses mensuelles, on peut déduire les moyennes renseignées dans le tableau 33 (Tableaux 33, 34 et 35).

La comparaison de l'eau des bassins avec la composition moyenne de l'eau du Canal Albert et du Canal de la Nete donne les résultats suivants comme différences essentielles (Tableau 33).

- 1°. — L'alcalinité diminue de 48,1 % à 45,2 %,
- 2°. — La concentration en ions Cl augmente de 21,9 à 23,83 %.
- 3°. — La concentration en sulfates augmente de 23,5 à 25,24 %,
- 4°. — Les nitrates descendent de 3,1 à 2,41 %,
- 5°. — Les silicates restent à peu près constants autour de 3,3 %,
- 6°. — La concentration en Ca descend de 62,2 à 60,54 %,
- 7°. — La concentration en Mg varie entre 13,0 et 13,41 %.

La diminution de l'alcalinité et du Ca a son importance. La relation Ca/Mg telle qu'elle a été calculée dans le chapitre précédent, évolue dans les bassins successifs dans les limites des proportions normales (Tableau 34), soit 5.

TABLEAU 34  
Rapports Ca/Mg

	Ca		Mg		Ca/Mg
	mg	méq.	mg	méq.	
Canal Albert ... ..	57,6	2,874	7,4	0,609	4,72
Canal Nete ... ..	57,1	2,849	7,1	0,584	4,87
Bassin Ib ... ..	56,9	2,839	6,9	0,568	4,99
Bassin II ... ..	54,7	2,730	7,1	0,584	4,67
Bassin III ... ..	53,6	2,675	6,9	0,568	4,71
Bassin IV ... ..	52,1	2,600	7,0	0,576	4,51

D'où on peut conclure que malgré la diminution de l'alcalinité et du calcium, la composition géochimique de l'eau de tout le système reste à peu près semblable.

A la suite de l'étude des facteurs basée sur les moyennes générales, on doit étudier logiquement ces mêmes facteurs mais, cette fois, en fonction du temps et de l'espace. On a rassemblé dans le tableau 35, les balances ioniques pour les quatre bassins et, par mois, dans le tableau 36, les mêmes balances par bassin mais pour toute l'année.

TABLEAU 35

Balances ioniques  
Ions en % par bassin et par mois

	CO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K				
Octobre 1957										
Canal Albert ...	48,8	26,37	24,05	48,7	23,8	27,5				
Canal Nete ...	49,5	27,0	23,3	50,3	23,2	26,48				
Ib ... ..	49,2	26,3	24,4	50,27	23,5	26,18				
II ... ..	50,11	26,16	23,7	50,23	23,53	26,23				
III ... ..	46,78	25,43	27,77	46,88	23,11	30,02				
IV ... ..	46,66	26,70	26,63	46,24	25,09	28,66				
Novembre 1957										
						Na	K	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	
Canal Albert ...	47,9	23,8	21,3	59,8	13,1	24,3	2,8	3,6	3,4	
Canal Nete ...	45,33	25,38	22,47	61,84	8,56	26,72	2,85	3,25	3,55	
Ib ... ..	44,91	26,44	21,92	60,04	9,64	27,36	2,94	3,14	3,51	
II ... ..	44,04	26,46	21,46	58,81	10,81	27,37	2,94	2,93	5,09	
III ... ..	44,13	26,59	22,81	60,74	10,34	25,93	2,97	2,52	3,46	
IV ... ..	44,57	26,36	22,92	60,27	9,9	26,92	2,89	2,65	3,48	
Décembre 1957										
Canal Albert ...	46,3	23,1	22,1	61,3	13,1	22,9	2,7	3,4	5,1	
Canal Nete ...	46,5	23,4	21	61,3	13,4	22,6	2,7	2,4	5,7	
Ib ... ..	47,6	22,9	20,5	64	10,7	22,5	2,8	3,3	5,7	
II ... ..	46,4	22,9	22,2	64,8	9,5	22,9	2,8	3,3	5,2	
III ... ..	46,4	23,1	21,1	64,9	8,3	24,0	2,8	3,6	5,8	
IV ... ..	45,2	23,7	22,5	60,6	13,5	23,1	2,8	3,2	5,4	
Janvier 1958										
Canal Albert ...	47,57	18,62	23,06	65,3	14,91	18,01	1,75	3,85	6,88	
Canal Nete ...	48,06	18,81	23,79	65,94	13,98	18,29	1,77	2,77	6,54	
Ib ... ..	47,96	18,82	23,58	63,93	14,6	19,52	1,92	2,81	6,8	
II ... ..	48,53	18,41	23,8	64,36	13,09	20,54	2,0	2,57	6,67	
III ... ..	48,46	18,12	24,21	65,58	13,33	19,2	1,87	2,67	6,51	
IV ... ..	48,74	18,44	23,58	70,66	11,61	16,17	1,56	2,63	6,58	
Février 1958										
Canal Albert ...	39,73	18,95	29,77	69,29	9,94	18,82	1,93	5,09	6,44	
Canal Nete ...	48,63	11,33	27,92	76,84	10,30	10,91	1,93	5,26	6,83	
Ib ... ..	50,39	11,18	26,27	75,87	8,06	14,01	2,08	5,49	6,65	
II ... ..	44,64	15,93	28,27	73,41	11,43	13,04	2,1	4,75	6,58	
III ... ..	44,35	15,55	28,32	73,05	7,87	17,14	1,92	5,11	6,43	
IV ... ..	44,85	16,96	27,67	72,81	9,76	16,08	1,59	4,04	6,47	
Mars 1958										
Canal Albert ...	49,95	15,54	23,05	84,04	6,52	10,29	2,13	4,10	7,34	
Canal Nete ...	47,22	16,39	24,01	73,37	5,9	18,28	1,93	5,49	6,87	
Ib ... ..	46,12	15,38	27,0	76,75	4,07	16,90	1,89	4,86	6,61	
II ... ..	46,39	14,9	27,43	75,06	6,64	16,2	2,08	4,36	6,9	
III ... ..	43,46	17,04	27,57	78,79	4,18	15,03	1,99	5,46	6,84	
IV ... ..	45,67	16,04	26,29	78,04	2,79	17,09	2,06	4,86	7,11	

TABLEAU 35 (suite et fin)

	CO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	K	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Avril 1958									
Canal Albert ...	43,2	24,15	23,73	56,76	12,95	27,31	2,96	3,64	5,25
Canal Nete ...	43,83	24,96	22,89	56,35	12,76	27,77	3,1	2,73	5,58
Ib ... ..	43,45	23,46	25,13	56,66	12,46	27,63	3,23	2,9	5,03
II ... ..	42,07	25,7	24,57	54,78	14,38	27,35	3,59	2,85	4,78
III ... ..	42,51	25,69	24,17	55,67	14,29	26,47	3,57	2,71	4,9
IV ... ..	42,55	25,4	24,81	55,06	14,45	26,86	3,61	2,29	4,92
Mai 1958									
Canal Albert ...	52,02	21,92	23,49	62,06	13,84	21,42	2,66	1,85	0,59
Canal Nete ...	50,87	22,27	24,16	60,68	14,02	22,23	3,05	2,14	0,54
Ib ... ..	49,23	23,88	24,38	59,40	13,26	24,10	2,99	2,03	0,45
II ... ..	47,48	24,71	25,24	57,32	14,67	24,90	3,09	2,1	0,47
III ... ..	47,04	25,05	25,58	56,55	15,16	25,12	3,15	1,86	0,45
IV ... ..	46,48	25,53	26,07	56,55	15,17	25,12	3,16	1,90	0,02
Juin 1958									
Canal Albert ...	49,57	24,24	23,72	58,87	13,06	25,56	2,5	1,86	0,58
Canal Nete ...	47,67	24,38	25,58	57,96	13,47	25,97	2,58	1,61	0,74
Ib ... ..	46,6	25,18	25,25	57,69	13,41	26,31	2,57	1,36	0,72
II ... ..	47,01	25,83	24,98	57,87	12,92	26,62	2,57	1,45	0,71
III ... ..	46,47	26,06	25,20	57,56	13,07	26,74	2,61	1,51	0,74
IV ... ..	46,48	26,06	25,20	57,55	13,08	26,76	2,61	1,51	0,75
Juillet 1958									
Canal Albert ...	50,87	22,44	24,63	61,90	13,62	21,82	2,64	1,01	1,03
Canal Nete ...	53,18	22,90	24,31	62,66	13,19	21,61	2,52	0,93	0,93
Ib ... ..	48,38	25,23	24,55	60,77	14,91	22,69	2,67	0,99	0,84
II ... ..	45,55	25,62	26,23	57,73	15,61	23,80	2,83	0,90	1,03
III ... ..	40,28	28,88	28,85	53,71	16,29	26,81	3,16	0,88	1,07
IV ... ..	40,29	28,89	28,86	53,72	16,30	26,82	3,16	0,88	1,08
Août 1958									
Canal Albert ...	49,45	23,99	24,09	61,84	13,09	23,44	2,51	1,25	1,19
Canal Nete ...	49,7	24,39	23,42	60,68	13,53	23,32	2,46	1,07	1,4
Ib ... ..	48,38	26,19	23,6	58,58	14,67	24,25	2,5	0,86	0,94
II ... ..	44,95	27,53	25,61	54,6	16,78	25,99	2,61	0,74	1,15
III ... ..	45,22	27,21	25,34	54,61	16,64	26,19	2,54	0,63	1,16
IV ... ..	45,22	27,20	25,36	54,62	16,64	26,19	2,55	0,63	1,59
Septembre 1958									
Canal Albert ...	48,28	26,38	22,84	59,84	12,47	25,2	2,47	1,38	1,1
Canal Nete ...	47,56	26,89	23,28	58,65	12,9	25,85	2,58	1,19	1,07
Ib ... ..	46,83	26,67	24,05	57,86	13,5	26,06	2,56	1,04	1,39
II ... ..	45,53	26,81	25,14	55,57	14,8	26,89	2,71	0,98	1,52
III ... ..	45,38	27,47	24,88	55,42	15,17	26,92	2,7	0,98	1,27
IV ... ..	45,37	27,47	24,90	55,20	15,17	26,93	2,70	0,99	1,27

TABLEAU 36

Composition de l'eau par bassin pour tout le cycle  
Ions en %

	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
<b>Ib</b>									
X-1957 ... ..	49,2	24,4	26,3	—	—	50,27	23,5	23,58	2,60
XI ... ..	44,91	21,92	26,44	3,14	3,51	60,04	9,64	27,36	2,94
XII ... ..	47,6	20,5	22,9	3,30	5,70	64,00	10,70	22,50	2,80
I-1958 ... ..	47,96	23,58	18,82	2,81	6,80	63,93	14,60	19,52	1,92
II ... ..	50,39	26,27	11,18	5,49	6,65	75,87	8,06	14,01	2,08
III ... ..	46,12	24,00	15,38	4,86	6,61	76,75	4,07	16,90	1,89
IV ... ..	43,45	23,46	25,13	2,90	5,03	56,66	12,46	27,63	3,23
V ... ..	50,87	24,16	22,27	2,14	0,54	60,68	14,02	22,23	3,05
VI ... ..	47,67	25,58	24,38	1,61	0,74	57,96	13,47	25,97	2,58
VII ... ..	53,18	24,31	22,90	0,93	0,93	62,66	13,19	21,61	2,52
VIII ... ..	49,70	23,42	24,39	1,07	1,40	60,68	13,53	23,32	2,46
IX ... ..	47,56	23,28	26,89	1,19	1,07	58,65	12,90	25,85	2,58
Moy. ... ..	47,70	23,78	22,53	2,66	3,33	62,44	12,49	22,48	2,59
<b>II</b>									
X-1957 ... ..	50,11	23,71	26,16	—	—	50,23	23,53	23,63	2,50
XI ... ..	44,04	21,46	26,46	2,93	5,09	58,86	10,81	27,37	2,94
XII ... ..	46,40	22,20	22,90	3,30	5,20	64,80	9,50	22,90	2,80
I-1958 ... ..	48,53	23,80	18,41	2,57	6,67	64,36	13,09	20,54	2,00
II ... ..	44,64	28,27	15,93	4,75	6,58	73,41	11,43	13,04	2,10
III ... ..	46,39	27,43	14,90	4,36	6,90	75,06	6,64	16,20	2,08
IV ... ..	42,07	24,57	25,70	2,85	4,78	54,78	14,38	27,35	3,59
V ... ..	49,23	24,38	23,88	2,03	0,45	59,40	13,26	24,10	2,99
VI ... ..	46,60	25,85	25,18	1,63	0,72	57,69	13,41	26,31	2,57
VII ... ..	48,38	24,55	25,23	0,99	0,84	60,77	14,91	22,69	2,67
VIII ... ..	48,38	23,60	26,19	0,86	0,94	58,58	14,67	24,23	2,50
IX ... ..	46,83	24,05	26,67	1,04	1,39	57,86	13,50	26,06	2,56
Moy. ... ..	46,66	24,46	23,01	2,50	3,37	61,46	13,15	22,80	2,59
<b>III</b>									
X-1957 ... ..	46,78	27,77	25,43	—	—	46,88	23,11	27,55	2,47
XI ... ..	44,03	22,81	26,59	2,52	3,46	60,74	10,84	25,93	2,97
XII ... ..	46,40	21,10	23,10	3,60	5,80	64,90	8,30	24,00	2,80
I-1958 ... ..	48,46	24,21	18,12	2,67	6,51	65,58	13,33	19,20	1,87
II ... ..	44,35	28,32	15,55	5,10	6,43	73,05	7,87	17,14	1,92
III ... ..	43,46	27,57	17,04	5,46	6,84	78,79	4,18	15,03	1,99
IV ... ..	42,51	24,17	25,69	2,71	4,90	55,67	14,24	26,47	3,57
V ... ..	47,48	25,23	24,71	2,10	0,47	57,32	14,67	24,90	3,09
VI ... ..	47,01	24,98	25,83	1,45	0,71	57,87	12,92	26,62	2,57
VII ... ..	45,55	26,23	25,62	0,90	1,03	57,73	15,61	23,80	2,83
VIII ... ..	44,95	25,61	27,53	0,74	1,15	54,60	16,78	25,99	2,61
IX ... ..	45,53	25,14	26,81	0,98	1,52	55,57	14,80	26,89	2,71
Moy. ... ..	45,47	25,28	23,38	2,61	3,26	60,97	12,95	23,50	2,58

TABLEAU 36 (suite et fin)

	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
IV									
X-1957 ... ..	46,66	26,63	26,70	—	—	46,24	25,09	26,22	2,44
XI ... ..	44,57	22,92	26,36	2,65	3,48	60,27	9,90	26,92	2,89
XII ... ..	45,20	22,50	23,70	3,20	5,40	60,60	13,50	23,10	2,80
I-1958 ... ..	48,74	23,58	18,44	2,63	6,58	70,66	11,61	16,14	1,56
II ... ..	44,85	27,67	16,96	4,04	6,47	72,81	9,76	16,08	1,59
III ... ..	45,67	26,29	16,04	4,86	7,11	78,04	2,79	17,09	2,06
IV ... ..	42,55	24,81	25,40	2,29	4,92	55,06	14,45	26,86	3,61
V ... ..	47,04	25,58	25,05	1,86	0,45	56,55	15,16	25,12	3,15
VI ... ..	46,47	25,20	26,06	1,51	0,47	57,56	13,07	26,74	2,61
VII ... ..	40,28	28,85	28,88	0,88	1,07	53,71	16,29	26,81	3,16
VIII ... ..	45,22	25,34	27,21	0,63	1,59	54,61	16,64	26,19	2,54
IX ... ..	45,38	24,88	27,47	0,98	1,27	55,42	15,17	26,92	2,70
Moy. ... ..	45,20	25,24	23,83	2,41	3,32	60,54	13,41	23,49	2,56

Au moyen des données du tableau 36, nous pouvons maintenant calculer et construire les diagrammes pour chacun des bassins et pour le cycle complet.

## Canal Albert

CO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	48,1	+	3,4	=	51,5	Ca	62,2
Cl + NO <sub>3</sub>	21,9	+	3,1	=	25,0	Mg	13,0
SO <sub>4</sub>	23,5					Na + K	22,4 + 2,4 = 24,8

## Canal de la Nete

CO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	47,96	+	3,43	=	51,39	Ca	62,49
Cl + NO <sub>3</sub>	22,39	+	2,73	=	25,12	Mg	12,81
SO <sub>4</sub>	23,49					Na + K	22,22 + 2,48 = 24,70

## Bassin Ib

CO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	47,70	+	3,33	=	51,03	Ca	62,44
Cl + NO <sub>3</sub>	22,53	+	2,66	=	25,19	Mg	12,49
SO <sub>4</sub>	23,78					Na + K	22,48 + 2,59 = 25,07

## Bassin II

CO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	46,66	+	3,37	=	50,03	Ca	61,46
Cl + NO <sub>3</sub>	23,01	+	2,50	=	25,51	Mg	13,15
SO <sub>4</sub>	24,46					Na + K	22,80 + 2,59 = 25,39

1957-1958

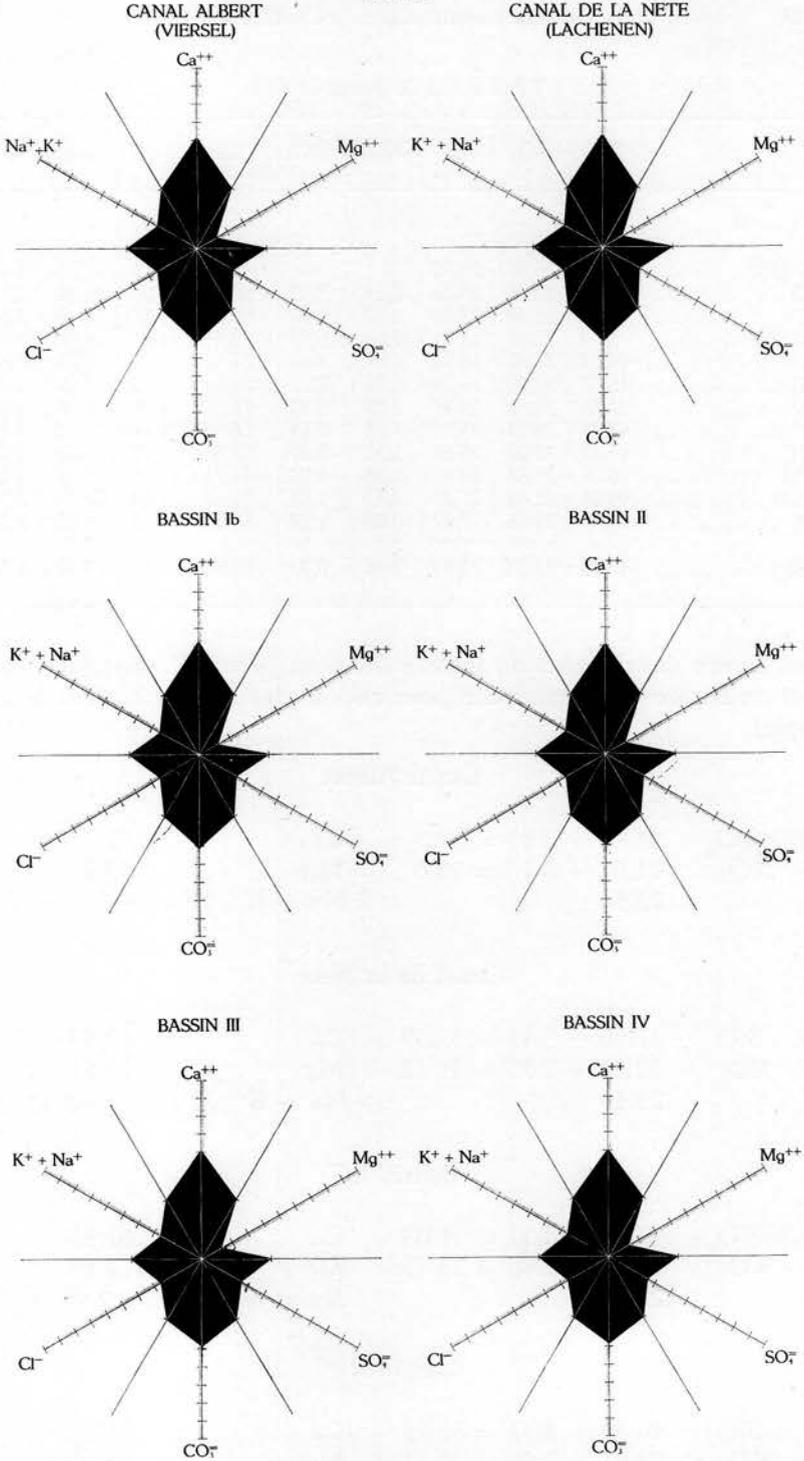


Fig. 7. — Représentation graphique de la composition ionique (Balances normales) des eaux du Canal Albert et du Canal de la Nete et des quatre bassins.

## Bassin III

$\text{CO}_3 + \text{SiO}_2$	$45,47 + 3,26 = 48,73$	Ca	60,97
$\text{Cl} + \text{NO}_3$	$23,38 + 2,61 = 25,99$	Mg	12,95
$\text{SO}_4$	25,28	Na + K	$23,50 + 2,58 = 26,08$

## Bassin IV

$\text{CO}_3 + \text{SiO}_2$	$45,20 + 3,32 = 48,52$	Ca	60,54
$\text{Cl} + \text{NO}_3$	$23,83 + 2,41 = 26,24$	Mg	13,41
$\text{SO}_4$	25,24	Na + K	$23,49 + 2,56 = 26,05$

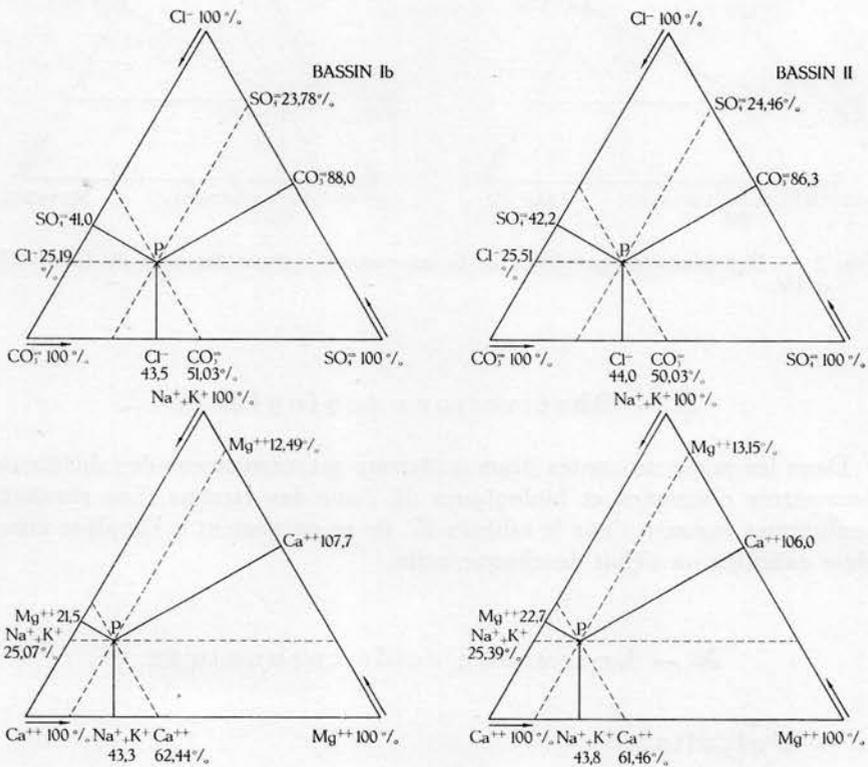


Fig. 8. — Représentation graphique de la composition ionique des eaux du Bassin Ib et II.

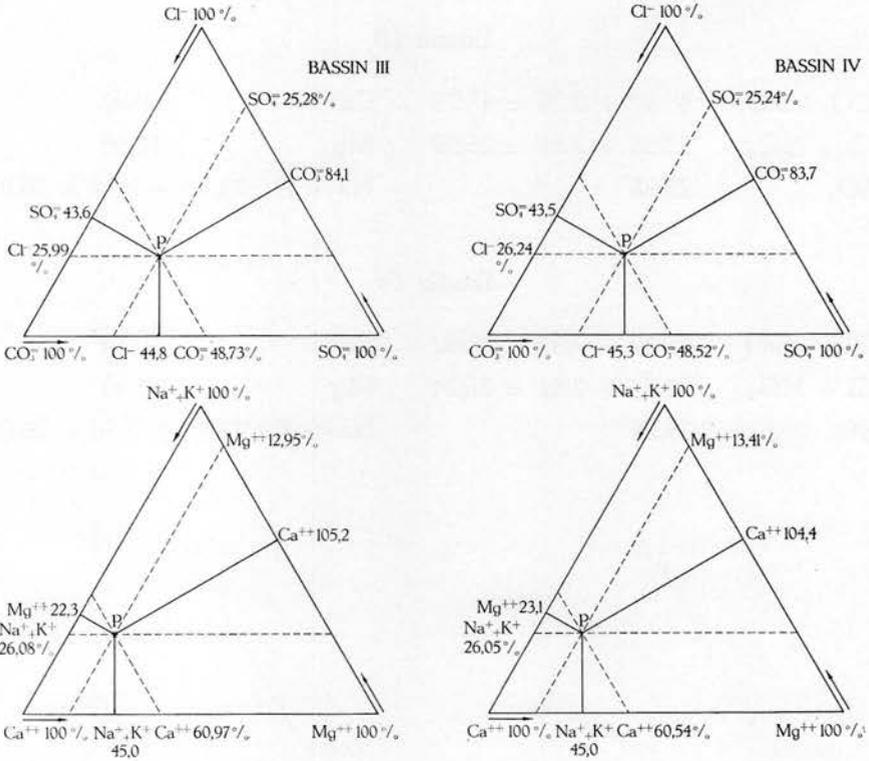


Fig. 9. — Représentation graphique de la composition ionique des eaux du Bassin III et IV.

## B. — Observations écologiques

Dans les pages suivantes nous traiterons successivement des différents paramètres chimiques et biologiques de l'eau des bassins. Les résultats analytiques figurent dans le tableau 37, ils se rapportent à l'analyse complète exécutée au début de chaque mois.

### A. — Le système acide carbonique

#### 1. — L'alcalinité

Les mesures multiples exécutées régulièrement chaque semaine sur l'eau des canaux et des bassins, nous ont permis de calculer les moyennes mensuelles et annuelles, de même que les maxima et les minima pour l'alcalinité.

TABLEAU 37

Moyennes mensuelles des facteurs écologiques pour les 4 bassins  
Résultats en mg/litre

	CO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
Ib									
X-1957 ... ..	64,4	40,7	51,2	7,475	2,824	43,2	12,3	23,3	4,4
XI ... ..	56,0	39,0	43,8	8,150	4,419	50,3	4,9	26,3	4,8
XII ... ..	63,4	36,0	43,8	9,114	7,537	56,5	5,75	22,8	4,9
I-1958 ... ..	69,0	32,0	53,1	8,421	9,786	62,48	8,67	21,9	3,68
II ... ..	67,5	27,0	56,33	15,250	8,935	67,70	4,37	14,35	3,65
III ... ..	66,0	26,0	61,83	14,400	9,470	72,91	2,35	18,48	3,55
IV ... ..	60,1	40,9	51,9	8,333	6,994	50,2	6,7	28,1	5,6
V ... ..	70,5	36,5	53,6	6,147	0,764	54,9	7,7	23,1	5,4
VI ... ..	65,5	39,6	56,3	4,579	1,031	52,5	7,4	27,0	4,6
VII ... ..	67,1	35,7	51,3	2,571	1,233	55,6	7,1	22,0	4,4
VIII ... ..	72,3	41,9	54,5	3,227	1,030	58,3	7,9	25,7	4,6
IX ... ..	72,0	48,1	56,4	3,745	1,633	59,1	7,9	29,9	5,1
Moy. ... ..	66,1	36,9	52,8	7,623	4,638	56,9	6,92	23,5	4,6
II									
X-1957 ... ..	62,7	38,7	47,5	7,300	1,444	41,4	11,7	22,4	4,2
XI ... ..	54,5	38,7	42,5	7,475	6,280	49,3	5,5	26,3	4,8
XII ... ..	61,7	36,0	47,5	9,114	6,929	57,9	5,2	23,5	4,9
I-1958 ... ..	69,1	31,0	54,3	7,590	9,525	62,5	7,71	22,9	3,8
II ... ..	61,6	26,0	62,5	13,600	9,095	67,7	6,4	13,8	3,8
III ... ..	63,1	24,0	59,8	12,300	9,416	67,7	3,6	16,8	3,7
IV ... ..	54,8	39,6	51,3	7,666	6,232	45,2	7,2	25,9	5,8
V ... ..	64,7	37,1	51,3	5,541	0,020	51,7	7,0	24,1	5,1
VI ... ..	64,1	40,9	56,9	4,620	0,993	52,5	7,4	27,5	4,6
VII ... ..	60,1	37,0	48,8	2,557	1,053	50,4	7,5	21,6	4,4
VIII ... ..	67,3	43,1	52,6	2,464	1,305	53,9	8,2	25,6	4,5
IX ... ..	68,6	46,2	56,4	3,136	2,031	56,5	8,0	29,2	4,9
Moy. ... ..	62,7	36,5	52,6	6,946	4,526	54,7	7,1	23,3	4,5
III									
X-1957 ... ..	61,7	39,7	58,7	7,150	0,032	40,7	12,2	27,5	4,2
XI ... ..	56,2	40,8	47,5	6,650	4,419	51,2	5,3	25,1	4,9
XII ... ..	61,1	36,0	44,4	9,747	7,661	57,7	4,5	24,5	4,9
I-1958 ... ..	67,9	30,0	54,3	7,795	9,134	62,5	7,7	21,0	3,5
II ... ..	61,9	26,0	63,2	14,800	8,988	67,7	4,4	18,2	3,5
III ... ..	60,4	28,0	60,5	15,700	9,523	72,9	2,4	15,9	3,6
IV ... ..	54,6	39,0	49,7	7,220	6,294	46,2	7,2	25,2	5,8
V ... ..	60,3	37,1	51,3	5,541	0,020	48,3	7,5	24,1	5,1
VI ... ..	63,0	40,9	53,6	4,012	0,954	51,7	7,0	27,3	4,5
VII ... ..	55,7	37,0	52,6	2,300	1,269	46,9	7,7	22,2	4,5
VIII ... ..	56,2	40,7	51,3	1,928	1,450	46,3	8,6	25,2	4,3
IX ... ..	63,8	44,4	56,4	2,892	2,140	51,3	8,3	28,5	4,9
Moy. ... ..	60,2	36,6	53,6	7,144	4,323	53,6	6,9	23,7	4,4

TABLEAU 37 (suite et fin)

	CO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K
IV									
X-1957 ... ..	60,2	40,7	55,0	6,975	0,032	39,4	13,0	25,7	4,1
XI ... ..	56,8	39,5	46,2	6,975	4,419	52,1	5,2	26,7	4,9
XII ... ..	59,6	37,0	47,5	8,734	7,173	53,5	7,3	23,4	4,9
I-1958 ... ..	67,1	30,0	52,0	7,549	9,082	65,9	6,6	17,3	2,9
II ... ..	62,6	28,0	61,8	11,700	9,040	67,7	5,5	17,2	2,9
III ... ..	62,6	26,0	57,7	13,800	9,769	71,2	1,6	17,9	3,7
IV ... ..	54,4	38,4	50,8	6,100	6,294	45,2	7,2	25,3	5,8
V ... ..	57,1	37,1	51,3	4,843	0,019	46,7	7,6	23,8	5,1
VI ... ..	61,7	40,9	53,6	4,174	0,993	50,8	7,0	27,1	4,5
VII ... ..	43,7	37,0	50,1	2,000	1,160	39,1	7,2	22,4	4,5
VIII ... ..	53,7	38,2	48,2	1,571	1,885	43,8	8,1	24,1	4,0
IX ... ..	62,0	44,4	54,5	2,785	1,742	50,4	8,4	28,2	4,8
Moy. ... ..	58,4	36,4	52,3	6,433	4,300	52,1	7,0	23,2	4,3

Nous avons réuni, dans le tableau 38, les moyennes mensuelles pour chaque biotope.

Pour les deux années 1958 et 1959, nous avons extrait de nos données analytiques, les maxima et minima pour les six biotopes, de même que le maximum et le minimum absolus. Ces données sont groupées ci-après, avec, chaque fois, en regard, le mois au cours duquel ils se sont manifestés.

Les moyennes annuelles obtenues à partir du tableau 38, donnent lieu à quelques commentaires.

	Moyennes annuelles de l'alcalinité			
	1956	1957	1958	1959
Canal Albert	2,230	2,291	2,387	2,586
Canal de la Nete	2,272	2,189	2,300	2,492
Bassin Ib	2,226	2,157	2,276	2,485
Bassin II	2,185	2,063	2,190	2,404
Bassin III	2,162	2,004	2,097	2,334
Bassin IV	2,152	1,941	2,056	2,270

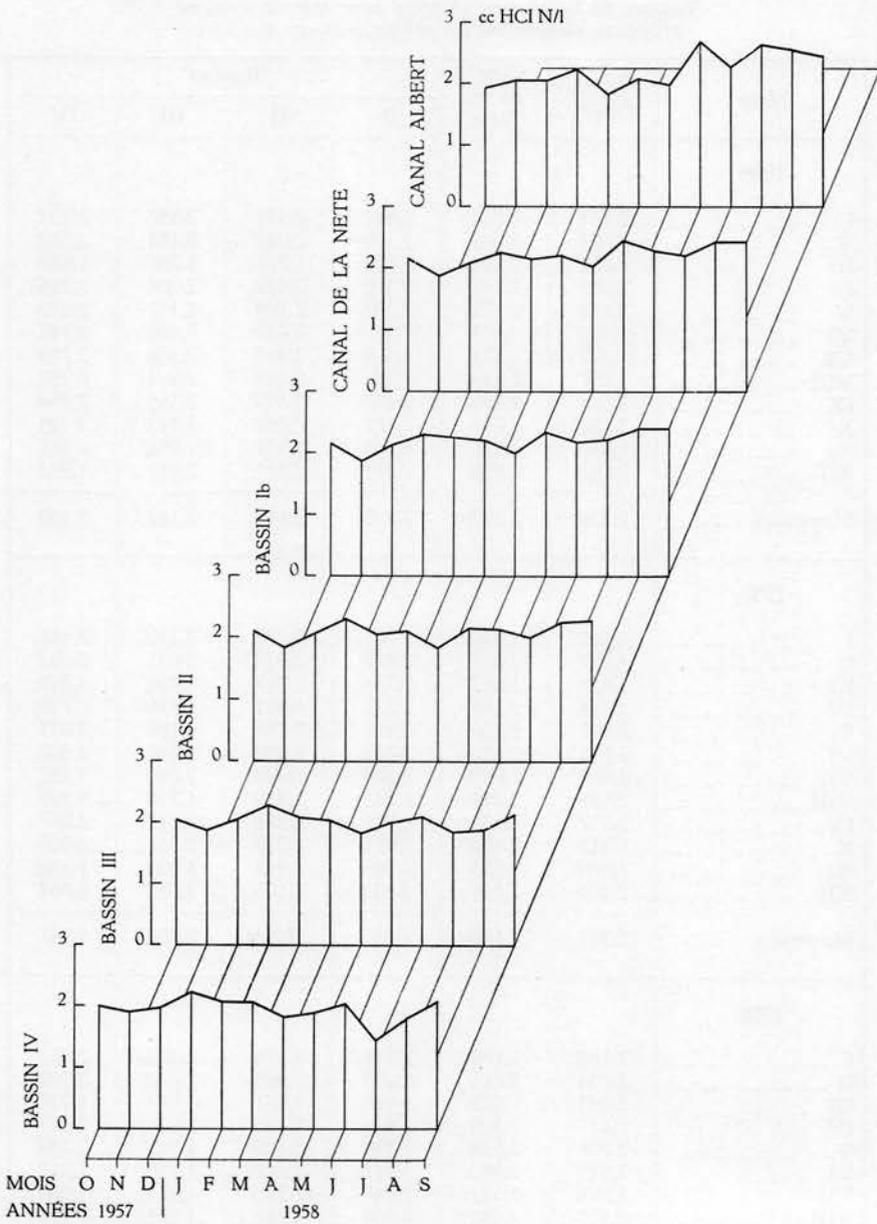


Fig. 10. — L'alcalinité exprimée en ml HCl/N par litre pour les eaux de tout le système.

TABLEAU 38

Valeurs de la réserve alcaline pour tout le système  
Moyennes mensuelles en milliéquivalents par litre

Mois	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1956						
I ... ..	2,274	2,272	2,412	2,537	2,557	2,602
II ... ..	1,923	2,061	2,109	2,088	2,181	2,262
III ... ..	1,766	2,534	1,828	1,727	1,780	1,839
IV ... ..	2,387	2,148	2,316	2,059	2,006	1,955
V ... ..	2,454	2,372	2,352	2,308	2,187	2,179
VI ... ..	2,590	2,574	2,550	2,439	2,368	2,359
VII ... ..	2,392	2,374	2,369	2,380	2,368	2,210
VIII ... ..	2,257	2,199	2,222	2,128	1,993	1,959
IX ... ..	2,537	2,478	2,400	2,397	2,365	2,354
X ... ..	2,180	2,291	2,167	2,167	2,143	2,125
XI ... ..	1,957	1,931	1,968	1,977	1,986	1,981
XII ... ..	2,047	2,028	2,021	2,011	2,011	1,993
Moyennes ... ..	2,230	2,272	2,226	2,185	2,162	2,152
1957						
I ... ..	2,069	1,957	2,061	2,122	2,110	2,111
II ... ..	2,057	2,033	2,072	2,033	2,061	2,092
III ... ..	1,821	1,653	1,714	1,727	1,780	1,848
IV ... ..	2,328	2,157	2,232	1,961	1,888	1,799
V ... ..	2,697	2,520	2,470	2,288	2,186	2,022
VI ... ..	2,658	2,396	2,282	2,062	2,040	2,000
VII ... ..	2,667	2,700	2,389	2,220	2,040	1,782
VIII ... ..	2,486	2,254	2,241	1,939	1,728	1,596
IX ... ..	2,537	2,458	2,381	2,328	2,217	2,077
X ... ..	1,912	2,050	1,971	2,023	2,018	2,025
XI ... ..	2,070	1,956	1,969	1,942	1,899	1,886
XII ... ..	2,195	2,136	2,109	2,108	2,082	2,064
Moyennes ... ..	2,291	2,189	2,157	2,063	2,004	1,941
1958						
I ... ..	2,184	2,103	2,115	2,178	2,192	2,213
II ... ..	2,003	2,015	2,052	1,995	2,042	2,102
III ... ..	2,003	1,875	1,856	1,877	1,873	1,932
IV ... ..	2,417	2,205	2,326	2,126	2,074	2,013
V ... ..	2,708	2,648	2,550	2,426	2,315	2,189
VI ... ..	2,542	2,446	2,321	2,072	1,925	1,815
VII ... ..	2,793	2,531	2,487	2,220	1,821	1,660
VIII ... ..	2,560	2,436	2,408	2,244	1,874	1,790
IX ... ..	2,566	2,467	2,410	2,407	2,355	2,304
X ... ..	2,464	2,412	2,274	2,221	2,179	2,170
XI ... ..	2,261	2,249	2,302	2,310	2,308	2,266
XII ... ..	2,152	2,224	2,216	2,215	2,205	2,223
Moyennes ... ..	2,387	2,300	2,276	2,190	2,097	2,056

TABLEAU 38 (suite et fin)

Mois	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1959						
I ... ..	2,043	1,960	2,093	2,194	2,226	2,301
II ... ..	2,241	2,121	2,136	2,077	2,047	2,088
III ... ..	2,699	2,541	2,549	2,447	2,364	2,325
IV ... ..	2,947	2,716	2,900	2,654	2,622	2,555
V ... ..	2,799	2,657	2,602	2,532	2,516	2,479
VI ... ..	2,775	2,680	2,636	2,437	2,399	2,344
VII ... ..	2,982	2,781	2,730	2,678	2,565	2,262
VIII ... ..	2,695	2,573	2,570	2,383	2,087	1,927
IX ... ..	2,791	2,720	2,590	2,480	2,326	2,201
X ... ..	2,669	2,692	2,500	2,446	2,332	2,260
XI ... ..	2,232	2,246	2,297	2,308	2,315	2,276
XII ... ..	2,156	2,222	2,215	2,211	2,214	2,230
Moyennes ... ..	2,586	2,492	2,485	2,404	2,334	2,270

TABLEAU 39

Maxima et minima

	1958				1959			
	Max.	Mois	Min.	Mois	Max.	Mois	Min.	Mois
CA	3,000	VII	1,824	X	3,045	IV	1,820	I
CN	2,800	V	1,508	III	2,906	VII	1,617	I
Ib	2,950	IV	1,642	III	3,000	IV	1,710	I
II	2,600	V	1,613	III	2,780	IV	1,845	I
III	2,500	IX	1,650	VII	2,740	IV	1,826	I
IV	2,400	IX	1,456	VII	2,639	IV	1,816	VIII

Maximum absolu pour cette période : 3,045 (IV-1959).

Minimum absolu pour cette période : 1,456 (VII-1958).

Ces chiffres nous montrent que l'alcalinité moyenne pour l'année, en ce qui concerne 1956-1957 et 1958, diminue progressivement chaque fois depuis le Canal Albert jusqu'au Bassin IV inclus.

Remarquons, en passant, que l'alcalinité de l'eau du Canal Albert a augmenté très légèrement de 1956 à 1958. Cette tendance à l'augmentation de la réserve alcaline continue apparemment à se manifester. En 1969, en effet, on a obtenu des mesures de l'ordre de 2,4 à 2,7 milliéquivalents  $\text{CO}_3$  par litre.

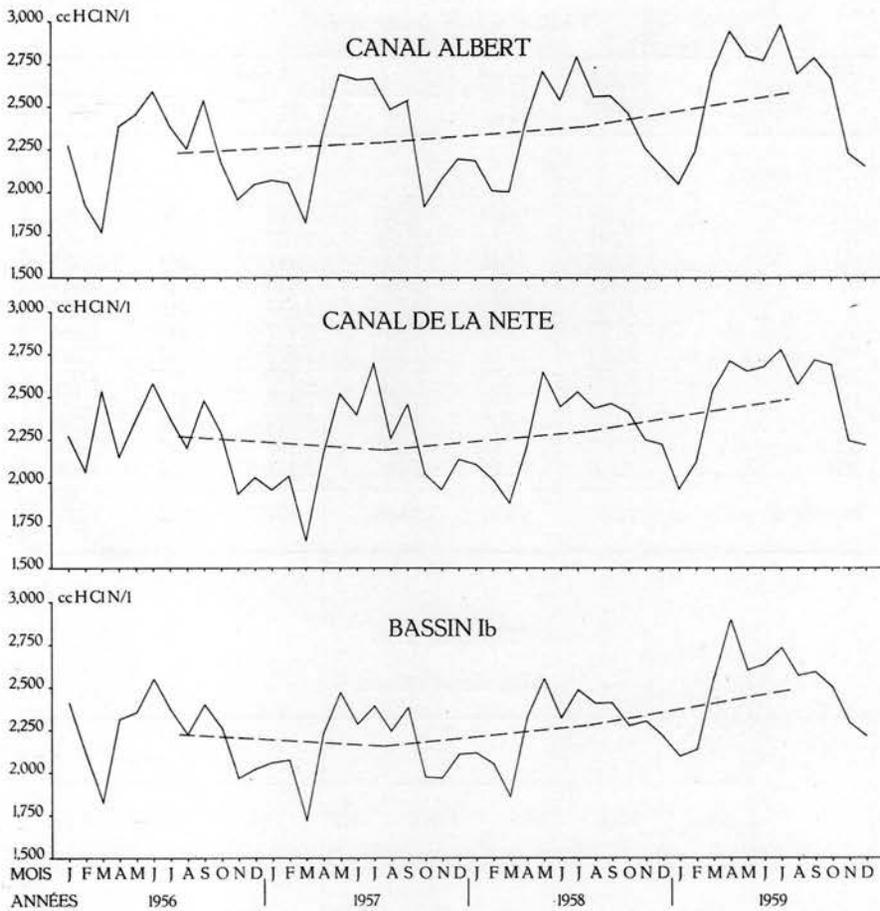


Fig. 11. — Variations mensuelles de l'alcalinité des eaux de tout le système Canal Albert, Canal de la Nete et Bassin Ib. La moyenne annuelle est indiquée par la ligne en petits traits.

Les moyennes mensuelles, pour chacun des éléments du système, font pressentir une tendance à l'accroissement de cette valeur. Leur transformation en moyenne annuelle visualise davantage cette tendance.

Mais, lorsqu'on dispose les moyennes annuelles sur un graphique séparé (Figure 13), on constate qu'elle a augmenté progressivement pour le Canal Albert depuis 1956 à 1959.

Pour les autres points du système s'est produit une diminution plus ou moins brusque en 1957, puis une augmentation très sensible et progressive jusqu'en 1959. Cette augmentation à des niveaux différents, est presque parallèle.

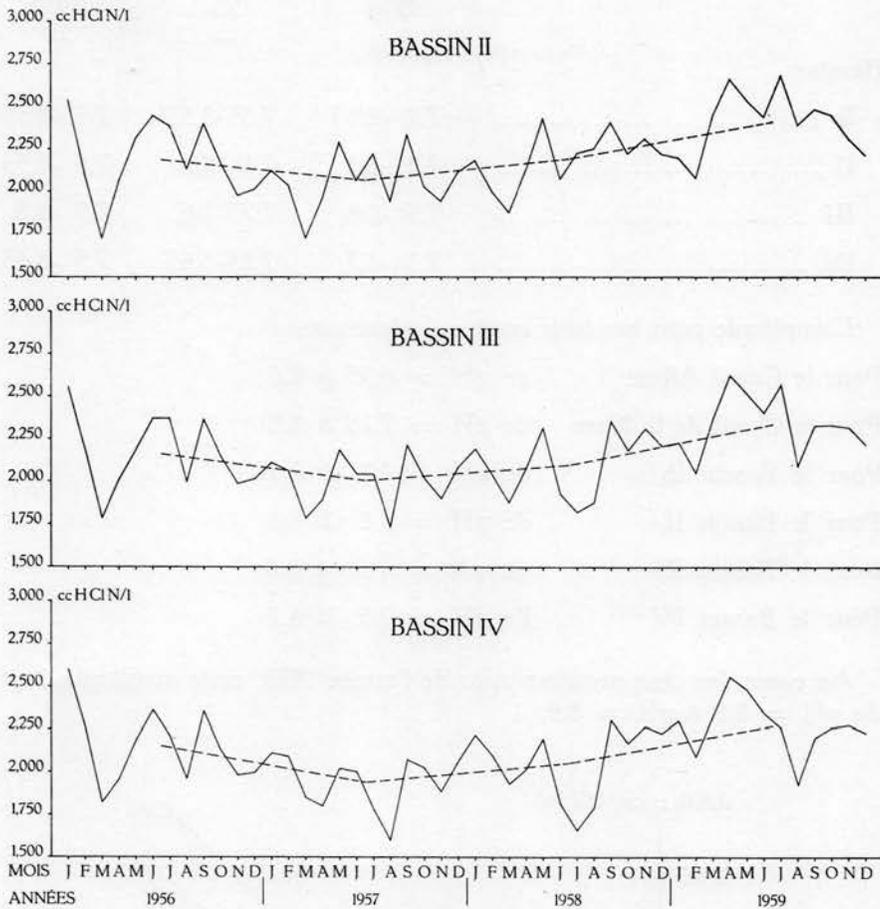


Fig. 12. — Variations mensuelles de l'alcalinité des eaux des bassins II, III et IV. La moyenne annuelle est indiquée par la ligne en petits traits.

On remarque aussi la diminution progressive en concentration depuis le Canal Albert jusqu'au Bassin IV.

2. — Le pH. Au moyen des mesures journalières du pH, on peut dresser le tableau des maxima et des minima mensuels par canal et par bassin. Nous pouvons en tirer les valeurs suivantes :

	1956	1957	1958
	—	—	—
Canal Albert ... ..	6,95-8,5	7,5 -8,6	7,5 -8,2
Canal de la Nete ... ..	7,3 -8,8	7,15-8,65	7,5 -8,55

	1956	1957	1958
Bassins			
Ib ... ..	7,2 -8,85	7,35-8,55	7,55-8,55
II ... ..	7,4 -8,8	7,8 -8,6	7,6 -8,55
III .. ...	7,5 -8,8	7,75-8,6	7,7 -8,8
IV .. ...	7,5 -8,7	7,85-8,45	7,5 -8,45

L'amplitude pour ces trois années devient ainsi :

Pour le Canal Albert	de pH = 6,95 à 8,6
Pour le Canal de la Nete	de pH = 7,15 à 8,8
Pour le Bassin Ib	de pH = 7,2 à 8,85
Pour le Bassin II	de pH = 7,4 à 8,8
Pour le Bassin III	de pH = 7,5 à 8,8
Pour le Bassin IV	de pH = 7,5 à 8,7

Au cours des cinq premiers mois de l'année 1969, cette amplitude était de pH = 8,0 à pH = 8,4.

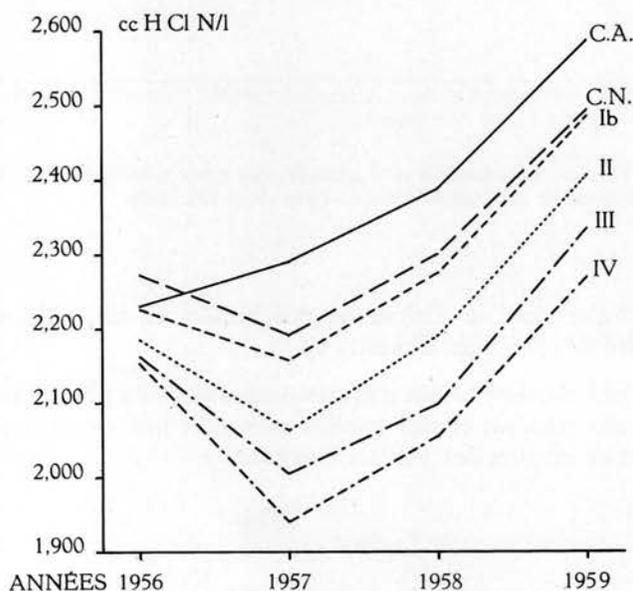


Fig. 13. — Comparaison des moyennes annuelles de l'alcalinité pendant quatre années et pour tout le système.

TABLEAU 40  
Maxima et minima des valeurs du pH par mois

	Canal Albert		Canal de la Nete		Bassins							
					Ib		II		III		IV	
	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
1956												
I	8,0	~ 7,7	8,3	~ 7,9	8,3	~ 8,1	8,4	~ 8,15	8,4	~ 8,2	8,35	~ 8,1
II	7,7	~ 7,4	8,1	~ 7,3	8,25	~ 7,35	8,3	~ 7,4	8,4	~ 7,5	8,35	~ 7,6
III	7,8	~ 6,95	8,3	~ 7,4	8,45	~ 7,2	8,3	~ 7,5	8,25	~ 7,5	8,0	~ 7,5
IV	8,2	~ 7,9	8,8	~ 8,05	8,85	~ 8,35	8,75	~ 8,25	8,70	~ 8,20	8,65	~ 8,05
V	8,5	~ 8,1	8,8	~ 8,2	8,85	~ 8,1	8,8	~ 8,2	8,8	~ 8,25	8,7	~ 8,25
VI	8,5	~ 7,7	8,7	~ 8,05	8,65	~ 8,1	8,55	~ 8,05	8,55	~ 8,1	8,5	~ 7,95
VII	8,25	~ 7,7	8,5	~ 8,05	8,45	~ 8,2	8,6	~ 8,3	8,65	~ 8,3	8,6	~ 8,25
VIII	8,25	~ 7,3	8,6	~ 7,5	8,6	~ 8,0	8,5	~ 8,15	8,3	~ 8,05	8,4	~ 7,65
IX	8,1	~ 7,85	8,35	~ 7,9	8,3	~ 7,9	8,3	~ 7,9	8,4	~ 7,9	8,4	~ 8,0
X	7,9	~ 7,4	8,2	~ 7,7	8,3	~ 7,8	8,3	~ 7,85	8,4	~ 7,9	8,4	~ 7,85
XI	7,7	~ 7,4	7,9	~ 7,4	8,1	~ 7,6	8,2	~ 7,6	8,2	~ 7,6	8,1	~ 7,55
XII	7,7	~ 7,5	7,9	~ 7,6	8,1	~ 7,9	8,15	~ 7,85	8,1	~ 7,85	7,85	~ 7,7
1957												
I	7,9	~ 7,6	7,95	~ 7,6	8,15	~ 7,85	8,2	~ 7,85	8,15	~ 7,95	8,1	~ 7,8
II	7,85	~ 7,7	8,05	~ 7,7	8,2	~ 7,8	8,2	~ 7,9	8,25	~ 8,0	8,1	~ 7,8
III	7,95	~ 7,5	8,0	~ 7,15	8,15	~ 7,35	8,2	~ 7,95	8,2	~ 7,75	8,15	~ 7,85
IV	8,4	~ 7,9	8,65	~ 8,0	8,55	~ 8,0	8,3	~ 8,0	8,35	~ 8,0	8,3	~ 8,0
V	8,6	~ 8,4	8,65	~ 8,25	8,55	~ 8,2	8,6	~ 8,2	8,6	~ 8,15	8,45	~ 8,05
VI	8,45	~ 7,9	8,45	~ 8,0	8,35	~ 7,85	8,3	~ 7,8	8,35	~ 7,9	8,15	~ 8,0
VII	8,25	~ 7,5	8,25	~ 7,85	8,3	~ 7,85	8,35	~ 7,95	8,4	~ 7,95	8,4	~ 8,0
VIII	8,0	~ 7,8	8,15	~ 7,75	8,2	~ 7,8	8,3	~ 7,95	8,3	~ 8,05	8,2	~ 7,9
IX	7,85	~ 7,6	7,95	~ 7,3	8,1	~ 7,85	8,3	~ 8,05	8,4	~ 8,1	8,2	~ 7,9
X	7,85	~ 7,6	7,8	~ 7,65	8,05	~ 7,7	8,35	~ 8,0	8,45	~ 8,05	8,2	~ 8,0
XI	7,8	~ 7,7	8,0	~ 7,7	8,1	~ 7,8	8,2	~ 7,8	8,15	~ 7,9	8,05	~ 7,85
XII	7,8	~ 7,7	7,95	~ 7,7	8,05	~ 7,85	8,1	~ 7,85	8,1	~ 7,95	8,1	~ 7,9
1958												
I	7,9	~ 7,7	8,0	~ 7,75	8,05	~ 7,85	8,1	~ 7,95	8,2	~ 7,95	8,2	~ 7,9
II	7,75	~ 7,5	7,95	~ 7,7	8,05	~ 7,8	8,1	~ 7,9	8,15	~ 7,9	8,05	~ 7,8
III	7,8	~ 7,5	8,0	~ 7,55	8,2	~ 7,7	8,25	~ 7,85	8,3	~ 7,9	8,1	~ 7,9
IV	8,2	~ 7,8	8,55	~ 7,85	8,55	~ 7,9	8,4	~ 8,0	8,3	~ 8,05	8,3	~ 7,9
V	8,0	~ 7,85	8,2	~ 7,9	8,3	~ 7,95	8,25	~ 8,0	8,2	~ 8,05	8,1	~ 7,95
VI	8,1	~ 7,9	8,2	~ 7,9	8,35	~ 7,95	8,45	~ 8,0	8,5	~ 8,15	8,45	~ 8,0
VII	8,2	~ 7,8	8,2	~ 7,8	8,45	~ 7,7	8,55	~ 8,05	8,8	~ 8,0	8,4	~ 8,0
VIII	8,1	~ 7,7	8,0	~ 7,6	8,4	~ 7,75	8,2	~ 7,9	8,4	~ 7,9	8,0	~ 7,55
IX	7,75	~ 7,75	7,85	~ 7,6	8,1	~ 7,7	8,2	~ 7,85	8,25	~ 7,85	7,95	~ 7,55
X	7,9	~ 7,75	7,9	~ 7,6	8,0	~ 7,7	8,0	~ 7,75	8,05	~ 7,8	8,0	~ 7,7
XI	7,8	~ 7,6	7,8	~ 7,5	7,85	~ 7,55	7,9	~ 7,6	7,9	~ 7,7	7,9	~ 7,6
XII	7,7	~ 7,55	7,95	~ 7,6	7,9	~ 7,65	8,0	~ 7,7	8,05	~ 7,8	7,9	~ 7,6

Ceci nous amène au calcul des histogrammes de fréquence des valeurs du pH pour les différents biotopes. Nous rassemblons les divers résultats dans les tableau 41 et figure 14.

On remarque très distinctement le déplacement du pH dans le sens alcalin à mesure qu'on s'éloigne du Canal Albert vers le Bassin IV.

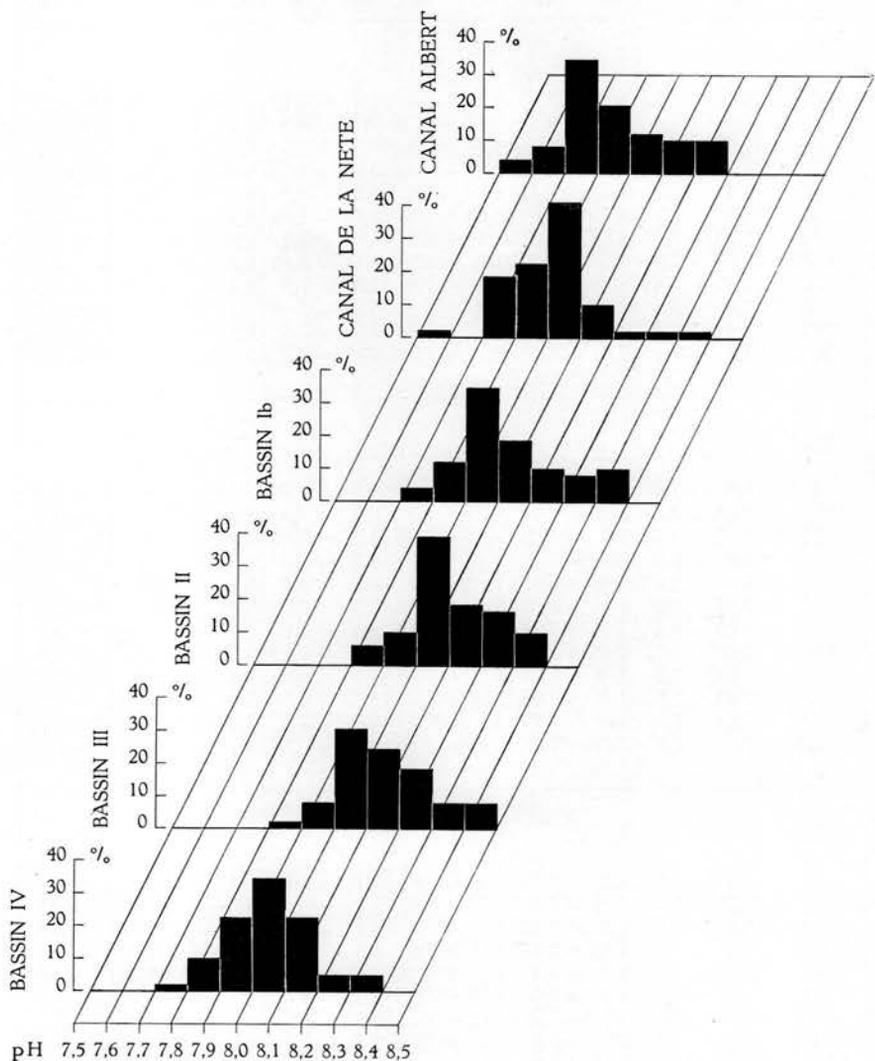


Fig. 14. — Histogrammes de fréquence des valeurs du pH pour tout le système.

TABLEAU 41  
Fréquences des valeurs du pH exprimées en %

		%		%
Canal Albert ...	de pH = 7,5 à 7,6	4,08	de pH = 7,9 à 8,0	12,24
	7,6 7,7	8,16	8,0 8,1	10,2
	7,7 7,8	34,69	8,1 8,2	10,2
Canal de la Nete	de pH = 7,5 à 7,6	2,04	de pH = 8,0 à 8,1	10,2
	7,6 7,7	—	8,1 8,2	2,04
	7,7 7,8	18,36	8,2 8,3	2,04
	7,8 7,9	22,44	8,3 8,4	2,04
	7,9 8,0	40,8		
Bassin Ib ... ..	de pH = 7,7 à 7,8	4,0	de pH = 8,1 à 8,2	10,2
	7,8 7,9	12,0	8,2 8,3	8,0
	7,9 8,0	34,6	8,3 8,4	12,0
	8,0 8,1	18,3		
Bassin II ... ..	de pH = 7,8 à 7,9	6,12	de pH = 8,1 à 8,2	18,36
	7,9 8,0	10,20	8,2 8,3	16,32
	8,0 8,1	38,77	8,3 8,4	10,2
Basin III ... ..	de pH = 7,8 à 7,9	2,04	de pH = 8,2 à 8,3	18,36
	7,9 8,0	8,16	8,3 8,4	8,16
	8,0 8,1	30,61	8,4 8,5	8,16
	8,1 8,2	24,48		
Bassin IV ... ..	de pH = 7,7 à 7,8	2,04	de pH = 8,1 à 8,2	22,44
	7,8 7,9	10,20	8,2 8,3	4,08
	7,9 8,0	22,44	8,3 8,4	4,08
	8,0 8,1	34,69		

En extrayant de ce tableau les valeurs de pH les plus fréquentes, on obtient :

Canal Albert	pH = 7,7 à 7,8	34,69 %
Canal de la Nete	pH = 7,9 à 8,0	40,8 %
Bassin Ib	pH = 7,9 à 8,0	34,6 %
Bassin II	pH = 8,0 à 8,1	38,77 %
Bassin III	pH = 8,0 à 8,1	30,61 %
Bassin IV	pH = 8,0 à 8,1	34,69 %

Après ces données générales et statistiques, examinons les variations du pH dans le temps, pour les quatre bassins.

Ces variations ont ce point de commun que les maxima ont lieu au printemps et en été et que le pH diminue rapidement vers la fin de l'été. Le graphique (Figure 15) représente ces variations hebdomadaires au cours de quatre saisons.

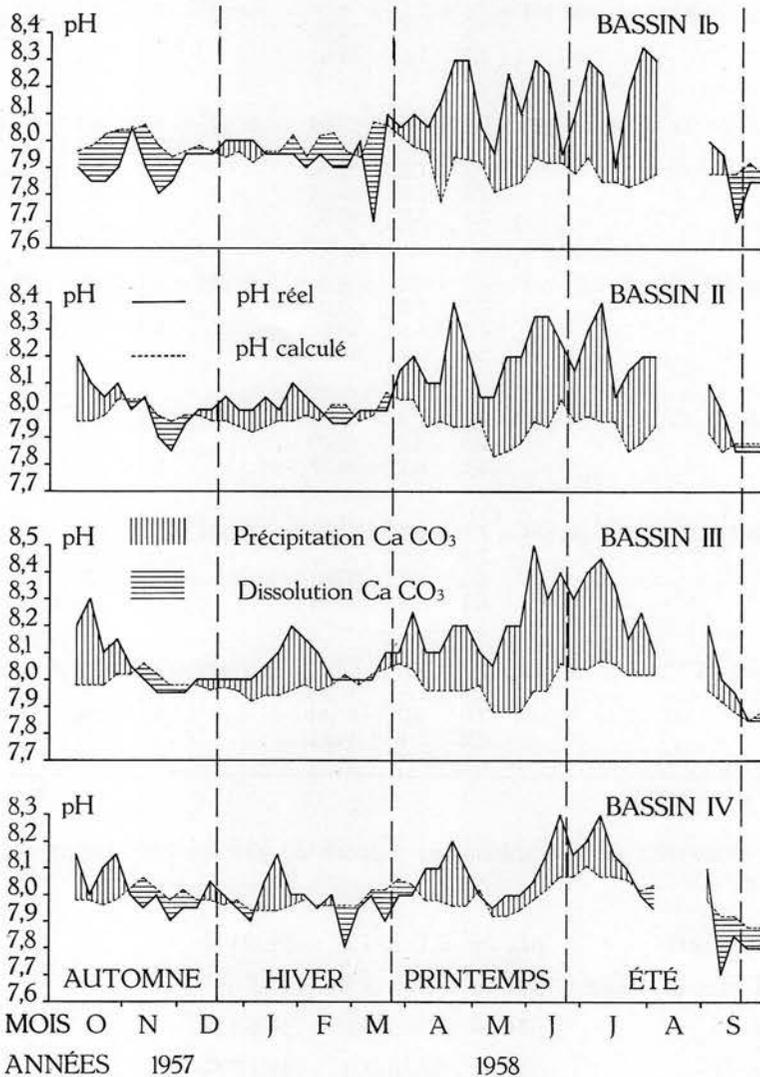


Fig. 15. — Valeurs du pH réel et du pH calculé, par rapport aux saisons, dans les quatre bassins.

Comme il fallait s'y attendre, les valeurs du pH sont plus élevées au printemps et en été.

TABLEAU 42

Alcalinité, pH réel et pH calculé pour tout le système des bassins (Période 1957-1958)

	Canal Albert			Canal de la Nete			Bassin Ib			Bassin II			Bassin III			Bassin IV		
	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.
Automne																		
8-X	1,920	7,8	8,02	2,154	7,75	7,96	2,146	7,9	7,96	2,090	8,2	7,96	2,058	8,2	7,98	2,006	8,15	7,98
15	1,824	7,6	8,04	2,046	7,7	7,98	2,032	7,85	7,98	2,096	8,1	7,96	2,068	8,3	7,98	2,010	8,0	7,98
22	1,890	7,6	8,02	2,190	7,75	7,94	1,898	7,85	8,02	2,024	8,05	7,98	2,036	8,1	7,98	2,072	8,1	7,96
29	2,014	7,7	7,98	1,810	7,85	8,04	1,808	7,9	8,04	1,882	8,1	8,04	1,910	8,15	8,02	2,012	8,15	7,98
6-XI	2,084	7,8	7,97	1,864	7,95	8,04	1,865	8,05	8,04	1,816	8,0	8,04	1,872	8,05	8,02	1,892	8,0	8,02
12	1,778	7,7	8,06	1,8	7,85	8,04	1,784	7,9	8,06	1,81	8,05	8,04	1,68	8,0	8,06	1,722	7,95	8,06
19	2,122	7,7	7,96	1,986	7,7	8,02	2,034	7,8	7,98	2,038	7,9	7,98	1,98	7,95	8,02	1,910	8,0	8,02
26	2,296	7,7	7,92	2,174	7,75	7,94	2,192	7,85	7,94	2,104	7,85	7,96	2,062	7,95	7,98	2,020	7,9	7,98
3-XII	2,038	7,7	7,98	2,072	7,85	7,96	2,112	7,95	7,96	2,058	7,95	7,98	2,036	7,95	7,98	1,988	7,95	8,02
10	2,044	7,8	7,98	1,972	7,9	8,02	2,042	7,95	7,98	2,046	8,0	7,98	2,062	8,0	7,98	2,050	7,95	7,98
18	2,378	7,75	7,88	2,090	7,9	7,98	2,124	7,95	7,96	2,114	8,0	7,96	2,132	8,0	7,96	2,122	8,05	7,98
Hiver																		
24	2,350	7,75	7,92	2,262	7,9	7,92	2,20	8,0	7,94	2,124	8,05	7,96	2,064	8,0	7,97	2,092	8,0	7,96
31	2,166	7,75	7,94	2,286	7,9	7,92	2,068	8,0	7,96	2,196	8,0	7,94	2,118	8,0	7,96	2,068	7,95	7,98
7-I	2,232	7,8	7,96	2,242	7,9	7,94	2,298	8,0	7,92	2,304	8,0	7,92	2,262	8,0	7,92	2,236	7,9	7,94
14	2,250	7,7	7,96	2,064	7,9	7,98	2,094	7,95	7,96	2,250	8,05	7,94	2,250	8,05	7,94	2,228	8,05	7,94
21	2,236	7,9	7,96	2,094	7,95	7,96	2,086	7,95	7,96	2,076	8,00	7,96	2,166	8,10	7,94	2,248	8,15	7,94
28	2,016	7,7	7,98	2,010	7,8	7,98	1,980	7,95	8,02	2,080	8,10	7,96	2,088	8,2	7,96	2,142	8,0	7,96
4-II	1,832	7,7	8,04	2,142	7,95	7,96	2,248	7,9	7,94	2,054	8,05	7,98	2,062	8,15	7,98	2,086	8,0	7,98
11	1,960	7,5	8,02	1,820	7,85	8,04	1,985	7,95	8,02	2,101	8,00	7,96	2,120	8,10	7,96	2,120	7,95	7,96
18	2,130	7,7	7,96	2,040	7,75	7,98	1,875	7,9	8,04	1,915	7,95	8,02	2,070	8,0	7,98	2,125	8,0	7,96
27	2,090	7,75	7,96	2,060	7,9	7,98	2,100	7,9	7,96	1,910	7,95	8,02	1,915	8,0	8,02	2,075	7,8	7,96
4-III	2,082	7,65	7,96	2,192	7,75	7,94	2,198	8,0	7,94	2,104	8,0	7,96	2,012	8,0	7,98	2,086	7,95	7,96
11	1,964	7,5	8,18	1,508	7,55	8,09	1,642	7,7	8,07	2,0	8,0	7,98	1,96	8,0	8,02	1,96	8,0	8,02
18	1,830	7,65	8,19	1,916	7,9	8,02	1,680	8,1	8,06	1,612	8,0	8,07	1,84	8,1	8,04	1,94	7,9	8,02

TABLEAU 42 (suite et fin)

	Canal Albert			Canal de la Nete			Bassin Ib			Bassin II			Bassin III			Bassin IV		
	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.	Alcal.	pH réel	pH calc.
Printemps																		
27	2,134	7,8	7,96	1,884	7,9	8,02	1,906	8,05	8,02	1,792	8,15	8,04	1,682	8,1	8,06	1,742	8,0	8,06
2-IV	1,966	7,8	8,02	2,026	8,0	7,98	2,002	8,1	7,98	1,828	8,2	8,04	1,820	8,25	8,04	1,814	8,0	8,04
10	2,500	7,85	7,85	2,200	7,85	7,94	2,150	8,05	7,96	2,200	8,1	7,94	2,150	8,1	7,96	2,000	8,1	7,98
16	2,450	8,05	7,88	2,300	8,00	7,92	2,950	8,15	7,77	2,150	8,1	7,96	2,100	8,1	7,96	2,050	8,1	7,98
23	2,750	8,2	7,81	2,250	8,4	7,94	2,200	8,3	7,94	2,200	8,4	7,94	2,150	8,2	7,96	2,100	8,2	7,96
30	—	—	—	2,250	8,2	7,85	—	8,3	—	2,250	8,2	7,94	2,150	8,2	7,96	2,100	8,1	7,96
7-V	2,682	8,0	7,8	2,442	7,95	7,88	2,350	8,05	7,92	2,156	8,05	7,96	2,010	8,1	7,98	1,904	8,0	8,02
14	2,900	8,0	7,77	2,800	7,9	7,79	2,750	7,95	7,81	2,600	8,05	7,83	2,400	8,05	7,88	2,300	7,95	7,92
21	2,750	8,0	7,81	2,700	8,0	7,81	2,600	8,25	7,83	2,500	8,2	7,85	2,450	8,2	7,88	2,300	8,0	7,92
28	2,500	7,9	7,85	2,650	7,95	7,83	2,500	8,1	7,85	2,450	8,2	7,88	2,400	8,2	7,88	2,250	8,0	7,94
4-VI	2,266	7,9	7,92	2,284	7,95	7,92	2,184	8,3	7,94	2,136	8,35	7,96	2,100	8,5	7,96	2,058	8,05	7,98
11	2,6	8,0	7,83	2,5	8,0	7,85	2,35	8,25	7,92	2,25	8,35	7,94	2,1	8,3	7,96	1,950	8,15	8,02
18	2,6	8,1	7,83	2,45	8,0	7,88	2,3	7,95	7,92	1,8	8,25	8,04	1,7	8,4	8,06	1,65	8,3	8,07
Eté																		
25	2,7	7,9	7,81	2,55	7,9	7,85	2,45	8,1	7,88	2,1	8,15	7,96	1,8	8,3	8,04	1,6	8,15	8,07
2-VII	2,616	7,85	7,83	2,206	8,1	7,94	2,236	8,3	7,94	2,002	8,3	7,98	1,856	8,4	8,04	1,456	8,2	8,11
12	2,8	7,85	7,79	2,6	7,9	7,83	2,5	8,25	7,85	2,1	8,4	7,96	1,650	8,45	8,07	1,6	8,3	8,07
16	2,8	7,9	7,77	2,65	7,8	7,83	2,55	7,9	7,85	2,1	8,05	7,96	1,7	8,35	8,06	1,6	8,15	8,07
22	2,75	7,8	7,79	2,65	7,85	7,83	2,6	8,2	7,83	2,5	8,15	7,85	1,95	8,15	8,02	1,75	8,1	8,06
29	3,0	8,2	7,76	2,55	7,9	7,85	2,55	8,35	7,85	2,4	8,2	7,88	1,95	8,25	8,02	1,9	8,0	8,02
5-VIII	2,56	8,1	7,85	2,436	7,99	7,88	2,408	8,3	7,88	2,244	8,2	7,94	1,874	8,1	8,02	1,79	7,95	8,04
2-IX	2,432	7,75	7,88	2,482	7,8	7,85	2,398	8,0	7,88	2,286	8,1	7,92	2,126	8,2	7,96	2,068	8,1	7,98
10	2,65	7,75	7,83	2,55	7,8	7,88	2,45	7,95	7,88	2,5	8,0	7,85	2,35	8,0	7,92	2,3	7,7	7,92
16	2,45	7,75	7,88	2,4	7,7	7,85	2,4	7,7	7,88	2,45	7,85	7,88	2,4	7,95	7,88	2,35	7,85	7,92
Automne																		
23	2,65	7,75	7,83	2,4	7,7	7,88	2,35	7,85	7,92	2,4	7,85	7,88	2,5	7,85	7,85	2,4	7,8	7,88
30	2,6	7,75	7,83	2,5	7,7	7,85	2,45	7,85	7,88	2,4	7,85	7,88	2,4	7,85	7,88	2,4	7,8	7,88

Rappelons encore ici les travaux de R. CZENSNY (1943) insistant sur l'importance du calcul du pH théorique à partir de l'alcalinité. Il résulte de ses calculs que lorsque :

- le pH calculé = le pH réel, il existe un état d'équilibre,
- le pH calculé > le pH réel, il se produit une dissolution de  $\text{CaCO}_3$ ,
- le pH calculé < le pH réel, il se forme une précipitation de  $\text{CaCO}_3$ .

Faisant usage de la table publiée par R. CZENSNY, nous avons calculé les pH pour les divers bassins et composé le tableau 42 et la figure 15.

Cette figure nous apprend en premier lieu que du carbonate de calcium est précipité par l'activité chlorophyllienne des végétaux au cours des mois printaniers et estivaux. Au cours des mois d'automne et d'hiver, du carbonate se redissout, quoique ce phénomène ne soit pas tellement régulier.

Il est évident que cet état d'équilibre n'atteint pas des proportions extraordinaires, la petite amplitude du pH ne le permettant pas. Elle est cependant suffisante pour qu'il faille en tenir compte. Le phénomène se développe le plus explicitement dans les bassins Ib, II et III.

Dans les chapitres traitant de l'interaction des divers facteurs écologiques et du plancton, nous aurons l'occasion d'examiner ces questions plus en détail.

## B. — L'oxygène dissous

Malgré que l'oxygène soit certainement aussi important que l'acide carbonique, il ne peut cependant donner lieu ici à une étude très approfondie. La production par la végétation supérieure et le phytoplancton de quantités variables d'oxygène est la seule relation importante à côté des réactions d'oxydation de la matière organique.

Seul, le taux de la saturation sera traité ici. Comme nous l'avons fait pour le pH, nous construisons les graphiques de l'oxygène en tenant compte des saisons. Les données ont été groupées dans le dessin figure 16, de manière à comparer le Canal Albert et le Canal de la Nete, les bassins Ib, II et les bassins III et IV.

On peut dériver les faits suivants des données récoltées :

- 1° — pour le Canal Albert, le Canal de la Nete et tous les bassins, il se produit, au cours de l'hiver, un déficit de la saturation.
- 2° — les diverses influences des mois printaniers et estivaux provoquent des sursaturations sauf en quelques rares exceptions,
- 3° — le développement des différentes courbes se fait d'une manière relativement similaire.

Les données de la période entière réparties, non suivant les saisons, mais d'après le biotope, donnent lieu au diagramme figure 17. Celui-ci montre clairement qu'en moyenne le taux de la saturation augmente depuis

le Canal de la Nete en direction du Bassin IV. Le calcul de la fréquence par endroit donne le schéma suivant :

	>100 %	<100 %
Canal Albert ... ..	46,8	53,2
Canal de la Nete ... ..	29,7	72,3

#### Bassins

Ib . . . . .	39,2	60,8
II . . . . .	51,6	48,4
III . . . . .	55,3	44,7
IV . . . . .	59,5	40,5

L'augmentation est donc parfaitement claire. La diminution depuis le Canal Albert vers le Canal de la Nete est peut être plus délicate à interpréter. On la distingue facilement sur les diagrammes (Figure 16 et 17). Il n'est pas impossible qu'au cours des inondations assez régulières dans la région par la Nete, l'eau ayant séjourné sur les prairies inondables ait abouti au Canal de la Nete avec comme conséquence inévitable, l'entraînement de substances oxydables et dès lors diminution du taux de la saturation dans le canal.

TABLEAU 43

Oxygène % de la saturation

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassin Ib	Bassin II	Bassin III	Bassin IV
1957						
5-XI	95,4	103,2	106,8	105,2	109,4	104,6
12	98,9	87,5	96,8	102,8	101,4	94,2
19	95,6	86,8	86,9	94,5	92,9	96,8
26	94,0	89,4	89,6	94,1	88,7	95,7
3-XII	92,9	89,7	88,8	92,7	94,0	97,2
10	99,31	93,52	96,36	97,00	96,96	100,17
18	96,54	88,31	89,61	92,76	93,78	93,63
24	100,58	89,03	95,21	103,07	101,58	104,18
1958						
7-I	94,43	90,02	95,17	91,95	93,50	94,12
14	103,72	93,10	90,09	100,64	100,70	90,48
21	97,37	94,65	95,05	94,73	111,28	98,02
28	97,52	91,30	91,32	93,95	100,28	99,53

TABLEAU 43 (suite et fin)

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassin Ib	Bassin II	Bassin III	Bassin IV
4-II	92,45	91,26	84,87	99,08	100,24	103,71
11	90,45	99,65	91,87	110,07	98,80	104,62
18	87,93	88,39	93,76	80,67	90,49	95,81
27	98,53	90,50	94,38	91,95	91,25	84,74
4-III	91,26	91,10	93,16	101,29	93,30	91,63
11	105,04	100,98	99,00	99,00	99,00	89,18
18	57,00	52,9	46,38	53,14	97,17	47,59
27	100,02	100,42	103,61	114,15	107,01	105,98
2-IV	83,12	82,9	86,6	86,2	90,8	84,4
10	66,49	65,52	69,74	58,25	74,73	62,84
16	100,80	96,20	97,37	97,34	96,61	101,34
23	122,50	133,41	137,92	120,02	136,06	113,29
30	100,18	85,78	83,76	94,31	99,95	106,54
7-V	104,44	89,66	95,24	91,49	104,64	105,81
14	106,76	92,77	104,76	101,76	101,76	110,36
21	115,96	99,46	140,44	116,96	117,96	131,95
28	86,98	91,52	92,75	81,80	89,27	102,64
4-VI	132,67	131,88	147,83	137,29	138,49	141,68
11	123,53	101,91	120,58	124,23	127,95	140,58
18	121,5	122,4	122,4	144,3	160,9	162,9
25	109,0	105,6	120,0	130,4	147,6	172,2
2-VII	113,27	104,93	134,59	135,29	144,49	153,27
12	108,38	109,68	136,33	153,31	169,33	163,49
16	115,0	91,0	103,0	125,0	139,0	142,0
22	153,67	145,14	152,79	105,95	140,18	132,50
29	118,3	111,8	116,5	111,8	129,0	131,3
5-VIII	139,0	93,0	125,0	122,0	135,0	120,0
2-IX	106,0	98,0	118,7	115,3	139,7	119,0
10	99,0	88,0	118,0	118,0	135,0	143,0
16	106,0	111,0	108,0	121,0	138,0	131,0
23	92,0	76,0	96,0	95,0	104,0	97,0
30	97,0	80,0	84,0	88,0	90,0	104,0
7-X	92,6	78,4	89,0	89,5	85,2	88,5
14	91,5	74,5	86,0	91,5	92,0	91,5
21	97,0	86,0	89,0	101,0	96,0	101,5
28	92,0	78,0	76,0	78,0	79,0	86,0
4-XI	88,5	72,0	81,0	82,0	82,0	86,0
12	85,5	67,5	76,0	78,5	78,5	81,5
20	83,0	63,0	71,0	75,0	75,0	77,0
26	92,0	73,0	73,0	72,5	78,5	82,0
3-XII	91,0	78,0	77,5	82,0	83,0	86,0
10	87,5	78,0	77,5	82,0	83,0	86,0
17	85,7	79,0	80,0	83,7	83,2	87,5
24	84,0	80,0	82,5	85,5	83,5	89,0
29	88,76	68,46	86,14	86,52	95,67	98,76

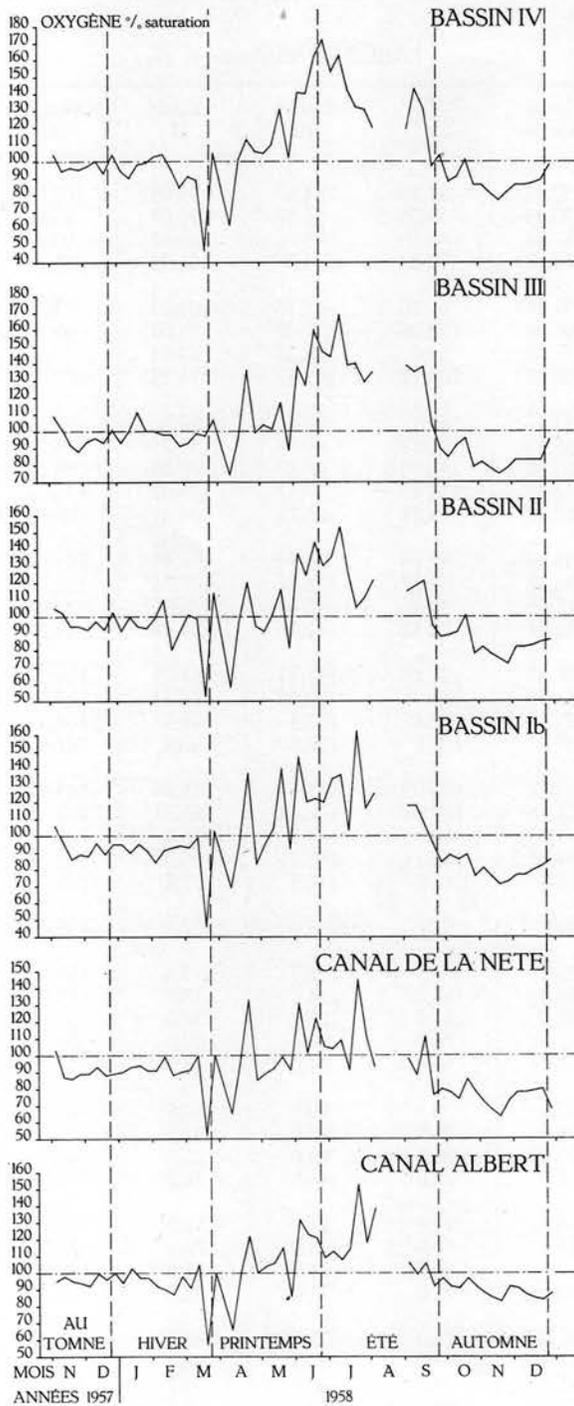


Fig. 16. — Variations mensuelles du % de la saturation de l'oxygène par rapport aux saisons, pour tout le système.

TABLEAU 44  
Fréquences des % de la saturation de l'oxygène

Canal Albert							
de 40 à 50 %	—		de 100 à 110 %	12	soit	21,06 %	
50 60	1	soit 1,75 %	110 120	4		7,02	
60 70	1	1,75	120 130	3		5,26	
70 80	—		130 140	2		3,51	
80 90	10	17,54	140 150	—			
90 100	23	40,36	150 160	1		1,75	
Canal de la Nete							
de 40 à 50 %	—		de 100 à 110 %	7	soit	12,28 %	
50 60	1	soit 1,75 %	110 120	2		3,51	
60 70	4	7,02	120 130	1		1,75	
70 80	9	15,79	130 140	2		3,51	
80 90	14	24,56	140 150	1		1,75	
90 100	16	28,08	150 160	—			
Bassin Ib							
de 40 à 50 %	1	soit 1,75 %	de 100 à 110 %	5	soit	8,77 %	
50 60	—		110 120	3		5,26	
60 70	1	1,75	120 130	4		7,02	
70 80	6	10,53	130 140	3		5,26	
80 90	15	26,32	140 150	2		3,51	
90 100	16	28,10	150 160	1		1,75	
Bassin II							
de 40 à 50 %	—		de 100 à 110 %	8	soit	14,03 %	
50 60	2	soit 3,51 %	110 120	6		10,53	
60 70	—		120 130	5		8,77	
70 80	4	7,02	130 140	3		5,26	
80 90	11	19,30	140 150	1		1,75	
90 100	16	28,10	150 160	1		1,75	
Bassin III							
de 40 à 50 %	—		de 100 à 110 %	10	soit	17,54 %	
50 60	—		110 120	2		3,51	
60 70	—		120 130	2		3,51	
70 80	5	soit 8,77 %	130 140	7		12,28	
80 90	8	14,03	140 150	2		3,51	
90 100	18	31,58	150 160	—			
			160 170	2		3,51	
Bassin IV							
de 40 à 50 %	1	soit 1,75 %	de 100 à 110 %	12	soit	21,06 %	
50 60	—		110 120	3		5,26	
60 70	1	1,75	120 130	1		1,75	
70 80	1	1,75	130 140	4		7,02	
80 90	12	21,06	140 150	4		7,02	
90 100	14	24,56	150 160	1		1,75	
			160 170	2		3,51	
			170 180	1		1,75	

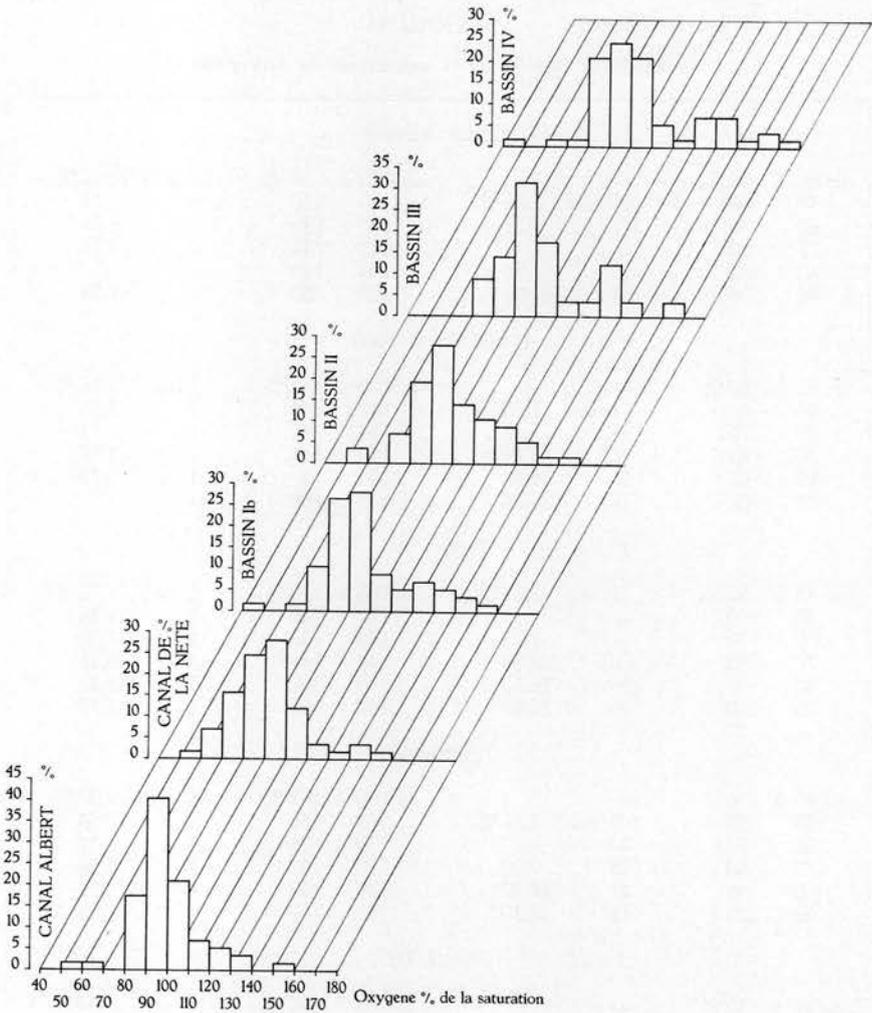


Fig. 17. — Histogrammes de fréquence des % de la saturation de l'oxygène, pour tout le système.

Nous terminons ces quelques renseignements sur l'oxygène dissous par un petit tableau groupant les maxima et les minima pour tout le système.

	Maxima	Minima
Canal Albert ... ..	155,67	57,00
Canal de la Nete ... ..	145,14	52,9

	Maxima	Minima
	—	—
Bassins		
Ib .. ... ..	152,79	46,38
II .. ... ..	155,31	53,14
III . ... ..	169,33	74,73
IV . ... ..	172,2	47,59

TABLEAU 45

Saturations et déficits de l'oxygène

	Satura- tion	Nom- bre	%		Satura- tion	Nom- bre	%
Canal Albert ...	< 100	35	61,40	Bassin II ... ..	< 100	33	57,89
	> 100	22	38,60		> 100	24	42,11
Canal de la Nete	< 100	44	77,19	Bassin III ... ..	< 100	31	54,38
	> 100	13	22,81		> 100	26	45,62
Bassin Ib ... ..	< 100	39	68,42	Bassin IV ... ..	< 100	29	50,88
	> 100	18	31,58		> 100	28	49,12

## C. — L'Azote

Des eaux telles celles des bassins contiennent de l'azote sous des formes minérales et organiques très diverses. Nous n'avons pu nous occuper à l'époque que de ces premières et ce n'est que l'azote minéral qui ait pu retenir notre attention; aussi avons nous dû nous limiter à l'ammoniaque, les nitrites, les nitrates.

Le tableau suivant (Tableau 46) comprend toutes les données que nous ayons pu réunir à ce sujet. Nous avons chaque fois transformé l'ion en question en azote de manière à pouvoir déterminer finalement la concentration en azote minéral total.

Comme nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur la question de l'azote, nous n'insisterons pas ici sur ses variations afin d'éviter des redites.

Dans les masses d'eau étendues, les algues microscopiques qui forment la plus grande partie de la matière organique vivante, sont intimement liées aux variations de l'azote minéral dissous. Comme ce dernier n'est parfois présent qu'en petites quantités seulement, le développement du phytoplancton peut être fortement réduit, de sorte que les dérivés minéraux peuvent fonctionner comme facteur limitant.

TABLEAU 46  
Dérivés minéraux de l'azote  
Résultats en mg/litre

Dates	NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N minéral total
Canal Albert							
1957							
X	0,324	0,252	0,059	0,018	8,137	1,838	2,108
XI	1,372	1,065	0,022	0,006	8,893	2,008	3,079
XII	0,253	0,196	0,023	0,006	10,126	2,287	2,490
1958							
I	0,260	0,201	0,046	0,013	5,415	2,239	2,454
II	0,213	0,165	0,047	0,013	10,90	2,462	2,640
III	0,167	0,130	0,031	0,009	9,67	2,158	2,297
IV	0,030	0,023	0,042	0,012	6,99	1,579	1,614
V	0,025	0,019	0,055	0,016	6,95	1,570	1,605
VI	0,030	0,023	0,086	0,026	7,65	1,728	1,777
VII	0,032	0,024	0,067	0,020	8,22	1,856	1,900
VIII	0,030	0,023	0,05	0,015	6,50	1,468	1,506
IX	0,050	0,038	0,049	0,014	7,20	1,626	1,678
X	0,055	0,042	0,105	0,031	8,00	1,807	1,880
XI	0,020	0,015	0,127	0,038	8,20	1,852	1,905
XII	0,020	0,015	0,077	0,023	6,75	1,524	1,562
Canal de la Nete							
1957							
X	0,097	0,075	0,061	0,018	7,512	1,696	1,789
XI	0,078	0,060	0,075	0,022	8,712	1,967	2,050
XII	0,103	0,080	0,032	0,009	9,630	2,175	2,264
1958							
I	0,187	0,145	0,050	0,015	5,859	1,831	1,991
II	0,296	0,230	0,057	0,017	10,531	2,379	2,626
III	0,160	0,124	0,048	0,014	10,181	2,299	2,437
IV	0,022	0,017	0,042	0,012	6,610	1,493	1,522
V	0,025	0,019	0,052	0,015	6,20	1,400	1,434
VI	0,025	0,019	0,078	0,023	6,95	1,570	1,612
VII	0,030	0,023	0,077	0,023	6,94	1,567	1,613
VIII	0,030	0,023	0,070	0,021	6,00	1,355	1,399
IX	0,040	0,031	0,054	0,016	5,74	1,296	1,343
X	0,055	0,042	0,083	0,025	6,625	1,496	1,563
XI	0,036	0,027	0,102	0,031	7,366	1,663	1,721
XII	0,027	0,020	0,070	0,021	6,825	1,541	1,582

TABLEAU 46 (suite)

Dates	NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N minéral total
Bassin Ib							
1957							
X	0,097	0,075	0,062	0,019	7,431	1,678	1,772
XI	0,060	0,046	0,075	0,023	8,187	1,849	1,918
XII	0,101	0,078	0,053	0,015	9,478	2,140	2,233
1958							
I	0,166	0,129	0,064	0,019	8,036	1,815	1,963
II	0,208	0,161	0,040	0,012	10,75	2,428	2,601
III	0,198	0,153	0,061	0,018	9,474	2,139	2,311
IV	0,020	0,015	0,037	0,011	7,587	1,713	1,739
V	0,020	0,015	0,052	0,015	5,825	1,315	1,345
VI	0,015	0,011	0,078	0,023	6,925	1,564	1,598
VII	0,030	0,023	0,098	0,029	7,025	1,586	1,638
VIII	0,020	0,015	0,040	0,012	5,80	1,310	1,337
IX	0,027	0,020	0,060	0,018	4,95	1,118	1,156
X	0,025	0,019	0,069	0,021	6,50	1,468	1,508
XI	0,020	0,015	0,104	0,031	7,26	1,640	1,686
XII	0,025	0,019	0,069	0,021	6,80	1,53	1,570
Bassin II							
1957							
X	0,075	0,058	0,036	0,011	7,343	1,658	1,727
XI	0,068	0,052	0,028	0,008	7,743	1,748	1,809
XII	0,101	0,078	0,047	0,014	9,215	2,081	2,173
1958							
I	0,182	0,141	0,075	0,022	6,228	1,792	1,955
II	0,185	0,143	0,042	0,012	10,62	2,399	2,555
III	0,279	0,216	0,079	0,023	9,053	2,044	2,283
IV	0,022	0,017	0,030	0,009	6,620	1,495	1,521
V	0,015	0,011	0,031	0,009	5,925	1,338	1,358
VI	0,015	0,011	0,058	0,017	6,400	1,445	1,473
VII	0,020	0,015	0,052	0,015	6,000	1,335	1,385
VIII	0,020	0,015	0,022	0,006	5,20	1,174	1,195
IX	0,026	0,020	0,034	0,010	4,76	1,075	1,105
X	0,030	0,023	0,033	0,010	5,450	1,23	1,263
XI	0,026	0,020	0,027	0,008	7,40	1,67	1,698
XII	0,022	0,017	0,034	0,010	6,760	1,52	1,547

TABLEAU 46 (suite et fin)

Dates	NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N minéral total
Bassin III							
1957							
X	0,075	0,058	0,033	0,010	7,181	1,621	1,689
XI	0,085	0,066	0,022	0,006	7,331	1,655	1,727
XII	0,101	0,078	0,033	0,010	9,106	2,056	2,144
1958							
I	0,151	0,117	0,136	0,041	7,828	1,767	1,925
II	0,140	0,109	0,045	0,013	10,82	2,445	2,567
III	0,229	0,178	0,067	0,020	10,071	2,044	2,242
IV	0,012	0,009	0,026	0,008	7,200	1,626	1,643
V	0,0	0,0	0,025	0,007	5,750	1,298	1,305
VI	0,0	0,0	0,029	0,008	6,375	1,440	1,448
VII	0,013	0,010	0,042	0,012	6,000	1,355	1,377
VIII	0,020	0,015	0,010	0,003	4,80	1,08	1,098
IX	0,020	0,015	0,026	0,007	4,175	0,943	0,965
X	0,030	0,023	0,020	0,006	5,40	1,219	1,248
XI	0,020	0,015	0,027	0,008	7,00	1,58	1,603
XII	0,020	0,015	0,024	0,007	6,10	1,37	1,392
Bassin IV							
1957							
X	0,067	0,052	0,022	0,006	7,019	1,566	1,624
XI	0,093	0,072	0,017	0,004	7,012	1,583	1,660
XII	0,112	0,086	0,025	0,007	8,885	2,007	2,101
1958							
I	0,285	0,221	0,098	0,029	7,794	1,760	2,010
II	0,189	0,146	0,045	0,013	9,55	2,157	2,317
III	0,272	0,211	0,073	0,021	9,487	2,142	2,374
IV	0,0	0,0	0,027	0,008	7,100	1,603	1,611
V	0,0	0,0	0,024	0,007	5,925	1,338	1,345
VI	0,0	0,0	0,029	0,008	6,350	1,434	1,442
VII	0,06	0,046	0,032	0,009	6,000	1,355	1,410
VIII	0,0	0,0	0,010	0,003	4,80	1,084	1,087
IX	0,020	0,015	0,015	0,004	3,45	0,779	0,798
X	0,030	0,023	0,016	0,004	4,812	1,087	1,114
XI	0,020	0,015	0,009	0,002	6,566	1,483	1,500
XII	0,020	0,015	0,014	0,004	6,200	1,400	1,419

Deux sources d'azote minéral sont à considérer. D'abord la lessivage des terres environnantes par l'eau de pluie. Les nitrates produits par le processus de nitrification dans le sol sont dissous par l'eau de pluie et aboutissent ainsi, d'une manière ou d'une autre, dans les eaux, par ruissellement et par d'autres voies similaires.

En second lieu, une des sources principales est la décomposition et la fermentation de la matière organique dans les vases autochtones, d'après le schéma bien connu :



B. DOMOGALLO, CH. JUDAY et W. L. PETERSON (1925) ont étudié de près les formes sous lesquelles l'azote est présent dans les eaux. En dehors des formes ammoniacale, nitreuse et nitrique, il existe toute une gamme de dérivés organiques azotés comme les albumines, les acides aminés, les purines, les amines et les amides. Il semble que les « formes supérieures » sont surtout présentes dans l'eau au cours de l'hiver.

La figure 18 montre une courbe descendante bien apparente pour tous les biotopes, à partir du mois de février pour le Canal Albert, du mois de mars, pour le Canal de la Nete, de février pour les bassins Ib et II, du mois de mars pour les bassins III et IV.

La comparaison avec les quantités de matière végétale en suspension, composée avant tout de phytoplancton (cfr. la deuxième partie de ce travail), nous amène aux considérations suivantes.

1°. — Le Canal Albert. Au moment de la concentration maxima de l'ion  $\text{NO}_3$  en février, celle de la matière végétale passait par un minimum. La diminution progressive de la concentration en nitrates correspond à une augmentation de la matière végétale en février, mars, avril, mai, juin, juillet et août. Le minimum des nitrates est atteint en juillet, peu de temps donc avant la période de maxima de la matière organique vivante.

L'accroissement des nitrates à partir d'août se produit simultanément avec une diminution progressive de la matière végétale en suspension.

2°. — Canal de la Nete. Le maximum de la concentration des nitrates en mars, termine une longue période à minima de la matière végétale. La décroissance en avril correspond à un premier maximum de cette dernière. La décroissance subséquente jusqu'en août ne peut être mise en relation avec les variations très faiblement exprimées de la matière végétale. Mentionnons, en outre, une pointe de cette dernière, en juillet, au moment où la concentration en ions  $\text{NO}_3$  est la plus basse. La courbe des nitrates a une tendance à remonter à partir de ce moment, alors que la matière végétale diminue et tend vers zéro.

3°. — Le bassin Ib. Venant immédiatement après le Canal de la Nete, ce premier bassin reflète plus ou moins l'image de ce dernier.

Le maximum des nitrates a lieu en février, à la fin d'une période à végétation pratiquement nulle. A partir de ce moment, le phytoplancton

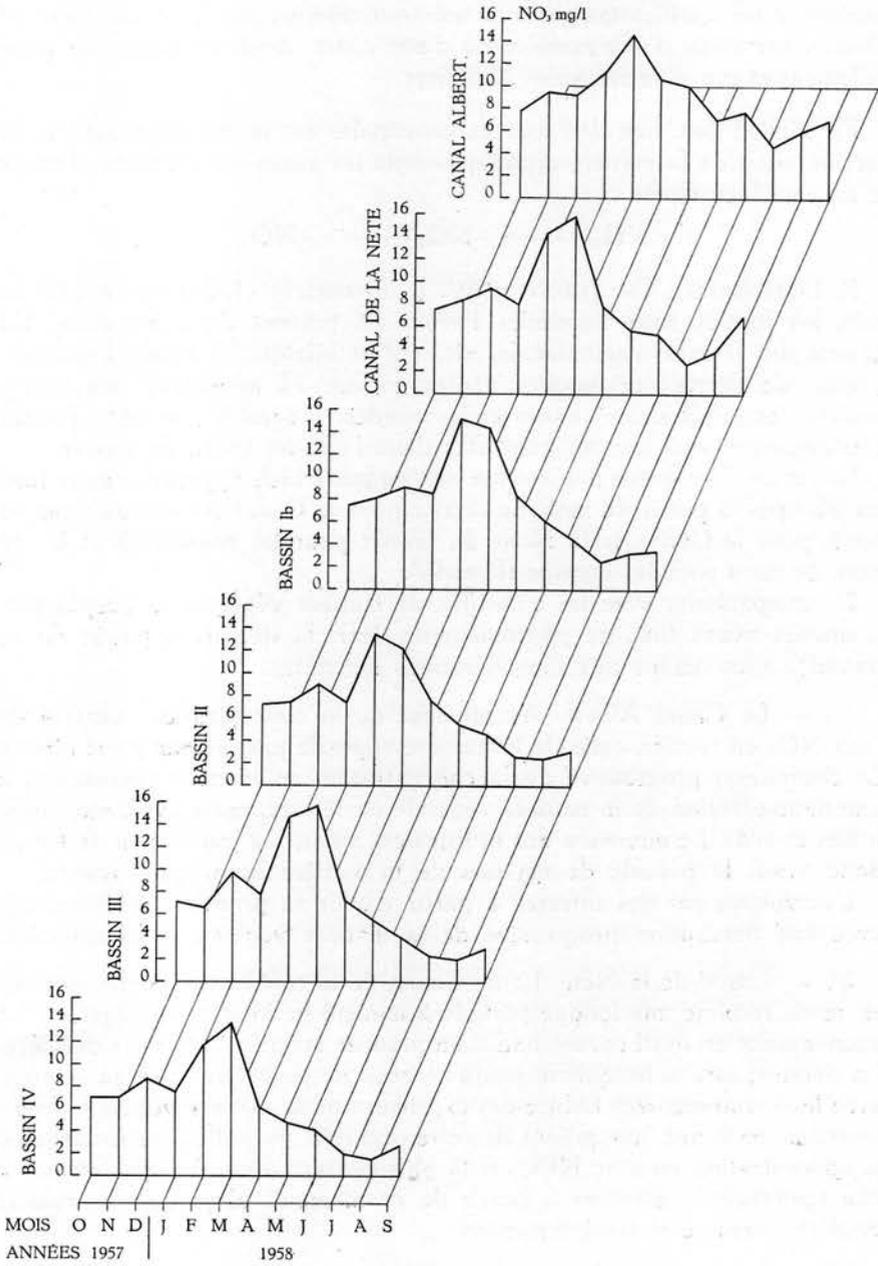


Fig. 18. — Variations mensuelles de la concentration en nitrates pour tout le système.

accuse un maximum en avril — les nitrates décroissent rapidement alors — il passe par des minima et remonte très sensiblement en juillet.  $\text{NO}_3$  passe par un minimum à ce moment, il décroît ensuite et tend vers zéro. La concentration de l'ion  $\text{NO}_3$  recommence à croître à partir de juillet.

4°. — Le bassin II. Dans ce bassin, le maximum des nitrates se situe en février en même temps qu'une concentration moyenne de matière végétale. Celle-ci augmente rapidement en mars et atteint son maximum en avril. La courbe de l'ion  $\text{NO}_3$  descend rapidement. Cette décroissance se produit en même temps que celle de la matière organique et il n'y a apparemment aucun rapport entre ces deux phénomènes.

5°. — Le bassin III. Ici, le maximum du phytoplancton s'étend sur les deux mois, mars et avril, avec une décroissance rapide et une stagnation basse jusqu'à la fin de l'année. Ces deux mois correspondent à l'amorce de la courbe décroissante de la concentration de l'ion  $\text{NO}_3$ . Ici aussi, cette concentration continue à décroître sans raison apparente.

6°. — Le bassin IV. Le seul maximum du phytoplancton se situe au mois d'avril avec une chute brusque de la concentration des nitrates. Dans ce bassin également, les remarques faites à propos des bassins II et III gardent leur entière signification.

On peut conclure ainsi que l'explication valable des variations de la concentration en nitrates ne peut se faire en se rapportant à la présence momentanée, en plus ou moins grandes quantités, de la matière végétale du phytoplancton. A partir du mois de mars jusqu'à la fin de l'année, toute tentative de corrélation sur cette base demeure illusoire.

Cependant, un essai dans le sens des variations dans l'espace permettrait peut-être d'approcher la vérité.

Il s'agit, en effet, d'une eau à courant très lent. Nous savons qu'elle met environ dix-huit jours pour faire la traversée de tous les bassins. Il faudrait donc, en réalité, toutes choses égales d'ailleurs, considérer un échantillon prélevé à une date déterminée, comme correspondant plus ou moins à celui prélevé quelques jours plus tôt, à la même date, mais dans le bassin précédent, en amont.

On peut, en effet, estimer ces eaux comme composées de masses plus ou moins individuelles, avec leurs caractéristiques propres du moment, se déplaçant en bloc avant de subir un mélange plus intime avec le milieu ambiant, tel que le passage des conduites forcées. Il est malheureusement trop tard pour songer encore à introduire une telle recherche dans le présent travail.

Quoi qu'il en soit, l'azote étant utilisé par le phytoplancton, il s'ensuit que le taux peut tendre vers zéro au cours des mois de haute productivité.

## D. — Le soufre

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 C. LIEBIG.

Ce n'est qu'au cours des dernières décennies que l'agrichimie 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 synthétiques 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  $\text{SO}_4$  par litre, soit directement depuis les terrains environnants, soit par l'apport d'eaux résiduaires riches en sulfates.

Que l'eau contienne 10 ou 30 mg par litre d'ion sulfurique  $\text{SO}_4$  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 (1953) a pu répondre positivement à cette question en se basant sur des cultures d'algues et a montré qu'une concentration en  $\text{SO}_4$  de 0,5 mg/litre est limitante pour les algues. Les recherches sociologiques de W. ROHDE (1948) avaient d'ailleurs déjà montré que des cultures d'algues comme *Ankistrodesmus falcatus* ne présentent pratiquement pas de croissance à une concentration de 0,5 mg/litre de  $\text{MgSO}_4$ , mais atteignaient un optimum à des concentrations de 1 à 50 mg/litre. Notons que 0,5 mg/litre de  $\text{MgSO}_4$  correspond à 0,4 mg/litre de  $\text{SO}_4^{t.}$

La concentration en ion sulfurique oscille dans le Canal Albert et le Canal de la Nete entre 43,8 et 65,95 mg/litre, soit 52,177 mg en moyenne pour le premier et 52,0 pour le second. En ce qui concerne les quatre bassins, l'amplitude est de 42,5 à 63,2 mg/litre avec comme moyenne respectivement 49,9 — 52,72 — 53,2 et 52,8 mg/litre. Le bassin III a eu aussi une moyenne un peu plus élevée que les autres bassins. Les chiffres du tableau 47 montrent que l'ion sulfurique peut être considéré pour tout le complexe comme étant relativement constant.

TABLEAU 47

Ion sulfurique  
SO<sub>4</sub> en mg/litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1957						
X	45,6	48,7	51,2	47,5	58,7	55,0
XI	43,8	44,4	43,8	42,5	47,5	46,2
XII	46,8	45,0	43,8	47,5	44,4	47,5
1958						
I	52,0	52,0	53,1	54,3	54,3	52,0
II	65,95	59,08	65,33	62,51	63,20	61,83
III	48,09	53,58	61,83	59,76	60,45	57,70
IV	51,90	50,80	51,90	51,30	49,70	50,80
V	52,50	53,00	53,60	51,30	51,30	51,30
VI	50,20	52,50	56,30	56,90	53,60	53,60
VII	55,80	51,30	51,30	48,80	52,60	50,10
VIII	62,60	59,90	58,30	53,90	46,30	43,80
IX	52,60	56,40	56,40	56,40	56,40	54,50

TABLEAU 48

Les chlorures  
Cl en mg/litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1957						
X	37,7	41,7	40,7	38,7	39,7	40,7
XI	36,0	37,0	39,0	38,7	40,0	39,5
XII	36,0	37,0	36,0	36,0	36,0	37,0
1958						
I	31,0	31,0	32,0	31,0	30,0	30,0
II	31,0	24,0	27,0	26,0	26,0	28,0
III	23,0	27,0	26,0	24,0	28,0	26,0
IV	39,0	40,9	40,9	39,6	39,0	38,4
V	35,9	36,5	36,5	37,1	37,1	37,1
VI	39,6	39,6	39,6	40,9	40,9	40,9
VII	33,3	34,5	35,7	37,0	37,0	37,0
VIII	46,2	41,9	41,9	43,1	40,7	38,2
IX	43,1	48,1	48,1	46,2	44,4	44,4

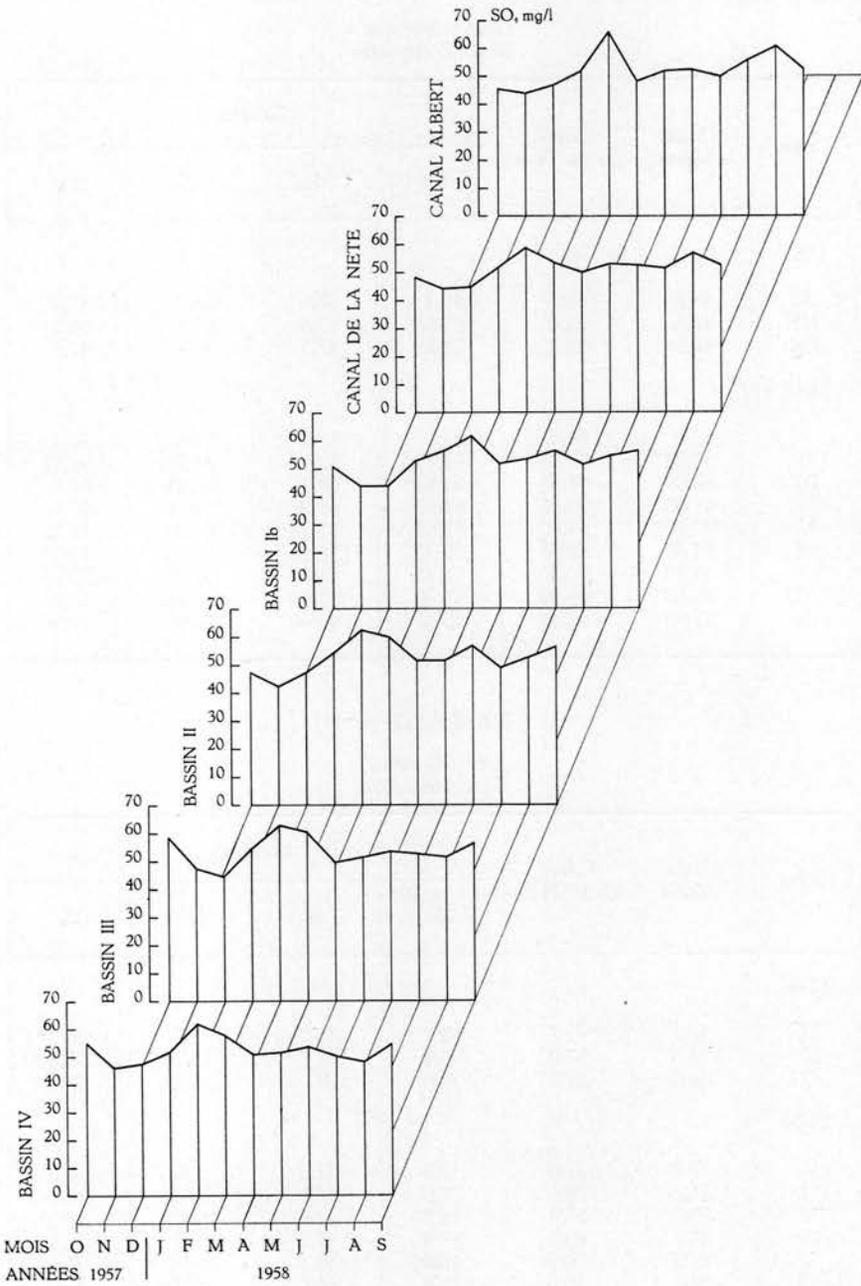


Fig. 19. — Variations mensuelles de la concentration en sulfates pour tout le système.

### E. — Les chlorures

On peut considérer l'ion chlore, lié comme chlorures, comme plus ou moins constant dans tout le système des bassins. Dans le Canal Albert et le Canal de la Nete, les variations s'étagent entre 23,0 et 48,1 mg/litre et dans les bassins de 24,0 à 48,1 mg/litre. En moyenne on obtient les résultats suivants : Canal Albert : 36,0; Canal de la Nete : 36,6; Bassin Ib : 36,9; Bassin II : 36,5; Bassins III : 36,5; Bassin IV : 36,4 mg Cl par litre.

En ce qui concerne les différences individuelles, elles sont difficiles sinon impossibles à interpréter. Ces différences n'ont d'ailleurs qu'une importance secondaire et peuvent tout au plus influencer la balance ionique.

### F. — Les phosphates

Comme G. E. HUTCHINSON (1957) l'a écrit, le phosphore constitue l'élément principal dans les eaux : « A deficiency of phosphorus is therefore more likely to limit the productivity of any region of the earth's surface than is a deficiency of any other material except water ».

De même que pour l'azote, la source principale de phosphore dans les eaux est allochtone. Ici aussi c'est l'eau de pluie qui lessive les terres environnantes. Les terrains pauvres traités au moyen d'engrais riches en phosphore, abandonnent une partie de celui-ci à l'eau de pluie de sorte que, finalement, il aboutit au ruisseau. Par suite de déboisements, l'érosion du sol provoque aussi une lessivation de substances humiques riches en matières nutritives, l'eau phréatique descend dans le sol favorisant ainsi les oxydations.

Des quantités relativement élevées de phosphore proviennent aussi du sous-sol. Ainsi dans la région qui nous occupe, il faut se rappeler l'existence d'un minéral blanc devenant bleu sous l'action de l'air. On le trouve assez couramment dans les alluvions argileuses de la vallée de la Nete : la Vivianite, phosphate de fer de formule :  $3 \text{FeO}, \text{P}_2\text{O}_5, 8 \text{H}_2\text{O}$ . On la trouve sous forme de dépôts, de rognons, de masses terreuses dans les formations tourbeuses du quaternaire, sur des ossements fossiles dans la limonite du Campinien et dans certains dépôts tertiaires ferrugineux, surtout aux endroits où se rencontrent des matières organiques, principalement des débris végétaux (C. MALAISE, 1913).

Le phosphore se rencontre dans les eaux sous des formes variées lesquelles, pour autant qu'elles aient un intérêt général, ont été déterminées par l'analyse dans la mesure des possibilités techniques. On distingue le P dissous, le P en suspension, le P organique, le P minéral.

Dans le système des bassins, le P minéral dissous est présent en quantités n'excédant pas quelques dizaines de  $\gamma$  par litre. En moyenne on

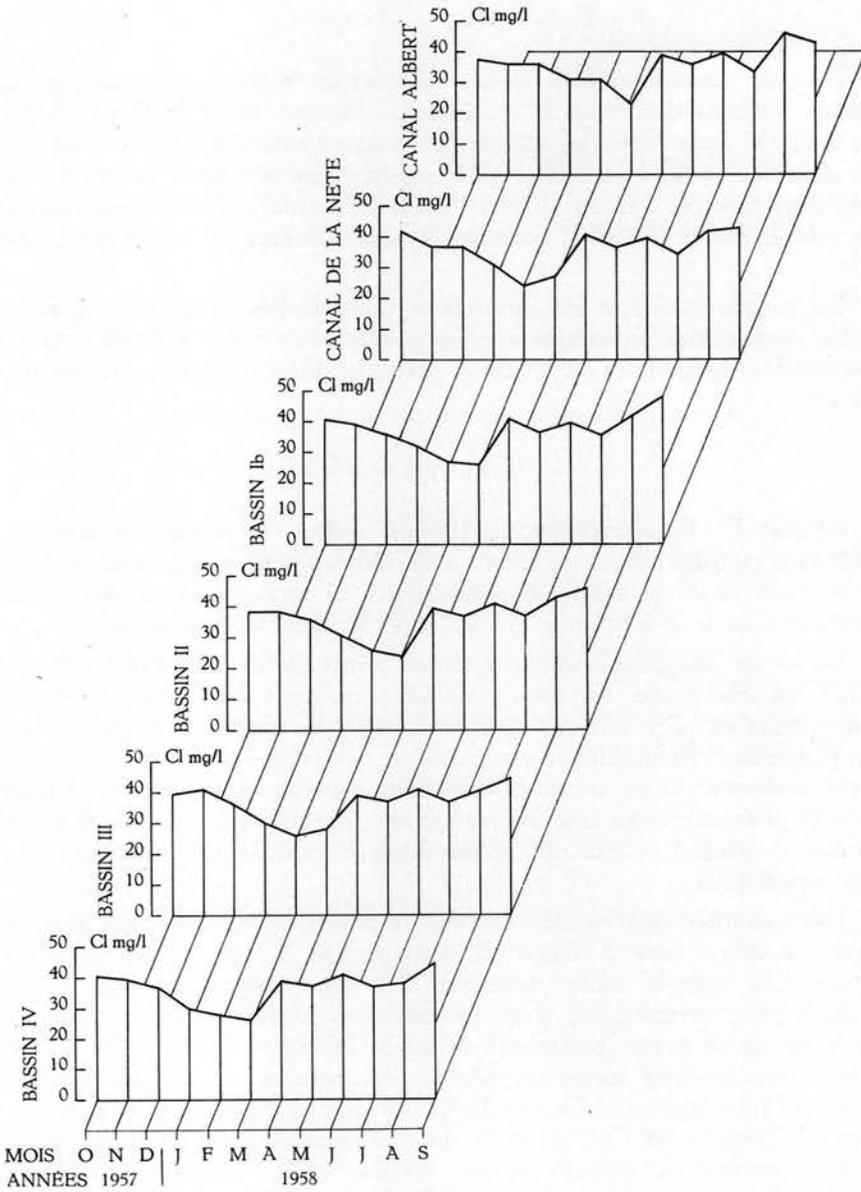


Fig. 20. — Variations de la concentration en chlorures pour tout le système

obtient : pour le Canal Albert : 17,3; le Canal de la Nete : 13,9; le bassin Ib : 10,0; le bassin II : 9,9; le bassin III : 10,7; le bassin IV : 8,0  $\gamma$  par litre. (Tableau 49.)

TABLEAU 49  
Le phosphore  
Résultats en  $\gamma$  par litre

Dates	Canal Albert		Canal de la Nete		Bassin Ib		Bassin II		Bassin III		Bassin IV	
	PO <sub>4</sub>	P	PO <sub>4</sub>	P	PO <sub>4</sub>	P	PO <sub>4</sub>	P	PO <sub>4</sub>	P	PO <sub>4</sub>	P
1957												
X	61	19	95	30	80	26	38	12	48	15	64	20
XI	71	23	45	14	26	8	27	9	27	9	21	6
XII	42	13	38	12	48	15	45	14	57	18	39	12
1958												
I	64	20	53	17	56	18	54	17	60	19	47	15
II	26	8	30	9	18	5	24	7	36	11	26	8
III	39	12	44	14	35	11	90	29	72	23	27	8
IV	78	25	49	15	27	8	22	7	20	6	17	5
V	51	16	45	14	23	7	20	6	24	7	21	6
VI	67	21	38	12	21	6	14	4	17	5	15	4
VII	63	20	36	11	23	7	19	6	19	6	17	5
VIII	48	15	32	10	18	5	12	4	16	5	14	4
IX	52	16	28	9	17	5	14	4	16	5	14	4

On peut immédiatement déduire de ces chiffres la consommation très apparente par les microorganismes (voyez plus loin, les figures 29, 30 et 31).

En 1952, on a mesuré dans l'eau du Canal Albert à Viersel, en moyenne sur 6 analyses : 56  $\gamma$  de  $P_2O_5$ , soit 24,4  $\gamma$ /litre de P, ce qui semble bien montrer une importante consommation par les organismes peuplant les bassins lorsqu'on compare ce chiffre à ceux obtenus pour nos biotopes.

Nous aurons l'occasion, plus loin, de montrer les relations entre le P dissous et le plancton.

### G. — 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 fort la décomposition inorganique des vases.

Nous sommes probablement redevables de cette découverte à J. MURRAY & R. IRVING (1891); W. VERNADSKY (1922), H. COUPIN (1922) ont pu démontrer qu'une diatomée du genre *Nitzschia* attaque le kaolin; A. P. VINOGRADOV & E. A. BOICHENKO (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'aluminium. 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.

Les concentrations dans l'eau des bassins, renseignées dans le tableau 50 montrent les grandes variations de la silice dans le système que nous étudions ici. A côté de minima très bas, on trouve des maxima très appréciables surtout en hiver, atteignant 9,5 mg de SiO<sub>2</sub> par litre.

TABLEAU 50  
Silice en SiO<sub>2</sub> mg par litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins				Moyennes
			Ib	II	III	IV	
X-1957 ... ..	2,824	2,824	2,824	1,444	0,032	0,032	1,093
XI ... ..	4,419	4,419	4,419	6,280	4,419	4,419	4,871
XII ... ..	6,688	7,661	7,537	6,929	7,661	7,173	7,325
I-1958 ... ..	9,709	9,133	9,786	9,525	9,134	9,082	9,381
II ... ..	8,935	9,040	8,935	9,095	8,988	9,040	9,014
III ... ..	9,202	9,577	9,470	9,416	9,523	9,769	9,544
IV ... ..	7,184	7,661	6,994	6,232	6,294	6,294	6,453
V ... ..	1,260	0,841	0,764	0,020	0,020	0,019	0,205
VI ... ..	1,186	0,803	1,031	0,993	0,954	0,993	0,992
VII ... ..	1,370	1,342	1,233	1,053	1,269	1,160	1,178
VIII ... ..	1,305	1,776	1,030	1,305	1,450	1,885	1,417
IX ... ..	3,299	1,706	1,633	2,031	2,140	1,742	1,886

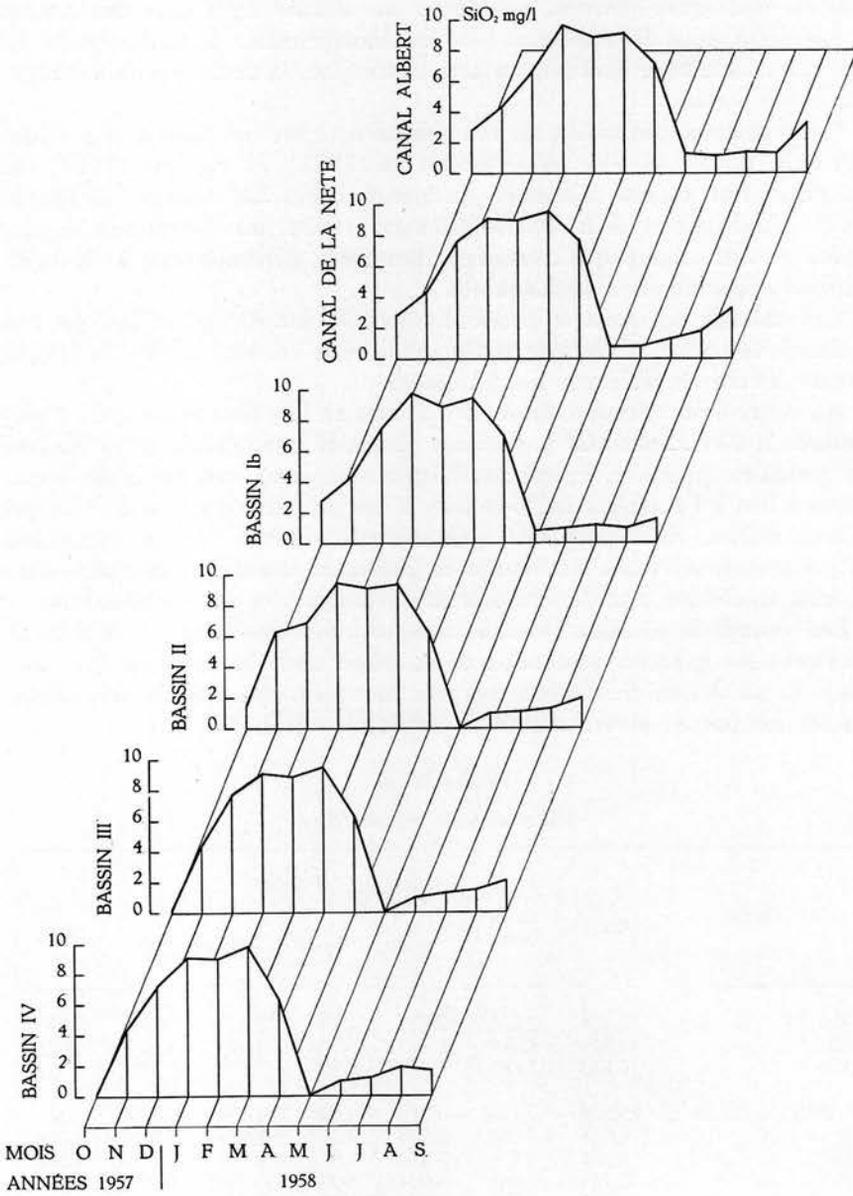


Fig. 21. — Variations des concentrations en silice pour tout le système

## H. — Le calcium et le magnésium

Le cycle du calcium dans les eaux est relativement compliqué et assez difficile à saisir sans faire appel à des considérations d'ordre purement physico-chimique. Ce n'est toutefois pas la place ici pour nous étendre longuement à ce sujet, nous nous bornerons à l'indispensable.

Ce cycle est très intimement lié à celui de l'acide carbonique. En effet, la quantité de  $\text{CO}_2$  dissoute dans une eau naturelle n'est pas déterminée uniquement par la pression atmosphérique et la solubilité à une température donnée, mais aussi par la possibilité de former des bicarbonates, généralement d'alcalino-terreux.

L'équilibre carbonate de calcium-bicarbonate de calcium-anhydride carbonique et eau a fait l'objet d'un nombre énorme d'études beaucoup plus nombreuses que pour les sels magnésiens correspondants.

Mises en suspension dans de l'eau exempte de  $\text{CO}_2$ , de petites quantités de Calcite se dissolvent. Déterminer la solubilité réelle de  $\text{CaCO}_3$  en l'absence de  $\text{CO}_2$  est presque impossible puisque la formation d'ions  $\text{CO}_3$  pré suppose une certaine concentration en  $\text{CO}_2$  pour des raisons d'équilibre.

Lorsque ce  $\text{CO}_2$  est enlevé, le  $\text{CaCO}_3$  se décompose progressivement avec formation de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  un peu plus soluble que  $\text{CaCO}_3$ .

Une solution apparente peut être définie comme suit. Lorsque de la Calcite mise en suspension commence à entrer en solution, une pression bien déterminée du  $\text{CO}_2$  correspondra à une certaine concentration du  $\text{CaCO}_3$ . Si rien ne vient influencer cette pression, un point d'équilibre sera atteint auquel il ne se dissoudra plus de  $\text{CaCO}_3$  en plus. D'après les travaux de I. M. KOLTHOFF & V. A. STENGER (1942), ce produit de solubilité correspond à 12,7 mg de  $\text{CaCO}_3$  par litre ou 5,08 mg de Ca. Cette valeur se rapproche de celle déterminée expérimentalement par J. PIA (1933) pour la solubilité du  $\text{CaCO}_3$  dans l'eau exempte de  $\text{CO}_2$  par hypothèse.

J. JOHNSTON & E. D. WILLIAMSON (1916), dans leur travail, devenu classique, au sujet du système  $\text{CaO-H}_2\text{O-CO}_2$ , ont fixé la solubilité minimale à une pression partielle de  $\text{CO}_2$  d'environ :  $3,8 \times 10^{-7}$  atm à 16 °C. A cette pression et cette température, 15,9 mg/litre de  $\text{CaCO}_3$  entrent en solution. Il est probable que cette quantité est un peu trop élevée, G. L. FREAR et J. JOHNSTON (1929) estiment qu'une valeur inférieure de 5 % serait plus raisonnable.

Le système du magnésium diffère de celui du calcium par le fait que les phases solides possibles sont un peu plus solubles que celles du calcium à une pression normale du  $\text{CO}_2$ . A la température ordinaire le bicarbonate précipité, lorsqu'une concentration de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$  est atteinte, est le carbonate  $\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  (Nesquehonite), mais à des pressions régnant dans des

eaux naturelles bien aérées, il y a le plus souvent formation de carbonate basique metastable : l'hydromagnésite :  $Mg_3(OH)_2(CO_3)_3 \cdot 3 H_2O$ .

Comme conséquence de la grande différence de solubilité de ces deux substances et de celle du carbonate de calcium, à n'importe quelle pression de  $CO_2$ , dans des eaux dures, riches en Ca, dans lesquelles des carbonates sont précipités sous l'influence de la photosynthèse, ce précipité sera composé, la plupart du temps, et pour autant que l'on sache, par du  $CaCO_3$ .

L'accroissement du Mg par rapport au Ca, est possible par évaporation d'eaux dures.

Nous arrivons ainsi au phénomène d'eaux apparemment sursaturées en  $CaCO_3$ . W. OHLE (1934) a montré en ce qui concerne des eaux dures de l'Allemagne du Nord, que des eaux de surface contiennent généralement plus de Ca et apparemment plus de bicarbonates qu'on s'attendrait à y trouver à la pression atmosphérique partielle du  $CO_2$ . A  $15^\circ C$ , la solubilité varie entre 65 et 74 mg/litre, à une pression avec concentration de 0,030 à 0,044 % en volume avec réduction au niveau de la mer.

La courbe de solubilité donne de 26 à 30 mg de  $Ca^{++}$  par litre et 79 à 90 mg de  $HCO_3^-$ , mais, comme W. OHLE l'a montré dans plusieurs cas, on obtient toujours des concentrations plus élevées. Après de longues expérimentations au laboratoire, W. OHLE (1952) est arrivé à la conclusion de l'existence d'une forme colloïdale de  $CaCO_3$ . Ainsi, au moyen de mesures de conductivité sur les eaux de la Grösser Plöner See, il a pu déterminer l'existence d'environ 10 mg/litre de  $CaCO_3$  colloïdal.

En 1933, E. STEIDTMANN supposait déjà l'existence de carbonate de calcium colloïdal, de même que F. RUTTNER en 1948 au cours de ses expériences au sujet de l'utilisation des bicarbonates dans la photosynthèse.

De même E. S. DEEVEY, M. S. GROSS, G. E. HUTCHINSON et H. L. KRAYBILL (1954) supposent la présence de formes relativement stables de  $CaCO_3$  colloïdal.

Il semble donc qu'il existe des raisons de supposer que le phénomène remarqué par W. OHLE dans les eaux relativement dures se manifeste assez fréquemment.

Les considérations au sujet du rôle du calcium dans l'eau et celles au sujet de l'acide carbonique ne peuvent être dissociées car le calcium est lié à cet acide et se dissout dans l'eau. Le  $Ca^{++}$  est très important par son rôle dans l'équilibre du milieu aquatique :



Une eau naturelle serait ainsi pauvre en  $CO_2$  et par conséquent aussi en Ca si la seule source du  $CO_2$  était atmosphérique. Mais les processus biologiques comme la dégradation de la matière organique morte, la respi-

ration des animaux aquatiques, apportent de grandes quantités de  $\text{CO}_2$  qui favorisent la mise en solution du calcium sous forme de bicarbonate.

J. JOHNSTON et E. D. WILLIAMSON (1916) ont étudié les raisons inorganiques de précipitation du  $\text{CaCO}_3$ . J. W. BRONSTED et C. WESENBERG-LUND (1912), mais surtout L. MINDER (1923) et J. PIA (1932, 1933) se sont penchés sur les aspects biologiques et inorganiques du problème.

Comme l'écrit E. RUTTNER (1953), les recherches entreprises à Lunz ont démontré que 100 kg d'*Elodea canadensis* vivant librement en un jour de 10 heures de lumière solaire, 2 kg de  $\text{CaCO}_3$ .

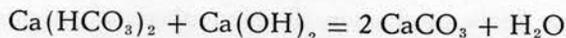
Il n'est par conséquent pas difficile de s'imaginer les grandes quantités de calcium qui sont soutirées à l'eau, puisqu'en outre, il existe dans les eaux encore toute une série d'autres plantes aquatiques : *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, à côté de la quantité parfois considérable d'algues du phytoplancton particulièrement actives dans l'absorption de l'acide carbonique dissous.

En moyenne, ce phénomène se manifeste depuis le mois de mai, durant tout l'été et ne se termine environ qu'en septembre-octobre.

Au cours des mois d'hiver, la concentration en Ca redevient normale. D'après les calculs de F. RUTTNER, la précipitation du Ca pourrait atteindre 75 % de la concentration originale.

Depuis, F. GESSNER (1955) a aussi consacré quelques pages de la première partie de son ouvrage « Hydrobotanik » à ces réactions.

La plante emprunte à l'eau les molécules de bicarbonate, les décompose dans ses cellules, utilise le  $\text{CO}_2$  libéré et excrète ensuite  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . La gaine acqueuse entourant la plante est devenue tellement alcaline par l'excrétion de cet hydroxyde que la phénolphtaléine peut être colorée. Plus loin, au contact du bicarbonate de calcium dissous, il se forme un précipité de carbonate suivant la réaction :



en d'autres termes, le  $\text{CO}_2$  est précipité sous forme insoluble, inutilisable momentanément pour l'assimilation.

Pour que cette dernière puisse continuer à se produire, il est nécessaire que le manteau d'eau entourant la plante, appauvri en  $\text{CO}_2$ , soit éloigné et remplacé par de l'eau fraîche, sous l'influence des circulations diverses dont l'eau est le siège.

Le tableau 51 groupe les résultats de toutes nos analyses en ce qui concerne le Ca, sur l'eau du système étudié ici.

La précipitation de  $\text{CaCO}_3$  a été montrée plus haut dans ce travail dans le chapitre consacré au pH (Figure 15).

Nous pouvons déduire les points suivants du tableau 51 et de la figure 22.

TABLEAU 51

Le calcium  
Résultats en Ca mg/litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1957						
X	38,0	43,2	43,2	41,1	40,7	39,4
XI	51,2	51,2	50,3	49,3	51,2	52,1
XII	55,4	54,5	56,5	57,9	57,7	53,5
1958						
I	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	65,9
II	63,8	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7
III	67,7	67,7	72,9	67,7	72,9	71,2
IV	49,8	50,2	50,2	45,2	46,2	45,2
V	63,3	58,3	54,9	51,7	48,3	46,7
VI	54,2	54,2	52,5	52,5	51,7	50,8
VII	62,6	53,9	55,6	50,4	46,9	39,1
VIII	62,6	59,9	58,3	53,9	46,3	43,8
IX	60,0	61,6	59,9	56,5	51,3	50,4
X	47,5	45,0	54,0	41,0	42,5	39,0

- a. — Au mois d'octobre, la concentration en Ca passe par un minimum dans les deux canaux et les quatre bassins.
- b. — Durant le mois de février-mars, le maximum est atteint, après la dissolution lente depuis les sédiments.
- c. — A partir de ce moment, il se dessine une large décroissance en fonction de la production du phytoplancton au printemps et la croissance des plantes aquatiques supérieures.
- d. — Un nouveau minimum est atteint en juin-juillet, plus ou moins bien prononcé d'après le bassin.
- e. — En septembre, débute une nouvelle décroissance qui atteint pratiquement le point du mois d'octobre de l'année précédente.
- f. — Au cours de certains mois, la concentration en Ca est à peu près semblable dans tous les bassins y compris les deux canaux, excepté de petites variations locales.
- g. — Au mois de mai, on constate une courbe descendante depuis le Canal de la Nete jusqu'au bassin IV, y compris. Le même phénomène a lieu durant les mois de juillet, août, septembre et octobre, ce qui indique évidemment un accroissement considérable de la fonction chlorophyllienne au sein des bassins.

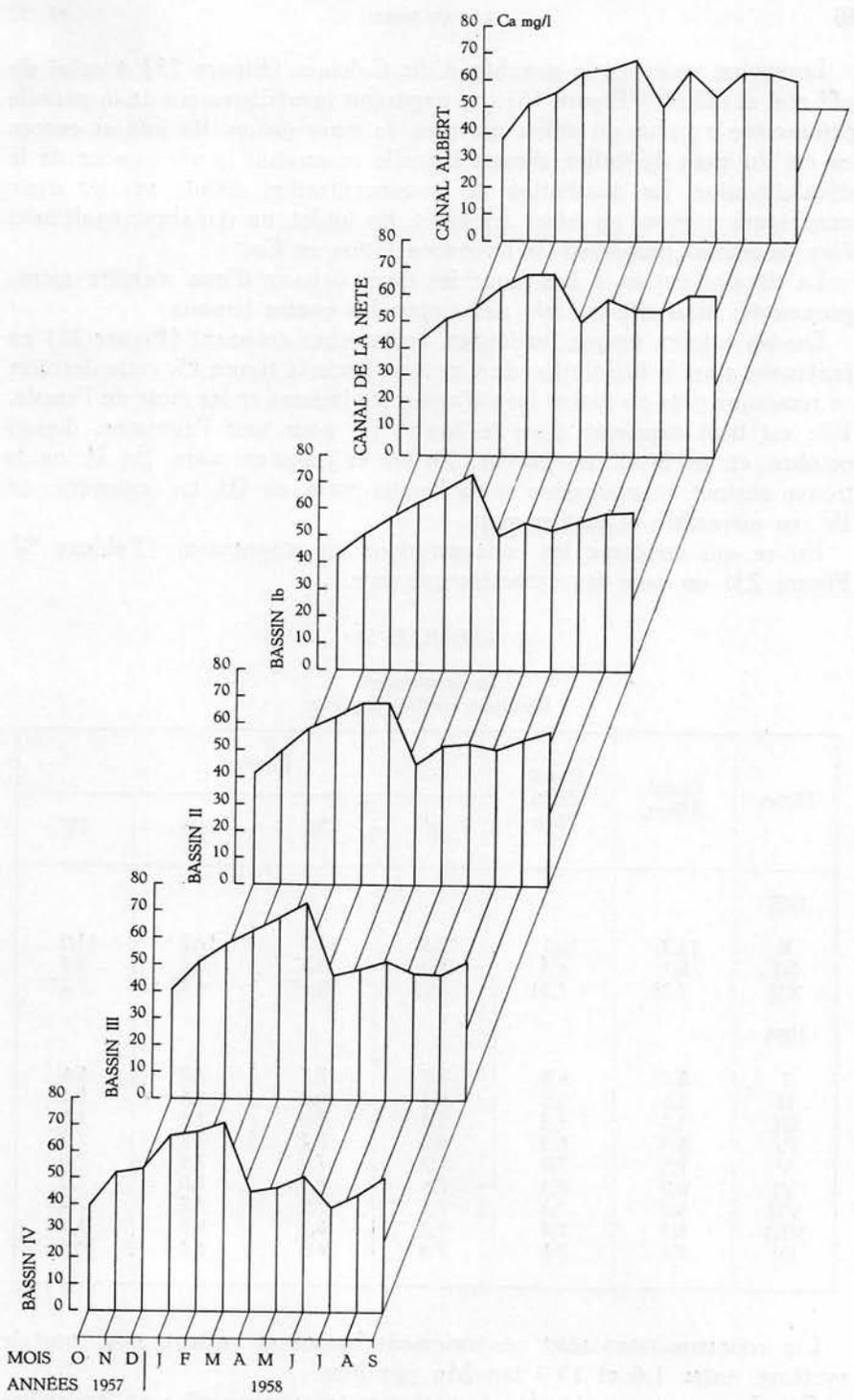


Fig. 22. — Variations mensuelles de la concentration en Ca pour tout le système.

Lorsqu'on compare le graphique du Calcium (Figure 22) à celui du pH réel et calculé (Figure 15), on s'aperçoit immédiatement de la période printanière à partir du début du mois de mars jusque fin juin et encore en été du mois de juillet, durant laquelle se produit le phénomène de la décalcification. La diminution de la concentration débute sur les deux graphiques presque en même temps et, fin juillet, on remarque également l'accroissement progressif de la concentration en Ca.

La décalcification a lieu pour les deux canaux d'une manière moins prononcée, mais elle est très nette pour les quatre bassins.

Depuis octobre jusque fin février, les courbes croissent (Figure 22) en indiquant ainsi la dissolution de Calcium. Dans la figure 15, cette dernière se remarque plus ou moins bien d'après les bassins et les mois de l'année. Elle est bien exprimée dans le bassin Ib, pour tout l'automne, depuis octobre, et, en hiver, en janvier, février et jusqu'en mars. En II, on la trouve surtout en novembre et en février-mars, en III, en novembre, en IV, en novembre et février-mars.

En ce qui concerne les concentrations en magnésium (Tableau 52, Figure 23) on note les caractères suivants.

TABLEAU 52

Le magnésium  
Résultats en Mg mg/litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1957						
X	11,3	12,1	12,3	11,7	12,2	13,0
XI	6,7	4,3	4,9	5,5	5,3	5,2
XII	7,22	7,24	5,75	5,17	4,47	7,27
1958						
I	8,7	8,0	8,7	7,7	7,7	6,6
II	5,6	5,5	4,4	6,4	4,4	5,5
III	3,3	3,3	2,4	3,6	2,4	1,6
IV	6,9	6,9	6,7	7,2	7,2	7,2
V	7,5	7,9	7,7	7,0	7,5	7,6
VI	6,9	7,3	7,4	7,4	7,0	7,0
VII	8,2	7,2	7,1	7,5	7,7	7,2
VIII	8,1	7,8	7,9	8,2	8,6	8,1
IX	7,8	7,8	7,9	8,0	8,3	8,4

Les concentrations sont généralement basses et varient, pour tout le système, entre 1,6 et 13,0 mg Mg par litre.

On observe deux périodes à minimum très prononcé : en novembre 1957 et en mars 1958.

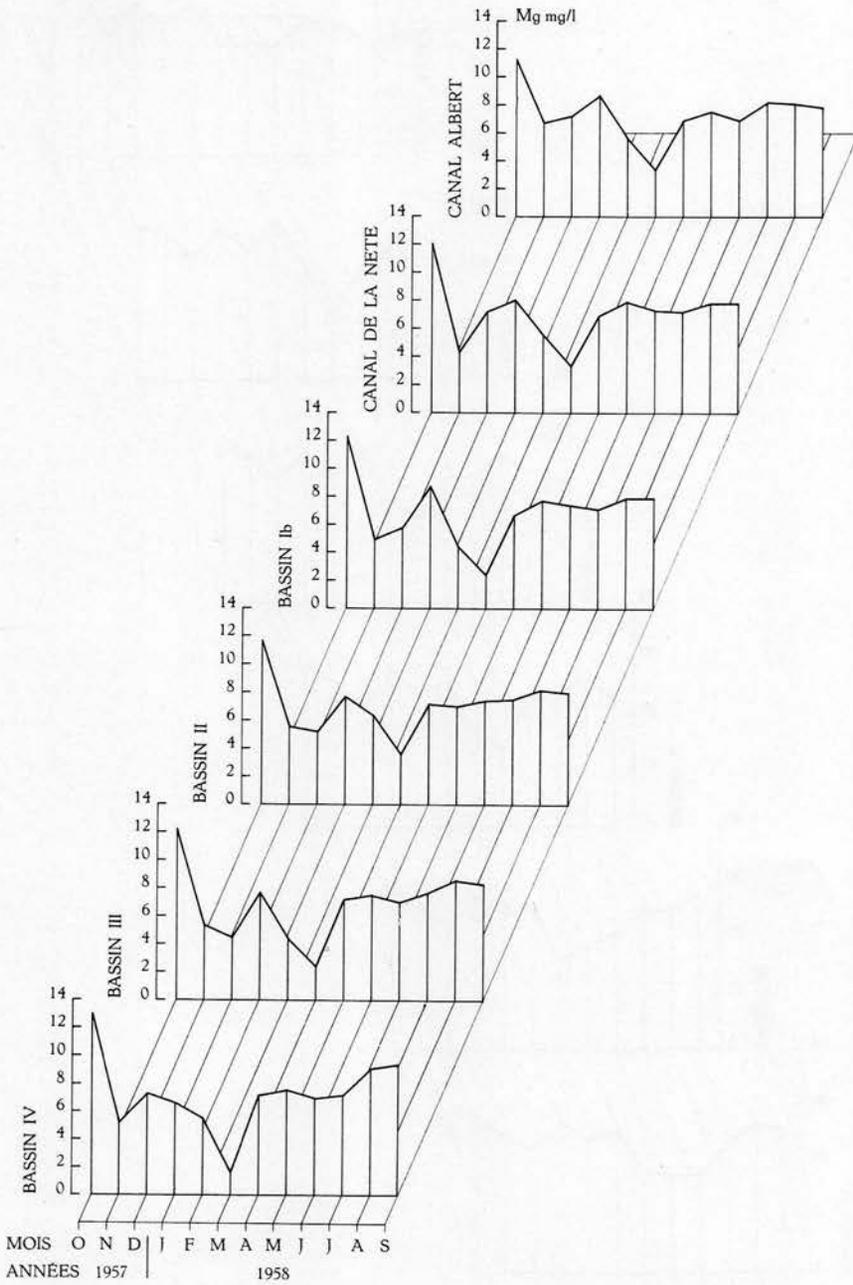


Fig. 23. — Variations mensuelles du magnésium pour tout le système.

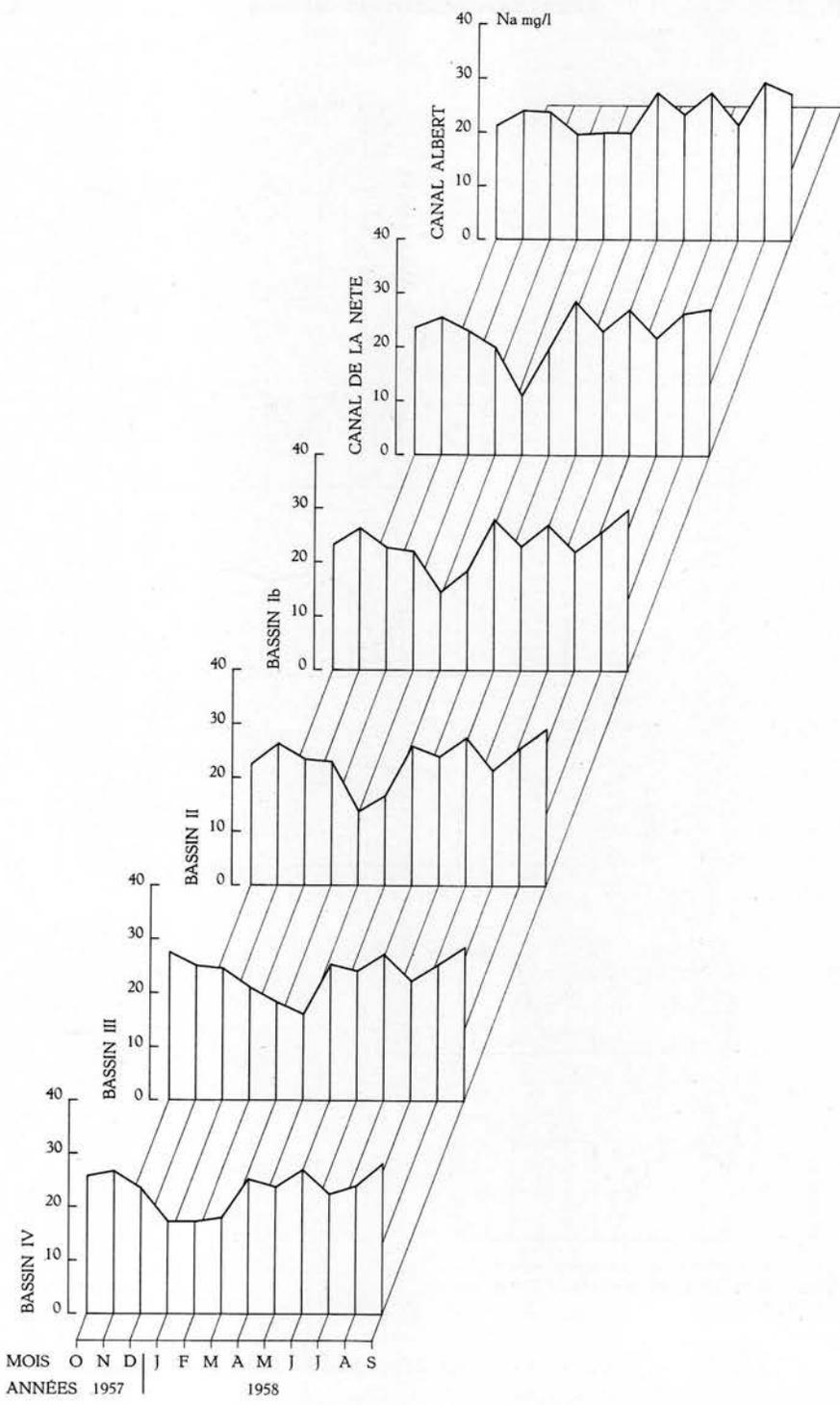


Fig. 24. — Variations mensuelles de la concentration en sodium pour tout le système.

On observe également deux périodes à maximum : un, très prononcé, en octobre 1957, un, en décembre de la même année; entre avril et septembre 1958, les variations se maintiennent à un niveau plus ou moins similaire.

## I. — Le Sodium et le Potassium

Malgré l'intérêt uniquement géochimique et le peu d'influence apparente sur la biologie des bassins, il est néanmoins utile de faire remarquer pour Na et K, la période de minimum janvier-février-mars (Figures 24 et 25).

On retrouve cette période à minimum plus ou moins bien exprimée pour les chlorures (Figure 20).

## CHAPITRE V

### INTERACTION DES DIVERS FACTEURS

Nous sommes arrivés ainsi à l'étude des interactions des divers facteurs entre eux. Ces derniers ne forment pas toujours un ensemble parfaitement intégré, ce qui est presque inévitable dans des milieux complexes comme les eaux naturelles.

Nous serons obligé de faire déjà usage ici de certaines données biologiques dont il ne sera réellement question que dans la seconde partie de notre travail : c'est surtout le cas pour la matière sèche du plancton. Sans cette donnée, l'interprétation de certains graphiques s'avèrerait impossible.

#### A. — Azote minéral total et matière organique du plancton

Afin de faciliter les comparaisons, nous avons traité le Canal Albert et le Canal de la Nete ensemble sur les dessins et les bassins deux à deux. Le plancton des deux canaux n'a pas été négligé malgré les quantités de détritus minéral et organique qui peuvent parfois souiller le plancton et sont fatalement pesés simultanément, au cours de la détermination de la substance sèche en suspension.

A l'époque où ce travail fut entrepris, nous ne possédions pas encore tout le matériel requis pour effectuer le dosage correct des chlorophylles. Nous avons alors pris comme paramètre de la productivité le poids sec du phytoplancton.

Comme on peut le déduire des figures 26 à 31, la situation peut être décrite comme suit.

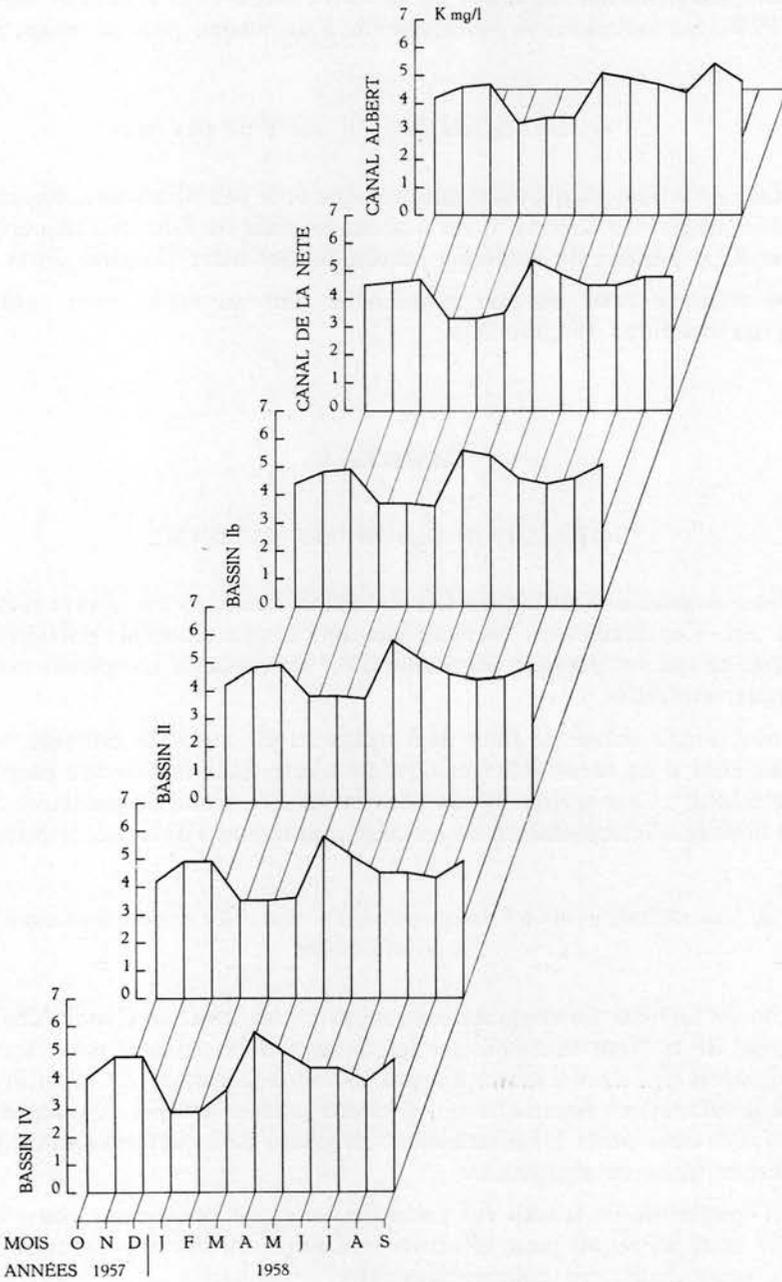


Fig. 25. — Variations mensuelles de la concentration en potassium pour tout le système.

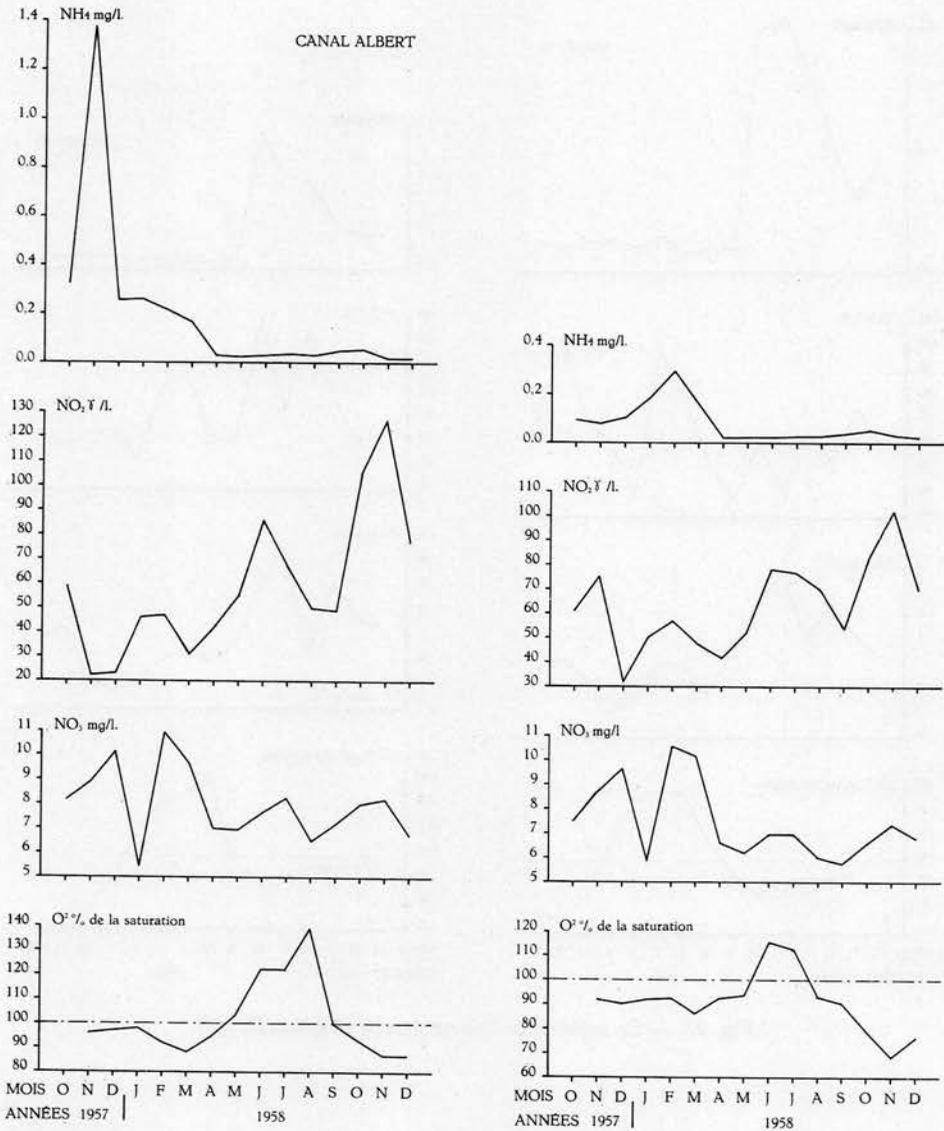


Fig. 26. — Le système de l'azote dans le Canal Albert et le Canal de la Nete.

a. — Les mois d'automne (8-X à 18-XII)

La production du phytoplancton touche à sa fin et la matière sèche réduite à un minimum. La concentration en azote minéral est élevée; il a d'ailleurs utilisé une partie de l'oxygène dissous pour la production de  $\text{NO}_2$  et  $\text{NO}_3$ , de là, la déficience du taux de l'oxygène dissous. L'assimilation du phytoplancton est fortement ralentie par manque de lumière solaire et d'une température propice.

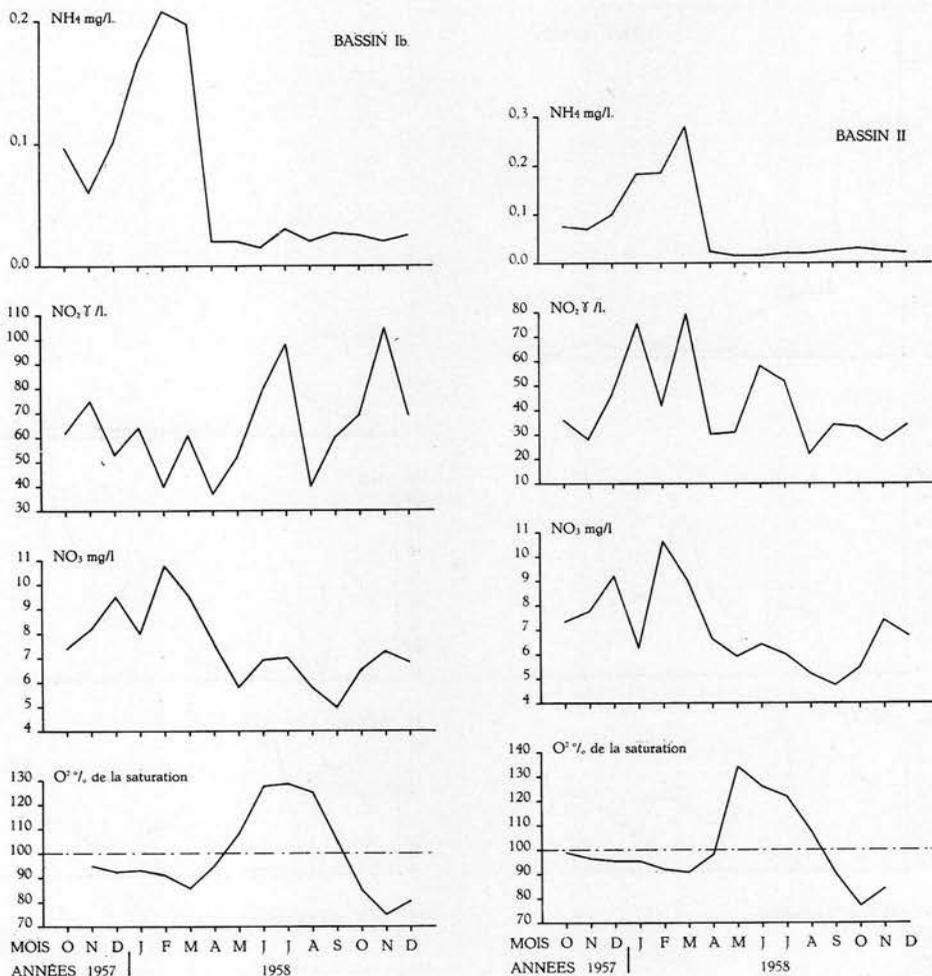


Fig. 27. — Le système de l'azote dans les bassins Ib et II.

Les processus d'oxydo-réduction dans la vase ont également utilisé une partie de l'oxygène.

#### b. — Les mois d'hiver (24-XII à 18-III)

Un premier maximum du plancton d'hiver se fait sentir, la concentration en azote diminue progressivement par la consommation; le taux de l'oxygène demeure relativement bas, en dessous du point de saturation, pour les mêmes raisons que celles invoquées en a.

## c. — Les mois de printemps (27-III à 18-VI)

Le concentration en substance sèche diminue, mais, au contraire, les plantes supérieures utilisent de l'azote qui décroît progressivement. La production d'oxygène augmente, surtout dans les bassins et atteint des valeurs élevées jusqu'à environ 140 % de la saturation.

## d. — Les mois d'été (25-VI à 16-IX)

La matière sèche tend vers un second maximum, le maximum d'été, il y a consommation des nitrates, mais la production d'oxygène décroît

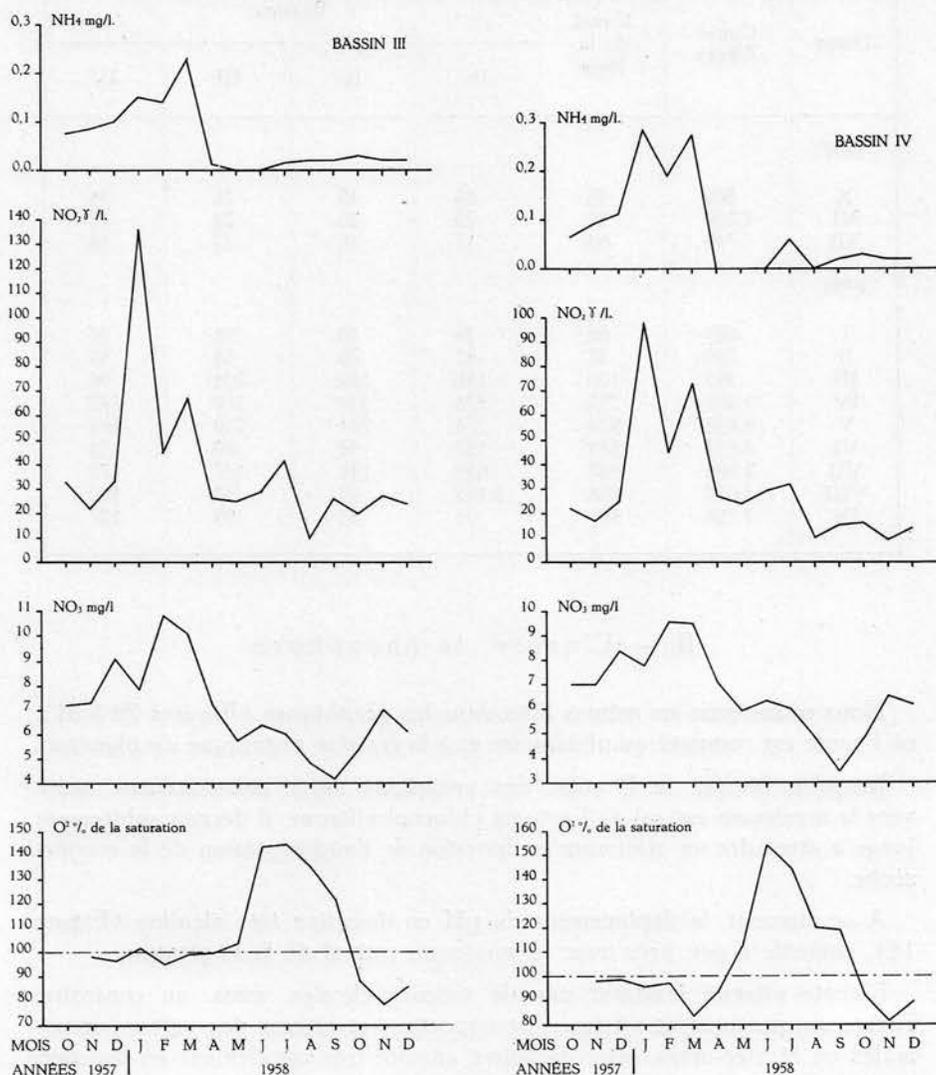


Fig. 28 — Le système de l'azote dans les bassins III et IV.

lentement vers le mois de septembre à cause des fermentations des déchets de plantes supérieures et du plancton. Le tableau 53 renseigne les quantités de matière organique sèche du plancton.

TABLEAU 53

Matière sèche du plancton  
mg/litre

Dates	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			Ib	II	III	IV
1957						
X	509	96	83	45	26	36
XI	1.700	42	23	20	22	17
XII	749	64	17	18	23	16
1958						
I	689	66	29	38	98	36
II	260	35	41	70	58	52
III	363	106	156	169	204	96
IV	1.474	591	428	320	179	172
V	1.653	524	274	221	259	165
VI	1.957	329	157	54	60	53
VII	2.004	427	659	148	107	72
VIII	3.010	288	3.165	95	53	102
IX	1.168	361	94	81	99	127

### B. — L'azote, le phosphore

Nous retrouvons les mêmes faits dans les graphiques (Figures 29 à 31), où l'azote est comparé au phosphore et à la matière organique du plancton.

Jusqu'en février, le P subit des variations assez conséquentes, mais, vers le maximum estival de l'activité chlorophyllienne, il décroît subitement jusqu'à atteindre un minimum en fonction de l'augmentation de la matière sèche.

A ce moment, le déplacement du pH en direction très alcaline (Figure 14), coïncide à peu près avec le maximum estival de la végétation.

L'azote nitreux n'atteint pas de valeurs élevées, mais, au contraire, l'azote ammoniacal et nitrique est important et atteint des valeurs maximales en février-mars, pour décroître ensuite très rapidement en fonction de la production de la matière organique du plancton.

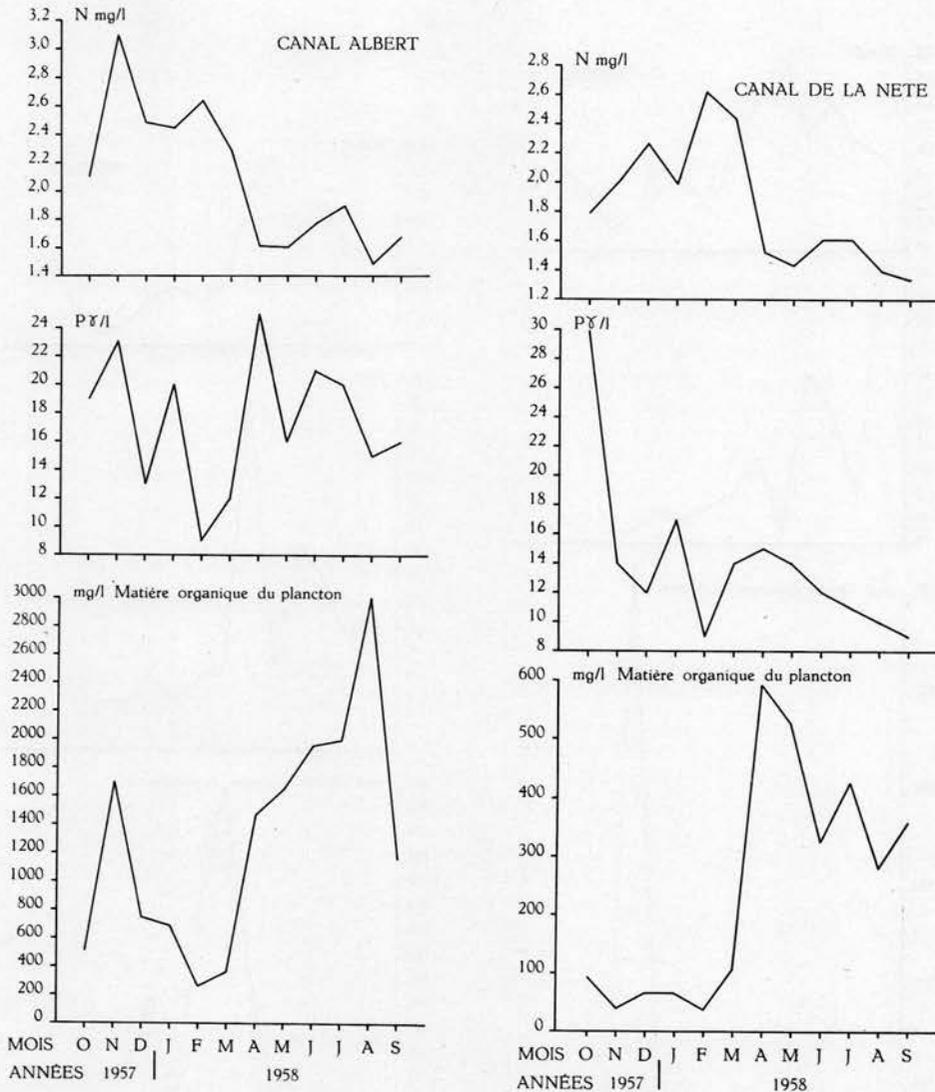


Fig. 29. — Relations entre N,P et la matière organique du plancton, dans le Canal Albert et le Canal de la Nete.

### C. — Calcium et pH

La comparaison de la concentration moyenne du Calcium et du pH avec la production de la matière organique du plancton, fait remarquer très clairement que le Ca croît jusqu'à un premier maximum de l'activité chlorophyllienne au cours des mois de mars-avril. Il se produit alors une décroissance subite (Figures 15 et 22), indiquée également par la différence négative entre le pH réel et le pH calculé, décroissance à imputer

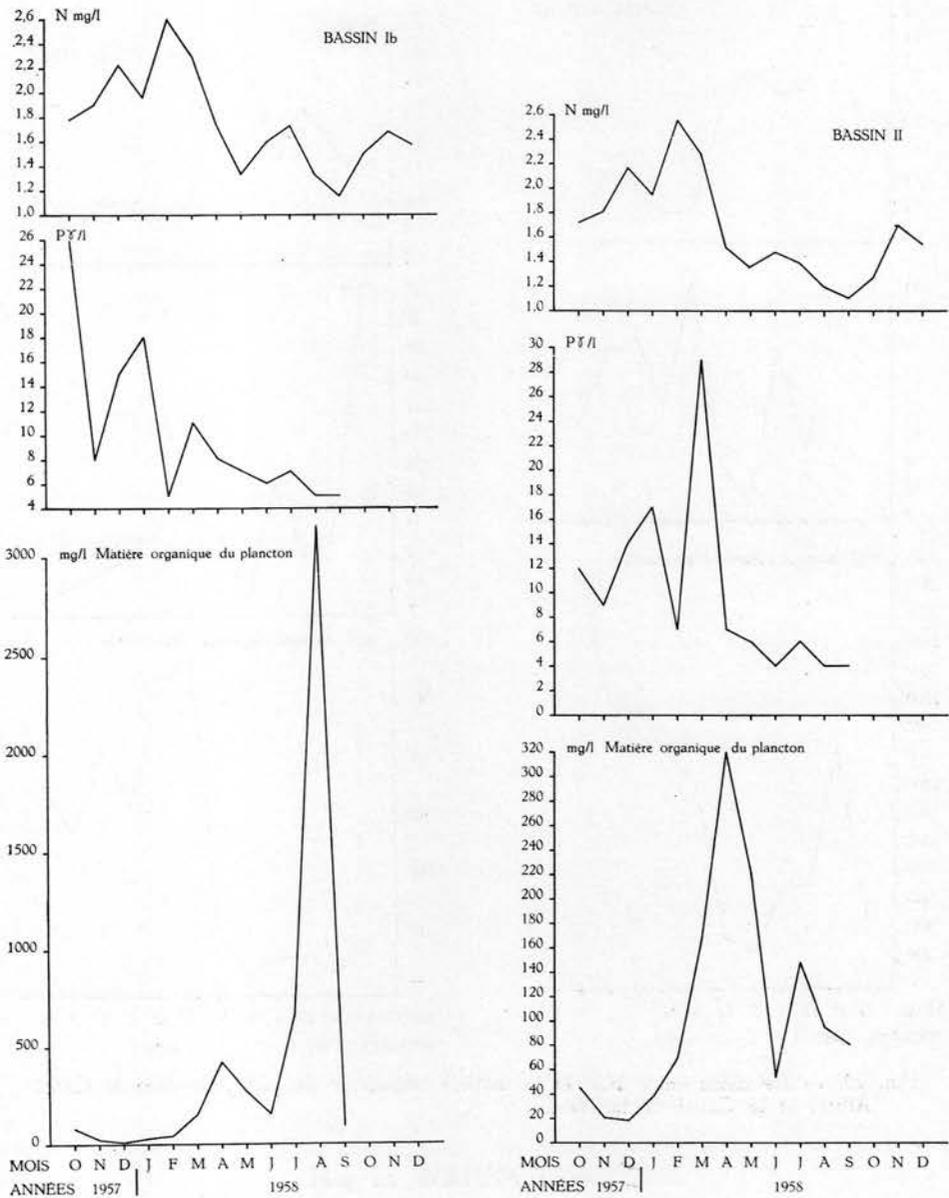


Fig. 30. — Relations entre N,P et la matière organique du plancton, dans les bassins Ib et II.

à la précipitation de  $\text{CaCO}_3$  au cours de l'assimilation surtout de la végétation supérieure.

Cette concentration demeure basse au cours du maximum estival du plancton et du développement des plantes supérieures.

## D. — La silice et les diatomées

La production des diatomées est déterminée ici par la teneur en cendres de la matière en suspension.

Aussi longtemps que cette dernière demeure basse, la concentration en silice croît par dissolution progressive; une fois le premier maximum atteint, elle décroît rapidement pour croître à nouveau au cours du maximum estival (Figure 21).

On peut remarquer aussi que minima et maxima de la production des diatomées, comme il a été démontré théoriquement par la plupart des limnologues, sont inversement proportionnels à la température.

Un cas particulier est le maximum estival, au cours duquel la concentration est un peu plus forte que normalement prévu.

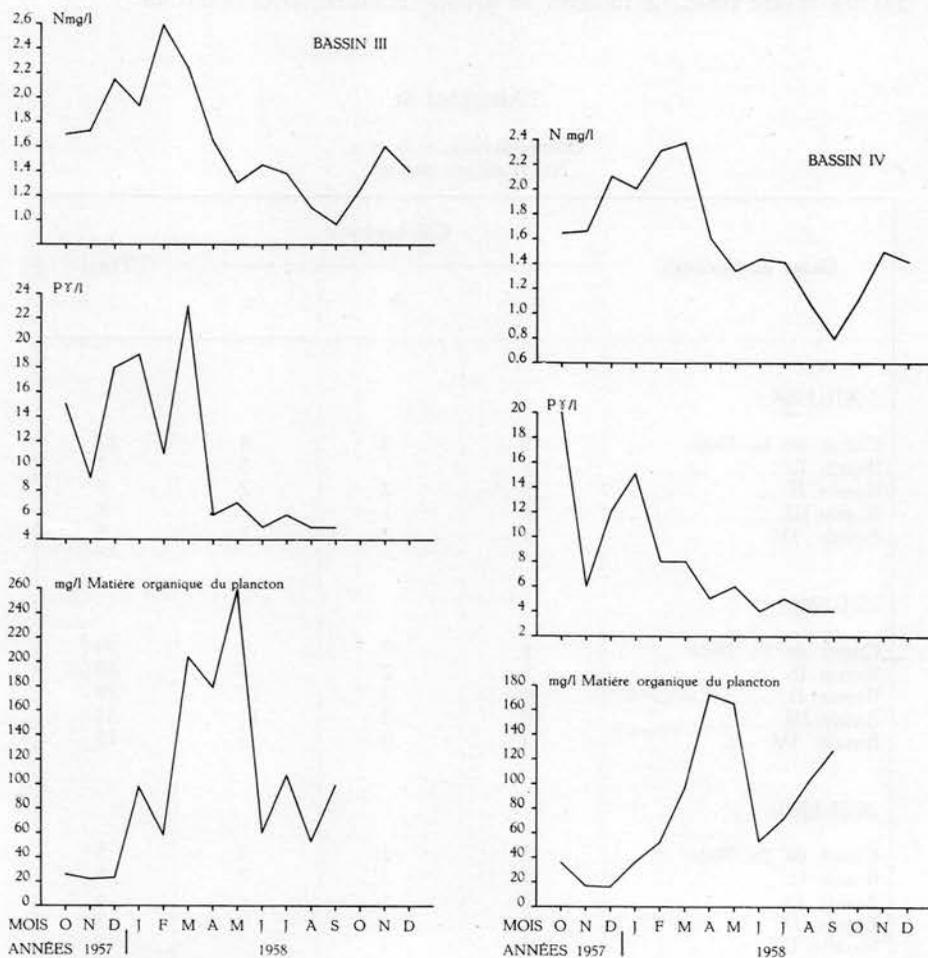


Fig. 31. — Relations entre N,P et la matière organique du plancton, dans les bassins III et IV.

## E. — Chlorophylles

En ce qui concerne les chlorophylles a, b et c contenues dans ces diverses eaux, il n'a pas été possible de les doser dès le début de cette recherche, ne disposant pas, à ce moment, de toute l'instrumentation voulue. Quelques déterminations ont pu être exécutées, beaucoup plus tard, depuis le 4-XII-1968 au 10-IX-1969, sur l'eau du Canal de la Nete et sur celle des quatre bassins, de manière à disposer de quelques ordres de grandeur. Le tableau 54 renseigne les résultats obtenus. Le maximum des trois chlorophylles pour l'eau du Canal de la Nete se situe en novembre avec 30 mg/mètre cube, le minimum probable en février avec 5 mg/mètre cube. En ce qui concerne les quatre bassins, un maximum a été observé en janvier avec 33 mg/mètre cube et un minimum probable également en février avec 3,0 mg/mètre cube. Le tableau 54 groupe les différents résultats.

TABLEAU 54

Chlorophylles a, b et c  
Résultats en mg/m<sup>3</sup>

Dates et biotopes	Chlorophylle			Total
	a	b	c	
4-XII-1968 :				
Canal de la Nete ... ..	5	3	4	12
Bassin Ib ... ..	3	1	3	7
Bassin II ... ..	3	2	2	7
Bassin III ... ..	4	1	3	8
Bassin IV ... ..	3	2	0	5
22-I-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	4	2	4	10
Bassin Ib ... ..	5	2	3	10
Bassin II ... ..	6	3	10	19
Bassin III ... ..	19	3	11	33
Bassin IV ... ..	6	3	6	15
26-II-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	2	1	2	5
Bassin Ib ... ..	2	1	2	5
Bassin II ... ..	2	1	1	4
Bassin III ... ..	2	1	0	3
Bassin IV ... ..	2	1	2	5

TABLEAU 54 (suite et fin)

Dates et biotopes	Chlorophylle			Total
	a	b	c	
26-III-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	4	1	2	7
Bassin Ib ... ..	4	2	4	10
Bassin II ... ..	5	2	2	9
Bassin III ... ..	6	2	4	12
Bassin IV ... ..	7	2	2	11
23-IV-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	14	3	1	18
Bassin Ib ... ..	11	2	3	16
Bassin II ... ..	12	2	3	17
Bassin III ... ..	15	2	6	23
Bassin IV ... ..	20	4	5	29
14-V-1969 :				
Bassin IV ... ..	13	4	6	23
4-VI-1969 :				
Bassin IV ... ..	4	1	3	8
9-VII-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	20	4	4	28
Bassin Ib ... ..	13	3	5	21
Bassin II ... ..	11	2	4	17
Bassin III ... ..	2	1	1	4
Bassin IV ... ..	2	1	2	5
20-VIII-1969 :				
Bassin IV ... ..	3	1	1	5
10-IX-1969 :				
Canal de la Nete ... ..	21	3	6	30
Bassin Ib ... ..	15	3	5	23
Bassin II ... ..	—	—	—	—
Bassin III ... ..	6	1	3	10
Bassin IV ... ..	5	1	2	8

En chiffres absolus, la chlorophylle a, a atteint son maximum au Canal de la Nete en septembre 1969 : 21 mg/mètre cube. Le minimum probable de 2 mg/mètre cube se manifeste assez souvent; dans les 5 biotopes en février 1969, en III et IV en juillet 1969.

La chlorophylle b est présente dans tous les biotopes, en petites quantités de l'ordre de 1 à 4 mg/mètre cube. La chlorophylle c a présenté deux maxima successifs de 10 et 11 mg/mètre cube, dans les bassins III et IV en janvier 1969 et deux minima de 0 dans le bassin IV en décembre 1968 et dans le bassin III en février 1969.

Ces déterminations ayant été faites en dehors de la présente étude, nous pouvons comparer très difficilement les résultats à la matière organique du plancton et aux autres paramètres étudiés afin de les intégrer dans le travail original. Elles ne serviront en réalité qu'à fixer les idées.

TABLEAU 55

Chlorophylles a, b et c  
Somme totale en mg/m<sup>3</sup>

Mois	Canal de la Nete	4 bassins (moyenne)	Mois	Canal de la Nete	4 bassins (moyenne)
XII	12	6,75	V	—	23,0
I	10	19,25	VI	—	8,0
II	5	4,25	VII	28	11,75
III	7	10,50	VIII	—	5,0
IV	18	21,25	IX	30	10,25

Nous terminons cette étude par un tableau récapitulatif donnant les maxima et minima absolus ainsi que les moyennes de tous les paramètres étudiés.

Nous avons ainsi examiné les faits les plus saillants qui peuvent être dérivés des données rassemblées.

#### RESUME

Ce Bulletin constitue la première partie d'une étude d'un cycle biologique annuel, dans un système de cinq bassins d'eau douce à courant très lent, dérivant du Canal Albert et comportant une année entière au cours de la période 1957-1958.

Il s'agit ici de cinq bassins d'une étendue globale de 63 hectares et d'une contenance de 2.507.000 mètres cubes. La profondeur moyenne est de 5 mètres. L'eau de ces bassins provient du Canal Albert par l'intermédiaire d'une dérivation : le Canal de la Nete. Elle constitue l'eau brute servant à la préparation de l'eau potable pour l'agglomération anversoise.

TABLEAU 56

Maxima et minima absolus et moyennes de tous les facteurs écologiques

	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			I b	II	III	IV
°C	21,0 11,1 (48) 2,5	21,0 10,92 (48) 1,8	21,0 10,84 (48) 1,2	21,0 10,85 (48) 1,4	21,0 10,85 (48) 1,3	21,0 10,87 (48) 1,5
pH	8,20 7,81 (47) 7,50	8,40 7,89 (48) 7,55	8,35 8,02 (48) 7,70	8,40 8,09 (48) 7,85	8,50 8,13 (48) 7,95	8,30 8,02 (48) 7,70
Alcalinité	3,000 2,332 (46) 1,824	2,800 2,238 (47) 1,508	2,950 2,214 (46) 1,642	2,600 2,137 (47) 1,613	2,500 2,053 (47) 1,650	2,400 2,011 (47) 1,456
Cl	46,2 36,0 (12) 23,0	48,1 36,6 (12) 24,0	48,1 36,9 (12) 26,0	46,2 36,5 (12) 24,0	44,4 36,6 (12) 26,0	44,4 36,4 (12) 26,0
SO <sub>4</sub>	65,9 52,17 (12) 43,8	59,1 52,0 (12) 44,4	61,8 52,8 (12) 43,8	62,5 52,6 (12) 42,5	63,2 53,6 (12) 44,4	61,8 52,3 (12) 46,0
Ca	67,7 57,6 (12) 38,0	67,7 57,1 (12) 43,2	72,9 56,9 (12) 43,2	67,7 54,7 (12) 41,4	72,9 43,6 (12) 40,7	71,2 52,1 (12) 39,1

TABLEAU 56 (suite)

	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			I b	II	III	IV
Mg	11,3 7,3 (12) 3,3	12,1 7,1 (12) 3,3	12,3 6,92 (12) 2,4	11,7 7,1 (12) 3,6	12,2 6,9 (12) 2,4	13,0 7,0 (12) 1,6
Na	29,6 23,3 (12) 19,8	29,8 23,3 (12) 11,0	29,9 23,5 (12) 14,4	29,2 23,3 (12) 13,8	28,5 23,7 (12) 16,0	28,2 23,2 (12) 17,2
K	4,9 4,4 (12) 3,3	5,4 4,4 (12) 3,3	5,6 4,6 (12) 3,6	5,8 4,5 (12) 3,7	5,8 4,4 (12) 3,5	5,8 4,3 (12) 2,9
NH <sub>4</sub>	1,680 0,270 (45) 0,020	0,472 0,100 (47) 0,020	0,280 0,085 (45) 0,0	0,654 0,087 (47) 0,0	0,528 0,079 (45) 0,0	0,787 0,095 (45) 0,0
NO <sub>2</sub>	0,100 0,049 (48) 0,005	0,120 0,057 (48) 0,005	0,120 0,057 (46) 0,004	0,188 0,045 (48) 0,003	2,200 0,043 (46) 0,003	0,143 0,036 (46) 0,003
NO <sub>3</sub>	14,600 8,582 (48) 4,100	15,850 7,690 (48) 2,950	15,250 7,595 (47) 2,571	13,600 7,258 (48) 2,464	15,700 7,197 (47) 1,928	13,800 6,950 (47) 1,571
SiO <sub>2</sub>	10,021 5,614 (39) 0,400	10,700 5,766 (39) 0,803	10,700 5,751 (39) 0,764	10,451 5,517 (39) 0,020	9,656 5,319 (39) 0,020	9,769 5,186 (39) 0,019

TABLEAU 56 (suite et fin)

	Canal Albert	Canal de la Nete	Bassins			
			I b	II	III	IV
PO <sub>4</sub>	0,106 0,05 (47)	0,155 0,045 (47)	0,164 0,034 (47)	0,318 0,033 (47)	0,238 0,036 (46)	0,155 0,028 (47)
O <sub>2</sub>	153,7 103,0 (43) 57,0	145,1 96,6 (43) 52,9	152,8 104,3 (41) 46,4	153,3 105,3 (42) 53,1	169,3 112,9 (42) 74,7	172,2 111,1 (43) 47,6

## Pour tout le système

	Max.	Min.	Moy.		Max.	Min.	Moy.
°C	21,0	1,2	10,91	K	5,8	2,9	4,43
pH	8,5	7,5	7,99	NH <sub>4</sub>	1,680	0,0	0,119
Alcal.	3,000	1,456	2,163	NO <sub>2</sub>	0,200	0,003	0,048
Cl	48,1	23,0	36,50	NO <sub>3</sub>	15,850	1,571	7,548
SO <sub>4</sub>	65,9	42,5	52,58	SiO <sub>2</sub>	10,700	0,019	5,526
Ca	72,9	38,0	55,33	PO <sub>4</sub>	10,138	0,000	0,039
Mg	13,0	1,6	7,05	O <sub>2</sub>	172,2	46,4	105,5
Na	29,9	11,0	23,47				

Dans la partie du tableau subdivisé en biotopes, le chiffre supérieur désigne le maximum, le chiffre inférieur le minimum, le chiffre intermédiaire est la moyenne. Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de déterminations.

Nous avons établi d'abord les balances ioniques des divers biotopes et élaboré les représentations graphiques correspondantes. Ensuite, nous avons étudié successivement les propriétés chimiques de l'eau des deux canaux, ainsi que celles de la Meuse, origine du Canal Albert, pour autant que cela nous a été possible, au moyen de données de la littérature. Au cours d'observations soit hebdomadaires, soit mensuelles, d'après les cas, nous avons étudié successivement sur l'eau des bassins : le pH, la réserve alcaline, l'oxygène dissous, les trois formes de l'azote minéral : ammonium, nitrites et nitrates, les sulfates, les chlorures, les phosphates, la silice, le calcium et le magnésium.

Nous avons examiné ensuite l'interaction de ces divers facteurs : oxygène azote minéral total et matières organiques du plancton, au cours des quatre saisons; l'azote, le phosphore et le pH, le calcium et le pH avec le phénomène de la décalcification biologique, la silice et les diatomées.

Il n'a pas été possible de doser les chlorophyles a, b et c dès le début de la recherche. Nous avons exécuté ces mesures depuis le 4-XII-1968 au 10-IX-1969, sur l'eau du Canal de la Nete et sur celle des quatre bassins de manière à disposer de quelques ordres de grandeur.

Le travail se termine par un tableau retrospectif donnant les maxima, minima et moyennes de tous les paramètres étudiés.

Pour une meilleure compréhension de l'ensemble, les conclusions relatives à cette première partie seront insérées à la fin de la seconde partie.

ANNEXE  
Résultats analytiques

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturation
1957																
CA 8-X ... ..	13,3	7,80	1,920	—	37,7	45,6	38,0	11,3	22,2	4,2	0,296	0,032	7,800	2,824	0,064	—
CN ... ..	13,3	7,75	2,154	3,30	41,7	48,7	43,2	12,1	23,5	4,5	0,030	0,047	7,475	2,824	0,155	—
Ib ... ..	13,3	7,90	2,146	—	40,7	51,2	43,2	12,3	23,3	4,4	0,030	0,068	7,475	2,824	0,164	—
II ... ..	13,3	8,20	2,090	—	38,7	47,5	41,4	11,7	22,4	4,2	0,030	0,027	7,300	1,444	0,064	—
III ... ..	13,3	8,20	2,058	—	39,7	58,7	40,7	12,2	27,5	4,2	0,030	0,032	7,150	0,032	0,055	—
IV ... ..	13,3	8,15	2,006	0,0	40,7	55,0	39,4	13,0	25,7	4,1	0,030	0,012	6,975	0,032	0,155	—
CA 15-X ... ..	12,8	7,6	1,824	—	—	—	—	—	—	—	0,150	0,027	7,800	5,671	0,083	—
CN ... ..	12,8	7,7	2,046	4,4	—	—	—	—	—	—	0,120	0,047	7,475	5,671	0,064	—
Ib ... ..	12,8	7,85	2,032	—	—	—	—	—	—	—	0,150	0,055	7,625	5,671	0,064	—
II ... ..	12,8	8,1	2,096	—	—	—	—	—	—	—	0,120	0,052	7,625	4,280	0,018	—
III ... ..	12,8	8,3	2,068	—	—	—	—	—	—	—	0,120	0,039	7,475	4,280	0,055	—
IV ... ..	12,8	8,0	2,010	0,0	—	—	—	—	—	—	0,150	0,027	7,475	4,280	0,018	—
CA 22-X ... ..	11,7	7,6	1,890	—	—	—	—	—	—	—	0,938	0,103	7,625	4,280	0,036	—
CN ... ..	11,7	7,75	2,190	3,3	—	—	—	—	—	—	0,150	0,064	7,625	4,280	0,073	—
Ib ... ..	11,7	7,85	1,898	—	—	—	—	—	—	—	0,150	0,052	7,475	4,280	0,010	—
II ... ..	11,7	8,05	2,024	—	—	—	—	—	—	—	0,090	0,027	6,975	4,280	0,0	—
III ... ..	11,7	8,1	2,036	—	—	—	—	—	—	—	0,090	0,032	6,975	2,824	0,010	—
IV ... ..	11,7	8,1	2,072	0,444	—	—	—	—	—	—	0,060	0,027	6,975	2,824	0,0	—
CA 29-X ... ..	11,4	7,7	2,014	—	—	—	—	—	—	—	0,814	0,076	9,325	4,280	0,064	—
CN ... ..	11,4	7,85	1,810	2,2	—	—	—	—	—	—	0,090	0,087	7,475	4,280	0,090	—
Ib ... ..	11,4	7,9	1,808	—	—	—	—	—	—	—	0,060	0,076	7,150	4,280	0,083	—
II ... ..	11,4	8,1	1,882	—	—	—	—	—	—	—	0,060	0,039	7,475	4,280	0,073	—
III ... ..	11,4	8,15	1,910	—	—	—	—	—	—	—	0,060	0,032	7,125	4,280	0,073	—
IV ... ..	11,4	8,15	2,012	0,44	—	—	—	—	—	—	0,030	0,024	7,650	2,824	0,083	—

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturation
CA 5-XI ... ..	11,1	7,8	2,084	—	36,0	43,8	51,2	6,7	23,9	4,6	0,77	0,040	9,500	4,419	0,040	95,4
CN ... ..	11,1	7,95	1,864	1,10	37,0	44,4	51,2	4,3	25,4	4,6	0,115	0,040	8,325	4,419	0,015	103,2
Ib ... ..	11,1	8,05	1,868	—	39,0	43,8	50,3	4,9	26,3	4,8	0,040	0,026	8,150	4,419	0,025	106,8
II ... ..	11,1	8,00	1,816	—	38,7	42,5	49,3	5,5	26,3	4,8	0,075	0,016	7,475	6,280	0,015	105,2
III ... ..	11,1	8,05	1,872	—	40,0	47,5	51,2	5,3	25,1	4,9	0,040	0,013	6,650	4,419	0,007	109,4
IV ... ..	11,1	8,00	1,892	0,44	39,5	46,2	52,1	5,2	26,7	4,9	0,075	0,010	6,975	4,419	0,007	104,6
CA 12-XI ... ..	10,0	7,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1,600	0,014	7,875	4,419	0,062	98,9
CN ... ..	9,3	7,85	—	1,54	—	—	—	—	—	—	0,050	0,065	8,675	6,280	0,062	87,5
Ib ... ..	9,3	7,9	—	—	—	—	—	—	—	—	0,050	0,004	7,725	6,280	0,018	96,8
II ... ..	9,3	8,05	—	—	—	—	—	—	—	—	0,050	0,004	7,250	6,280	0,026	102,8
III ... ..	9,3	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,150	0,004	6,600	7,543	0,034	101,4
IV ... ..	9,3	7,95	—	0,66	—	—	—	—	—	—	0,150	0,004	5,950	6,280	0,010	94,2
CA 19-XI ... ..	7,1	7,7	2,122	—	—	—	—	—	—	—	1,680	0,022	9,350	7,543	0,078	95,6
CN ... ..	6,8	7,7	1,986	3,30	—	—	—	—	—	—	0,050	0,101	8,675	4,419	0,044	86,8
Ib ... ..	6,5	7,8	2,034	—	—	—	—	—	—	—	0,100	0,076	8,200	4,419	0,044	86,9
II ... ..	6,3	7,9	2,038	—	—	—	—	—	—	—	0,050	0,039	8,525	4,419	0,044	94,5
III ... ..	6,7	7,95	1,980	—	—	—	—	—	—	—	0,050	0,036	7,875	4,419	0,034	92,9
IV ... ..	6,9	8,0	1,910	0,88	—	—	—	—	—	—	0,050	0,025	7,925	3,798	0,034	96,8
CA 26-XI ... ..	5,0	7,7	2,296	—	—	—	—	—	—	—	1,440	0,014	8,850	7,543	0,106	94,0
CN ... ..	5,0	7,75	2,174	2,64	—	—	—	—	—	—	0,100	0,094	9,175	7,543	0,062	89,4
Ib ... ..	5,0	7,85	2,192	—	—	—	—	—	—	—	0,050	0,072	8,675	7,543	0,018	89,6
II ... ..	5,0	7,85	2,104	—	—	—	—	—	—	—	0,100	0,054	7,725	6,280	0,026	94,1
III ... ..	5,0	7,95	2,060	—	—	—	—	—	—	—	0,100	0,039	8,200	4,419	0,034	88,7
IV ... ..	5,0	7,90	2,020	1,32	—	—	—	—	—	—	0,100	0,029	8,200	4,419	0,034	95,7
CA 3-XII ... ..	4,0	7,7	2,038	—	36,0	46,8	55,4	7,22	23,8	4,7	0,500	0,035	9,240	6,688	0,013	92,9
CN ... ..	3,6	7,85	2,072	1,76	37,0	45,0	54,5	7,24	23,0	4,7	0,125	0,013	9,494	7,661	0,027	89,7
Ib ... ..	3,0	7,95	2,112	—	36,0	43,8	56,5	5,75	22,8	4,9	0,125	0,033	9,114	7,537	0,023	88,8
II ... ..	3,0	7,95	2,058	—	36,0	47,5	57,9	5,17	23,5	4,9	0,100	0,023	9,114	6,929	0,016	92,7
III ... ..	3,0	7,95	2,036	—	36,0	44,4	57,7	4,47	24,5	4,9	0,112	0,003	9,747	7,661	0,040	94,0
IV ... ..	3,0	7,95	1,988	0,44	37,0	47,5	53,5	7,27	23,4	4,9	0,112	0,038	8,734	7,173	0,007	97,2

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturation
CA 10-XII ... ..	4,4	7,8	2,044	—	—	—	—	—	—	—	0,406	0,005	9,240	7,415	0,044	99,3
CN ... ..	3,8	7,9	1,972	1,10	—	—	—	—	—	—	0,100	0,008	9,165	7,781	0,009	93,5
Ib ... ..	3,7	7,95	2,042	—	—	—	—	—	—	—	0,112	0,028	9,240	7,415	0,035	96,36
II ... ..	3,7	8,00	2,046	—	—	—	—	—	—	—	0,135	0,058	8,734	7,051	0,061	97,00
III ... ..	3,4	8,00	2,062	—	—	—	—	—	—	—	0,125	0,030	8,607	7,173	0,035	96,9
IV ... ..	3,8	7,95	2,050	0,44	—	—	—	—	—	—	0,137	0,003	8,860	7,295	0,105	100,2
CA 18-XII ... ..	2,5	7,75	2,378	—	—	—	—	—	—	—	0,125	0,005	10,877	7,661	0,026	96,5
CN ... ..	1,8	7,9	2,090	1,54	—	—	—	—	—	—	0,075	0,013	9,494	7,537	0,026	88,3
Ib ... ..	1,2	7,95	2,124	—	—	—	—	—	—	—	0,062	0,058	10,175	7,781	0,035	89,8
II ... ..	1,4	8,0	2,114	—	—	—	—	—	—	—	0,062	0,043	9,494	7,781	0,035	92,7
III ... ..	1,3	8,0	2,132	—	—	—	—	—	—	—	0,062	0,030	9,240	7,173	0,035	98,8
IV ... ..	1,5	8,05	2,122	0,0	—	—	—	—	—	—	0,094	0,025	9,114	7,295	0,039	93,6
CA 24-XII ... ..	3,9	7,75	2,350	—	—	—	—	—	—	—	0,125	0,023	11,404	7,781	0,070	100,6
CN ... ..	3,4	7,9	2,262	1,10	—	—	—	—	—	—	0,125	0,040	10,0	7,9	0,067	89,0
Ib ... ..	3,0	8,0	2,220	—	—	—	—	—	—	—	0,112	0,068	9,114	8,025	0,114	95,2
II ... ..	3,1	8,05	2,124	—	—	—	—	—	—	—	0,094	0,048	9,114	7,661	0,061	103,1
III ... ..	3,2	8,05	2,064	—	—	—	—	—	—	—	0,094	0,040	8,700	7,415	0,131	101,6
IV ... ..	3,0	8,0	2,092	0,0	—	—	—	—	—	—	0,125	0,028	8,987	7,295	0,035	104,2
CA 31-XII ... ..	4,4	7,75	2,166	—	—	—	—	—	—	—	0,112	0,048	9,873	7,843	0,061	98,2
CN ... ..	4,1	7,9	2,286	2,2	—	—	—	—	—	—	0,094	0,088	10,0	7,843	0,061	98,9
Ib ... ..	4,2	8,0	2,068	—	—	—	—	—	—	—	0,094	0,080	9,747	7,719	0,035	101,2
II ... ..	4,0	8,0	2,196	—	—	—	—	—	—	—	0,125	0,065	9,620	7,781	0,053	102,7
III ... ..	3,8	8,0	2,118	—	—	—	—	—	—	—	0,112	0,063	9,240	7,597	0,044	101,4
IV ... ..	4,0	7,95	2,068	1,1	—	—	—	—	—	—	0,094	0,033	8,734	7,537	0,009	101,8
1958																
CA 7-I ... ..	4,2	7,8	2,232	—	31,0	52,0	62,5	8,7	19,8	3,3	0,146	0,030	11,242	9,709	0,069	94,4
CN ... ..	3,3	7,9	2,242	1,32	31,0	52,0	62,5	8,0	19,9	3,3	0,104	0,023	8,0	9,133	0,056	90,0
Ib ... ..	4,0	8,0	2,298	—	32,0	53,1	62,5	8,7	21,9	3,7	0,083	0,038	8,421	9,786	0,056	95,2
II ... ..	4,0	8,0	2,304	—	31,0	54,3	62,5	7,7	22,9	3,8	0,042	0,039	7,590	9,525	0,056	92,0
III ... ..	3,8	8,0	2,262	—	30,0	54,3	62,5	7,7	21,0	3,5	0,104	0,133	7,795	9,134	0,062	93,5
IV ... ..	3,8	7,9	2,236	1,1	30,0	52,0	66,0	6,6	17,3	2,9	0,186	0,132	7,549	9,082	0,059	94,1

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux satu- ration
CA 14-I ... ..	3,5	7,7	2,250	—	—	—	—	—	—	—	0,229	0,071	9,579	10,021	0,070	103,7
CN ... ..	3,4	7,9	2,064	1,1	—	—	—	—	—	—	0,208	0,062	9,053	10,229	0,052	93,1
Ib ... ..	3,0	7,95	2,094	—	—	—	—	—	—	—	0,258	0,050	7,979	9,865	0,065	90,1
II ... ..	3,0	8,05	2,250	—	—	—	—	—	—	—	0,325	0,130	8,463	9,525	0,065	100,6
III ... ..	2,9	8,05	2,250	—	—	—	—	—	—	—	0,229	0,200	7,744	9,134	0,067	100,7
IV ... ..	3,0	8,05	2,228	0,0	—	—	—	—	—	—	0,092	0,088	7,774	9,082	0,052	90,5
CA 21-I ... ..	3,2	7,9	2,236	—	—	—	—	—	—	—	0,333	0,045	9,789	9,865	0,052	97,37
CN ... ..	3,0	7,95	2,094	1,76	—	—	—	—	—	—	0,354	0,043	7,846	10,229	0,058	94,65
Ib ... ..	2,6	7,95	2,086	—	—	—	—	—	—	—	0,250	0,079	8,000	10,439	0,059	95,05
II ... ..	2,7	8,00	2,076	—	—	—	—	—	—	—	0,258	0,065	7,744	9,786	0,049	94,73
III ... ..	2,7	8,10	2,166	—	—	—	—	—	—	—	0,167	0,112	7,795	9,264	0,044	111,28
IV ... ..	2,8	8,15	2,248	0,0	—	—	—	—	—	—	0,787	0,079	7,338	8,872	0,044	98,02
CA 28-I ... ..	2,8	7,7	2,016	—	—	—	—	—	—	—	0,333	0,088	9,053	9,709	0,067	97,52
CN ... ..	2,9	7,8	2,010	2,2	—	—	—	—	—	—	0,083	0,071	7,538	10,700	0,048	91,30
Ib ... ..	2,2	7,95	1,980	—	—	—	—	—	—	—	0,075	0,091	7,744	10,700	0,048	91,32
II ... ..	2,3	8,1	2,080	—	—	—	—	—	—	—	0,104	0,074	7,949	9,970	0,049	93,95
III ... ..	2,4	8,2	2,088	—	—	—	—	—	—	—	0,104	0,100	7,979	9,656	0,067	100,28
IV ... ..	2,3	8,0	2,142	0,44	—	—	—	—	—	—	0,075	0,094	8,315	9,134	0,036	99,53
CA 4-II ... ..	2,6	7,7	1,832	—	31,0	65,9	63,8	5,6	19,9	3,5	0,200	0,035	14,60	8,935	0,070	92,45
CN ... ..	2,3	7,95	2,142	2,2	24,0	59,1	67,7	5,5	11,0	3,3	0,436	0,043	14,40	9,040	0,095	91,3
Ib ... ..	1,8	7,90	2,248	—	27,0	56,3	67,7	4,4	14,4	3,7	0,240	0,040	15,25	8,935	0,064	84,9
II ... ..	1,9	8,05	2,054	—	26,0	62,5	67,7	6,4	13,8	3,8	0,136	0,053	13,60	9,095	0,078	99,1
III ... ..	2,0	8,15	2,062	—	26,0	63,2	67,7	4,4	18,2	3,5	0,136	0,063	14,80	8,988	0,085	100,2
IV ... ..	2,0	8,0	2,086	0,0	28,0	61,8	67,7	5,5	17,2	2,9	0,240	0,030	11,70	9,040	0,071	103,7
CA 11-II ... ..	5,5	7,5	1,960	—	—	—	—	—	—	—	0,250	0,055	9,75	8,217	0,010	90,5
CN ... ..	4,0	7,85	1,820	2,2	—	—	—	—	—	—	0,256	0,035	9,250	9,202	0,010	99,7
Ib ... ..	5,0	7,95	1,985	—	—	—	—	—	—	—	0,270	0,040	9,250	8,934	0,0	91,9
II ... ..	5,1	8,0	2,101	—	—	—	—	—	—	—	0,194	0,055	10,400	8,934	0,010	110,1
III ... ..	4,9	8,1	2,120	—	—	—	—	—	—	—	0,212	0,040	10,000	8,634	0,010	98,8
IV ... ..	5,0	7,95	2,120	0,0	—	—	—	—	—	—	0,144	0,075	9,000	8,485	0,010	104,6

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux satura- tion
CA 27-III ... ..	7,5	7,8	2,134	—	—	—	—	—	—	—	0,088	0,026	9,625	9,127	0,026	100,0
CN ... ..	7,8	7,9	1,884	1,10	—	—	—	—	—	—	0,141	0,063	8,875	9,283	0,015	100,4
Ib ... ..	7,4	8,05	1,906	—	—	—	—	—	—	—	0,172	0,075	8,125	8,143	0,010	103,6
II ... ..	7,4	8,15	1,792	—	—	—	—	—	—	—	0,149	0,051	7,037	9,373	0,007	114,2
III ... ..	7,3	8,10	1,682	—	—	—	—	—	—	—	0,146	0,088	6,837	9,089	0,014	107,0
IV ... ..	7,4	8,0	1,742	0,0	—	—	—	—	—	—	0,146	0,143	7,062	9,185	0,0	106,0
CA 2-IV ... ..	8,3	7,8	1,966	—	39,0	51,9	49,8	6,9	27,5	5,1	—	0,030	10,0	7,184	—	—
CN ... ..	8,3	8,0	2,026	—	40,9	50,8	50,2	6,9	28,4	5,4	—	0,050	7,833	7,661	—	—
Ib ... ..	8,3	8,1	2,002	—	40,9	51,9	50,2	6,7	28,1	5,6	—	—	8,333	6,994	—	—
II ... ..	8,3	8,2	1,828	—	39,6	51,3	45,2	7,2	25,9	5,8	—	0,020	7,666	6,232	—	—
III ... ..	8,3	8,25	1,820	—	39,0	49,7	46,2	7,2	25,2	5,8	—	—	7,220	6,294	—	—
IV ... ..	8,3	8,0	1,814	—	38,4	50,8	45,2	7,2	25,3	5,8	—	—	6,100	6,294	—	—
CA 10-IV ... ..	7,5	7,85	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,040	4,250	5,400	0,060	66,5
CN ... ..	7,5	7,85	2,200	0,88	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	2,950	5,400	0,060	65,5
Ib ... ..	7,5	8,05	2,150	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	4,050	6,400	0,040	69,7
II ... ..	7,5	8,1	2,200	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,020	3,300	5,200	0,032	58,3
III ... ..	7,5	8,1	2,150	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,015	4,0	5,300	0,028	74,7
IV ... ..	7,5	8,1	2,0	0,44	—	—	—	—	—	—	0,0	0,030	4,200	4,500	0,020	62,8
CA 16-IV ... ..	7,5	8,05	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,040	9,500	2,700	0,090	100,8
CN ... ..	7,5	8,0	2,300	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	9,500	4,300	0,054	96,2
Ib ... ..	7,4	8,15	2,950	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	11,400	4,200	0,022	97,4
II ... ..	7,5	8,10	2,150	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	10,400	4,000	0,022	97,3
III ... ..	7,5	8,10	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,030	8,900	4,100	0,020	96,6
IV ... ..	7,4	8,10	2,050	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,020	9,00	3,700	0,014	101,3
CA 23-IV ... ..	11,2	8,2	2,750	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,050	9,200	1,100	0,085	122,5
CN ... ..	11,0	8,4	2,250	0,0	—	—	—	—	—	—	0,030	0,050	7,100	1,500	0,042	133,4
Ib ... ..	11,0	8,3	2,200	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	7,100	1,900	0,028	137,9
II ... ..	11,1	8,4	2,200	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,040	8,100	2,200	0,022	120,0
III ... ..	11,2	8,2	2,150	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	7,800	3,100	0,016	136,1
IV ... ..	11,3	8,2	2,100	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,030	7,100	3,100	0,010	113,3

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturation
CA 18-II ... ..	6.0	7.7	2,130	—	—	—	—	—	—	—	0,156	0,055	9,75	8,110	0,010	87,9
CN ... ..	6.3	7,75	2,040	1,1	—	—	—	—	—	—	0,182	0,120	9,25	8,581	0,010	88,4
Ib ... ..	6.0	7.9	1,875	—	—	—	—	—	—	—	0,172	0,030	9,00	8,538	0,010	93,8
II ... ..	5.9	7,95	1,915	—	—	—	—	—	—	—	0,188	0,025	9,25	8,356	0,010	80,7
III ... ..	5.9	8.0	2,070	—	—	—	—	—	—	—	0,212	0,025	9,50	8,431	0,014	90,5
IV ... ..	6.0	8.0	2,125	0,0	—	—	—	—	—	—	0,163	0,025	8,25	8,110	0,014	95,8
CA 27-II ... ..	4.2	7.75	2,090	—	—	—	—	—	—	—	0,206	0,045	9,50	8,485	0,014	98,5
CN ... ..	3.9	7.9	2,060	1,1	—	—	—	—	—	—	0,262	0,033	9,25	7,971	0,006	90,5
Ib ... ..	3.9	7.9	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,150	0,050	9,50	8,110	0,0	94,3
II ... ..	3.9	7,95	1,910	—	—	—	—	—	—	—	0,225	0,035	9,25	8,152	0,0	92,0
III ... ..	4.0	8.0	1,915	—	—	—	—	—	—	—	0,132	0,053	9,0	7,918	0,035	91,3
IV ... ..	4.0	7.8	2,075	0,44	—	—	—	—	—	—	0,212	0,053	9,25	7,918	0,010	84,7
CA 4-III ... ..	4.3	7,65	2,082	—	23,0	48,1	67,7	3,3	19,9	3,5	0,320	0,058	10,650	9,202	0,095	91,3
CN ... ..	4.2	7,75	2,192	2,2	27,0	53,6	67,7	3,3	19,8	3,5	0,472	0,078	15,850	9,577	0,095	91,1
Ib ... ..	4.1	8.0	2,198	—	26,0	61,8	72,9	2,4	18,5	3,6	0,280	0,055	14,40	9,470	0,063	93,2
II ... ..	4.1	8.0	2,104	—	24,0	59,8	67,7	3,6	16,8	3,7	0,654	0,045	12,30	9,416	0,318	101,3
III ... ..	4.2	8.0	2,012	—	28,0	60,5	72,9	2,4	16,0	3,6	0,528	0,045	15,70	9,523	0,238	93,3
IV ... ..	4.2	7,95	2,086	0,44	26,0	57,7	71,2	1,6	17,9	3,7	0,622	0,045	13,80	9,769	0,110	91,6
CA 11-III ... ..	3.8	7.5	1,964	—	—	—	—	—	—	—	0,118	0,022	9,125	9,564	0,024	105,0
CN ... ..	3.7	7,55	1,508	0,3	—	—	—	—	—	—	0,182	0,018	8,062	10,604	0,053	101,0
Ib ... ..	3.2	7,70	1,642	—	—	—	—	—	—	—	0,164	0,022	8,562	10,604	0,042	—
II ... ..	3.4	8.0	2,048	—	—	—	—	—	—	—	0,118	0,188	9,625	9,089	0,027	—
III ... ..	3.4	8.0	1,964	—	—	—	—	—	—	—	0,118	0,102	9,437	9,127	0,024	—
IV ... ..	3.3	8.0	1,960	0,0	—	—	—	—	—	—	0,179	0,078	9,875	9,431	0,0	89,2
CA 18-III ... ..	4.0	7,65	1,830	—	—	—	—	—	—	—	0,179	0,031	9,313	9,846	0,014	57,0
CN ... ..	3.2	7.9	1,916	1,10	—	—	—	—	—	—	0,146	0,033	7,937	10,642	0,014	52,9
Ib ... ..	3.0	8.1	1,680	—	—	—	—	—	—	—	0,176	0,094	6,812	10,377	0,028	46,4
II ... ..	3.0	8.0	1,613	—	—	—	—	—	—	—	0,195	0,033	7,250	10,451	0,010	53,1
III ... ..	3.0	8.1	1,840	—	—	—	—	—	—	—	0,134	0,033	8,312	9,373	0,014	97,2
IV ... ..	2.8	7.9	1,940	0,0	—	—	—	—	—	—	0,141	0,029	8,212	9,185	0,0	47,6

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux satur- ation
CA 30-IV ... ..	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,050	9,0	1,200	0,040	100,2
CN ... ..	11,5	8,2	2,250	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,050	8,0	1,0	0,018	85,8
Ib ... ..	11,5	8,3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	7,800	1,500	0,012	83,8
II ... ..	11,5	8,2	2,250	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	8,100	0,900	0,016	94,3
III ... ..	11,5	8,2	2,150	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	8,100	1,200	—	100,0
IV ... ..	11,5	8,1	2,100	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,030	8,100	1,0	0,016	106,5
CA 7-V ... ..	14,5	8,0	2,682	—	35,9	52,5	63,3	7,5	23,4	4,9	0,020	0,060	7,034	1,260	0,045	104,4
CN ... ..	14,5	7,95	2,442	1,1	36,5	53,0	58,3	7,9	23,1	4,9	0,030	0,070	5,728	0,841	0,060	89,7
Ib ... ..	14,5	8,05	2,350	—	36,5	53,6	54,9	7,7	23,1	5,4	0,020	0,070	6,147	0,764	0,030	95,2
II ... ..	14,5	8,05	2,156	—	37,1	51,3	51,7	7,0	24,1	5,1	0,0	0,050	5,541	0,020	0,040	91,5
III ... ..	14,5	8,10	2,010	—	37,1	51,3	48,3	7,5	24,1	5,1	0,0	0,040	5,541	0,020	0,048	105,8
IV ... ..	14,5	8,0	1,904	0,0	37,1	51,3	46,7	7,6	23,8	5,1	0,0	0,040	4,834	0,019	0,040	105,8
CA 14-V ... ..	15,5	8,0	2,900	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,050	4,100	0,800	0,060	106,8
CN ... ..	15,5	7,9	2,800	1,1	—	—	—	—	—	—	0,030	0,040	3,800	1,300	0,040	92,8
Ib ... ..	15,5	7,95	2,750	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,040	4,100	1,100	0,020	104,8
II ... ..	15,5	8,05	2,600	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,027	4,300	1,500	0,018	101,8
III ... ..	15,5	8,05	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,027	4,400	0,800	0,014	101,8
IV ... ..	15,5	7,95	2,300	0,44	—	—	—	—	—	—	0,0	0,021	4,600	0,800	0,016	110,4
CA 21-V ... ..	16,2	8,00	2,750	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,050	8,100	—	0,040	116,0
CN ... ..	16,2	8,00	2,700	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	7,000	—	0,034	99,5
Ib ... ..	16,2	8,25	2,600	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,037	6,600	—	0,016	140,4
II ... ..	16,2	8,2	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,015	6,600	—	0,010	117,0
III ... ..	16,2	8,2	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,015	6,300	—	0,018	118,0
IV ... ..	16,2	8,0	2,300	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,008	6,600	—	0,014	132,0
CA 28-V ... ..	15,3	7,9	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,063	7,600	—	0,060	87,0
CN ... ..	15,3	7,95	2,650	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,060	7,100	—	0,046	91,5
Ib ... ..	15,3	8,1	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,063	6,800	—	0,026	92,8
II ... ..	15,3	8,2	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,034	6,500	—	0,014	81,8
III ... ..	15,3	8,2	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,020	6,000	—	0,016	89,3
IV ... ..	15,3	8,0	2,250	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,027	6,300	—	0,014	102,6

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux satu- ration
CA 4-VI ... ..	19,2	7,9	2,266	—	39,6	50,2	54,2	6,9	27,5	4,7	0,030	0,065	7,750	1,186	0,068	132,7
CN ... ..	19,2	7,95	2,284	0,0	39,6	52,5	54,2	7,3	27,0	4,5	0,030	0,060	5,354	0,803	0,040	131,9
Ib ... ..	19,2	8,3	2,184	—	39,6	56,3	52,5	7,4	27,0	4,6	0,020	0,060	4,579	1,031	0,022	147,8
II ... ..	19,2	8,35	2,136	—	40,9	56,9	52,5	7,4	27,5	4,6	0,020	0,036	4,620	0,993	0,014	137,3
III ... ..	19,2	8,5	2,100	—	40,9	53,6	51,7	7,0	27,3	4,5	0,0	0,025	4,012	0,954	0,016	138,5
IV ... ..	19,2	8,05	2,058	0,0	40,9	53,6	50,8	7,0	27,1	4,5	0,0	0,020	4,174	0,993	0,012	141,7
CA 11-VI ... ..	18,6	8,0	2,600	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,086	8,500	0,400	0,068	123,5
CN ... ..	18,6	8,0	2,500	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,095	6,400	1,100	0,036	101,9
Ib ... ..	18,6	8,25	2,350	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,107	6,800	2,100	0,020	120,6
II ... ..	18,6	8,35	2,250	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,083	6,600	0,800	0,012	124,2
III ... ..	18,6	8,3	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,033	7,0	1,700	0,016	128,0
IV ... ..	18,6	8,15	1,950	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,033	7,300	2,700	0,014	140,6
CA 18-VI ... ..	19,0	8,1	2,600	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,100	6,500	—	0,070	121,5
CN ... ..	19,0	8,0	2,450	1,1	—	—	—	—	—	—	0,020	0,080	7,500	—	0,040	122,4
Ib ... ..	19,0	7,95	2,300	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,070	7,800	—	0,024	122,4
II ... ..	19,0	8,25	1,800	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,060	7,300	—	0,016	144,3
III ... ..	19,0	8,40	1,700	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,040	6,500	—	0,018	160,9
IV ... ..	19,0	8,3	1,650	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,040	6,300	—	0,018	162,9
CA 25-VI ... ..	17,2	7,9	2,700	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,093	7,800	—	0,062	109,0
CN ... ..	17,2	7,9	2,550	1,1	—	—	—	—	—	—	0,030	0,080	7,700	—	0,036	105,6
Ib ... ..	17,2	8,1	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,075	6,400	—	0,020	120,0
II ... ..	17,2	8,15	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,054	5,200	—	0,014	130,4
III ... ..	17,2	8,30	1,800	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,025	5,800	—	0,018	147,6
IV ... ..	17,2	8,15	1,600	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,024	5,600	—	0,016	172,2
CA 2-VII ... ..	19,8	7,85	2,616	—	33,3	55,8	62,6	8,2	21,4	4,4	0,030	0,060	4,618	1,370	0,080	113,27
CN ... ..	19,8	8,10	2,206	0,0	34,5	51,3	53,9	7,2	21,8	4,5	0,030	0,100	2,750	1,342	0,046	104,93
Ib ... ..	19,8	8,30	2,236	—	35,7	51,3	55,6	7,1	22,0	4,4	0,030	0,009	2,571	1,233	0,026	134,59
II ... ..	19,8	8,30	2,002	—	37,0	48,8	50,4	7,5	21,6	4,4	0,020	0,003	2,557	1,053	0,026	135,29
III ... ..	19,8	8,40	1,856	—	37,0	52,6	46,9	7,7	22,2	4,5	0,020	0,003	2,300	1,269	0,022	144,41
IV ... ..	19,8	8,20	1,456	0,0	37,0	50,1	39,1	7,2	22,4	4,5	0,0	0,003	2,000	1,160	0,018	153,27

## ANNEXE (suite)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturation
CA 12-VII ... ..	19,3	7,85	2,800	—	—	—	—	—	—	—	0,040	0,047	9,40	0,600	0,060	108,38
CN ... ..	19,3	7,90	2,600	0,0	—	—	—	—	—	—	0,030	0,066	5,80	1,300	0,032	109,68
Ib ... ..	19,3	8,25	2,500	—	—	—	—	—	—	—	—	0,120	6,20	1,100	0,020	136,33
II ... ..	19,3	8,40	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,068	7,00	1,300	0,016	153,31
III ... ..	19,3	8,45	1,650	—	—	—	—	—	—	—	—	0,045	5,60	0,700	0,018	169,33
IV ... ..	19,3	8,30	1,600	—	—	—	—	—	—	—	—	0,045	5,20	0,700	0,018	163,49
CA 16-VII ... ..	20,4	7,90	2,800	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,060	8,60	—	0,054	115,0
CN ... ..	20,4	7,80	2,650	0,0	—	—	—	—	—	—	0,030	0,108	6,50	—	0,034	91,0
Ib ... ..	20,4	7,90	2,550	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,096	6,50	—	0,022	103,0
II ... ..	20,4	8,05	2,100	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,063	6,20	—	0,018	125,0
III ... ..	20,4	8,35	1,700	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	5,60	—	0,020	139,0
IV ... ..	20,4	8,15	1,600	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,043	7,40	—	0,016	142,0
CA 22-VII ... ..	20,0	7,80	2,750	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,078	9,00	—	0,060	153,7
CN ... ..	20,0	7,85	2,650	0,44	—	—	—	—	—	—	0,030	0,103	9,60	—	0,038	145,1
Ib ... ..	20,0	8,2	2,600	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,082	8,60	—	0,028	152,8
II ... ..	20,0	8,15	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	7,00	—	0,018	106,0
III ... ..	20,0	8,15	1,950	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,060	7,00	—	0,022	140,2
IV ... ..	20,0	8,10	1,750	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,012	6,20	—	0,020	132,50
CA 29-VII ... ..	19,0	8,20	3,000	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,090	6,00	—	0,064	118,3
CN ... ..	19,0	7,90	2,550	0,0	—	—	—	—	—	—	0,030	0,010	5,50	—	0,032	111,8
Ib ... ..	19,0	8,35	2,550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,021	116,5
II ... ..	19,0	8,20	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,006	5,00	—	0,017	114,8
III ... ..	19,0	8,25	1,950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,014	131,3
IV ... ..	19,0	8,00	1,900	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,014	131,3
CA 5-VIII ... ..	18,5	8,10	2,560	—	46,2	60,8	62,6	8,1	29,6	5,4	0,030	0,050	5,955	1,305	0,042	139,0
CN ... ..	18,5	7,99	2,436	0,0	41,9	57,0	59,9	7,8	26,3	4,8	0,030	0,070	3,863	1,776	0,032	93,0
Ib ... ..	18,5	8,30	2,408	—	41,9	54,5	58,3	7,9	25,7	4,6	0,020	0,040	3,227	1,030	0,018	125,0
II ... ..	18,5	8,20	2,244	—	43,1	52,6	53,9	8,2	25,6	4,5	0,020	0,022	2,464	1,305	0,012	122,0
III ... ..	18,5	8,10	1,874	—	40,7	51,3	46,31	8,6	25,2	4,3	0,020	0,010	1,928	1,450	0,016	135,0
IV ... ..	18,5	7,95	1,790	0,0	38,2	48,2	43,8	8,1	24,1	4,0	0,0	0,010	1,571	1,885	0,014	120,0

## ANNEXE (suite et fin)

	°C	pH	Alcal. cc HCl N/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> taux saturat
CA 2-IX ... ..	20,8	7,75	2,432	0,0	43,1	52,6	60,0	7,8	27,2	4,8	—	0,034	6,985	3,299	0,060	106,0
CN ... ..	20,8	7,8	2,482	—	48,1	56,4	61,6	7,8	29,8	5,0	0,030	0,063	4,409	1,706	0,032	98,0
Ib ... ..	20,8	8,0	2,398	—	48,1	56,4	59,1	7,9	29,9	5,1	0,020	0,080	3,745	1,633	0,020	118,7
II ... ..	20,8	8,1	2,286	—	46,2	56,4	56,5	8,0	29,2	4,9	0,020	0,040	3,136	2,031	0,018	115,3
III ... ..	20,8	8,2	2,126	—	44,4	56,4	51,3	8,3	28,5	4,9	0,020	0,030	2,892	2,140	0,018	139,7
IV ... ..	20,8	7,8	2,068	0,0	44,4	54,5	50,4	8,4	28,2	4,8	0,020	0,015	2,785	1,742	0,014	119,0
CA 10-IX ... ..	21,0	7,75	2,650	—	—	—	—	—	—	—	0,040	0,035	6,500	2,000	0,058	99,0
CN ... ..	21,0	7,80	2,550	0,0	—	—	—	—	—	—	0,040	0,070	4,600	1,200	0,030	88,0
Ib ... ..	21,0	7,95	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,060	5,000	1,400	0,014	118,0
II ... ..	21,0	8,0	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,050	4,400	1,200	0,010	118,0
III ... ..	21,0	8,0	2,350	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,035	4,100	0,900	0,012	135,0
IV ... ..	21,0	7,70	2,300	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	3,200	0,900	0,010	143,0
CA 16-IX ... ..	21,0	7,75	2,450	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,080	6,500	—	0,054	106,0
CN ... ..	21,0	7,7	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,040	0,060	5,000	—	0,030	111,0
Ib ... ..	21,0	7,7	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,060	4,500	—	0,018	108,0
II ... ..	21,0	7,85	2,450	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,040	4,000	—	0,016	121,0
III ... ..	21,0	7,95	2,400	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,030	3,800	—	0,018	138,0
IV ... ..	21,0	7,85	2,350	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,010	3,000	—	0,012	131,0
CA 23-IX ... ..	17,0	7,75	2,650	—	—	—	—	—	—	—	0,060	0,048	8,300	—	0,050	92,0
CN ... ..	17,0	7,70	2,400	0,0	—	—	—	—	—	—	0,050	0,038	6,900	—	0,028	76,0
Ib ... ..	17,0	7,85	2,350	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,041	5,300	—	0,020	—
II ... ..	17,0	7,85	2,400	—	—	—	—	—	—	—	0,030	0,021	5,500	—	0,016	95,0
III ... ..	17,0	7,85	2,500	—	—	—	—	—	—	—	0,020	0,012	5,000	—	0,018	104,0
IV ... ..	17,0	7,8	2,400	0,0	—	—	—	—	—	—	0,020	0,006	4,400	—	0,014	97,0

