

50376  
1972  
29

50376  
1972  
29

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE I

LABORATOIRE DE BIOLOGIE ANIMALE

-----  
THESE DE TROISIEME CYCLE

(Biologie Cellulaire)

-----  
Nadine ANGELI

*ETUDE BIOLOGIQUE DE QUELQUES BIOTOPES DULCAQUICOLES A POLLUTION  
VARIABLE*



Présentée le 26 Février 1972  
devant la Commission d'Examen

Jury d'examen

M. DURCHON

Président

E. VIVIER

Rapporteur

M. BODART

Examineur

P. de PUYTORAC

Membre Invité

## SOMMAIRE

---

### INTRODUCTION ET HISTORIQUE

#### I - MATERIEL ET METHODES

- 1) - Situation et caractéristiques des points de prélèvements p. 11
- 2) - Récolte du matériel..... p. 13
- 3) - Techniques..... p. 15

#### II - RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS..... p. 19

- A) - Biotopes influencés par des polluants d'origine industrielle
  - 1) le canal de Seclin..... p. 21
  - 2) le canal de la Lys..... p. 30
  - 3) le canal de la Deule..... p. 42
- B) Biotopes naturels influencés par un apport en substances organiques
  - 1) Mare d'Englebelmer..... p. 46
  - 2) Etangs du Hamelet..... p. 49

#### III - COMMENTAIRES ET DISCUSSION

- $\alpha$  - EXIGENCES ALIMENTAIRES DES METAZOAIRES LES PLUS FREQUEMMENT RENCONTRES DANS NOS ECHANTILLONS DE PLANCTON..... p. 55
  - a) Spectre alimentaire des Rotifères..... p. 55
  - b) Exigences alimentaires des Cladocères..... p. 62
- $\beta$  - RELATIONS ZOO-PHYTOPLANCTON..... p. 64
  - 1) Influence de la densité du Phytoplancton sur la croissance du Zooplancton..... p. 64
  - 2) Rôle du Trypton et des Bactéries..... p. 65
  - 3) Action sur la fertilité des organismes..... p. 65

✂ - INFLUENCE DE LA PREDATION PAR LES POISSONS SUR LA COMPOSITION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DU ZOOPLANCTON..... p. 66

△ - COMMENTAIRES ET DISCUSSION DES RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS..... p. 69

1) BIOTOPES SOUMIS A L'INFLUENCE DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE..... p. 71

a) canal de Seclin - Janvier 1969..... p. 71  
- Octobre 1969..... p. 76  
- Juin 1970..... p. 86

b) canal de la Lys - Décembre 1969..... p. 96  
- Mars 1969..... p. 98  
- Juin 1970..... p. 103

c) canal de la Deule - Juin 1970..... p. 110

2) BIOTOPES INFLUENCES PAR UNE POLLUTION ORGANIQUE NATURELLE..... p. 116

a) Mare d'Englebelmer : milieu polytrophe..... p. 116

b) Etang du Hamelet : milieu eutrophe..... p. 122

CONCLUSION..... p. 134

RESUME

BIBLIOGRAPHIE

.....rivières calmes,  
Où les nénuphars allongeaient leurs palmes,  
Les nénuphars blancs qui semblaient des lys,  
Oh, les noms charmants la Sambre et la Lys.

G. RODENBACH

Les rivières de Flandre qui inspiraient le poète ou le peintre ne sont plus qu'un souvenir déjà lointain. Un mal si particulier à notre siècle les a progressivement touchées, elles se meurent.

Il n'a guère fallu plus de deux décennies pour que la plupart<sup>1</sup> des rivières calmes" se muent en égouts collecteurs et drainent à ciel ouvert les eaux vannes et les effluents d'une multitude d'usines. En 1964, les 3/4 des rivières et des canaux du département du Nord étaient désertés par les poissons. Actuellement il ne reste plus guère que quelques rares secteurs épargnés par les polluants.

En dehors des travaux de SCHODDUYN, 1909-25 sur les canaux et wateringues de la Flandre maritime, de GUILLARD, 1950 et de HOESTLAND, 1964-1969, nous ne possédons que peu de données biologiques sur les canaux et rivières canalisés de la Flandre.

Une étude des microorganismes soumis à la pollution présentait donc un intérêt certain.

Deux raisons justifiaient l'attention que nous avons portée au plancton :

- En France, l'influence écologique de la pollution est étudiée avant tout sur les macroorganismes benthiques.

- D'autre part, un cours d'eau possède un pouvoir autoépurateur qui lui est propre. Ainsi, pour une pollution de nature et d'intensité données, deux cours d'eau situés dans des bassins hydrographiques différents, voient leur biocénose se modifier sous l'influence de la pollution. Ces modifications biologiques présentent des similitudes mais accusent fatalement des variantes quant à la composition spécifique de la biocénose. Il s'en suit que les systèmes d'estimation biologique de la pollution donnent généralement de bons résultats sur les biotopes où ils ont été mis au point, alors que dans d'autres régions, ou dans d'autres pays, leur emploi s'avère délicat.

HISTORIQUE : Aperçu des méthodes biologiques proposées pour l'estimation de la qualité de l'eau.

On doit à ARISTOTE (THIENEMANN 1912) les premières constatations relatives à l'existence de certains organismes (organismes saprobies) ayant entre autres particularités écologiques celle de se développer exclusivement dans les milieux riches en matières organiques (milieux saprobes).

Il faut pourtant attendre la seconde moitié du XIXe siècle (COHN 1853 puis GERADIN 1873) pour que les organismes susceptibles de caractériser le degré de pureté de l'eau (ou inversement son degré de pollution) deviennent l'objet d'une attention particulière de la part des biologistes.

Cette nouvelle branche de la Science qu'est la saprobiologie prend réellement son essor au XXe siècle en liaison avec les premières manifestations des conséquences de l'industrialisation intensive propre à certaines régions des pays "modernes". Ces régions "privilégiées" voient leurs besoins en eau s'accroître alors même que la qualité des eaux superficielles disponibles est fortement affectée par une charge de plus en plus importante en polluants variés. Pour pouvoir remédier à cet état de fait, il s'avère indispensable de mettre au point des méthodes permettant une estimation de l'intensité des diverses pollutions.

Nous n'aborderons pas ici le cas des méthodes physico-chimiques d'évaluation de la pollution, elles ont pu être rapidement mises au point et leur standardisation a été relativement aisée. L'élaboration des méthodes biologiques qui devaient normalement compléter les données physicochimiques a été beaucoup plus laborieuse : il est toujours difficile de faire entrer dans un cadre strict des phénomènes où interviennent des organismes vivants dont les potentialités d'adaptations ne peuvent être déterminées qu'empiriquement.

La littérature portant sur la biologie, l'écologie des milieux pollués et les méthodes biologiques d'estimation de la pollution de l'eau est très riche. En consultant HYNE 1960, LIEBMANN 1962, BICK 1962 et SLÁDEČEK 1965, on retrouve bon nombre des travaux ayant été publiés sur ces questions.

Nous ne citerons ici que les travaux les plus importants. Précisons qu'il ne nous a pas toujours été possible de nous procurer les ouvrages cités ou de les lire dans le texte, auquel cas, les renseignements ont été obtenus de façon indirecte : communications verbales de personnes autorisées sur ces questions, ou à travers les citations de divers auteurs.



Tableau I: Selon SLÁDEČEK 1965 :  
Données approximatives sur les corrélations existant entre les  
valeurs biologiques, bactériologiques et chimiques.

Main group	Abbrev.	Item	Degree of saprobity	Abbrev.	Total psychrophilic bacteria per 1 ml, less than	Coliforms per 1 l, less than	D.O. ppm more than	D.O. satur. more than	H <sub>2</sub> S ppm (less than)	B.O.D. <sub>5</sub> ppm (less than)	Purity	Evaluation	
KATHARICITY (most pure waters)	K	0.	katharobity	k	500	20	various	various	0	0	Drinking water	According to the system of saprobic organisms of KOLNIVITZ & MARSSON	
		1.	xeinosaprobity	x	1.000	10.000	8	60	0	1 (2)			Positive zones P/R > 1
		2.	oligosaprobity	o	10.000	50.000	6	50	0	2,5 (4)			
		3.	β-mesosaprobity	β	50.000	100.000	4	40	0	4 (6)			Negative zones P/R < 1
		4.	α-mesosaprobity	α	250.000	1.000.000	2	20	0	7 (9)			
5.	polysaprobity	p	2.000.000	20.000.000	0,5	10	traces	40 (80)	degree of ciliates				
EUSAPROBITY (sewage and industrial wastes undergoing bacterial decomposition)	E	6.	isosaprobity	i	10.000.000	3.000.000.000	traces	0	1	40-100 (600)	Wastes	degree of colourless flagellates degree of bacteria and mycophyta azoic degree (but non-toxic)	
		7.	metasaprobity	m	20.000.000	10.000.000.000	0	0	1-100	200-700			
		8.	hypersaprobity	h	50.000.000	1.000.000	0	0	10	500-1.500 (2.000)			
		9.	ultrasaprobity	u	10	0	0	0	0	1.000-60.000			
TRANSAPROBITY (wastes inaccessible to bacterial decomposition)	T	10.	antisaprobity	a	0	0	various	various	0	0	toxic degree radioactive wastes wastes containing inorganic substances, special cases		
		11.	radiosaprobity	r	various	various	various	various	various	various			
		12.	cryptosaprobity	c	various (0)	various (0)	various	various	various (0)	various (0)			

Les méthodes biologiques proposées depuis le début du siècle dérivent toutes plus ou moins du système des saprobies établi empiriquement par KOLKWITZ et MARSSON 1902-1908-1909. Ce système constitue la base classique de travail pour les Biologistes européens (Allemagne et Europe Centrale notamment).

Le Système des Saprobie est fondé sur l'affinité qu'ont certains organismes animaux et végétaux pour la matière organique et sur leur aptitude à la décomposer. Ainsi, un cours d'eau lent et régulier qui reçoit une charge importante d'eau d'égouts présente en aval du rejet une succession de zones distinctes de pollution décroissante. Ces zones sont dénommées respectivement de l'amont vers l'aval :

- p. Polysaprobie = Zone de pollution intense
- a. Alpha - mésosaprobie = Zone de forte pollution
- b. béta - mésosaprobie = Zone faiblement polluée
- c. oligosaprobie = Zone de "recouvrement" de la qualité initiale de l'eau de la rivière : zone de pollution très faible.

Ces quatre zones ainsi nommées correspondent à des stades différents de l'autoépuration.

Chacune des zones est caractérisée par une teneur en  $O_2$  dissous, en matières organiques, en produits de dégradation septiques et en produits minéralisés (figurés dans les tableaux I p.2 et II<sup>3</sup>). Nous préférons pour continuer laisser parler un Spécialiste faisant autorité :

"Biologiquement chaque zone réalise les meilleures conditions pour certaines espèces et communautés d'organismes, appelés organismes indicateurs. Comme les bactéries sont principalement liées à la dégradation de la matière organique, leur nombre constitue un critère très important de la détermination des différentes zones de pollution.

La présence d'organismes dans ces zones dépend principalement de la teneur en  $O_2$ , en ammoniacque, en sulfure etc... et en nourriture disponible. Quelques organismes sont directement adaptés à un facteur typique des zones polluées, mais on explique la présence de la plupart d'entre eux par une tolérance générale au manque d'oxygène et aux produits de décomposition septique.

Dans le système des saprobies, on utilise par conséquent à la fois des organismes sténocéciques (limités à des conditions sévères d'environnement) et des organismes eurycéciques (non limités à de sévères conditions d'environnement : omniprésents.)".

Tableau II : DONNEES PHYSICOCHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES PERMETTANT DE DETERMINER LE DEGRE DE POLLUTION D'UNE EAU.

Selon - SLADECEK 1969 -

Several mean values and indices characterizing the degrees of saprobity.

Degres	BOD <sub>5</sub> average	coliforms/l average	psychophilic coliforms		BOD <sub>5</sub> psychophilic		coli. 100. S
			100. BOD <sub>5</sub>	100. BOD <sub>5</sub>	S	100. S	
x	0,5	5.010	15	100,2	0,5	7,5	59,1
o	1,75	30.000	31,4	171,4	1,75	55	300
β	3,75	75.000	80	200	1,87	150	375
α	7,5	550.000	200	733,3	2,5	500	1.833
p	30	15.500.000	341,8	5.166,8	7,5	2.562	38.750
i	225	1.380.000.000	266,6	61.834	45	12.000	2.760.000
m	550	6.500.000.000	100,0	11.818	91	91.630	10.833.333
h	1.350	5.500.000	4.074	40,7	192	785.714	7.857
u	61.000	0	—	—	7.625	—	—

Tab. 5 summarizes the relations of line segments characterizing measures of saprobity of non-linear type, obtained by different ways.

There are also other possibilities of indirect measures, but they have mostly only a limited range of application, e. g. the biological index of water quality "Q" proposed by MARULOVÁ (1968) for the range between β-mesosaprobity and poly-

Comparison of values for psychophilic bacteria obtained by two methods and related to saprobic degrees, only within the limnosaprobity.

Degree	Psychophilic bacteria (Agar plate method)		Direct counts		Direct counts Psychophilic Rate	
	upper limits	average	upper limits	average	upper limits	average
x	1.000	750	178.000	55.000	178	73,8
o	10.000	5.500	540.000	360.000	54	65,4
β	50.000	30.000	1.170.000	850.000	23,4	26,3
α	250.000	150.000	2.400.000	1.800.000	9,8	12,0
α*			2.940.000	2.100.000	11,7	14,0
p	2.000.000	1.025.000	12.200.000	7.380.000	6,1	7,1
p*			17.000.000	10.000.000	8,2	9,7

Note: The direct count values were interpolated from STRAŠKRABOVÁ 1968. Because there is a discrepancy in her paper, two types of values had to be calculated for α and p. First values were derived from the course of the line  $\bar{x}-\bar{\beta}$ , second values with an asterisk according to her numerical indication that BOD<sub>5</sub> = 50 corresponds to 10,000.000 psychophilic germs.

Selon : SLÁDEČEK 1969-65, ZELINKA, MARVAN, KUBICEK 1959, VON TUMPLING 1969, LIEBMAN 1965, FJERDINGSTAD 1964, ROYAL COMMISSION OF SEWAGE DISPOSAL 1913.

zóna	pH	Alcalinité	Chlorures	NH <sub>4</sub>		demande en O <sub>2</sub> au (MNO <sub>4</sub> )	
				mg/l	g/l		
x	4,4-8,0	0,2-2,5	3,2-68,0	0,2		1,7-3	
o	4,8-8,0	0,3-3,7	3,6-37,4	0,3	1	3,5-5	
β	5,2-8,4	0,3-3,7	4,8-74,4	0,8	4	5,7-9	
α	5,0-9,0	0,6-5,3	11,7-50	4,0	7	8,5-15	
p	5,2-8,2	0,7-5,5	12,0-93	10	7	19,0-30	
i	5,5-8,1		1,5-6,2	24-104	-	30	
ZELINKA, MARVAN, KUBICEK 1959						Von TUMPLING 1969	ZELINKA et al. 1959

Taux de saturation en O<sub>2</sub> en %

zones	SLADECEK 1965	LIEBMAN 1965	FJERDINGSTAD 1964	Von TUMPLING 1965-67
		différentes classes		
x	> 50	I	100-95	> 50
o	50-40	II	95-70	50-70
β	40-20	III	70-50	70-50
α				
p	20-10	IV	50	< 50

O<sub>2</sub> dissous en mg/l

X	O <sub>2</sub> dissous en mg/l		I	II	III	IV	O	Quality	
	7,8-3	8						8,45	7,5
o	6,2-8,1	6						Very clean	11
								clean	9,3
								Fairly clean	8,6
								decent	6,5
β	4,6-4,9	4						bad	6
α	2,1-6,6	2							
p	1,3	0,1							
ZELINKA et MARVAN (rapport tech)		SLADECEK 1965	LIEBMAN 1966	ROYAL COMMISSION 1913					

VIEHL 1957, FJERDINGSTAD et HVID-HANSEN 1951, FJERDINGSTAD 1964, apportent de nouvelles données sur l'influence des eaux usées diluées, et de certains composés organiques sur la composition qualitative et quantitative des microbiocénoses.

BICK 1957-60-64-67-68, BICK et SCHOLTYSECK 1960, SCHEITHAUER et BICK 1964, mènent de nombreuses recherches systématiques sur l'écologie des microorganismes en effectuant in vitro des expériences sur des milieux enrichis artificiellement.

Von NORBERT WILBERT 1969 tente de suivre la séquence des microorganismes au cours de l'autoépuration.

RÜHLE 1964 entreprend des recherches sur des effluents concentrés, et apporte des données nouvelles qui permettent de retracer les processus de décomposition en milieu anaérobie.

CURDS 1963, CURDS et G. J. FREY 1969, CURDS, COCKBURN, VANDYKE 1968, ayant mis au point une méthode de culture continue, portent leur attention sur les Ciliés des boues activées, et précisent à la fois leurs exigences écologiques et leur rôle dans l'autoépuration.

FJERDINGSTAD 1950-60-62-64-65, étudiant plus particulièrement les microorganismes végétaux du phytobenthos des rivières à cours lent du Danemark, met au point un système d'estimation de la pollution basé sur un certain nombre de communautés caractéristiques des degrés respectifs de pollution. (Voir p. 10 Tableau III).

WISOCKA 1961, SLÁDEČKOVÁ 1960-62, SLÁDEČKOVÁ et SLÁDEČEK 1963-66, ayant recours à des substrats artificiels immergés, mettent en évidence l'utilité du périphyton en tant qu'indicateur de la qualité de l'eau des réservoirs artificiels.

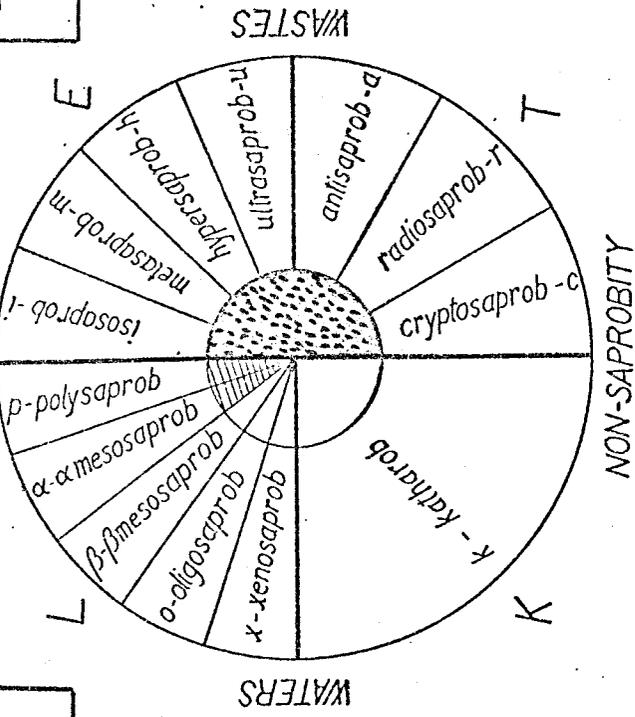
VON VENTZ 1964-65-67, TUMPLING 1965-67, SLÁDEČEK 1969 complètent les données acquises sur la valeur d'indicateur des Ciliés.

Les connaissances acquises ultérieurement aux travaux de KOLKWITZ et MARSSON 1908-1909 sur les exigences écologiques des espèces concernées et sur leurs possibilités d'adaptation à différents types de pollution, mettent en évidence la nécessité de réviser ce système établi empiriquement.

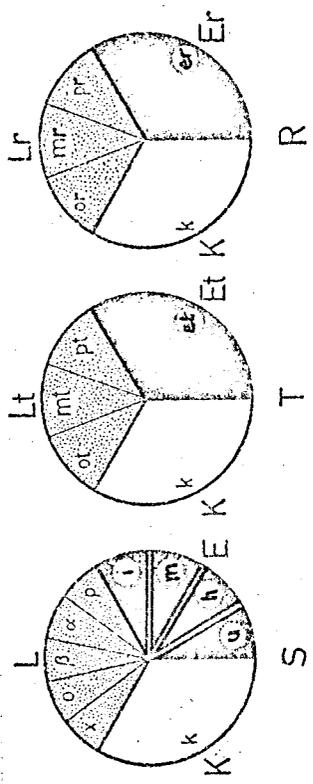
WILHEMI 1915 tente d'étendre le système au milieu marin (les résultats obtenus sont assez médiocres).

KOLKWITZ 1936-1950 remanie la liste des indicateurs initialement proposée.

WETZEL 1928 étend le système proposé pour les fleuves aux petites collections d'eau. Il met ainsi en évidence l'existence d'une microstratification des conditions biologiques et physicochimiques d'une petite mare de faible profondeur.



The system of saprobity. All waters can be included in the circle. They are divided into four main groups: K = Katharobity, L = Limnosaprobity, E = Eusaprobity, T = Transsaprobity. The circle is divided by two main lines into 4 quadrants. The vertical line divides it into the left half including „waters” and into the right one including „wastes”. The horizontal line divides the circle into the upper half including „wastes” and into the lower one including non-saprobic (asaprobic) conditions. The value of BOD is increasing from x to u. The selfpurification proceeds from u to the left. In the small circle white = clean water, hatched = polluted water, black = wastes. Original.



Three Independent Systems Forming Water Quality: Saprobity (S), Toxicity (T), and Radioactivity (R).

A modification of the table KOLKOWITZ (1935, p. 249)

Example	Saprobic degree	Trophic degree
Drinking water	katharobic	—
Pure mountain waters, water from thawing of snow Lake Geneva Lakes situated on the Havel-River near Potsdam Polluted fishponds near irrigation fields, several pools with decaying macrophytes Heavy polluted streams with <i>Sphaerotilus</i> growth	xenosaprobic	oligotrophic
	oligosaprobic	oligotrophic
	β-mesosaprobic	eutrophic
	α-mesosaprobic	eutrophic
Sewage and industrial wastes undergoing biological decomposition	polysaprobic	polytrophic
		hypertrophic
Industrial wastes inaccessible to biological decomposition	eusaprobic (4 special degrees)	atrophic, (antitrophic)

Vues personnelles de l'Auteur sur le système des Saprobies

Extension du système à toutes les catégories d'eaux :  
Eaux très pures: (katharobes), eaux de rivières (limnosaprobies)  
effluents bruts (eusaprobies), eaux corant des substances toxiques (transsaprobies).

LIEBMANN 1951-65 revoit la liste des indicateurs de KOLKWITZ et MARSSON et en élimine de nombreux organismes euryciels ou trop peu sensibles. En outre, alors que le système proposé initialement ne tenait compte que des eaux d'égouts, il étend son emploi aux eaux dont les sources de pollution sont variées : matières organiques (industrie alimentaire, particules inorganiques, pollution physique), effluents des industries chimiques contenant des substances plus ou moins toxiques. Ce dernier point sera à l'origine de nombreuses et vives polémiques car ce système d'estimation de la qualité de l'eau trouve justement ses limites d'application dans les cas de pollutions chimiques. Cette question particulière sera à nouveau abordée par SLÁDEČEK (cité plus loin).

E. H. ODUM 1956 et E. P. ODUM 1959 tentent d'établir des corrélations entre le degré de pollution de l'eau correspondant aux zones de saprobie et le degré d'eutrophisation des lacs et étangs.

SCHRAEDER 1959 démontre la possibilité d'extension du système K. M. L. (KOLKWITZ, MARSSON, LIEBMANN) aux réservoirs artificiels.

ZELINKA, MARVAN, KUBÍČEK 1959, ZELINKA 1960, ZELINKA et MARVAN 1951-61 à partir de l'étude des manifestations biologiques de la pollution sur le benthos, introduisent pour chaque organisme test une valence de Saprobie.

THOMAS 1944, B. et Z. CYRUS 1947, SHRAMEK-HUSSEK 1956, FJERDINGSTAD 1964, SLÁDEČEK 1959-61-62-64-65-69 étendent le système des saprobie aux effluents fortement concentrés. En outre, SLÁDEČEK 1961-63-66 met en évidence l'intérêt du rapport Flagellés-Ciliés dans les degrés respectifs des zones Hypersaprobies. Il étend le système à toutes les catégories d'eaux superficielles englobant toutes les pollutions tant celles d'origine domestique que celles d'origine industrielle, toxique et non toxique, en introduisant des notions nouvelles pour qualifier les degrés <sup>respectifs</sup> de toxicité. (tableau III, ci-contre)

KLAPPER 1961-63 met en évidence les différences existant entre les valeurs du degré de saprobie obtenues respectivement pour le benthos et le plancton.

CASPERS et CARBE 1966, se basant sur la théorie d'ELSTER 1958 (selon laquelle la notion de trophie correspond à la notion de production organique primaire), tente d'établir des corrélations entre le système saprobie et les différents degrés de trophie.

Une des nombreuses critiques formulées à l'encontre du système K.M.L. était l'absence de données mathématiques chères aux Ingénieurs et Techniciens de l'eau et l'aspect par trop hermétique des résultats biologiques pour les non Biologistes.

Un certain nombre de formules plus ou moins élaborées ont alors été proposées pour "chiffrer" l'intensité des pollutions.

Certaines sont très simples et permettent une estimation rapide de la qualité de l'eau :

GABRIEL 1946 propose l'établissement d'un indice biologique (I) basé sur la répartition quantitative des Réducteurs R (BACTERIES) et des consommateurs C (CILIES) opposés aux producteurs P (ALGUES).

$$I = \frac{2 P}{R + C}$$

HORASHAWA 1956, renonçant à utiliser les bactéries, ne tient compte que des organismes chlorophylliens A et des organismes non chlorophylliens pour établir son "Biological Index of Pollution" selon la formule :

$$B. I. P. = \frac{B}{A + B}$$

KÖTHER 1962 se base essentiellement sur l'importance de l'"Artenfehletrag" : importance de la diminution du nombre des espèces entre l'amont et l'aval d'un rejet.

KNÖPP 1954-1955 exprime la fréquence de chaque espèce par un chiffre allant de 1 à 7 (7 correspondant aux espèces dominantes). En faisant la somme des fréquences obtenues pour les espèces correspondant à un même degré de pollution, il définit numériquement la "pureté relative de l'eau" exprimée en % :

$$= \frac{\sum (o + \beta)}{\sum (o + B + a + p)}$$

et la pollution relative :

$$= \frac{\sum (p + a)}{\sum (o + b)}$$

PANTLE et BÜCK 1956-1960 calculent l'indice de saprobie S en fonction de la valeur s d'indicateur des espèces figurant dans la liste de K. M. L. (ces valeurs vont de 1 zone oligosaprobe à 4 zones polysaprobies) et de la fréquence h des organismes présents dans l'échantillon.

La corrélation entre l'indice de saprobie et de degré de pollution est le suivant :

1,0-1,5.....	o	$S = \frac{s \cdot h}{\sum h}$
1,5-2,5.....	b	
2,5-3,5.....	a	
3,5-4.....	p	

DITTMAR 1959 propose une formule très voisine de la précédente, mais qui s'étend aux zones correspondant à une eau très pure (katharobie) jusqu'aux niveaux supérieurs de saprobie (Hypersaprobie).

ZELINKA, MARVAN, KUBIČEK 1959 et ZELINKA et MARVAN 1961 font reposer leur méthode sur l'examen de la flore et de la faune benthique (microorganismes). Ils introduisent empiriquement une valence de saprobie qui dépend de la fréquence relative de chaque organisme indicateur vis à vis des différents degrés de pollution. Ces valences sont réparties dans les différentes zones de saprobie en fonction de l'allure de la courbe de GAUSS obtenue à partir de l'examen d'un très grand nombre d'échantillons. La somme de ces valeurs pour chaque organisme est de 10. La valeur d'indicateur est figurée également pour chaque espèce (valeur allant de 1 (mauvais indicateur) à 5 (très bon indicateur)). Les résultats de l'analyse biologique, dans la mesure où celle-ci peut être faite avec précision, peuvent ainsi être transcrits en graphiques et en données numériques.

-----

Alors que le système des saprobies a été très largement adopté par les Biologistes et les Ingénieurs chargés du contrôle sanitaire de l'eau en Europe Centrale et en Allemagne, il a toujours été assez peu prisé (et peu connu) par les Biologistes de France, d'Angleterre et d'Outre Atlantique.

SLÁDEČEK 1965, exposant le devenir du système des saprobies, rend compte de façon détaillée des critiques qui ont été formulées contre ce système de K. M. L.

Nous les résumons très brièvement :

- du point de vue de la systématique, le système nécessite une détermination très poussée des organismes : l'espèce est toujours requise, la

variété est quelquefois indispensable.

- De nombreux facteurs susceptibles de jouer un rôle limitant peuvent intervenir indépendamment de la pollution et réduire la diversité spécifique.

- Le système des saprobies a surtout été établi pour des pollutions par des matières biodégradables, il s'adapte plus ou moins mal aux autres types de pollutions.

- son extension aux eaux stagnantes s'avère délicate (ainsi CASPERS et SCHULZ 1962 ont obtenu des résultats contradictoires en tentant de l'appliquer aux canaux de Hambourg).

- Contrairement aux systèmes proposés par les Chimistes pour l'estimation de la pollution, un système biologique s'accommode mal de données chiffrées et d'une standardisation rigide.

Quoiqu'il en soit, et jusqu'à l'établissement d'un système polyvalent, il faut convenir qu'à l'exception de quelques rares systèmes (tels que ceux de TUFFERY et VERNEAUX ou de CAIRNS (cité ci-dessous), le système de K. M. L est, malgré ses failles, <sup>est</sup> un des rares auquel on puisse recourir à l'heure actuelle.

Des méthodes biologiques complètement étrangères au système des saprobies ont été proposées :

LACKEY 1938 ayant étudié un très nombre d'échantillons provenant des cours d'eau du bassin du Conestoga, proposait un certain nombre d'associations de protistes permettant l'estimation de l'état d'une rivière.

GABRIEL 1945, HORASHAWA 1956 et KÖTHER 1962 ont été signalés dans les pages précédentes. Leurs méthodes permettent une estimation assez grossière mais très rapide de la pollution.

KING et BALL 1964 proposent également une méthode très rapide d'estimation de la pollution basée sur la valeur obtenue pour une unité donnée de surface, en établissant le rapport :

$$\frac{\text{Poids frais de Tubificidae}}{\text{Poids frais de larves d'Insectes aquatiques}}$$

Cette méthode semble s'appliquer plus particulièrement aux pollutions organiques et physiques.

PATRICK 1949-1953, à la suite d'une longue série d'études menées sur le Bassin hydrographique du Conestoga, établit une relation entre l'intensité de la pollution (4 degrés) et la composition qualitative et quantitative des diatomées. (Les autres groupes d'organismes entrent également en ligne de compte dans l'établissement de la qualité de l'eau).

En fait elle se base comme KÖTTE sur le 2ème principe de biocénétique de THIMMERMANN 1939.

"Un milieu uniforme entraîne un appauvrissement en espèces et un enrichissement en individus. Un milieu non uniforme induit l'effet inverse".

Sa méthode présente l'inconvénient de nécessiter une détermination très précise des diatomées. Elle demande donc, comme les méthodes issues du système des saprobies, une dépense importante de temps et une bonne connaissance de la systématique.

#### METHODES STANDARDISEES

Il en existe un certain nombre, elles sont toutes basées sur l'examen des organismes benthiques. Elles n'impliquent pas une détermination précise. Seuls quelques groupes d'organismes indicateurs entrent en ligne de compte.

La méthode proposée par la "Royal Commission of Sewage disposal (1912-1913)" et celle préconisée par le "Trent Riverboard Authority 1953" figurent dans le tableau synoptique que nous avons tenté de dresser page

La méthode proposée par TUFFERY et VERNEAUX 1967 s'est inspirée au départ de celle de <sup>la</sup> "Trent Riverboard Authority" que les auteurs ont adaptée et complétée sur la base d'un très grand nombre d'observations effectuées sur des cours d'eau français.

C'est à notre connaissance la méthode la plus adéquate existant actuellement à l'usage des cours d'eau à courant assez rapide et de faible profondeur. Elle présente entre autres avantages:

- le fait de tenir compte du faciès de la rivière <sup>et</sup> des caractéristiques hydrographiques ; la plupart des facteurs biotiques et abiotiques sont notés et interviennent dans le calcul de l'indice biotique.

- le fait qu'elle ne nécessite pas une détermination poussée des espèces présentes et s'adresse exclusivement aux macroorganismes, permet de former très rapidement des techniciens.

- Autre avantage : étant donnée la rapidité de la méthode, elle permet d'établir assez rapidement l'indice biotique.

Toutefois, étant donné que cette méthode repose sur la composition des macroinvertébrés benthiques, son emploi ne peut pas être étendu aux rivières à cours lent ou <sup>aux</sup> canaux (biotopes dans lesquels le benthos compte très peu d'espèces).

WILHM J. C. 1970 propose un système basé sur le taux de diversité des communautés aquatiques mais se base sur les macroinvertébrés (le coefficient d'association compris entre 3 et 4 indique une eau claire, celui inférieur à 1 correspond à une eau polluée).

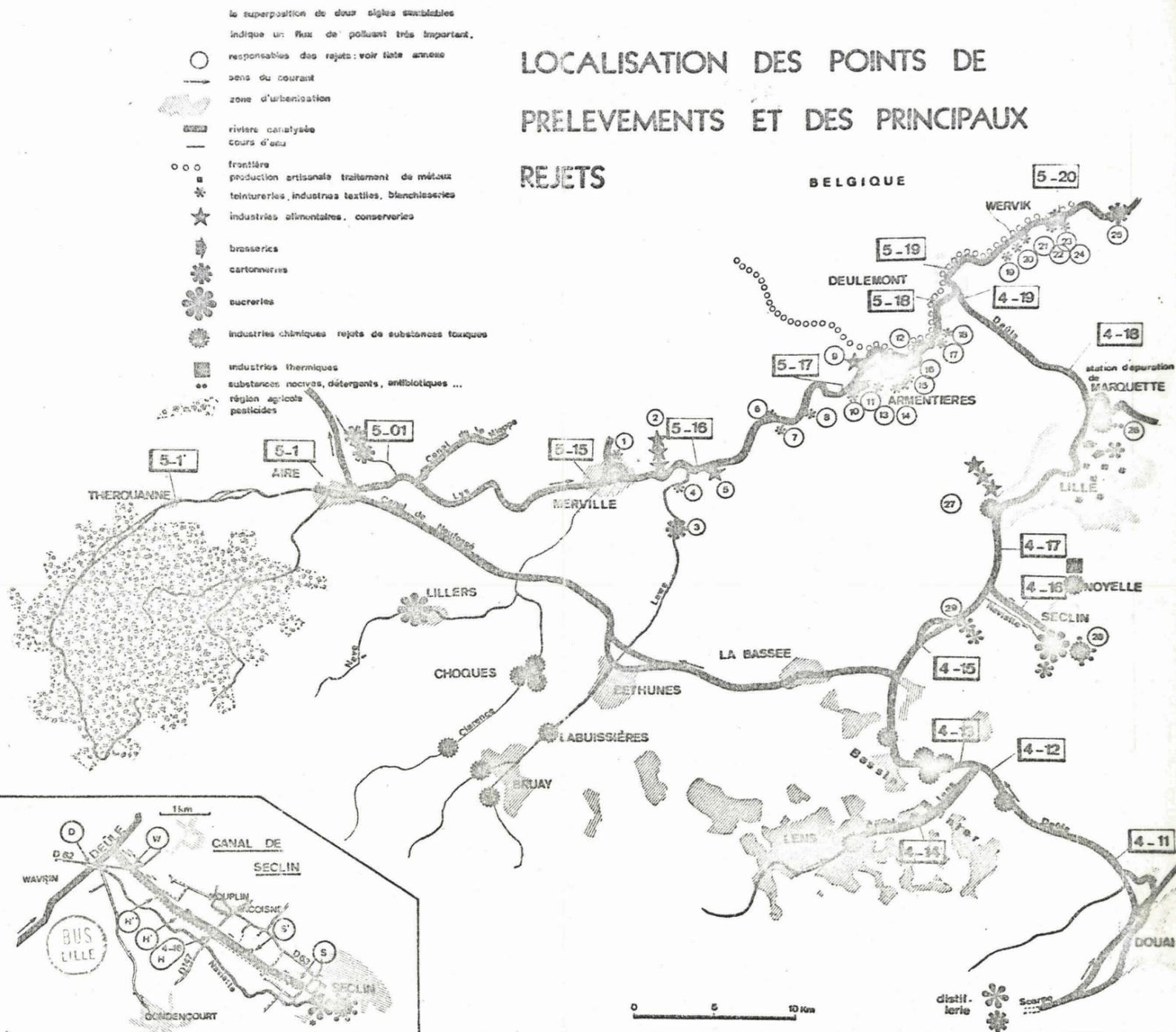
GAIRNS 1971 présente une méthode assez semblable à celle de TUFFERY et VERNEAUX, mais qui est essentiellement basée sur les facteurs biotiques. Elle implique le recours à un calcul statistique pour déterminer le quotient d'association des organismes présents et nécessite un examen plus approfondi des échantillons. Comme dans les cas précédents, cette méthode ne tient compte que d'Unités Systématiques, la détermination se limitant soit à la famille, soit au genre.

TABLEAU: IV: Correspondances approximatives existant entre les principaux systèmes d'estimation de la qualité de l'eau.

ZOOBENTHOS			PHYTOBENTHOS	CILIES	POISSONS	EAUX COURANTES		ZONES DES SAPROBIES
LEYNAUD, TUFFERY, VERNEAUX 1967	TRENT RIVER BOARD AUTHORITY 1953	ZELINKA 1953, ROTHSCHHEIN 1962	FJERDINGSTAD 1964	SRÁMEK-HUŠEK 1958	HUET 1952	ILLIES 1961	LIEBMAN 1962	
Plécoptères ou Ecdyonuridae		Ameletus	Zone IX : katharose c:Algues incrustantes Chamaesiphon polonius et différentes espèces de Calbthris) b:Rhodophycees: Hildenbrandia rivularis a:Chlorophycees Chlorotylum cataractum Draparnaldia plumosa	très rares	Zone salmonicole supérieure	CRENON		Xenosaprobie(x)
		Rhétrogena	Zone VIII; oligosaprobe e:Phormidium inundatum d:Vaucheria sessilis c:Rhodophycees Lemanea annulata Batrachospermum vagum ou Hildenbrandia rivularis b:Meridion circulare a:Chlorophycees Chlorotylum cataractum et Draparnaldia	Spathididae		Zone salmonicole inférieure		EPIRHITRON
Trichoptères à fourreaux	Plécoptères présents	Ecdyonurus				METARHITRON		
Ancylidae Ephéméroptères sauf Ecdyonuridae	Ephéméroptères présents	Oligoneuriella	Zone VII: gamma-mésosaprobe b:Chlorophycees (Cladophora glomerata ou Ulothrix zonata) a:Rhodophycees (Batrachospermum	Coleps hirtus Dileptus anser Euplotes patella Hemiphrys proceras Frontonia leucas Acrymaria olor Lembadion lucens etc...				
Aphelocheirus Odonates ou Gammaridae ou Mollusques (sauf Sphaeriidae)	Trichoptères présents	Ephéméra	Zone VI: beta-mésosaprobe b:Phormidium a:Cladophora fracta		Zone à Ombre	HYPORHITRON	II	Béta-mésosaprobie(b)
	Gammares présents				Zone à Barbeau	EPIPOTAMON		
Asellus ou Hirrudinae ou Sphaeriidae ou Hémiptères (sauf Aphelocheirus)	Aselles présentes	Herpobdella	Zone V: alpha-mésosaprobe c:Stigeoclonium tenue b:Oscillatoria benthonicum (O. brevis, O. limosa, O. splendide O. subtilissima; O. princeps; O. f. tenuis: comme espèces associées.) a:Ulothrix zonata	Chilodonella cucullae	Zone à Brème	METAPOTAMON HYPOPOTAMON	III	Alpha-mésosaprobie (a)
Tubificidae ou Chironomidae des groupes Thummi- Plumosus	Tubifex ou Chironomides rouges présents	Tubificidae	Zone IV : gamma polysaprobe 2:Oscillatoria clorina 1:Sphaerotilus natans	Colpidium colpodae			IV	Polysaprobie(p)
			Zone III : beta polysaprobe 3:Euclena communis 2:Thiothrix nivea 1:Seggiatoa		Zone à Cyprinidae			
			Zone II: alpha-polysaprobe 3:Chlorobacterium (seul) 2:Thio-rhodobactéries 1:Euclena					
Eristalinae	toutes les espèces ci-dessus, absentes:		Zone I: coprozoïque c:Bactéries et Ecto b:Ecto a:Bactéries					

I - MATERIEL ET METHODES

- 1) - Situation et caractéristiques des points de prélèvements.... p. 11
- 2) - Récolte du matériel..... p. 13
- 3) - Techniques..... p. 15



- 1 - Teinturerie BIEBUYCK.
- 2 - Conserverie de légumes, traitement du maïs : ROCQUETTE.
- 3 - Cartonnerie LELEU.
- 4 - Teinturerie DECOSTER.
- 5 - Teintureries SINGER, DUPONT et CUVELIER (Conserverie de légumes).
- 6 - Teinturerie BARBY FRERES.
- 7 - Teinturerie BARBY-CAMERO - Feutrerie DEWEINE.
- 8 - Id : H. et G. BARBY.
- 9 - Conserverie SOCODAL.
- 10 - MASUREL.
- 11 - Brasserie : MOTTE-CORDONNIER.
- 12 - Brasserie : NORD EUROPE.
- 13 - Future brasserie NORD EUROPE.
- 14 - Filature-teinture DEWILLE LIETARD.
- 15 - DOBELLE, JEANSON.
- 16 - COLOMBIER.
- 17 - Teintures GILET THAON.
- 18 - Teintures FAUCHEUR.
- 19 - Cotonneries de COMINES.
- 20 - Conserveries VIENNE et BONDUELLE.
- 21 - Conserveries MAHEU et Compagnie.
- 22 - Teinturerie de la Lys.
- 23 - Teinturerie COUSIN.
- 24 - Teinturerie DEMESTEERE.
- 25 - Papeterie DALLE-VERHAEGHE VANDEWINCI.
- 26 - KUHLMANN.
- 27 - Savonnerie LEVER, Fonderies de Cuivre.
- 28 - Fabrication de produits pharmaceutiques RAPIDASE.
- 29 - Teinturerie de DON.

## 1) - SITUATION ET CARACTERISTIQUES DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Pour les canaux, les points de prélèvements, les principales sources de pollution et la nature des polluants sont indiqués sur le schéma p.

Le canal de Seclin par sa situation privilégiée, a retenu plus particulièrement notre attention. L'étude des fluctuations du plancton et du périphyton effectuée au point H durant une année, nous a facilité par la suite celle du profil biologique longitudinal de ce canal et de celui de la Lys et de la Deule. Seuls les résultats de ces derniers prélèvements figurent dans ce rapport d'étude, ils présentent en effet davantage d'intérêt tant du point de vue biologique que du point de vue de l'importance écologique du facteur pollution.

### BIOTOPES SOUMIS A UNE POLLUTION VARIABLE :

#### CANAL DE SECLIN

Il relie la ville de Seclin, au canal de la Deule. Son trafic y est quasiment nul et il échappe de ce fait à une continuelle remise en suspension des sédiments, facteur qui favorise l'autoépuration.

Un jeu de vannes assez complexe sur la Deule et la présence de sources en amont du Canal de Seclin, sont responsables de fréquentes inversions de courant. Ces inversions favorisent le mélange des eaux de ce canal avec les eaux très polluées de la Deule. Il s'établit ainsi (de l'amont vers l'aval) un gradient de pollution. Ce canal très particulier constitue un matériel de choix dans le cadre d'une étude des relations plancton-pollution.

Malheureusement, la pollution qui sévit en amont de la confluence résulte de rejets très complexes, dont les plus proches sont ceux d'une sucrerie et d'une usine de produits pharmaceutiques. On se trouve en présence d'une pollution triple (organique, physique et chimique). Toutefois, les substances chimiques sont émises par intermittence et le milieu se trouve dominé par une charge très élevée en substances plus ou moins dégradables.

#### LES CANAUX DE LA LYS ET DE LA DEULE

- Pour la Lys, les prélèvements ont été effectués sur le tronçon canalisé qui commence à Aire sur la Lys. De cette ville jusqu'au point 5-15, la pollution essentiellement organique provient des effluents de l'agglomération d'Aire et de ceux d'une cartonnerie.

Au point 5-16, de nombreux effluents sont parvenus au canal : rejets des teintureries, conserveries, effluents complexes de l'usine de Chocques drainés par la Clarence, du bassin minier; amenés par la Lawe qui reçoit en outre les eaux usées d'une cartonnerie. Dès lors la situation devient très complexe et jusqu'au point 5-20, de très nombreux effluents sont venus s'ajouter à ceux déjà cités. Si la pollution qui sévit sur ce canal a de multiples aspects, elle est néanmoins dominée par les déversements de substances organiques des brasseries, conserveries et teintureries.

Sur la Deule, la plupart des rejets proviennent de l'industrie chimique et du bassin minier. Les phénomènes sont encore beaucoup plus complexes, il est difficile de dire si la pollution physique prédomine sur la pollution chimique ou organique, les rejets sont intermittants et leur nature varie d'un moment à un autre.

- Ces deux canaux, comme tout le réseau fluvial du Nord de la France, sont suivis par l'Agence de Bassin Artois-Picardie. Cet organisme est chargé d'une surveillance qui vise à contrôler la nature et le débit des principaux rejets. Il effectue régulièrement des campagnes de prélèvements qui permettent de recueillir de nombreux échantillons destinés à une analyse physico-chimique et bactériologique assez poussée

Nous avons été autorisés à suivre quelques-unes de ces campagnes, ce qui nous a permis de compléter nos résultats biologiques par les données physicochimiques et bactériologiques communiquées par l'Agence de Bassin.

#### BIOTOPES NATURELS : ETANGS DU HAMELET ET MARE D'ENGLIEBELMER

Ces deux milieux sont soumis à des pollutions naturelles. Le premier abrite une population ichtyologique abondante et variée. On peut considérer qu'il s'agit là d'un milieu moyennement eutrophe. (donc très légèrement pollué) Le second biotope est une petite mare dont la profondeur maximale atteint à peine 0,60 m. Formée au milieu d'un bosquet, elle reçoit chaque automne une abondante provision de feuilles qui assure son comblement progressif, et conditionne la nature polytrophe de son eau.

Nous n'avons malheureusement pas pu suivre les variations saisonnières qui surviennent dans ces deux biotopes. Néanmoins l'étude succincte que nous en avons faite nous permet de comparer dans une certaine mesure la biocénose de ces milieux naturels (du point de vue qualitatif et quantitatif) avec celle des milieux artificiels soumis à une pollution d'amplitude semblable.

## 2) - RECOLTE DU MATERIEL

### ECHANTILLONS QUALITATIFS

Les pêches sont effectuées au filet à plancton (mailles de  $80\mu$  de diamètre). Une partie du matériel conservée au frais est destinée à l'examen sur le vivant, le reste étant fixé par un apport d'environ 5 % de formol.

### ECHANTILLONS QUANTITATIFS

Ne pouvant pas utiliser de barque, nous avons eu recours à des flacons lestés jetés de la rive. Les flacons maintenus dans un filet dont la base est en plomb, sont attachés à un flotteur. La distance entre le goulot et le flotteur étant réglable, il est possible de contrôler la profondeur à laquelle les prélèvements sont effectués. Si la précision escomptée n'est pas celle des bouteilles à retournement, l'erreur causée par l'entrée de l'eau dans la bouteille lors de sa descente, est inférieure à 10 % pour un prélèvement effectué à 2,50 m.

Pour chaque point une série d'échantillons est prélevée à une distance de 1,50 m à 2 m des berges, et en pleine eau, aux profondeurs respectives de 0,20, 1,50 et 2,50 m. Ceci permet de constituer un échantillon moyen et les douze litres obtenus sont déversés dans un grand récipient soigneusement rincé au préalable avec l'eau du milieu. Une fois le matériel fixé et homogénéisé, 10 litres mesurés à l'éprouvette sont conservés pour l'examen quantitatif. Ce volume est ramené à quelques cc par filtration sur de la soie à bluter (mailles de  $30\mu$ ). 1,5 litre, prélevé avant la fixation du matériel est destiné à être congelé et sert ultérieurement aux dosages qui n'ont pas pu être effectués sur le terrain. 500 cc de l'échantillon moyen, fixés et conservés sans filtration préalable sont utilisés ultérieurement pour les dénombrements des organismes nanoplanctoniques.

### DENOMBREMENTS BACTERIENS

Pour les dénombrements sur gélose, les prélèvements sont effectués avec des flacons stériles.

Les échantillons destinés aux dénombrements du nanoplancton sont également utilisés pour les dénombrements directs des bactéries.

#### MESURES PHYSICOCHEMIQUES

Le pH a été généralement mesuré à l'aide d'un pH mètre portatif. Pour les autres paramètres physiques : couleur, transparence, turbidité, nous avons eu recours au colorimètre de la trousse H. A. C. H.

#### MESURES CHIMIQUES

L'oxygène : les échantillons fixés sur le terrain, sont dosés selon la méthode de WINCKLER lors du retour au Laboratoire. (L'erreur apportée par la turbulence de l'eau lors du prélèvement des échantillons est égale à 0,02 mg/l).

Le dosage des Nitrates, Nitrites, Sulfates et Phosphates, a été fait par colorimétrie (trousse H. A. C. H.).

Pour les mesures de la dureté et de l'alcalinité, nous avons eu recours aux méthodes standardisées ("standard methods for the examination of water and waste water A. P. H. A. 1950, 3rd reprint 1967). Ces mesures ont été faites par volumétrie.

### 3) - TECHNIQUES

#### 1 - DENOMBREMENTS DES GERMES TOTAUX

Les échantillons provenant de la Lys et de la Deule ont été prélevés lors de la campagne de prélèvements systématiques de l'Agence de Bassin Artois-Picardie ; dans ce cas, les dénombrements bactériens étaient automatiquement confiés à l'Institut Pasteur.

Pour les autres échantillons, lorsque nous n'avons pas pu recourir à l'obligeance du Service de Microbiologie, la technique d'ensemencement sur milieu enrichi a été utilisée : après homogénéisation de l'échantillon, 1 cc (de l'échantillon pur ou dilué) est réparti uniformément sur un milieu gélosé (1,4 %) enrichi d'extraits de levure (3/1 000) et de tryptone (6/1 000). L'incubation se fait durant trois jours à 20° C pour les germes Psychrophiles et à 37° C pour les bactéries mésophiles.

Notons ici que ce temps d'incubation est celui préconisé par les méthodes standardisées déjà citées, mais après une durée d'incubation plus longue, il apparaît un nombre de colonies plus élevé à la surface de la gélose. Cette sélection qui est faite après une durée d'incubation fort courte permet de comprendre en partie la très grande différence existant entre les dénombrements effectués par la méthode directe et celle-ci.

La méthode des dénombrements directs a été utilisée à titre comparatif pour les échantillons provenant de la Deule, des étangs et de la Mare. Les dénombrements ont été faits selon deux techniques : en chambre de décantation (microscope inversé) et selon la technique de RASUMOV, 1932. Cette technique consiste à filtrer un volume connu d'échantillon sur une membrane dont les pores n'excèdent pas  $2 \mu$ . (Les filtres sont placés dans des boîtes de Petri sur un papier imbibé de formol lorsque les échantillons sont frais). Pour des échantillons déjà fixés, les filtres séchés, reposent durant 12 heures sur un papier imbibé d'erythrosine (5 % dans une solution de Phénol à 3 %). Une fois rincés et séchés, on peut monter les filtres dans de l'huile de cèdre. Les dénombrements sont effectués à l'immersion.

Quelle que soit la méthode employée pour les dénombrements des germes totaux, les résultats obtenus sont entachés d'erreurs importantes.

Sur les milieux gélosés, on peut espérer dénombrer entre 0,1 et 10 % des germes totaux (PERSOONE 1965 et SLÁDEČEK 1969).

Les résultats obtenus dépendent moins de la technique utilisée que de la composition de la flore bactérienne.

Les techniques de dénombrements directs présentent également des causes d'erreur : selon la nature du trypton, on peut par exemple avoir des difficultés pour distinguer les bactéries des particules inertes et des particules organiques ; en outre les bactéries peuvent former des agrégats qu'il est difficile de dissocier.

## 2 - LES CILIES

Nous avons eu recours aux techniques de coloration classiques : imprégnation argentique, par le nitrate d'argent selon CHATTON et LWOFF 1936, par le protéinate d'argent selon TUFFRAU 1967, par le carbonate d'argent ammoniacal selon FERNANDEZ-GALIANO 1966. Notons toutefois que ces techniques qui nous avaient été très utiles pour l'étude du périphyton sont d'un emploi plus limité dans les milieux où le trypton est très abondant. Dans ce cas, l'obtention d'un nombre suffisant d'individus prélevés un à un avec une micropipette constitue une perte de temps importante. Lorsque de nombreux échantillons sont collectés, il est pratiquement impossible de travailler sur le matériel frais.

## 3 - SEPARATION DES PLANCTONTIES PAR UTILISATION D'UN NARCOTIQUE

Cette technique mise au point par STRAŠKRABA (sous presse) permet de séparer efficacement les Cladocères (principalement les formes à larges valves, les Rotifères et les nauplii, et les Copépodes adultes.

Nous avons seulement commencé à l'utiliser pour les derniers prélèvements. Cette technique est très utile pour les échantillons contenant une forte densité de trypton pour une biomasse relativement faible. Dans ce cas seuls les Cladocères et les Rotifères et nauplii sont séparés de l'échantillon, les Copépodes demeurent avec le trypton. On procède dans une ampoule à décanter et sur du matériel frais. 1 cc de chloroforme dissous dans l'alcool (1 vol/ 10 vol) est ajouté pour 100 cc de liquide. Lorsque le narcotique commence à produire de l'effet, on provoque la montée des Cladocères en insufflant de fines bulles d'air à l'aide d'un jet de pissette. La présence d'alcool dans le milieu diminue la tension superficielle, et les fines bulles d'air formées demeurent longtemps dans le milieu. Tous les Cladocères qui ont enfermé des bulles d'air dans leurs valves se trouvent rapidement concentrés en surface. Cette technique est plus ou moins efficace selon les espèces présentes. En procédant à deux manipulations successives, on peut obtenir une séparation de 99 % des individus.

Les nauplii et les Rotifères ne sont pas sensibles au chloroforme, et se répandent dans l'ensemble du volume. Quant aux copépodes, leur activité devient nulle et ils décantent rapidement au fond de l'ampoule.

Sans recourir au narcotique et en jouant sur l'intensité lumineuse, on peut également, selon la nature du plancton, obtenir une bonne séparation de certains éléments.

Pour les milieux polytrophes, par exemple, nous avons pu obtenir une migration sélective des spirostomes en plaçant une lampe au sommet d'un gros tube de verre

Dans les biotopes faiblement pollués, où le trypton n'est pas trop abondant, nous avons également eu recours aux changements d'intensité lumineuse pour séparer des Cladocères. Dans une ampoule à décanter, ils sédimentent en quelques minutes si le récipient qui les contient est placé à l'obscurité.

#### 4 - OBSERVATION DE L'APPAREIL MASTICATEUR DES ROTIFERES

Parmi les espèces de Rotifères présents dans nos échantillons, les Bdelloïdes, les genres Synchaeta et Asplanchna se contractent lors de la fixation, il est alors très difficile de reconnaître l'espèce. Pour les deux derniers genres, nous avons tenté une détermination plus précise en nous basant sur la forme du mastax. Nous avons pour cela utilisé la technique préconisée par POURRIOT 1965 et qui consiste à utiliser une solution diluée d'hypochlorite. La technique qui suit nous a également été utile lorsque le plancton était abondant.

#### 5 - ECLAIRCISSEMENT ET MONTAGE DES CRUSTACES

Cette technique est préconisée par Marc ANDRE 1946 pour les Halacariens mais nous a été très utile pour la détermination de Cladocères fixés et dont le postabdomen rétracté ne pouvait pas être visible à travers des valves. Les échantillons sont placés dans l'alcool, puis concentrés. Pour les éclaircir, il suffit de verser un mélange chaud d'hydrate de chloral (40g/30 cc d'eau) et d'acide acétique cristallisable (30 cc pour la même quantité d'eau). En portant à ébullition, on obtient un éclaircissement rapide des tissus. Un montage direct dans la gomme au chloral rend les organismes plus réfringents et facilite l'observation.

6 - MISE EN EVIDENCE DU PORE CEPHALIQUE CHEZ LES CLADOCERES

Ce caractère est utile à la détermination des cladocères de la famille des Bosminidae. La technique nous a été communiquée par le Professeur HRBAČEK (par qui elle a été mise au point). Les organismes sont préalablement éclaircis par un bain de potasse (20 %) et d'acide lactique que l'on porte à ébullition. Le matériel est ensuite déposé dans une cuve, où l'on ajoute de l'alcool benzylique, puis les colorants en solution saturée dans cet alcool : le noir de Chlorazol et le rose de lignine (azophloxine). La coloration survient plus ou moins rapidement selon la fraîcheur du matériel. Les organismes une fois colorés sont déposés à la surface du mélange Salicylate de méthyle, alcool benzylique. Le matériel décante en se déshydratant. On peut alors procéder au montage.

II - RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS

p. 19

A) - Biotopes influencés par des polluants d'origine industrielle.

- 1) le canal de Seclin..... p. 21
- 2) le canal de la Lys..... p. 30
- 3) le canal de la Deule..... p. 42

B) - Biotopes naturels influencés par un apport en substances organiques.

- 1) Mare d'Englebe~~mer~~mer..... p. 46
- 2) Etangs du Hamelet..... p. 49

## RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS

Nous présentons dans les pages qui suivent les résultats qualitatifs et quantitatifs correspondant à l'étude des différentes collections d'eau citées p. 11 et 12.

Deux types de biotopes pollués ont été considérés : les uns sont influencés par des effluents d'origine industrielle, ce qui suppose l'intervention de différents types de pollution (physique, chimique ou organique), les autres biotopes envisagés sont des milieux naturels essentiellement soumis à la pollution organique.

### - BIOTOPES INFLUENCES PAR DES POLLUANTS D'ORIGINE INDUSTRIELLE

Trois biotopes sont présentés ici, ils constituent des cas plus ou moins complexes de pollution.

1) - Le Canal de Seclin p. 21 . Il s'agit là du cas le plus simple. La pollution se trouve en effet localisée et la charge en polluants ne dépasse pas la capacité d'autoépuration du Canal. Cet exemple permet avant tout de suivre les stades respectifs de l'épuration biologique. Les profils biologiques ont été établis pour l'automne, l'hiver et l'été. ; respectivement p. 23, p. 21 et p. 26.

2) - Le Canal de la Lys

Ce canal draine les effluents des nombreuses usines qui jalonnent son parcours et la pollution qui l'affecte résulte de rejets de nature très diverses : substances chimiques plus ou moins nocives, particules organiques ou minérales en suspension, matières organiques en solution. Ce biotope constitue un exemple de pollution beaucoup plus complexe que le biotope précédent; notons toutefois que la pollution organique prédomine nettement sur les autres types de pollution.

Un profil biologique a été dressé en hiver p. 30 , au printemps p. 34 et en été p. 37 .

3) - Le Canal de la Deule (p. 42).

Ce canal est fortement affecté par la pollution dès le secteur amont. Il constitue un des cas les plus complexes. Ce milieu reçoit en effet des déversements de substances chimiques toxiques et une charge très importante en particules non décantables et en matières organiques. Selon les secteurs envisagés, l'un ou l'autre type de pollution prédomine.

Une seule série de prélèvements a été effectuée au mois de Juin, durant période Y laquelle l'autoépuration a le plus de chances de se manifester.

- BIOTOPES NATURELS INFLUENCÉS PAR UN APPORT EN SUBSTANCES ORGANIQUES DEGRADABLES

Les deux premiers types de biotopes considérés étant fortement influencés par un apport de substances organiques, il était nécessaire de pouvoir comparer la composition du plancton de ces milieux avec celle de milieux naturels présentant des similitudes tant par la composition physico-chimique de leur eau que par leur charge en matières organiques.

Deux biotopes sont présentés ici : l'un nettement polytrophe (Mare d'Englebelmer) est comparable par sa charge en matières organiques aux secteurs les plus pollués des canaux, l'autre (Etang du Hamelet), présente de grandes similitudes avec le secteur le moins pollué du Canal de Seclin.

N. B. :

Pour chaque série d'échantillons sont présentés les résultats relatifs à la bactériologie, au "total plankton" et au "net plankton" de même que les résultats des mesures physicochimiques effectuées sur le terrain, et ceux communiqués par l'Agence de Bassin Artois-Picardie.

Les résultats bactériologiques résultant des dénombrements sur gélose ont été fait soit par nos soins, soit par ceux du Service de Microbiologie de l'Institut Pasteur qui a réalisé ces dénombrements sur nos propres échantillons.

Rappelons que le "net plankton" a été obtenu par filtration de l'échantillon sur de la soie à bluter très fine : mailles de  $30\mu$ .

Enfin, exception faite des résultats présentés pour la Lys au mois de Décembre, les données qui ont été communiquées par l'Agence de Bassin Artois-Picardie, proviennent d'échantillons prélevés le même jour que ceux destinés à l'examen biologique.

## CANAL DE SECLIN

25 - 1 - 69

Données physicochimiques et bactériologiques	Littoral Sud		Plaine eau		Littoral Nord		Littoral Sud		Plaine eau		Littoral Nord		Echantillon moyen
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sup>o</sup> <sub>1</sub>	N <sup>o</sup> <sub>2</sub>	N <sup>o</sup> <sub>3</sub>	N <sup>o</sup> <sub>4</sub>	N <sup>o</sup> <sub>5</sub>	N <sup>o</sup> <sub>6</sub>	M
Niveau du prélèvement profondeur en m.	1,50	0,20	1,50	0,20	1,50	0,20	1,50	0,20	1,50	0,20	1,50	0,20	
T° Eau	6,8	6,6	6,4	6,4	6,6	6,4	7,1	8,2	7,9	8,2	8,1	8,1	8,5
pH	8,05	8,25	8,25	8,2	8,2	8,25	7,55	7,5	7,55	7,5	7,55	7,75	7,6
O <sub>2</sub> dissous en mg/l	11,6	11,75	11,50	11,70	12	11,85	0,9	0,8	0,5	0,6	0,8	0,5	2,2
O <sub>2</sub> en % de saturation	95	95	93	94	97	95	7,5	6,6	4,2	5,1	7,1	4,2	10
Densité bactérienne Oélose à 37° C	1 100	3 000	9 200	1 000	6 000	4 700	plus de 400 000 bactéries par cc						
Densité bactérienne Oélose à 20° C	12 200	32 800	15 600	33 600	32 900	38 000	plus de 400 000 bactéries par-cc						
<b>FLAGELLÉS</b>	<b>TOTAL PLANCTON densité / cc</b>												
Petites formes non déterminées	120	50	50	75	65	90	450	12 400	1 050	720	900	1 950	315
Euglena sp.	35	25	10	10	+	+	40	+	6	5	6	10	5
CRYPTOPHYTES sp.	30	70	20	25	20	15	-	+	-	+	+	-	-
CYCLONELLIS sp.	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
GLAUCODINIUM sp.	160	170	140	120	190	120							
CHLAMYDOMONADACEES	+	25	20	+	65	60							
CHLOROBOTRYS sp.	-	-	-	-	50	310							
GALLIONALES	55	60	65	30	130	120	+	+	+	+	+	+	-
Grandes formes pigmentées non déterminées	60	70	65	85	70	+		15					
<b>Total Flagellés</b>	<b>460</b>	<b>470</b>	<b>370</b>	<b>350</b>	<b>600</b>	<b>630</b>	<b>490</b>	<b>12 400</b>	<b>1 050</b>	<b>720</b>	<b>900</b>	<b>1 950</b>	<b>320</b>
<b>DIATOSEES</b>													
CENTROPHYCIDES : Total	10 125	9 690	12 770	9 875	7 695	11 495	1 800	1 180	1 400	1 390	1 400	1 590	225
(CYCLOTELLA sp.) forme solitaires	9 200	8 750	10 900	7 750	6 670	9 870	1 050	610	760	790	700	1 000	90
(CYCLOTELLA chaetoceras)	925	900	1 870	2 125	1 025	1 625	750	570	640	660	700	590	135
PENNATOPHYCIDAE													
ASTERIONELLA FORMOSA	1 360	1 670	1 560	1 330	1 200	1 250	270	160	150	420	150	140	90
DIATOMA ELONGATUM var ACTINASTROIDES	-	-	-	30	40	40	-	-	-	-	-	-	-
Autres genres :													
SYMEDRA, MERIDION HELOSIRA, AMPHONA	105	75	100	45	135	210	+	+	+	+	+	+	-
<b>TOTAL Diatocees</b>	<b>11 600</b>	<b>11 400</b>	<b>14 400</b>	<b>11 300</b>	<b>9 100</b>	<b>1 300</b>	<b>2 200</b>	<b>1 350</b>	<b>1 560</b>	<b>1 800</b>	<b>1 500</b>	<b>1 730</b>	<b>330</b>
<b>CHLOROCOCCALES</b>													
SCENESMUS sp.	+	+	+	+	+	+	75	20	+	+	+	30	-
ANKISTRODESMIUS sp.	1 000	460	220	750	880	310	-	-	-	-	-	-	-
COCCYSTIS sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
(KIRCHNERIKELLA sp.)	150	10	50	55	43	15	+	-	+	+	+	+	-
CHODATELLA	+	+	15	+	-	+	+	30	+	+	+	-	+
(GOLENKINTA)	-	+	-	70	15	15							
MICROACTINIUM FUSILLUM	300	300	340	500	260	190	100	60	30	40	560	30	-
EREBELLA sp.	-	10	+	-	-	-							

	H <sup>1</sup>	H <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>	H <sup>4</sup>	H <sup>5</sup>	H <sup>6</sup>	H <sup>1</sup>	H <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>	H <sup>4</sup>	H <sup>5</sup>	H <sup>6</sup>	W
DICTYOSPHAERIUM FULCHRELLUM	40	40	35	70	95	75	35	10	+	+	35	+	+
CRUCIGENIA TETRAPEDIA	60	+	+	10	55	45							
ACTINASTRUM HATZSCHII	-	30	20	55	-	-	+	-	-	+	+	-	-
TETRASTRUM STAURIGENIAEFORMIS	4 200	1 890	12 720	5 120	3 250	990	30	220	150	30	70	220	-
TETRASTRUM HETERACANTHUM	-	-	+	-	-	-							
(OLOEOCAPSA)	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	45
Total Chlorococcales	1 5650	2 900	13 650	6 800	4 700	1 800	320	340	180	70	670	280	50

NET PLANKTON densite / l

CILIES														
COLPIDIUM, VORTICELLA, AMPHILEPTUS, PARAMECIUM	+	+	+	+	+	+	9 000	5 500	2 200	3 400	5 500	7 500	7 800	
TRACHELIUS OVUM	+	2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
MONODINIUM sp.	40	38	38	79	68	71	-	-	-	-	-	-	-	
OLIGOTRICHES ; TINTINNIDAE	447	384	303	510	485	364	-	-	-	-	-	-	-	
STENTOR	+	+	+	+	+	+	+	+	4	+	+	+	+	
ROTIFERES														
Formes contractées non déterminées.	144	194	183	182	272	272	4	4	7	0	10	4	2	
BRACHIONUS PALA	563	521	621	683	1 011	766	-	1	3	1	11	6	2	
BRACHIONUS ANGULARIS	105	105	112	150	159	165	-	2	2	4	3	4	2	
BRACHIONUS QUADRIDENTATUS	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
BRACHIONUS BACKERI	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total Brachionus :	668	736	916	1 015	1 444	1 203	4	5	6	5	14	10	4	
KERATELLA QUADRATA	71	82	47	62	104	100								
KERATELLA COCHLEARIS	158	370	251	399	365	424	-	1	-	-	-	-	-	
FILINIA sp.	18	15	15	15	29	22	1	-	-	-	-	-	-	
POLYARTHRA sp.	21	106	59	95	78	141	-	-	2	-	1	-	-	
SYNCHAETA sp.	4	5	-	5	4	4	-	-	-	-	-	-	-	
ASPANCHINA PHIGONOTA	26	9	11	5	7	10	-	-	-	-	-	-	-	
COLURELLA sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
NOTHOLCA (acuminata)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL ROTIFERES	1 110	1 408	1 299	1 597	2 032	1 904	5	8	15	5	18	14	6	
CLADOCERES														
CHYDORUS SPHAERICUS	2	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	
BOSMINA LONGIROSTRIS	1	2	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
COPEPODES														
Cyclopidae	11	7	4	2	3	1								
CHLOROCOCCALES														
Coccolobes :														
PEDIASTRUM BORYANUM	+	+	+	+	+	+	-	1	-	1	-	-	-	
PEDIASTRUM BIRADIATUM	-	-	-	-	-	-	-	1	-	9	-	-	-	
PEDIASTRUM CLATHRATUM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEDIASTRUM DUPLEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	



OCTOBRE 1969

## I. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

	S	H	H'	H''	W	5 - 16
Température de l'eau	10,5	10,5	8,5	10	11	7,95
O <sub>2</sub> dissous en ppm	5,7	4,15	1,90	0,3	0,20	3,25
O <sub>2</sub> en % de saturation	50,9	37,9	16,1	2,6	16	27,9
pH	8	7,95	8,2	8,05	8	7,95

## II. DENOMBREMENTS BACTERIENS sur gelose

	S	H	H'	H''	W	5 - 16
nb de Colonies à 20° C	6 000	14 000	300 000	160 000	4 000 000	4 000 000
nb de colonies à 37° C	15 000	10 000	4 000	4 000	600 000	4 000 000

## III. TOTAL PLANCTON densité / cc

	S	H	H'	H''	W	5 - 16
<b>FLAGELLES</b>						
Euglenacees						
Euglena sp.	-	80	27	29	9	5
Phacus sps	-	120	3	1	1	+
Cryptomonadacees						
Cryptomonas sp.	3	+	+	+	-	-
Synuracees						
Mallomonas sps	+	55	-	-	-	-
Total flagellés	200	4 000	8 900	12 900	14 000	7 500
<b>CILIES</b>						
Oligotriches						
(Halteria grandinella, Strobili- dium sp. Tintinnidium sp.)	+	5	+	-	-	-
<b>DIATOMEES</b>						
Centrophyoides (total)						
Asterionella gracillima (nb de ♂)	147	+	+	+	+	+
Asterionella formosa	-	-	-	+	+	+
(Diatoma elongatum)	-	-	-	+	+	+
Surirella sp.	0,1	+	+	-	-	-
Cymatopleura elliptica	+	+	+	-	-	-
Cymatopleura colca	0,2	+	-	-	-	-
<b>CHLOROCOCCALES</b>						
Tetraedron minimum						
Tetraedron minimum	+	+	+	-	-	-
Tetraedron muticum	5	+	1	+	-	-

BUS  
VILLE

	S	N	N'	N''	W	4 - 16
Tetraedron caudatum	8	3	1	2	1	1
Tetraedron victorise	-	1	-	-	-	-
(Tetraedron sp ? ou cellules isolées de Scenedesmus)	-	400	150	120	95	53
(Selenastrum)	100	7	9	8	5	7
Chodatella sp.	1	1	2	-	9	-
Ankistrodesmus falcatus	190	550	800	220	135	270
Microactinium pusillum	+	350	2	6	9	2
Diatyosphaerium pulchellum	20	25	75	6	15	10
Coelastrum sp.	5	30	+	3	4	1
Crucigenia tetrapedia	220	5	15	20	23	20
Crucigenia fenestrata	-	-	4	18	10	4
Tetrastrum staurogoniaeforme	+	+	+	+	-	-
(Tetrastrum apiculatum)	30	25	5	2	+	3
Actinastrum hantzschii	-	50	1	-	1	3
Scenedesmus falcatus	35	2 600	45	35	22	40
Scenedesmus smithii	1	1	2	-	-	-
Scenedesmus sps (section spinosi):	180	1 500	140	120	70	100
<u>Total Scenedesmus</u>	216	3 500	187	156	92	140
Pediastrum boryanum	1	3	+	+	+	5
Pediastrum duplex	0,5	+	1	+	-	+
Pediastrum tetras	0,8	3	-	-	1	5
Pediastrum biradiatum	-	-	-	-	+	+
Pediastrum elathratum	-	-	-	-	-	+
<u>Total Chlorococcales</u>	1 000	8 500	1 700	720	490	665
Nombre d'U. S. (Chlorococcales)	18	21	21	16	17	18
<u>ZYGOPHYCEES</u>						
<u>Desmidiacees</u>						
Closterium sp.	-	+	+	+	+	+
Staurastrum sp.	+	-	-	+	-	+

IV. NET PLANCTON densité / l

	S	N	N'	N''	W	4 - 16
<u>CYANOPHYCEES</u>						
Phormidium sp.	-	-	-	+	+	+
<u>DIATOMEES</u>						
Asterionella gracillima (nb de ♀):	900	27	+	-	150	57
Asterionella formosa						
(Diatoma elongatum) ?	-	-	400	2	216	86

BUS  
ELLE

	S	R	R'	R''	W	A - 16
<i>Surirella</i> sp.	10	35	25	-	-	-
<i>Cymatopleura elliptica</i>	2	2	5	-	-	-
<i>Cymatopleura soles</i>	0,2	5	-	-	-	-
<b>CHLOROCOCCALES</b>						
<i>Pediastrum duplex</i>	130	12	7	17	+	2
<i>Pediastrum boryanum</i>	27	2	10	-	1	7
<i>Pediastrum biradiatum</i>	-	-	-	-	2	10
<i>Pediastrum olathratum</i>	-	-	-	-	-	2
<b>ZYGOPHYCEES</b> <i>Desmidiaceae</i>						
<i>Closterium</i> sp.	-	14	10	3	45	5
<b>CILIES</b>						
Vorticellidae						
<i>Vorticella</i> sps	0	77	25	10	38	282
<i>Zoothamnion</i> sp. <i>Carchaeum polypinum</i>						
<i>Paramecium caudatum</i> (+ sps)	0	1174	472	2	2	128
<i>Amphileptus</i>						
Total CILIES	-	1250	500	12	40	410
<b>ROTIFERES</b>						
Formes contractées non déterminées	62	17	5			
<i>Rotifer Neptunia</i>	-	-	2	2	7	12
<i>Brachionus urceolaris</i>	-	12	-	-	-	-
<i>Brachionus angularis</i>	7	108	5	-	-	-
<i>Brachionus calyciflorus</i>	22	-	12	-	-	-
<i>Brachionus bakeri</i>	245	-	-	-	-	-
<i>Keratella quadrata</i>	7	+	-	-	-	-
<i>Keratella (cochlearis)</i>	260	50	17	-	-	-
<i>Polyarthra</i> sp.	182	2	-	-	-	-
<i>Asplanchna</i> sp.	5	2				
<i>Synchaeta</i> sp.	5	2	-	-	-	-
<i>Filinia</i> sp.	15	7	5	-	-	-
Total Rotifères	810	200	46	2	7	12
U. S. (Rotifères)	10	9	6	1	1	1
<b>CLADOCERES</b>						
Chydorinae	3	+	-	-	-	-
<i>Eosmina longirostris</i>	277	2	+	+	-	-
<b>COPEPODES Cycloptées</b>						
total Crustacés	318	7	+	+	-	-
U. S. Métazoaires :	13	12	8	2	1	1

JUN 1970

## I. RESULTATS COMMUNIQUEES PAR L'INSTITUT PASTEUR

	S	S'	H	H'	H''	W
D. B. O. mg/l d'O <sub>2</sub>	4	3	3	2,5	3	/
D. C. O. mg/l d'O <sub>2</sub>	10	22	16	10	22	/

## TOTAL PLANCTON densite/co

	S	S'	H	H'	H''	W
<b>BACTERIES</b> numérations directes	1 400 000	1 200 000	2 100 000	1 140 000	9 700 000	
<b>CILIES</b>						
(Pleuronema sps)	+	25	+	1	3	
Hastatella radians	-	-	-	+	11	
Oligotriches non déterminés	7	5	7	6	-	
Vorticellidae	-	-	+	+	3	
<b>FLAGELLES</b>						
Petites formes non déterminées 3 à 10 μ	300	3 000	4 000	2 000	7 700	
Flagellé pigmenté 100 μ espèce non déterminée	230	210	90	105	-	
<b>Euglenacées</b>						
Euglena oxyuris	-	0,5	+	1	35	
Euglena acus	-	-	+	+	1	
Euglena sp	-	-	-	-	1	
Phacus sp	-	-	+	1	-	
Phacus (longicauda)	-	-	-	2	-	
<b>Cryptomonadacées</b>						
	-	1	+	-	1	
<b>Dinobryonacées</b>						
Dinobryon sp.	-	+	+	1	-	
<b>Synuracées</b>						
Mallomonas sps	500	135	150	50	-	
<b>Chlamydomonadacées</b>						
Chlamydomonas sps	+	+	+	+	100	
<b>CYANOPHYCEES</b> (Chroococcus)	3 400	10 500	3 600	30 000	230 000	
<b>CHLOROCOCCALES</b>						
Tetraedron minimum	-	+	-	-	-	
Tetraedron minimum	-	+	+	-	-	
Tetraedron caudatum	+	+	+	2	-	
(Selenastrum)	+	+	+	+	-	
Chodatella sp	+	+	+	0,5	-	
Ankistrodesmus sps	+	+	+	-	-	
Ankistrodesmus foelstus	+	+	+	-	-	

BUS  
LOU

	S	S'	R	R'	W
Micractinium pusillum	+	1	+	+	15
Diatyosphaerium pilohellum	+	1	+	-	-
Coelastrum oestrucum	-	-	-	-	2
Coelastrum microporum	+	15	+	5,5	2
Tetrastrum stirogeniaeforme	+	1	+	3,5	-
Crucigenia rectangularis	+	+	+	-	-
Crucigenia tetrapedia	+	5	+	3,5	-
Actinastrum hantzschii	+	+	+	0,5	10
Scenedesmus falcatulus	+	+	+	-	-
Scenedesmus sps (total)	180	630	1 000	900	65
Pediastrum boryanum	1	3	3	10	2
Pediastrum duplex	1	6	4	12	1
Pediastrum tetes	1	2	2	1	-
Pediastrum biradiatum	-	-	-	1	+
Nombre d'unités systématiques Chlorococcales	17	19	18	13	8
<b>ZYGOPHYCEES</b>					
<u>Dennidiaceae</u>					
Closterium sps	-	-	-	-	20
<u>Zyreneataceae</u>					
Spirogyra sps	-	-	+++	++	++
<b>DIATOMÉES</b>					
Total Centropheidae (prédominance des Stephanodiscus).	40 000	30 000	9 000	600	4 400
Melosira sp	0,5	+	+	-	-
Total des Pennatophycidae	155	155	400	450	700
Navicula sps	0,5	+	55	35	+
Synedra sp	0,5	+	7,5	215	116
Pinnularia sps	0,5	+	+	-	-
Asterionella formosa	+	+	+	+	65
Algues Nombre total des unités systématiques : diatomées exceptées	21	26	29	25	26

**NET PLANCTON** *donnée / l*

( ) - cadavres  
I + I - espèces présentes dans les échantillons qualitatifs.  
+ - espèces faiblement représentées.

	S	S'	R	R'	W
<b>ALGUES</b>					
<u>Chlorococcales coenocitales</u>					
Pediastrum boryanum	6	16	28	86	46
Pediastrum duplex	4	16	39	78	20
Pediastrum biradiatum	-	-	-	1	5
total Pediastrum	10	32	67	165	67

	S	S'	H	H'	H''	W
<b>ZYGOPHYCEES</b>						
<u>Desmidiacees</u>						
Closterium sp.	-	-	3	4	7	1
<b>CILIES</b>						
Stentor roeseli						
Stentor coerules	-	-	-	-	-	8
Vorticella						
Zoothamnion	-	-	-	1	-	138
Carchesium polyplum						
Paramecium	1	+	+	1	+	184
<b>ROTIFERES</b>						
Formes contractées non déterminables	295	18	28	51	60	14
Rotifer neptunia	-	-	1	4	-	12
Rotifer sp.	-	-	-	-	2	30
Brachionus calyciflorus var Doreas	8	4	4	5	100	-
Brachionus calyciflorus forma amphiceros	3	+	1	6	6	205
(Brachionus angularis)	14	-	11	20	40	126
Brachionus quadridentatus	-	-	-	2	2	-
Brachionus leydigi	-	-	-	-	2	-
Brachionus rubens	-	-	-	1	6	4
Keratella (cochlearis)	177	-	-	-	-	-
Keratella (quadrata var. curvicornis)	16	-	8	38	-	-
Keratella quadrata	11	-	21	38	153	14
Filinia sp.	-	-	-	8	76	(16)
Filinia (cornuta)						
Notholca sp.	-	-	-	-	2	1
Euchlanis (dilatata)	5	1	6	6	8	12
(Leucane)	-	-	-	1	-	-
Asplanchna priodonta	1	+	-	-	-	-
Asplanchna sp.	907	82	173	43	-	-
Synchaeta sp.	11	-	3	8	-	-
Polyarthra vulgaris	3 268	76	307	29	361	6
total Rotifères	4 716	181	552	260	807	421
nb d'unités systématiques (rotifères)	12	7	11	14	11	9
<b>COPEPODES</b>						
Cyclopidae	21	104	78	112	227	40
<b>CLADOCERES</b>						
Alona sp.	-	-	I + I:			
Chydorus sphaericus	I + I:	12	2	2	1	12
Macrothricidae	-	-	-	-	1	I + I
Bosmina longirostris	219	83	41	78	45	50
Moina rectirostris	-	-	-	I + I:	I + I:	-

	S	S'	H	H'	H''	W
Total Cladocères	219	100	43	80	147	62
<b>TARDIGRADES</b>	-	I + I	I + I	I + I	I + I	-
Nombre d'unités systématiques : Rotifères Cladocères et Copépodes.	15	10	15	18	16	13

**IV. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN**

	S	S'	H	H'	H''	W	
Température	S	17	20	21	21	21	
	Fond	15,5	18,5	20	20	20,5	20
Turbidité		15	10	11	10	5	30
		15	35	8	5	10	35
O <sub>2</sub>		9,55	9,45	9,65	8,30	7,20	1,30
		4,75	9,85	9,45	8,30	7,80	1,75
Valeur à saturation		9,7	9,2	9,0	9,0	9,0	9,0
		10,1	9,45	9,2	9,2	9,1	9,2
% de saturation		98,4	102,7	107,2	92,2	80	14,4
		47	104,2	102,7	90,2	85,7	19
pH		7,8	7,8	8	8	8	7,85
		7,8	7,8	7,9	8	7,5	7,9

**V. DOSAGES COLORIMETRIQUES**

	Concentration en mg/l					
	S	S'	H	H'	H''	W
Nitrates en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,94	55,0	6,42	6,34	5,10	3,90
Nitrites en NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,05	0,05	0,14	0,16	0,28	0,56
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	95	110	100	100	110	100
Phosphate en PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (Méta + Ortho)	-	-	-	0,3	0,1	0,1

**VI. DOSAGES VOLUMETRIQUES**

	S	S'	H	H'	H''	W
Dureté totale en CO <sub>2</sub> Ca (interférence possible des ions de différents métaux, des colloïdes, des polyphosphates.)	239	214	205	200	207	227
Dureté calcique en CO <sub>2</sub> Ca	206	178	175	168	171	175
Dureté magnésienne en CO <sub>2</sub> Ca (valeurs déduites des précédentes).	33	136	170	32	36	52
Alcalinité à la phénolphtaléine en CO <sub>2</sub> Ca	0	0	0	0	0	0
T. A. C. en CO <sub>2</sub> Ca = alcalinité due aux bicarbonates	140	150	146	151	159	166



+ = Organismes rencontrés uniquement dans les échantillons qualitatifs.

++ = Organismes plus largement représentés mais trop peu abondants pour être dénombrés.

I. TOTAL PLANCTON *densité / cc*

	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 19
<b>FLAGELLES</b>				
Petites formes généralement incolores.	30 000	32 000	40 000	17 000
Euglena sp.	-	20	+	3
Volvocacées				
Pandorina sp.	+	2	-	-
<b>DIATOMÉES</b>				
Centrophycidae (prédominance de Stephanodiscus et Cyclotella).				
	3	450	30	45
Melosira	+	+	+	-
Pennatophycidae (Total)				
	76	260	32	95
Diatoma (hyemale)	+	+	-	-
Cocconeis placentula	+	+	-	-
Amphora (ovalis)	+	+	-	-
Navicula sps	+	-	-	-
Rhoicophenia sp.	+	+	+	+
Gyrosigma sp.	+	+	-	+
Nitzschia sp.	+	-	-	++
Surirella sp.	++	++	-	-
Surirella spiralis	+	-	-	-
Cymatopleura solea	++	-	-	-
Cymatopleura elliptica	++	++	+	+
Campylodiscus	+	+	-	+
total diatomées	79	710	62	140
<b>CHLOROCOCCALES</b>				
(?) Tetradron, ou cellules isolées de Scenedesmus.	-	20	2	-
Ankistrodesmus falcatus + sp.	1 500	80	+	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	10	2	-
Tetrastrum staurogeniaeforme	+	30	4	+

BUS  
VILLE

	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 19
Tetrastrum arboletum	-	10	-	-
Scenedesmus falcatus	+	+	6	-
Scenedesmus sps (section spinosi)	1	80	1	15
Actinastrum hantzschii	-	-	2	-
Coelastrum sp.	2	-	-	-
Total (Chlorococcales)	1 500	250	17	15

**↓ . NET PLANCTON densité / l**

	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 19
<b>CYANOPHYCEES</b>				
(Phormidium)	35	42	20	19
<b>DIATOMEES</b> formes à grands frustules.				
Gyrosigma sp.	-	-	-	10
Nitzschia sp.				
Surirella spiralis + sps.	44	18	-	-
Cymatopleura elliptica	45	16	+	1
Campylodiscus sp.	1	1	-	1
<b>CHLOROCOCCALES</b>				
Pediastrum boryanum	-	1	1	-
Pediastrum duplex	-	-	-	1
<b>ZYGOPHYCEES</b>				
<u>Desmidiacées</u>				
Closterium sp.	4	-	42	-
<u>Zygnematacées</u>				
Spirogyra sps (nb de filaments)	-	8	14	-
<b>CILIES</b>				
Vorticellidae				
Vorticella (campanula), V. sps	84	360	592	248
Carchesium polypinum, Zoothamnion sp.				
Amphileptidae	2	6	2	9
Paramecidae				
Total Ciliés	86	366	594	257
<b>THECAMOEBIENS</b>				
Arcella sp.	+	+	+	6
<b>ROTIFERES</b>				
Formes contractées non déterminées	11	10	4	6



	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 19
Rotifer sp.	-	7	-	1
Rotifer neptunia	-	-	10	6
Brachionus urceolaria	-	18	8	14
Keratella (cochlearis)	-	1	4	-
Asplanohna priodonta	-	1	-	-
(Cephalodella)	-	-	2	-
total Rotifères :	11	37	28	27
<b><u>ANNELIDES</u></b>				
Chaetogaster sp.	-	-	-	4
<b><u>CLADOCERES</u></b>				
Alona rectangula + A. sp.	1	4	-	-
Leydigia leydigi	+	+		
Daphnia (hyalina)	+			
<b><u>COPEPODES</u></b>				
Cyclopidae	2	-	4	-
Harpacticidae	+	2	-	-
Calanoidae	+	+		

## II MESURES PHYSICOCHIMIQUES

pH	7,45	7,15	7,2	7,1
Température de l'eau	5°	5°	4,5	3,5
O <sub>2</sub> dissous en ppm	11,60	9,05	8,75	4,55
Valeur de l'O <sub>2</sub> dissous à saturation	12,8	12,8	11,75	13,3
O <sub>2</sub> en % de saturation	90,6	70,7	74,5	34,2



RESULTATS DES MESURES PHYSICOCHIMIQUES  
COMMUNIQUEES  
PAR L'AGENCE DE BASSIN ARTOIS PICARDIE  
ANNEE 1969

	5 - 1			5 - 15			5 - 16			5 - 19		
	17/3 1969	20/6 1969	31/10 1969	17/3 1969	20/6 1969	30/10 1969	17/3 1969	20/6 1969	30/10 1969	17/3 1969	20/6 1969	30/10 1969
Température de l'eau	8	13	9,5	5,15	7	17	11,5	7	18	12	8,5	21,13
pH à 20° C	7,4	8,0	8,1	7,7	7,9	7,9	7,5	7,7	7,7	7,3	7,6	7,8
Opalescence	10	>25	>25	7	6,5	14	7	5	5	4	6	4
Matières en suspension	120	12	10	117	170	35	117	181	97	302	75	107
Matières décentables				0,4	0,5	0,1	0,5	0,5	0,4	1	0,4	0,4
O <sub>2</sub> dissous	11,5	9,4	12,1	7,9	9,1	6,4	8,2	7,8	1,9	4,7	1,3	2,5
O <sub>2</sub> en % de saturation	97,6	89,7	92,1	62,8	93,1	57,5	65,5	81,8	17,5	40,6	14,2	23,8
EP <sub>5</sub>	4	3	2	4,5	8,5	3	8,5	20	30	10	35	30
DCO	8	10	6	16	38	18	46	90	92	72	102	148
Oxydabilité à froid	2,2	1,6	1,4	5,8	7	3	7	16	14,5	15	15	20
Nitrates en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15	15	16	21	17	24	23	14	13	18	Traces	0
Nitrites en NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,2	0,1	0,2	1,2	1	0,8	0,7	1	1,4	2	0	0,1
Ammoniaque en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	0	0,4	6,5	4,2	6	3,8	2,3	4,5	4,3	7,9	16
Azote Minéral total	3,7	24,5	4,0	10,1	7,4	10,3	8,4	5,3	6,8	8,0	6,1	12,5
Chlorures en Cl <sup>-</sup>	16	18	16	42	110	42	52	109	94	56	98	134
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	15	12	64	65	56	52	85	65	65	104	119	127
Phosphates en PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	0,5	0	1	<0,5	0	1	0,5	0	1	1	1,5	2,5
Calcium en Ca <sup>++</sup>				126	110	116	131	109	116	117	137	123
Magnésium en Mg <sup>++</sup>				11	11	9	18	13	8	17	7	20
Sodium en Na <sup>+</sup>				35	34	33	36	48	77	36	90	127
Potassium en K <sup>+</sup>				5	7	6	7	8	7	11	13	17
Dureté	30,4	28,8	30	36	32,2	32,8	40,2	32,6	32,4	36,2	37	39
T. A. C.	27,8	26,4	27,8	29,4	27,6	29,2	29,8	28	31,2	25,8	32,8	38,6
Fer en Fe <sup>++</sup>	0,7	0,4	0,2	0,6	1,3	0,3	0,5	0,9	0,4	1,5	1,0	1,1
Cyanures			<0,01			0,02			0,01	0,02	0,01	0,02
Fluor			0,2			0,6			0,7	0,6	0,5	0,5
Phénols	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,04	0,05	0,04	0,07

## NET PLANCTON densité / l

	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
<b>BACTERIES</b>							
Macrocolonies de Zoogles	0	0	0	6	8	112	0
<b>CILIES</b>							
Vorticellidae Vorticella, Carchesium polypinum, Zoothamnion	226	400	250	266	80	1 140	420
Paramecium caudatum + sps, Colpidium sps	6	36	30	42	2	0	8
<u>Total Ciliés :</u>	232	436	280	308	82	1 140	428
<b>DIATOMÉES</b>							
(formes à frustules de grande taille):							
Cymatopleura solea + sps	6	-	6	4	8	-	-
Campilodiscus sp.	6	-	-	-	-	-	-
Surirella sp.	14	-	-	-	-	-	-
<u>Total Diatomées</u>	26	-	6	4	8	-	-
<b>DESMIDIÉES</b>							
Closterium sp.	+	1	+	2	-	-	-
<b>CHLOROCOCCALES</b>							
Pediastrum biradiatum	-	+	+	2	-	-	-
Pediastrum duplex	-	+	+	4	+	2	-
<b>ROTIFERES</b>							
Formes contractées non déterminées	8	6	10	18	6	8	14
Rotifer sp.	-	6	2	-	8	8	10
Brachionus angularis + sps	-	2	2	4	4	4	6
Keratella (cochlearis)	-	-	4	-	-	-	-
Keratella quadrata	-	2	+	-	-	-	-
Notholca sp.	-	1	-	-	-	-	-
Syncheeta sp.	-	-	-	2	-	-	-
Asplanchna sp.	-	-	+	+	4	-	-

	5-1	5-15	5-16	5-17	5-18	5-19	5-20
<i>Filinia</i> sp.	-	-	+	2	2	-	-
( <i>Cephalodella</i> sp.)	2	1	2	2	-	-	-
<u>Total Rotifères</u>	10	18	20	28	24	20	30
<b><u>COPEPODES</u></b>							
Cyclopidae	4	4	6	2	2	8	4
Calanoidae	+	2	+	-	-	-	-
<b><u>CLADOCERES</u></b>							
<i>Bosmina longirostris</i>	-	2	+	-	-	-	-

### II MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

	5-1	5-15	5-16	5-17	5-18	5-19	5-20	
Température	6,5	5	4	4	3	4	4	
Concentration en O <sub>2</sub> dissous	11,9	10,2	10,3	9,9	7,4	6,6	6,8	
Valeur à saturation	12,35	12,8	13,1	13,1	13,5	13,1	13,1	
O <sub>2</sub> : % de saturation	96,3	76,6	78,6	75,5	54,8	50,3	51,9	
pH	7,8	7,7	7,7	7,6	8,4	7,3	7,3	
Couleur	0	10	30	20	20	20	20	
Turbidité :	échantillon total	75	50	70	70	90	80	-
	échantillon filtré	5	15	7	10	10	10	-

### III DOSAGES VOLUMETRIQUES

	Concentration exprimée en mg/l						
T. A. C. en CO <sub>3</sub> Ca	110	160	165	165	165	170	-
<u>Dureté totale</u> en CO <sub>3</sub> Ca	130	235	270	290	250	280	-
<u>Dureté calcique</u> en CO <sub>3</sub> Ca	110	119	210	225	200	210	-



**RESULTATS DES MESURES PHYSICOCHIMIQUES**  
**COMMUNIQUEES**  
**PAR L'AGENCE DE BASSIN ARTOIS PICARDIE**

*Canal de la Lys Mars 1970*

	5 - 1	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
Matières en suspension	158	179	136	122	317	311	292
Matières décantables		0,5	0,4	0,5	1	1	1
DBO <sub>5</sub>	4	5,5	12	6	10	14	13
DCO	19	30	45	40	78	82	82
Oxydabilité à froid	3,6	5,4	7,4	5,6	12	12,2	12,4
Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11	18	15	16	24	26	25
Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,1	0,5	2,8	2,8	0,3	0,6	0,5
Ammoniaque NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,4	2,3	1,4	1,4	2,3	3,1	2,9
Azote minéral total	2,8	6,0	5,4	5,6	7,3	8,5	8,1
Chlorure Cl <sup>-</sup>	16	36	44	46	42	56	56
Sulfate en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	15	72	100	108	115	114	117
Phosphates en PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	< 0,5	< 0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcium en Ca <sup>++</sup>		108	106	107	97	93	98
Magnésium en Mg <sup>++</sup>		19	28	23	24	32	29
Sodium en Na <sup>+</sup>		24	28	30	29	41	41
Potassium en K <sup>+</sup>		5	5	6	13	9	9
Fer en Fe <sup>++</sup>	0,8	0,9	0,5	0,9	1,3	2	1,6
Cyanures						0,01	
Fluor						0,3	0,3
Phénols	< 0,01	< 0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,05

BUS  
LILLE

N. B. ( ) Cadavres.

1+1 Colonie ou cellule en mauvais état ou coenobes mal formés.

Ø Très belle colonie. Vraisemblablement en excellent état du point de vue physiologique et en phase de multiplication active.

- Espèces présentes en quantité trop faible pour être dénombrées.

## TOTAL PLANCTON densité / cc

	5 - 1	5 - 01	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
<b>CILIES</b>								
Holotriches	0,03	-	-	+	+	+	+	-
Oligotriches	-	0,5	0,6	0,2	1,2	-	-	-
Urceolaires	0,04	4	0,3	+	0,2	3	1	1
Vorticellidae								
<b>FLAGELLES</b>								
Petites formes généralement incolores	90	80	80	300	300	3 000	6 000	9 400
<b>Euglenacées</b>								
Euglena sp.	0,14	0,1	0,1	0,1	1,3	120	47	80
Euglena acus	-	-	-	-	-	+	+	3
Euglena oxyuris	-	-	1	1	0,3	1	-	-
Phacus sp	-	-	-	-	0,3	+	1	-
Total Euglenacées	0,14	0,1	1,1	1,1	1,6	121	47	83
<b>Chlamydomonadacées</b>								
Chlamydomonas	+	+	+	+	1 600	100	+	+
Chlorogonium sp	+	+	0,1	0,1	0,1	0,1	+	-
<b>Synuracées</b>								
Mallomonas sp.	+	+	+	-	-	+	-	-
<b>CYANOPHYCEES</b>								
Chroococcus (?)	250	5 000	5 000	11 000	17 000	30 000	40 000	80 000
<b>CHLOROCOCCALES</b>								
Tetraedron caudatum	+	+	+	+	-	-	-	-
Tetraedron muticum	+	+	+	-	-	-	-	-
Tetraedron minimum	+	+	+	-	-	-	-	-
(Kirchneriella, Selenastrum) (?)	+	+	++	++	++	+	+	+
Ankistrodesmus sp	-	+	+	+	+	+	+	-
Microctinium pusillum	+	6	14	0,4	62	110 1+1	85 1+1	75 1+1
Dictyosphaeriacees	+	+	+	+	+	+	0,5	+
Coelastrum microporum	+	+	+	+	0,2	+	+	15
Crucigenia rectangularis	+	+	+	-	-	-	-	-
Crucigenia tetrapedia	+	+	+	-	-	-	-	-
Crucigenia quadrata	+	+	+	-	-	-	-	-
Crucigenia fenestrata	+	+	+	-	-	-	-	-

	5 - 1	5 - 01	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
Scenedesmus sp. (total)	+	30	30	100	50	80	40	30
Actinastrum hantzschii								
Pediastrum boryanum	+	+	0,1	-	+	+ 1+	+ 1+	+ 1+
Pediastrum duplex								
Pediastrum tetras	-	+	+	+	+	0,1	-	-
Pediastrum biradiatum	-	-	-	-	+	0,1	-	1+
Nombre d'Unités Systématiques (chlorococcales)	13	15	15	8	9	9	7	7
<b>ZYGOPHYCEES</b>								
<u>Desmidiacées</u>								
Closterium sp.	-	4	-	-	+	+	5	1+
<u>Zygnematacées</u>								
Spirogyra sp.	+	+++	+	+	+++	-	-	-
<b>DIATOMEES</b>								
<u>Centrophycidées</u> : total								
(Stephanodiscus prédominants)	45	+	+	100	100	150	+ 1+	1+
<u>Pennatophycidées</u> : total								
	130	80	170	500	250	250	100	100
Gyrosigma sp.	+	+	0,1	-	-	-	-	-
Cymatopleura soles	0,2	+	0,2	+	-	-	-	-
Cymatopleura elliptica	0,01	+	0,1	-	-	-	-	-
total diatomées :	175	80	170	600	350	400	100	100

**II - NET PLANCTON** densité / l

<b>ALGUES</b>								
<u>Cyanophycées</u> (Phormidium)	10	-	-	-	8	4	-	3
<u>Chlorococcales coenobiales</u>								
Pediastrum boryanum	-	-	-	-	2	1 1+	1 1+	1 1+
Pediastrum duplex	7	11	33	30	32	7	15	2
Pediastrum biradiatum	-	-	-	-	-	-	-	? (1)
Pediastrum clostratum	-	-	-	-	-	-	-	? (1)
<u>Desmidiées</u>								
Closterium sp.	4	-	-	6	6	31	-	2
<u>Diatomées</u>								
(formes à frustules de grande taille)								
Surirella ovalis	1	-	-	-	-	-	-	-
Campylodiscus sp.	2	-	-	-	-	-	-	-
Cymatopleura soles	7							
Cymatopleura elliptica	1	-	-	-	-	-	-	-
<b>BACTERIES</b>								
Colonies de Zoogloea	-	-	1	30	3	-	14	5
<b>CHIES</b>								
Carchesium polypinum								
Vorticella sp.								
Zoothamnium sp.		37	85	54	19	357	69	133
Epistylis sp.								

<i>Paramecium</i> sps.	-	-	-	10	2	4	1	-
Total Ciliés	6	37	85	64	21	361	70	133
<b>ROTIFERES</b>								
Formes contractées non déterminées	3	3	11	18	-	9	4	7
<i>Rotifer neptunia</i>	-	-	-	-	6	51	39	3
<i>Rotifer</i> sp.	-	-	-	10	19	14	-	(+)
<i>Brachionus calyciflorus</i> var <i>Doreas</i>	-	2	-	8	-	-	-	-
<i>Brachionus calyciflorus</i> forma <i>amphiceros</i>	-	-	54	76	62	2	2	-
<i>Brachionus calyciflorus</i> var <i>amphiceros</i>	-	41	4	-	1	-	-	-
<i>Brachionus calyciflorus</i> (total)	-	43	58	84	63	2	2	-
<i>Brachionus angularis</i>	-	2	5	2	12	15	3 (2)	-
<i>Brachionus quadridentatus</i>	-	-	-	4	2	-	-	-
<i>Brachionus leydigi</i>	-	2	3	-	-	-	-	-
<i>Brachionus rubens</i>	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Keratella quadrata</i>	1	-	1	6				
<i>Keratella</i> ( <i>cochlearis</i> )	-	7	6	6	3	2	(1)	-
<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	-	2	-	-	-	-
( <i>Leucane</i> )	-	2	1	-	1	-	-	-
<i>Asplanchna</i> sp.	-	25	43	14	28	5 + (10)	(4)	-
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-	19	84	24	20	6	(2)	(1)
<i>Filinia major</i>	-	80	143	64	37	23	-	-
<i>Filinia cornuta</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
Total Rotifères	4	184	358	234	191	127	48	12
<b>COPEPODES</b>								
Cyclopidée	1	14	38	30	23	4	1	-
<b>CLADOCERES</b>								
<i>Moina macrocopa</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Moina rectirostris</i>	-	3	21	10	17	+	(2)	-
<i>Daphnia pulex</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Daphnia magna</i>	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (- <i>Cops</i> )	-	-	-	2	+	-	-	-
Total Cladocères	-	3	21	12	17	-	1	-
<b>METAZOAIPES</b>								
Nombre d'unités systématiques	3	13	14	17	16	11	6 + (4)	2 + (2)

### III. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

	5 - 1	5 - 01	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
Température	14,5	20	20	20,5	21	21,5	23	22
Turbidité								
- 0,20 m	5	40	45	75	50	45	190	95
- 250 m	5	50	50	85	110	60	135	100
Couleur								
	20	150	120	150	160	140	250	260
	20	150	130	190	320	180	270	265
pH	7,8	7,3	7,7	7,4	7,4	7,5	7,4	7,2
O <sub>2</sub> dissous en ppm								
	9,50	5,60	9,75	3,30	2,60	1,60	0	0,1
	9,50	5,60	9,75	3,30	2,45	1,60	0	0
Valeur à saturation	10,3	9,2	9,2	9,1	9,0	8,9	8,7	8,8
% de saturation								
	92,2	60,8	105,9	36,2	28,8	17,9	0	1,1
	92,2	60,8	105,9	36,2	27,2	17,9	0	0
SH <sub>2</sub> en ppm								
	0	0	0	0	0	0	0,5	0
	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3

### IV. RESULTATS COMMUNIQUEES PAR L'INSTITUT PASTEUR

	5 - 1	5 - 01	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
Colonies à 37° C / cc	5 800	-	54 000	760 000	128 000	11 700 000	9 600 000	-
Colonies à 20° C / cc	16 800	-	79 000	1 140 000	231 000	13 400 000	12 200 000	-
Coliformes / l	10 000	-	-	-	-	-	-	-
Escherichia coli / l	10 000	-	-	-	-	-	-	-
Streptocoques fécaux / l	10	-	-	-	-	-	-	-



## CANAL DE LA LYS

## RESULTATS DES MESURES PHYSICOCHIMIQUES

## COMMUNIQUEES

## PAR L'AGENCE DE BASSIN ARTOIS PICARDIE

CAMPAGNE DE PRELEVEMENT DU 15 - 6 - 1970

	5 - 1	5 - 01	5 - 15	5 - 16	5 - 17	5 - 18	5 - 19	5 - 20
Température de l'eau	13		20	20	20	22	23	23
pH à 20°	7,8		7,7	7,4	7,4	7,5	7,4	7,2
Opalescence	25		10	5	9	2	3,5	2,5
Matières en suspension	24		45	67	39	14	26	33
Matières décantables			0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,5
DEO <sub>2</sub>	2,5		4	23	4	8	18	23
DEO <sub>5</sub>	3		6	28	7	15	25	32
DCO	7		22	65	28	52	84	92
Oxydabilité à froid	1,6		5,2	14	5,2	5,6	9,6	7,8
Nitrates en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15		21	18	18	0	0	0
Nitrites en NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,3		2	2,1	1,9	3,7	0	0
Ammoniac en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0		7	6,1	5,6	5,2	6,5	6,1
Azote minéral total	3,4		10,8	9,5	9	5,2	5,1	4,7
Chlorures en Cl <sup>-</sup>	18	46	52	58	58	72	80	92
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	12		77	79	75	75	92	83
Phosphates en PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	< 0,5		4,5	4,5	3,5	1,5	1,5	1,5
Calcium en Ca <sup>++</sup>			97	96	94	91	90	88
Magnésium en Mg <sup>++</sup>			23	27	30	24	29	43
Sodium en Na <sup>+</sup>			35	42	41	53	66	61
Potassium en K <sup>+</sup>			6	7	6	8	9	10
Dureté			33,8	35,2	36,2	32,8	34,6	39,8
T. A. C.			27,2	27	27,6	29	30,6	31
Fer en Fe <sup>++</sup>			0,4	0,1	0,3	0,2	0,6	0,8
Cyanures							< 0,01	
Fluor							0,2	0,3
Phénols			< 0,01	0,02	< 0,01	0,01	0,02	0,04

BUS  
LILLE

## CANAL DE LA DEULE

JUN 1970

## I. RESULTATS COMMUNIQUEES PAR L'INSTITUT PASTEUR

	8 - 11	8 - 12	8 - 13	8 - 14	8 - 15	8 - 17	8 - 18	8 - 19
Colonies à 27° C / cc	15 200 000	1 290 000	1 090 000	1 860 000	640 000	770 000	16 000 000	32 000
Colonies à 20° C / cc	17 800 000	8 200 000	3 900 000	2 950 000	2 080 000	19 400 000	16 400 000	3 400 000

## II. TOTAL PLANCTON densité / cc

<b>BACTERIES</b>									
numérations directes		2 500 000	1 500 000	12 500 000	4 400 000	9 000 000	5 300 000	17 000 000	34 000 000
<b>FLAGELLES</b>									
Petites formes généralement incolores		8 700	23 500	13 000	2 500	52 000	7 500	5 600	1 400
Euglenacées									
Euglena sp.		4	18	70	40	60	25	10	75
Euglena acus		-	-	-	4	-	-	-	-
Phacus sp.		+	+	+	-	-	-	-	-
Cryptomonadacées									
Cryptomonas sp.		-	+	-	-	-	-	-	-
Chlamydomonadacées (chlorococcum)									
Chlamydomonas sp.		+	112	24	210	+	+	+	470
Carteria sp.		-	-	340	1 700	400	500	1 250	2 700
<b>CYANOPHYCEES</b>									
(Chroococcus)		20 000	17 000	95 000	160 000	110 000	63 000	200 000	260 000
<b>CHLOROCOCCALES</b>									
Tetraedron caudatum		+	+	-	-	-	-	-	-
(Selenastrum)		-	+	-	-	+	-	-	-
Ankistrodesmus sp.		150	400	+	+	810	40	-	-
Chodatella sp.		+	+	+	-	-	-	-	-
Micractinium pusillum		5	+	800	-	400	30	200	420
Dictyosphaerium pulchellum		1	+	+	-	+	-	-	-
Coelastrum microcorum		1	6	-	-	-	-	-	-
Crucigenia tetrapedia		0,5	+	+	-	+	-	-	-
Tetrastrum aturogeniseforme		-	-	-	-	+	-	-	-
Tetrastrum heteracanthum		+	-	-	-	-	-	-	-
Tetrastrum rectangularis		+	+	+	-	+	-	-	-
Scopedesmus sp.		60	40	90	+	450	35	120	270
Pediastrum borvanum		2	+	0,3	-	+	+	+	+
Pediastrum duplex		+	+	0,2	-	+	+	+	+
Pediastrum tetras		0,5	1						
Pediastrum viridiatum		0,4	1	0,5	-	+	+	+	+
<b>total Chlorococcales</b>		220	448	890	-	1 670	105	320	690
Nombre d'unités par 100 ml de Chlorococcales		15	15	10	2	11	6	5	6

BUS  
LILLE

	4 - 11	4 - 12	4 - 13	4 - 14	4 - 15	4 - 17	4 - 18	4 - 19
<b>ALGUES PLANCTONIQUES :</b>								
Ulotrichophytes, Zygnemataceae...	-	+	+	-	+	+	+++	-
<b>ZYGOPHYCEES</b>								
<u>Resplandiers</u>								
Closterium sp.	240	+	70	-	22	5	8	13
Staurostrum sp.	-	-	+	-	-	-	-	-
<b>DIATOMÉES</b>								
Centrophycidées : (principalement : Stephanodiscus).	900	1 700	800	50	16	20	300	+
Pennatophycidées (total)	1 000	500	600	100	400	300	200	200
(Diatome asterionelloïdes)	570	46	80	-	220	100	36	50
Asterionella formosa	144	+	16	-	+	30	-	-
Synedra sps	200	70	76	-	+	130	8	75
Navicula sps	-	24	20	-	110	-	6	20
Nitzschia sp.	+	+	+	-	+	20	6	-
Total Diatomées :	1 900	2 280	1 400	130	420	320	500	200
Nombre total d'unités systématiques : (diatomées exceptées).	21	23	19	7	18	13	12	13

**III. NET PLANCTON** *densité / l*

I+I = organismes rencontrés de façon très sporadique.  
 + = organismes faiblement représentés.  
 ( ) = organismes en mauvais état, cadavres ou dans le cas de coenobes, malformations de la colonie.

	4 - 11	4 - 12	4 - 13	4 - 14	4 - 15	4 - 17	4 - 18	4 - 19
<b>ALGUES</b>								
<u>Dennaldées</u>								
Closterium sp.	I + I			I + I				
<u>Chlorococcales coenobiales :</u>								
Pediastrum boryanum	45	29	50	I + I	8	9	4	(4)
Pediastrum duplex	17	13	14	-	2	3	4	(2)
Pediastrum biradiatum	47	53	54	-	5	7	14	(1)
Total Pediastrum :	109	95	118	0	15	19	22	(7)
<u>Cyanophytes</u>								
Phormidium sps	+	+	+	8	+	3	6	-
<b>BACTERIES</b>								
Zoogloes (macrocolonies)	-	-	-	32	I + I	9	28	14
<b>CILIES</b>								
Formes non déterminées	95	74	812	144	105	179	1	-
Frontonia sp	-	-	-	-	I + I	-	-	-
Paramecium sps	+	11	31	-	5	-	-	-
Carchesium polypinus Zoothamnion sp Vorticella sps	+	11	31	-	5	-	-	(4)
Stentor roeseli	3	-	-	-	-	-	-	-
Stentor coerulesus								
Spirostomum ambiguum	I + I	-	-	-	-	-	-	-
total Ciliés :	188	121	144	272	256	190	261	(4)
<b>ROTIFERES</b>								
Formes contractées non déterminées	4	4	7	3	-	1	-	-
Rotaria neptunia	99	56	74	64	3	44	(22) ?	(10) ?
Brachionus anularis	+	2	1	-	-	-	-	-



	4 - 11	4 - 12	4 - 13	4 - 14	4 - 15	4 - 17	4 - 18	4 - 19
<i>Brachionus calyciflorus</i>	2	-	4	-	-	-	-	-
<i>Keratella (cochlearis)</i>	1	-	I + I	-	-	-	-	-
<i>Keratella quadreta</i>	+	+	1	-	-	-	-(1)	-
(Leucane)	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Asplanchna</i> sp.	3	+	6	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Polyarthra vulgaris</i>	1	+	2	-	-	-	-	-
<i>Filinia</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Filinia (maior)</i>	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Philodinia</i> sp.	-	-	-	I + I	-	-	-	-
total Rotifères :	112	69	98	67	3	48	(22) ?	(10) ?
Unités systématiques Rotifères	10	7	11	3	1	2	2 (?)	1 (?)
<b>COPEPODES</b>	3	+	1	-	-	-	-	-
<b>CLADOCERES</b>								
<i>Bosmina longirostris</i>	-	I + I	-	-	-	-	-	-

#### IV. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

	4 - 11	4 - 12	4 - 13	4 - 14	4 - 15	4 - 17	4 - 18	4 - 19
Température	21,5	22,5	22	22	23	24,5	24	24,5
Turbidité								
- 0,20 m	45	35	85	60	72	110	175	160
- 2,50 m	50	160	85	170	80	240	260	230
Couleur								
	30	340	190	160	180	230	450	460
	45	400	210	330	210	370	680	640
pH	7,3	7,3	7,3	7,1	7,4	7,4	7,3	7,3
O <sub>2</sub> dissous								
	2	0,8	1,30	0,50	1,60	0,50		
	1,1	0	0	0	0	0	0	0
% de saturation								
	22,4	9,1	14,7	5,6	18,3	5,9	0	0
	12,3	0	0	0	0	-	0	0
SH <sub>2</sub> en ppm								
	0	0	0	0	0	0	2	5
	0	0	0	0	0	0	> 5	15

BUS  
VILLE

## CANAL DE LA DEULE

RESULTATS DES MESURES PHYSICOCHIMIQUES  
COMMUNIQUEES

PAR L'AGENCE DE BASSIN ARTOIS PICARDIE

CAMPAGNE DE PRELEVEMENT DU 10 - 6 - 1970

	4-11	4-12	4-13	4-14	4-15	4-16	4-17	4-18	4-19
T°	20	20	20	19	21	20	22	24	24
pH	7,3	7,3	7,3	7,1	7,4	7,7	7,4	7,3	7,3
Opalescence	6	3	4	4,5	13	8	3	3,5	2
Matières en suspension	45	101	73	34	14	14	96	29	32
Matières décaatables	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	< 0,1	0,4	0,5	0,5
O <sub>2</sub> dissous mg/l	1,7	0,9	1,0	0,5	1,0	10,4	0,6	0,8	0,4
% Saturat. en O <sub>2</sub>	19,0	9,5	10,5	5,7	11,1	114,3	7,2	9,5	4,8
DPO <sub>2</sub>	8	5	5	77	6,5	2	12	32	40
DPO <sub>5</sub>	11	15	13	90	21	4	34	45	55
DCO	50	134	96	172	44	18	76	116	125
Oxydabilité à froid	8,6	12,5	12	11	9,2	2,6	11	18	16
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14	7	12	18	0	33	0	0	0
Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,4	3,7	3,7	8,4	5	0,5	6	0	0
Ammoniaque NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,1	1,8	4,5	12,5	4	0,4	3,4	8,5	7,9
Azote minéral total	4,4	4,1	7,3	10,1	4,6	7,9	4,5	6,6	6,1
Chlorures en Cl <sup>-</sup>	22	40	72	190	68	54	74	96	106
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	50	73	101	175	96	101	100	170	144
Phosphates en PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,5	2
Calcium Ca <sup>++</sup>	87	87	86	95	89	135	85	85	91
Magnésium Mg <sup>++</sup>	20	27	38	59	37	26	27	50	51
Sodium Na <sup>+</sup>	22	33	54	168	54	33	85	91	87
Potassium K <sup>+</sup>	5	6	7	9	8	11	9	11	12
Dureté	29,8	33	37,2	48,2	37,4	44,4	32,4	41,6	43,8
T. A. C.	27	26,8	27,6	39,4	28,4	31	29,6	34	33
Fer Fe <sup>++</sup>	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,4	0,9	1,3
Cyanures			0,03	0,15	0,03		0,05	0,01	0,02
Fluor								0,2	0,1
Phénols	0,1	0,1	0,1	< 0,01	0,1	0,01	0,02	0,1	0,09

3 NOVEMBRE 1970

A - Prélèvements effectués à la limite eau - sédiments.

B - Prélèvements effectués en pleine eau.

## I. RESULTATS COMMUNIQUEES PAR L'INSTITUT PASTEUR

	A	B
Colonies à 22° C / cc	1 600 000	100 000
Colonies à 37° C / cc	530 000	10 000
Coliformes / litre	1 000 000	100 000
E. coli / litre	1 000 000	10 000
D. B. O.	235	38
D. C. O.	655	244

## II. TOTAL PLANCTON densité / cc

N. B. : Les signes + et ++ indiquent la présence et l'abondance relative des organismes correspondants lorsque la densité de ceux-ci était trop faible pour permettre une numération.

	A	B
BACTERIES (numérations directes).	320 000 000	100 000 000
<b>FLAGELLES</b>		
petites formes incolores dont Eodo, Hexamitus. .	700 000	22 000
Chlamydomonadacees	400 000	400
Euglena sps	68 000	3 000
Phacus (tortus)	255	7,5
Phacus (orbicularis) <sup>v</sup>	30	34
total	1 370 000	25 000
<b>CYANOPHYCEES</b>		
Oscillatoria	+	2 000
<b>DIATOMEES</b>		
Pennatophyceidae (Navicula)	100	+
<b>CILIES</b>		
Urceolaridae	+	+
Vorticella Opercularia Carchesium Zoothamnion	575	2



Glaucocis sps Glaucocis scintillans	700	42
Tetrahymena sps	15	2
Paramecium caudatum Paramecium calkinai	25	(3,5)
Colpidium colpoda Colpidium campylum	95	1
Colpoda sp.	60	+
Oxytrichidae	10	+
Aspidisca costata Aspidisca sp.	4	+
Metopus sps	60	3
Ctenomorpha (2 espèces)	120	30
Spirostomum ambiguum Spirostomum teres Spirostomum minus	+++	+
<b>Total Ciliés</b>	<b>1 670</b>	<b>90</b>
<u>GASTROTRICHES</u>	+	++

**III. NET PLANCTON** densité / l

Les prélèvements proviennent de la pleine eau.  
(densité exprimée par litre).

<b><u>ALGUES</u></b>	
Closterium sp	86
<b><u>CILIES</u></b>	
Paramecium sps	200
Vorticella Carchesium polypinum Opercularia sps	190
Urceolaridae	1250
<b>total Ciliés</b>	<b>1640</b>
<b><u>CLADOCERES</u></b>	
Cladocères : Daphnia pulex var obtusa	3
<b><u>COPEPODES</u></b>	<b>24</b>
<b><u>OSTRACODES</u></b>	<b>29</b>
<b>Total Crustacés</b>	<b>56</b>
<b><u>ROTIFERES</u></b>	
Formes contractées non identifiées	20
Rotaria neptunia	48

305  
CILEE

Rotifer sp	800
Colurella sp	20
Total Rotifères	883

#### IV. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

Température de l'eau	9° C	8° C
pH		6,8
Turbidité		330
Couleur		1260
Oxygène dissous mg/l	0	0,05
Valeur à saturation	11,6	11,9
SH <sub>2</sub> (présence)	+	-

#### V. DOSAGES PAR COLORIMETRIE

	Concentration en mg/l
Nitrates en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0
Nitrites en NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,07
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	25
Phosphate en PO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (Méta + Ortho)	8
Orthophosphates en PO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	4

#### VI. DOSAGES VOLUMETRIQUES

Dureté totale en CO <sub>3</sub> Ca (interférence possible des ions de différents métaux, des colloïdes, des des polyphosphates).	132
Dureté calcique en CO <sub>3</sub> Ca	105
Dureté magnésienne en CO <sub>3</sub> Ca (Valeur déduite des précédentes)	27
Alcalinité à la phénolphtaléine en CO <sub>3</sub> Ca	30
T. A. C. en CO <sub>3</sub> Ca	227
Alcalinité due aux carbonates en CO <sub>3</sub> Ca (valeur obtenue par extrapola- tion).	167
Alcalinité due aux bicarbonates en CO <sub>3</sub> Ca (Valeur obtenue par extrapolation)	60



## ETANGS DU HAMELET ( SOMME )

30 AOUT 1970

A - échantillons provenant de la pleine eau - zone dépourvue de macrophytes.

B - herbier très riche en macrophytes.

## I. RESULTATS COMMUNIQUES PAR L'INSTITUT PASTEUR

	A	B
germes à 37° C / cc	52 000	10 000
germes à 20° C / cc	64 000	34 000
Coliformes / l	1 000	100
E. coli / l	100	10

	A	B
D. B. O. mg / l	2	8
D. C. O. mg / l	3	10

N. B. : D. C. O. et D. B. O. ont été effectuées sans filtration préalable. Ces deux valeurs sont donc surestimées.

## II. TOTAL PLANCTON densité / cc

	A	B
<b>BACTERIES</b>		
Numérations directes	4 000 000	7 900 000
<b>CILIES</b>		
Spiréotriches,		
Vorticella sps	0,05	+
Carchesium polypinum		
Holotriches Pleuronematidae	0,05	0,05
Heterotriches		
Halteria grandinella Strombiliidae Titinnidae	0,1	0,6
<b>MLIZOAIRES</b>		
Actinophrys eol	+	-
<b>FLAGELLES</b>		
Petites formes non déterminables	100	160
<b>Euglenacées</b>		
Euglena sps	+	0,2
Euglena oxyuria	0,2	-
Phacus sps (2 espèces)	0,6	0,6
Phacus (longicauda)	+	+



	A	B
<u>Volvocales</u>	+	-
<b><u>DINOPHYCEES</u></b>		
Ceratium Hirudinella	+	+
(Gymnodinium sp)	0,5	-
(Glenodinium sp)	0,5	1,2
<b><u>CHRYSOPHYCEES</u></b>		
<u>Synuraceae</u>		
Mallomonas	8	190
<u>Dinobryaceae</u>		
Dinobryon sp.	+	0
<b><u>CYANOPHYCEES</u></b>		
Merismopedia sp.	+	-
(Chroococcus) ?	100	600
<b><u>CHLOROCOCCALES</u></b>		
Tetraedron muticum	7	+
Tetraedron minimum		
Tetraedron caudatum	15	+
Polyedriopsis spinulosa	+	-
(Selenastrum)	+	+
Ankistrodesmus falcatus	0,2	+
Microactinium pusillum	+	+
Dietyosphaerium pulchellum	0,1	0,2
Coelastrum sp.	25	-
Coelastrum microporum	1,3	0,4
Actinastrum hantzschii	0,6	+
Crucigenia fenestrata	-	0,5
Crucigenia tetrapedia	30	0,7
Crucigenia rectangularis	10	0,4
Tetrastrum staurogeniaeforme	+	+
Scenedesmus sps	150 10 esp.	100 20 esp.
Actinastrum hantzschii	0,6	+
Pediastrum boryanum	1,2	1,6
Pediastrum duplex	3,0	2,3
Pediastrum tetras	0,8	1,1
Pediastrum clathratum	0,2	0,3
Pediastrum biretatum	+	+
Total Chlorococcales	234	197
<b><u>ZYGOPHYCEES</u></b>		
<u>Desmidiaceae</u>		
Cosmoledium sp.	+	-
Staurastrum chaetoceras	+	-
Closterium sp.	+	0,2
Commerium sps	-	1,1

BUS  
LILLE

	A	B
<u>CYANOPHYCEES</u>		
(Ophiocitium)	+	-
Nombre d'unités systématiques d'Almes:	18	20
<u>DIATOMEES</u>		
Centropheidiées (total) : (Stephanodiscus prédominant).	200	500
Melosira (nombre de colonies) sp.	+	25
Pennatophyidae : total	72	1 900
Diatoms sp.	+	+
Asterionella formosa	+	-
Asterionella gracillima	+	-
Tabularia (colonies)	+	1 900
Gyrogonia sp.	0,2	-
Pinnularia sp.	+	-
Amphora ovalis	+	-
Cymatopleura solea	0,2	-
Cymatopleura elliptica		-
Surirella robusta	0,1	-
<u>METAZOAIRES</u>		
Cautotriches :	-	0,1

**III NET PLANKTON densité / l**

	A	B
<u>ALGUES</u>		
Volvocales Pandorina sp (colonies)		
Dinophycées Ceratum hirrudinella	+	80
Chrysophycées Dinobryon sp.	+	-
Chlorococcales cœnobiales Pediastrum biradiatum	1	+
<u>HELIOZOAIRES</u>		
Actinophrys (sol)	+	22
<u>DIATOMEES A grands frustules</u>		
Campylodiscus sp	2	-
Surirella obtusa	2	-
Gyrogonia sp.	7	+
<u>CYANOPHYCEES</u>		
Phormidium sp	24	+
Merismopedia sp	+	+
<u>ROTIFERES</u>		
Formes contractées non déterminées	13	220
Brachionus quadridentata	-	20

BUS  
LILLE

	A	B
<i>Erechionus angularis</i> var <i>bidens</i>	1	+
<i>Keratella quadrata</i>	7	20
<i>Keratella</i> ( <i>cochlearis</i> )	1	+
<i>Euchlanis dilatata</i>	0,5	60
( <i>Leucane</i> )	-	20
Dicranophoridae	1	-
Cephalodella		300
<i>Asplanchna</i> sp.	4	+
<i>Asplanchna priodonta</i>	1	+
<i>Polyarthra vulgaris</i>	1	20
<i>Polyarthra euryptera</i>	2	-
<i>Filinia longiseta</i>	1	-
Total Rotifères	33,5	660
Nombre d'unités systématiques (Rotifères)	11	11
<b>CLADOCERES</b>		
Chydorinae non identifiées	+	140
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	160
<i>Alonella</i> sp	+	30
<i>Alonella costata</i>	+	20
<i>Peracantha truncata</i>	+	60
<i>Pleuroxus striatus</i>	+	20
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	+	40
<i>Bosmina longirostris</i>	+	+
Formes juvéniles non identifiées	+	20
Total Cladocères	+	480
Nombre d'unités systématiques	8	8
<b>COPEPODES</b>		
Cyclopidae	+	+
Harpacticidae	+	+
Calanoides	+	-
<b>OSTRACODES</b>		
	+	20
<b>GASTROTRICHES</b>		
	-	120
<b>DIPPERES</b>		
Chironomides	+	120
<b>Total Zooplancton :</b>		
- Métazoaires	34	1 400
- Protistes	+	102



#### IV. MESURES EFFECTUEES SUR LE TERRAIN

	A	B
Température de l'eau	21° C	20,5° C
pH	7,4	7,5
Turbidité	0	> 10
Couleur	5	30
O <sub>2</sub> dissous en mg/l	8,70	10,40
Valeurs à saturation à la température correspondante	9,0	9,1
% de saturation	96,6	114,2

#### V. DOSAGES COLORIMETRIQUE

	Concentration en mg/l	
	A	B
Nitrates en NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4	3,74
Nitrites en NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,04	0,05
Sulfates en SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16	14
Phosphate en PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (Méta + Ortho)	0,01	-

#### VI. DOSAGES VOLUMETRIQUES

	Concentrations en mg/l	
	A	B
Dureté totale en CO <sub>3</sub> Ca (interférence possible des ions métalliques, des colloïdes, des polyphosphates):	174	185
Dureté calcique en CO <sub>3</sub> Ca	132	120
Dureté magnésienne en CO <sub>3</sub> Ca (Valeurs déduites des précédentes)	42	65
Alcalinité à la phénolphtaléine en CO <sub>3</sub> Ca	0	0
T. A. C. en CO <sub>3</sub> Ca (est égal dans ce cas à l'alcalinité due aux bicarbonates).	162	151



Avant de commenter les résultats qualitatifs présentés au chapitre précédent, et afin d'éviter de nombreuses répétitions, il nous paraît souhaitable de préciser l'influence qu'exercent certains facteurs biotiques sur la composition de la biocénose.

FAURE-FREMIET (1961) disait à propos des Ciliés :

"Les espèces parasites et celles étroitement adaptées à des milieux spéciaux (biotopes psammiques par exemple) étant mises à part, il apparaît que de très nombreux Ciliés manifestent une large tolérance à l'égard des conditions de température, de composition ionique, de tension d'Oxygène, de substances organiques dissoutes etc... et que la présence d'une espèce donnée en un lieu donné est principalement liée à la présence en ce lieu d'une nourriture utilisable"...

Il semble que ces considérations puissent s'étendre à l'ensemble des organismes animaux rencontrés dans le plancton des biotopes influencés par la pollution. En effet dans les biotopes que nous avons étudiés, la plupart des espèces sténocéciques font complètement défaut et lorsque la pollution n'intervient pas comme facteur limitant : (faibles tensions d'oxygène, toxines bactériennes, ou substances chimiques nocives) différents facteurs biotiques peuvent avoir une influence décisive sur la composition du plancton, influence qui peut masquer les effets propres à la pollution.

Parmi ces facteurs biotiques, la qualité de la nourriture disponible est sans doute l'un des paramètres les plus décisifs de la composition du zooplancton. Avant de tenter une interprétation des résultats quantitatifs, nous allons donc envisager à la lumière des travaux de différents écologistes quelles sont les exigences alimentaires des espèces de Rotifères et de Cladocères rencontrés dans nos échantillons. Nous verrons ensuite quelles sont les relations existant entre le Zoo et le Phytoplancton, telles qu'on peut les envisager dans les milieux eutrophes.

Enfin, comme le Canal de Seclin, les étangs du Hamelet et le secteur amont de la Lys comptent une faune ichthyologique assez abondante; nous envisagerons l'influence de la prédation par les poissons sur la composition du Zoo et du Phytoplancton. Ce facteur peut en effet provoquer des modifications profondes de la biocénose.

### III - COMMENTAIRES ET DISCUSSION

<b>α</b> - <u>EXIGENCES ALIMENTAIRES DES METAZOAIRES LES PLUS FREQUEMMENT RENCONTRES DANS NOS ECHANTILLONS DE PLANCTON.....</u>	p. 55
a) SPECTRE ALIMENTAIRE DES ROTIFERES.....	p. 55
1) Keratella.....	p. 56
2) Filinia.....	p. 57
3) Brachionus.....	p. 57
4) Rotifer.....	p. 59
5) Polyarthra.....	p. 59
6) Synchaeta.....	p. 59
7) Asplanchna.....	p. 60
b) EXIGENCES ALIMENTAIRES DES CLADOCERES.....	p. 62
1) <u>Bosmina longirostris</u> .....	p. 62
2) <u>Daphnia magna</u> et <u>D. pulex</u> .....	p. 62
3) <u>Monia macrocopa</u> et <u>M. rectirostris</u> .....	p. 63
<b>β</b> <u>RELATIONS ZOO-PHYTOPLANCTON.....</u>	p. 64
1) Influence de la densité du Phytoplancton sur la croissance du Zooplancton.....	p. 64
a) Action indirecte due aux produits de métabolisme	
b) Action directe due à la densité des organismes..	
2) Rôle du Trypton et des Bactéries.....	p. 65
3) Action sur la fertilité des organismes.....	p. 65
<b>γ</b> - INFLUENCE DE LA PREDATION PAR LES POISSONS SUR LA COMPOSITION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DU ZOOPLANCTON.....	p. 66

Δ - <u>COMMENTAIRES ET DISCUSSION DES RESULTATS QUALITATIFS ET</u> <u>QUANTITATIFS</u> .....		p. 69
1) BIOTOPES SOUMIS A L'INFLUENCE DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE.....		p. 71
a) canal de Seclin	- Janvier 1969.....	p. 71
	- Octobre 1969.....	p. 76
	- Juin 1970.....	p. 86
b) Canal de la Lys	- Décembre 1969.....	p. 96
	- Mars 1969.....	p. 98
	- Juin 1970.....	p. 103
c) Canal de la Deule	- Juin 1970. ....	p. 110
2) BIOTOPES INFLUENCES PAR UNE POLLUTION ORGANIQUE NATURELLE.....		p. 116
a) Mare d'Englebelmer : milieu polytrophe.....		p. 116
b) Etang du Hamelet : milieu eutrophe.....		p. 122

2 - EXIGENCES ALIMENTAIRES DES METAZOAIRES LES PLUS COMMUNEMENT RENCONTRES.

a - SPECTRE ALIMENTAIRE DES ROTIFERES

Etant donné les espèces que nous avons rencontrées, nous pouvons distinguer selon REMANE (1929-33) trois groupes de Rotifères correspondant à trois types d'alimentation.

- Rotifères à mastax malléé, malléo-ramé et ramé

Respectivement :            Keratella,  
                                 Filinia, Brachionus,  
                                 Rotaria (= Rotifer)

Ces filtreurs ne peuvent être que microphages, ils ingèrent des particules dont la taille n'excède généralement pas quelques microns : algues, flagellés, bactéries.

- Rotifères à mastax virgé :

Synchaeta, Polyarthra

Ces Rotifères sont capables d'aspirer le contenu cellulaire d'organismes animaux ou végétaux et ont un spectre alimentaire nettement plus étendu.

- Rotifères à mastax unculé :

Asplanchna

Ces organismes obligatoirement macrophages présentent un spectre alimentaire très vaste.

Les espèces que nous avons pu déterminer se limitent à ces trois types.

Chez Brachionus urceolaris, toutes les particules filtrées sont indifféremment ingérées. Chez beaucoup d'autres espèces, par contre, différents auteurs ont pu mettre en évidence la possibilité d'une sélection de la nourriture.

Notons que les différents éléments figurés ne présentent pas la même valeur nutritive. Cette valeur nutritive de la nourriture dépend en effet non seulement des organismes qui sont ingérés, mais aussi des espèces qui les utilisent. Ainsi certaines cellules d'algues, lorsqu'elles n'ont pas été broyées, passent au travers du tube digestif des Rotifères sans être digérées, ou sont en partie digérées, mais n'apportent pas suffisamment d'éléments nutritifs pour permettre la reproduction, voire même la survie des Rotifères qui les ont utilisées. (LEFEVRE 1944, GAJEVSKAJA 1958, POURRIOT 1957, 1958, 1963, 1965). Nous avons fait une compilation à partir des résultats obtenus par les différents auteurs qui se sont intéressés à l'écologie des Rotifères, pour préciser les affinités alimentaires des principales espèces de Rotifères figurant dans nos échantillons.

1°) - KERATELLA

Les espèces de ce genre sont principalement détritivores. Selon ERMANN 1962, ils ingèrent des particules de matière organique dont la taille peut atteindre au maximum  $10 \mu$ . Ils sont néanmoins capables dans certains cas d'ingérer des cellules de plus grande taille en provoquant la rupture de la paroi cellulaire. POURRIOT 1963 a ainsi observé la capture et l'ingestion d'un Cryptomonas d'une longueur de  $48 \mu$ .

Outre le trypton, on peut considérer comme bonne nourriture :

Pour K. cochlearis : (espèce de très petite taille)

- Mallomonas.
- Dinobryon (Dans la nature il existe toujours un certain nombre de ces organismes qui sont présents à l'état dissocié).
- Accessoirement quelques espèces de Chlorococcales.
- Les bactéries pourraient être utilisées.

Pour K. quadrata :

- Cryptomonas.
- Phacus pyrum (Ces espèces sont fréquemment rencontrées dans les biotopes riches en Chlorococcales).
- Les petites diatomées telles que Cyclotella pourraient être ingérées avec profit. (ERMANN 1962).

2°) - FILINIA

F. passa est un microphage type qui ne se développe bien en culture qu'en présence de très petites chlorococcales. Les bactéries expérimentées en cultures donnent des résultats médiocres (POURRIOT 1965). Selon ERMANN 1962, F. longiseta serait essentiellement détritivore.

POURRIOT considère que ce genre est fréquent dans les eaux eutrophes. Nous avons effectivement rencontré ce genre dans les biotopes où sévit une pollution organique assez accusée. Il disparaît cependant lorsque la pollution devient plus sévère

3°) - BRACHIONUS

Toutes les espèces du genre filtrent efficacement le milieu. Selon ERMANN 1962, B. calyciflorus peut ingérer plusieurs fois son propre poids d'algues par jour. ITO 1955 estime que son taux de filtration peut varier de 2,5 à 5 cc/jour et atteindre un maximum de 13 cc/jour et par individu.

Il s'en suit dans ce cas un réel gaspillage des algues qui n'ont guère le temps d'être digérées. PENNINGTON (relaté par DE BEAUCHAMPS 1965) a observé l'épuisement rapide d'une culture de flagellés dans laquelle Brachionus calyciflorus avait été introduit.

Selon ITO, l'espèce eryhaline B. plicatilis peut proliférer très rapidement et faire preuve d'une telle voracité qu'elle élimine rapidement la quasi totalité du phytoplancton, elle provoque une rapide désoxygénation de l'eau qui entraîne la mort des poissons. (phénomène de MIZUKAWARI). Le maximum de densité enregistré pour B. plicatilis lors de ces brusques proliférations est de 173 000 individus par litre!..

On comprend dans ces conditions le rôle non négligeable que peuvent jouer ces organismes dans l'autoépuration.

Selon POURRIOT 1965, on peut considérer comme bonne nourriture pour les espèces du genre Brachionus :

- Les petites Chlorococcales :

Scenedesmus (pour B. calyciflorus).

Chlorella pyrenoidosa

Oocystis lacustris

Coelastrum sphaericum

Dictyosphaerium

Kirchneriella

- Les Flagellés :

Phacus pyrum (sauf pour B. angularis qui est de très petite taille).

Chlamydomonas

Chilomonas (notamment pour B. urceolaris)

- Comme nourriture éventuelle :

- Les petites diatomées centrophycidae tel que Stephanodiscus, Cyclotella (B. calyciflorus ERMAN 1962) ;

- Le trypton (B. angularis) ;

- certains Cyanophycées : Chroococcus, Merismopedia,  
Synechococcus ;

- des bactéries : seuls Brachionus rubens et B. calyciflorus sont capable de proliférer dans un milieu ne comportant que des Bactéries.  
Les autres espèces "survivent" sans donner de descendance.

Ces organismes semblent peu exigeants quant à la composition physicochimique du milieu. La plupart des Brachions sont rencontrés en eau à pH neutre ou alcalin, cependant certains peuvent subsister en eau très acide. Ainsi OHLE 1936 (cité par DE BEAUCHAMPS) relate la présence de B. urceolaris en eau pyriteuse chargée d'acide sulfurique et d'un pH égal à 3.

Nous avons pour notre part rencontré B. calyciflorus et B. rubens dans des biotopes particulièrement peu favorables à la vie : Aval du canal de la Deule et de la Lys. Ils présentent vraiment de très grandes possibilités d'adaptation et de survie.

4°) - ROTIFER (= ROTATORIA)

Contrairement à la plupart des autres Rotifères, les bdelloïdes montrent une préférence pour une nourriture composée de bactéries. Ils sont capables de donner d'excellentes cultures, en présence de seules bactéries. (Ceci permet de comprendre la présence constante de ces organismes dans les zones les plus polluées de nos canaux).

5°) - POLYARTHRA

HUTCHINSON 1967, relate les études faites par DIFFENBACH et SASCHE 1911, qui considèrent les Cryptomonas comme la nourriture de base de ce genre. POURRIOT corrobore cette affirmation pour P. vulgaris et P. dolichoptera. Ce dernier se cultive très bien avec des Cryptomonas. Le genre Mallomonas constitue une nourriture de moins bonne qualité, mais permet néanmoins de maintenir cette espèce en culture. Les petits péridiniens pourraient également être ingérés par P. euryptera (PELGER 1961, cité par POURRIOT).

Les espèces de ce genre sont souvent signalées dans les eaux eutrophes. Nous les avons en effet rencontrées en grande abondance dans les secteurs les plus fortement eutrophes du canal de Seclin mais ils disparaissent dans les secteurs de type alpha mésosaprobe.

6°) - SYNCHAETA

Cryptomonas constitue une bonne nourriture pour les espèces de ce genre, Chilomonas, une nourriture plus médiocre (POURRIOT). Dans le Lac Erken, NAUWERCK 1963 a pu constater que de petites diatomées comme Stephanodiscus hantzschii sont largement utilisées par S. tremula et S. oblonga. Il résulte des observations de nombreux auteurs que ces organismes semblent avoir un spectre alimentaire assez étendu : Mallomonas, cellules dissociées de Dinobryon, différents ciliés, petits Rotifères (S. grandis pourrait ainsi être un prédateur des espèces du genre Polyarthra).

7°) - ASPLANCHNA

Ces grands Rotifères grâce à la configuration de leur mastax, ont un spectre alimentaire très large. Leur corps remarquablement transparent permet d'observer très facilement la nature des proies qui sont ingérées.

Nous avons pu observer l'ingestion de :

- petits crustacés : Chydorinae ;
- de nombreux Rotifères dont Brachionus et Keratella ;
- des Ciliés : Tintinnidae, Paramecidae, Colpidium ;
- des Flagellés : Mallomonas, Péridiniens ;
- des Diatomées : Amphora, Melosira, Asterionella ;
- Selon DE BEAUCHAMPS 1965, ils peuvent également se nourrir d'Amibes : Diffugia et de Cyanophycées.

POURRIOT considère que les algues constituent pour les espèces de ce genre une nourriture de mauvaise qualité qui serait utilisée seulement quand ces organismes sont affamés. Une nourriture algale ne permet pas d'assurer la reproduction de ces organismes. L'assimilation des algues serait en effet très mauvaise. HUTCHINSON 1967 cite les travaux de SOROKIN, MORODUKHAI, BOLTONSKAYA 1962, qui ont étudié la prédation chez ce genre en utilisant du carbone marqué : les organismes sont capables d'ingérer 159 à 190 % de leur poids, par jour, en bosmines et d'assimiler 16 à 20 % de cette nourriture. Pour les algues (Chlamydomonas, excepté) et les bactéries, l'assimilation est tout à fait insignifiante.

Nous venons de donner un aperçu des organismes susceptibles d'assurer la reproduction des espèces de Rotifères que nous avons communément rencontrés dans les canaux. Il est également intéressant de connaître quels sont leurs prédateurs. Selon DE BEAUCHAMPS, ils sont très nombreux, presque tous les organismes aquatiques sont capables de les utiliser : Tardigrades, certains petits Annélides planctoniques tels que les Chaetogaster, Nématodes, Cladocères, Copépodes, Insectes (larves et adultes), Protistes (Actinosphaerium, Teutophrys, Amoeba verrucosa, Paradileptus et enfin les Poissons en font également un large usage.

#### Exigences spécifiques de ces organismes vis à vis de l'Oxygène dissous

Nous avons très souvent rencontré un plancton rotiférien dans des biotopes très fortement pollués et très pauvres en oxygène. POURRIOT, à partir d'expériences in vitro et d'observations dans le milieu naturel, a pu préciser les exigences d'un certain nombre d'espèces vis à vis de l'oxygène. D'une façon générale, les espèces rencontrées dans les milieux riches en matières organiques supportent de faibles tensions d'oxygène. Ainsi Brachionus rubens peut vivre dans un milieu dont la teneur en oxygène est comprise entre 1 et 2 mg/l, alors qu'Asplanchna brightwelli nécessite une teneur d'au moins 2,2 mg/l.

Brachionus calyciflorus et des bdelloïdes : Rotaria rotatoria et Rotaria neptunia ont été trouvés en vie dans des canaux égyptiens pollués par l'industrie et dont l'eau ne contenait plus que des traces d'oxygène. (RAMADAN, KLIMOVICZ et SWELIN 1963, cités par POURRIOT). Toutefois, les auteurs ne précisent pas si ces organismes étaient en survie, ou capables de se reproduire. Pour notre part nous avons également pu constater la survie de ces organismes dans les secteurs les plus pollués de la Deule <sup>dans lesquels</sup> l'eau était presque totalement dépourvue d'oxygène dissous.

D'une façon générale, on estime qu'à 14° C, un milieu contenant 2,7 mg/l d'oxygène permet la prolifération de nombreux planctontes.

Devant ces exigences en Oxygène très restreintes, nous comprendrons que dans les secteurs très pollués et très pauvres en Oxygène de la Deule et de la Lys, il soit encore possible de trouver un plancton relativement riche en Rotifères. Bdelloïdes et en Brachionidae.

b) - EXIGENCES ALIMENTAIRES DES CLADOCERES

Leur spectre alimentaire est assez étendu mais la valeur alimentaire des éléments ingérés peut varier considérablement d'une espèce à une autre. Chez les Cladocères, comme chez les Rotifères, les Algues à paroi cellulaire fine constituent une nourriture de meilleure qualité que des espèces voisines présentant une membrane cellulaire plus épaisse et plus difficilement digérée.

Selon PACAUD 1939, la plupart des Trachelomonas, Lepocinclis, Phacus et Glenodinium sont peu ou pas digérés par les espèces du genre Moina et Daphnia, alors que Chlamydomonas, Mallomonas et Cryptomonas de même que certaines Euglènes sont totalement digérés.

Les affinités alimentaires des différentes espèces conditionnent évidemment leur distribution. Les espèces benthiques telles que Leydigia leydigi ou les Macrothricidae, seraient essentiellement détritivores (PACAUD). Chydorus sphaericus, espèce généralement benthique se rencontre dans le plancton lorsque le phytoplancton est particulièrement abondant (HUTCHINSON 1967), son spectre alimentaire semble être plus étendu. PACAUD estime que les Flagellés peuvent constituer une part importante de son alimentation.

Les espèces de Cladocères les plus fréquemment rencontrées sont avant tout : Bosmina longirostris, Daphnia magna et Daphnia pulex, Moina macrocopa et Moina rectirostris.

1°) - BOSMINA LONGIROSTRIS

Nous avons récolté très peu de données sur les exigences alimentaires de ce petit Cladocère, communément rencontré. Il remplace généralement B. coregoni dans les milieux en voie d'eutrophisation (HUTCHINSON). Sa présence serait liée à celle des Chlorococcales. Selon GLIWICZ 1968, les bosmines utiliseraient vraisemblablement les bactéries et les éléments du nanrophytoplancton.

2°) - DAPHNIA MAGNA et D. PULEX

Les deux espèces sont capables de proliférer dans des milieux abondamment pollués par des matières organiques. (PACAUD 1939, JOLY 1960 et POURRIOT et coll. 1969). PACAUD avait constaté que la prolifération de Daphnia pulex était liée à la présence en quantité suffisante de sels ammoniacaux et de phosphates. Cette espèce pourrait supporter jusqu'à  $1\text{mg}/1$  de  $\text{H}_2\text{PO}_4$  et  $1,2\text{mg}/1$  de  $\text{NH}_3$ .

D. pulex et D. obtusa - selon le même auteur - sont capables de supporter des tensions très basses d'oxygène : la dose létale 50 correspond à des tensions d'oxygène allant de 0,3 à 0,6 mg/l.

Pour notre part, il nous est arrivé de rencontrer d'abondantes populations de D. pulex dans des milieux où l'oxygène n'était présent qu'à l'état de traces.

Ces grandes Daphnies ont un spectre alimentaire très étendu. On peut considérer comme bonne nourriture :

- les substances dissoutes ou colloïdales (GELLEIS et CLARKE 1935).
- les Chlorococcales : les petites Chlorelles sont filtrées avec la même efficacité que les cellules de grande taille comme certains Scenedesmus. (RYTHER 1954). LEFEVRE 1942 a obtenu de très bonnes cultures avec les genres : Chlorella, Quadrigula, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Tetrallantos et Selenastrum de même que les Flagellés Phacus, Euglena, Chlamydomonas, Pandorina, Gonium, et Synura.

- les levures et les bactéries (CRYUTCHKOVA et SLÁDEČEK 1969), constitueraient également une excellente nourriture.

On peut considérer comme nourriture accessoire :

- les algues filamenteuses vivantes ou en décomposition (UHLMANN 1954-1955), les diatomées et les Ciliés de petite taille (SCHAITTHAUER et BICK 1969, STUART et coll. 1931).

### 3°) - MOINA MACROCOPA et M. RECTIROSTRIS

Ces organismes présentent les mêmes affinités que les espèces précédentes et semblent également adaptés aux milieux riches en matières organiques. (KRYUTCHKOVA et SLÁDEČEK 1969).

Dans certains secteurs des canaux étudiés, il est vraisemblable que les Cladocères jouent un rôle très actif dans l'autoépuration, leurs potentialités d'ingestion des éléments figurés sont en effet très grandes. Selon RYCHMANN 1958 (cité par HUTCHINSON), D. pulex peut filtrer jusqu'à 5 cc/individu et par jour. Quant à D. magna (RYTHER 1954), elle filtre en moyenne 7,5 cc/j et peut atteindre 81 cc dans certaines conditions. Les autres espèces de Daphnies auraient des possibilités de filtration plus modestes, ainsi D. longispina (NAUWERCK 1959) filtre entre 0,2 et 4,6 cc par jour.

## β) - RELATIONS ZOO-PHYTOPLANCTON

Au sein de l'écosystème aquatique les relations Phyto-Zooplancton sont très étroites et si la nature et l'abondance du Zooplancton se trouvent déterminées par la qualité et la quantité du Phytoplancton disponible, le Zooplancton contrôle à son tour une fraction du Phytoplancton.

Nous venons de voir que les algues n'ont pas toutes la même valeur nutritive pour le Zooplancton. D'une façon générale, les cellules fines et fragiles constituent une nourriture de bonne qualité. La taille et la forme des algues jouent également un rôle important. Les espèces coloniales, les espèces de grande taille, celles dont la membrane est ornée de longues épines, ne sont pratiquement pas utilisées par le Zooplancton. Elles constituent selon GAVJEVSKAYA 1958 "des impasses trophiques".

"Du point de vue trophique, les variations du Zooplancton ne peuvent montrer de parallélisme qu'avec les variations du Phyto-nannoplancton dont dépendent les espèces animales phytophages.... Dans les eaux naturelles, les pulsations du plancton à rotifère suivent fréquemment les pulsations des algues du nannoplancton et souvent plus nettement que ne le font les planctons d'entomostracés".

POURRIOT 1965.

### 1°) INFLUENCE DE LA DENSITÉ DU PHYTOPLANCTON SUR LA CROISSANCE DU ZOOPLANCTON

D'une façon générale, pour les "filtreurs" : Cladocères, Rotifères, Calanoides, une concentration trop importante du Phytoplancton s'avère néfaste.

#### a - Action indirecte par les produits de Métabolisme.

Lorsque le phytoplancton est très abondant (fleurs d'eau par exemple), des phénomènes d'exoinhibition peuvent commencer à se manifester. Ils sont causés par la présence dans le milieu de produits du métabolisme des algues, et leur présence en trop grande quantité entrave le développement du Zooplancton et peut même entraîner sa complète disparition.

(LEFEVRE 1942, FOGG 1955, LEFEVRE et FARRUGIA 1958 et POURRIOT 1966). Il est vraisemblable que de tels phénomènes interviennent dans les zones polluées où les Flagellés et Bactéries constituent la quasi totalité du nannoplancton.

b - Action directe due à la densité des particules figurées

Alors que le taux de filtration du Zooplancton diminue très légèrement lorsque la densité des éléments figurés augmente, la vitesse de renouvellement des particules ingérées est directement proportionnelle à l'abondance de la nourriture. A la limite, le passage des algues au travers des voies digestives s'effectue si rapidement que les algues ne sont pratiquement plus digérées. Il s'en suit un gaspillage du Phytoplancton et une alimentation insuffisante des filtreurs (HARVEY COOPER 1925-35). Ainsi, selon MARSHALL et ORR 1955, chez les Calanoides, le nombre des particules fécales rejetées est directement proportionnel à la richesse du milieu jusqu'à une concentration de 200 000 cellules/cc de Chlamydomonas. Ces auteurs, en mesurant le taux d'assimilation du phosphate et de carbone par l'emploi de phosphore et de carbone marqués, ont constaté que l'assimilation varie ainsi de 99 % à 26 % selon la concentration de la nourriture.

2°) ROLE DU TRYPTON ET DES BACTERIES

Dans les biotopes que nous avons étudiés, les bactéries et le trypton constituent un <sup>pourcentage</sup> Y très élevé de l'ensemble des éléments figurés. Or, bactéries et trypton jouent un rôle très important dans l'alimentation du plancton. Ainsi dans le lac ERKEN, très pauvre en phytoplancton, NAUWERCK 1963, estime que si les bactéries et le trypton n'intervenaient pas dans la nourriture des Crustacés, il faudrait que le taux de filtration de ceux-ci soit multiplié par 100.

Ce rôle du trypton a été démontré par de nombreux autres auteurs : PENNAK 1955, EDMONDSON 1957, HUTCHINSON<sup>1967</sup>. En outre, les bactéries associées au trypton favorisent par les enzymes qu'elles émettent dans le milieu, l'assimilation de nombreuses espèces d'algues qui demeurent inutilisables tant qu'elles sont en vie (cas des Cyanophycées par exemple, WYSOCKA 1968).

Ces qualités nutritives du trypton conditionnent très vraisemblablement la prolifération des Rotifères dans les secteurs des canaux où la pollution n'est pas trop sévère.

3°) - ACTION SUR LA FERTILITE DES ORGANISMES

Lorsque la densité du Phytoplancton est telle que les possibilités d'ingestion des filtreurs ne sont pas saturées, on enregistre un parallélisme entre l'abondance de la nourriture algale et la fertilité des organismes. (EDMONSON 1960, POURRIOT 1965, KORINEK 1967, KRYUTCHKOVA et SLÁDEČEK<sup>V</sup> 1969).

8) - INFLUENCE DE LA PREDATION PAR LES POISSONS SUR LA COMPOSITION  
QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DU PLANCTON

Parmi les biotopes que nous avons étudiés, les étangs du Hamelet et le Canal de Seclin, présentent une population ichthyologique assez importante et régulièrement renouvelée par le soin des Sociétés de pêche. Le cheptel piscicole joue un rôle qui est loin d'être négligeable dans ces deux biotopes et nous croyons utile de résumer ici l'influence de la prédation sur la composition du plancton et la qualité apparente de l'eau.

Selon HRBACEK 1958-62, HRBACEK et coll. 1961-65-66, la composition du cheptel piscicole est responsable des modifications de l'aspect biologique (plancton), chimique (Oxygène, pH) et physique (transparence), survenant dans les collections d'eau.

Différents travaux viennent corroborer cette hypothèse : JACOBS 1965, BROOKS et DODSON 1965, GRYGLIEREK 1965, GREEN 1967, NOVOTNA et KOŘINEK 1966.

La prédation a différentes répercussions biologiques. Chez le genre Daphnia par exemple, elle permet l'élimination des races à développement rapide. Il s'en suit une diminution de la taille moyenne des individus. (HRBACEK, HRBACKOVA-ESSLOVA 1960).

CONTAG 1931, WEIMANN 1938-39-42 (cités par NOVOTNA et KORINEK) estiment que les Cladocères du genre Bosmina, Ceriodaphnia et Diaphanosoma, de même que l'abondance des Rotifères sont caractéristiques d'étangs pauvres, à faible productivité. Ceci s'expliquerait par une surpopulation en poissons. Il est un fait que la distribution des Cladocères, de même que celle des Copépodes, est plus ou moins étroitement liée à l'importance de la prédation par les poissons.

Selon HRBÁČEK 1962-69, HRBÁČEK et coll. 1961-65, on peut considérer que D. pulex, D. longispina et D. pulicaris (qui sont toutes trois des espèces de grande taille) se rencontrent généralement dans les étangs où la densité des poissons est inférieure à 1 000 poissons/ha. Bosmina longirostris, Ceriodaphnia sp. et Diaphanosoma brachium (espèces de petite taille), sont davantage caractéristiques des étangs dont la densité moyenne en poissons est supérieure à 1000 individus/ha. Bosmina longirostris et Daphnia cucullata sont les seules espèces qui représentent les Cladocères dans les étangs dont la densité des poissons dépasse 10 000 individus par ha, alors qu'au contraire la présence de D. hyalina et D. longispina semblent être totalement indépendantes du cheptel piscicole.

La distribution des grandes espèces de Cyclops telles que Cyclops vicinus est influencée de la même manière que celle des Cladocères. Ainsi, la prédation entraîne des modifications qualitatives du plancton au sein d'un même groupe, les petites espèces se trouvant favorisées au profit des espèces de grande taille. En outre, les pourcentages respectifs des Cladocères, Copépodes et Ciliés se trouvent fortement modifiés. NOVOTNA et KORINEK 1966 constatent que les Ciliés et les Rotifères sont les groupes prédominants dans les étangs riches en poissons. KONIENKO 1970 dans des frayères trouve ainsi un Zooplancton presque exclusivement constitué de ciliés (99 %).

Ces modifications qualitatives du Zooplancton entraînent inmanquablement des modifications qualitatives et surtout quantitatives du Phyto-  
plancton. Ainsi les étangs surpeuplés en poissons sont généralement très riches en Chlorococcales. Par contre, dans des étangs où le poisson est éliminé (par des déversements de rotétone par exemple NOVOTNA, KORINEK 1966, HRBACEK et coll. 1961) et lorsque les effets nocifs ont disparu, ces étangs retrouvent un Phytoplancton plus riche en espèces, mais dont la densité reste assez faible. Les Cladocères de grande taille se sont développés et "contrôlent" l'abondance du Phytoplancton.

Les modifications physicochimiques qui résultent de la prédation par les poissons sont évidentes : le développement intensif des algues entraîne une augmentation de la turbidité, une augmentation du déficit nocturne en oxygène, compensé par une sursaturation diurne. Le pH, du fait de l'intense assimilation chlorophyllienne a tendance à s'élever.

Nous avons eu l'occasion de constater ces phénomènes dans un petit bassin de 4 000 litres où évoluaient une trentaine de "poissons rouges" de belle taille. A la fin du printemps, cette petite collection d'eau avait perdu son attrait décoratif à la suite d'une fleur d'eau à chlorococcales (Scenedesmus). La transparence ne dépassait guère 5 cm, le pH atteignait dès midi une valeur de 12 et la saturation en Oxygène 160 %. Bien que ces Cyprinidae très rustiques n'en fussent pas autrement affectés, ces conditions physicochimiques étaient pour le moins surprenantes. Une expérience assez grossière a permis de vérifier l'influence des poissons sur les caractéristiques du biotope. Les poissons furent confinés dans un filet à une extrémité du bassin cependant qu'une bonne quantité de Daphnia pulex était déversée dans l'eau (5 000 environ). A titre comparatif 5 Daphnies étaient introduites dans des tubes à essais contenant 20 cc de l'eau du Bassin. Le pH de ces tubes tombait à 10, après 2 jours pour se stabiliser à 7,3 dès le 5<sup>e</sup> jour. L'eau initialement très fortement colorée était alors devenue limpide et ne contenait plus que 10 cellules/cc de Scenedesmus.

Dans le Bassin, les résultats bien qu'un peu plus lents à se manifester (15 jours) furent en tous points identiques et pour préserver la limpidité de l'eau, il fut nécessaire de retirer les 4/5 des prédateurs trop voraces.

Cette action des poissons sur le milieu ne se limite pas à l'aspect physicochimique et biologique. En favorisant le développement des espèces de petite taille, les déversements de poissons dans un étang ou la prolifération des alevins entraînent une augmentation du métabolisme général de la masse d'eau. (VIMBERG 1960, cité par HRBÁČEK). HRBÁČEK estime en outre que l'augmentation du cheptel piscicole influence également le turn over.

-----

L'action des poissons et la prédation par les organismes animaux d'une façon générale, sont des facteurs très importants qu'il est impossible de négliger dans le cadre d'une étude sur les relations entre le plancton et le milieu. Dans le cas particulier de milieux influencés par la pollution, ces facteurs biotiques risquent de conduire à une interprétation erronée des phénomènes.

En nous aidant de ces différentes données, nous allons maintenant tenter d'interpréter les fluctuations qualitatives et quantitatives enregistrées pour le plancton des quelques biotopes régionaux envisagés.

A) COMMENTAIRES ET DISCUSSION DES RESULTATS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS

Nous avons eu recours à la mise en graphiques pour visualiser d'une manière plus tangible les résultats numériques présentés au chapitre II. Un même type de représentation graphique a été employé pour les différentes séries d'échantillons.

Zooplancton

La diversité spécifique est mise en évidence en chaque point du profil : diversité relative à l'ensemble des Métazoaires, à la faune rotiférienne et au genre *Brachionus* dont les espèces semblent constituer de bons indicateurs biologiques.

Les déterminations n'étant pas toujours poussées jusqu'à l'espèce, nous n'avons pu figurer cette diversité relative qu'en nous reportant au nombre d'"unités systématiques" correspondant arbitrairement à l'espèce, ou au genre, et même dans certains cas à la famille.

En regard de ces données sont représentés les pourcentages respectifs des principaux genres de Rotifères présents dans l'échantillon. Il s'agit notamment des genres *Brachionus*, *Rotifer* (= *Rotatoria*)

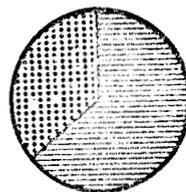
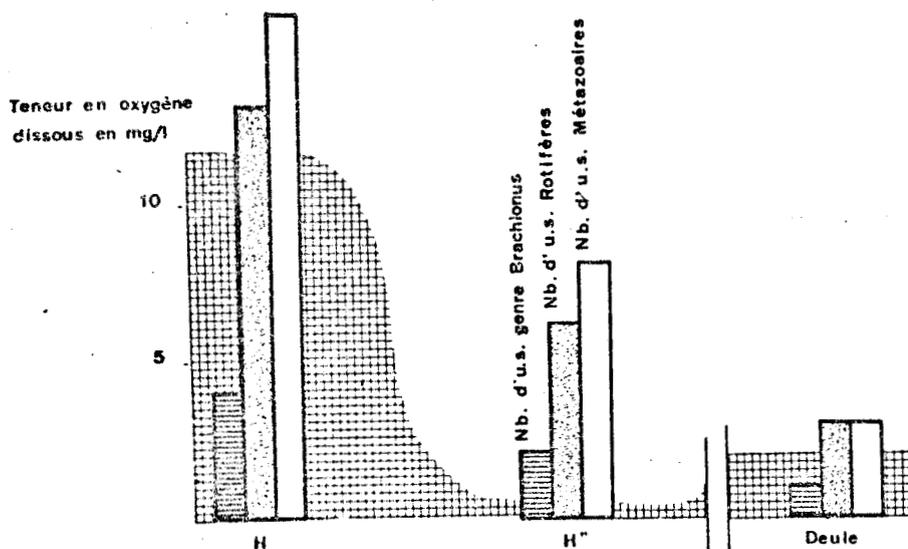
et *Filinia*. Les densités respectives des Rotifères, Cladocères, Copépodes et Ciliés sont exprimées par des cercles dont le rayon est proportionnel à la racine carrée de la densité, de chacun de ces groupes ou de l'ensemble du zooplancton (selon les cas).

Nannoplancton

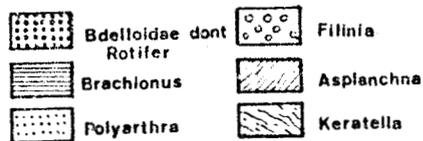
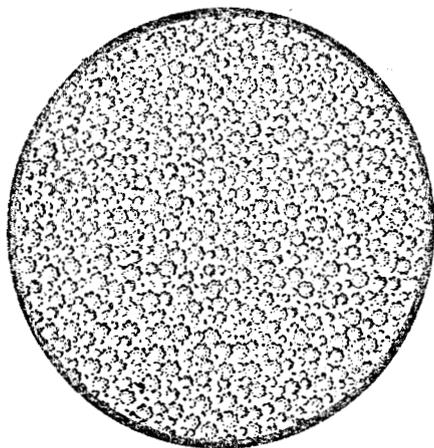
Les fluctuations survenant dans la densité des espèces prédominantes sont également portées en graphiques. Les principaux groupes du phytoplancton, de même que la densité bactérienne dénombrée pour les différents points, sont représentés sous forme de sphères dont le rayon est proportionnel à la racine cubique de la densité en organismes.

# CANAL DE SECLIN

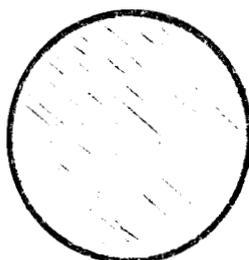
JANVIER 1969



% relatifs des principaux genres de rotifères



ROTIFERES



CILIES



1) BIOTOPES SOUMIS A L'INFLUENCE DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE

a) CANAL DE SECLIN : Janvier 1969

Trois secteurs ont été considérés : l'amont du canal de Seclin au point H, l'aval près de la confluence, et à titre comparatif, la Deule en amont de la confluence.

Les valeurs reportées dans les tableaux de résultats correspondent à des échantillons prélevés aux profondeurs respectives de 0,20 et 1,50 mètres, dans la zone littorale et en pleine eau. On peut voir que la distribution du plancton tant animal que végétal est fortement hétérogène. Sur les graphiques p. 70, 72 et 73 sont figurées les valeurs correspondant à un échantillon moyen.

La pollution se répercute de façon très nette sur la teneur en oxygène du milieu et sur la composition qualitative et quantitative du plancton.

De l'amont vers l'aval, on enregistre une diminution du nombre des Métazoaires et la variété spécifique de ceux-ci se trouve fortement affectée. Les saprophages : Ciliés et Flagellés remplacent progressivement les Métazoaires et les algues.

Au point H : les Rotifères constituent la quasi totalité du Zooplancton. Les Métazoaires sont représentés en ce point par un nombre d'espèces relativement élevé. Dans ce secteur interviennent différents facteurs. Les effets de la pollution se font légèrement sentir. Ils se traduisent par une forte eutrophisation du milieu. En outre, les échantillons de plancton ont été récoltés quelques semaines après les déversements annuels de poissons : environ 10 000 individus soit un apport d'environ 4 000 individus par ha. La composition du plancton se trouve donc fortement influencé par le degré d'eutrophisation avancé du milieu et par la prédation par les poissons. Les grands Cladocères apparaissent de façon sporadique dans le Canal. Au mois d'Août par exemple, il nous est arrivé de trouver une très forte densité de Daphnia pulex et D. magna à proximité de la confluence, secteur qui est à peu près totalement déserté par les poissons. La formation des fleurs d'eau en amont du Canal est sans aucun doute imputable à la présence en abondance de sels minéraux et de substances organiques, mais l'élimination des filtreurs aussi actifs que les grandes Daphnies favorise également la prolifération des algues, et notamment des Diatomées centrophycidae qui atteignent ici la plus forte densité rencontrée sur l'ensemble des biotopes étudiés.

Il est assez curieux de noter que dans le secteur Amont du Canal, l'abondance des Métazoaires et celle des Algues dépend moins de la saison que de la qualité de l'eau. Ainsi, au mois de Janvier, la densité des Rotifères atteint 1 500 organismes par litre et celle des algues (Cyanophycées exceptées) atteint par endroit 20 000 cellules par cc.

FLAGELLES

petites formes < 15 μ



Glenodinium



Mallomonas



Chlamydomonadaceae



Cryptomonas



Euglenaceae



Cyclonelix

canal de Seclin à Houplin

canal de Seclin à Wavrin

canal de la Deule à Wavrin

3

2,5

0,4

0,05



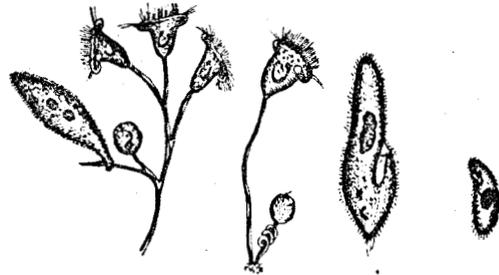
Tintinnidae



Strombididae



Didinnidae



Carchesium, Vorticella, Paramecium, Colpidium

formes sessiles sur les particules en suspension, leur présence est concomitante de celle des prédateurs Gymnostomes tels que Amphileptus

formes vagiles

100 μ

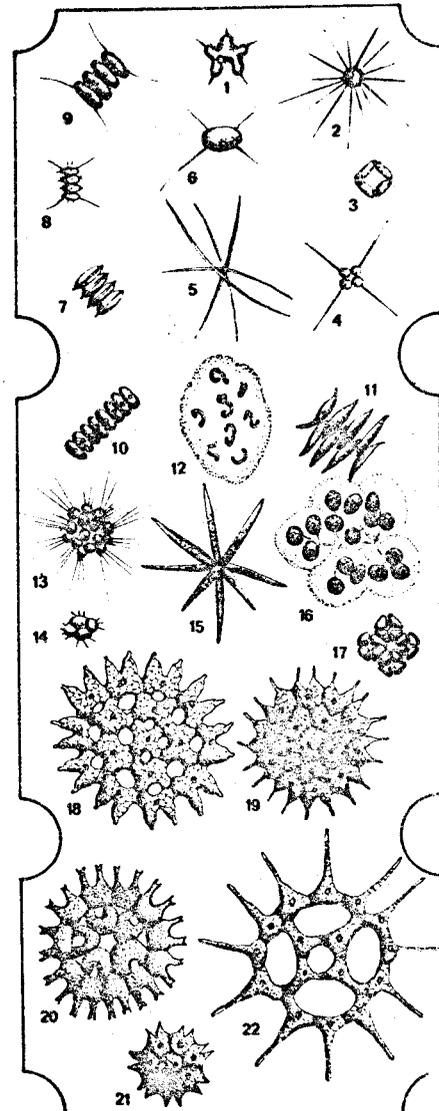
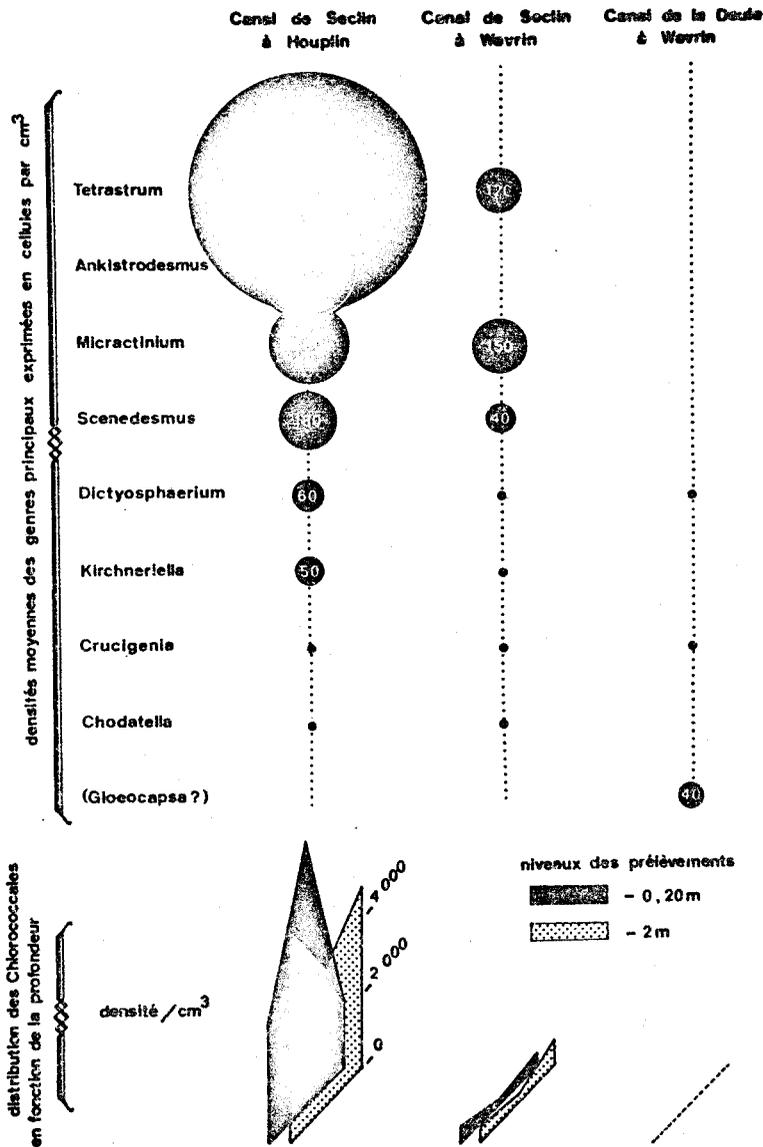
les densités sont exprimées pour un volume de 1 cm<sup>3</sup>  
o densité < 10 / cm<sup>3</sup>

CILIES



# CANAL DE SECLIN JANVIER 1969

## ALGUES CHLOROCOCCALES



Espèces rencontrées à peu près exclusivement dans la partie amont du canal de Seclin (eau très faiblement polluée).

- 1 - Tetradron caudatum
- 2 - Micractiniaceae (Sp)
- 3 - Crucigenia fenestrata
- 4 - Tetrastrum heterocanthum
- 5 - Ankistrodesmus sp.
- 6 - Chodatella sp.
- 7 - Scenedesmus sp.
- 8 - Scenedesmus tenuispina

Espèces ubiquistes dans ce canal

- 9 - Scenedesmus quadricauda
- 10 - Scenedesmus flexuosus
- 11 - Scenedesmus falcatus
- 12 - Kirchneriella sp.
- 13 - Micractinium pusillum
- 14 - Tetrastrum staurogeniaeforme
- 15 - Actinastrum hantzschii
- 16 - Dictyosphaerium sp.
- 17 - Crucigenia tetrapedia
- 18 - Pediasstrum duplex
- 19 - Pediasstrum toryanum

Espèces principalement rencontrées dans la partie aval du canal de Seclin et dans le canal de la Deule. (zone de confluence.)

- 20 - Pediasstrum biradiatum
- 21 - Pediasstrum tetres
- 22 - Pediasstrum clathratum



Au point H'' : la composition du plancton est fort différente. Les Rotifères sont remplacés par des Ciliés (55 000 Ciliés/l contre 11 Rotifères/l) et les Algues font place aux Flagellés. Ce phénomène survient normalement dans les milieux soumis à la pollution

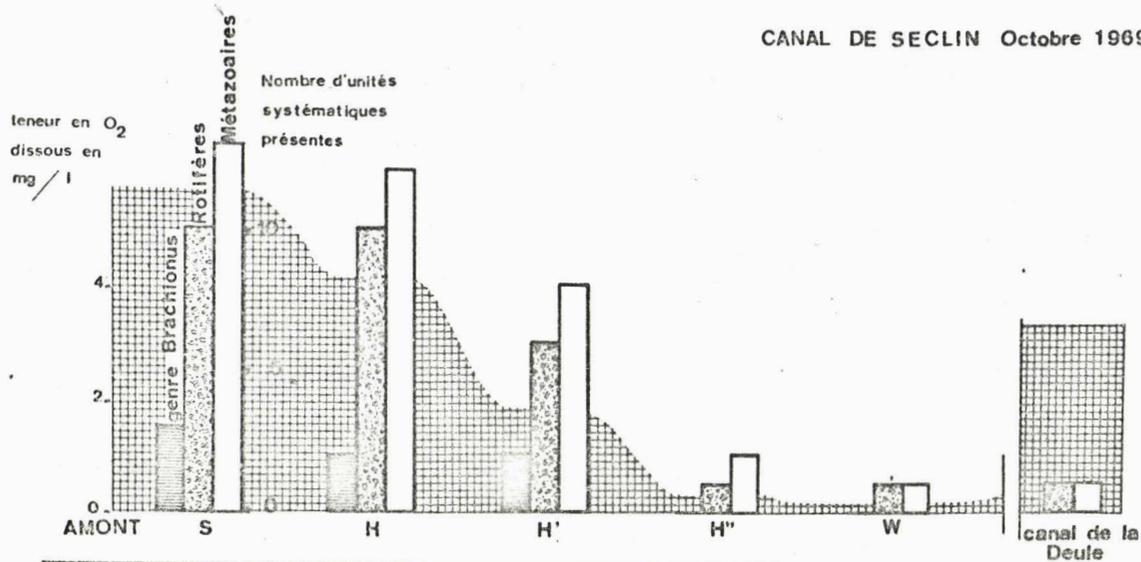
Au point D, on observe sensiblement les mêmes modifications. Les Ciliés présentent une densité nettement plus importante qu'au point précédent. Nous avons pu constater que d'une façon générale les Vorticellidae de même que les Paramecidae ont une tolérance moins grande vis à vis des basses tensions d'oxygène que les Rotifères Bdelloïdes et ici les fluctuations des Ciliés suivent sensiblement celles de la teneur en Oxygène dissous.

A cette époque de l'année, où l'autoépuration se trouve très fortement ralentie, la teneur en oxygène dissous conditionne directement la composition du Zooplancton (et indirectement celle du Phytoplancton). Outre ce facteur, interviennent éventuellement des substances plus ou moins toxiques. Ainsi en D, où les tensions d'oxygène sont plus élevées, les Métazoaires se trouvent plus faiblement représentés. Il en va de même du Phytoplancton.

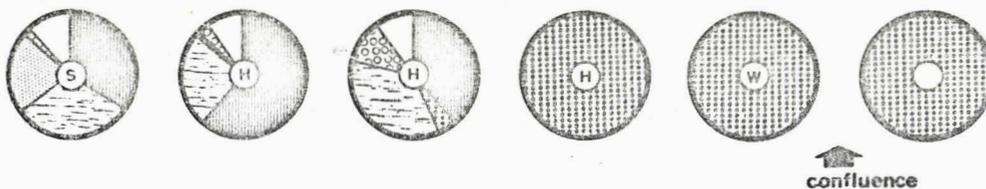
Cette série de prélèvements nous a permis de résumer les effets de la pollution des eaux de la Deule sur la composition du plancton rencontré dans le Canal de Seclin. Le profil biologique longitudinal dressé en Automne et en été pour ce même Canal va nous permettre maintenant de suivre ces fluctuations dans les différents secteurs.

# FLUCTUATIONS QUALITATIVES ET QUANTITATIVES DU ZOOPLANCTON

CANAL DE SECLIN Octobre 1969

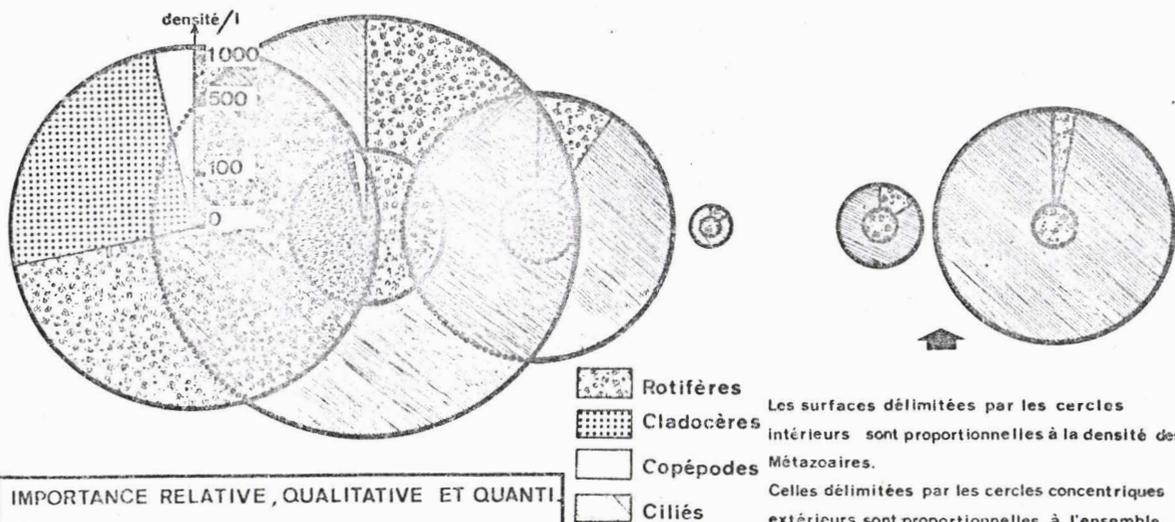


FLUCTUATIONS DE LA DIVERSITE DES ESPECES (OU A DEFAUT DES UNITES SYSTEMATIQUES) DE L'AMONT VERS L'AYAL



- Brachionus
- Keratella
- Poliarthra
- Filinia
- Rotifer
- Autres genres

ROTIFERES : IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFERENTS GENRES



IMPORTANCE RELATIVE, QUALITATIVE ET QUANTITATIVE, DES PRINCIPAUX GROUPES DU ZOOPLANCTON

Les surfaces délimitées par les cercles intérieurs sont proportionnelles à la densité des Métazoaires.

Celles délimitées par les cercles concentriques extérieurs sont proportionnelles à l'ensemble du zooplancton filtré: Ciliés compris.

Les % respectifs des différents groupes sont figurés dans les deux cas

BUS LILLE

CANAL DE SECLIN : Octobre 1969

Des échantillons moyens ont été prélevés de l'amont vers l'aval du Canal et dans la Deule au niveau de la confluence.

Si nous considérons d'abord les données bactériologiques et chimiques qui sont utilisées pour qualifier l'intensité d'une pollution, nous voyons que le gradient de pollution existant dans le Canal se manifeste de façon très nette :

- du point de vue bactériologique : on constate une augmentation très importante de la densité bactérienne à partir du point H' (germes psychrophilles).
- du point de vue physicochimique : l'un des facteurs les plus importants est ici la teneur en oxygène dissous : le milieu suffisamment oxygéné en S (4,5 mg/l) s'appauvrit progressivement à mesure que l'on approche de la confluence : 0,20 mg/l en W. Dès H' la tension d'oxygène descend en-dessous de 1,90 mg/l et interdit le développement de bon nombre de planctontes animaux. (Nous avons vu ~~page~~ 61 - que la plupart des Métazoaires nécessitent en effet une oxygénation minimale de 2 mg/l.)

Dans le Canal de la Deule, en D, l'oxygénation de l'eau atteint des valeurs plus élevées que celles enregistrées dans le secteur voisin W. Ce phénomène peut être imputé aux remous provoqués par le passage des péniches. Chacun de ces passages entraîne une augmentation fugace de la teneur en oxygène d'environ 1 ppm.

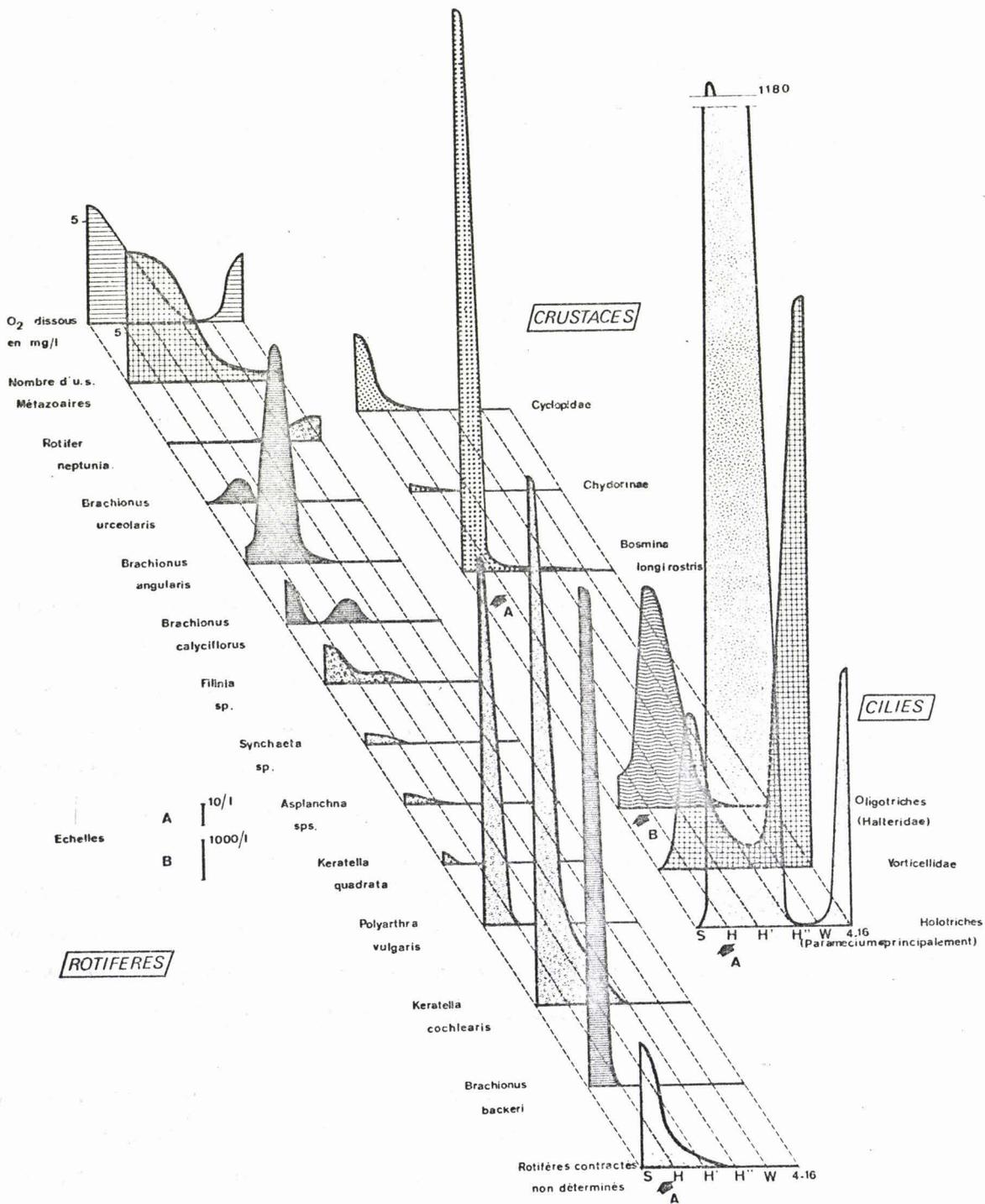
Fluctuations enregistrées pour le Zooplancton

Les modifications qui surviennent dans la qualité de l'eau se répercutent de façon très nette au niveau du Zooplancton. La réponse du plancton animal à la pollution est ici beaucoup plus homogène que celle des organismes pigmentés.

De S vers H, on enregistre trois types de réponses :

- 1) - Le nombre des espèces représentant les Clacocères et les Rotifères diminue progressivement : on passe de 10 Unités systématiques en S à 1 seule à l'approche de la confluence.

CANAL DE SECLIN OCTOBRE 1969



BUS LILLE

2) - Des espèces rotifériennes très peu exigeantes vis à vis de l'oxygène, apparaissent dans les zones les plus fortement influencées par la pollution (Rotifer neuntunia apparaît dès H'). Nous avons vu que ce Rotifère est sans doute un des organismes dont les exigences écologiques sont les plus restreintes.

3) - Le pourcentage des Ciliés comparés à l'ensemble du Zooplancton augmente progressivement de l'amont vers l'aval.

Au point S : la faune relativement variée du point de vue spécifique est essentiellement constituée par des Rotifères, leur densité atteint 800 organismes par litre, soit les 70 % du Zooplancton. Outre les Bdelloidae qui n'ont pas été déterminés, on compte 8 espèces différentes.

Les Cladocères et les Copépodes assez peu variés sont également abondants : 300 organismes par litre. Par contre, les Ciliés essentiellement représentés par des Oligotriches ne constituent qu'une fraction infime de la population : moins de 1 %.

Au point H : la biomasse qui est sensiblement constituée par les mêmes espèces qu'en S, se trouve réduite au 1/5<sup>e</sup> de sa valeur initiale. Le plancton à Rotifères fait place à un plancton à Ciliés. Ces derniers constituent plus de 85 % des microorganismes animaux. Les Ciliés Oligotriches font place ici aux genres Paramecium, Zoothamnion, Vorticella et leurs prédateurs. Quant aux Cladocères et Copépodes, ils ne représentent plus désormais qu'un pourcentage infime de la population.

Les modifications survenues dans la faune Rotiférienne se manifestent plus nettement au niveau de la densité qu'au niveau de la qualité : 7 des dix espèces rencontrées en S sont encore présentes en H, alors que la biomasse est passée de 1 400 individus à 200 individus par litre.

Points H' et suivants : la Deule en amont de sa confluence avec le Canal de Seclin, reçoit à proximité de Wavrin les effluents d'une très importante usine de produits pharmaceutiques. A la pollution organique (station d'épuration, conserveries) et physique (bassin minier), vient s'ajouter une pollution chimique consistant en substances toxiques et en antibiotiques. Ces substances, dont les Ingénieurs chimistes chargés du contrôle de la pollution soupçonnent la présence, n'apparaissent pas lors de la recherche des toxiques. Il semble que la présence de ces substances nocives soit responsable de la disparition des Métazoaires dans la Deule. En effet à ce niveau, la teneur en oxygène

dissous est très largement supérieur à celle des points H" et W, mais les Métazoaires ne sont représentés que par l'espèce très résistante : Rotifer neptunia. Contrairement aux Métazoaires, les Ciliés semblent être moins affectés par ces substances, leurs fluctuations suivent directement celles de l'oxygène dissous, et on constate une augmentation très nette de leur population en D. Celle-ci passe de 40 organismes par litre en W à près de 300 en D.

Rotifer neptunia semble être assez peu sensible aux différents polluants déversés dans les canaux. On ne le retrouve en effet que dans les secteurs les plus sévèrement touchés par la pollution. Son alimentation microphage (volontiers bactériophage) (POURRIOT 1965) conditionne en partie sa présence dans ces milieux riches en matières organiques. Il présente en outre la possibilité de survivre dans des eaux presque complètement désoxygénées et supporte la présence en faible concentration de l'hydrogène sulfuré. Quelles que soient ses limites de tolérance, nous l'avons trouvé vivant avec d'autres bactériophages dans les secteurs de canaux les plus fortement touchés par la pollution tant physique que chimique et organique. Toutefois dans ces milieux pratiquement abiotiques, sa densité reste très faible (quelques individus par litre) alors que dans le cas d'une pollution organique naturelle (cas notamment de la Mare d'Englebelmer, où il entre en compétition avec de nombreux organismes dont les Ciliés), il atteint une densité de 50 individus par litre.

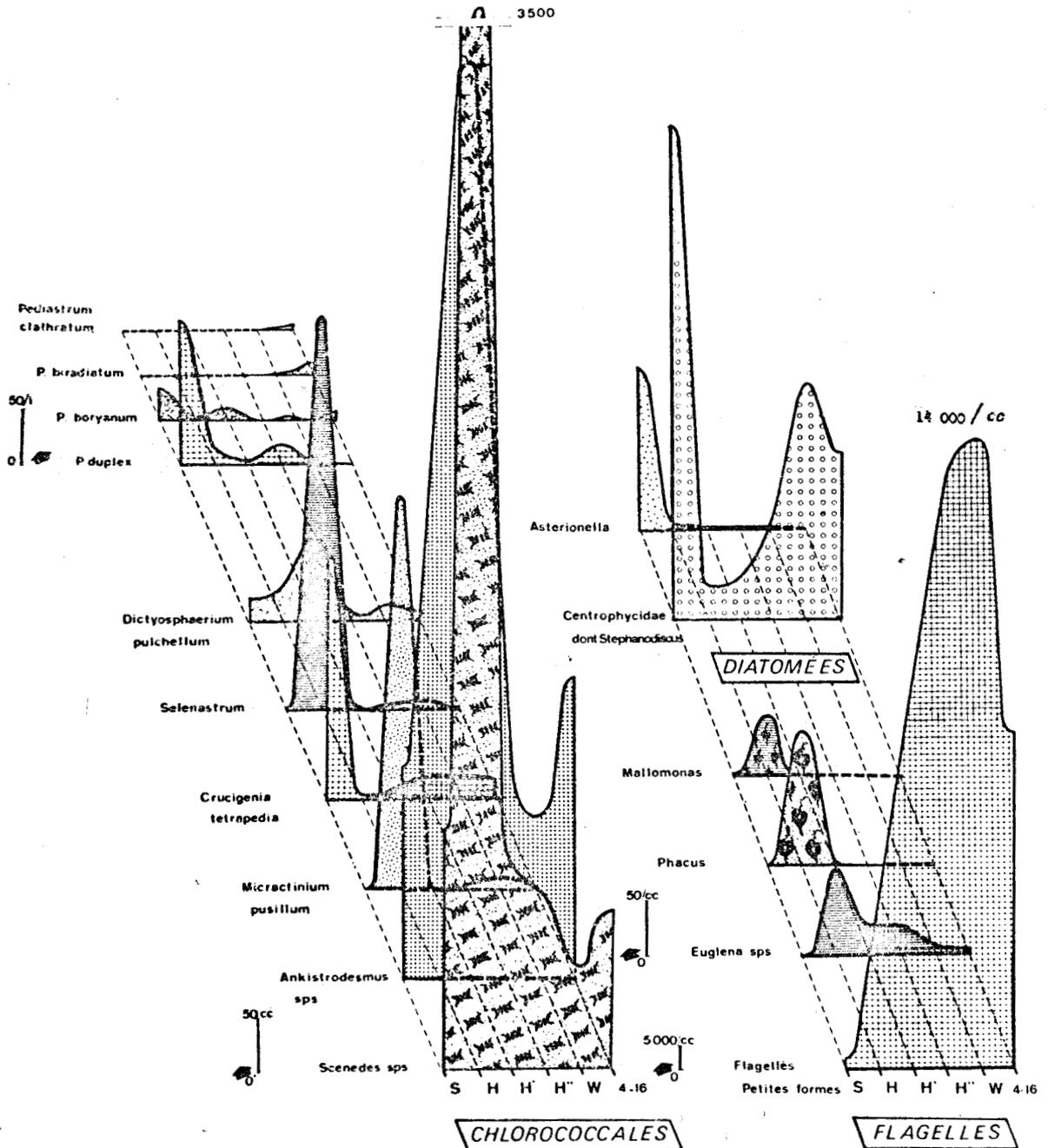
#### Flagellés et phytoplancton

La densité des Flagellés (dont la plupart sont des formes incolores) augmente régulièrement de l'amont vers l'aval. On passe de 200 cellules par cc en S à 14 000 cellules par cc en W. En D ces organismes voient leur densité diminuer de moitié, deux facteurs peuvent être responsables de ce phénomène et agir en synergie : d'une part les substances plus ou moins toxiques présentes dans les eaux de la Deule, d'autre part la présence d'une population de Ciliés beaucoup plus importante en D qu'en W.

Dans la littérature, nous avons trouvé très peu de données sur le spectre alimentaire des Vorticellidae. Ce sont des bactériophages, capables d'ingérer directement des particules de matières organiques (PILLAI et SUBRAHMANYAN 1942-44, SUDGEN et LLOYD 1950) mais nous ne possédons pas d'éléments qui nous permettent de dire si les Flagellés sont ingérés aussi activement que les bactéries. Pour les Paramécidae, par contre, nous avons pu constater la présence en très grande abondance des Flagellés dans leurs vacuoles digestives. Outre les Paramécidae, les Flagellés ont pour prédateurs les Cladocères et les Rotifères (Chap.            et            ). En S, les Cladocères et

CANAL DE SECLIN OCTOBRE 1969

FLUCTUATIONS ENREGISTREES POUR LE PHYTOPLANCTON



BUS  
VILLE

les Rotifères sont très abondants, ils sont relayés en H par les Ciliés. En ces deux points la densité des Flagellés se trouve contrôlée par le Zooplancton. En outre, les Flagellés bactériophages entrent en compétition avec les Ciliés. Les fluctuations qui surviennent dans la densité des Flagellés vont, comme on pouvait s'y attendre, en sens contraire de celles du Zooplancton, les minima des uns correspondent aux maxima des autres.

Les Flagellés pigmentés : ils sont essentiellement représentés par les Euglénacées des genres Phacus et Euglena et les Synuracées. (Mallomonas spp). Ici le comportement de ces deux groupes d'organismes n'apparaît pas clairement, nous verrons plus loin des exemples plus significatifs de leurs réactions à la pollution.

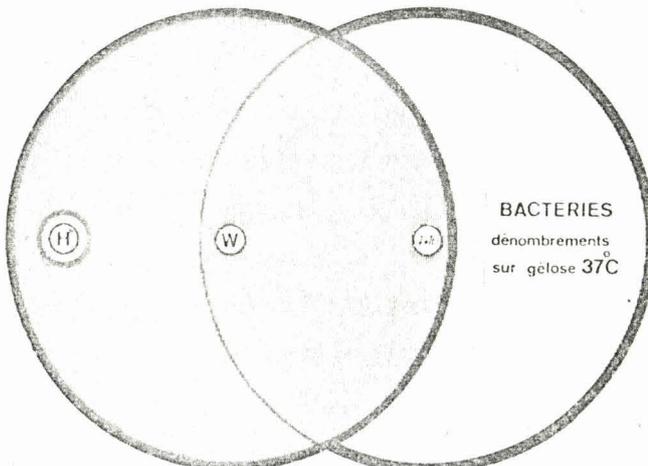
La faible densité des genres Phacus et Mallomonas en S, leur brusque développement en H peut résulter du fait que les organismes appartenant à ces genres, constituent une nourriture très prisée par les Rotifères et Cladocères. Or, ces prédateurs sont beaucoup moins abondants en H qu'en S.

Les Chlorococcales et Diatomées : chez les Chlorococcales, les Cyanophycées et les Eugléniens, la plupart des espèces peuvent être considérées comme des hétérotrophes. Ces organismes prolifèrent généralement dans les milieux "enrichis" par des composés organiques, et dans les cas de pollution de moyenne intensité, on observe généralement la formation de fleurs d'eau (à Cyanophycées ou Chlorococcales ou à Eugléniens). Ce phénomène survient notamment dans bon nombre de nos lacs actuellement touchés par la pollution. (Lac de Nantua, du Bourget). Selon DUSSART 1966, le degré d'eutrophisation résultant de la pollution, est d'autant plus élevé que les fleurs d'eau sont plus fréquentes. Il considère en outre qu'il y a formation de fleurs d'eau lorsque la densité d'une espèce atteint 500 individus/cc.

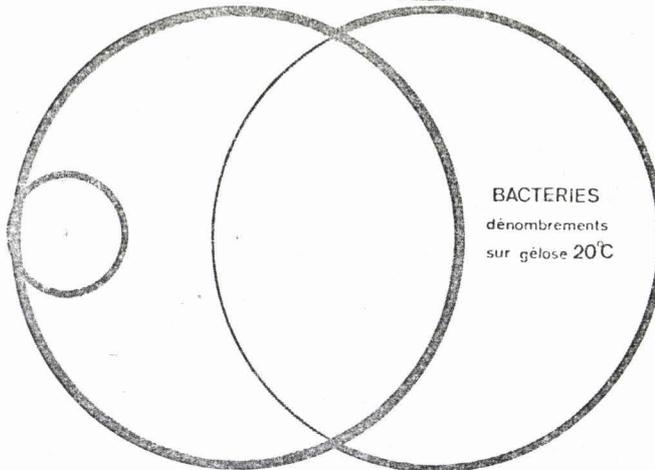
Le secteur supérieur du Canal de Seclin présente en permanence ce phénomène de fleurs d'eau. En S, l'abondance du Phytoplancton permet le développement de nombreux organismes animaux qui contrôlent à leur tour la prolifération des algues. Au point H, les conditions ambiantes sont moins favorables pour le Zooplancton et les espèces telles que Scenedesmus falcatus, les Scenedesmus du Groupe Spinosi, les Ankistrodesmus, qui sont susceptibles de constituer une bonne nourriture pour les Rotifères et Cladocères, ne sont plus l'objet d'un broutage aussi intensif qu'en S. Il s'en suit une prolifération exubérante de ces algues. Les maxima correspondant aux différentes espèces de Chlorococcales surviennent soit en S, soit en H, soit en H'. Ceci résulte de l'intervention de plusieurs facteurs : prédation, antagonisme spécifique (chap. ), richesse du milieu en matières organiques. Nous verrons dans les autres séries de résultats, que les différentes espèces considérées sont

# CANAL DE SECLIN OCTOBRE 1969

## NANNOPLANCTON



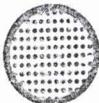
BACTERIES  
dénombrements  
sur gélose 37°C



BACTERIES  
dénombrements  
sur gélose 20°C



FLAGELLES



CHLOROCOCCALES



Confluence avec la Deule

LES RAYONS DES SPHERES SONT PROPORTIONNELS A  $\sqrt[3]{\text{densité}}$



d'abord favorisées par la présence d'une certaine quantité de matières organiques. Ensuite à mesure que la pollution s'intensifie, la croissance de ces algues est progressivement ralentie puis inhibée.

Les facteurs qui contrôlent le développement du Phytoplancton diffèrent selon les secteurs considérés : en S, il s'agit du Zooplancton (action directe) et des poissons (action indirecte), à partir de H, la pollution intervient et conditionne d'une part l'eutrophisation très élevée du milieu et d'autre part l'appauvrissement du plancton à Métazoaires. A partir de H', les conditions ambiantes semblent être peu favorables au développement de la plupart des algues. Les maxima respectifs des Scenedesmus, ankistrodesmus et de la plupart des autres espèces correspondant aux minima des Flagellés. La présence de substances nocives éventuelles ne peut pas être mise en cause puisqu'au niveau de la Deule, on constate une augmentation sensible de la densité des Chlorococcales.

Tout se passe comme si le développement intensif des Flagellés inhibait le développement des Chlorococcales (hétéro antagonisme). Seul ce facteur pourrait justifier la densité plus élevée des Scenedesmus et Ankistrodesmus dans la Deule. En D en effet, la charge en matières organiques est plus élevée et la pollution physique plus intense. Lorsque l'eau de la Deule pénètre dans le Canal de Seclin, elle perd une partie de sa charge en particules solides en raison des fluctuations du courant. En outre la charge de polluants se trouve diluée. Si les Chlorococcales répondaient directement aux fluctuations de la pollution organique, leur densité en W devrait être égale ou inférieure à celle trouvée en D, ce qui n'est pas le cas.

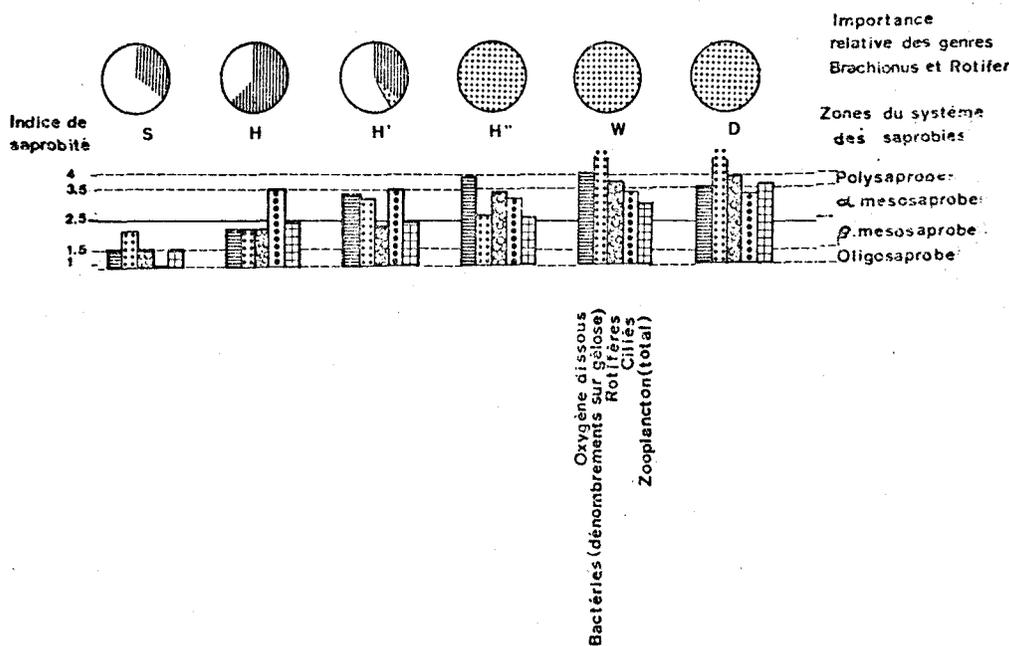
Les espèces du genre Pediastrum sont supposées ne pas avoir de prédateurs parmi les espèces présentes dans le plancton. Toutefois P. borianum, P. duplex et P. tetras présentent les mêmes fluctuations que les autres Chlorococcales. P. biradiatum et clathratum par contre apparaissent dans les parties les plus polluées. Ces espèces sont rencontrées dans des biotopes similaires sur la Lys et la Deule. Selon GUILLARD 1950, la présence de P. biradiatum et P. clathratum serait davantage liée à la taille des collections d'eau qu'au degré d'eutrophisation du milieu, ces organismes apparaissant sélectivement dans les collections d'eau de grande taille.

Diatomées

Les petites Centrophycidae sont susceptibles de servir de proies tant aux Métazoaires qu'aux Ciliés. Ici leur disparition coïncide avec celle des Ciliés. Nous n'avons jamais constaté l'ingestion de ces petites Diatomées par les Paramécies. Ces Ciliés sont pourtant capables d'ingérer des proies de plus grande taille telle que les Euglènes.

En l'absence de données sur la question, nous nous bornerons à constater que les Centrophycidae présentent deux maxima respectivement en S et W, ces maxima correspondent aux minima enregistrés pour la population des Ciliés.

Sur la base des données acquises pour le plancton, pour la densité bactérienne et la teneur en Oxygène du milieu, nous avons calculé l'indice biotique du milieu, en utilisant la méthode préconisée par PANTLE et BUCK et en nous référant aux valeurs d'indicateurs des différents organismes (liste de CYRUS et SLADECEK, 1969).



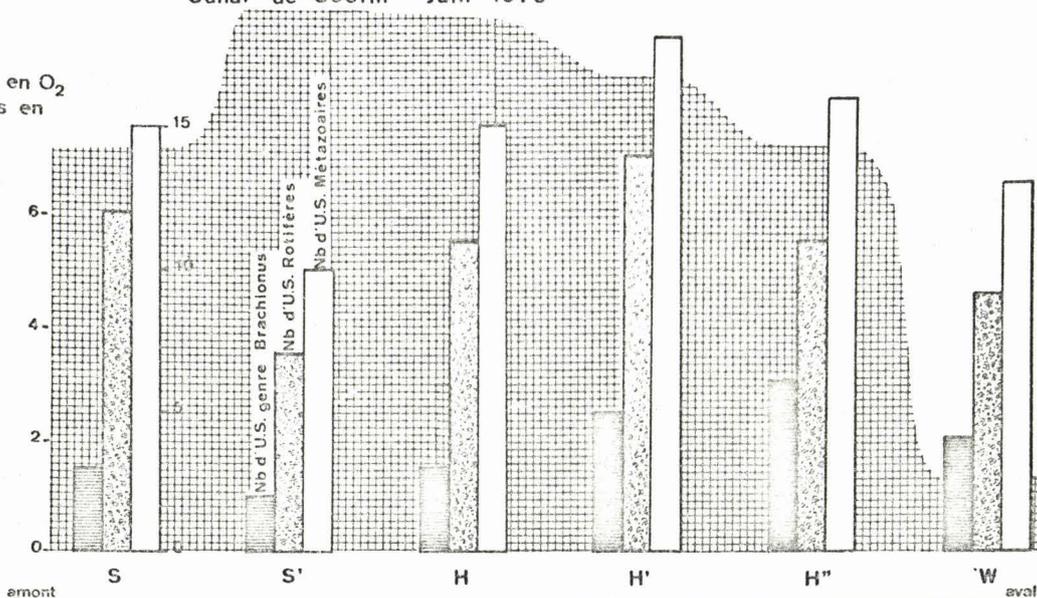
La pollution est sensible en H (le plancton à Rotifères prépondérant est remplacé par un plancton à Ciliés et Rotifères). En H' on obtient des valeurs d'indice qui oscillent entre l'alpha-mésosaprobie et la polysaprobie : pollution très nette.

Selon les paramètres considérés, les valeurs obtenues sont sensiblement différentes. Cela s'expliquerait en partie par la présence de substances dont le seuil de toxicité ne serait pas le même pour toutes les espèces. Notons que le pourcentage des genres Brachionus et Rotifer augmente de façon assez régulière de S vers D. Toutefois, le secteur H semble présenter des conditions très favorables au développement des Brachions.

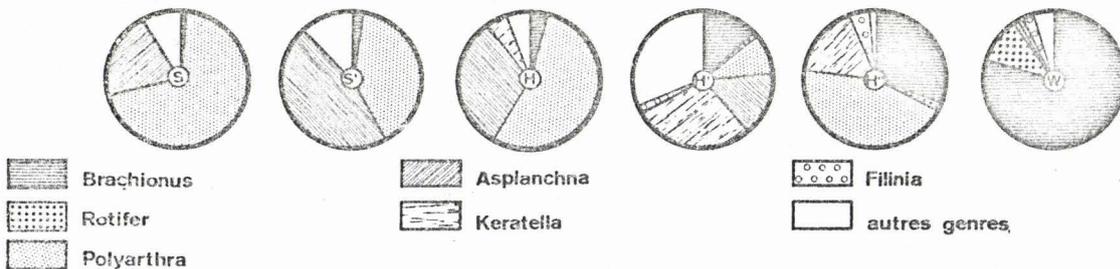
FLUCTUATIONS QUALITATIVES ET QUANTITATIVES DU ZOOPLANCTON

Canal de Seclin Juin 1970

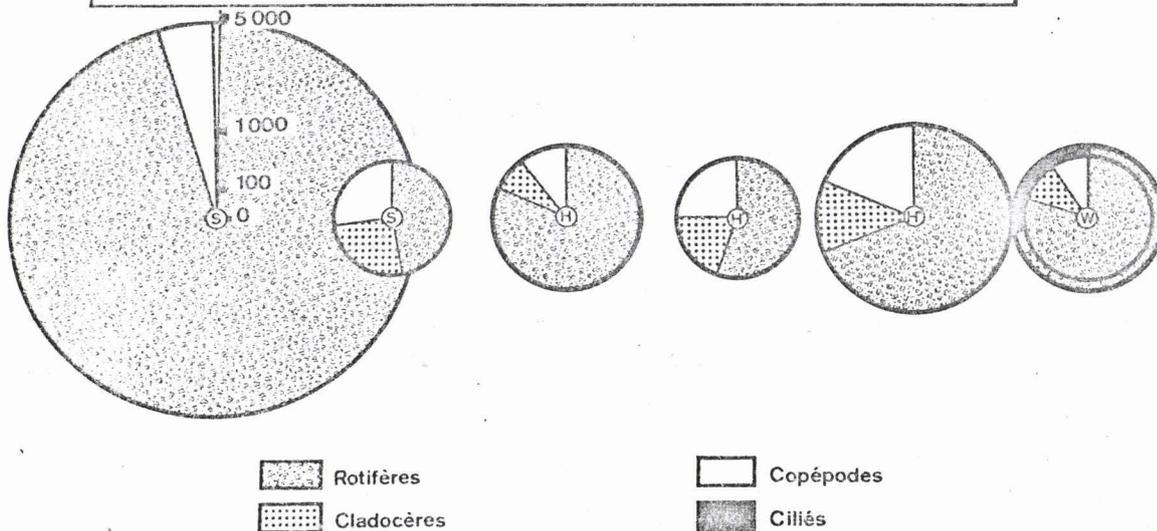
teneur en O<sub>2</sub>  
dissous en  
mg/l



FLUCTUATIONS DE LA DIVERSITE DES ESPECES, (OU A DEFAUT, DU NOMBRE DES UNITES SYSTEMATIQUES), DE L'AMONT VERS L'AVAL.



ROTIFERES : % RELATIF DES GENRES LES PLUS ABONDAMMENT REPRESENTES



IMPORTANCE RELATIVE DES PRINCIPAUX GROUPES DU ZOOPLANCTON - exprimée en % -

( les surfaces figurées sont proportionnelles à la densité des organismes considérés )



CANAL DE SECLIN : Juin 1970

En cette saison, l'épuration biologique se trouve activée par la température relativement élevée du milieu et le canal présente dans le secteur aval une eau dont la qualité s'est fortement améliorée.

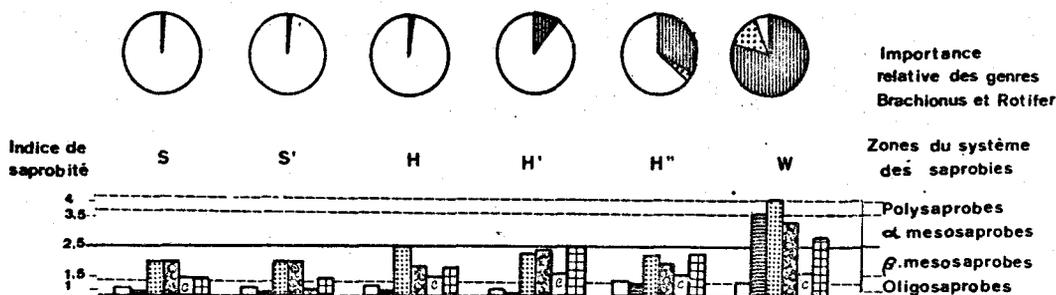
Données physicochimiques et bactériologiques

L'eau du canal se trouve très bien oxygénée sur la quasi totalité du parcours et jusqu'en W, le pourcentage de saturation reste supérieur à 80 %. Seul le secteur le plus proche de la confluence se trouve nettement désoxygéné (1,60 mg/l).

Parmi les paramètres mesurés, on n'enregistre pas de différence très importante entre l'amont et l'aval. Seul le taux des nitrites permet de suivre le gradient de pollution, et s'élève progressivement jusqu'en W.

Quant à la densité bactérienne, elle ne présente pas de fluctuations significatives jusqu'au point W où elle atteint une valeur 4 à 6 fois supérieure à celle des autres secteurs.

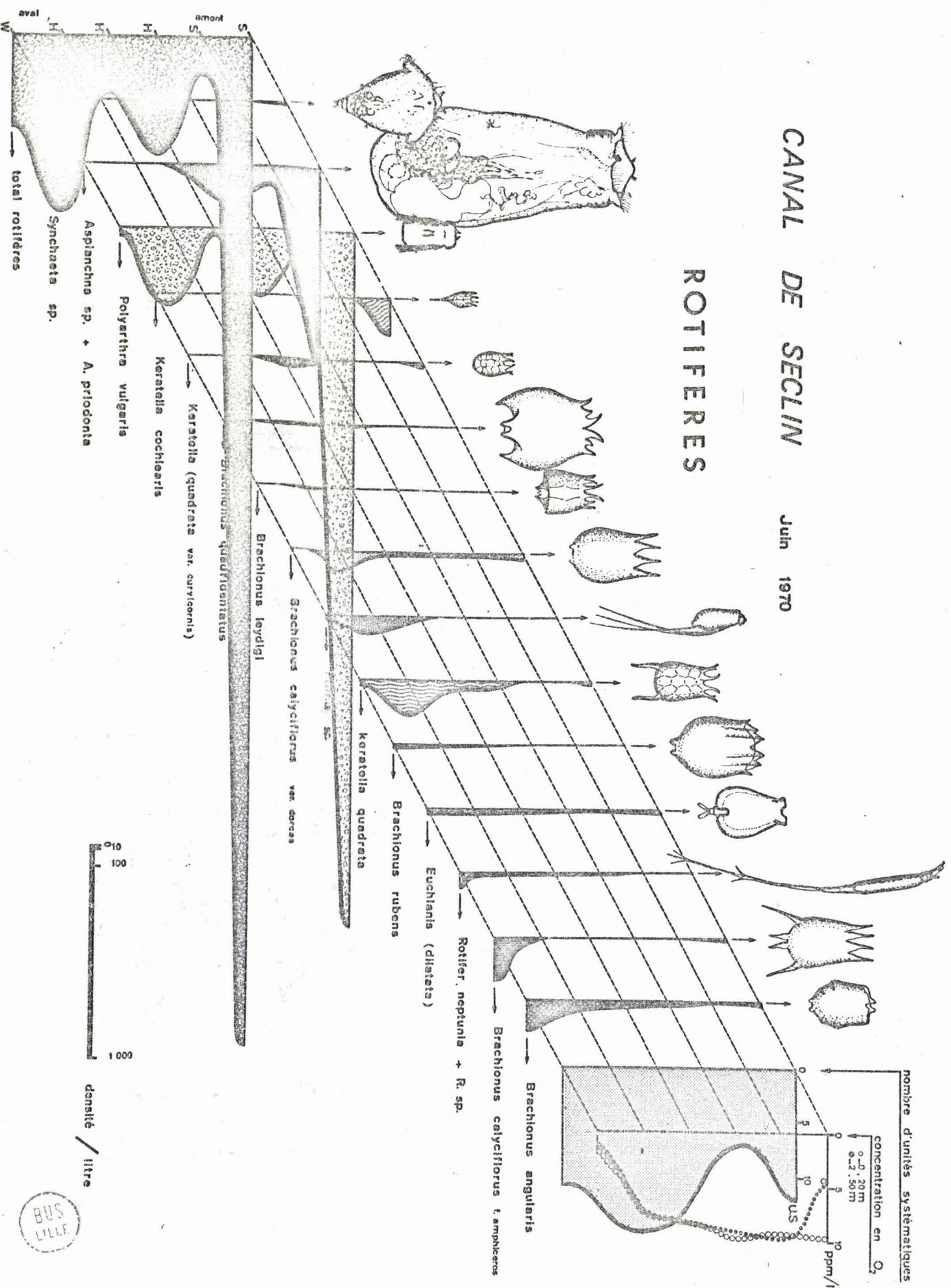
Nous avons reporté dans le graphique suivant les valeurs de l'indice de Saprobité qui correspondent respectivement à la DBO<sub>5</sub>, l'oxygène dissous, la densité bactérienne (dénombrée directement). Ces valeurs sont obtenues à partir des données présentées par SLÁDEČEK, tableaux p. 3 et 4. Pour les Rotifères, les Cladocères et l'ensemble du Zooplancton, les valeurs de l'indice ont été calculées par la méthode de PANTLE et BUCK (p. 7), en se référant à la liste des saprobiontes proposée par CYRUS et SLÁDEČEK 1969.



D.B.O.<sub>5</sub>  
 Oxygène dissous  
 Bactéries (dénombrements sur gélose)  
 Rotifères  
 Cladocères  
 Zooplancton (total)

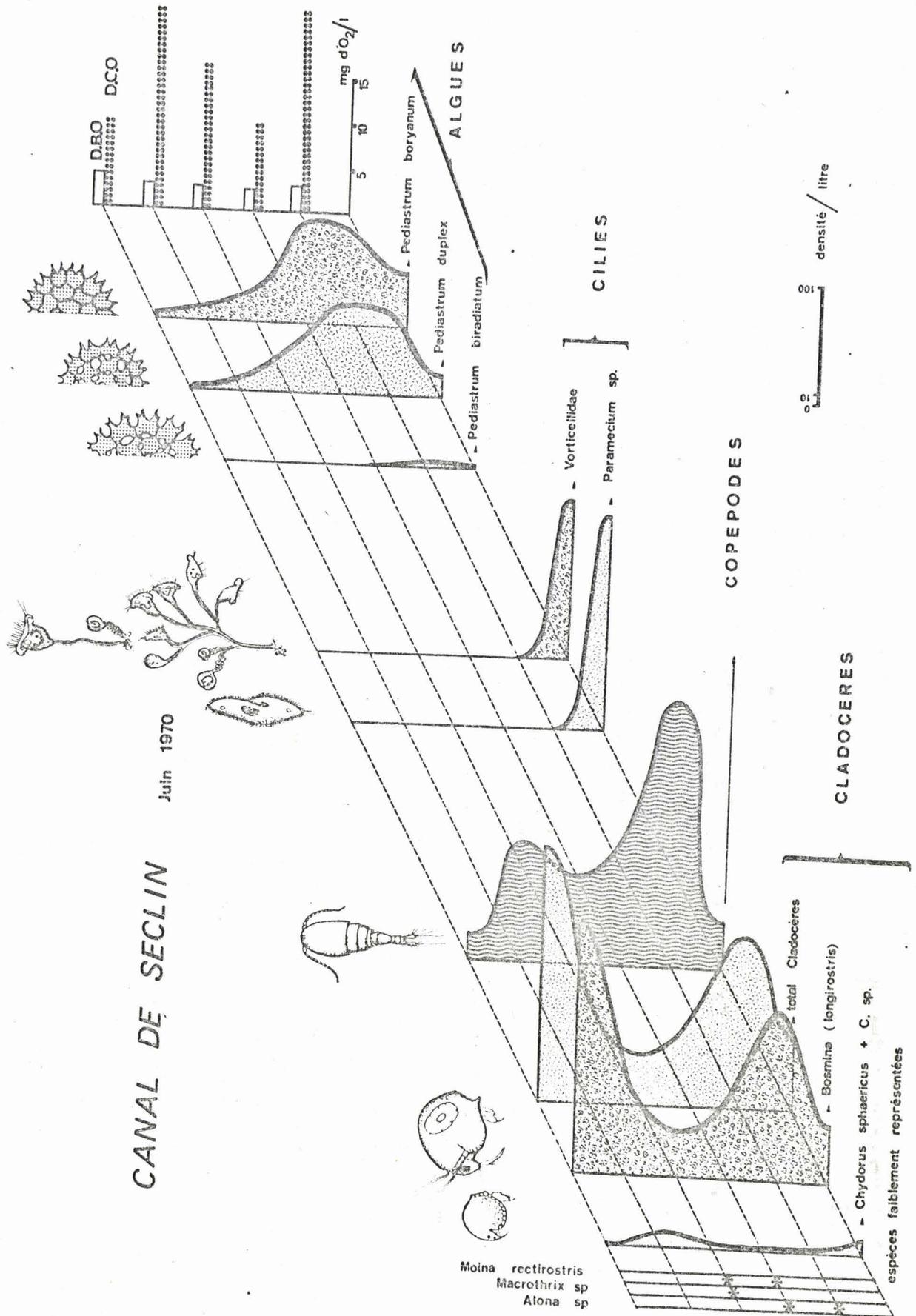
CANAL DE SECLIN Juin 1970

ROTIFERES



# CANAL DE SECLIN

Juin 1970



BUS LILLE

Comme nous avons pu le constater précédemment les indices ainsi obtenus diffèrent selon les critères considérés. Toutefois, on constate que la qualité de l'eau en amont correspond à la zone oligo-beta-mésosaprobe. (jusqu'en H). A partir de H', la densité bactérienne, de même que le Zooplancton révèlent des conditions proches de la zone beta-alpha-mésosaprobe, et il semble que l'on puisse considérer ce secteur comme nettement pollué. En H'', les valeurs obtenues à partir des Rotifères et pour l'ensemble du Zooplancton sont légèrement plus basses qu'au point précédent. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que le Zooplancton plus abondant permet l'élimination d'une plus grande charge de polluants, mais les liens qui existent entre le degré de pollution, la nature du plancton et la participation des organismes dans l'autoépuration sont très intimes et il est très délicat de proposer une interprétation dans ce cas précis d'un milieu très eutrophe où la composition du plancton évolue rapidement dans le temps. Quoiqu'il en soit en W, on obtient des valeurs nettement plus élevées et les valeurs de l'indice biotique oscillent entre la zone beta-mesosaprobe et polysaprobe, la valeur moyenne entre le plancton et les paramètres physicochimiques et bactériologiques correspond à la zone alpha-mésosaprobe soit à une pollution assez sévère.

#### A - Le Zooplancton

Sur tout le parcours du canal, la faune rotiférienne prédomine nettement sur les Métazoaires et les Ciliés. Ces derniers n'apparaissent qu'au niveau de la confluence (W). Dans ce secteur, ils ne représentent cependant que le tiers de la biomasse animale. Seule la zone proche de la confluence présente les caractéristiques biologiques d'un milieu nettement pollué. A cette époque de l'année, tout se passe comme si les potentialités d'épuration des organismes étaient suffisantes pour que la charge en matières organiques, amenée par les eaux de la Deule, se trouve presque totalement minéralisée dès le secteur H''.

En Automne au contraire, nous avons vu que l'autoépuration n'était maximale que dans le secteur amont du canal.

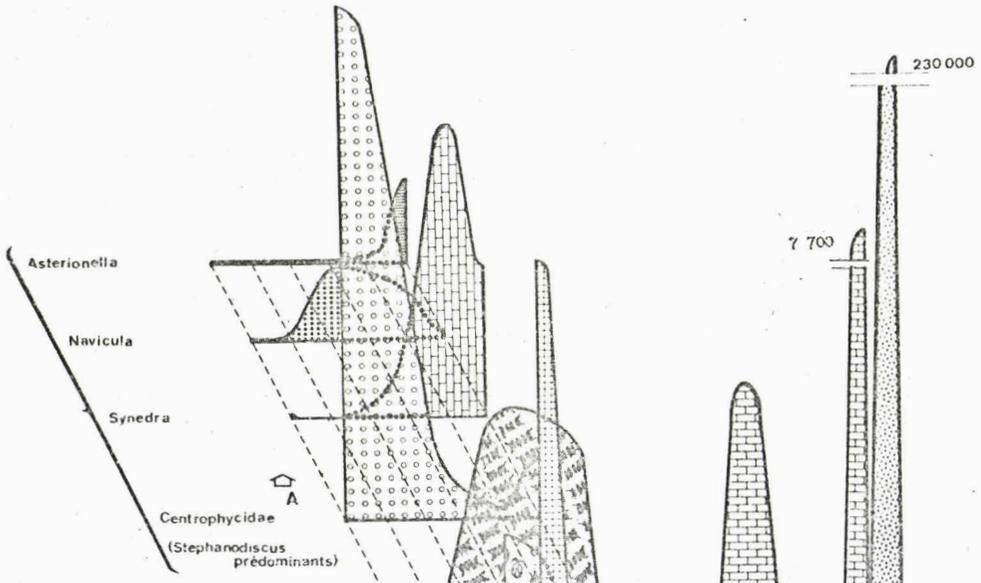
Le Zooplancton présente une assez grande diversité spécifique : le maximum d'espèces correspond au secteur beta-mesosaprobe (H') situé juste avant les zones les plus marquées par la pollution.

Les fluctuations de la densité et de la variété des organismes tant végétaux qu'animaux sont vraisemblablement indépendantes de la qualité de l'eau du moins dans la partie qui s'étend de S à H''. On se trouve en effet en présence d'un biotope fortement eutrophe. Dans les biotopes de ce type, les

CANAL DE SECLIN JUN 1970

PHYTOPLANCTON

DIATOMÉES

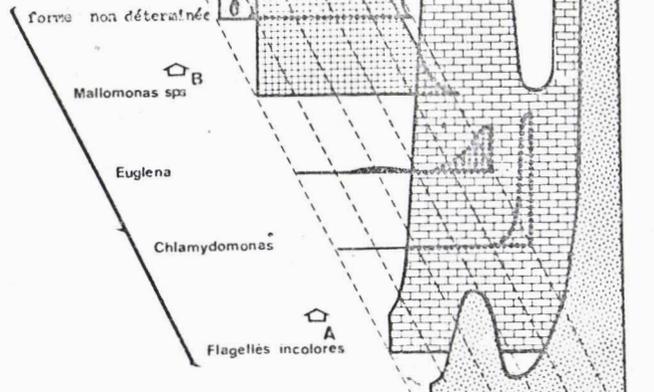


CHLOROCOCYTES

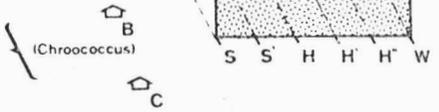
- Echelles
- A | 10 cc
  - B | 100 cc
  - C | 1000 cc



FLAGELLES



CYANOPHYCEES



organismes peuvent proliférer très rapidement, et leur densité est sujette à de brusques fluctuations dans le temps. Les espèces présentes trouvent tour à tour des conditions optimales de développement et épuisent très rapidement les organismes qui leur servent de proies avant de disparaître à leur tour. Il aurait été nécessaire de suivre ce milieu de façon hebdomadaire durant la période estivale pour pouvoir interpréter correctement ces fluctuations du plancton.

Quoiqu'il en soit, il est intéressant de noter que le genre Brachionus qui<sup>a</sup> particulièrement retenu notre attention dans cette étude, voit son pourcentage augmenter de façon très progressive jusqu'au niveau de la confluence. Quant au genre Rotifer, il n'apparaît qu'au niveau de H".

POURRIOT et coll. 1970 estimaient à propos des Rotifères du genre Brachionus que "la présence commune de plusieurs espèces de ce genre dans un biotope indique une eau hypereutrophe". Ceci se vérifie en effet pour cette série de prélèvements. Non seulement ces organismes voient leur pourcentage croître de l'amont vers l'aval, mais ils sont représentés par un nombre d'espèces qui passe respectivement de 2 en S' à 3, 4, 5 puis 6 au niveau de H".

Ces organismes planctoniques sont les seuls avec les Ciliés qui permettent de confirmer l'existence d'un gradient de pollution de l'amont vers l'aval.

Si nous comparons les deux séries de prélèvements : Octobre et Juin, nous voyons que les points S (d'Octobre) et H" (du mois de Juin) présentent une certaine similitude quant à la composition qualitative et quantitative du plancton. Alors qu'en Juin, la pollution se trouve limitée au secteur aval, au mois d'Octobre, le secteur pollué s'étend sur la presque totalité du canal. Ce phénomène se trouve directement lié à la température, le métabolisme des organismes étant plus intense en été qu'en Automne.

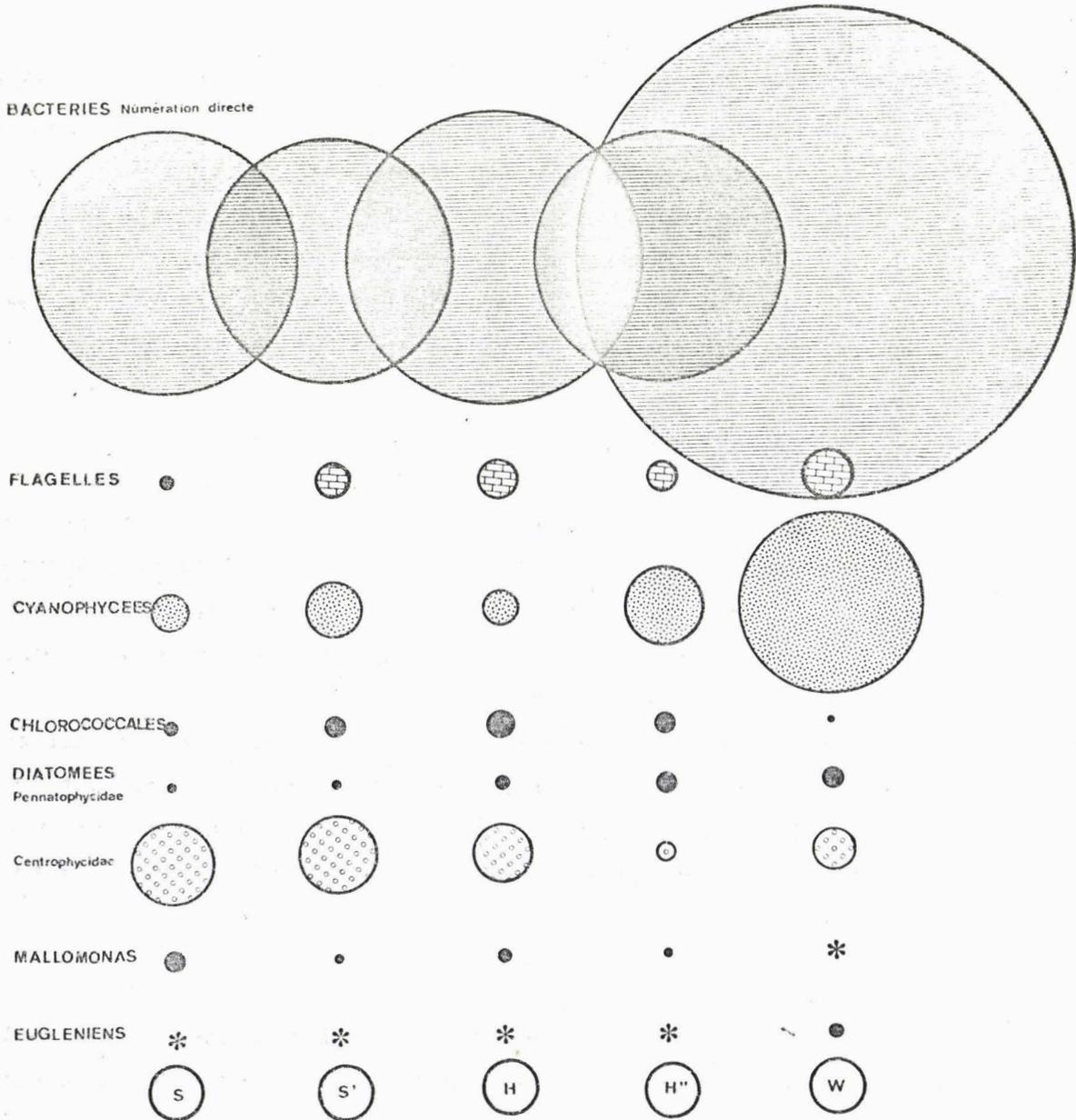
## B - Phytoplancton et Flagellés

Alors qu'au mois d'Octobre les Flagellés appartenant au genre Mallomonas n'apparaissent qu'au point S et H à raison de quelques rares spécimens en S et d'environ 50 individus en H, au mois de Juin, ces organismes sont présents jusqu'en H". Leur densité assez élevée en S (500/cc) diminue progressivement à mesure que l'on approche de la confluence : elle tombe à 50/cc en H". Ces organismes disparaissent complètement en W. Alors que le pourcentage des Brachionidae augmente parallèlement à la pollution, il semble en première approximation que celui des Synuracées diminue à mesure que la pollution s'intensifie.

CANAL DE SECLIN

JUIN 1970

BACTERIES Numération directe



- Les Eugléniens : Ces organismes que l'on rencontrait sur tout le parcours du canal au mois d'Octobre, présentaient alors un maximum en H. Au mois de Juin, leur densité est insignifiante, exception faite du point W où ils atteignent 30 individus/cc. Ceci confirme la similitude existant entre la qualité de l'eau au point H au mois d'Octobre et celle du point W au mois de Juin. Cependant les minima enregistrés pour les Eugléniens correspondent aux secteurs où les Rotifères et Cladocères sont les plus abondants ; les deux facteurs : pollution et prédation se superposent et il est assez difficile de distinguer l'influence respective de chacun des facteurs.

- Les Cyanophycées : il est également possible que la prédation masque les relations de cause à effet existant entre ces organismes et la pollution. Toutefois, les deux maxima des Cyanophycées respectivement 10 000 et 230 000/cc surviennent en des points où la densité du Zooplancton est sensiblement la même. Ceci laisse supposer que leur développement massif en W est bien une conséquence de la pollution qui sévit en ce point. Ce phénomène se retrouve en effet sur les autres biotopes étudiés. Ces formations de fleurs d'eau à Cyanophycées sont considérées par ailleurs comme étant caractéristiques des milieux fortement eutrophes.

- Les Diatomées : alors que les Chlorococcales représentent ici un pourcentage faible de la population, les petites Diatomées Centrophycidae constituent l'élément majeur du Phytoplancton. Elles atteignent en S un maximum de densité qui est de 10 à 100 fois supérieur à celui enregistré respectivement en Janvier et Octobre.

Il semble que ces algues soient influencées par la pollution mais leur réponse à l'augmentation de la pollution n'est pas toujours très homogène. Ici, elles voient leur densité diminuer progressivement de l'amont vers l'aval mais elles accusent une brusque recrudescence au niveau de la Deule.

En conclusion, pour le canal de Seclin, on peut dire que l'intensité de la pollution dans les différents secteurs considérés dépend essentiellement de la saison. En été, l'autoépuration est suffisamment efficace pour que le canal retrouve une eau d'assez bonne qualité sur la plus grande partie de son parcours. En Hiver et en Automne, l'épuration biologique voit son activité se ralentir considérablement et l'on constate un déplacement dans l'espace (progression vers l'amont) des zones de plus forte pollution.

Dans les secteurs situés en amont, le faciès biologique résulte de l'action conjuguée de la pollution et d'un certain nombre de facteurs biotiques. D'une part les eaux de la Deule permettent l'enrichissement du milieu, par un apport en composés organiques et en sels minéraux. Les polluants sont en effet partiellement minéralisés lorsqu'ils parviennent dans le secteur amont. D'autre part, la suppression par les poissons des Cladocères tels que D. magna et D. pulex (qui n'apparaissent que de façon sporadique dans le secteur aval), élimine un facteur important susceptible de contrôler la prolifération des algues, les moins utilisées par les Rotifères.

Dans le secteur aval, les différents facteurs biotiques et abiotiques susceptibles de conditionner la composition du plancton, se trouvent plus directement liés à la pollution : il s'agit notamment de la teneur en oxygène dissous, de la densité des bactéries et de la concentration de leurs produits de métabolisme. En fait, seuls les organismes susceptibles de s'accomoder d'une densité bactérienne élevée, et des très faibles tensions d'oxygène, peuvent coloniser cette partie du canal. Bon nombre d'espèces bactériophages : Flagellés, Ciliés, Rotifères Edelloidae et Brachionidae, peuvent ainsi se développer dans cette zone basse du canal.

Les substances chimiques et les antibiotiques provenant notamment des effluents de l'usine de produits pharmaceutiques que la Naviette déverse dans la Deule en amont de la confluence, interviennent de façon plus ou moins nette selon la saison. Et une partie des Saprofages se trouve éliminée ou voit leur population fortement réduite. Même les espèces les plus résistantes ont tendance à disparaître au niveau de la confluence. Ainsi Rotifer neptunia ou Brachionus calyciflorus voient leur population sévèrement réduite en W et D.

Un certain nombre de données ressortent de l'étude de ce biotope. Du point de vue qualitatif, l'augmentation de la pollution entraîne un certain nombre de modifications au sein de la biocénose. Le Zooplancton à Cladocères et Rotifères fait place à un Zooplancton à Rotifères et Ciliés, puis à Ciliés prédominants. Le Phytoplancton initialement composé de Diatomées et de Chlorococcales fait place à un plancton à Flagellés et Cyanophycées : phénomènes qui surviennent généralement dans toute collection d'eau enrichie par un apport de substances organiques.

Dans ce biotope, la pollution ne résulte pas uniquement d'un apport en composés organiques. Différentes substances toxiques se trouvent à l'état plus ou moins dilué dans les secteurs situés près de la confluence. Il s'en suit une composition du plancton légèrement différente de celle que l'on pourrait s'attendre à rencontrer dans un milieu soumis à la pollution organique. Parmi les indicateurs biologiques typiques de la zone alpha-mésosaprobe-polysaprobe, nous ne retrouvons que Rotifer neptunia et quelques Vorticellidae. Des espèces aussi caractéristiques

---

des milieux saprobes que les Ciliés du genre Glaucoma, Metopus ou Coenomorpha font ici complètement défaut. Ils sont pourtant largement répandus dans les milieux naturels polytrophes. Il en va de même des algues bleues telles que les oscillaires si caractéristiques des zones alpha-mesosaprobe et polysaprobe, ou des macrocolonies formées par les bactéries du type Zoogloea, ou Sphaerotilus.

Du point de vue quantitatif, cette étude présente un intérêt plus évident. En effet, les différentes phases de l'autoépuration se traduisent par une densité très différente en Rotifères, Cladocères ou en Ciliés. Il semble en première approximation que le rapport :

Nombre de Rotifères Brachionidae + Edelloidae

---

Ensemble des Rotifères

soit assez représentatif du degré de pollution de même que le rapport :

Rotifères

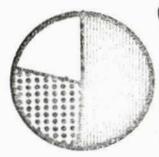
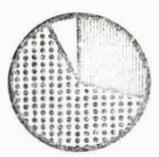
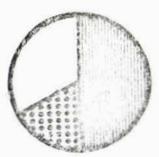
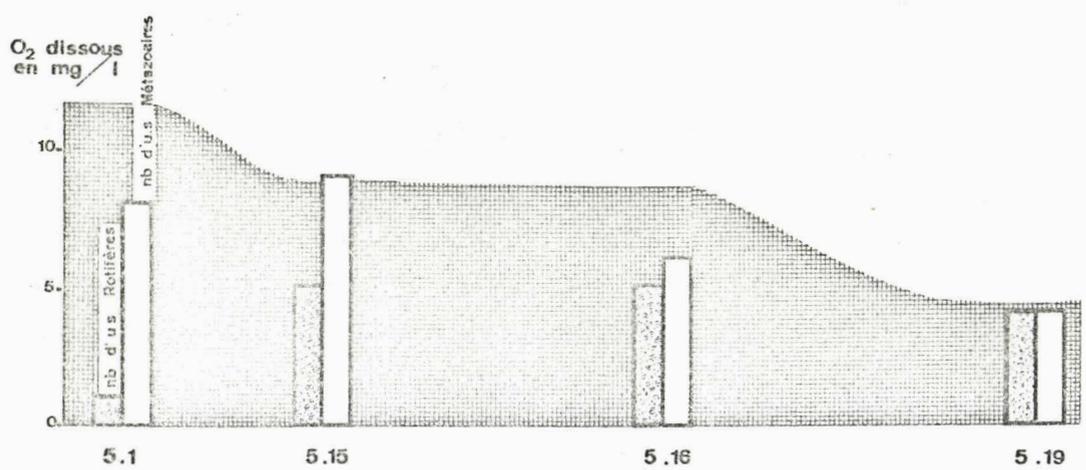
---

Ciliés

Nous allons voir dans quelle mesure ces données peuvent s'appliquer aux autres canaux.

# CANAL DE LA LYS

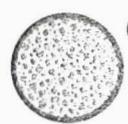
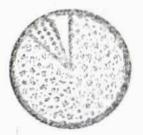
DECEMBRE 1969



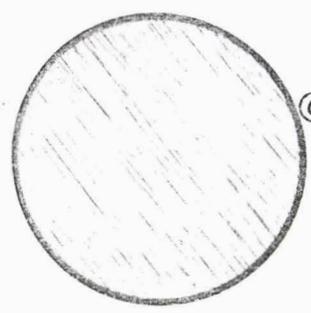
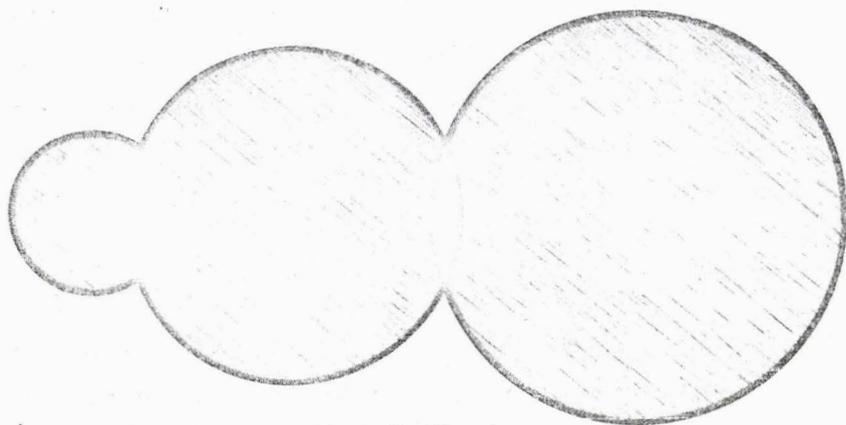
(A) ROTIFERES  
 Importance relative des genres  
 Rotifer [stippled] et Brachionus [cross-hatched]

↑  
 confluence avec la Clarence et la Lave

↑  
 confluence avec la Deule



(B) METAZOAIRES  
 Importance relative des Rotifères [stippled] des Cladocères [cross-hatched] et des Copépodes [empty]



(C) CILIES

Les rayons des sphères des graphiques B et C sont proportionnels à  $\sqrt[3]{\text{densité des organismes}}$



## B - CANAL DE LA LYS

Le profil biologique a été établi en différentes saisons. La nature et la concentration des effluents déversés tout au long du canal sont assez constantes et le canal se trouve assez sévèrement pollué dès le point 5-16. Comme pour le canal de Seclin, l'intensité de la pollution en chaque point d'échantillonnage dépend en partie des facteurs saisonniers. L'autoépuration se trouvant à peu près totalement inhibée lorsque la température descend en-dessous de 10° C, le profil biologique va différer de façon assez sensible selon la période de l'année à laquelle il est établi.

### Prélèvements effectués au mois de Décembre 69

#### - Fluctuations de la teneur en oxygène dissous

En cette période de hautes eaux, le canal présente une très bonne oxygénation sur tout son parcours. L'oxygène ne joue en aucun cas le rôle de facteur limitant.

#### - Résultats biologiques

##### De 5-1 à 5-16

Ce tronçon subit une pollution progressive du fait de la confluence de deux affluents qui reçoivent une forte quantité de matières organiques très peu biodégradables, et des produits chimiques variés, la pollution dans ce secteur est déjà assez complexe : la pollution organique l'emporte cependant sur les autres types.

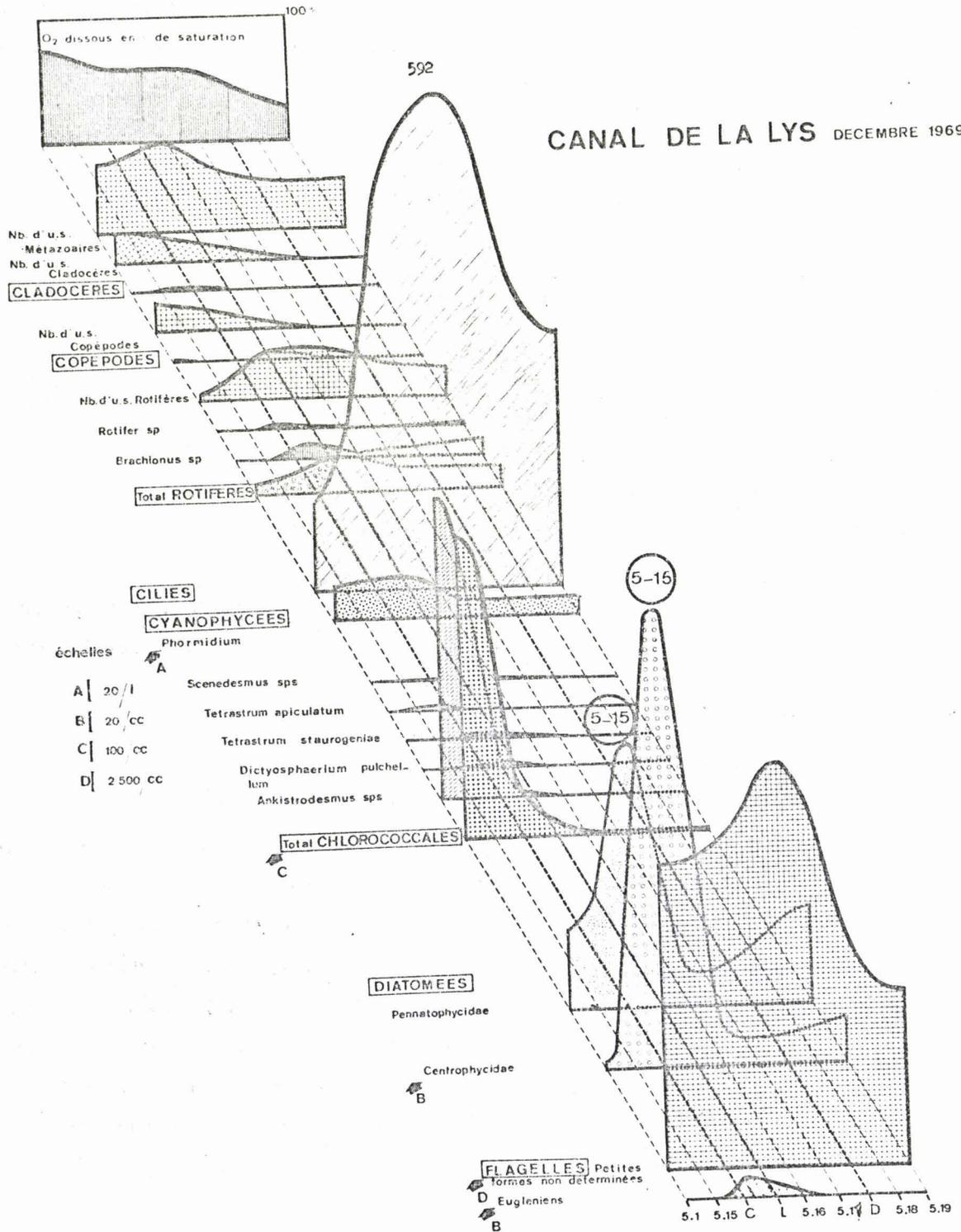
Ces phénomènes se traduisent par une augmentation progressive du nombre des organismes bactériophages : Ciliés et Flagellés incolores.

Comparativement au canal de Seclin, le plancton de la Lys est très pauvre tant en individus qu'en espèces. Les algues et les Métazoaires présentent respectivement un maximum de densité en 5-1 et 5-16, avec 1 600 cellules algales/cc (5-1) et 40 Métazoaires par litre (5-15). En 5-16 ces valeurs tombent à 80 cellules par cc pour les algues et 30 Métazoaires par litre.

En 5-19 : la Lys présente une charge de polluants qui est deux fois plus élevée qu'en 5-16. On enregistre très peu de variations dans la composition et la densité du plancton : celui-ci était déjà très fortement affecté par la pollution au point 5-16.

Nous retrouvons sur ce canal les caractéristiques biologiques que présentaient les secteurs H" et W du canal de Seclin. Le Zooplancton est très largement prédominé par les Ciliés et les Rotifères sont essentiellement

CANAL DE LA LYS DECEMBRE 1969



BUS LILLE

représentés par des Edelloididae du genre Rotifer, et les Brachionidae. La densité de ces organismes est sensiblement la même que celle rencontrée en W.

L'autoépuration est très fortement réduite, et malgré une certaine dilution des effluents en cette période de hautes eaux, la Lys accuse une pollution très sévère sur tout le secteur français. Les séries de prélèvements effectués en Mars et en Juin permettent de suivre avec plus de précision les modifications qui surviennent dans le plancton en aval des principales sources de pollution.

### Prélèvements effectués au mois de Mars 69

#### - Facteurs abiotiques

La charge de polluants assez élevée sur tout le parcours subit une forte augmentation au niveau de la confluence avec la Deule. La D. C. O. et la quantité de matières en suspension déjà importantes en 5-16 sont deux fois prélevées en 5-18. On enregistre une augmentation progressive des teneurs en Nitrates, Chlorures, Sulfates et Phénols.

L'ammoniaque déjà présent en 5-1 (0,4 mg/l) atteint 3mg/l en 5-18 (augmentation de plus de 80 %).

La teneur en oxygène du milieu reste assez élevée sur tout le parcours du canal, elle diminue progressivement de l'amont vers l'aval sans descendre en dessous de 6 mg/l

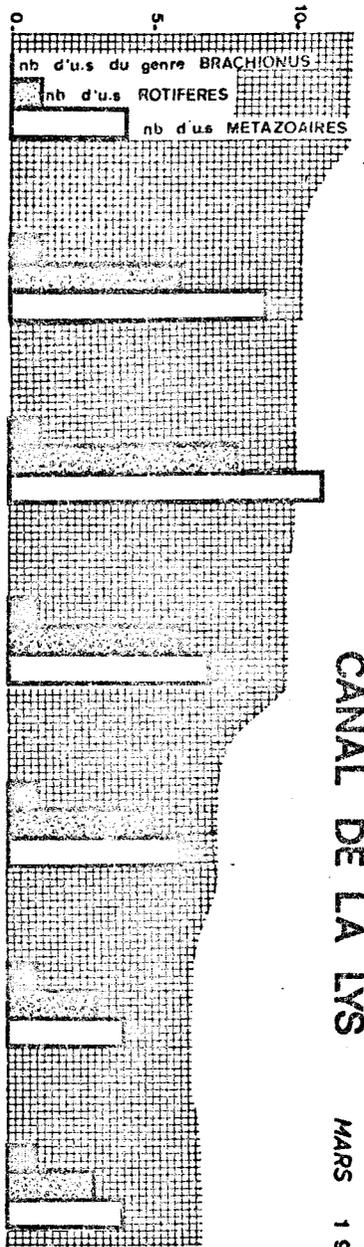
#### - Aspect bactériologique

L'augmentation progressive de la pollution mise en évidence par les données physicochimiques, se traduit également du point de vue bactériologique par une augmentation progressive de la densité bactérienne. (germes psychrophilles). Les valeurs obtenues correspondent respectivement (tabl. II p. 3) à une eau bêta-mésosaprobe (5-1, 5-15), alpha-mésosaprobe (5-16, 5-17) et polysaprobe (5-18, 5-19 et 5-20). Sur le graphique<sup>page 100</sup>, nous voyons que les valeurs de la D. C. O. augmentent plus rapidement que celles de la  $DBO_5$ , ce qui laisse supposer soit la présence de substances inhibant la dégradation de la matière organique par les bactéries, soit la présence de substances organiques faiblement biodégradables.

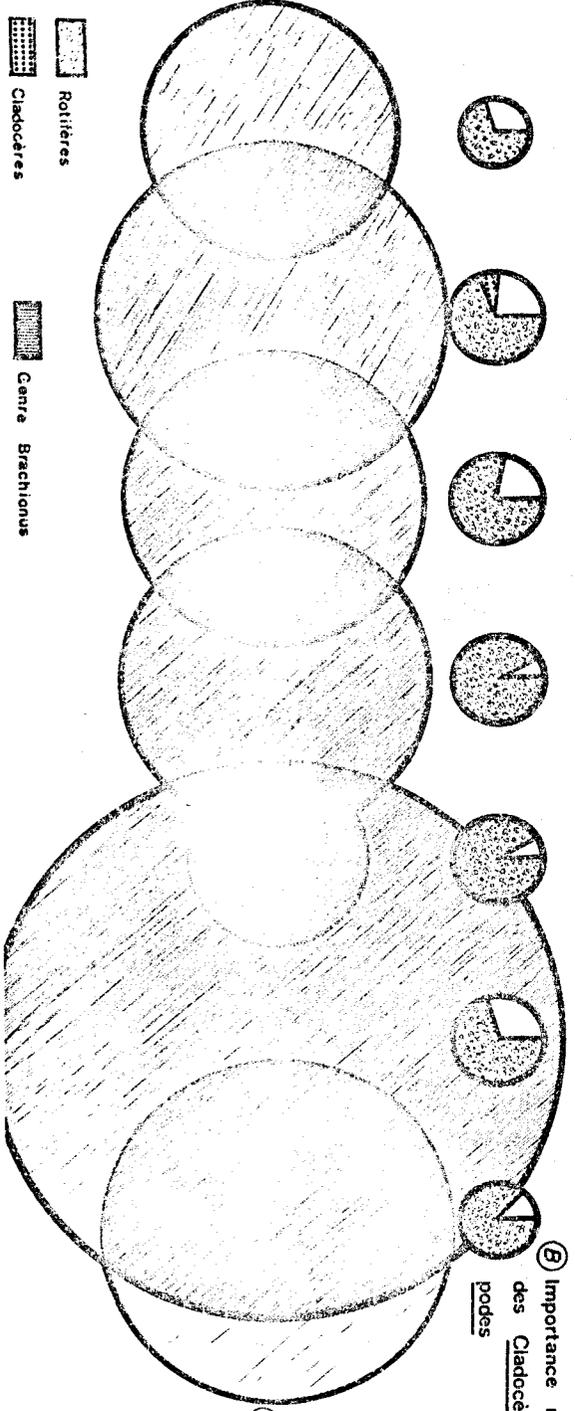
concentration en  
O<sub>2</sub> dissous en mg/l.

# CANAL DE LA LYS

MARS 1 970



④ Importance relative des genres Brachionus, et Rotifer, comparés à l'ensemble des Rotifères



⑤ Importance relative des Rotifères des Cladocères et des Copépodes

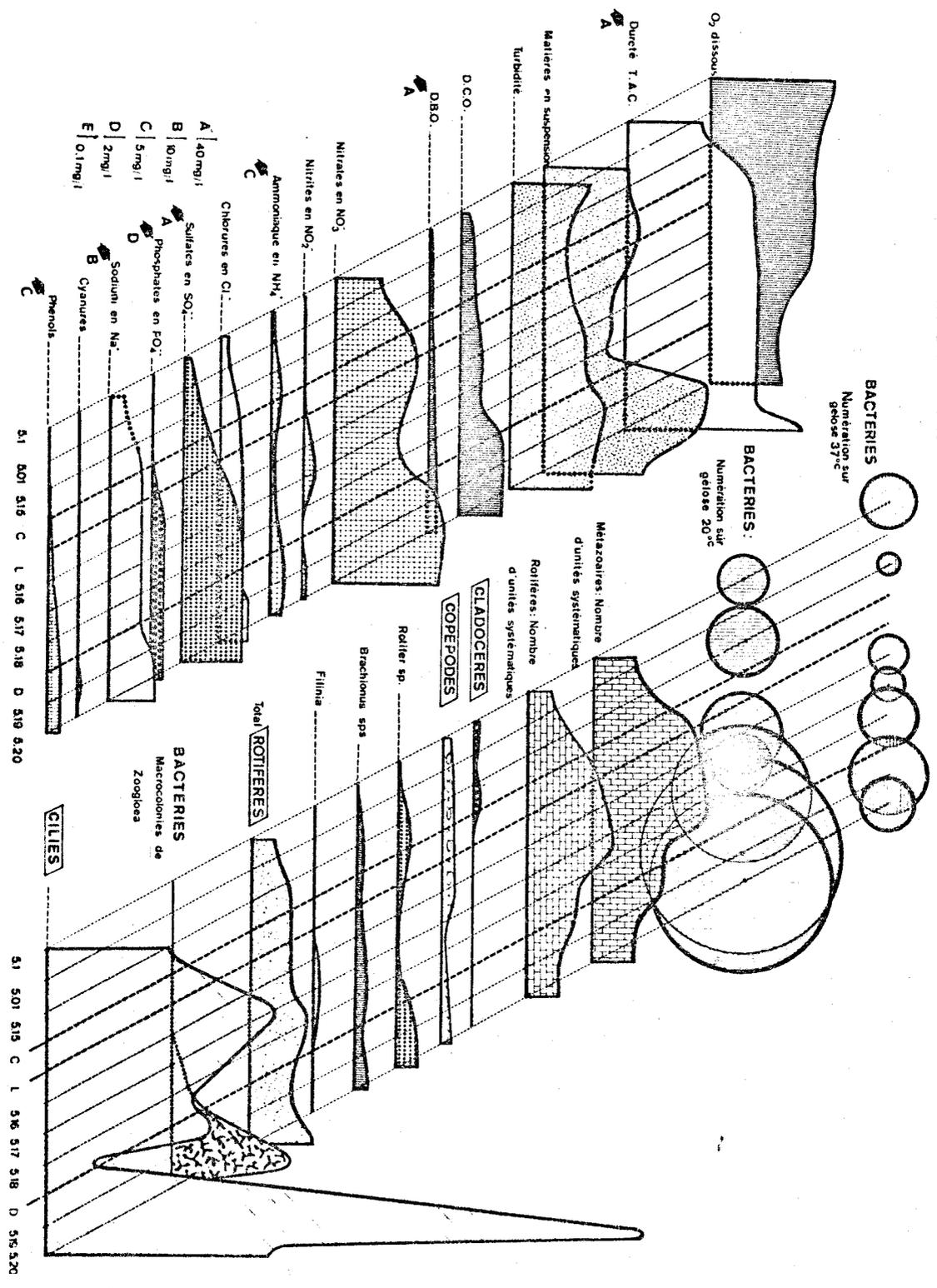
⑥ CILIÉS

Rotifères  
Cladocères

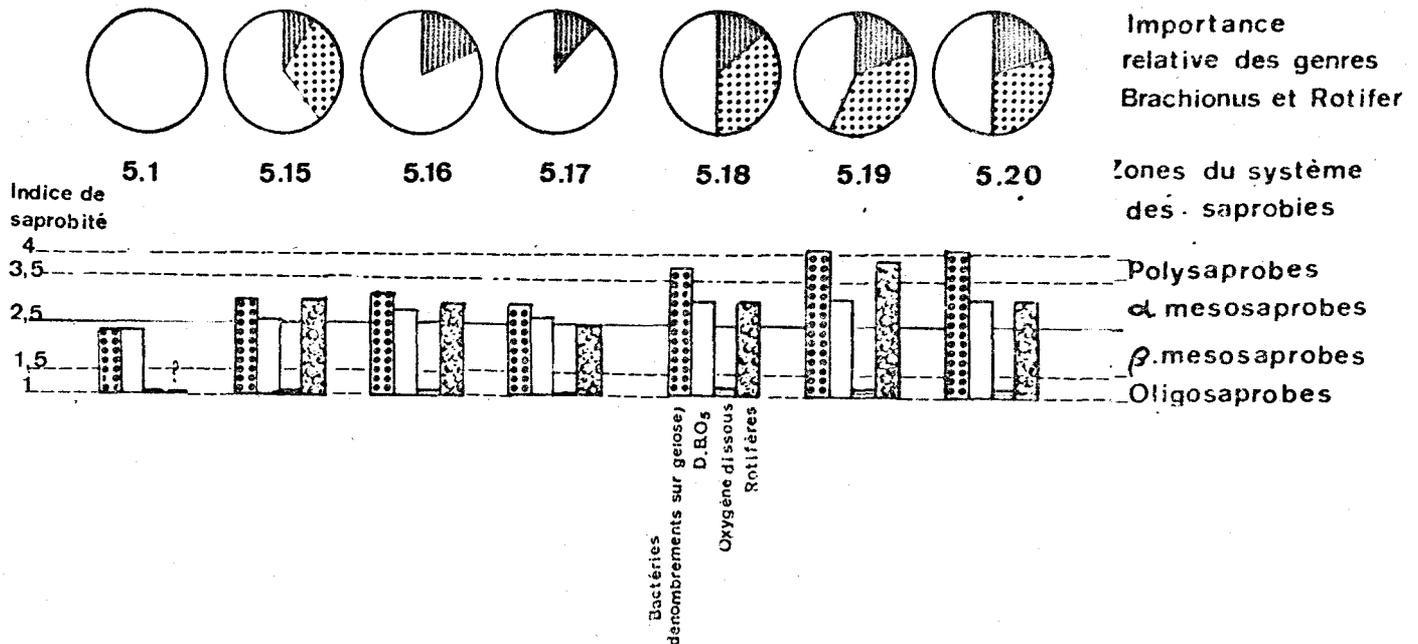
Genre Brachionus



# CANAL DE LA LYS MARS 1970



Sur le graphique ci-après, l'indice de saprobité a été reporté pour les Bactéries, la DBO<sub>5</sub>, l'Oxygène dissous et les Rotifères.



Si la moyenne de ces valeurs permet de suivre l'augmentation progressive de la pollution, on constate néanmoins qu'il existe une différence très importante entre les valeurs de l'indice obtenues pour les paramètres pris en considération. L'écart entre les valeurs de l'indice correspondant à la densité bactérienne, la DBO<sub>5</sub> et les Rotifères est de plus en plus accusé dans les secteurs situés en aval de ce point. Ces données discordantes impliquent la présence de substances toxiques. Les échantillons destinés à l'examen du Phytoplancton ont malheureusement été endommagés et nous n'avons pas présenté de données car elles étaient trop fragmentaires. Il est néanmoins très vraisemblable que les bactéries, de même que les différents microorganismes saprophages se trouvaient dans des conditions biologiques très mauvaises puisque la teneur en oxygène du milieu demeure très élevée malgré la forte charge en matières organiques. Dans le canal de Seclin, où la DBO<sub>5</sub> ne dépasse pas 8 mg/l, les dénombrements bactériens sur gélose donnent des valeurs bien plus élevées et la teneur en oxygène dissous des secteurs pollués, se trouve fortement affectée par la demande biochimique et biologique en oxygène relative à la teneur du milieu en substances dégradables.

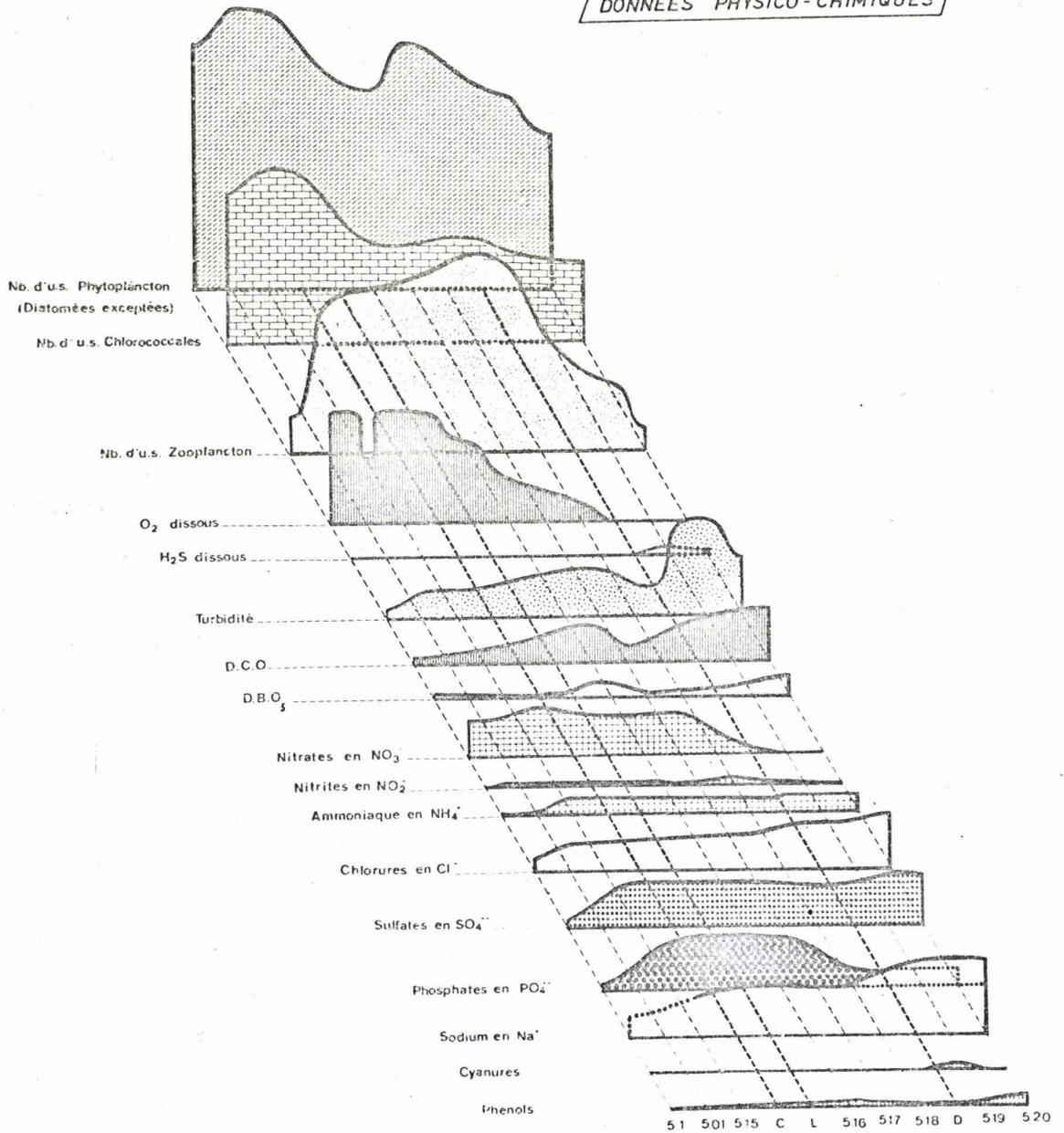
Nous avons vu que pour un degré de pollution voisin de l'alpha-mésosaprobie, ou de l'alpha-mesosaprobie-polysaprobie (point H' en Octobre ou point W en Juin), l'abondance et la diversité des organismes planctoniques sont beaucoup plus élevées. Ici l'augmentation de la pollution n'est pas suivie d'une augmentation parallèle du nombre des espèces du genre *Brachionus*, ni d'une augmentation progressive du pourcentage relatif de ces organismes.

Les fluctuations du Zooplancton sont sensiblement les mêmes que celles enregistrées au mois de Décembre.

# CANAL DE LA LYS

JUIN 1970

**DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES**



BUS  
LILLE

## Prélèvements effectués au mois de Juin 70

En cette saison, la température plus clémente permet aux processus biologiques d'intervenir de façon efficace dans l'épuration du milieu.

### - Facteurs abiotiques

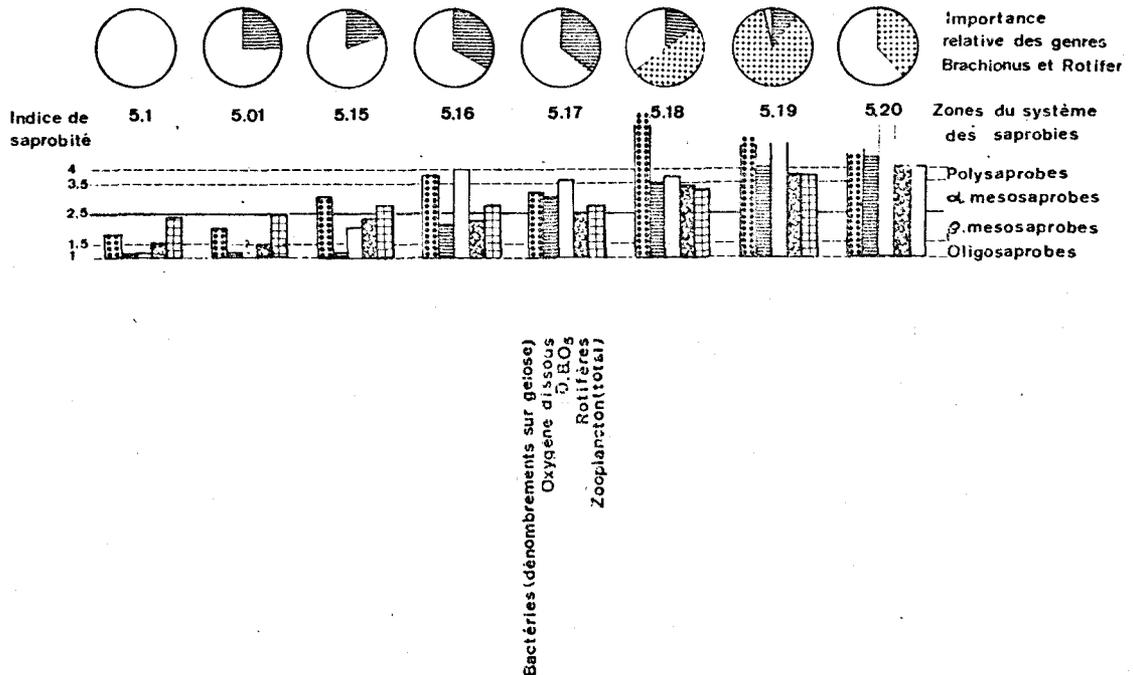
Alors qu'en Hiver et au Printemps, la pollution n'interférait pratiquement pas sur l'oxygénation du milieu, en été, l'augmentation de la charge en matières organiques et l'activité biologique qui s'ensuit se traduisent par des fluctuations très importantes de la teneur en oxygène dissous. Le canal présente une assez bonne oxygénation jusqu'en 5-17 mais en 5-18, on ne trouve plus que 1,6 mg d'oxygène par litre ce qui est sensiblement inférieur aux valeurs minimales tolérées par la plupart des Métazoaires planctoniques. En 5-19 et 5-20, l'oxygène n'est plus présent qu'à l'état de traces (dus vraisemblablement au passage des péniches), et l'hydrogène sulfuré apparaît en faible concentration. Les nitrates ont été complètement réduits, les nitrites ont subi une réduction partielle, et le taux d'ammoniaque atteint des valeurs très élevées : 6 mg/litre. On se trouve dans un milieu fortement réducteur peu propice au développement des Métazoaires et des algues. Notons que ces caractéristiques physicochimiques bien caractéristiques des milieux hypersaprobés n'apparaissent pas dans les séries de prélèvements effectués en Hiver et au Printemps. Durant la saison froide, la pollution qui survient sur la Lys est de type cryptosaprobe : (tableau III p. 4). Les températures très basses, la présence de toxiques, inhibent suffisamment les processus biologiques pour que la pollution organique ne se répercute pas sur les différents paramètres physicochimiques tels que la teneur en oxygène, en nitrites et ammoniaque, ou en hydrogène sulfuré. En été au contraire les processus biologiques peuvent intervenir et la dégradation de la matière organique entraîne de profondes modifications physicochimiques dans le milieu.

### - Aspect bactériologique

De 5-11 à 5-16, la biomasse bactérienne augmente de façon très nette et suit les fluctuations de la charge en matières organiques. En 5-17, la  $DBO_5$  tombe brutalement de 28 mg/l à 7mg/l. Cette baisse soudaine de la teneur en matières organiques qui résulte vraisemblablement de la décantation partielle de la charge initiale, et de l'autoépuration, s'accompagne d'une diminution très nette de la densité bactérienne. En aval de ce point il n'y a plus aucune corrélation directe entre l'augmentation rapide, mais progressive de la  $DBO_5$  et la densité bactérienne dont les valeurs restent stationnaires en 5-18 et 5-19. (présence vraisemblable de substances toxiques qui freinent l'activité bactérienne).

Casta  
LYS  
JUN

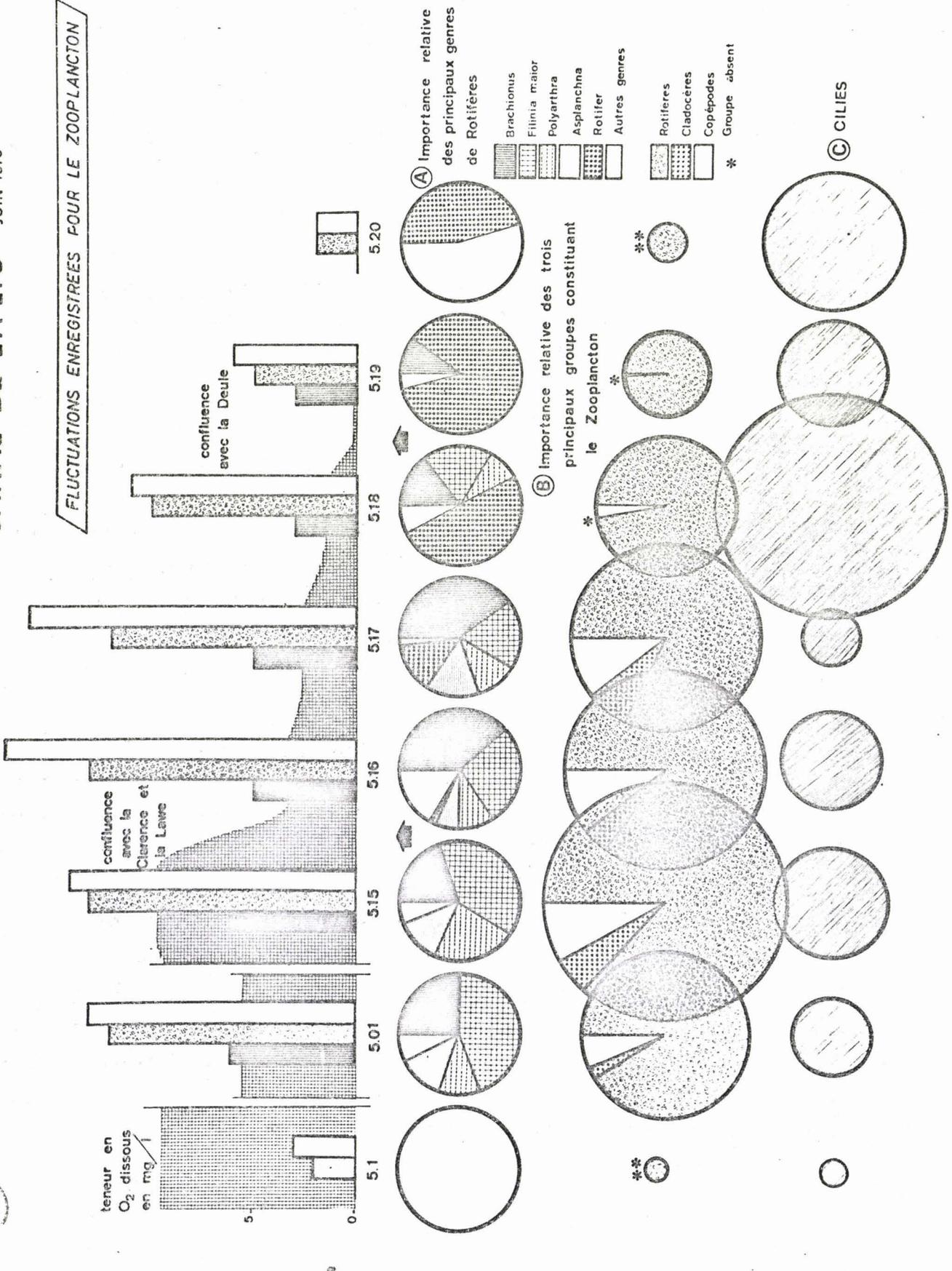
Les valeurs relatives à l'indice de saprobité obtenu pour la densité bactérienne, l'oxygène dissous, la DBO<sub>5</sub>, les Rotifères et l'ensemble du Zooplancton ont été reportées sur le graphique ci-dessous.



Pour un même secteur, ces valeurs présentent encore des écarts assez sensibles notamment en 5-15 et 5-16. Mais d'une façon générale, elles concordent mieux entre elles que lors du prélèvement du mois de Mars et elles traduisent assez bien l'augmentation progressive du degré de pollution. Le milieu oligo-beta-mesosaprobe en 5-1 et 5-0 puis alpha-mesosaprobe devient nettement isosaprobe en 5-19 et 5-20.

CANAL DE LA LYS JUN 1970

FLUCTUATIONS ENREGISTREES POUR LE ZOOPLANCTON



BUS  
E.P.E.R.

- Plancton

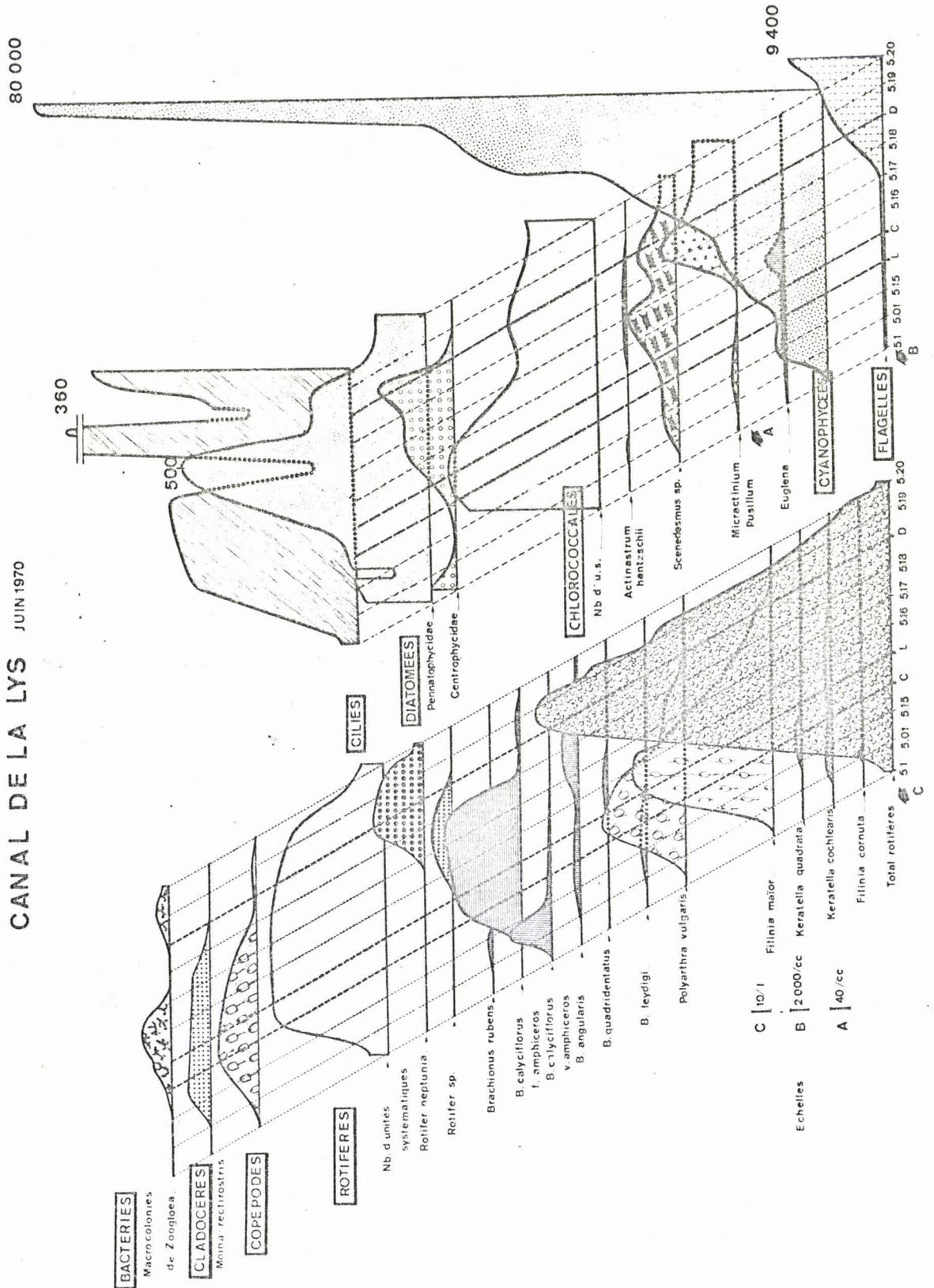
Bien que la saison favorise les processus de l'autoépuration, la pollution du canal est encore suffisamment sévère pour justifier de la pauvreté relative du plancton. Les fluctuations de la qualité de l'eau se répercutent sur le plancton d'une façon beaucoup plus nette que lors des prélèvements précédents, et ceci vient du fait qu'il existe une différence plus importante entre le degré de pollution du secteur amont et celui de l'aval. Alors qu'en Décembre et en Mars, les Ciliés constituent la presque totalité de la population animale, en Juin, jusqu'au point 5-17, ce sont les Rotifères qui l'emportent très nettement sur ces premiers. Les genres Brachionus et Filinia représentent ici entre 60 et 80 % de la population. (Alors que précédemment la faune rotiférienne était essentiellement représentée par les Rotifères du genre Rotifer et par quelques autres Bdelloïdes). En Juin, la diversité spécifique est relativement élevée. Ce phénomène ne saurait être imputé aux facteurs saisonniers puisque la diversité spécifique rencontrée ici est en tout point comparable à celle des secteurs du canal de Seclin qui présentent le même degré de pollution (et ceci aussi bien en hiver qu'en été ou en automne).

- Jusqu'en 5-17, la densité des Rotifères du genre Brachionus exprimée en % augmente parallèlement la DBO<sub>5</sub>. De 5-17 à 5-18, la DBO<sub>5</sub> est successivement égale à 7, 15 puis 25 mg/l. Le pourcentage de Rotifères de l'espèce R. neptunia suit ces fluctuations et représente respectivement : 15, 50 et 85 % de l'ensemble des Rotifères.

- en 5-17, l'allègement de la charge en polluants n'entraîne pas de modifications profondes dans la composition du plancton. On constate cependant une diminution du nombre des Ciliés et une répartition plus harmonieuse des Rotifères entre les différentes espèces. En outre les Cladocères voient leur densité augmenter sensiblement.

- La biomasse des Métazoaires diminue progressivement de 5-15 à 5-20 et les Copépodes et Cladocères disparaissent progressivement. En 5-19, malgré des conditions ambiantes très peu favorables à la vie, les espèces Rotifer neptunia, Brachionus calyciflorus et B. angularis sont encore présentes et vivantes (en survie ?). Comme on le voit, ces organismes sont remarquablement adaptés à la pollution. En 5-20, on ne rencontre plus guère de Métazoaires. Les quelques individus présents sont en mauvais état.

CANAL DE LA LYS JUNI 1970



**BACTERIES**  
Macrocolonies  
de Zoogloea

**CLADOCERES**  
Moina rectoris

**COPEPODES**

**ROTIFERES**

Nb. d'unités  
systematiques  
Rotifer neptunia

Rotifer sp.

Brachionus rubens

B. calyciflorus

f. amphicerus

B. clyciflorus

v. amphicerus

B. angularis

B. quadridentatus

B. leydigi

Polyarthra vulgaris

C | 10/l Filinia maior

B | 2000/cc Keratella quadrata

A | 40/cc Filinia cornuta

Total rotifères

**CILIES**

**DIATOMES**

Pennatophycidae

CentropHYCIDAE

**CHLOROCOCCALES**

Nb d' u.s.

Actinastrum  
hantzschii

Scenedesmus sp.

Microactinium  
pusillum

Euglena

**CYANOPHYCES**

**FLAGELLES**

51 501 515 C L 516 517 518 D 519 520

51 501 515 L C 516 517 518 D 519 520

80 000

9 400

### - Le Phytoplancton

Bien que les conditions ambiantes se soient légèrement améliorées, le Phytoplancton est encore relativement pauvre tant en individus qu'en espèces. Les Cyanophycées constituent la presque totalité de la population.

Les Diatomées pennées prédominent sur les centrales et les Chlorococcales du genre Micractinium présentent un brusque développement dans le secteur le plus riche en matières organiques. Nous avons pu constater que ces phénomènes survenaient de façon assez irrégulière dans les secteurs pollués.

On peut s'apercevoir à nouveau que les relations existant entre le degré de pollution et la composition du Phytoplancton sont beaucoup moins évidentes que celles qui lient la composition du Zooplancton au degré de pollution.

---

### Conclusions partielles pour le Canal de la Lys

Les fluctuations survenant dans la composition du plancton sur la totalité du parcours canalisé de la Lys confirment les quelques données positives que nous a apportées l'étude biologique du Canal de Seclin. On peut notamment constater que l'augmentation de la pollution entraîne successivement un pourcentage de plus en plus élevé des Rotifères appartenant aux genres Brachionus et des Bdelloïdes tels que Rotatoria neptunia. Le pourcentage des brachions passe par un maximum puis s'infléchit lorsque la pollution dépasse un certain seuil. Ces organismes sont alors relayés par les Bdelloïdes qui deviennent progressivement les seuls Métazoaires présents dans le milieu.

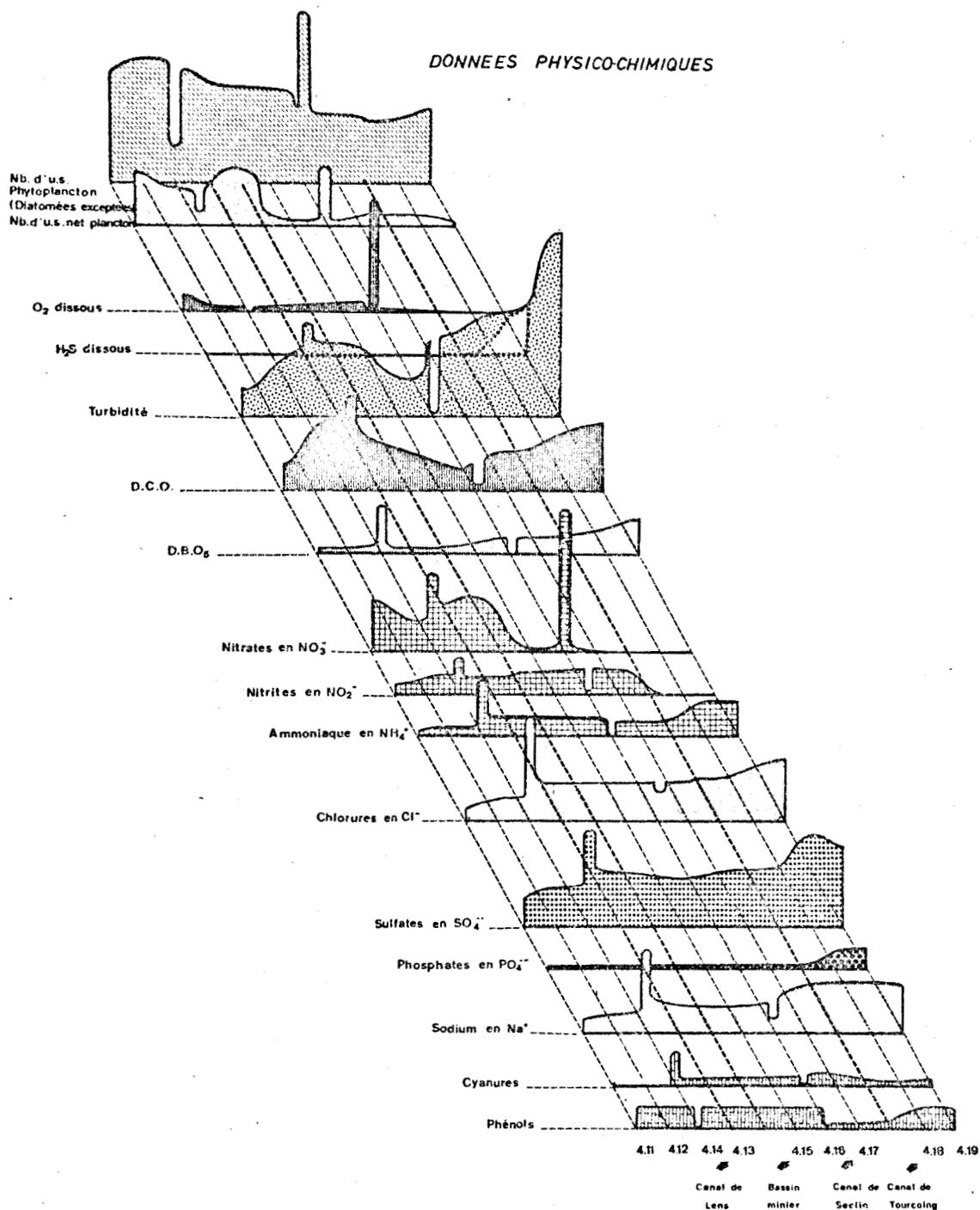
Sur la Lys, les fluctuations de la densité des organismes ne suivent pas de très près celles de la charge en matières organiques. Il en va de même du rapport Rotifères/Ciliés. Ici l'influence de la charge en matières organiques se trouve en partie masquée dès le secteur 5-16 par la présence de substances nocives plus ou moins diluées.

D'une façon générale, le plancton de la Lys est constitué par des espèces nettement euryoéciques et très résistantes vis à vis des facteurs abiotiques tels que les faibles tensions d'oxygène, le caractère réducteur du milieu, et éventuellement la présence d'hydrogène sulfuré.

# CANAL DE LA DEULE

JUIN 1970

## DONNEES PHYSICO-CIMIQUES



Les biotopes que nous avons envisagés jusqu'ici présentent une pollution de type mixte relativement complexe mais dont les paramètres principaux peuvent être déterminés en grande partie par les méthodes standardisées d'analyses physicochimiques. Le canal de la Deule, quant à lui, se trouve soumis à une pollution plus intense et bien plus complexe que celui de la Lys. Cette "voie navigable" mérite davantage le nom d'égout collecteur que celui de rivière canalisée. Il draine les effluents du bassin minier et la pollution qui l'affecte est bien trop complexe pour que les principales composantes puissent être définies par les analyses physicochimiques de routine.

Un tel milieu, dont on connaît très mal les facteurs abiotiques, présente évidemment un intérêt restreint dans le cadre d'une étude sur l'influence biologique de la pollution mais il constitue par contre un biotope de choix lorsque l'on désire connaître les limites ultimes de tolérance des espèces rencontrées dans les secteurs très sévèrement touchés par la pollution.

C/ CANAL DE LA DEULE : Juin 1970

Alors que le canal de la Lys se trouve essentiellement affecté par une pollution de type organique, le canal de la Deule reçoit tour à tour des rejets qui engendrent une pollution physique, chimique et organique.

Les principaux effluents chargés en matières organiques se situent en amont de Douai, à proximité du canal de Seclin (où ils sont mélangés à des substances toxiques ou à des antibiotiques) et au niveau du canal de Tourcoing

- Facteurs abiotiques

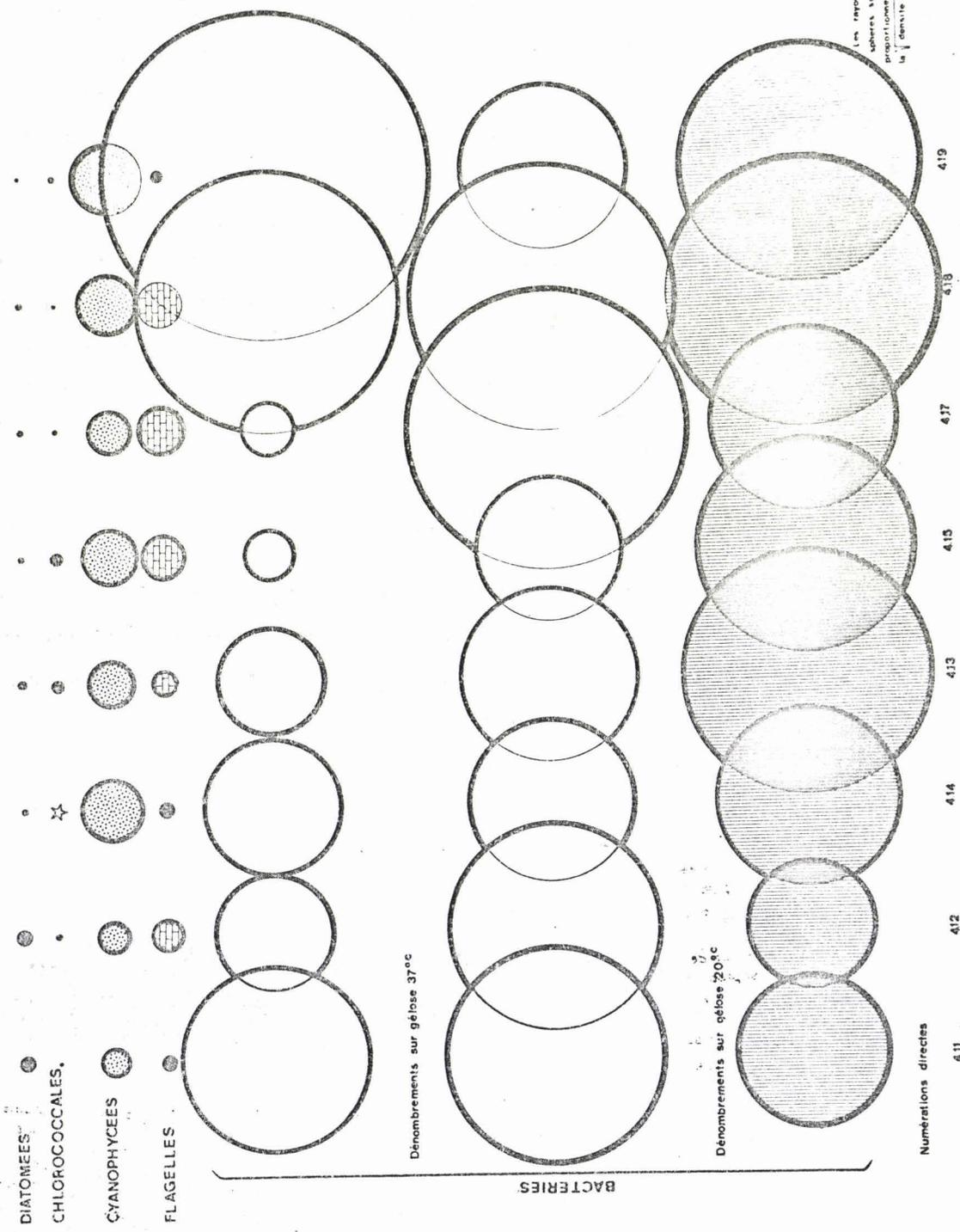
Le canal de la Deule, pratiquement désoxygéné sur tout son parcours, présente les caractéristiques d'un milieu fortement réducteur. Les nitrates sont complètement réduits dès le point 4-15, puis vient le tour des nitrites. En 4-18 et 4-19, l'azote ne se rencontre plus que sous la forme d'ammoniaque à raison de 7 à 8 mg/l.

La D. C. O. et la turbidité du milieu atteignent des valeurs très élevées notamment au niveau du canal de Lens et dans le secteur aval.

Quant aux Cyanures et Phénols, ils ont été détectés en tous les points.

# CANAL DE LA DEULE

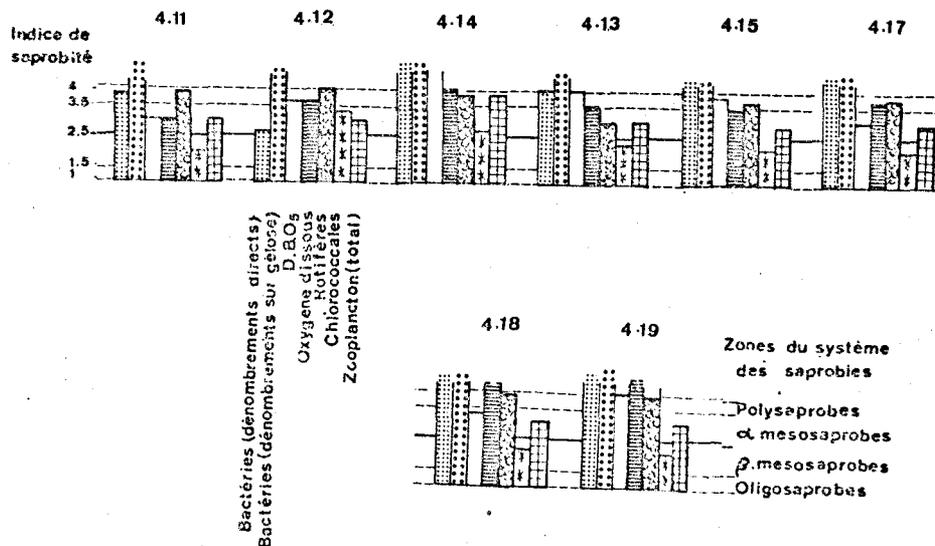
JUIN 1970



- Aspect bactériologique

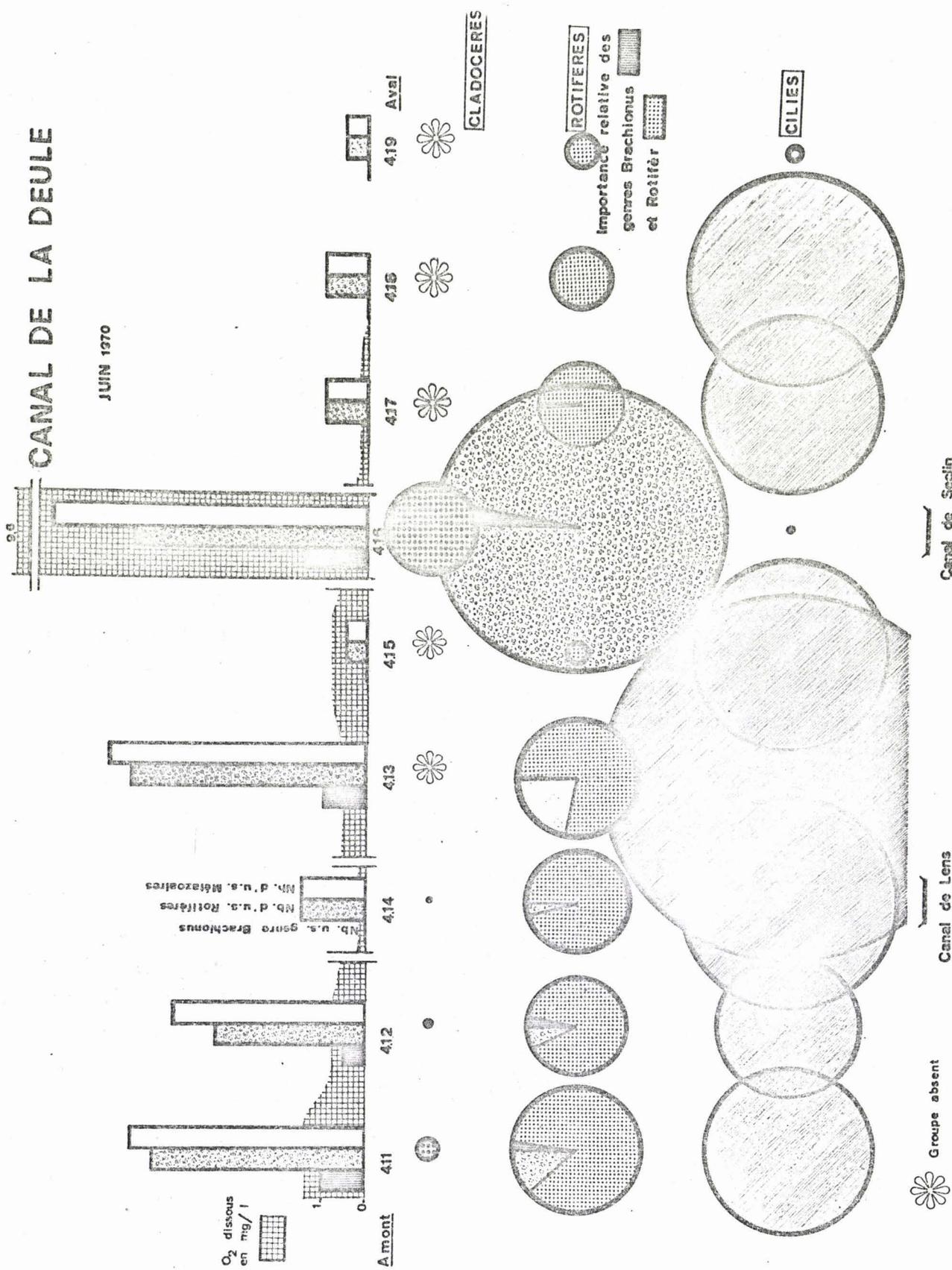
Dans le canal de Lens, la très forte augmentation de la charge en  $DBO_5$ , n'est pas suivie d'une augmentation parallèle de la densité bactérienne. Les taux de Cyanure, d'ammoniaque et de chlorures, laissent supposer l'existence de conditions physicochimiques très défavorables à la vie. Ceci se trouve en partie confirmé par les fluctuations de la densité bactérienne. Dans ce milieu où la  $DBO_5$  atteint des valeurs plus élevées que celles de la Lys en 5-18, on dénombre une population bactérienne relativement faible. Il semble que le développement de ces organismes soit partiellement inhibé. (la densité bactérienne la plus faible correspond au point 4-15 dont la charge en  $DBO_5$  est deux fois supérieure à celle du point précédent).

Sur le graphique ci-dessous sont représentées les valeurs de l'indice de saprobité obtenues respectivement à partir de la densité bactérienne (méthode directe et dénombrements sur gélose), de la  $DBO_5$ , de l'oxygène dissous, des Rotifères, des Chlorococcales et de l'ensemble du Zooplancton. Tous les secteurs envisagés présentent un degré très élevé de pollution. Dès le premier secteur envisagé, 4-11, la pollution atteint un degré équivalent à l'alpha-mésosaprobie-polysaprobie. Notons qu'ici les valeurs de l'indice de saprobité obtenues pour les principaux paramètres accusent des différences très sensibles pour un même point d'échantillonnage. Ce phénomène avait déjà été signalé pour le canal de la Lys en Mars. Ces discordances fortement accusées ici résultent essentiellement de la présence de substances plus ou moins toxiques vis à vis des espèces considérées.



# CANAL DE LA DEULE

JUIN 1970



BUS  
ALLE

La population rotiférienne n'est guère représentée que par des Edelloïdes (Rotifer neptunia). Au point 4-15, nous avons vu que le développement des bactéries se trouvait partiellement inhibé malgré la présence en abondance de matières organiques dégradables. Les Ciliés ne semblent pas être affectés par la présence de substances toxiques alors que les Métazoaires réagissent de la même façon que la population bactérienne et accusent une densité beaucoup plus faible qu'au point précédent.

- Le Zooplancton

Sur le graphique p. 113 sont reportées les valeurs qui correspondent aux échantillons provenant du canal de la Deule, du canal de Lens et du canal de Seclin. On juge aisément des fluctuations qui surviennent dans la population planctonique, lorsqu'on passe successivement d'un milieu pollué par des substances chimiques et organiques (canaux de Lens et de la Deule) à un milieu dont les facultés d'autoépuration ne sont pas saturées (canal de Seclin).

- Phytoplancton et Flagellés (Graphique, p. 115).

Exception faite du point 4-14 (canal de Lens), dans lequel les substances nocives semblent affecter toute la population et du point 4-16 (canal de Seclin), les réactions des différentes espèces vis à vis de la pollution, semblent complètement anarchiques. Tout se passe comme si les espèces algales qui prédominent tour à tour étaient sensibles à certains toxiques et pouvaient proliférer dans un secteur dès que les substances toxiques auxquelles elles réagissent spécifiquement voient leur taux descendre en-dessous du seuil critique.

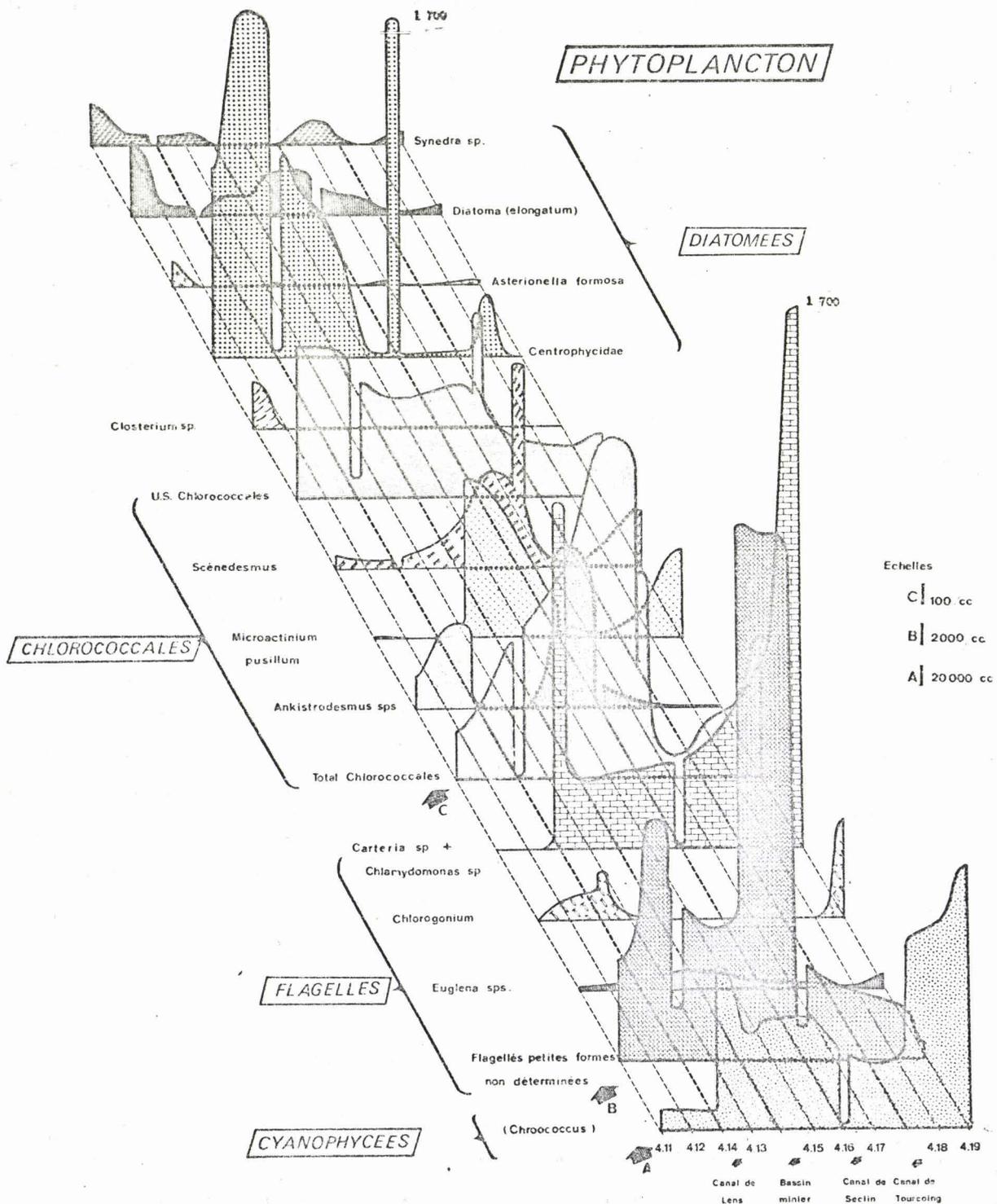
Les différents organismes qui se succèdent ainsi sont les espèces ubiquistes appartenant respectivement aux genres : Scenedesmus, Micractinium, Ankistrodesmus (pour les Chlorococcales), Synedra, Stephanodiscus (pour les Diatomées) et Chroococcus pour les Cyanophycées. Quant aux Flagellés ils sont abondamment représentés par les genres Carteria, Chlamydomonas et Euglena.

Seuls les organismes que nous avons rencontrés précédemment dans les secteurs les plus sévèrement touchés par la pollution sont susceptibles d'apparaître dans le plancton de la Deule, mais on voit que la résistance et l'adaptation de ces différents organismes à la pollution est tout à fait remarquable.

-----

Nous avons envisagé jusqu'à présent des biotopes influencés par une pollution de type complexe. L'étude du plancton de deux milieux naturels dont le degré de pollution est différent va nous permettre maintenant de faire la distinction entre l'influence de la pollution organique et les autres types de pollution qui tendent à restreindre la densité et la variété des organismes planctoniques.

CANAL DE LA DEULE JUN 1970



2) BIOTOPES INFLUENCES PAR UNE POLLUTION ORGANIQUE NATURELLE

a) - MARE D'ENGLEBELMER : Milieu de type polytrophe

Dans ce milieu hypereutrophe, les valeurs de la  $DBO_5$  atteignent respectivement 235 mg/l au voisinage des sédiments et 38 mg/l en pleine eau. La première valeur dépasse la charge en matières organiques de tous les autres biotopes étudiés, la seconde correspond à la charge rencontrée sur la Deule de 4-17 à la confluence, et sur la Lys à partir du point 5-16.

Mais dans la mare où les seules substances nocives éventuelles sont celles qui résultent de la décomposition de la matière organique, nous rencontrons un plancton infiniment plus riche et plus abondant que dans les milieux soumis à des pollutions multiples.

- Facteurs abiotiques

Le milieu étant très fortement réducteur, les nitrates ont disparu et les nitrites ne sont présents qu'à l'état de traces. Nous avons pu constater ce phénomène dans les autres biotopes où la teneur en oxygène de l'eau était inférieure à 1 mg/l.

- Densité bactérienne

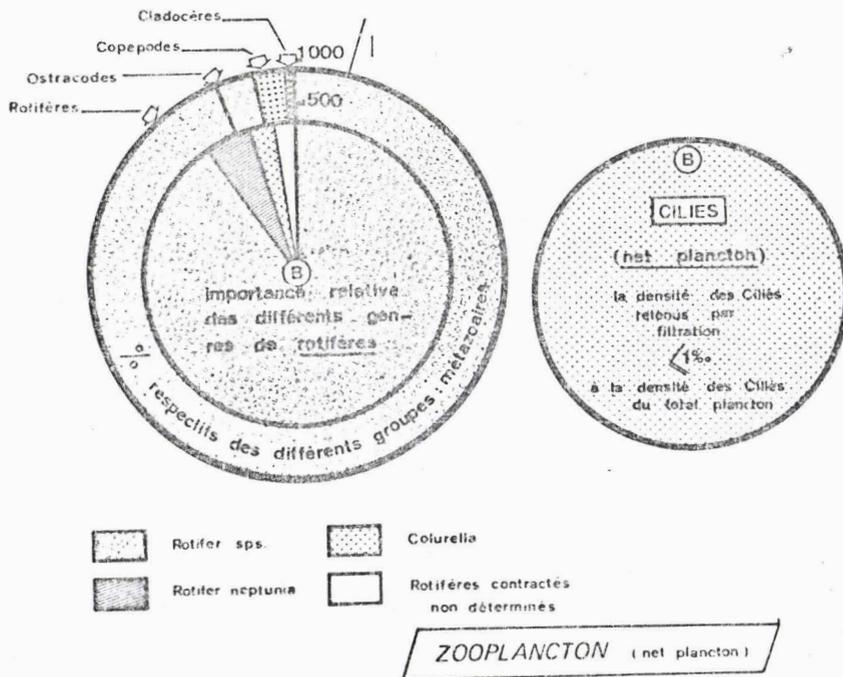
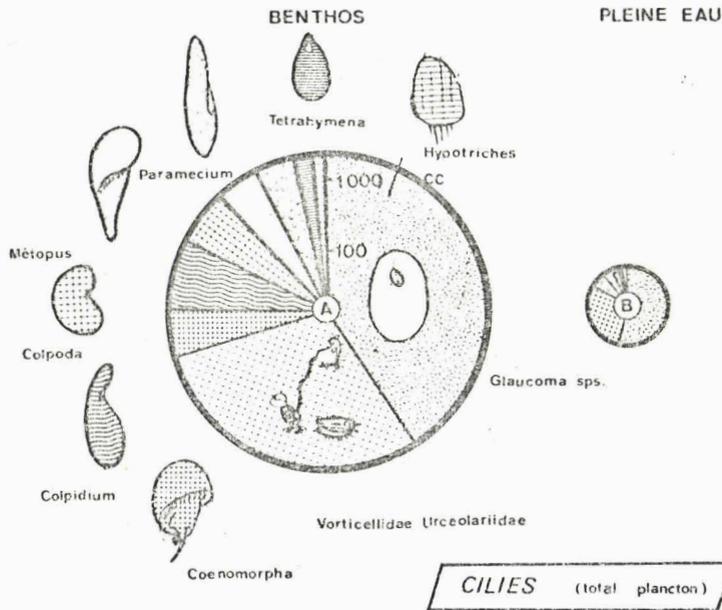
La densité bactérienne estimée par les ensemencements sur gélose est relativement faible. Sur la Deule et la Lys, pour des secteurs aussi riches en matières organiques, nous avons vu que cette densité était de 10 à 100 fois supérieure. Les résultats obtenus par les méthodes directes correspondent davantage à la densité bactérienne que l'on peut espérer trouver dans un milieu aussi riche. L'une et l'autre méthode d'estimation étant sujettes à des erreurs importantes, il est difficile de tirer des conclusions à partir des résultats concernant les germes totaux. La densité des Coliformes correspond à un degré de saprobie équivalent à alphamésosaprobe-polysaprobe pour B et polysaprobe-isosaprobe pour A. Ceci se trouve confirmé par les valeurs de la D. B.  $O_5$

- Le Zooplancton

Il présente une variété spécifique sensiblement aussi faible que celle des secteurs 4-18, 4-19, 5-18, 5-19 et 5-20 mais la densité des organismes atteint une valeur qui est de 100 à 1 000 fois supérieure à celle des secteurs en question. (Les Ciliés et les Rotifères présentent respectivement une densité de 90 000/l et 900 organismes par litre). Ce biotope reçoit une charge en matières organiques sensiblement égale à celle des secteurs les plus pollués de la Lys et de la Deule, mais ici l'influence de la pollution organique ne se

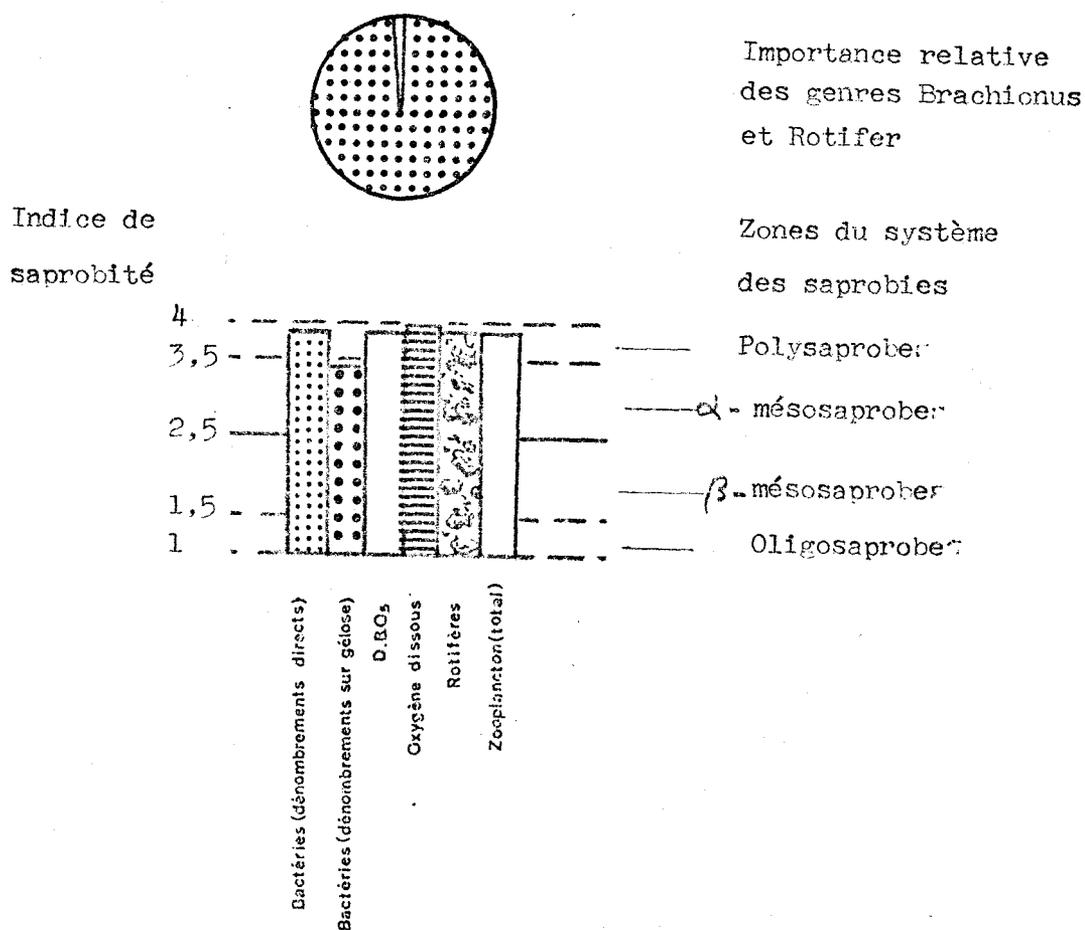
MARE

MARE D'ENGLBELMER NOVEMBRE 1970

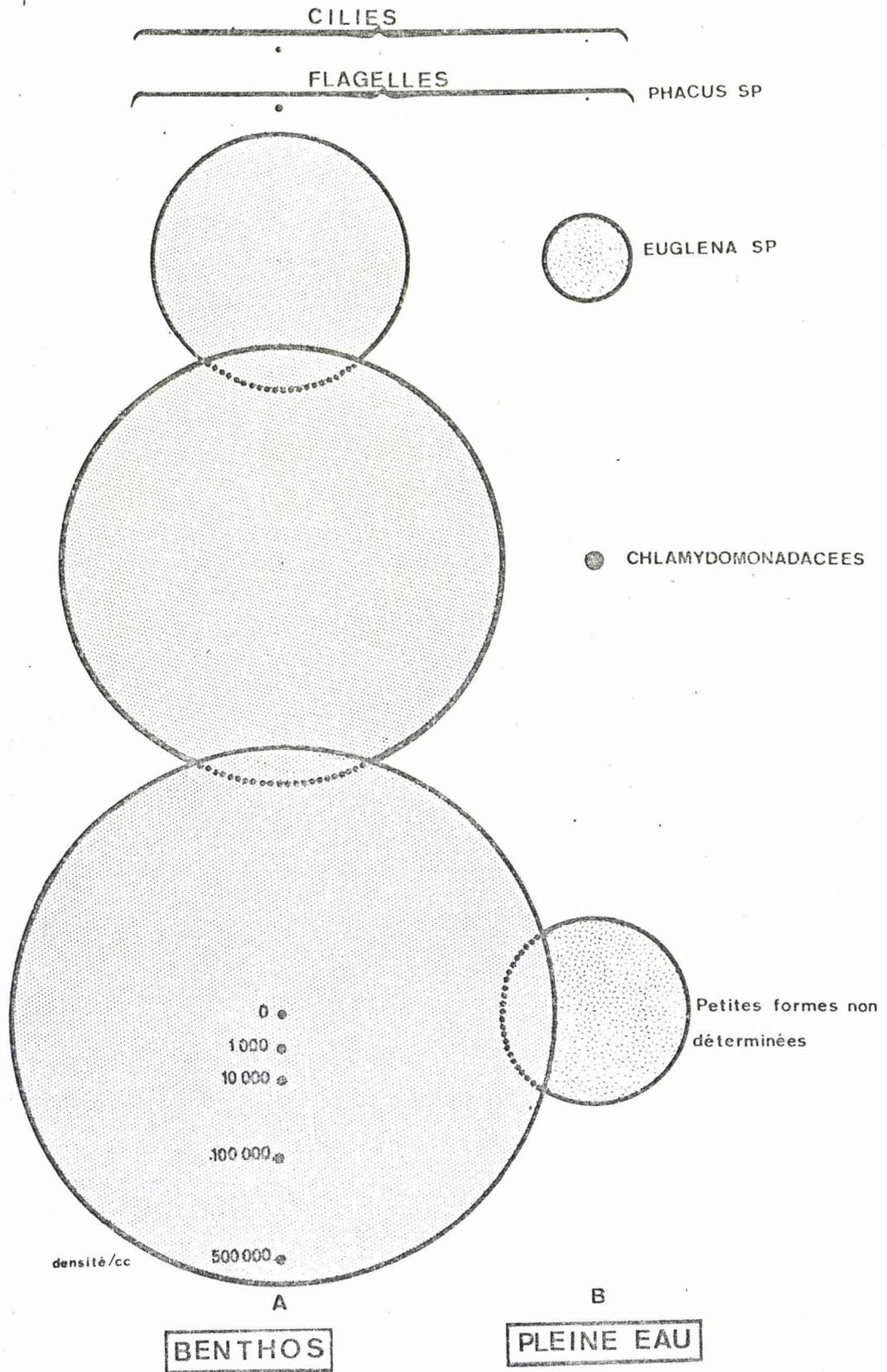


BUS  
LILLE

trouve pas masquée par la présence de substances toxiques. Pour la première fois dans cette étude, nous sommes en présence d'un plancton dont la composition spécifique correspond très bien au degré de saprobité du milieu. Ainsi les espèces appartenant aux genres Colpidium, Glaucoma, Coenomorpha et Metopus si caractéristiques des milieux polysaprobés, se trouvent très largement représentées. L'indice de saprobité a été établi pour les paramètres suivants : la densité bactérienne (dénombrements directs et ensemencements sur gélose), la DBO<sub>5</sub>, la teneur de l'eau en oxygène dissous, la population rotiférienne et l'ensemble du Zooplancton. Dans ce cas très simple d'une pollution par apport de matières organiques, les valeurs obtenues à partir des différents paramètres considérés sont parfaitement concordantes.



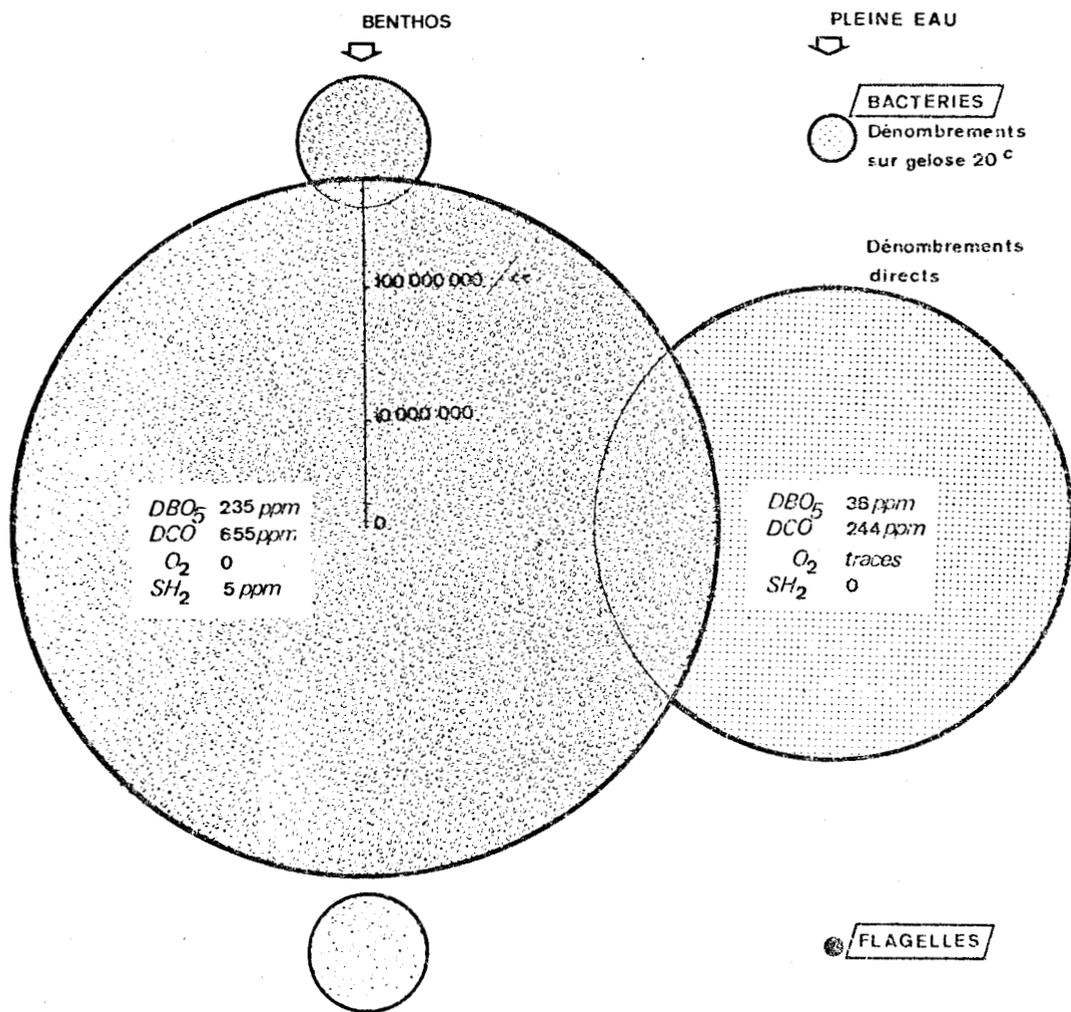
MARE D' ENGLEBELMER NOVEMBRE 1970



Les rayons des sphères sont proportionnels à  $\sqrt[3]{\text{densité des organismes}}$



MARE D'ENGLBEL MER NOVEMBRE 1970



Les rayons des sphères sont proportionnels à  $\sqrt[3]{\text{densité}}$



Les Métazoaires, bien que relativement abondants, ne constituent que 1 % du Zooplancton. Les Rotifères sont représentés par les espèces typiques des milieux polysaprobés tels que Rotifer neptunia. La plupart de ces organismes appartiennent au groupe des Bdelloïdes. Leur alimentation de type bactériophage et détritivore conditionne la prolifération de ces Rotifères qui semblent rencontrer dans la mare des conditions optimales de développement.

#### - Phytoplancton et Flagellés

Les Flagellés incolores et le groupe des Chlamydomonadacées constituent la quasi totalité du nanoplancton.

Dans ce "bouillon de culture", le nanoplancton se trouve très nettement dominé par les Flagellés incolores, le groupe des Chlamydomonadacées et celui des Euglénacées. Les densités atteintes par les Chlamydomonas sont du même ordre de grandeur que celles rencontrées dans la Deule en 4-14 et 4-19 (secteurs présentant une charge en  $DBO_5$  sensiblement aussi élevée que la mare). Les Euglènes apparemment plus sensibles aux substances présentes dans les effluents industriels, offraient une densité inférieure à 100 individus par centimètre cube dans la Deule. Ici, ces organismes saprophytes atteignent la densité de 3 000/cc en pleine eau (et 70 000/cc près des sédiments).

La composition qualitative et quantitative du plancton de la mare d'Englebelmer nous intéressait avant tout en tant que critère de comparaison avec les autres biotopes.

Les réflexions qui suivent n'ont rien d'inédit. Nous nous bornons seulement à constater les phénomènes qui surviennent dans les biotopes régionaux.

Contrairement aux biotopes touchés par la pollution industrielle, la mare d'Englebelmer offre un faciès biologique qui correspond en tous points à celui décrit par LIEFMANN (1950) pour les milieux polysaprobés. Ce biotope influencé par une pollution naturelle de type exclusivement organique, présente un plancton riche en "indicateurs biologiques" (nombreux en individus et en espèces). Pour cette mare, comme pour la partie amont du canal de Seclin, les valeurs de l'indice de saprobité calculées à partir des différents paramètres concordent de façon satisfaisante. En absence de substances toxiques, les techniques d'estimation de la pollution dérivées du système des saprobies permettent de définir aisément le degré de pollution d'une collection d'eau. Mais, dans tous les autres cas, nous avons constaté que les "bons indicateurs biologiques" se trouvent partiellement éliminés, et les espèces les plus résistantes aux toxiques présents dans les eaux de la Lys et de la Deule, accusent la pollution chimique par les fluctuations qui surviennent au niveau de leur densité. Enfin en l'absence d'une compétition spécifique sévère, certains organismes indicateurs se développent dans un milieu dont l'intensité de la pollution ne correspond plus à l'indice de saprobité que ces organismes sont censés indiquer.

↳ ETANGS DU HAMELET : Milieux de type eutrophe.

Les échantillons proviennent d'un des nombreux étangs qui jalonnent la vallée de la Somme.

Les étangs du Hamelet situés à proximité de la ville de Corbie, reçoivent le trop plein des eaux du canal. Dans ce secteur, la Somme est encore assez faiblement polluée et, durant la période estivale, il apparaît un Zooplancton à Cladocères et Rotifères peu varié du point de vue spécifique, mais relativement riche en individus.

S'il faut en croire les pêcheurs, le poisson y est abondant, relativement varié et... comestible! En fait, près des berges, là où se développent les nénuphars, les myriophylles et les potamogetons, on peut apercevoir de très nombreux alevins.

On peut donc considérer que les étangs, alimentés par l'eau du canal, sont assez peu influencés par la pollution (dans ce secteur tout au moins).

Nous avons fait une petite étude de ce milieu que l'on peut pratiquement qualifier de "naturel" afin d'avoir un élément de comparaison avec la partie amont du canal de Seclin. En effet, les quelques paramètres physico-chimiques que nous avons pu mesurer dans les étangs du Hamelet sont semblables à ceux des points S, S' et H. En outre, du point de vue biologique, si le canal de Seclin abrite une flore et une faune un peu moins variées du point de vue spécifique, canal et étang présentent néanmoins de nombreuses similitudes.

- Caractéristiques des deux biotopes étudiés dans l'étang

Il s'agit de deux niches écologiques très différentes :

- en A, la profondeur atteint 3 mètres et, les macrophytes immergés ou flottants font complètement défaut.

- B, au contraire, est une zone peu profonde, complètement envahie par les macrophytes. Les nénuphars (Nymphaea alba) se développent au milieu d'une végétation très dense de Cératophylles (Ceratophyllum demersum) et de renoncules d'eau (Ranunculus circinatus). En surface, on rencontre communément des hydrocharis (Hydrocharis morsus-ranae). Ce biotope de type littoral limite deux réseaux d'étangs. Le courant y est pratiquement nul et, la profondeur oscille entre 0,50 m et 1 m.

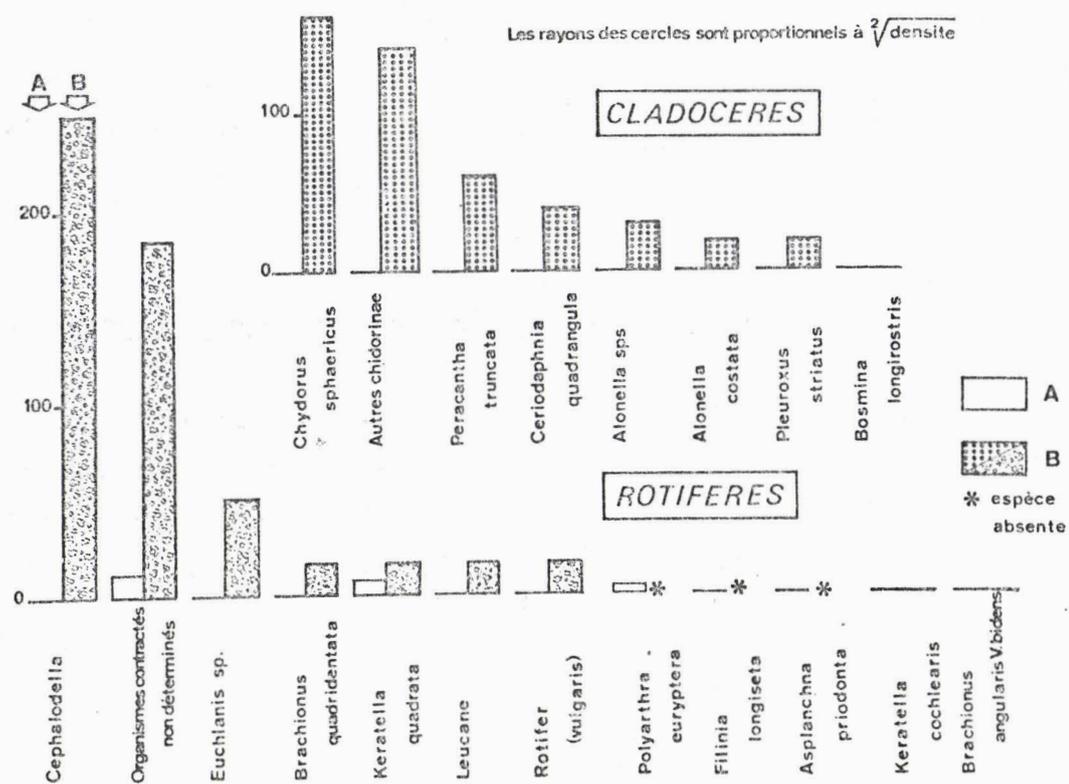
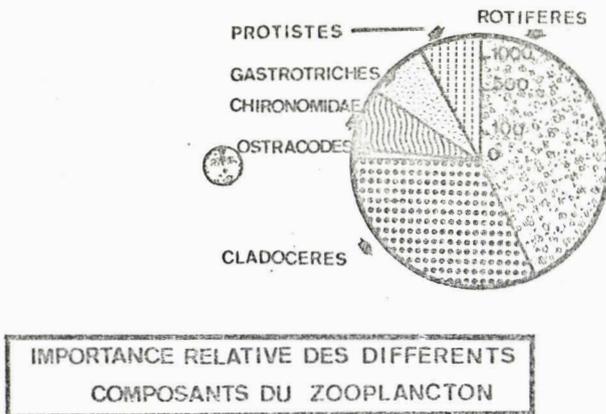
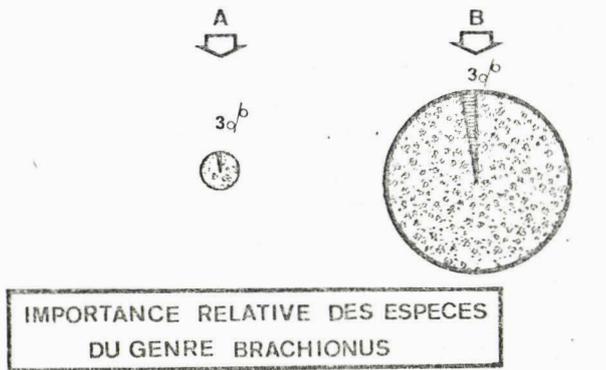
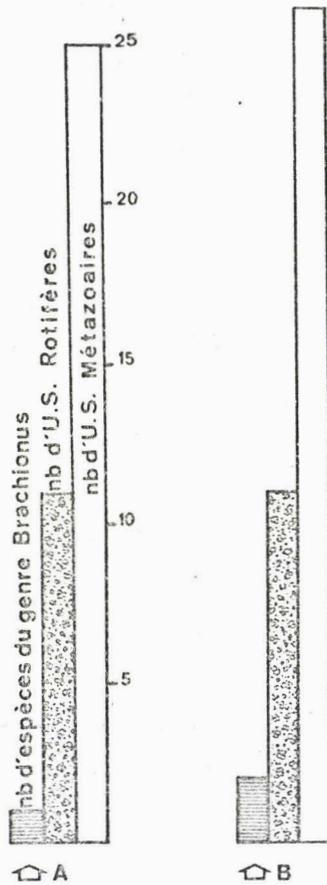
	Zone dans laquelle les organismes sont les plus fréquents.	Valeur d'indicateur
Gardon : <u>Rutilus rutilus</u>	0	3
Tanche : <u>Tinca tinca</u>	b - a	3
Brême : <u>Abramis brama</u>	b	2
Goujon : <u>Gobio gobio</u>		
Perche : <u>Perca fluviatilis</u>	b	3
Brochet : <u>Esox lucius</u>	b	3
Carpe : <u>Cyprinus carpio</u>	b	3
Anguille : <u>Anguilla anguilla</u>		
Lote : <u>Lota vulgaris</u>		
Epinoche : <u>Gastrosteus aculeatus</u>		
Epinochette : <u>Pigosteus pungitius</u>		

N. B. : on retrouve à peu près les mêmes espèces aux points S, S' et H,  
exception faite de la <sup>de</sup>lote et l'ablette.



# ETANGS DU HAMELET

Août 1970



- Le plancton

Il existe évidemment une grande différence entre la composition du plancton provenant de la pleine eau et celle du plancton de l'herbier. Notons que pour ce dernier, il est incorrect de parler de plancton puisque l'heleoplancton et le periphyton se sont pratiquement confondus.

Les différences existant dans la composition de ces deux biocénoses sont à la fois qualitatives et quantitatives.

- Différences qualitatives :

Certaines espèces typiquement planctoniques comme Polyarthra eurypetra, Filinia longiseta, Asplanchna priodonta ne sont rencontrées qu'en pleine eau.

La flore et la faune présentent une diversité spécifique plus grande en pleine eau que dans l'herbier. Toutes les espèces n'ont pas pu être déterminées et nous sommes assez gênés pour parler du qualitatif. Néanmoins si nous nous reportons au nombre d'unités systématiques, il y a pour le Phytoplancton (Diatomées exceptées) 38 unités systématiques en pleine eau contre 29 dans l'herbier (soit 76 %). Pour le Zooplancton : Rotifères et Cladocères, on totalise 19 espèces dans les deux biotopes, mais sur 22 espèces rencontrées dans l'un ou l'autre des biotopes, seules 16 d'entr'elles sont communes aux deux points.

- Différences quantitatives :

Du point de vue quantitatif, la différence est très nette : la biomasse correspondant au Phytoplancton est 4 fois plus importante dans l'herbier. Quant au Zooplancton, sa densité y est égale à 44 fois celle de la pleine eau.

- Quelques particularités du plancton rencontré dans les deux biotopes.

Ces deux biotopes, exception faite de l'aspect quantitatif, présentent un certain nombre de similitudes. Il s'agit d'un plancton où prédominent les Diatomées. Les Chlorococcales et Cyanophycées assez abondantes ne représentent respectivement que 32 % et 14 % du Phytoplancton pour A et 5 % et 17 % pour B.

Si l'on se reporte aux travaux de WURTZ 1948-58, sur la typification des étangs, on peut considérer qu'il s'agit là d'un milieu moyennement eutrophe.

Parmi les autres biotopes que nous avons présentés dans ce travail, seul le plancton de la partie amont du canal de Seclin possède des caractères similaires à celui de cet étang. Néanmoins dans le canal de Seclin, le plancton à Chlorococcales et Diatomées (souvent plus riche en Chlorococcales) se rapporte davantage à celui des étangs fortement eutrophes de WURTZ.

Nous avons vu que dans les biotopes A et B, le plancton est relativement riche en espèces. Aux points S et S', qui constituent les biotopes les plus riches parmi ceux étudiés en canal, le nombre d'unités systématiques pour le Phytoplancton est de l'ordre de 55 à 75 % de celles rencontrées en étang. Quant aux Rotifères et Cladocères, leur variété spécifique oscille entre 60 et 65 % de celle de l'étang.

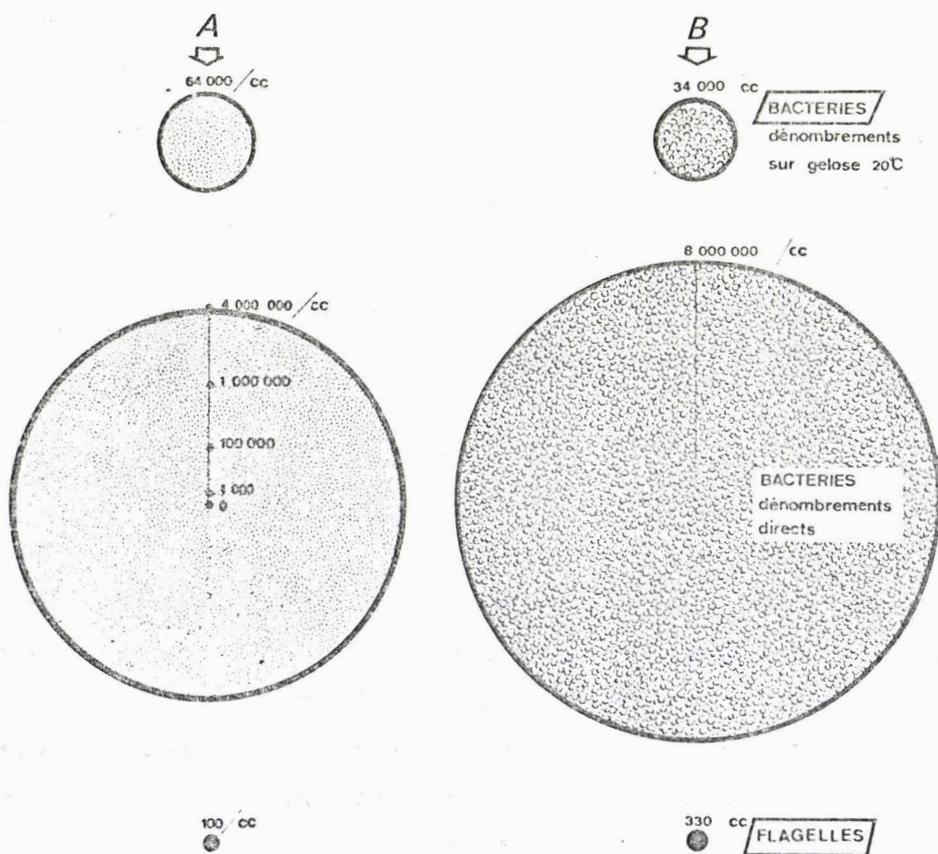
Il semble que dans un milieu moins eutrophe ou moins pollué, comme les biotopes A et B, on rencontre un plancton moins abondant (en nombre d'individus) mais plus riche en espèces. (données qui rappellent les lois biocoenotiques de THIENEMANN).

#### 1 - Aspect bactériologique ; DEO<sub>5</sub>

A partir des dénombrements effectués par l'Institut Pasteur, nous voyons que la densité des germes psychrophiles et mésophiles est plus élevée en pleine eau. Il en va de même des coliformes et des Escherichia coli. Les données pourraient s'expliquer en partie par la présence en B d'une abondante population de Cladocères bactériophages et détritivores. Des phénomènes d'exoinhibition pourraient également intervenir. Le périphyton qui entoure les macrophytes constitue une biomasse très importante. Quant au phytoplancton, il atteint une densité quatre fois supérieure à celle rencontrée au point A. Il est possible que les produits du métabolisme des algues, soient suffisamment abondants pour inhiber partiellement la prolifération des bactéries. (LEFEVRE 1942, POURRIOT 1965).

Quoiqu'il en soit les résultats des dénombrements sur gélose sont en contradiction avec ceux obtenus pour la DEO<sub>5</sub> qui atteignent une valeur 4 fois plus élevée. En outre les résultats obtenus pour les germes totaux par comptages directs, sont très éloignés de ceux obtenus par les dénombrements sur gélose.

# ETANGS DU HAMELET AOUT 1970



Les rayons des sphères sont proportionnels à  $\sqrt[3]{\text{densité}}$



Il semble que ces phénomènes plus ou moins aberrants puissent s'expliquer en partie.

Tout d'abord, les mesures de  $DBO_5$  ont été effectuées à partir d'échantillons d'eau brute. Or la  $DBO_5$  porte sur des échantillons ayant séjournés 5 jours à 20° C et à l'obscurité. On peut supposer que les valeurs obtenues sont en partie faussées par la présence du plancton. En effet, la  $DBO_5$  correspond pour une eau filtrée à la demande en oxygène causée par le métabolisme des bactéries et l'oxydation des substances présentes dans le milieu. Dans le cas de nos deux échantillons, la consommation d'oxygène du Phytoplancton et du Zooplancton vient s'ajouter à celle des bactéries. Or en B, la concentration du Zooplancton est 44 fois supérieure à celle de A. Il s'ensuit que les résultats obtenus pour les  $DBO_5$  sont trop élevés et que l'erreur commise par excès est 44 fois plus importante pour B. Ces valeurs risquent de correspondre davantage à l'activité métabolique des organismes présents plutôt qu'à la présence dans le milieu de matières organiques biodégradables.

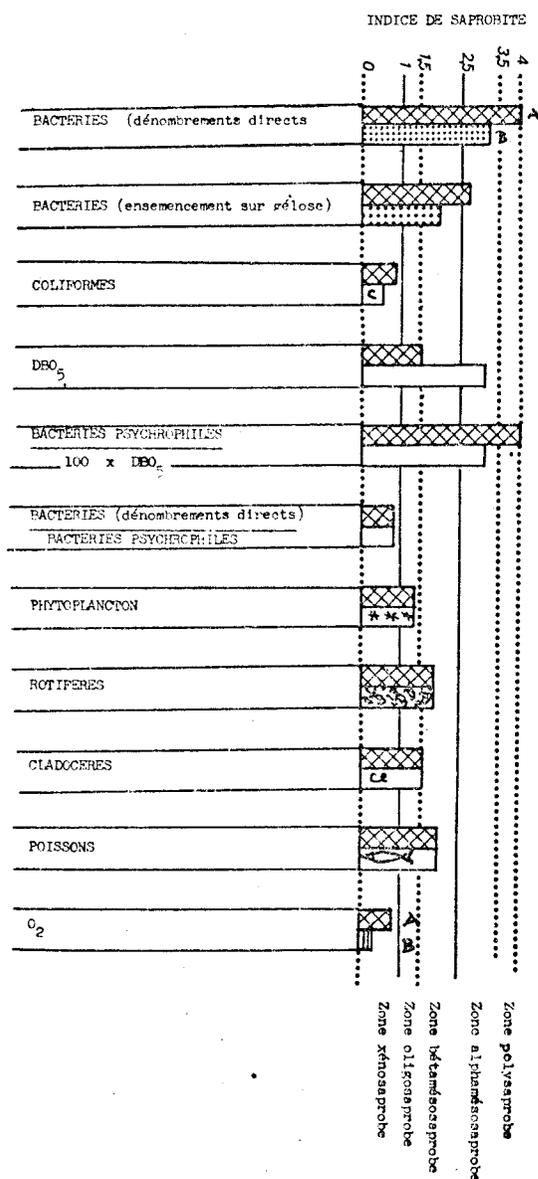
Quoiqu'il en soit, on peut au moins affirmer qu'en A la  $DBO_5$  égale à 2 mg/l est très faible. (peut-être plus faible encore si l'erreur commise par excès est importante). Cette valeur correspond à une eau xéno-à-oligosaprobe (cf. tab. I p. 3 ).

Les valeurs obtenues pour la densité bactérienne par la méthode des dénombrements sur gélose et par celle des dénombrements directs, sont d'un ordre de grandeur très différent. Les valeurs correspondantes pour A et B sont respectivement 70 et 240 fois supérieures par la seconde méthode, soit une estimation de 0,9 à 1 % de la population par la première méthode. Ceci correspond à la limite inférieure du pourcentage de bactéries que l'on peut espérer dénombrer par ensemencement sur gélose (PERSOONE 1966).

Par la technique des dénombrements sur gélose, peptone, extraits de levures, toutes les bactéries ne sont pas capables de se développer et les bactéries hétérotrophes risquent de se développer plus facilement que les bactéries autotrophes (d'autant plus facilement que la méthode standardisée préconise une incubation à l'obscurité). Etant donné le faible pourcentage de germes développés sur gélose, il est permis de supposer que le plancton bactérien comporte une prédominance de germes autotrophes, contrairement à celui des milieux saprobes.

Cependant la densité bactérienne telle qu'elle a été obtenue par les deux méthodes d'estimation, dépasse largement les valeurs maximales (tab. I et II p. 2 et 3) correspondant à une eau oligo-bétamésosaprobe, voire même alphamésosaprobe.

Une telle densité bactérienne est à priori aberrante compte tenu des données obtenues pour le plancton, les poissons, la teneur en oxygène dissous de l'eau. Elle ne pourrait s'expliquer que par un bactérioplancton constitué par 99 % de bactéries pigmentées.



Ce tableau indique les indices de saprobie obtenus pour les biotopes A et B. à partir des différents paramètres biologiques et biochimiques confrontés au système des saprobies tel qu'il a été modifié par ZELINKA, MARVAN et SLÁDEČEK.

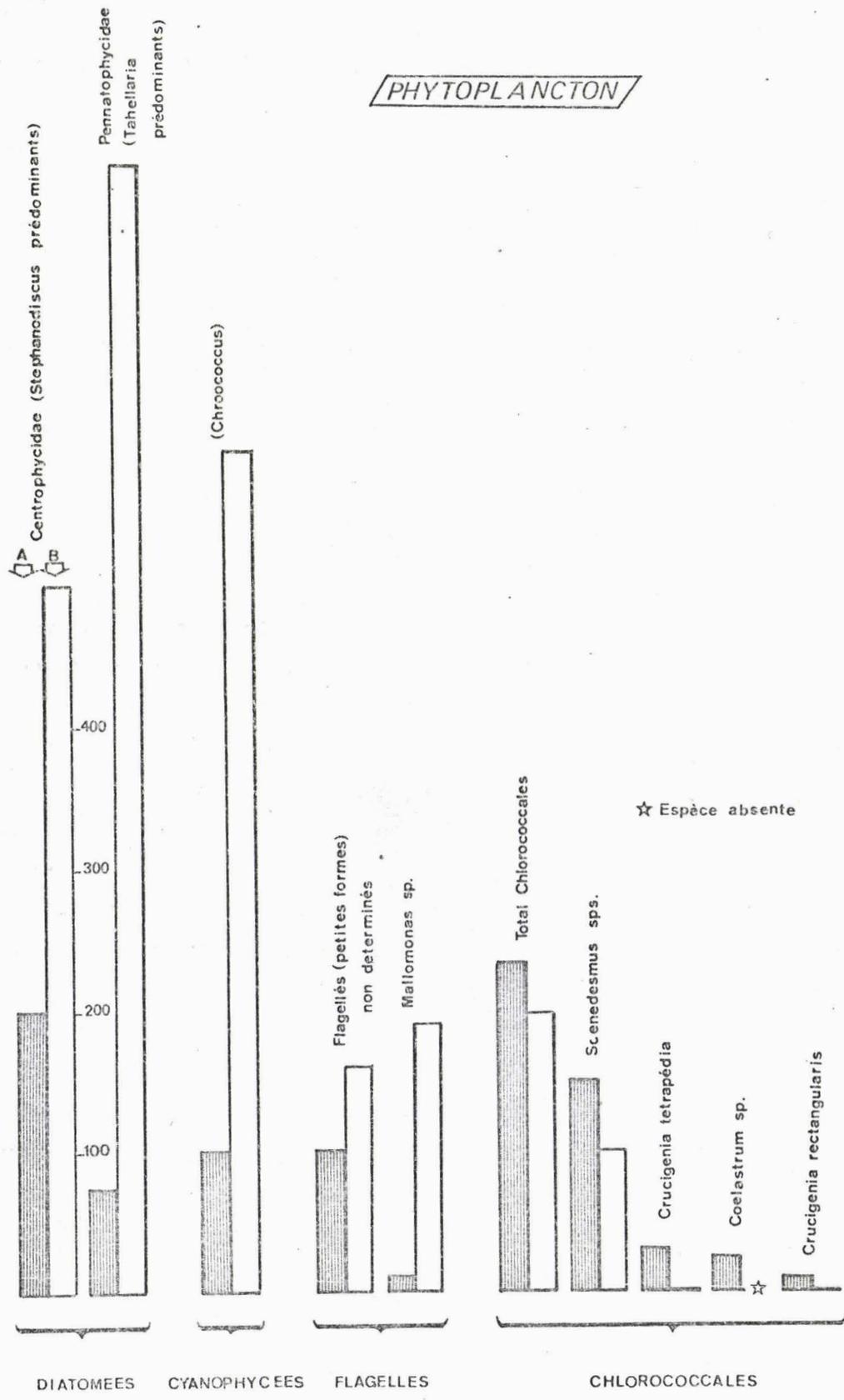
Pour les paramètres bactériologiques et biochimiques, nous nous sommes reportés aux valeurs figurant dans le tableau II, p. 4.

On voit que la plupart des paramètres physicochimiques et biologiques correspondent à une eau oligo-bétamésosaprobe. Seules les valeurs de la DBO<sub>5</sub> de B et les valeurs des germes bactériens totaux sont excessives.

ETANGS DU HAMELET

AOUT 1970

PHYTOPLANCTON



- Les Diatomées

Les Stephanodiscus, et d'une façon plus générale le groupe des Centrophycidae, sont nettement prédominants en pleine eau. Dans les secteurs les moins pollués des autres canaux, ce groupe est également plus représenté que celui des Pennatophycidae.

Dans l'herbier, les Diatomées, représentées par une prédominance de Pennatophycidae, constituent 68 % du plancton. Alors que dans le canal de Seclin on rencontre, dans les secteurs situés en Amont, des densités en Diatomées Centrophycidae égales à 30 ou 40 000 cellules /cc, ici les diatomées ne dépassent pas une densité de 500 pour A et 2 000 pour B.

- Les Flagellés

Ce groupe fortement représenté dans les milieux où sévit une pollution organique, constitue ici une biomasse très faible. En outre la plupart des organismes dénombrés sont porteurs de pigments. (ce fait ainsi que la très faible densité des Flagellés totaux est en contradiction apparente avec une surabondance de germes bactériens hétérotrophes et vient étayer l'hypothèse d'un bactérioplancton essentiellement constitué de germes autotrophes.

Nous notons ici un pourcentage élevé de Chrysophycées : Les Mallomonas représentent 10 % des Flagellés en pleine eau et 54 % dans l'herbier. Ce genre n'a été rencontré en canal que dans les biotopes les moins influencés par la pollution. Il semblerait que ces organismes soient caractéristiques des eaux de bonne qualité. De fait ils constituent ici le plus fort pourcentage que nous ayons rencontré.

Les Eugléniens si abondants dans les milieux riches en matières organiques font pratiquement défaut ici. Enfin les Péridiniens, très rarement rencontrés en canal, sont représentés ici par trois espèces différentes. Toutefois leur densité reste très modeste.

- Les Ciliés

Ces organismes constituent une partie infime du Zooplancton. Leur rareté relative correspond assez bien à la qualité supposée de l'eau de l'étang.

- Les Cladocères et les Rotifères (graphiques p. 124).

Le Zooplancton de la pleine eau est un plancton à Rotifères (99 %). Nous avons vu chap. III § 3 que ce plancton est typique des étangs riches en poissons. Dans les étangs de type eutrophe, les Ciliés peuvent être assez largement représentés. (HÉRALDÉK, NOVOTNÁ et KOŠINEK 1966). Ici ils font pratiquement défaut et il semble que ce Zooplancton soit celui d'étangs de type mesotrophe ou faiblement eutrophe, ce qui rejoint les suppositions faites à partir du Phytoplancton et recoupe les données obtenues en se référant au système des saprobies. La plupart des espèces présentes dans le Zooplancton sont de type oligo-betamésosaprobe.

Les Rotifères du genre Brachionus qui caractérisent les milieux plus riches en matières organiques, ne représentent que 3 % des Rotifères, tant en pleine eau que dans l'herbier

Dans l'herbier, la composition du "Zooplancton" (ou plutôt des microorganismes animaux) diffère profondément de celle de la pleine eau : elle est conditionnée principalement par la présence d'un abondant périphyton. Celui-ci représente une surface considérable sur laquelle viennent "brouter" des organismes très variés : Rotifères, Cladocères, Gastrotriches, Chironomides, Ostracodes.

Contrairement à la pleine eau, l'herbier abrite une population de Cladocères presque aussi importante que celle des Rotifères (respectivement 32 et 44 %). Un tel biotope constitue pour ces organismes une réserve de nourriture et un refuge contre les prédateurs. (refuge qui est peut-être très relatif).

Dans l'herbier, outre Bosmina longirostris (très faiblement représentée), Ceriodaphnia quadrangula et Chydorus sphaericus, toutes les espèces de Crustacés rencontrées sont benthoniques, généralement détritivores.

Il en va de même des espèces rotifériennes appartenant aux genres Leucane, Cephalodella

-----

Ces biotopes "naturels", légèrement eutrophes peuvent être caractérisés comme oligo-bétamésosaprobies par la majorité des paramètres physico-chimiques et biologiques.

Si nous comparons l'étang à la partie amont du canal de Seclin (secteur le moins pollué), nous voyons que l'étang du Hamelet présente un degré d'eutrophisation moins avancé que le secteur de canal considéré. Sur un plan légèrement différent, on peut considérer que la pollution légère de l'étang est plus faible que celle des points S, S' et H.

Cette différence se manifeste au niveau du plancton par :

- 1°) - la présence d'un plus grand nombre d'espèces ;
- 2°) - Une répartition plus harmonieuse des espèces entre les différents groupes du Phytoplancton ;
- 3°) - Cette richesse en espèces se trouve compensée par un nombre plus restreint d'individus. (Ce phénomène pourrait être imputé à l'action prédatrice des poissons, mais ce facteur n'est vraisemblablement pas le seul qui puisse être évoqué. Dans le secteur amont du canal de Seclin, les poissons sont également abondants. En outre, dans les parties les plus abritées de l'herbier, la population reste beaucoup moins dense que dans le canal).

Si nous ne prenons en considération que les Métazoaires et les Unicellulaires pigmentés, il semble que ces données permettent de dire en plagiant THIEN-EMANN que :

- Dans deux milieux soumis à des pollutions d'intensité différente, le milieu le moins influencé par la pollution se caractérise par une plus grande diversité d'espèces, compensée par un nombre plus réduit d'individus.

Ce milieu faiblement pollué se caractérise par :

- un nombre très restreint de Flagellés avec une nette prédominance des Flagellés pigmentés.
- une très faible biomasse de Ciliés.
- un Phytoplancton formant pas de "fleurs d'eau" mais qui est abondant et varié.
- un Zooplancton dont les groupes présents sont assez bien balancés quant à la distribution des espèces et l'abondance des individus.

## CONCLUSION

---

A travers l'examen des différents milieux considérés dans cette étude, nous avons tenté de rendre compte de la nature du plancton susceptible de coloniser les biotopes à pollution variable de la région du Nord.

Les points d'échantillonnage qui ont été choisis, offrent en effet des degrés assez variés de pollution :

- Oligo bêta-mésosaprobie (Etangs du Hamelet).
- Bêta mésosaprobie (Secteur supérieur du canal de Seclin).
- Bêta-alpha-mésosaprobie (Secteur moyen du canal de Seclin, Secteur supérieur de la Lys).
- Alphamésosaprobie (aval du canal de Seclin, Cours moyen de la Lys française, en été).
- Alpha-mésosaprobie-polysaprobie (Cours moyen de la Lys, durant la saison froide, Cours supérieur de la Deule).
- Polysaprobie (Cours inférieur de la Lys française, Cours moyen de la Deule, Mare d'Englebelmer).
- Isosaprobie (Cours inférieur de la Deule, Benthos de la Mare).

Néanmoins, la pollution qui sévit dans la majorité de ces biotopes offre une assez grande complexité. En outre, cette étude repose sur un nombre d'observations restreint et par trop limité dans le temps et dans l'espace pour qu'il soit possible d'énoncer des principes généraux concernant les relations plancton-pollution.

Nous pouvons tout au plus résumer ici quelques-unes des caractéristiques de la biocénose planctonique qui semblent pouvoir définir, en première approximation, les différentes intensités de la pollution (plus ou moins complexes) survenant dans les canaux du Nord de la France.

- Associations planctoniques des milieux très faiblement pollués :

Phytoplancton à Diatomées pennées prédominantes, Zooplancton à Cladocères et Rotifères.

Phytoplancton

Il constitue une biomasse assez faible et compte un nombre relativement élevé d'espèces. (le phénomène de fleurs d'eau n'apparaît pas).

Les Flagellés (comprenant essentiellement des organismes pigmentés), constituent une biomasse négligeable devant les autres groupes d'algues.

Il semblerait que la présence des Synuracées du genre Mallomonas, soit une garantie de la bonne qualité de l'eau.

Zooplancton

Comparativement aux milieux plus sensiblement pollués, la biomasse est relativement faible. Mais les organismes animaux présentent une assez grande diversité spécifique.

Les différentes espèces de Métazoaires sont assez harmonieusement réparties entre les Cladocères, les Rotifères et les Copépodes. La bonne qualité du milieu semble être caractérisée par l'absence quasi totale des Rotifères du genre Brachionus et celle des Protistes Ciliés qui ne constituent qu'une partie infime du plancton.

- Association planctonique de milieux modérément pollués : Phytoplancton à Diatomées Centrophycidae et Chlorococcales. Zooplancton à Rotifères.

Phytoplancton

Le nanoplancton se trouve en grande partie constitué par des Flagellés (plus ou moins hétérotrophes), tels que les Chlamydomonadacées ou les Euglénacées. Les Synuracées du genre Mallomonas disparaissent à peu près totalement. Les Diatomées Centrophycidae constituent une biomasse beaucoup plus importante que les Pennatophycidae. La prolifération du Phytoplancton entraîne de fréquentes formations de fleurs d'eau.

Zooplancton

La diversité spécifique se trouve plus réduite et les espèces constituant le Zooplancton ne sont plus aussi harmonieusement distribuées entre les trois principaux groupes de Métazoaires. Les Rotifères se trouvent pratiquement réduits aux genres Brachionus, Filinia et Polyarthra. Quant aux

Ciliés, ils constituent une biomasse non négligeable comparativement à l'ensemble du Zooplancton.

- Association planctonique de milieux fortement pollués :

Phytoplancton à Cyanophycés et Chlorococcales, Zooplancton à Ciliés et Rotifères.

Phytoplancton

La biomasse des Flagellés atteint des valeurs très élevées de l'ordre de 1 000 à 10 000 cellules/cc. La diversité spécifique des algues se trouve très fortement réduite (plancton constitué d'espèces très banales).

Zooplancton

On constate le même phénomène quant à la diversité spécifique des Métazoaires. Les Rotifères ne sont plus représentés que par quelques espèces et les Brachionidae constituent les 3/4 de la population. (les Edelloidae, dont Rotifer neptunia, sont également très bien représentés).

- Associations planctoniques de milieux très sévèrement pollués :

Zooplancton à Ciliés et Rotifères, Phytoplancton à Cyanophycées.

Phytoplancton

La biomasse des Chlorococcales est insignifiante devant celle des Cyanophycées et des Flagellés (dont la densité atteint des valeurs de 10 000 à 200 000 cellules/cc). La diversité spécifique des Chlorococcales se trouve réduite aux genres les plus résistants tels que : Micractinium, Scenedesmus, Ankistrodesmus.

Zooplancton

Les Rotifères constituent la presque totalité des Métazoaires mais ils ne sont plus représentés que par quelques espèces appartenant principalement aux Edelloidae. Le rapport Ciliés/Rotifères a tendance à s'élever. La densité des organismes se trouve directement conditionnée par le degré de dilution des substances nocives éventuelles.

-----

Nous avons pu vérifier un certain nombre de relations, bien connues par ailleurs, qui existent entre la qualité du milieu et la composition de la biocénose aquatique de même que les grands principes de biocénologie, comme celui de THIENEMANN (un milieu uniforme (pollué) entraîne la diminution du nombre des espèces présentes et a pour corollaire une augmentation du nombre des individus). Ce principe s'applique sans aucune restriction aux Macroinvertébrés benthiques des rivières peu profondes. Dans les biotopes que nous avons étudiés et pour les microorganismes planctoniques, l'enrichissement du milieu ou l'élévation légère du degré de pollution semble favoriser au contraire le développement d'un plus grand nombre d'espèces de Métazoaires et de Ciliés). Par contre, lorsque la pollution dépasse un certain seuil (béta-mésosaprobe), toute augmentation de la charge en polluants entraîne effectivement la diminution du nombre des espèces tant végétales qu'animales.

Afin d'estimer le degré de pollution de chacun des points d'échantillonnage, nous avons eu recours aux méthodes dérivées du système des saprobies et nous avons confronté les paramètres physicochimiques et bactériologiques avec ceux définis par SLADECEK, pour chaque degré de pollution. Les indices de saprobité que nous avons obtenus concordent relativement bien lorsqu'il s'agit de biotopes soumis à une pollution organique simple (Etang, mare ou secteurs situés en amont du canal de Seclin). Mais lorsque les substances toxiques présentes dans les effluents ne sont pas suffisamment diluées, les valeurs obtenues pour un même secteur accusent des différences très importantes.

Dans ce dernier cas, l'abondance et la fréquence des indicateurs biologiques dépendent avant tout de la sensibilité individuelle de ces organismes vis à vis des substances toxiques. La composition du milieu se trouve plus ou moins fortement remaniée et l'influence de la pollution organique est en partie masquée (Cryptosaprobie). Les espèces capables de survivre ne correspondent alors plus au degré de saprobité du milieu.

Ainsi l'espèce rotiférienne Brachionus calyciflorus, si peu exigeante vis à vis des conditions physicochimiques du milieu, est considérée comme un bon indicateur des zones Béta-alpha-mésosaprobies. (Liste de CYRUS et SLADECEK 1969). Nous l'avons pourtant rencontrée dans des secteurs polysaprobies et même isosaprobies (canal de la Deule et de la Lys). Quant à l'espèce Brachionus rubens (bon indicateur des milieux très fortement pollués), elle se développe dans les secteurs modérément pollués du canal de Seclin ou de la Lys et disparaît dans les secteurs alpha-mésosaprobies ou polysaprobies.

Il en va de même du Phytoplancton : Chlorococcales de l'espèce Ankistrodesmus falcatus ou Micractinium pusillum sont considérées respectivement comme caractéristiques de la zone béta ou alphamésosaprobe

(valeur d'indicateur médiocre = 2) et de la zone bêta-mésosaprobe (valeur d'indicateur très bon = 4). Or nous avons rencontré une population importante de l'espèce Ankistrodesmus falcatus dans des milieux fortement pollués (Deule en 4-15 : 800 cellules/cc). Quant à l'espèce Micractinium pusillum (meilleur indicateur biologique que la précédente), nous en avons trouvé des colonies florissantes dans le canal de la Lys au point 5-17, où la charge en polluants est très élevée.

La présence de substances toxiques induit deux types de comportement très différents. Elle entraîne bien sûr la disparition sélective, partielle ou complète des espèces sensibles à ces substances mais, dans la plupart des cas, nous avons pu constater que les organismes les plus résistants aux toxiques voient leur population s'accroître brusquement. Tout se passe comme si la suppression des phénomènes de compétition favorisait leur développement.

Notre contribution à l'étude biologique des canaux régionaux, porte sur un nombre d'observations assez restreint. Nous n'avons en outre considéré la biocénose planctonique que d'un point de vue statique alors que ses différents composants sont à même d'évoluer très rapidement dans le temps. Il nous est de ce fait difficile de juger de l'intérêt pratique des relations de cause à effet existant apparemment entre la composition qualitative et quantitative du plancton et l'intensité de la pollution.

Il semblerait que la valeur du rapport :

Densité des Rotifères des genres *Brachionus* et *Rotifer*

---

Densité des Métazoaires

confrontée à des tests de toxicité, puisse donner des indications utiles dans le cas d'une estimation rapide de l'intensité de la pollution.

## RESUME

---

Cette étude s'intéresse essentiellement à trois canaux de la région du Nord qui sont influencés de façon fort différente par des effluents industriels. Un profil biologique longitudinal, portant plus particulièrement sur le plancton, a été dressé en différentes saisons pour ces trois biotopes.

A titre de comparaison, et afin de mieux comprendre l'influence de la pollution organique sur la composition du plancton, deux biotopes, soumis à une pollution organique naturelle, ont également fait l'objet d'une brève étude. Le premier de ces biotopes naturels : (une petite mare de type polytrophe) présente des caractéristiques physicochimiques (pH, dureté, teneur en sulfates, nitrites, D. B. 05) très voisins des secteurs les plus intensément pollués des canaux. Le second milieu naturel est un étang légèrement eutrophe et riche en poissons. Par la nature de son plancton et les quelques paramètres physicochimiques qui ont pu être mesurés, ce milieu est tout à fait comparable au secteur de canal le moins influencé par la pollution (amont du canal de Seclin).

Chacun des trois canaux envisagés présente un état de pollution bien particulier.

### 1) - Le canal de Seclin

Il s'agit d'un canal désaffecté : aveugle en amont, il vient confluer avec le canal de la Deule après un bref parcours de 5 kms. De fréquentes inversions de courant favorisent le mélange des eaux de ce biotope avec les eaux très polluées de la Deule. Il s'établit en permanence de l'amont vers l'aval un gradient très progressif de pollution. Au niveau de la

confluence, l'intensité de la pollution est assez constante et les degrés de pollution respectifs des différents secteurs étudiés dépend essentiellement du pouvoir autoépurateur du milieu. Ainsi durant l'hiver, l'autoépuration se trouve fortement ralentie, et les 4/5 du canal sont alors sévèrement touchés par la pollution.

Par contre, durant la période estivale, l'état de ce biotope s'améliore de façon très sensible et à cette époque, seule la zone de la confluence accuse une certaine pollution.

Le canal de Seclin constitue un exemple de choix pour une étude sur l'influence biologique de la pollution. Cette influence se manifeste en effet très nettement sur le zooplancton : les réactions du phytoplancton, quoique moins nettes, sont assez homogènes.

Dans ce milieu les relations plancton-pollution peuvent se résumer comme suit ;

- 1) - la biomasse planctonique accuse une très nette diminution de l'amont vers l'aval.
- 2) - Les Rotifères qui constituent la quasi totalité du zooplancton en amont, font progressivement place aux Ciliés.
- 3) - L'aspect qualitatif de la population rotiférienne se modifie. La variété spécifique diminue à mesure que la pollution s'intensifie. Chez le genre Brachionus, par contre, le nombre d'espèces présentes tend à augmenter de l'amont vers l'aval et il en va de même du pourcentage relatif de ces organismes. Les espèces de ce genre semblent rencontrer des conditions optimales dans les secteurs nettement pollués, mais tendent à disparaître, lorsque la pollution devient par trop intense : elles font alors place aux Rotifères du genre Rotifer = (Rotaria) dont Rotaria neptunia, qui sont désormais les seuls représentants du groupe des Métazoaires. La présence du genre Filinia semble également liée à un certain enrichissement du milieu, le maximum des Rotifères de ce genre survient juste avant celui des Brachionidae.
- 4) - Les Flagellés évoluent de la même façon que les Ciliés, et leur densité maximale correspond aux zones les plus touchées par la pollution. Il en va de même pour les cyanophycées.
- 5) - La biomasse des Chlorococcales diminue de façon significative de l'amont vers l'aval.

## 2) - Le Canal de la Lys

Sur ce canal, la pollution est causée par des rejets de nature très complexe. Exception faite d'un secteur restreint, en amont de la confluence avec la Clarence et la Lawe, la Lys reçoit en effet une multitude d'effluents industriels : la plupart de ces effluents proviennent des teintureries et des conserveries. Si la pollution organique est le facteur prédominant de ce milieu, elle interfère cependant avec de nombreuses substances chimiques plus ou moins toxiques.

Un profil biologique longitudinal a été dressé en hiver, au printemps et en été.

On constate sensiblement les mêmes phénomènes que sur le canal de Seclin, à cette différence près, que les eaux de la Lys sont déjà très polluées dans les secteurs situés en amont. L'incidence de la pollution sur la composition du plancton se manifeste de façon beaucoup plus nette pour les organismes animaux que pour les algues.

En Juin, comme sur le canal de Seclin, les genres Filinia, Brachionus et Rotifer rencontrent respectivement des conditions favorables de développement et leurs maxima respectifs correspondent à trois degrés différents de pollution.

Les Flagellés et les Cyanophycées semblent également rencontrer des conditions optimales de développement, leur densité augmente progressivement tout au long du canal. Ils constituent en aval une biomasse très importante.

## 3) - Le canal de la Deule

Il s'agit là d'un milieu infiniment plus complexe que la Lys, et la pollution qui sévit sur la totalité du parcours est à la fois physique (matières en suspension), chimique (substances toxiques) et organique. Un seul profil biologique a été établi, il correspond à la période estivale (période durant laquelle l'autoépuration a le plus de chances de se manifester).

L'augmentation de la charge en polluants se traduit au niveau du zooplancton par une diminution progressive de la biomasse constituée en grande partie par des Ciliés. Seules les espèces rotifériennes très résistantes comme Rotifer neptunia sont capable de survivre dans ce milieu si peu propice à la vie.

Les réactions du phytoplancton dans ce milieu où interfèrent de nombreuses substances nocives semblent complètement anarchiques. L'une ou l'autre des espèces les moins sensibles à la pollution deviennent tour à tour prépondérantes sans qu'il soit possible d'établir un parallèle entre les

fluctuations de ces organismes et celles des polluants.

Les seules espèces présentes dans ce milieu sont celles qui avaient été rencontrées dans les secteurs les plus pollués des autres canaux.

La comparaison entre ces différents biotopes soumis à la pollution industrielle et les deux biotopes naturels influencés par un apport de substances organiques, permettent de dire en première approximation, que la pollution modifie la biocénose planctonique en réduisant la diversité spécifique, phénomène très net pour le zooplancton.

Dans ces eaux basiques, aux différents degrés de pollution correspondent des associations planctoniques différentes : le zooplancton à Rotifères et Cladocères fait ainsi place à un zooplancton à Rotifères et Ciliés, enfin dans les cas les plus aigus de pollution, les Ciliés constituent la quasi totalité de la biomasse des organismes animaux.

Le phytoplancton à Diatomées<sup>périées</sup> fait place à un plancton à Chlorococcales. Celles-ci sont progressivement remplacées par les Cyanophycées à mesure que s'intensifie la pollution.

En absence de substances toxiques, la diminution du nombre des espèces que l'on enregistre au cours de ces différents degrés de pollution se trouve compensée par une augmentation progressive du nombre des individus.

Lorsque la pollution organique prédomine sur les autres types de pollution, il semble que le rapport :

Nombre de Rotifères appartenant aux genres Rotifer et Brachionus

---

Population rotiférienne totale

puisse permettre une assez bonne appréciation de l'intensité de la pollution, les valeurs de ce rapport étant d'autant plus élevées que la pollution devient plus sévère.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON (R. S.), 1970. - Predator-prey relationships and predator rates for crustacean zooplankters from some lakes in western Canada.  
Canadian Journal of Zoology, 46 (6), 1229-1240.
- ANDRE (M.), 1946. - Halacariens marins (Faune de France).  
Le Chevalier, Paris, 1-149.
- BANTA (A. M.) et coll., 1939. - Studies on the physiology, genetics and evolution of some Cladocera.  
Carnegie Inst. Wash. Paper, 39, 1-285.
- BICK (H.), 1957. - Beiträge zur Ökologie einiger Ciliaten des Saprobien systems.  
Vom Wasser, 24, 224-246.
- BICK (H.), 1960. - Ökologische Untersuchungen an Ciliaten und anderen Organismen aus Verunreinigten Gewässern.  
Arch. Hydrobiol., 56, 378-394.
- BICK (H.), 1962. - A review of european methods for the biological estimation of water pollution levels.  
World Health Organisation WHO/EBL/47, pp. 30.
- BICK (H.), 1964. - Die Sukzession der Organismen bei der Selbstreinigung von organisch verunreinigtem Wasser unter verschiedenen Milieu-bedingungen. Modellversuche unter besonderer Berücksichtigung Ziliaten.  
Minist. Ernähr. Landw. Forst. Land. Nordrhein/Westfalen, Düsseldorf., 1-139.
- BICK (H.), 1967. - Vergleichende Untersuchung der Ciliaten sukzession beim Abbau von Pepton und Cellulose Mdellversuche.  
Hydrobiol., 353-373.
- BICK (H.), 1968. - Autökologische und Saprobiologische Untersuchungen an Süßwasserciliaten.  
Hydrobiologia., 34 (1), 17-36.

- BICK (H.) und SCHOLTYSECK (E.), 1960. - "Ökologische Untersuchungen an Abwasserteichen.  
Arch. Hydrobiol., 157, 196-216.
- BROOKS (J. L.) et DODSON (S. I.), 1965. - Predation, body size and composition of plankton.  
Science. N. Y., 150, 28-35.
- CAIRNS (J. Jr) and DICKSON (L.), 1971. - A simple method for the biological assesment of the effects of waste discharges on aquatic bottom dwelling organisms.  
Jour. Water. Poll. Control., p. 755-772.
- CASPERS (H.) und KARBE (L.), 1966. - Trophie und Saprobität als Stoffwechself-dynamischer Komplex. Gesichtspunkte für die Definition der Saprobitätsstufen.  
Arch. Hydrobiol., 61, 453-470.
- CASPERS (H.) and SCHULZ (H.), 1962. - Weitere Unterlagen zur Prüfung der Saprobien systeme.  
Int. Rev. Hydrobiol., 47, 100-117.
- CHATTON (E.) et LWOFF (A.), 1936. - Techniques pour l'étude des Protozoaires, spécialement de leurs structures superficielles (cinétosome et argyrome).  
Bull. Soc. Fr. de Microscopie, 5, 25-39.
- COHN (F.), 1853. - Über lebende Organismen im trinkwasser.  
Z. Klin. Med., 4, 229-237.
- CURDS (C. R.), 1963. - The flocculation of suspended matter by Paramecium caudatum.  
J. gen. Microb. (33), 357-363.
- CURDS (C. R.), 1967. - Continuous culture. A method for the determination of food consumption by Ciliated Protozoa.  
In Proceeding of the Symposium on Methods of sludy of soil Ecology. Ed. by. J. Philipson Paris - U. N. E. S. C. O., 127-129.
- CURDS (C. R.), COCKBURN (A.) and VANDYKE (J. M.), 1968. - An experimental study of the role of the Ciliate protozoa in the activated-sludge process.  
Wat. Poll. Control., 67, 312-329.

- CURDS (C. R.) et FEY (G. J.), 1969. - The effect of Ciliated Protozoa on the Fate of Escherichia coli in the activated sludge Process. Water. Res. Pergamon Press., 853-867.
- CYRUS (B.) et CYRUS (Z.), 1947. - (En tchèque). Résumé anglais : A map of the purity of flows in the catchment areas of the Elbe, Danube and Oder. Práce a studie S. H. Ú, 64, 1-11.
- CYRUS (Z.) et SLÁDEČEK (V.), 1969. - Jednotné metody biologického rozboru vod. Čast II. Zvláštní příloha. Vodního hospodářství, 18-8, 1-63.
- DE BEAUCHAMPS (P.), 1965. - Classe des Rotifères. Dans GRASSE P. P., Traité de Zoologie, IV (III), 1225-1379.
- DITTMAR (H.), 1959. - Reicht des bisherige Saprobien-system für die Gütebeurteilung eines Gewässers aus. Forschung u. Beratung u (8), 263-265.
- DUSSART (B.), 1966. - Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthier Villars, pp. 677.
- EDMONDSON (W. T.), 1957. - Trophic relations of the Zooplankton. Traces. Amer. Micr. Society, 4 X XVI (3), 225-245.
- ERMAN (L. A.), 1962. - On the quantitative aspects of feeding and selection of food in the planktonic rotifer Brachionus calyciflorus Pallas (en Russe). Zool. Zh., 41, 34-47.
- FERNANDEZ-GALIANO (D.), 1966. - Une nouvelle méthode pour la mise en évidence de l'infanciliature des Ciliés. Protistologica II, fasc. 1, 35-39.
- FJERDINGSTAD (E.), 1950. - The microflora of the River Mølleaa., with special references to the relation of the benthal algae to pollution. Folia Limnologica Scand., 5, 1-123.

- FJERDINGSTAD (E.), 1960. - (Danois). Résumé anglais : Water pollution estimated by biological measures.  
Nordisk. Hvg. Tidsskr., 41, 149-196.
- FJERDINGSTAD (E.), 1962. - Some remarks on a new saprobic system.  
World Health organisation, 232-235.
- FJERDINGSTAD (E.), 1964. - Pollution of streams estimated by benthal phytomicroorganisms. I. - A system based on communities of organisms and ecological factors.  
Int. Revue ges. Hydrobiol., 49, 63-131.
- FJERDINGSTAD (E.), 1965. - Taxonomy and Saprobic Valency of benthic Phytomicroorganisms.  
Int. Revue ges. Hydrobiol., 50 (4), 475-604.
- FJERDINGSTAD (E.) et HVID-HANSEN (N.), 1951. - (en Danois). Expériences de laboratoire avec des eaux usées.  
Nord. hvg., T. 32, 159-180.
- FOGG (G. E.), 1962. - Extracellular products.  
In (Physiology and biochemistry of Algae). LEVIN R. A. Academic Press. N. Y., 475-489.
- FOGG (G. E.) and WESTLAKE (D. F.), 1955. - The importance of extracellular products of algae in freshwater.  
Verh. Inter. ver. Limnol., 219-232.
- FRITSCH (R. H.), 1953. - Die Lebensdauer von Daphnia spec. bei verscheidner Ernährung. besonders bei Zugabe von Pantothenensäure.  
Zeits. Für Wiss. Zool., 157, 35-56.
- GABRIEL (J.), 1946. - (En tchèque). Résumé anglais. Principles of biological classification of waters.  
Časopis lék Čes, 35, 1425-1431.
- GAJENSKAYA (N. S.), 1958. - Le rôle des groupes principaux de la flore aquatique dans les cycles trophiques des différents bassins d'eau douce.  
Verh. internat. Ver. Limnol., XIII, 350-362.

GELLIS (S. S.) and CLARKE (G. L.), 1935. - Organic matter in dissolved and in colloidal form as food for Daphnia magna.  
Physiol. Zool., 8, 127-137.

GERADIN ( ), 1873. - Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières.

Archives des missions scientifiques et littéraires. Choix des rapports et instructions publiées sous les auspices du Ministère de l'instruction publique, de la culture et des beaux arts, 3.

GLIWICZ (Z. M.), 1968. - The share of Algae, Bacteria and Trypton in the Food of the pelagic Zooplankton of Lakes with various trophic characteristics.  
Bull. Acad. Polonaise Sciences, II - XVII (3), 159-165.

GREEN (J.), 1967. - The distribution and variation of Daphnia lumholtzi (crustacea : Cladocera) in relation to fish predation in lake Albert, East Africa.

J. Zool. Lond. (151), 181-197.

GRYGIEREK (E.), 1965. - The effect of fish in crustacean plankton (the IIInd stage of research).

Roc. Nauk. Roln., 86, B. 2, 147-168.

GRYGIEREK (E.), 1965. - Changes in the distribution of Crustacea as an expression of the effect of young carpes on plankton.

Roc. Nauk. Roln., 86 - B - 2, 183-194.

GUILLARD (A.), 1950. - Contribution à l'étude des microorganismes de la Lys et de l'Escaut à Gand.

Biologisch. Jaarboek, I-XXV, 17, 111-161.

HARVEY (H. W.), COOPER (L. M. N.), LEBOUR (M. V.) and RUSSEL (F. S.), 1935. - Plankton production and its control.

Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., n. s., 20, 407-442.

HOESTLAND (H.), 1964. - Carte piscicole du département du Nord. (avec une hydrologie piscicole du département).

Ed : Conseil Supérieur de la Pêche, 1-36.

HOESTLAND (H.), 1969. - Examen hydrobiologique d'eaux douces de la Flandre maritime française.

Bull. Piscicul., 232, 74-82.

HORASHAWA (I.), 1956. - A preliminary report on the biological index of water pollution.

Zool. Mag (Tokyo), 51, 1.

HRBÁČEK (J.), 1958. - Density of the fish population as a factor influencing the distribution and speciation of the species in the genus Daphnia.

XVth Int. Congress of Zoology, Sect X, 27, 794-795.

HRBÁČEK (J.), 1962. - Species composition and the amount of Zooplankton in relation to the fish Stock.

Rozpravy ČSAV, řada M P V, 72, 10, 1-116.

HRBÁČEK (J.), 1969. - On the possibility of estimating predation pressure and nutrition level of population of Daphnia (Crust. Clad.) from their remain in sediments.

Mitt. Internat. Verein. Limnol., 17, 269-274.

HRBÁČEK (J.), DVOŘÁKOVÁ (M.), KORIŇEK (V.) and PROCHÁZOVÁ (V.), 1961. - Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association.

Verh. Internat. Ver. Limnol., 14, 192-195.

HRBÁČEK (J.) and HRBÁČKOVÁ-ESSLOVÁ (M.), 1960. - Fish stock as a protective agent in the occurrence of slow developing dwarf species and strains of the genus Daphnia.

Int. Revue ges. Hydrobiol., 45 (3), 355-358.

HRBÁČEK (J.) and HRBÁČKOVÁ-ESSLOVÁ (M.), 1966. - The taxonomy of the genus Daphnia and the problem of "Biological indication".

Verh. Int. Ver. Limnol., 16 (3), 1661-1667.

HRBÁČEK (J.) and NOVOTNÁ-DVOŘÁKOVÁ (M.), 1965. - Plankton of four backwaters related to their size and fish stock.

Rozpravy ČSAV - řada Mat. a přír věd., 75, 13, 1-63.

HUTCHINSON (E. G.), 1967. - A treatise on Limnology.

Introduction to lake biology and the limnoplankton, vol. II, 1115.

HYNES (H. B. N.), 1960. - The biology of Polluted waters Liverpool.

Liverpool. Univ. Press.

ITO (T.), 1955. - Studies on the "Misukawari" in eel-culture ponds. I - The feed activity of Br. plicatilis on phyto-nannoplankton. II - The change in pH and O<sub>2</sub> in the Mizukawari by Br. plicatilis.

Rep. Fac. Fish. Univ. Mie., 2, 162-177.

JACOBS (J.), 1965. - Significance of morphology and physiology of Daphnia for its survival in predator-prey experiments.

Naturwissenschaften, 52 (6), 141.

JOLY (R.), 1960. - Répartition de "Daphnia pulex" de Geer dans les régions alpines jurassiques françaises et sa présence dans la zone pélagique profonde du Lac d'Aiguebelette (Savoie).

Ann. Ecole Nat. Eaux et Forêts Stat. Rech. Exp., XVII, I, 156-165.

KING (P. L.) and BALL (R. C.), 1964. - A quantitative biological measure of stream pollution.

J. Pollut. Control. Fed. 36, 650-653.

KLAPPER (H.), 1961. - Biologisches Gütebild der Elbe zwischen Schmilkn und Bolzenburg.

Int. Rev. Hydrobiol., 46 (1), 51-64.

KLAPPER (H.), 1963. - Das System der Saprobien und die Wertung des Saprobier Wiss. Z. Univ. Leipzig., 12 (1), 261-267.

KLAPPER (H.), 1963. - Zur einigen Problemen der biologischen Wasseranalyse nach Untersuchungen im Einzugsgebiet Mittlere Elbe-Sude-Elbe.

Int. Rev. Hydrobiol., 48 (1), 9-34.

KNÖPP (H.), 1954-1955. - Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer Vorfluter-Untersuchungen, erläutert an einem Gutelangschnitt des Maines.

Die Wasserwirtschaft, 45, 1.

KNÖPP (H.), 1955. - Eine neue Methode zur biologischen Untersuchungen von verschmutzten Flüssen, dargestellt an einem Abschnitt des Maines.  
Wasserwirtschafts-Technik, 45.

KOLKWITZ (R.), 1935. - Pflanzenphysiologie.  
Verlag Fischer, Jena, 3 Auflage.

KOLKWITZ (R.), 1950. - "Ökologie der Saprobien."  
Schr. Reihe Ver. Wasserhy. Berlin-Dahlem. Nr 4, 1-64 Stuttgart.

KOLKWITZ (R.) und MARSSON (M.), 1902. - Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna.  
Mitt. K. Prüfungsanst. Wasservers. Abwasserbearb., 1, 33-72.

KOLKWITZ (R.) and MARSSON (M.), 1908. - Ökologie der pflanzlichen Saprobien.  
Berichte Deutsch. Bot. Gess., 26a, 505-519.

KOLKWITZ (R.) und MARSSON (M.), 1909. - Ökologie der tierischen Saprobien.  
Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. 2, 126-152.

KOTHE (P.), 1962. - Der "Artenfehlbetrag", ein einfaches Gütekriterium und seine Anwendung bei biologischen Vorfluteruntersuchungen.  
Deutsche gewässerkanal. Mitt., 6, 60-65.

LEFEVRE (M.), 1942. - L'utilisation des Algues d'eau douce par ces Cladocères.  
Bull. Biol. de la France et Belgique., 76, 250-270.

LEFEVRE (M.), 1944. - Algues d'eau douce et Zooplancton.  
Bull. Franc. Pisc., 132, 1-7.

LEFEVRE (M.), JAKOB (H.) et NISBET (M.), 1952. - Auto et hétéroantagonisme chez les algues d'eau douce.  
Annales St. Cent. Hydrobiol. appl., 4, 5-197.

LIEBMANN (H.), 1951. - Handbuch der Frischwasser und Abwasser biologie.  
Bd. I Oldenburg Vlg. München, 539.

LIEBMANN (H.), 1965. - Über Grundlagen der Abwasser physiologie.  
Wasserwirtschaft Teil (3), 55, 9-304.

MARSHALL (S. M.) and ORR (A. P.), 1955. - On the biology of Calanus finmarchicus. VIII. - Food uptake, assimilation and excretion in adult and stage V calanus.

Jour. Mar. biol. Assoc. U. K. n. s., 34, 495-529.

NAUWERCK (A.), 1959. - Zur Bestimmung der Filtrierrate limnischer Plankton Tiere.

Arch. Hydrobiol. suppl. 25, 83-101.

NAUWERCK (A.), 1963. - Die Beziehungen der Filtrierrate Limnischer Plankton Tiere.

Arch. Hydrobiol. suppl. 25 (1), 83-101.

Von NORBERT WILBERT ( ), 1969. - Ökologische Untersuchungen der Aufwuchs und plankton Ciliaten eines eutrophen Weihers.

Arch. Hydrobiol. XXXV. 4, 411-518.

NOVOTNÁ (M.) and KORIŇEK (V.), 1966. - Effects of the fish stock on the quantity and species composition of the Zooplankton of two backwaters.

Hydrobiol. Studies, 1, 297-322.

ODUM (H. T.), 1956. - Primary production in flowing waters.

Limnol. and Oceanogr., 1 (2), 102-117.

ODUM (E. P.), 1959. - Fundamentals of Ecology.

W. B. Saunders. Co. p. 546, Philadelphia-London.

PACAUD (A.), 1939. - Contribution à l'écologie des Cladocères.

Bull. Biol. France et Belgique, suppl. (25), 1-260.

PANTLE (R.) und BUCK (H.), 1955. - Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse.

Gas-und Wasserfach., 96, 604.

PATRICK (R.), 1949. - A proposed biological measure of stream conditions, based in a survey of the Conestoga basin, Lancaster Conty, Pennsylvania.

Proc. Acad. Nat. Sci. Philad., 101, 277-341.

PATRICK (R.), 1953. - Aquatic organisms as an aid in solving waste disposal problems.

Sew. Ind. Wastes, 25 (2), 210-217.

PEIJER (B.), 1965. - Regional-ecological studies of Swedish Fresh-waters zooplankton.

Zool. Bidr. Upps. 36, 4, 407-515.

PENNAK (R. W.), 1946. - The Dynamics of Freshwater Plankton Populations.

Ecol. Monogr., 10, 339-356.

PENNAK (R. W.), 1949. - Annual Limnological Cycles in some Colorado Reservoir Lakes.

Ecol. Monogr., 19, 233-267.

PERSOONE (G.), 1965. - Contribution à l'étude des bactéries marines du littoral belge. II - Comparaison de plusieurs méthodes pour détacher et obtenir en suspension les bactéries contaminant des surfaces.

Bull. Inst. R. Sci. nat. Belg., 41 (12), 1-12.

PILLAI (S. C.) et SUBRAHMANYAN (V.), 1942. - The role of Protozoa in the activated sludge process.

Nature London (150), 525.

PILLAI (S. C.) et SUBRAHMANYAN (V.), 1944. - The role of Protozoa in aerobic purification of sewage.

Nature Lond. 154, 179.

POURRIOT (R.), 1957. - Sur la nutrition des Rotifères à partir des Algues d'eau douce.

Hydrobiol., 9 (1), 50-59.

POURRIOT (R.), 1958. - Sur l'élevage des Rotifères au laboratoire.

Hydrobiol., 11 (3/4), 189-197.

POURRIOT (R.), 1963. - Utilisation des Algues brunes unicellulaires pour l'élevage des Rotifères.

C. R. Acad. Sci. Paris, 256, 1603-1605.

POURRIOT (R.), 1965. - Recherches sur l'écologie des Rotifères.

Vie Milieu, Suppl. 21, 224.

POURRIOT (R.), 1966. - Métabolites externes et interactions biochimiques chez les organismes aquatiques.

Ann. Biol., T. V, fasc. 7, 337-374.

POURRIOT (R.), TASSIGNY (M.) et JUNQUA (S.), 1969. - Etude des variations saisonnières de trois biotopes aquatiques et de leurs biocénoses planctoniques. Rech. Hydrobiol. contin. (1), 61-95.

REMANE (A.), 1929-1933. - Rotatorian.

Bronn's Klass - u - Ordn - des Tierreichs - B. IV abt. II Bush. I. Lief, 1-4.

ROYAL COMMISSION ON SEWAGE DISPOSAL, 1912.

8th Report., Vol. I. Report. Cmd. 6464. H. M. S. O. London.

ROYAL COMMISSION ON SEWAGE DISPOSAL, 1913.

8th Report Vol. II, appendix Pt II, sect. 6, p. 132-140. Cmd 6943. H. M. S. O. London.

RÜHLE ( ), 1964. - Untersuchungen über die Selbstreinigung von städtischen und industriellem Abwasser unter besonderer Beachtung der Nährstoffumsetzungen.

Wiss. Zft. Univ. Leipzig. Math. nat. Wiss. R. (13), 69-87.

RYTHER (J. H.), 1954. - Inhibitory effects of phytoplankton upon the feeding of D. magna with references to growth, reproduction and survival.

Ecol. (35), 522-533.

SCHEITHAUER (E.) und BICK (H.), 1964. - Ökologische Untersuchungen an Daphnia magna und Daphnia pulex im freiland und im Laboratorium.

Papers from Institute of Chem. Tech. Prague. Technol. of Water 8 (1), 439-481.

SCHODDUYN (R.), 1909. - Contribution à l'étude biologique de la Colme.

Congr. Assoc. Franc. Avanc. Sciences, Lille, 4.

SCHODDUYN (R.), 1923. - Matériaux pour servir à l'étude biologique des cours d'eau de la Flandre française. Haute Colme, Canal de Bergues, Rommelaere.

Ann. Biol. Lac. 12, 121-215.

SCHODDUYN (R.), 1925. - Matériaux pour servir à l'étude biologique des Cours d'eau de la Flandre française : Wateringues, Fossés, Watergangs, Brachts.

Ann. Biol. Lac., 14, 281-350.

SCHRAEDER (T.), 1959. - Die Aufgaben der Biologie in der Wassergutewirtschaft.

Monatshefte dtsh. Akad. Wiss. 1 (3), 188-194.

SHRÁMEK-HUŠEK (R.), 1956. - Zur biologischen Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen.

Arch. Hydrobiol. 51, 376-390.

SLÁDEČEK (V.), 1959. -(En tchèque). Résumé anglais : Contribution to the saprobiology of beet-sugar wastes and of the rivulet Opava.

Přir. Čas. slezský, 20 (3), 288-300.

SLÁDEČEK (V.), 1961. - Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen.

Arch. Hydrobiol., 58 (1), 103-121.

SLÁDEČEK (V.), 1962. - (Entchèque). Résumé anglais : Waste water classification from the biological point of view.

Vodni hospodáství, 12 (5), 197-199.

SLÁDEČEK (V.), 1963. - Quantitative characteristics of Protozoan communities in waste waters.

Progress in Protozoology, Publ. House Czechoslovak. Acad. Sci. Prague, 338-340.

SLÁDEČEK (V.), 1964. - Abiotische Stufen in Gewässern und Abwässern.

Int. Rev. Hydrobiol. (19), 491-493.

SLÁDEČEK (V.), 1965. - The future of the Saprobity System.

Hydrobiologia, 25, 518-537.

SLÁDEČEK (V.), 1969. - The indicator value of some free moving Ciliates.

Arch. Protistenk. Bd III, 276-278.

SLÁDEČEK (V.), 1969. - The measures of saprobity.

Verh. internat. Verein. Limnol. (17), 546-559.

SLÁDEČKOVÁ (A.), 1960. - Application of the glass slide method to the periphyton study in the slapy reservoir.

Sci. Pap. Int. Chem. Techn. Prague Fac. Techn. Fuel Water. 4 (2), 403-434.

SLÁDEČKOVÁ (A.), 1962. - Limnological study of the reservoir Sedlice near Zeliv. XX - Periphyton Stratification during the second year-long-period. (August 1958 - June 1959).

Sci. Rep. Inst. Chem. Techn. Prague techn. water, 6 (1), 221-291.

- SLÁDEČKOVÁ (A.) et SLÁDEČEK (V.), 1963. - Periphyton as indicator of the reservoir water quality. I - True - Periphyton.  
Sci. Pap. Inst. Chem. Techn., Prague, Fac. Techn. Fuel Water., 7 (1), 507-557.
- SLÁDEČKOVÁ (A.) et SLÁDEČEK (V.), 1966. - The indicator value of some sessile Protozoan.  
Arch. Protistenk., 109, 223-225.
- SUGDEN (B.) et LLOYD (L. L.), 1950. - The clearing of turbid water by mean of ciliate Carchesium. A demonstration.  
J. Proc. Inst. Sew. Purif., 16-26.
- THIENEMANN (A.), 1912. - Aristoteles und die Abwasserbiologie.  
Festschrift d. Med. Naturwiss., Gesellsch. Münster., 1.
- THIENEMANN (A.), 1939. - Gründung einer allgemeinen Ökologie.  
Archiv Hydrobiologie, 35, 267-285.
- THOMAS (E. A.), 1944. - Versuche über die Selbstreinigung fließenden Wassers.  
Mitt. Lebensmittelunters - u - Hygiene., 35, 199-218.
- TRENT RIVER BOARD ACT : (AUTHORITY), 1964. - Rep : WOODWISSEFS. The biological system of stream classification used by the Trent River board.  
Chemistry and Industry, 433-447.
- TUFFERY (G.) et VERNEAUX (J.), 1967. - Méthodes de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Exploitation codifiée des inventaires de la faune du fond.  
Trav. sect. Tech. P. et P. C. E. R. A. F. E. R., Paris, 23.
- TUFFRAU (M.), 1967. - Perfectionnement et pratique de la technique d'imprégnation au protargol des Infusoires Ciliés.  
Protistologica III, I, 91-98.
- Von TÜMPLING (W.), 1965. - Die biologische und chemische Gewässer analyse ein Vergleich.  
Fortschritte .d. Wasserchemie, 2, 232.

Von TUMPLING (W.), 1967. - Zusammenhänge zwischen Stoffhaushalt und Saprobie-zustand bei Fließgewässern.

Fortschritte der Wasserchemie., (7), 18-31.

Von TUMPLING (W.), 1967. - Über den Einfluss der Sauerstoffgehaltes auf den Saprobiologischen Gewässerzustand.

Fortschritte der Wasserchemie., (7), 9-17.

VENTZ (D.), 1964. - Beitrag zur Saprobiologie einiger Organismen.

Int. Rev. ges. Hydrobiol., 49 (1), 133-138.

VENTZ (D.), 1965. - Mitteilung zur saprobiellen Valenz von Organismen des Saprobien-systems.

Dans KÄEDING J. et SCHULZ G. - Fortschritte der Wasserchemie, Akademie Verlag., 238-242.

VENTZ (D.), 1967. - Vergleichende Betrachtungen zwischen chemischen und biologischen Gewässeranalysen.

Fortschritte der Wasser-chemie Akademc verlag, Heft 5, 27-36.

VIEHL (K.), 1957. - Die Vorgänge bei der biologischen Abwasser-reinigung und der Faulung von Schlamm und Abwasser.

Städtehygiene (9), 1-7.

WETZEL (A.), 1928. - Der Faulschlamm und seine Ziliaten Leit formen.

Z. Morph. Ökol. Tiere. (13), 179-328.

WILHELMI (J.), 1915. - Kompendium der Biologischen Beurteilung des Wassers.  
G. Fischer. Vlg., Jena, 66.

WILHM (J. L.), 1970. - Range of diversity index in Benthic macroinvertebrate populations.

J. Water Poll.control, Part 2, R. 221 - R. 224.

WYSOCKA (H.), 1961. - Periphyton des lamelles de verre comme l'indicateur de la pollution d'eau.

Verh. Internat. Verein Limnol. XIV, 1063-1070.

ZELINKA (M.), 1960. - Contribution à une classification plus précise des eaux non polluées. (en tchèque) ( résumé anglais).

Scientif. Papers from Inst. of Chem. technol. Prague 4 (1), 419-427.

ZELINKA (M.) and MARVAN (P.), 1957. -(En tchèque). Résumé anglais :  
Important remarks on the statistical evaluation of the water analysis results  
from Moravian streams.

Voda , 36 (6), 152-155.

ZELINKA (M.) and MARVAN (P.), 1961. - Zur Präzisierung der biologischen  
Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer.

Arch. Hydrobiol., 57, 389-467.

ZELINKA (M.), MARVAN (P.) and KUBIČEK (F.), 1959. -(En tchèque). L'évaluation  
de la pureté des eaux superficielles.

Slczský ústav, Opava, 155.