



HAL
open science

Recherches sur l'écologie des Rotifères

R Pourriot

► **To cite this version:**

| R Pourriot. Recherches sur l'écologie des Rotifères. 224p, 1965. hal-03330721

HAL Id: hal-03330721

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03330721>

Submitted on 1 Sep 2021

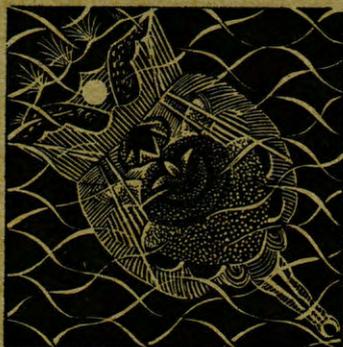
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ROGER POURRIOT

RECHERCHES
SUR
L'ÉCOLOGIE DES ROTIFÈRES

Supplément n° 21 à « Vie et Milieu »



LABORATOIRE ARAGO
BANYULS-SUR-MER
1965

MASSON & C^{IB}
PARIS

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

SUPPLÉMENTS A VIE ET MILIEU

Des fascicules spéciaux sont consacrés à diverses questions considérées sous l'angle écologique, questions pour lesquelles ils représenteront un essai de synthèse. Ces *Suppléments*, publiés sans périodicité fixe, sont acquis isolément et en dehors de *Vie et Milieu*.

- N° 1. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux, 1-360, 65 figures, 1951.
- N° 2. — Océanographie méditerranéenne. Journées d'études du Laboratoire Arago, 1-298, 1952.
- N° 3. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». I. Algérie 1952, 1-209, 1 carte hors-texte, 1954, épuisé.
- N° 4. — J. THÉODORIDÈS. — Contribution à l'étude des parasites et phorétiques de Coléoptères terrestres, 1-310, 57 figures, 1955.
- N° 5. — P. AX. — Les Turbellariés des étangs côtiers du littoral méditerranéen de la France méridionale, 1-215, 53 figures, 1956.
- N° 6. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». II. Algérie 1952 et Baléares 1953, 1954, 1-238, 1 carte hors-texte, 1957.
- N° 7. — H. COIFFAIT. — Les Coléoptères du sol, 1-204, 103 figures, 1958.
- N° 8. — E. ANGELIER et coll. — Hydrobiologie de la Corse, 1-277, 1959.
- N° 9. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Biologie des eaux souterraines et continentales, 1-740, 254 figures, 1 carte hors-texte, 1960.
- N° 10. — J.-P. CHANGEUX. — Contribution à l'étude des animaux associés aux Holothurides, 1-124, 30 figures, 1961.
- N° 11. — J. PARIS. — Greffes et sérologie chez les Éponges siliceuses, 1-82, 20 figs, 1961.
- N° 12. — P. ILLG et P. DUDLEY. — Notodelphyid Copepods from Banyuls-sur-Mer, 1-126, 41 figs, 1961.
- N° 13. — K. MANGOLD-WIRZ. — Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane, 1-285, 6 figs, 4 pl. et 2 cartes hors-texte, 1963.
- N° 14. — J. TRAVÉ. — Ecologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricoles, 1-267, 58 figs, 1963.
- N° 15. — J. RENAUD-DEBYSER. — Recherches écologiques sur la faune interstitielle des sables. Bassin d'Arcachon, île de Bimini, Bahamas, 1-157, 72 figs, 6 pl. hors-texte, 1963.
- N° 16. — R. FÉNAUX. — Ecologie et biologie des Appendiculaires méditerranéens, 1-144, 58 fig., 1963.
- N° 17. — Volume jubilaire dédié à Georges Petit, I-LVIII, 1-516, 167 figures 23 planches, 1964.
- N° 18. — Cl. PUISSÉGUR. — Recherches sur la génétique des Carabes (*Chrysocarabus* et *Chaetocarabus*), I-X, 1-289, 71 figures, 8 planches hors-texte, 1964.

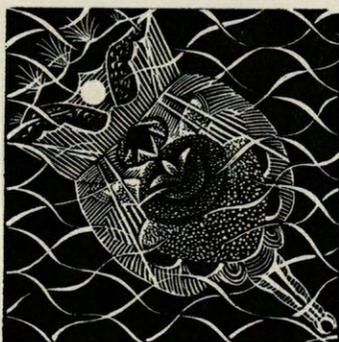
Les suppléments à *Vie et Milieu* sont en vente à la librairie MASSON et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI^e.

RECHERCHES SUR L'ÉCOLOGIE
DES ROTIFÈRES

ROGER POURRIOT

RECHERCHES
SUR
L'ÉCOLOGIE DES ROTIFÈRES

Supplément n° 21 à « Vie et Milieu »



LABORATOIRE ARAGO
BANYULS-SUR-MER
1965

MASSON & C^{IE}
PARIS

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER : Techniques appliquées aux Rotifères ..	11
I. Techniques générales	11
II. Réalisation d'élevages	12
1) Milieux de culture d'Algues nutritives	13
2) Milieux d'élevage	14
3) Techniques d'isolement des souches	15
4) Réalisation d'élevages monoxéniques	16
III. Méthodes d'expérimentation	17
CHAPITRE II : Généralités sur les milieux d'eau douce	21
I. Choix des collections d'eau étudiées	21
II. Choix des méthodes d'étude	22
1) Plancton	22
2) Faune et flore littorale	23
3) Méthodes d'analyse chimique	25
CHAPITRE III : Etude topographique, physico-chimique et biologique des collections d'eau	27
I. Etude des différentes collections d'eau explorées	28
II. Etude des variations saisonnières de quelques facteurs	51
CHAPITRE IV : Etude de l'influence de quelques facteurs du milieu sur la répartition écologique des Rotifères	75
I. Influence de la température	75
A) Observation dans les collections naturelles	75
B) Observations expérimentales	82
II. Influence de la concentration en ions H ⁺	85
A) Observations dans les stations naturelles	85
B) Etude expérimentale	90

III. Influence de la teneur en alcalinoterreux.....	94
A) Observations dans les stations naturelles.....	94
B) Observations expérimentales.....	97
IV. Influence de la concentration totale en sels dis- sous	100
A) Au laboratoire	100
B) Dans la nature	101
V. Influence de la teneur en oxygène dissous	103
A) Observations dans les stations naturelles.....	103
B) Discussion des résultats	106
VI. Influence des substances organiques dissoutes	107
A) Résultats expérimentaux	107
B) Discussion de ces résultats	109
a) Influence de la concentration en Al- gues et de l'âge de la culture	109
b) Influence des extraits organiques.....	111
C) Substances organiques dissoutes dans les eaux naturelles	115
D) Conclusion	118
CHAPITRE V : Les régimes alimentaires	121
I. Etude du spectre et de l'éthologie alimentaire de différentes espèces	124
II. Rôle trophique des différents constituants du seston.....	166
A) Rôle trophique des Algues.....	166
B) Rôle trophique des détritits fins (tripton).....	170
C) Rôle trophique des Bactéries	175
III. Conclusion.....	178
CHAPITRE VI : Etude de la répartition écologique des Rotifè- res	183
I. Répartition des espèces en fonction du volume des collections d'eau étudiées	183
II. Répartition de la faune rotiférienne selon les différentes zones d'une collection d'eau douce stagnante.....	188
III. Répartition des Rotifères en fonction du biotope défini par l'ensemble de ses caractères phy- sico-chimiques et des associations algales.....	189
CONCLUSION	199
Liste des espèces algales citées	205
Index des espèces rotifériennes	209
Index bibliographique	211

AVANT-PROPOS

Le présent travail a été réalisé au Centre de Recherches Hydrobiologiques du C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette.

Monsieur M. LEFÈVRE, Directeur du C.R.H. a bien voulu m'accueillir et diriger mes travaux. Monsieur le Professeur DE BEAUCHAMP, Membre correspondant de l'Institut a accepté de parrainer mes recherches. Je dois à ces deux maîtres mon initiation et l'essentiel de ma formation dans cette science complexe qu'est l'Hydrobiologie. Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de ma profonde et durable gratitude pour les conseils et encouragements qu'ils n'ont cessé de me prodiguer.

Je dois une reconnaissance particulière à Monsieur le Professeur FAURÉ-FRÉMIET pour l'intérêt qu'il a toujours témoigné à mon travail.

Qu'il me soit permis également de remercier Monsieur le Professeur PRENANT qui a bien voulu me faire l'honneur de présider ce jury et Messieurs les Professeurs LAMOTTE et POSSOMPÈS qui ont accepté d'y prendre part.

Je ne saurais oublier de citer ici l'aide précieuse que m'ont apportée

Monsieur le Professeur PETIT en acceptant de publier cette thèse dans la revue Vie et Milieu;

Monsieur B. DUSSART, sous-directeur du C.R.H., à qui je dois d'utiles indications qui ont facilité ma tâche;

Tous mes collègues et tous les membres du laboratoire auprès desquels j'ai toujours trouvé compréhension et sympathie.

INTRODUCTION

Les Rotifères constituent avec deux groupes de Crustacés, Cladocères et Copépodes, l'essentiel de la faune planctonique des eaux douces stagnantes. Limitée à une vingtaine d'espèces dans le plancton des grands lacs, la faune rotiférienne trouve son plein épanouissement dans l'héléoplancton (plancton d'étang) et ceci d'autant plus qu'aux espèces planctoniques strictes viennent se mêler, surtout dans les collections d'eau de faible profondeur et de modeste étendue, les espèces tychoplanctoniques (accidentellement présentes dans le plancton), transfuges de la faune littorale.

Dans les grands lacs l'étude du plancton a pris une place prépondérante, étant donnée l'importance de la masse d'eau libre. Dans les étangs de nos régions, il nous a semblé utile de ne pas nous limiter aux seules espèces planctoniques et de ne pas négliger les espèces littorales : nombre d'auteurs ont en effet mis l'accent sur l'intérêt en pisciculture des rivages envahis par la végétation aquatique (LEFÈVRE, 1941; HUBAULT, 1947; GAJEVSKAJA, 1958, etc.). Non seulement ces rivages servent de frayères naturelles mais de plus leurs eaux plus chaudes et bien oxygénées sont le siège d'un dense peuplement végétal constituant, avec la faunule qui l'accompagne, une source de nourriture non négligeable pour les jeunes alevins.

Moins stables que les grands lacs, à cause de leur faible masse d'eau, plus rapides dans leur évolution, les collections d'eaux du centre de la France présentent de ce fait une grande complexité : les biocénoses naissent et se détruisent rapidement, s'entremêlent certainement. Ceci est peut-être une des raisons du moindre attrait que les collections d'eau de volume relativement restreint ont exercé sur les chercheurs : comparativement au domaine lacustre, les études les concernant sont peu nombreuses.

Les collections d'eau de l'Ile-de-France et de Sologne, souvent utilisées en pisciculture, sont généralement riches en Rotifères : ces derniers sont même dans quelques étangs l'élément dominant du zooplancton annuel.

Leur rôle dans l'alimentation des poissons n'est pas encore bien défini; en particulier, leur utilisation par les alevins de carpe est controversée (HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1962 et 1963). Etant donnée leur abondance dans des étangs de pisciculture de bon rendement piscicole — abondance vérifiée aussi bien dans la région parisienne qu'en Sologne — il semble difficile de penser qu'ils ne puissent servir de nourriture au moins aux alevins.

De toute manière, leur importance dans la chaîne alimentaire d'une communauté aquatique ne peut être mise en doute : les Rotifères se nourrissent aux dépens des éléments microscopiques du seston (microseston et nannoseston) et servent à leur tour de nourriture aux petits Crustacés, Cladocères carnivores et surtout Copépodes. Nous avons eu fréquemment l'occasion d'observer sous le stéréomicroscope des Cyclopidés réduisant en bouillie des Rotifères non loriqués tels que les *Polyarthra*.

Dans le but de contribuer à une meilleure connaissance de l'Ecologie et de l'Ethologie des Rotifères, nous avons entrepris le présent travail.

Afin de définir le mieux possible l'habitat et les conditions de vie des espèces de Rotifères les plus communes de nos régions, l'orientation de nos recherches a porté essentiellement sur deux points : influence des principaux facteurs physicochimiques, étude des relations entre êtres aquatiques et particulièrement des relations trophiques. Au cours de ces recherches nous avons associé deux méthodes : les observations dans les stations naturelles et les expériences au laboratoire.

L'étude des répartitions systématiques des composants planctoniques et benthiques est insuffisante pour expliquer et comprendre l'évolution naturelle de chaque biotope; cette compréhension nécessite l'étude des relations entre êtres vivants et spécialement entre microorganismes au niveau desquels les interactions sont moins bien connues qu'au niveau des macroorganismes.

Etant données la complexité du milieu et l'interdépendance des différents facteurs, l'étude des interactions entre êtres aquatiques doit être abordée par l'expérimentation. Le principal reproche encouru par les expériences de laboratoire est d'être, par la simplification qu'elles imposent, difficilement transposables dans la nature. Mais « il est très important que, par ces voies aussi, se trouve confirmée la généralité de l'interdépendance des êtres vivants, fondement essentiel de la biocénose » (M. PRENANT, 1951).

CHAPITRE PREMIER

TECHNIQUES APPLIQUÉES AUX ROTIFÈRES

I. TECHNIQUES GÉNÉRALES

En dehors de l'examen de récoltes conservées vivantes et des échantillons fixés au formol à 10 p. 100, il est parfois intéressant de conserver des espèces à tégument mou : le formol est bien entendu contre-indiqué dans ce cas.

La seule technique fournissant des résultats appréciables est celle préconisée par DE BEAUCHAMP (1909 et 1912) : anesthésie par un mélange de chlorhydrate de novocaïne (1 g), alcool méthylique (10 ml), eau (10 ml) afin d'obtenir l'extension des animaux. Fixation au bout de 15 à 30 minutes, lorsqu'est survenu un ralentissement quasi total des mouvements des Rotifères, par une solution d'acide osmique à 1 % (20 ml), bichromate de potassium à 5 % (25 ml), chlorure mercurique (= sublimé) à saturation (5 ml), acide acétique (0,2 ml). Fixer deux à trois minutes puis laver soigneusement à l'eau.

Dans quelques cas, il est possible d'obtenir une extension acceptable des Rotifères par l'utilisation de sublimé à chaud.

Les animaux ainsi fixés sont conservés dans une solution d'eau glycerinée (à 10 p. 100) et formolée (à 5 p. 100). Ils peuvent être montés dans ce milieu directement ou après concentration par simple évaporation. Le montage est affectué entre lame et lamelle, celle-ci étant posée sur de petites cales ou sur quelques « points » de vaseline pour éviter l'écrasement des Rotifères. La préparation est lutée au caedax.

Le rouge neutre très dilué permet de mettre en évidence, sur le vivant, l'appareil rétro-cérébral.

Une solution fraîche d'hypochlorite de potassium à 28° Bé suffit généralement à dégager le mastax des chairs qui l'entourent.

II. RÉALISATIONS D'ÉLEVAGES

Nous préférons adopter, au lieu du terme généralement répandu de « culture », celui d'élevage, afin d'éliminer toute confusion possible, la dénomination de « culture » étant appliquée aux Algues; de plus l'emploi en langue française du mot culture pour les Rotifères nous semble un peu entaché d'erreur.

Le concept de culture s'applique à l'ensemble des opérations propres à obtenir une production de végétaux. Utilisé pour les Flagellés verts ou incolores, il peut être étendu par analogie du mode de reproduction à tous les Protistes, qui se multiplient principalement par voie asexuée; mais il ne nous paraît guère correct quand il s'agit de Métazoaires qui se multiplient par voie sexuée et mériterait d'être abandonné.

La terminologie actuellement en usage en Amérique permet d'ailleurs de préciser sans ambiguïté le type d'élevage (ou de culture) réalisé. Nous ne croyons pas inutile d'en rappeler ici quelques définitions :

- élevage (ou culture) axénique : signifie que dans le milieu ne se multiplie qu'une seule espèce vivante à l'exclusion de tout autre germe y compris les Bactéries;
- élevage (ou culture) monoxénique : signifie qu'il n'existe dans le milieu que deux espèces dont l'une sert de nourriture à l'autre;
- élevage dixénique : trois espèces dans le milieu. Ce serait le cas d'élevage d'une espèce carnivore se nourrissant d'un herbivore lui-même alimenté par une Algue et qui ne contiendrait aucun autre être vivant.

Ces termes sont préférables à ceux de cultures pures, stériles ou mixtes qui n'ont pas toujours, du fait de leur emploi abusif, une signification bien nette.

Tous les élevages réalisés dans les conditions indiquées ci-dessous se sont montrés très prospères. Chez les espèces traînant leurs œufs, les femelles amictiques bien nourries portent facilement 2 ou 3, parfois même 4 œufs. Tous peuvent atteindre au bout d'un temps variable selon les espèces, une grande densité dans les récipients d'élevage, signe de l'instauration de conditions les plus favorables en l'absence, bien entendu, de toute compétition vitale.

Nous nous sommes inspirés pour la constitution des milieux d'élevage, de ceux de culture d'Algues. Pour cette raison, la composition de ces milieux due à M. LEFÈVRE sera fournie en premier lieu.

1) MILIEUX DE CULTURES D'ALGUES

Constituants	Pour Chlorococcales et Volvocales (L + C)	Pour Desmidiales (L - C)	Pour Eugléniens (L - C + P)
KNO ₃	100 mg	100 mg	100 mg
Ca (NO ₃) ₂	100 mg	40 mg	40 mg
K ₂ H PO ₄	40 mg	40 mg	40 mg
Mg SO ₄	30 mg	30 mg	30 mg
Fe ₃ Cl ₆	traces	traces	traces
Peptone	-	-	125 mg
Extraits de terre	7,5 ml	7,5 ml	7,5 ml
Extraits de <i>Sphagnum</i>	7,5 ml	7,5 ml	7,5 ml
H ₂ O bidistillée	1000 ml	1000 ml	1000 ml

Dans quelques cas, les extraits organiques, peu putrescibles, nécessaires aux Algues mixotrophes, peuvent être remplacés par une solution d'oligoéléments à raison de 1 ml de solution pour 1 000 de milieu de culture.

Voici un exemple de solution d'oligoéléments :

Sulfate de manganèse :	10 mg
Sulfate de zinc :	10 mg
Sulfate de cuivre :	10 mg
Chlorure de nickel :	10 mg
Alun de chrome :	10 mg
Chlorure de cobalt :	10 mg
Molybdate d'ammonium :	10 mg
Eau bidistillée :	1 000 ml

Lors des expériences poursuivies sur l'influence des matières organiques dissoutes, la souche de *Chlorella pyrenoidosa* a été cultivée sur milieu entièrement minéral, L + C avec oligoéléments.

Pour des Algues moins faciles à cultiver telles que les *Cryptomonas*, il est parfois nécessaire d'augmenter les doses d'extraits organiques jusqu'à concurrence de 10 p. 100.

Afin d'éliminer les éléments d'inconstance dus à la diversité des milieux de cultures, les Algues utilisées pour les expériences étaient débarrassées de la plus grande partie de leur jus de culture par décantation ou centrifugation.

N.B. — Les cultures d'Algues citées au cours de ce travail proviennent des algothèques : du Centre de Recherches Hydrobiologiques, du laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris (Monsieur BOURRELLY voudra bien trouver ici l'expression de nos remerciements), de Botany School à Cambridge et de quelques cultures isolées par nos soins.

Toutes ces cultures sont unialgales, cloniques mais non strictement axéniques, c'est-à-dire qu'elles contiennent quelques germes bactériens. Mais en raison de la faible putrescibilité des milieux et des substances antibiotiques que sécrètent les Algues, la plupart des cultures florissantes ne sont que fort peu contaminées.

Une seule culture axénique a été utilisée : celle de *Chlorella pyrenoidosa*, dont nous avons réalisé la purification sur milieu de Sabouraud.

2) MILIEUX D'ÉLEVAGE

Les milieux minéraux synthétiques correspondent à la partie minérale des milieux de culture, diluée au 1/3 ou au 1/4, soit :

	Milieu « A »	Milieu « B »
KNO ₃	25 mg	33 mg
Ca(NO ₃) ₂	25 mg	13 mg
K ₂ HPO ₄	10 mg	13 mg
MgSO ₄	7,5 mg	10 mg
Fe ₃ Cl ₆	traces	traces
H ₂ O bidistillée	1 000 ml	1 000 ml
Soude q. s. pour pH 7,6		

Les petites Algues et les Flagellés restent en suspension dans ces deux solutions de composition analogue aux milieux de culture.

L'expérience montre que la composition minérale des milieux peut varier dans une assez large mesure sans qu'il en résulte d'inconvénient pour les Rotifères, à condition de veiller qu'il existe un certain équilibre ionique entre les divers éléments. D'autres auteurs se sont servis avec quelques succès, des liquides de KNOP ou de BENNECKE à des dilutions variables. Toutes les solutions minérales sont équivalentes, pourvu qu'elles soient bien équilibrées ioniquement et qu'elles contiennent les éléments indispensables au bon entretien des Algues nutritives.

Cependant les pourcentages de réussite d'élevages et la fécondité des Rotifères ont toujours paru meilleurs dans des solutions peu concentrées (de 0,100 à 0,200 g pour 1 000).

Un certain nombre d'espèces de Rotifères peuvent être élevées longtemps dans ces milieux minéraux; cependant des espèces plus fragiles ne s'en accommodent pas, ou seulement pendant une période assez courte. Aussi avons-nous été amenés à additionner les solutions A et B, d'extraits peu putrescibles comme dans le cas des cultures d'Algues :

Milieu dénommé A + T = milieu A + 10 p. 100 d'extrait de terre,

Milieu dénommé B + S = milieu B + 5 p. 100 d'extrait de *Sphagnum*.

Ces deux milieux se sont révélés très favorables à la reproduction de bon nombre d'espèces et sont à employer de préférence à tout milieu minéral, les premiers temps de l'isolement. Ces extraits présentent quelques avantages par rapport à l'addition d'eau naturelle, procédé généralement utilisé par les auteurs; la valeur biogénique des eaux de mares et d'étangs est très variable; les extraits sont plus constants dans leur composition comme dans leurs effets car ils peuvent être préparés en grande quantité et stockés après stérilisation.

Il est recommandé de choisir une terre peu argileuse et non engraisée; il peut s'avérer avantageux de la laisser reposer quelques temps avant utilisation. L'extrait de terre est obtenu en faisant bouillir pendant 20 minutes, 200 g de terre dans un litre d'eau bidistillée; la suspension est filtrée; le filtrat est réparti dans des fioles de 150 ml et stérilisé.

L'extrait de *Sphagnum* est constitué de la manière suivante : remplir un ballon de 3 litres de sphaignes fraîches et lavées jusqu'aux 3/4 de son volume; ajouter 1,5 litre d'eau bidistillée; faire bouillir et filtrer.

Tous les milieux, qu'ils soient destinés aux cultures ou aux élevages sont portés à l'ébullition pendant quelques minutes ou, mieux, stérilisés à l'autoclave.

3) TECHNIQUES D'ISOLEMENT DES SOUCHES

La meilleure méthode est celle préconisée en 1958 lors de nos premiers essais d'élevages de Rotifères.

Une femelle amictique ovigère est isolée, soigneusement lavée puis transportée en boîte de Pétri dans du milieu stérile additionné de quelques gouttes de la culture d'Algues appropriée. Les premiers jeunes éclos sont recueillis et lavés rapidement en milieu stérile avant d'être introduits dans un tube de verre Pyrex contenant du milieu stérile enrichi en éléments nutritifs. Si une stérilisation rigoureuse des animaux n'est pas obtenue ainsi, du moins les Bactéries et impuretés du milieu primitif sont-elles pour une bonne part éliminées.

Quand la nourriture est épuisée, les Rotifères peuvent être soit repiqués soit réalimentés aseptiquement.

Afin d'éviter toute contamination par les spores (Bactéries, Champignons, Algues) présentes dans l'atmosphère, il est conseillé de prendre toutes les précautions bactériologiques lors de toute opération et de stériliser les récipients de cultures, d'élevage, les pipettes, micropipettes, etc...

Lorsque cela est possible, le maintien des élevages en chambre réfrigérée (à 10-12°) permet d'obtenir des élevages très propres, la température basse n'étant pas favorable au développement des Bactéries, et modère le rythme de multiplication des Rotifères.

Tous nos élevages sont effectués en récipient de verre Pyrex : les Rotifères planctoniques sont élevés en tubes à essai de large diamètre; les espèces benthiques sont plus facilement suivies en boîte de Pétri.

Toutes nos souches sont issues d'une seule femelle amictique; de telles lignées sont qualifiées de « pures » (reine Linnie) par des auteurs allemands (LUNTZ, BUCHNER) et de cloniques par des auteurs américains (SHULL, WHITNEY, « orthoclones » de LANSING). Transposées par analogie, ces deux expressions ne conviennent pas exactement. Créée par des généticiens, l'expression « lignée pure » signifie lignée obtenue à partir d'un couple homozygote; une lignée pure est le résultat de croisements sélectionnés et n'exprime pas l'idée d'une descendance issue d'un seul élément fondateur; le terme clone qui exprime cette idée, a été créé pour la multiplication par voie végétative, asexuée et n'implique donc pas de phénomène sexuel.

4) RÉALISATION D'ÉLEVAGES MONOXÉNIQUES

Le mode opératoire de STUART et collaborateurs préconisé par PACAUD (1939) pour la « stérilisation » de souches de Cladocères, par passages successifs dans une série de milieux stériles, n'est pas des plus faciles à appliquer aux Rotifères. L'emploi concomittant d'antibiotiques à faibles doses (5 000 à 10 000 Unités K Pénicilline et 1 mg de Streptomycine par ml de liquide) permet de diminuer le nombre de passages. Néanmoins une telle méthode ne nous a pas permis d'obtenir une stérilisation rigoureuse des élevages de Rotifères.

Celle-ci peut être obtenue bien plus facilement de la façon suivante : quelques œufs de durée sont isolés, lavés et plongés quelques minutes (5 à 6 tout au plus) dans une solution d'hypochlorite (ou d'eau de Javel plus simplement) diluée au 1/100 ou au 1/1 000 selon son efficacité (celle-ci variant avec l'âge des solutions). Ce traitement suffit à tuer tous les germes bactériens à la surface de la coque dont l'épaisseur protège l'embryon contre l'action de l'hypochlorite.

Les œufs durables sont ensuite lavés aseptiquement et mis à éclore dans du milieu d'élevage stérile. Lorsque quelques jeunes femelles sont écloses, il ne reste plus qu'à alimenter aseptiquement avec une culture d'Algues axénique.

Ce procédé a été employé avec succès pour deux espèces de *Brachionus* : *B. urceolaris sericus* et *B. rubens* tous deux nourris de *Chlorella pyrenoidosa*. L'élevage axénique de *B. rubens* a été stoppé après trois mois, celui de *B. urceolaris sericus* est toujours florissant après un an. Les contrôles d'asepsie sont régulièrement faits sur milieu de l'Institut Pasteur, milieu peptoné et milieu Saubraud.

La réalisation d'élevages monoxéniques n'a pas été étendue à d'autres espèces car l'expérimentation quantitative devient difficile dans ces conditions.

Dans la mesure du possible, nous avons vérifié les résultats des expériences poursuivies sur les souches non dépourvues de Bactéries par des observations qualitatives sur les souches monoxéniques.

III. MÉTHODES D'EXPÉRIMENTATION

Pour juger de l'influence de divers facteurs ou de la valeur de différents éléments trophiques, la simple appréciation qualitative n'est pas toujours suffisante, aussi avons-nous eu recours à des comptages qui rendent mieux compte de la fertilité des animaux dans les conditions expérimentales.

Nous avons choisi de suivre la descendance d'un petit nombre d'animaux (de dix à vingt femelles amictiques) pendant une période de temps moyenne (soit sept jours). Au-delà de ce nombre et de ce temps, la fécondité des animaux n'est plus progressive car la population s'équilibre en fonction de la quantité de nourriture et du volume à leur disposition. De plus le milieu initial se modifie du fait de l'accumulation des produits du métabolisme. Le nombre initial de douze ou quinze femelles expérimentées nous a paru suffisant pour effacer au moins en partie les variations individuelles et refléter celles de la lignée; dans ces conditions bon nombre d'expériences répétées deux ou trois fois montraient sinon des résultats quantitatifs strictement identiques du moins des variations dans les mêmes sens, ce qui était l'essentiel.

Les chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif et n'ont pas de valeur intrinsèque : ils dépendent étroitement des conditions expérimentales, particulièrement dans le cas des milieux uniquement

minéraux. De tels milieux n'existent pas dans la nature, mais pour l'étude expérimentale d'un facteur il est parfois préférable d'éliminer les éléments d'inconstance que peuvent constituer les extraits organiques.

LANSING (1947) a mis en évidence l'effet de l'âge du parent sur la longévité et sur la fertilité des descendants, effet suggéré par le travail de JENNINGS et LYNCH (1928). La progéniture issue de parents âgés a une durée de vie plus brève et un taux de reproduction plus bas que celle issue de jeunes parents. Les séries de générations successives dérivant de parents d'âge uniforme sont désignées sous le nom d' « orthoclones ».

Notre étude étant essentiellement comparative, nous nous sommes contentés des valeurs moyennes obtenues sans sélection d' « orthoclones » préalablement à toute expérimentation. Il est évident que pour des travaux précis de physiologie sur un nombre restreint d'espèces de Rotifères, il serait souhaitable de tenir compte de cet effet de l'âge du parent.

Néanmoins, afin d'aplanir les inégalités, nous avons toujours pris soin de choisir les femelles destinées aux expériences dans un lot initial le plus uniforme possible : jeunes femelles proches de la maturité sexuelle (cas de la plupart des Notommatides) ou bien femelles ovigères portant le plus souvent un, parfois deux œufs femelles, ce qui permettait d'être assuré à la fois de leur appartenance au type amictique et de leur fertilité.

Dans la plupart des cas où la reproduction s'effectue non seulement par parthénogénèse mais aussi par zygogénèse, nous avons noté le taux de femelles mictiques. Ce taux correspond au pourcentage de femelles mictiques portant soit des œufs mâles soit des œufs de durée par rapport à la totalité des femelles ovigères, soit :

$$\% \text{ } \varphi \delta = \frac{\varphi \delta \cdot 100}{\varphi \delta + \varphi \varphi}$$

Le signe $\varphi \delta$ signifie femelle mictique (fécondée ou non) et le signe $\varphi \varphi$, femelle amictique.

Pour alléger la présentation des résultats des expériences, nous avons également utilisé les symboles suivants :

- $\omega \varphi$ pour œufs femelles immédiats (œufs des femelles amictiques).
- $\omega \delta$ pour œufs mâles (œufs des femelles mictiques non fécondées).
- ωd pour œufs de durée (œufs de femelles mictiques fécondées).

Quelles que soient les méthodes d'étude écologique mais plus particulièrement dans le cas de l'étude de l'influence d'un seul facteur, il est impossible de ne pas tenir compte d'autres facteurs qui interfèrent : un biotope est défini par un ensemble de facteurs

en étroites relations les uns avec les autres; ceci n'ira pas sans entraîner un certain nombre de répétitions souvent nécessaires et dont nous nous excusons.

NOTE TAXINOMIQUE

Nous avons conservé de même que VOIGT (1957) pour quelques espèces, le nom consacré par l'usage de préférence à l'utilisation d'une dénomination peut-être plus correcte mais peu répandue.

Afin de lever tout doute à ce sujet, nous donnons ci-dessous la synonymie que nous avons admise :

- *Brachionus quadridentatus* Hermann = *B. capsuliflorus* Pallas = *B. bakeri* Müller.
- *Keratella cochlearis* Gosse = *K. stipitata* (Ehr.) d'après Carlin (1943). KOLISKO (1949) admet une autre synonymie pour *K. stipitata* (Ehr.) = *K. americana* Carlin.
- *Chromogaster ovalis* (Bergendal) = *Ascomorpha ovalis* (Bergendal) = *Chromogaster testudo* Lauterborn selon Carlin (1939 et 1943).
- *Gastropus hyptopus* (Ehr) = *Postclausa hyptopus* (Ehr.).
Gastropus minor (Rousselet) = *Postclausa minor* (Rousselet) selon WISNIEWSKI (1954).
- *Synchaeta tremula* O.F. Müller = *S. truncata* von Hofsten.
- *Ploesoma hudsoni* (Imhof) = *Bipalpus hudsoni* (Imhof) selon WISNIEWSKI (1954).
- *Filinia passa* (O.F. Müller) = *F. mystacina* (Ehr.) = *F. longiseta* (Ehr.).
- *F. terminalis* (Plate) = *F. major* Colditz.
- *Pedalia mira* Hudson = *Hexarthra mira* Hudson.
- *Proales daphnicola* (Thompson) = *Pleurotrocha daphnicola* (Thompson) selon HARRING (1913) = *Proales gammari* (Plate) selon DE BEAUCHAMP (1923).

Une mise au point sur la taxinomie des espèces planctoniques récoltées est actuellement sous presse.

CHAPITRE II

GÉNÉRALITÉS SUR LES MILIEUX D'EAU DOUCE

I. CHOIX DES COLLECTIONS D'EAU ÉTUDIÉES

Du lac à la mare temporaire, la variété des types de stations d'eau douce est grande. Nos recherches se sont limitées à des collections d'eau de petite et moyenne étendue qui sont les plus fréquentes, pour ne pas dire les seules existant dans le centre de la France; la plus vaste des stations explorées est l'étang du Puits (165 hectares). Située en Sologne, elle n'a pu être visitée que sporadiquement du fait de son éloignement. Toutes les autres stations sont de dimensions plus modestes, allant de quelques mètres carrés à quelques hectares.

Le choix des collections d'eau a été effectué en fonction des types d'étangs définis par LEFÈVRE (1944) sur la base de caractères physicochimiques et des associations végétales dominantes; nous avons fait en sorte que le domaine exploré couvre la totalité de l'éventail fourni par les eaux naturelles :

a) Eaux à pH variable, alcalin, riches en matières organiques d'origine animale présentant un phytoplancton à Eugléniens, Volvocales et Chlorococcales. Les mares de ferme appartiennent à ce groupe (eaux hypereutrophes).

b) Eaux à pH variable, alcalin, riches en sels minéraux (alcalinoterreux en particulier); teneur en matières organiques moins élevée que dans les précédentes. Microflore à Chlorococcales, Chrysophytes, Cyanophycées dominantes. Exemples : Rondeau, Canaux du parc national de Rambouillet, petits étangs de prairie...

c) Eaux à pH alcalin, pauvres en sels minéraux et en substances organiques. Phytoplancton à Chrysophytes et Périidiniens dominantes, plus pauvres en Cyanophytes que les précédentes; rares Chlorococcales. L'étang de la Tour en forêt de Rambouillet est proche de ce type. Certaines collections d'eau de Sologne quoique

un peu plus riches en alcalinoterreux (étangs de pisciculture amendés à la chaux) sont à rapprocher également de ce type.

d) Eaux à pH acide peu variable, assez riches en matières organiques d'origine végétale (« acides humolimniques »). Flore algale à Zygothécées (surtout Desmidiées), Chrysophycées, Périidiniens; les représentants des autres groupes sont en nombre le plus souvent limité. Tels sont les étangs de forêt : Coupe-Gorge, la Bonne Mare... en forêt de Rambouillet.

e) Eaux à pH très acide, peu variable, très riches en substances organiques d'origine végétale : ce sont les tourbières à *Sphagnum* avec lesquelles nous atteignons la limite des eaux de type dystrophe; microflore riche en Conjuguées, accompagnées de Diatomées et Volvocales en nombre variable.

A côté de ces types d'eaux assez nettement définis, nous avons également suivi des eaux de type intermédiaire. L'examen de l'origine des matières organiques entrant dans leur composition, permet généralement de comprendre leurs rapports avec les « types » définis ci-dessus. Examinons par exemple le cas de l'étang de Vaugien : eau à pH alcalin, peu variable, assez riche en sels minéraux (type b) mais phytoplancton à Chrysophycées et Périidiniens dominants (type c). La rareté en Chlorococcales est probablement imputable à la présence d'acides humolimniques en quantité non négligeable et provenant de la décomposition d'un abondant tapis de feuilles mortes tombant des arbres riverains.

Cette classification est apparue comme la plus pratique pour l'ensemble du domaine exploré. Le système des saprobies de KOLKWITZ et MARSSON, également fondé sur les caractères chimiques et biologiques des eaux mais créé pour des eaux polluées, ne permet guère de distinction entre les eaux des catégories c, d et e. Pour cette raison il n'en sera pas fait usage au cours du présent travail.

II. CHOIX DES MÉTHODES D'ÉTUDE

1) LE PLANCTON

Les récoltes de plancton ont été effectuées au filet en soie à mailles de 80 microns environ; le filet a 15 cm de diamètre et 25 cm de profondeur. Cette technique comporte bien des défauts; mais étant donné la difficulté d'apprécier correctement dans le détail, les rapports entre les différents représentants du plancton (LEFÈVRE,

1950), nous n'avons pas cru devoir employer pour cette première étude, une méthode plus précise.

La détermination systématique des espèces a été faite sur des récoltes conservées vivantes — certaines espèces de Rotifères et d'Algues ne peuvent être identifiées que sur le vivant — et sur des échantillons fixés au formol à 10 p. 100.

L'étude du zooplancton nous a amené à nous intéresser à la terminologie actuellement en vigueur en limnologie et visant à grouper selon l'état, la taille ou autres critères, à nommer et à définir tout ce qui se trouve dans les eaux naturelles.

Voici, brièvement rappelées, les définitions de quelques notions usuelles dues à KOLKWITZ, WILHELMI et NAUMANN :

Le « seston » est l'ensemble de tous les corps, vivants (neuston et plancton) ou inanimés (tripton) en suspension dans l'eau ou flottant à sa surface, sans mouvements propres (contrairement au necton).

Le neuston correspond à l'ensemble des organismes de la pellicule superficielle, le plancton à l'ensemble des organismes flottant passivement en eau libre.

En ce qui concerne la dénomination des différents groupements constituant le plancton — en dehors des termes habituels, phyto-plancton et zooplancton — nous nous sommes appuyés sur une révision faite par DUSSART (sous presse). Cette révision a le mérite d'assigner des limites nettes à des termes anciens au sujet desquels existait parfois une certaine confusion : les expressions net-plancton et nannoplancton conservées dans leur sens primitif sont précisées par des subdivisions fondées sur les tailles des organismes en progression géométrique de base 2 et de raison 10 :

— de 0 à 2 μ = ultranannoplancton	} nannoplancton sensu-lato
— de 2 à 20 μ = nannoplancton <i>s. stricto</i>	
— de 20 à 200 μ = microplancton	} « net-plancton »
— de 200 à 2 000 μ = mesoplancton	
— de 2 000 à 20 000 μ = megaplancton	

Le terme ultraplancton qui n'a pas de sens, étymologiquement, est abandonné.

2) LA FAUNE ET LA FLORE LITTORALE

La récolte des espèces vivant au sein des herbiers et des touffes de plantes aquatiques a été effectuée au filet à plancton. Le remous produit par son passage dans la végétation permet de recueillir

une bonne partie de la faune et de la flore non fixées. Le recours à l'« expression » des amas végétaux macroscopiques apporte un complément d'espèces plus thigmotactiques : il est parfois indispensable lors du manque d'eau libre (exemple : tapis spongieux de sphaignes imbibées d'eau). Enfin des fragments de chaque espèce végétale macroscopique sont rapportés intacts afin de procéder à l'examen de leur surface pour déceler la présence d'espèces fixées.

Les trois méthodes utilisées ci-dessus correspondent chacune à une association écologique d'êtres vivants qu'il serait utile pour un écologiste de pouvoir désigner facilement. Conséquence de l'intérêt secondaire suscité jusqu'ici par les organismes non planctoniques, le vocable les concernant est parfois confus et plus pauvre que celui applicable au plancton.

Le terme « benthos » englobe à la fois les organismes du fond et ceux de la zone littorale qu'ils soient fixés ou non. Or il est nécessaire de distinguer ces associations benthiques qui diffèrent nettement. La meilleure tentative pour éclaircir cette question est celle de MARGALEF (1955) mais elle ne nous a cependant pas permis d'effectuer toutes les distinctions qui nous paraissaient utiles.

Le terme « herpon » de MARGALEF correspond à la communauté des êtres errants sur le fond, à l'interface sol-eau.

L'expression allemande d'« Aufwuchs » (= pecton de MARGALEF) désigne toutes les espèces « croissant sur » un substrat quelle qu'en soit la nature (RUTTNER, 1963).

Les deux associations écologiques que constituent les êtres vivants dans ces deux communautés ne seront pas envisagées dans le présent travail.

Pour définir l'ensemble des organismes libres de la flore et de la faune de la zone littorale envahie par les macrophytes nous avons renoncé à l'utilisation de l'expression « périphyton » dont le sens étymologique nous paraissait s'accorder assez bien à l'ensemble des espèces vivant dans le voisinage des végétaux macroscopiques, alors qu'il semble appliqué souvent aux espèces, surtout végétales, vivant sur un support végétal. Il y a là, semble-t-il, une confusion possible avec le terme « épiphyte ».

De toutes les associations benthiques, nous nous sommes essentiellement occupés de celles de la zone littorale. Ici encore il serait préférable de distinguer deux communautés selon que la zone envisagée est pourvue ou non de végétaux aquatiques supérieurs.

Bien entendu toutes ces communautés ne se distinguent bien que dans les grandes masses d'eau; elles finissent par confluer et se confondre au fur et à mesure que le volume des collections d'eau décroît.

3) MÉTHODES D'ANALYSE CHIMIQUE

Les dosages des principaux éléments minéraux susceptibles d'intervenir dans l'écologie des êtres vivants dulçaquicoles ont été effectués par le laboratoire de chimie du C.R.H.

Ayant travaillé, aux mêmes époques, sur les collections d'eau citées par G. FARRUGIA dans sa thèse de Doctorat (1960), nous avons conservé les mêmes techniques et la même façon d'énoncer les résultats pour toutes les autres collections d'eau ceci afin d'uniformiser les données et de faciliter les comparaisons.

Nous indiquons, ci-dessous, succinctement les différentes techniques d'analyse. Pour les indications, tant bibliographiques que pratiques et les critiques concernant ces méthodes ainsi que pour les résultats détaillés de quelques analyses, nous prions le lecteur de se reporter au travail de G. FARRUGIA.

— pH : mesuré sur le terrain lors des prélèvements avec un « Lovibond comparator », méthode colorimétrique classique.

— oxygène dissous : méthode de WINKLER.

— oxydabilité : mesurée en oxygène emprunté au permanganate en milieu alcalin. Quoique peu précise et discutable, c'est la seule méthode permettant d'obtenir des indications sur les teneurs globales relatives en matières organiques dissoutes.

— calcium et magnésium : méthode au complexon III ou versénate.

— ammoniacque : méthode de NESSLER.

— nitrites : méthode de GRIESS.

— nitrates : méthode de GRANDVAL-LAJOUX à l'acide sulphonique.

— phosphates : méthode de FISKE et SUBBARON par réduction à l'acide 1 amino - 2 naphthol - 4 sulfonique du phosphomolybdate formé.

— sulfates exprimés en SO_3 : dosage gravimétrique au chlorure de baryum.

— chlorures : méthode de MOHR.

— alcalinité totale exprimée en CO_3 : dosage par l'acide sulfurique N/100 en présence de l'hélianthine.

— extrait sec à 180° .

Tous les dosages ont été effectués sur l'eau filtrée.

CHAPITRE III

ÉTUDE

TOPOGRAPHIQUE, PHYSICOCHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES COLLECTIONS D'EAU

Nous avons suivi, avec plus ou moins de régularité selon leur intérêt et nos possibilités, environ vingt-six stations naturelles dont vingt sont situées dans la région parisienne et six en Sologne.

Nous donnons ci-dessous sur ces stations quelques brèves indications topographiques de caractère général ainsi qu'un bref aperçu sur leurs caractères physicochimiques et sur leurs peuplements en microflore et microfaune. Les relevés concernant les populations algales sont toujours donnés par ordre de fréquence décroissante. La connaissance qualitative des flores microscopiques est intéressante à deux points de vue :

1°) par leurs rapports avec la microfaune qui trouve là une source de nourriture;

2°) parce qu'elles reflètent les conditions physicochimiques du milieu dont elles dépendent souvent étroitement.

Quelques tableaux compléteront ces données pour les collections d'eau les plus régulièrement suivies sur une période d'un an environ et les plus intéressantes.

La première partie de ce chapitre sera réservée à l'examen rapide de chacune des collections d'eau qui seront groupées par « types »; la seconde partie envisagera les variations de quelques facteurs dans quelques stations types parmi celles ayant fait l'objet d'observations régulières.

I. ÉTUDE DES DIFFÉRENTES COLLECTIONS D'EAUX EXPLORÉES

A) EAUX A pH ALCALIN VARIABLE, RICHES EN MATIÈRES ORGANIQUES D'ORIGINE ANIMALE (mares de ferme)

1°) *Eaux chargées en calcium et en sels minéraux.*

Mare du Moulon, 1962 (1).

Cette petite mare (superficie inférieure à 100 m²) est située dans un pâturage de bovins dont elle reçoit bien entendu les déjections auxquelles viennent s'ajouter les eaux usées d'une ferme proche. C'est la mare la plus polluée de toute la série (fig. 1).

Ses eaux sont très minéralisées, riches en calcium, sulfates (40 à 160 mg/l) et chlorures (27 à 124 mg/l). Tableau 1.

L'épaisseur d'eau libre est assez faible (50 cm environ), celle de la vase du fond assez importante. La présence de dérivés sulfurés en grande quantité a été révélée par l'envahissement de la mare par des Thiobactéries, Rhodothiobactéries du genre *Chromatium* essentiellement (1 500 000 cellules au millilitre au moment du maximum) qui confèrent à l'eau une couleur violacée caractéristique.

Végétation phanérogamique : quelques touffes de juncs sur les bords; couverture partielle de *Lemna minor* dont l'étendue fluctue au cours de l'année.

Microflore : constance des Eugléniens accompagnés selon l'époque de *Chlamydomonas*, *Chlorella* ou *Cyclotella*.

Microfaune : Rotifères (Brachionidae, Philodinidae, etc.), Cladocères du genre *Daphnia* (*D. magna*), *Ceriodaphnia* et des Cyclopidés. Tableau 14.

Petit étang de la Madeleine; 1962.

Superficie environ 1 000 m². Cet ex-abreuvoir artificiel est actuellement le domaine de quelques canards. Les prélèvements d'eau et récoltes de plancton ont été faits à proximité de la bonde.

(1) Nous avons fait suivre le nom de la collection d'eau de l'indication de l'année (ou des années) au cours de laquelle ont été effectuées les principales observations.

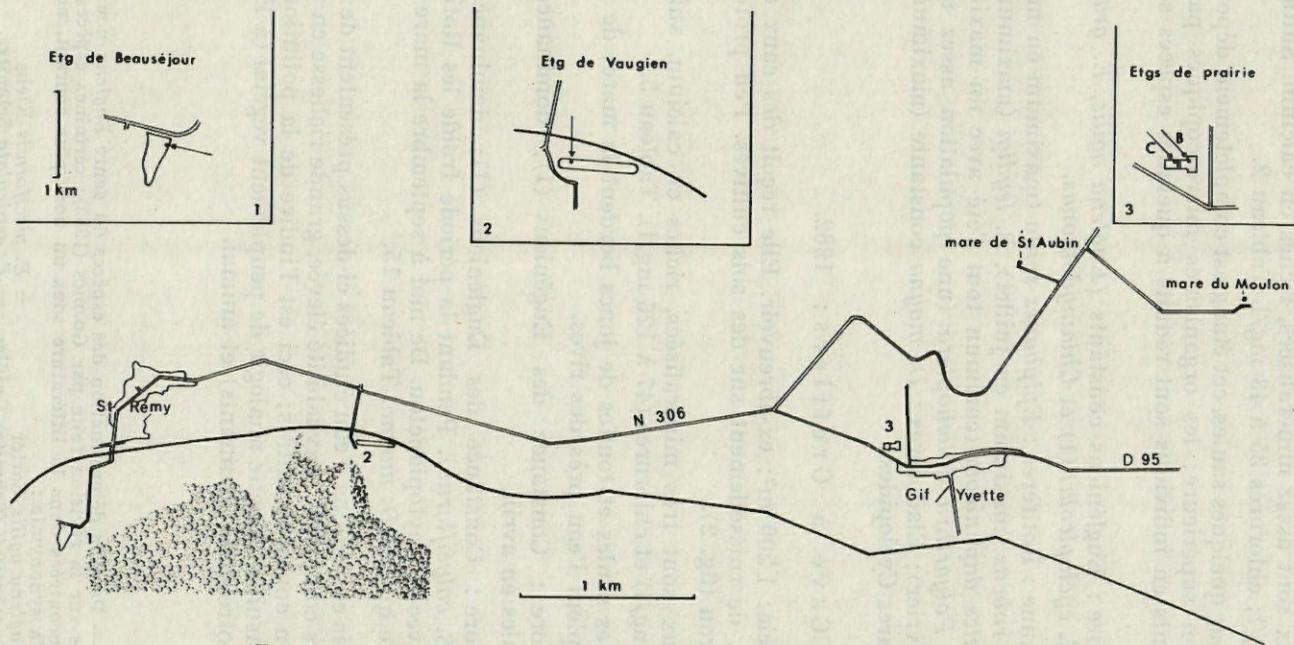


Fig. 1. — Plan du domaine exploré dans la région de Gif-sur-Yvette (S.-et-O.). L'emplacement des lieux de récolte est indiqué par un point noir et une flèche.

Ses eaux sont assez minéralisées, riches en calcium. Sulfates : 58 à 247 mg/l; chlorures 35 à 48 mg/l. Tableau 2.

Bordé par quelques saules, cet étang est complètement dépourvu de végétation supérieure; les organismes microscopiques parfois très abondants en individus sont réduits à quelques espèces seulement.

Microflore : Eugléniens constants (*Euglena agilis*, *E. gracilis*, *E. viridis*, *E. cyclopicola*) (1) et *Chlamydomonas*.

Microfaune : Rotifères : *Epiphanes senta* (maximum en mars), *Brachionus rubens* (maximum en juillet), *B. leydigi* (maximum en mars), *Proales daphnicola* (commun tout l'été avec un maximum en juillet), *Polyarthra dolichoptera* (une population assez abondante en février); Cladocères : *D. magna* constante (maximum en juillet) et rares Cyclopidés.

Mare la Cave à Greffiers; 1962.

Superficie: 1 200 m²; ex-abreuvoir. Elle reçoit des eaux usées et des eaux de ruissellement sur des sols cultivés. Peu profonde, 50 cm environ (fig. 2).

Ses eaux sont très minéralisées, riches en calcium, sulfates (154 à 216 mg/l) et chlorures (47 à 126 mg/l). Tableau 3.

Quelques saules et touffes de joncs bordent la mare; de rares *Elodea* peuplent l'eau près des rives.

Microflore : Constance des Eugéniens (1); dominance de Chlorococcales en avril.

Microflore : Constance des Eugléniens (1); dominance de plus une (*B. calyciflorus*). Pendant la période froide les Rotifères dominent avec le phytoplancton. De mai à septembre la mare n'est plus peuplée que de *D. magna*. Tableau 15.

Les trois collections d'eau étudiées ci-dessus présentent de nombreux points communs : oxydabilité élevée, grande richesse en phosphates et en composés nitrés; ceci est l'indice de la pollution des eaux. Il s'ensuit une nette analogie de peuplement végétal (à Eugléniens hétérotrophes, dominants) et animal.

(1) N.B. — Pour la détermination des espèces du genre *Euglena* nous nous sommes basés sur la révision faite par GOJDIĆS (1953); certaines espèces étant cependant rencontrées dans la littérature sous un nom plus courant, nous en donnons ici la synonymie :

— <i>Euglena agilis</i> Carter	= <i>E. pisciformis</i> Klebs
— <i>E. schmitzii</i> (Schmitz) Gojdic	= <i>E. geniculata</i> Schmitz.

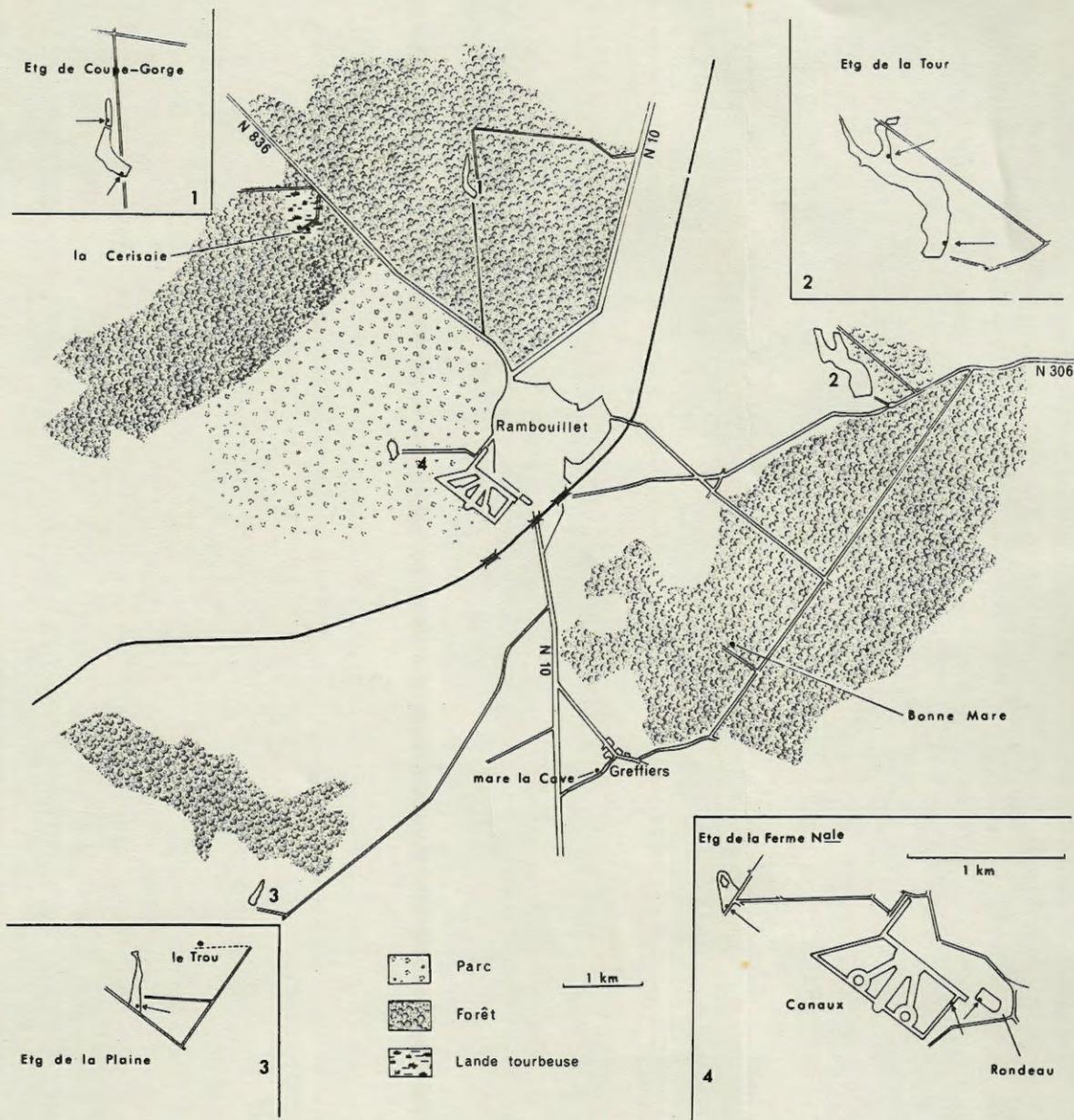


Fig. 2. — Plan du domaine exploré dans la région de Rambouillet (S.-et-O.).
L'emplacement des lieux de récolte est indiqué par un point noir et une flèche.

Mare du Garde à Greffiers; 1962.

De quelques mètres carrés de surface, cette mare est située en bordure de forêt, à proximité d'un élevage de faisans. Le lavage des mues dans cette mare, y introduit une grande quantité de déjections. Cet apport lui imprime un caractère assez spécial, très proche de la mare de ferme.

Profondeur faible; notable épaisseur de vase provenant de la décomposition des feuilles mortes d'arbres voisins.

Ses eaux sont alcalines, à pH variable (7,4 à 8,9), minéralisées (extrait sec 532 à 633 mg/l), assez riches en calcium (54 à 80 mg/l), très riches en phosphates (8,6 à 35 mg/l) et en matières organiques dissoutes (oxydabilité 8 à 23 mg/l); composés minéraux azotés à l'état de traces; oxygène dissous : maximum 16,4 mg en avril à 15°, minimum 3,2 en août, à 22°.

Aucune végétation supérieure.

Microflore : Constance et dominance de plusieurs espèces de Chlorelles dont *Chlorella pyrenoidosa*; l'eau reste toujours verte.

Microfaune : Très pauvre. Cladocères : *Daphnia pulex* constante mais rare et une population de *Moina rectirostris* en août. Rares Bdelloïdes.

2°) *Trois collections d'eau peu calciques et peu minéralisées sont à rattacher aux précédentes car elles reçoivent également un apport de matières organiques d'origine animale (engrais ou déjections).*

L'étang de la Ferme Nationale du domaine de Rambouillet; 1954, 1956.

Superficie 1,5 hectare; reproduction à un degré moindre du cas précédent. Situé en bordure de forêt, il est alimenté par des eaux de ruissellements sur sols forestiers, mais l'enrichissement en substances organiques animales, dû au déversement d'eaux de lavage de bergeries proches, a modifié sa nature originelle (fig. 2).

Ses eaux sont alcalines, à pH variable (7,3 à 9,0), peu minéralisées (extrait sec : 147 à 240 mg/l) peu chargées en alcalinoterreux (calcium : 14,5 à 37,2 mg/l; magnésium 0,6 à 3,2 mg/l) et d'oxydabilité assez élevée (4 à 6,8 mg/l d'oxygène).

Un mur de pierre le borde sur un côté, une ceinture de *Phragmites*, *Typha* et joncs cerne les trois autres; des zones à *Potamogeton crispus* peuplent la pleine eau.

Microflore : Eugléniens (*Euglena oxyuris* et *E. acus*, *Phacus*, *Trachelomonas*), Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Crucigenia*), Conjuguées d'eaux alcalines (*Spirogyra* sp. et *Closterium macilentum*) et une Xanthophycée calciphobe (*Botryococcus brauni*); rares Diatomées et Péridiniens.

Microfaune : Nombreux Rotifères dont les plus communs sont : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. rubens* et *B. bennini* (Leissling) (mai 1957), *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra euryptera* (juillet 1956), *Synchaeta tremula*, *Filinia passa* (maximum juin 1954) et *F. terminalis* (maximum mars 1954), *Pompholyx sulcata*; signalons une espèce peu commune dans la région parisienne : *Tetramastix opoliensis* (Zacharias) présente sporadiquement dans cet étang en période chaude.

A cette faune de Rotifères viennent s'ajouter des Cladocères (*Daphnia longispina*, Bosmines et Chydorides) et Copépodes (Cyclopides et Diaptomides).

C'est un étang poissonneux.

Etang de la Plaine; 1955.

Superficie 2,5 hectares. C'est un étang de pisciculture partiellement vidé en fin d'année; profondeur moyenne : 1 mètre. Il est alimenté par des eaux de ruissellement sur prairie, sur terres cultivées et pour une faible part sur sols forestiers (fig. 2).

Ses eaux sont moyennement minéralisées, légèrement calciques (tableau XV, FARRUGIA, 1960).

Végétation phanérogame presque nulle (quelques rares *Glyceria*).

Microflore : Constance des Eugléniens (*Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*) dominant en avril, juillet et octobre accompagnés de *Chlamydomonas* (Maximum en juin) ou de Conjuguées d'eaux alcalines (*Closterium acerosum*); rares Chlorococcales, Chrysophycées (*Dinobryon*), Péridiniens et Diatomées.

Microfaune : Rotifères : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Brachionus angularis* et *B. calyciflorus*, *Asplanchna priodonta* (maximum en avril), *Polyarthra dolichoptera*, *P. vulgaris*, *P. euryptera* et *P. major*, *Synchaeta pectinata*, *Pompholyx sulcata* (décembre 1955), *Filinia passa* (septembre et octobre), *Trichocerca cylindrica* (Imhof) (seulement en juillet).

Crustacés : Cladocères : Bosmines constantes et *Daphnia longispina* en juin.

Copépodes : Cyclopides constants (maximum en avril) et Diaptomides (maximum en juillet).

Mare de Cernay; 1962-63.

Quelques mètres carrés de superficie. Elle est sise au milieu d'un champ de blé et alimentée par les eaux météoriques lavant la terre cultivée et engraisée. Mare temporaire généralement à sec pendant la période estivale ou au moins très envahie par les phanérogames.

Quelques analyses effectuées au printemps et début de l'été ont fourni les résultats suivants :

pH 7,0 à 7,5. Oxydabilité en O_2 : 6 à 14 mg/l.

Calcium : 30 à 35,5 mg/l; magnésium : 4,4 à 5,4 mg/l.

Phosphates : traces à 0,16 mg/l.

Ammoniaque : traces à 1,1 mg/l;

Pas de nitrites; nitrates à l'état de traces.

Alcalinité en CO_3^{--} : 39,9 à 52,7 mg/l.

Extrait sec à 180° : 155 à 195 mg/l.

Végétation phanérogamique d'*Oenanthe phellandrium* sur les bords et de *Potamogeton natans*, *Lemna trisulca* et *Saggitaria* au centre.

Microflore : Chlorococcales (*Ankistrodesmus* dominant en automne), Eugléniens (*Euglena acus*, *E. sp.*, *Trachelomonas*, *Lepocinclis*), Chrysophycées (*Dinobryon* en avril, *Synura* en mai) et *Volvox* (mai-juin).

Microfaune : Les Rotifères dominent : *Keratella testudo* (maximum en février et mai), *Anureopsis fissa*, *Brachionus angularis* (maximum en avril), *B. rubens*, *Epiphanes brachionus* (très nombreux en avril puis disparaissent totalement), *Filinia passa* en mai; rares *Proales daphnicola*.

Cladocères : *Daphnia obtusa* et *D. longispina*; Cyclopidés et Diptomides.

B) EAUX A pH VARIABLE, ALCALIN,

RICHES EN SELS MINÉRAUX, PARTICULIÈREMENT EN ALCALINOTERREUX

1°) Deux collections d'eau à caractère mixte, fortement minéralisées mais aussi enrichies en matières organiques animales font la transition entre les deux types d'eaux, a et b précédemment définis.

Mare de Saint-Aubin; 1962.

Superficie : environ 500 m²; sa profondeur est assez variable selon l'époque (trois à quatre mètres en moyenne avec des niveaux

d'eau variant d'un mètre environ). C'est un ancien abreuvoir entièrement artificiel : trois de ses bords sont abrupts et cimentés, le quatrième en pente douce est pavé. Alimentée par une source, elle reçoit des eaux usées, des déjections de canards; présence de quelques poissons (fig. 1).

Ses eaux sont les plus minéralisées de toutes les eaux étudiées, très riches en calcium et magnésium; la teneur en magnésium, environ 30 mg/l, est de très loin la plus forte enregistrée. Teneurs en sulfates (462 à 576 mg/l), en chlorures (95 à 126 mg/l) et alcalinité (114 à 193 mg/l) élevées (Tableau 4).

Totalement dépourvue de végétation supérieure.

Microflore : Eugléniens (*Euglena agilis*, *E. cyclopicola*, *Trachelomonas volvocina*) dominant pendant la première partie de l'année 1962, Cyanophycées (*Aphanizomenon gracile* et *Oscillatoria planctonica*) pendant la seconde; Chlorococcales (*Scenedesmus acuminatus*, *S. quadricaula*, *Ankistrodesmus falcatus*) assez constantes mais en quantité limitée, quelques Volvocales (*Chlamydomonas*, *Gonium sociale*); espèces accessoires : *Rhodomonas sp.* et *Cyclorella sp.*

Microfaune : réduite à quelques espèces quelquefois très abondantes. Rotifères : *Keratella quadrata*, *K. testudo*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. rubens*, *B. leydigi v. rotundus*, *Polyarthra dolichoptera* en octobre, *Rotaria rotatoria* et *Collotheca ornata* (rare). Crustacés : Daphnidés (*D. magna*) et Cyclopidés plus rares pendant la seconde moitié de l'année.

Le Rond eau ; 1954-56, 1962.

Cette pièce d'eau du parc présidentiel de Rambouillet est très poissonneuse. De forme subrectangulaire, elle mesure environ 70 mètres sur 150 mètres soit plus d'un hectare de superficie, et 70 cm de profondeur. Elle est alimentée uniquement par des sources et riche en débris organiques d'origine animale (LEFÈVRE, 1941 et 1958a) (fig. 2).

Les qualités physicochimiques de ses eaux qui ont été analysées à plusieurs reprises et en diverses saisons mais irrégulièrement, sont brièvement résumées ci-dessous :

pH : 7,8 à 9,5. Oxydabilité : 1 à 3 mg/l.

Calcium : 80 à 145 mg/l; magnésium : 2,1 à 16,8 mg/l.

Phosphates : traces à 3,8 mg/l.

Ammoniaque : 0,2 à 2,6 mg/l; nitrites : 0,05 à 6,5 mg/l; nitrates : 0,3 à 30,9 mg/l (moyenne : 14,3 mg/l).

Sulfates en SO_3^{--} : 99 à 193 mg/l; chlorures : 35 à 42,6 mg/l.

Alcalinité en CO_3^{--} : 22 à 172 mg/l.

Extrait sec : 412 à 724 mg/l.

L'oxygène dissous est toujours appréciable du fait de l'abondance du phytoplancton : ex : 15,5 mg/l à 5° en décembre, 29 mg/l à 17° en septembre.

Aucune végétation phanérogamique.

Microflore : Chlorococcales constantes et communes (plusieurs espèces de *Scenedesmus*, *Tetraedron* et *Pediastrum*), Diatomées (*Synedra*) et Cyanophycées (Oscillaires en 1954 et 1955, *Microcystis* en 1958 et 1962) très communes et assez constantes. Selon les époques, présence parfois abondante de *Dinobryon sertularia*, *Peridinium palatinum*, *Cryptomonas* sp., Eugléniens (*Euglena*, *Phacus*), *Chlamydomonas*, *Gonium sociale*, *Cladophora* et *Spirogyra*.

Zooplancton : Dominance des Bosmines et des Rotifères; quelques Cyclopidés et quelques Ciliés.

Parmi les Rotifères citons les plus communs : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus* et *B. budapestinensis* Daday, *Anureopsis fissa*, *Pompholyx sulcata*, *Filinia passa* (et quelques rares *F. terminalis*), *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* et *S. tremula*; *Asplancha priodonta* et *A. girodi* mais ces deux dernières jamais abondantes.

2°) *Les collections d'eaux suivantes sont également riches en sels minéraux mais les substances organiques d'origine animale y sont nettement moins abondantes et proviennent surtout des déjections de poissons et de la décomposition des cadavres animaux; de plus, il s'y trouve généralement des matières organiques d'origine végétale allochtone (feuilles mortes).*

Les Canaux du parc présidentiel de Rambouillet; 1954, 1963.

Ils sont constitués par un vaste système de pièces d'eau rectangulaires de faible largeur mais dont l'ensemble atteint 15 hectares de superficie; la profondeur moyenne est de 1,20 m. Le fond est tapissé de vase provenant de la décomposition des feuilles mortes tombées des peupliers et des platanes qui les bordent (LEFÈVRE, 1941) (fig. 2).

Ils sont alimentés par des sources et par le trop-plein des eaux du Rondeau qui s'y déversent. Ils sont peuplés de poissons divers.

Les eaux sont assez minéralisées et assez riches en alcalino-terreux (tableau XIX, FARRUGIA, 1960).

La végétation supérieure y est totalement absente.

Microflore : variable selon le niveau d'eau (LEFÈVRE, 1948) : en période de hautes eaux dominance des Cyanophycées (*Aphanizomenon gracile* et *Oscillatoria planctonica*); en période de basses eaux, Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Micractinium*), Eugléniens, Diatomées (*Synedra*, *Melosira*), Péridiniens (*Peridinium palatinum*), Chrysophycées (*Dinobryon sertularia*).

Microfaune : A l'état sporadique lors de la dominance des Cyanophycées, le zooplancton ne se développe qu'en l'absence de celles-ci; il se compose alors essentiellement de Rotifères et Ciliés (*Condylostoma*, *Bursella gargamellae*, *Trachelius ovum*, *Stentor*, *Coleps*); sont également présents en abondance variable des Cyclopidés et Bosmines. Les espèces rotifériennes les plus fréquentes sont : *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* et *S. oblonga*, *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Filinia terminalis*, *Pompholyx sulcata*, *Anureopsis fissa*. De très rares exemplaires de *Filinia brachiata* (Rousselet) ont été récoltés en mars 1963 en même temps que de nombreuses *F. terminalis*.

Deux petits étangs situés dans un pré à Gif-sur-Yvette et séparés seulement par la largeur d'une petite rivière avec laquelle ils communiquent sont en dépit de leur proximité, de caractère assez différent; nous les avons dénommés pour simplifier : « étang de prairie B » et « étang de prairie C »; ils sont tous deux peuplés de poissons.

Étang de prairie B; 1961-62.

Le plus grand (40 × 50 m). Il est alimenté par des sources et des eaux de ruissellement sur pré. Récemment curé, sa profondeur est d'environ un mètre. Dans un de ses angles, le fond est tapissé par les feuilles mortes d'un marronnier (fig. 1).

Ses eaux sont moyennement minéralisées, riches en alcalino-terreux (tableau 5).

La surface de cet étang est régulièrement envahie chaque année par des *Lemna minor* qui constituent en été une épaisse couche le couvrant totalement et ne disparaissent qu'à la mi-automne. Cette couche de lentilles d'eau est probablement responsable de l'accroissement concomittant de l'oxydabilité. En effet, les *Lemna* s'installent vers le début juin, au moment du maximum de l'activité bactérienne dans la décomposition de la vase (LEFÈVRE, 1958b); la densité en *Lemna* devient telle qu'elle empêche la pénétration des rayons lumineux dans l'eau sous jacente où l'assimilation chlorophyllienne se trouve stoppée et les Algues se raréfient. Or les Algues, mixotrophes, peuvent utiliser les substances organiques dissoutes. Celles-ci du fait de la rareté du phytoplancton restent inutilisées et s'accu-

mulent dans l'eau. Il vient s'y ajouter, évidemment, les produits du métabolisme des *Lemna*. En même temps que l'oxydabilité, les teneurs en phosphates et composés nitrés augmentent pour les mêmes raisons. Les teneurs maxima sont atteintes à l'automne.

Microflore : de novembre à mai sont fréquentes : *Cryptomonas* sp., Chrysophycées (*Synura*, *Dinobryon*, *Cyclotella*), Eugléniens (*Trachelomonas volvocina*), Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*) et quelques Oscillaires.

Microfaune : en 1962 pendant la période à *Lemna*, le zooplancton se composait surtout de *Pedalia mira* (maximum en août) et de quelques *Pompholyx sulcata*, *Anureopsis fissa*, *Keratella cochlearis* et Cyclopides. L'hyponeuston (sous les *Lemna*) était assez riche en espèces benthiques : *Euchlanis dilatata*, *Mytilina ventralis*, *M. mucronata*, *Rotaria rotatoria*, *Testudinella mucronata*. De novembre à juin dominant ou les Cyclopides ou les Rotifères : *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* et *S. tremula*, *Trichocerca pusilla*, *Filinia passa*; quelques rares *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *A. girodi*.

Etang de prairie C; 1961-63.

Plus petit que le précédent (30 × 40 m) et un peu moins profond (70 cm environ), il est alimenté par les eaux de la rivière proche. La vase du fond provient essentiellement de la décomposition des feuilles mortes de quelques marronniers qui le bordent (fig. 1).

Ses eaux sont chimiquement proches de celles de l'étang « B » : à pH alcalin très variable, assez minéralisées, calciques (tableau 6). Le cycle des matières organiques dissoutes, des phosphates et composés nitrés diffère du précédent car en dépit de sa proximité, il est complètement dépourvu de *Lemna* et ne contient que quelques *Ceratophyllum*.

Microflore : Volvocales (*Chlamydomonas*, *Pandorina morum*), Eugléniens (*Euglena sanguinea*, *Phacus*, *Trachelomonas*), Chlorococcales (*Scenedesmus*), *Cryptomonas*, Cyanophycées (*Aphanizomenon gracile*), Desmidiales d'eaux calcaires (*Closterium gracile*), quelques Diatomées. En période froide : *Peridinium palatinum* et *Synura* sp.

Microfaune : Rotifères dominants sauf en mai et juin où le zooplancton est composé presque uniquement de Cyclopides et Bosmines; présence également de *Ceriodaphnia*, de Chydorides et de Ciliés. Tableau 16.

Douves du château de Belleville; 1960.

Seule une partie non détruite des anciennes douves forme une petite mare de quelques mètres carrés.

Ses eaux sont alcalines, assez fortement minéralisées (extrait sec à 180° : 587 à 796 mg/l) chargées en calcium (100 à 156 mg/l) et en sulfates (165 mg/l); oxydabilité : 2 à 8,4 mg/l d'oxygène.

Pas de végétation phanérogamique.

Microflore : Eugléniens (*Euglena sp. plur.*, *Trachelomonas volvocina*), Volvocales (*Chlamydomonas*, *Eudorina*), Cyanophycées (*Oscillatoria*), Diatomées (Pennales et rares *Melosira*) et quelques représentants parfois abondants d'autres groupes : *Synura*, *Peridinium palatinum* (Péridinien d'eau froide), *Cryptomonas*.

Microfaune : Rares Crustacés, Ciliés communs (*Condylostoma*, *Monodinium*, *Stentor*), et Rotifères dominants : *Keratella testudo*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata* et *S. tremula*, *F. passa* et *F. terminalis*, *Anureopsis fissa*, *Rhinoglena frontalis*; quelques espèces plus rares : *Notholca squamula*, *B. leydigi*, *B. budapestinensis*, *Epiphanes senta*, *Notomata glyphura*, *Eosphora najas*, *Rotaria rotatoria* et *R. neptunia*.

3°) Deux étangs empoissonnés de types mitigés : leurs caractères physicochimiques sont proches des précédents mais leur flore est différente :

L'Etang de Beauséjour à Saint-Rémy; 1961, 1963.

De 0,5 hectare environ de superficie; il est alimenté par les eaux détournées d'une petite rivière et bordé par quelques saules (fig. 1).

Ses eaux sont toujours troubles (présence de nombreux détritiques en suspension).

Quelques analyses chimiques effectuées en automne et au printemps ont fourni les résultats suivants:

pH : 7,8 à 8,6. Oxydabilité en O₂ : 1 à 4 mg/l.

Calcium : 33,9 à 84,8 mg/l; magnésium : 0,7 à 8,9 mg/l.

Phosphates en PO₄ : de traces à 0,25 mg/l.

Traces de NH₃; azote nitreux en NO₂⁻ : 0,02 à 3 mg/l; azote nitrique en NO₃⁻ : 2,1 à 5 mg/l.

Sulfates en SO₃⁻⁻ : 25 à 66 mg/l. Chlorures en Cl⁻ : 32 à 43 mg/l.

Alcalinité en CO₃⁻⁻ : 134 à 169 mg/l.

Extrait sec à 180° : 252 à 373 mg/l.

Végétation supérieure : *Elodea*, *Ceratophyllum*.

Microflore : Chrysophycées (*Dinobryon*), Diatomées (*Cyclotella*, *Melosira*, *Synedra*), Eugléniens, Chlorococcales assez rares, et selon les époques, présence en relative abondance de quelques espèces isolées : *Cryptomonas*, *Peridinin palatinum*, *Aphanizomenon gracile*.

Microfaune : Rotifères dominants. Rares Bosmines, Cyclopides et Ciliés (*Trachelius ovum*). Parmi les Rotifères : *Keratella cochlearis* constantes et souvent très nombreuses, *K. quadrata*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Asplanchna priodonta* et *A. girodi*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. vulgaris*, *P. remata*, *Synchaeta pectinata*, *S. oblonga*, *Filinia passa* et *F. terminalis*; plus sporadiques sont *Anureopsis fissa*, *Brachionus diversicornis*, *B. budapestinensis* (une population en octobre 1960), *Trichocerca stylata* (Gosse), *Pompholyx sulcata*.

L'Etang de Vaugien; 1962.

De forme subrectangulaire (30 × 220 m), il est alimenté surtout par des sources (fig. 1).

Ses eaux sont chimiquement voisines de celles de l'Etang de Beauséjour : alcalines (alcalinité en CO_3^{--} : 95 à 115 mg/l), moyennement minéralisées (sulfates : 25 à 52 mg/l; chlorures 26 à 30 mg/l), assez calciques. Tableau 7.

Mais, par contre, elles sont claires et un peu jaunâtres. Il reçoit une grande quantité de feuilles mortes qui forment une épaisse couche de vase et proviennent des arbres qui le bordent : nombreux aulnes, quelques platanes, marronniers, tilleuls, charmes et conifères.

La végétation phanérogame aquatique est essentiellement composée de *Myriophyllum*.

Microflore : Chrysophycées (*Dinobryon*, *Synura*), Péridiniens, Diatomées, *Volvox*, Cyanophycées (*Microcystis*), Conjugées (*Zygnema*, *Mougeotia*); rares Chlorococcales et Eugléniens.

Microfaune : Copépodes Cyclopides et Diaptomides; Cladocères : *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Scapholeberis*; nombreuses espèces de Rotifères. Tableau 17.

C) EAUX A pH ALCALIN, PAUVRES EN SELS MINÉRAUX ET EN MATIÈRES ORGANIQUES DISSOUTES

Les collections d'eaux suivantes, situées en Sologne sont les moins eutrophes (parmi les eaux non humiques) que nous ayons

rencontrées. Les résultats d'une demi-douzaine d'analyses chimiques effectuées en diverses saisons ont été portés sur un même tableau (8) qui met en évidence une certaine similitude des caractères physico-chimiques de ces eaux. Une étude du plancton vernal de ces étangs a été faite en 1950 par LEFÈVRE.

Etang du Puits; 1961-1962.

Couvrant une superficie de 164 hectares et atteignant 6 à 7 mètres de profondeur, cette énorme masse d'eau pour tous ses caractères, tient plus du « lac réservoir » que de l'étang. Il est alimenté par les eaux des canaux qui y aboutissent, par des eaux de ruissellement sur sols boisés et par des sources (LEFÈVRE, 1950) (fig. 3).

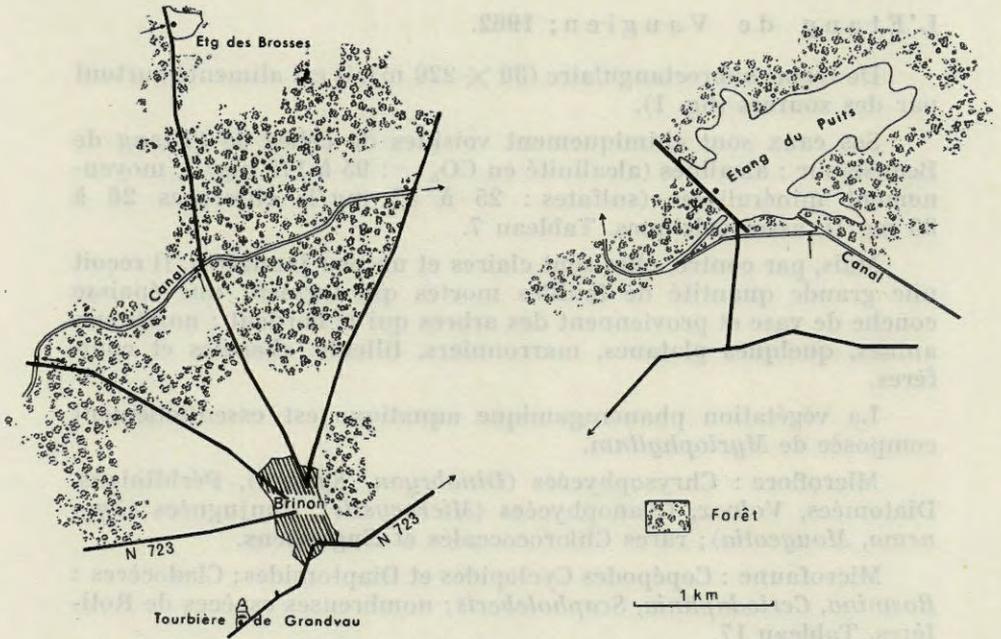


Fig. 3. — Plan du domaine exploré en Sologne. L'emplacement des lieux de récolte est indiqué par un point noir et une flèche.

La végétation supérieure réduite à une ceinture irrégulière de *Potamogeton* immergés n'occupe qu'un faible pourcentage du volume d'eau.

Phytoplancton : Peu d'espèces mais qui peuvent atteindre,

selon l'époque, une certaine abondance : Chrysophycées (*Dinobryon*). Diatomées (*Melosira granulata*, *M. italica*, *Asterionella formosa*) et Cyanophycées (*Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *Gomphosphaeria lacustris*).

Zooplancton : Dominance des Crustacés; Copépodes : Cyclopidés et Diaptomides; Cladocères : *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Diaphanosoma brachyurum*. Rares Rotifères : *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Notholca acuminata*, *Asplanchna priodonta*, *Ploesoma hudsoni*.

Étang des Brosses; 1961-62.

Superficie : trois hectares. C'est un étang de pisciculture vidé tous les deux ans. Il est alimenté par des eaux de ruissellements sur des terres incultes inutilisées et sur des sols forestiers plus lointains (fig. 3).

La végétation supérieure y est presque nulle (quelques rares *Typha*).

Phytoplancton : Inconstant, parfois très pauvre, parfois abondant. Chrysophycées (*Dinobryon*, *Mallomonas caudata*), Diatomées (*Melosira italica*, *M. varians*), Péridiniens (*Ceratium hirundinella*) dominant; Eugléniens (*Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*), Cyanophycées (*Microcystis*, *Anabaena*) et quelques rares Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Tetraedon*) et espèces isolées : *Spirogyra* sp., *Volvox* sp.

Zooplancton : Dominance des Crustacés : Copépodes Cyclopidés et Diaptomides; Cladocères : *Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Sida cristallina*. Rotifères généralement rares à l'exception d'*Asplanchna priodonta* (abondante en novembre 1961) : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Conochilus unicornis*.

A ces deux étangs, s'ajoutent trois points de prélèvement dans les canaux de la région aux lieux dits : à la Bergerie, au Vieux Perrouet, à l'étang du Puits; ces trois endroits sont séparés par de nombreux biefs et chacun peut être considéré comme un biotope particulier. Larges de 6 mètres environ, ils ont une profondeur moyenne de 0,70 à 1 m (fig. 3).

La végétation phanérogamique y est importante et composée essentiellement de grandes zones à *Potamogeton crispus*.

Canal, à la Bergerie.

Phytoplancton : Parfois fort pauvre; nous n'y avons récolté en abondance (automne 1961) que deux Chrysophycées du genre *Dinobryon* (*D. stipitatum* et *D. divergens*) accompagnées de rares Mallo-

monas, de quelques Diatomées (*Melosira varians*, *M. italica*) et rares *Ceratium hirundinella* et *Microcystis flos-aquae*.

Zooplancton : Dominance des Copépodes (Cyclopidés et Diaptomides) auxquels se joignent des Cladocères : *Sida cristallina* (espèce tychoplantonique), *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*.

Rotifères généralement rares sauf *Asplanchna priodonta* (nombreuses en novembre 1961) : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Brachionus angularis*.

Canal, au Vieux Perrouet.

Phytoplancton : Chrysophycées (*Dinobryon*, *Uroglena americana*), Diatomées (*Melosira italica*, *M. varians*) et Périдиниens (*Ceratium hirundinella*) dominant parfois massivement; très rares Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Pediastrum*).

Zooplancton : Dominance des Copépodes Cyclopidés et Diaptomides; quelques Cladocères (*Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Bosmina*); rares Rotifères : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata*.

Canal, à l'étang du Puits.

Quantitativement le plus pauvre.

Phytoplancton : Diatomées (*Melosira varians*, *M. distans*, *Fragilaria*) les plus communes, Cyanophycées (*Oscillatoria*), Eugléniens (*Euglena*), Chrysophycées (*Dinobryon*), Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Pediastrum*) plus rares.

Zooplancton : Cyclopidés et Bosminidés; très pauvre en Rotifères : *Brachionus angularis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata*.

Dans la même catégorie, nous rangerons un étang de Seine-et-Oise, dont les eaux sont faiblement alcalines, peu minéralisées, peu calciques, et qui, par ses caractères généraux, fait la transition entre les types d'étangs précédents et les suivants : l'étang de La Tour.

L'étang de la Tour; 1954 et 1962.

Moins calciques que les étangs solognaux, ses eaux ont une oxydabilité plus élevée (3 à 7 mg/l d'oxygène); elles sont donc plus riches en substances organiques dissoutes (fig. 2).

C'est la plus vaste collection d'eau étudiée dans la région parisienne. Il s'étend sur 1 km, couvre environ 28 hectares et a une

profondeur moyenne de 2,5 à 3 mètres. Il paraît alimenté uniquement par les eaux météoriques et telluriques ruisselant sur sols forestiers et canalisées par trois ruisseaux dont un au moins draine les eaux provenant de plaines en cultures (M. LEFÈVRE, communication verbale).

Cet étang a été étudié en 1954 (FARRUGIA, *loc. cit.*, Tableau XVIII) puis en 1961-1962 (Tableau 9). La comparaison des analyses chimiques effectuées sur des eaux régulièrement prélevées au même endroit, à sept ans d'intervalle montre une légère mais certaine eutrophisation : de neutre et fixe le pH devient franchement alcalin et plus variable, les teneurs en sels dissous totaux, en alcalinoterreux et en nitrates sont en nette augmentation de même que l'oxydabilité. Ceci résulte peut-être de l'évolution naturelle de l'étang mais probablement aussi, et surtout, de l'utilisation de procédés artificiels en vue d'améliorer le rendement piscicole (faucardements, entre autres), ainsi que du déversement de déchets organiques allochtones (appât des pêcheurs, détritux des campeurs). Les populations planctoniques sont qualitativement très semblables dans leur composition en 1961-1962 et en 1954; une étude du peuplement végétal faite par LEFÈVRE (1941, communication verbale) le montre également identique à cette époque.

Nous manquons malheureusement de données quantitatives globales pour pouvoir porter un jugement à cet égard.

La tête de l'étang et quelques criques naturelles sont envahies par les phanérogames aquatiques : *Nymphaea alba*, *Ranunculus aquatilis*, *Myriophyllum*, *Phragmites communis*; l'étendue de cette zone peu profonde, varie considérablement selon la pluviométrie; elle est bien entendu minimum en période chaude.

Les eaux de l'étang ont été analysées en deux emplacements diamétralement opposés et de caractéristiques nettement différentes. Le premier est situé à proximité de la bonde, près des rives mais en eau libre (Tableau 9), le second en tête au milieu de la zone herbacée (Tableau 10). La confrontation des résultats des analyses chimiques indique quelques différences : dans la zone à herbiers, l'amplitude et la rapidité des variations thermiques est plus grande (ce qui est normal du fait de sa profondeur plus faible), l'oxydabilité y est souvent un peu plus élevée, ainsi que la teneur en sels dissous.

Si les qualités des eaux en ces deux points sont assez proches, les peuplements en micro-organismes diffèrent nettement, comme il était possible de le prévoir.

Examinons tout d'abord les populations récoltées près de la bonde (Tableau 18). Elles sont essentiellement composées d'espèces planctoniques auxquelles se joignent quelques espèces accidentelles.

Phytoplancton : Chrysophycées (*Mallomonas* abondant à la fin de l'hiver), Périдиниens (*Ceratium hirundinella*, dominant pendant la période estivale), Diatomées (*Synedra*, *Asterionella*, *Melosira*, *Cyclotella*) sont les plus communes; quelques Eugléniens (*Euglena acus*, *Phacus pleuronectes*, *Trachelomonas* sp. plur.) de rares Volvocales (*Eudorina*, *Volvox*) très rares Chlorococcales et une Xanthophycée (*Botryococcus brauni*) s'y rencontrent parfois.

Zooplancton : Assez nombreuses espèces de Rotifères (environ 25 espèces pélagiques), Copépodes, Cyclopidés et Diaptomides, Cladocères (2 espèces : *Daphnia cucullata*, *Ceriodaphnia* sp.) et Ciliés (Tintinnides).

Les populations de la zone à herbiers comprennent les espèces euplanctoniques les plus fréquentes mais en moins grand nombre, quelques espèces héléoplanctoniques en abondance variable et de nombreuses espèces benthiques.

Microflore : *Mallomonas*, *Ceratium hirundinella*, Diatomées de même qu'à la bonde mais aussi une autre Chrysophycée (*Synura uvella*) abondante en période froide, des Volvocales quantitativement plus importantes surtout en période froide (*Eudorina elegans*, *Gonium pectorale*, *Chlamydomonas*) et des Algues filamenteuses (*Cladophora*, *Spirogyra*, *Stigeoclonium*, *Hormidium*).

Microfaune : Aux Crustacés planctoniques viennent s'adjoindre des Harpacticides, des Chydorides et des Ostracodes. La plupart des Rotifères du plancton s'y trouvent à l'état plus sporadique. Abondance en période froide de : *Resticula gelida*, *Gastropus hyptopus*, *Ascomorpha ecaudis*; présence en octobre de plusieurs individus d'une espèce peu commune : *Asplanchnopus multiceps*. Pendant la période chaude les herbiers sont riches en espèces littorales. Au mois de juin 1961 (pH 7,0 - température 23°) nous avons relevé la présence d'au moins une trentaine d'espèces dont nous donnons la liste à titre d'exemple :

Brachionidae : *Euchlanis dilatata*, *Lophocharis salpina* (Ehrb.), *Mytilina ventralis*, *Platyas patulus*, *Trichotria tetractis*, *Colurella bicuspidata* (Ehrb.).

Lecanidae : *Lecane lunaris*, *Proales fallaciosa*.

Notommatidae : *Cephalodella forficula* (Ehrb.), *Cephalodella* sp. plur., *Pleurotrocha petromyzon*, *Resticula melandocus*, *Enteroplea lacustris*, *Notommata glyphura*, *Itura myersi*, *I. aurita* (Ehrb.).

Dicranophoridae : *Dicranophorus caudatus* (Ehrb.), *Taphrocampa selenura* (Gosse), *Encentrum* sp.

Trichoercidae : *Trichocerca rattus*, *T. weberi* (Jennings).

Testudinellidae : *Testudinella patina*, *T. mucronata*.

Bdelloïdea : *Dissotrocha aculeata*, *Philodina citrina*, *P. megalotrocha*, *Rotaria rotatoria*, *R. tardigrada*.

D) EAUX A pH ACIDE, FAIBLEMENT MINÉRALISÉES, PAUVRES EN CALCIUM, MAIS RICHES EN SUBSTANCES ORGANIQUES D'ORIGINE VÉGÉTALE (acides humolimniques), ALLOCHTONE (issues de la décomposition des feuilles des arbres voisins) ET AUTOCHTONE (résultant du métabolisme des organismes végétaux et de leur décomposition). Ce sont les étangs et mares de forêts qui forment un groupe aux caractères très cohérents.

La Bonne Mare près de Greffiers; 1962.

De 0,3 hectare de superficie; elle pourrait être assimilée aux petits lacs humiques tels qu'ils sont définis dans la littérature limnologique. Elle est alimentée par des sources (fig. 2).

Ses eaux sont toujours de couleur légèrement brun-jaune; nettement acides, ce sont les moins minéralisées de tout le domaine exploré : pauvreté en alcalinoterreux, en chlorures (4 à 12 mg/l), en sulfates (3 à 11 mg/l). Tableau 11.

Par contre elles sont riches en matières organiques provenant pour la plus grande part, de la décomposition du tapis végétal de feuilles mortes (essentiellement de chênes) qui l'envahissent à la fin de l'automne. Le cycle annuel des matières organiques y présente un cas particulier (cf. p. 56).

Végétation supérieure très réduite (quelques rares *Nymphaea alba*).

Microflore : Chrysophycées, Conjuguées, Périдиниens dominant avec une Chloromonadale (*Gonyostomum semen*), une Xanthophycée (*Botryococcus brauni*), des Chlorococcales (*Oocystis*, *Crucigenia tetrapedia*, *C. fenestrata*) et quelques Eugléniens d'eaux peu calcaïques (*Euglena acus*, *Phacus glaber*, *P. hispidula*, *P. helicoïdes*, diverses espèces de *Trachelomonas*).

Microfaune : Dominance des Rotifères et d'un Cladocère (*Ceriodaphnia*); présence de Chydorides et de Cyclopidés. Tableau 19.

L'étang de Coupe-Gorge près de Ramhonillet; 1955.

Sa superficie est de 3,5 hectares environ et sa profondeur moyenne de 1,5 m. Il est alimenté par des eaux de pluie et de ruissellement sur sols forestiers, canalisées en une large et peu profonde nappe liquide formant la tête de l'étang. Bordé de chênes et de sapins (fig. 2).

Ses eaux sont jaunâtres, peu minéralisées, très pauvres en calcium (cf. FARRUGIA, 1960. Tableau XVI) et très légèrement acides le plus souvent.

La végétation supérieure est composée de *Nymphaea alba* au centre de l'étang, d'un tapis de *Fontinalis antipyretica* et de *Ranunculus aquatilis*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium*, *Nitella* à la tête de l'étang.

Les recherches entreprises durant l'année 1955 portaient essentiellement sur l'étude du plancton récolté à proximité de la bonde de l'étang.

Phytoplancton : Chrysophycées (*Dinobryon* dominant en octobre et décembre, *Mallomonas*), Cyanophycées (fleur d'eau à *Microcystis flos-aquae*, *Coelosphaerium* en janvier), Diatomées (*Synedra*, *Asterionella*, *Melosira*), une Volvocale (*Volvox maximum* en avril), quelques Desmidiées et Péridiniens (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium bipes*, *P. villei*), rares Euglènes et Chlorococcales.

Zooplancton : Rotifères communs : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Synchaeta pectinata*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. euryptera*, *Filinia major*, *Conochiloides coenobasis*; en moindre nombre *Asplanchna priodonta*, *Gastropus hyptopus*, *Trichocerca cylindrica*, rares *Chromogaster ovalis*. Copépodes et Cladocères (*Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Sida cristallina* et *Diaphanosoma brachyurum*) également communs.

Dans les herbiers visités à plusieurs reprises en 1960-1961 nous avons récolté une abondante population de *Conochilus hippocrepis* (en octobre 1960) et quelques exemplaires de *Notommata copeus*, *N. collaris*, *N. pseudocerberus*, *Trichocerca myersi* (Hauer), *Dissostricha aculeata*, *Rotaria rotatoria*.

« Le Trou »; 1955.

C'est une mare de 50 mètres de diamètre environ, de 1,5 à 2 m de profondeur. Ses eaux d'origine météorique sont légèrement acides en général, faiblement minéralisées (FARRUGIA, 1960 - Tableau XVII) (fig. 2).

La végétation phanérogamique consiste en une ceinture plus ou moins régulière de *Typha* et quelques plages de *Nymphaea alba* et *Potamogeton natans*.

Microflore : Chrysophycées (*Dinobryon*, *Synura*), Cyanophycées (*Coelosphaerium*, *Chroococcus*), Conjuguées (*Arthrodesmus*, *Staurastrum*, *Zygnema*, *Spirogyra*), Péridiniens, quelques Chlorococcales (*Selenastrum*, *Scenedesmus*), Eugléniens (*Euglena acus*, *Phacus helicoides*) et Diatomées (*Synedra*, *Nitzschia*).

Microfaune : Copépodes Cyclopides et Diaptomides, Cladocères du genre *Bosmina*, un Cilié (*Stentor niger*) abondant au printemps et très nombreux Rotifères : *Keratella cochlearis* et *K. quadrata*, *Brachionus angularis*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera* et *P. euryptera*, *Synchaeta pectinata*, *Trichocerca cylindrica*, *Filinia passa*, *Pedalia mira*, *Conochiloides coenobasis*, *Collotheca mutabilis* (Hudson) sont les plus communs; rares *Brachionus falcatus*, *B. calyciflorus*, *Kellicottia longispina*, *Gastropus hyptopus*, *Trichocerca similis* (POURRIOT, 1957a).

Une petite mare dans la forêt de Chevreuse; 1962.

Superficie: environ 10 × 5 mètres. Située dans un territoire boisé (châtaigniers, sapins, noisetiers, etc.) différent de la précédente, elle est chimiquement analogue à celle-ci : Tableau 12.

Elle est assez encombrée par les phanérogames : *Phragmites*, *Utricularia*, *Potamogeton natans*, *Chara foetida*. Des observations moins régulières ont été faites sur quelques autres petites mares du même type situées à proximité.

Microflore : Conjuguées dominantes (*Micrasterias apiculata*, *Staurastrum furcigerum*, *Xanthidium antilopeum*, *Netrium digitus*, plusieurs espèces de *Cosmarium* et *Closterium*, *Desmidium cylindricum*, *Hyalotheca mucosa*, *Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*) accompagnées de Volvocales (*Volvox*, *Eudorina elegans*), Péridiniens (*Peridinium bipes*, *Ceratium cornutum*, *Gymnodinium fuscum*) et quelques Diatomées.

Microfaune : Diaptomides, Chydorides, un Cilié très commun (*Stentor niger*) et Rotifères : *Notommata pseudocerberus*, *N. codonella*, *N. copeus*, *Philodina megalotrocha*, *P. citrina*, *Rotaria rotatoria*, et quelques espèces planctoniques : *Synchaeta pectinata*, *S. tremula* plus rare, *Chromogaster ovalis*, *Keratella valga* et *Pedalia mira*, toutes deux à l'état sporadique.

Dans une troisième petite mare, à quelques mètres de la précédente, la végétation phanérogamique est limitée aux *Potamogeton natans* et *Utricularia*, sur lesquels prolifèrent, en période chaude, *Melicerta conifera*. Utriculaires et Potamots disparaissent en période froide et le plancton hivernal y est composé de Chrysophycées (*Uroglena*, *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura*), *Peridinium bipes* et quelques Desmidiales et d'une abondante population de *Keratella valga* (analogie avec la « Bonne Mare »).

E) LES TOURBIÈRES À *Sphagnum*

Eaux très acides, peu minéralisées, très riches en matières organiques d'origine végétale essentiellement autochtone (excrétion et décomposition partielle de la flore aquatique présente). La forte teneur en acides humolimniques colore les eaux en brun-jaune; l'intensité de la coloration est parfois telle qu'elle est une gêne dans le dosage par colorimétrie de certains éléments (magnésium, composés nitrés).

Deux tourbières ont été étudiées l'une en Seine-et-Oise et l'autre en Sologne, toutes deux de 100 à 150 m² de superficie.

Tourbière de la Cerisaie près de Poigny; 1962.

Située au milieu d'une lande à *Erica tetralix* et *Myrica gale*, bordée par quelques bouleaux elle comprend un fossé semi-circulaire plus ou moins séparé du reste par des parties exondées et une partie centrale de faible profondeur qui n'est immergée qu'aux périodes les plus humides. Dès qu'elle émerge les *Drosera* s'y installent (fig. 2).

Une description détaillée de cette tourbière ainsi qu'une étude de la microfaune pendant l'année 1958 a été fournie par J. BATUT (sous presse).

La tourbière s'assèche généralement en été, ou est tout au moins réduite à quelques coussinets de sphaignes imbibées d'eau.

Le tableau 13 résume les principaux résultats des analyses chimiques auxquels nous ajouterons les données de dosages moins fréquents : alcalinité en CO₃⁻⁻ : 7,3 à 10,6 mg/l; sulfates en SO₃⁻⁻ : 6 à 7 mg/l; chlorures en Cl⁻ : 8,8 à 12,4 mg/l.

Outre diverses espèces de *Sphagnum*, la flore macroscopique comprend des *Potamogeton* peuplant l'eau libre.

Microflore : Chrysophycées (*Chromulina*, *Mallomonas*), Périidiens, Desmidiées, Volvocales (*Carteria globosa*), Eugléniens (*Trachelomonas*) et une Chloromonadale (*Gonyostomum semen*).

Microfaune : Assez nombreuses espèces de Rotifères; quelques-unes peuvent atteindre une grande abondance (*Brachionus urceolaris* v. *sericus* en juin, juste avant l'assèchement). Présence aussi d'Harpacticides, Cyclopidés, Daphnidés (*Daphnia obtusa*), Chydoridés ainsi que d'Ostracodes et de Rhizopodes. Tableau 20.

Au total une faune et une flore assez riche au moins à certaines époques.

Tourbière de Grandvaux près de Brinon-sur-Sauldre; 1961-63.

Elle a un faciès voisin de la précédente : faible étendue, flaque centrale peuplée de *Potamogeton* et entourée d'un tapis de *Sphagnum* (fig. 3).

La période d'assèchement est généralement plus étendue que celle de la tourbière de la Cerisaie; en 1962, l'à-sec a duré de la mi-juillet jusqu'à la fin octobre environ.

Au cours des années 1961 et 1962 il n'a pu être effectué qu'une demi-douzaine d'analyses dont voici succinctement les résultats :
pH : 4,4 à 6,1. Oxydabilité en O_2 : 10 à 22 mg/l.

Alcalinoterreux en Ca^{++} : 10,4 à 14,4 mg/l.

Phosphates en PO_4^{---} : traces à 0,85 mg/l.

Azote ammoniacal : traces à 0,5 mg/l; azote nitreux : 0; azote nitrique 0 à 1,6 mg/l.

Sulfates en SO_3^{--} : 9,5 à 17,6 mg/l; chlorures en Cl^- : 6 à 10,6 mg/l.

Alcalinité en CO_3^{--} : 7,5 à 13,5 mg/l.

Extrait sec à 180° : 64 à 132 mg/l.

Microflore : Conjuguées constantes et dominantes : *Zygnema*, *Mougeotia*, *Desmidium schwartzii*, *D. cylindricum*, *Hyalotheca mucosa*, *Micrasterias rotata*, *Xanthidium antilopeum*, *Pleurotaenium ehrenbergi*, *P. trabecula*, *Closterium lunula*, *C. juncidum*, *C. intermedium*, *C. kutzingi*, *Euastrum sp.*, plusieurs espèces de *Cosmarium* et *Staurastrum*. Selon les époques elles sont accompagnées de Péridiniens (*Peridinium umbonatum v. inaequale*, *P. cinctum*, *P. palustre*), Chrysophycées (*Syncrypta volvox*, *Mallomonas*), Volvocales (*Chlamydomonas*, *Eudorina elegans*), Chloromonadale (*Gonyostomum semen*), Diatomées (*Pinnularia viridis*), ou Eugléniens du genre *Trachelomonas* et d'une Chlorococcale d'eaux acides (*Eremosphaera viridis*).

Microfaune : Copépodes Cyclopidés et Harpacticidés, Ostracodes, Rhizopodes et Turbellariés (*Datyella viridis*); nombreuses espèces de Rotifères, quelques-unes parfois en abondance; plus riche que la précédente.

Etant donné l'intérêt écologique de ces biotopes (présence d'espèces peu communes, conditions de vie particulières) nous avons établi ci-dessous un tableau comparatif des deux faunules rotifériennes; il faudrait y ajouter plusieurs espèces des genres *Cephalodella*, *Colurella*, *Lecane* que nous n'avons pas déterminées, vu leur extrême diversité dans ces milieux (tableau 21).

En dépit de leur acidité et de leur faible minéralisation, ces deux tourbières sont loin d'être peu peuplées; les macrophytes y sont

souvent exubérants et la diversité des espèces microscopiques n'est pas dans tous les cas corrélative d'une pauvreté en individus; nous partageons totalement sur ce point l'opinion de VILLERET (1955) qui constate la profusion de vie des tourbières à Sphaignes de Bretagne et conclut que si les eaux sont oligocalciques, elles ne sont sûrement pas oligotrophes.

La diversité des espèces d'Algues et d'animaux microscopiques dans les tourbières à Sphaignes s'oppose généralement à la dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces contrairement à ce qui se passe dans les eaux « eutrophes ». Dans celles-ci où le nombre d'espèces est plus réduit, il est fréquent que deux ou trois (voire une seule) espèces arrivent à dominer au point d'éliminer toutes les autres (cas des « fleurs d'eau » algales).

*
**

En dehors des différences ou des analogies relevées d'une collection d'eau à l'autre, ou d'un groupe à un autre, nous avons noté une différence d'ordre à la fois écologique et géographique. La teneur en alcalinoterreux des collections d'eau que nous avons étudié en Sologne, est relativement élevée pour des eaux situées sur un substratum uniforme d'argiles et de sables. Cette teneur est due à l'action de l'homme : déversement de marnes dans les Canaux et l'étang du Puits, de chaux dans l'étang des Brosses. Cet enrichissement en calcaire leur confère un caractère particulier.

Les collections d'eau de Sologne étudiées dans ce travail sont pauvres en Rotifères (exception faite pour *Asplanchna priodonta*); le zooplancton y est essentiellement constitué d'Entomostracés. Il est intéressant de noter corrélativement :

1) La faible oxydabilité de ces eaux; les teneurs en oxygène emprunté au permanganate sont les plus basses que nous ayons rencontrées.

2) Une fréquente pauvreté en Algues nannoplanctoniques (seules quelques Chrysophycées y sont parfois abondantes : *Mallomonas caudata* à l'étang des Brosses en octobre 1961). En particulier les Chlorococcales et petites Volvocales y sont rares; les Eugléniens présents sont des espèces de grandes tailles, à membrane épaisse (d'où difficilement digestibles) telle qu'*Euglena acus*.

II. ÉTUDE DES VARIATIONS SAISONNIÈRES
DE QUELQUES FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES
DANS DIFFÉRENTS TYPES
DE COLLECTIONS D'EAUX STAGNANTES

Afin de rendre plus facile la lecture des tableaux d'analyses chimiques, nous avons groupé sur un graphique les résultats des mesures ou dosages effectués dans les eaux naturelles les plus régulièrement suivies et ce, pour chacun des facteurs.

A) L'OXYGÈNE DISSOUS

De nombreux dosages d'oxygène ont été faits dans les lacs. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les collections de faible ou moyenne étendue sur lesquelles les études de ce genre sont relativement peu répandues.

La solubilité des gaz dans l'eau varie avec la température : le degré de saturation est d'autant plus élevé que la température est plus basse. Sur la figure 4, nous avons porté non la teneur en oxygène mais le pourcentage de saturation qui est plus révélateur de l'équilibre gazeux air-eau. La correction d'altitude a été faite sur la base de 100 m, altitude moyenne (MORTIMER, 1956).

Les hauts pourcentages de sursaturation sont bien entendu consécutifs à une abondance en organismes chlorophylliens, micro- ou macrophytes.

La tourbière à *Sphagnum* de la Cerisaie mise à part, toutes les collections d'eau présentent un maximum en avril et un second maximum (sauf la mare la Cave) plus important en juin-juillet; tous deux correspondent à l'établissement de conditions favorables à l'assimilation chlorophyllienne (ensoleillement, température...).

A la mare la Cave, le pic d'avril, très élevé, est dû à l'abondance du phytoplancton hivernal à Eugléniens et Chlorococcales; puis de mai à octobre s'installe une population dominante de *Daphnia magna*.

Sa consommation d'oxygène alliée à celle des organismes du fond vaseux, provoque un déficit en oxygène qui se maintient pendant cette période.

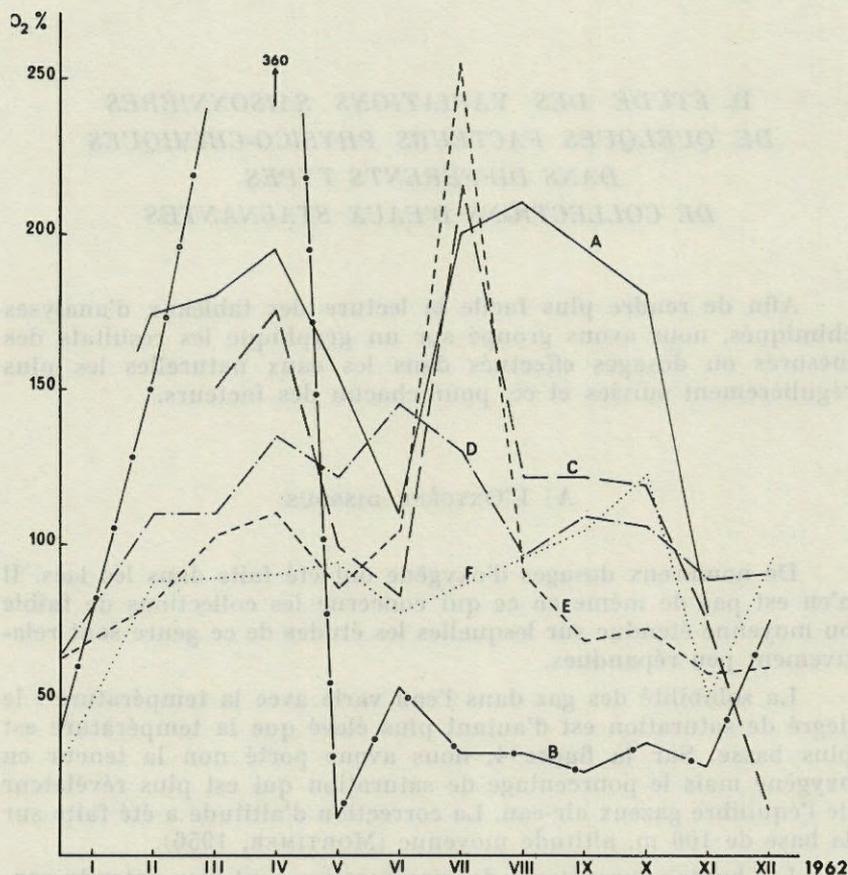


Fig. 4. — Variations annuelles de l'oxygène dissous. A : Mare de St-Aubin (mare de ferme); B : Mare de la Cave (mare de ferme); C : Etang de Vaugien; D : Etang de la Tour; E : Bonne Mare; F : Tourbière de la Cerisaie.

B) LES VARIATIONS DU pH

Nous n'essaierons pas d'interpréter les variations de pH dans les eaux contenant des substances humolimniques qui jouent le rôle de tampon et masquent ainsi les échanges ioniques : tel est le cas de la tourbière de la Cerisaie, de la Bonne Mare, de l'étang de Coupe-Gorge, dont les eaux, après filtration, sont toujours plus ou moins brun-jaunes.

Dans les autres collections d'eau, le pH est toujours plus élevé aux époques où existe un abondant phytoplancton. A l'étang de la

Tour, de juin à septembre, domine *Ceratium hirundinella*. La moyenne du pH est de 8,2 pendant cette période alors qu'elle est de 7,3 le reste de l'année. Figure 5.

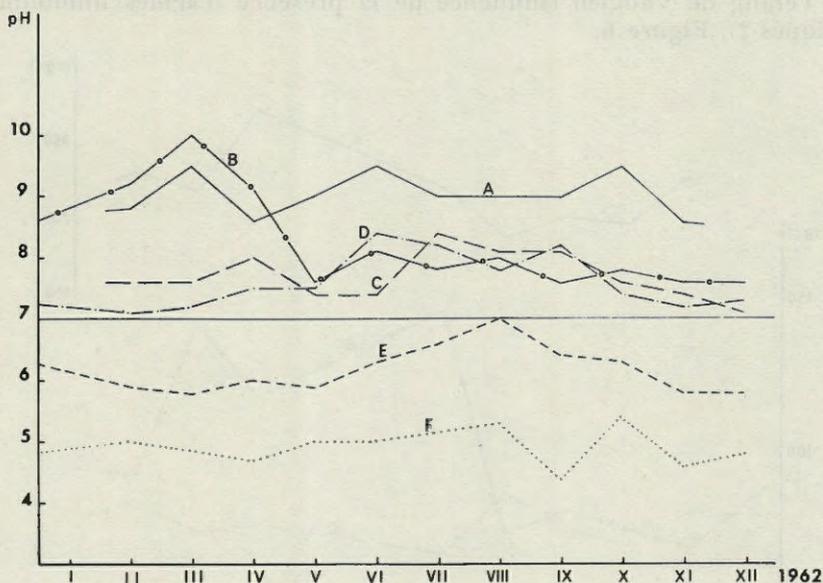


Fig. 5. — Variations annuelles du pH (Même légende qu'en fig. 4).

A la mare La Cave des pH supérieurs à 9 s'observent quand dominant Eugléniens et Chlorococcales (mars-avril). Après leur destruction par les Rotifères et *Daphnia magna* qui envahissent la mare, le pH n'oscillera plus que de 7,6 à 7,8 environ.

De même à Saint-Aubin où un abondant phytoplancton subsiste toute l'année 1962, le pH demeure élevé. En mai 1963, le phytoplancton réduit a fait place à un zooplancton de *D. magna*; le pH est alors tombé à 7,4.

Les variations du pH peuvent donc être considérées, dans ces dernières collections d'eau seulement, comme exprimant les déplacements de l'équilibre entre carbonates, bicarbonates et gaz carbonique dissous.

C) LES VARIATIONS DES ALCALINOTERREUX

La figure 6 met en évidence l'existence d'un groupe d'eaux très peu calciques et d'un groupe d'eaux nettement plus chargées en

alcalinoterreux. Dans le premier groupe, qui comprend les eaux humiques acides les variations de la dureté de l'eau restent faibles. Dans le second groupe elles sont nettement plus importantes sauf à l'étang de Vaugien (influence de la présence d'acides humolimiques ?). Figure 6.

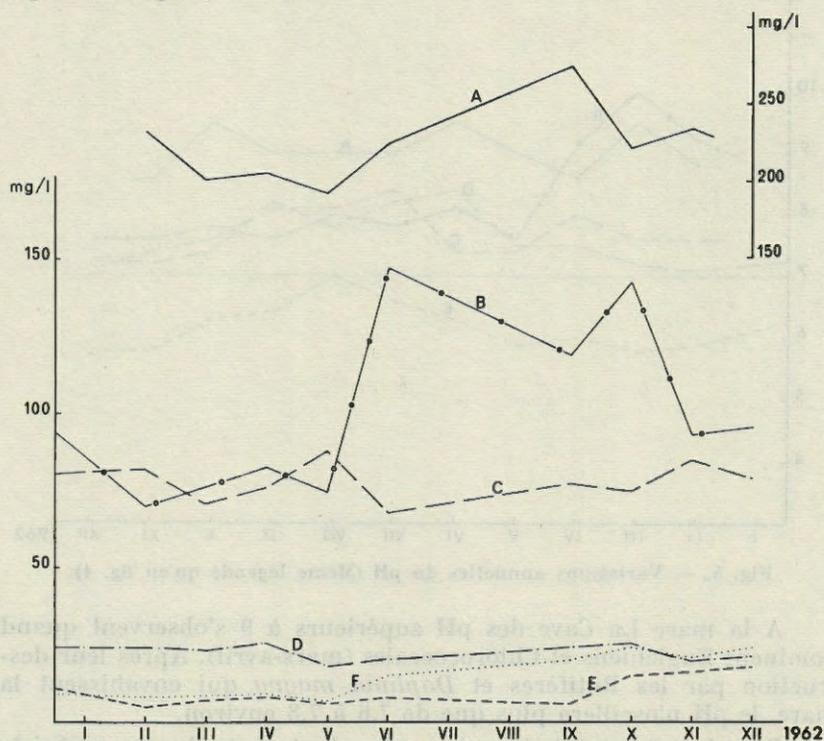


Fig. 6. — Variations annuelles des alcalino-terreux (Même légende qu'en fig. 4).

A la mare La Cave les variations des alcalinoterreux qui expriment surtout celles du calcium sont remarquables. De juin à octobre, la teneur en alcalinoterreux montre un net palier plus élevé par rapport au reste de l'année. Sans en tirer de relation directe, nous avons constaté que cette période correspondait à l'installation de la population de *Daphnia magna*.

D) LES VARIATIONS DE L'EXTRAIT SEC A 180°

D'un étang à l'autre, l'ordre de grandeur de l'extrait sec varie à peu près parallèlement à la teneur en alcalinoterreux. Figure 7.

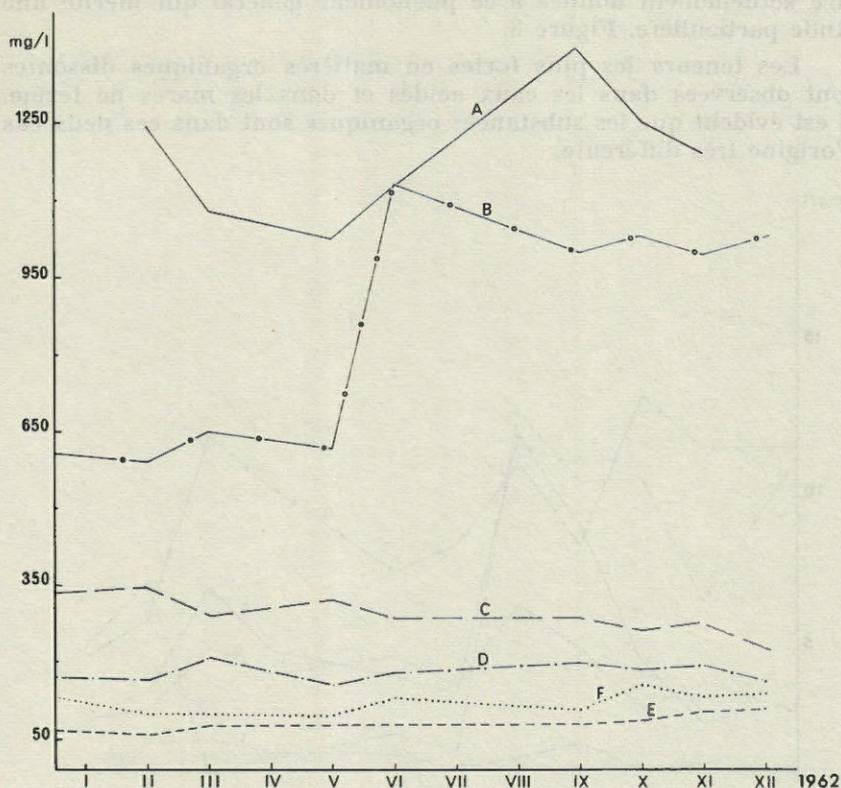


Fig. 7. — Variations annuelles des extraits secs (Même légende qu'en fig. 4).

Dans une collection d'eau chargée en calcium, il existe aussi un certain parallélisme entre les variations de l'extrait sec et celles des alcalinoterreux, ce qui n'a rien de surprenant, ceux-ci fournissant le plus souvent la masse la plus importante de l'extrait.

E) LES VARIATIONS DE L'OXYDABILITÉ

D'une façon très générale, le cycle de l'oxydabilité présente deux maxima apparaissant dans presque toutes les eaux, à la même époque, le premier au printemps (en mai le plus souvent), le second à l'automne (en octobre). Nos observations sur ce point, concordent avec celles de FARRUGIA (1960). Aucune explication valable ne peut

être actuellement donnée à ce phénomène général qui mérite une étude particulière. Figure 8.

Les teneurs les plus fortes en matières organiques dissoutes sont observées dans les eaux acides et dans les mares de ferme. Il est évident que les substances organiques sont dans ces deux cas d'origine très différente.

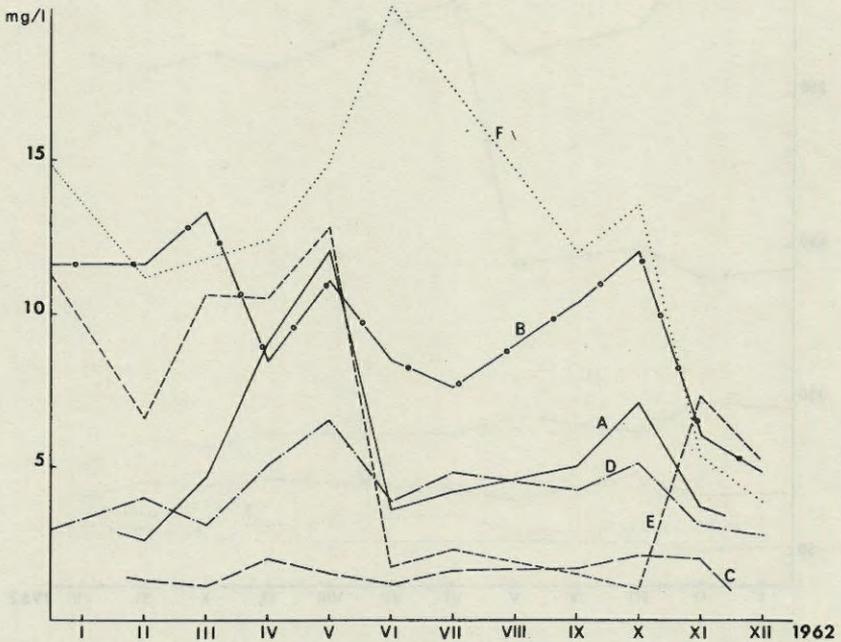


Fig. 8. — Variations annuelles de l'oxydabilité (Même légende qu'en fig. 4).

Un fait singulier concernant le cycle annuel des matières organiques dissoutes a été noté à la Bonne Mare : de novembre 1961 à mai 1962, l'oxydabilité de l'eau filtrée est assez élevée et révèle une teneur notable en matières organiques dissoutes; cette oxydabilité tombe brusquement en juin au $1/5^{\circ}$ de sa valeur pour ne remonter qu'en novembre 1962. Or pendant cette période — juin à octobre — nous avons constaté que l'eau filtrait fort mal au travers des mailles du filet à plancton et que les parois de ce dernier étaient visqueuses; aucun élément figuré ne pouvait être rendu responsable de ce fait.

Cette observation rapprochée de l'abaissement considérable de l'oxydabilité de l'eau filtrée pendant la période chaude induit à conclure au passage des matières organiques de l'état dissous à l'état colloïdal (probablement par suite de leur concentration corré-

lative à la diminution du volume d'eau pendant la période de faible pluviosité).

— *Essai de corrélation des variations des différents facteurs dans un cas simple.*

La corrélation des variations du pH, de l'oxygène dissous, des alcalinoterreux et des microorganismes, est la plus nette à la mare La Cave :

En mars 1962, alors que la mare est envahie par un abondant phytoplancton à Eugléniens, la sursaturation en oxygène dissous atteint son maximum, de même que le pH. Ces deux maxima se maintiennent jusqu'en avril où le phytoplancton se compose surtout de Chlorococcales.

En avril, du fait de la température plus clémente, les Eugléniens ont été éliminés par les Rotifères qui avec les Daphnies vont exterminer également les Chlorococcales. La teneur en alcalinoterreux pendant ce temps varie peu autour d'un niveau moyen.

En mai alors que phytoplancton a fait place à un zooplancton à *Daphnia magna*, la teneur en oxygène dissous s'abaisse brutalement (la saturation n'est plus que de 12 p. 100), de même que le pH.

De mai à juin la teneur en alcalinoterreux s'accroît nettement, probablement à la suite de la dissolution de bicarbonates de calcium sous l'influence de l'accumulation du CO₂ libéré par Bactéries et animaux et utilisé seulement partiellement par les quelques Algues subsistant.

En octobre la population de *D. magna* a disparu; une nouvelle pulsation du phytoplancton à Eugléniens va apparaître et se traduit en novembre par une diminution de la teneur en calcium (qui s'abaissera de nouveau jusqu'à 70 mg/l en mars 1963) et à partir de novembre par l'augmentation du taux d'oxygène dissous; l'élévation du pH suivra ultérieurement pour atteindre 9,4 en mars 1963. Pendant l'hiver, la température est trop basse pour que les Rotifères présents puissent éliminer le phytoplancton.

L'interprétation des variations des conditions physicochimiques est assez facile en raison de la succession nette phytoplancton - zooplancton - phytoplancton et du caractère du biotope très calcique et non humique. Nous n'essaierons pas d'interpréter ces variations dans les autres biotopes bien plus complexes.

TABEAU 1
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Mare du Moulon	13.11.61	6.2.62	12.3.62	9.4.62	12.6.62	3.9.62	2.10.62	6.11.62
pH	7,2	7,4	8,5	9	7,2	7,2	7,0	6,8
Température en degré C.	6,5	8	7	10	18	18	16	9
Oxygène dissous	3,6	14,2	24,4	27,4	1,1	0,8	0	1,8
Oxydabilité en O ₂	8,2	3,8	4,6	6,8	9,6	18,9	22,3	5
Alcalino-terreux en Ca ⁺⁺	88	170,4	119,6	112	148,8	121,6	96,8	48
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	7,5	3,6	1	1,4	14,5	6	3,2	3,75
Azote ammoniacal en NH ₃	10	4	0	0	6,4	2,4	0,9	2,8
Azote nitreux en NO ₂ ⁻	18	18	32,8	8,2	1	0	0,6	4,4
Azote nitrique en NO ₃ ⁻	1,85	8,8	10,6	5,5	0	0	0,8	traces
Extrait sec à 180°	600	819	701	-	854	965	786	473

TABLEAU 2
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Petit étang de La Madeleine	6.2 1962	12.3 1962	9.4 1962	14.5 1962	12.6 1962	16.7 1962	3.9 1962	2.10 1962	6.11 1962
pH	7,4	7,8	7,4	7,4	7,6	7,4	7,5	7,7	7,4
Température en degré C.	7,5	6	9,5	12	16	19	19,5	16	10
Oxygène dissous	10,1	14,2	10,2	2,8	2,1	1,9	1,1	4,5	5,8
Oxydabilité en O ₂	2	3,5	5,5	6	3,2	5	6	4	5,7
Alcalino-terreux en Ca ⁺⁺	86,4	81,6	88,4	81,6	103,2	-	107,2	108	94
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	1,3	1,2	0,7	0,2	14	9,2	6	3,6	5,8
Azote ammoniacal en NH ₃	2	1,6	1	3	7	3,2	1,9	0,9	8
Azote nitreux en NO ₂	15	65,6	12,2	8,2	2,2	1,6	tra- ces	0,3	8
Azote nitrique en NO ₃	11	10,6	11,75	8,8	0	0	0	0,7	4,4
Extrait sec à 180°	391	368	-	345	446	-	530	560	326

TABLEAU 3
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Mare La Cave	6.11 1961	18.12 1961	12.2 1962	19.3 1962	24.4 1962	21.5 1962	18.6 1962	16.7 1962	10.9 1962	8.10 1962	12.11 1962	17.12 1962
pH	7,9	8,4	9,2	10	9,1	7,6	8,1	7,8	7,6	7,8	7,6	7,6
Température en degré C.	6,5	3	6	4	18	13	23	18	17	12,5	7	5
Oxygène dissous	3	0,3	18,6	-	33	1,2	4,5	3	2,5	5,7	3,3	9,1
Oxydabilité en O ₂	7,2	11,6	11,5	13,2	8,4	11	8,5	7,6	10,3	12	6	4,8
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	105	102	70	70,8	83,2	73,6	147,6	-	118,8	142,4	92,6	95,9
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	13	9,4	9	3,6	3	1	7,8	6,15	9,6	8	3,75	2,1
Azote ammo- niacal en NH ₃	2	3	4	1,7	0,8	1,2	7	5,6	3,2	0,9	1,5	0,8
Azote ni- treux en NO ₂ ⁻	1,6	2,1	24	33	22	18	6	2,5	5,2	3,2	2,6	1,5
Azote ni- trique en NO ₃ ⁻	0	0,2	4,8	15,4	1,7	4,4	tra- ces	0,3	0	1,3	1	4,4
Extrait sec à 180°	722	614	593	650	-	612	1.127	-	997	1.030	984	1.021

TABLEAU 4
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Mare de St Aubin	13.11 1961	6.2 1962	12.3 1962	9.4 1962	14.5 1962	12.6 1962	16.7 1962	3.9 1962	2.10 1962	6.11 1962
pH	8,8	8,8	9,5	8,6	9	9,5	9	9	9,5	8,6
Température en degré C	6,5	7	7	10	13	20	19	21	18	10
Oxygène dissous	8,2	20,7	21,2	21,2	15,5	9,6	17,8	-	16,6	8,5
Oxydabilité en O ₂	4,7	2,6	4,6	9	12	3,5	4,2	5	7,1	3,7
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	192	202	233	206	192	224	-	268	222	234
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	1,3	1,3	0,7	0,32	0	0,35	0,5	1,8	0,9	3,5
Azote ammo- niacal en NH ₃	tra- ces	0	0	0	0,7	0	0	0	tra- ces	0
Azote nitreux en NO ₂	2,1	2,2	5,2	3,6	4,8	0	tra- ces	0	tra- ces	0
Azote ni- trique en NO ₃	0,6	5,3	0	0	tra- ces	0	0	0	0,4	0
Extrait sec à 180°	1 087	1 245	1 176	-	1 025	1 122	-	1 395	1 256	1 190

TABEAU 5
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Petit étang de Prairie "B"	10.9.62	3.10.62	6.11.62	29.4.63	27.5.63	24.6.63	15.7.63
pH	7,2	7,1	7,6	8,2	7,6	7,4	7,2
Température en degré C.	15	14,5	9	16	17	18	18
Oxydabilité en O ₂	11	10,1	2,7	3,3	3,9	7,3	7,6
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	97,2	94,8	95	67,4	118,5	118,8	116,5
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	1,2	1,1	0,8	0	0,07	0,5	0,3
Azote ammo- niacal en NH ₃	5,4	3,2	0	0,3	traces	0,25	0,4
Azote ni- treux en NO ₂ ⁻	7,7	5	1	0	0,01	0	0
Azote ni- trique en NO ₃ ⁻	0	4,4	0,7	0	0	0	0
Sulfates en SO ₃ ⁻⁻⁻	48,5	44,3	59,8	73,5	67,6	48	56,4
Chlorures en Cl ⁻	30,1	30,1	31,9	34,2	31,2	24,1	27,3
Alcalinité en CO ₃ ⁻⁻⁻	-	137	145,8	58,6	148,8	150	149
Extrait sec à 180°	310	395	392	270	417	389	401

TABLEAU 6
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Petit étang de Prairie C	10.9.62	2.10.62	6.11.62	10.12.62	29.4.63	27.5.63	24.6.63	15.7.63
pH	9	8,7	7,7	7,5	9,2	7,6	8,2	8,2
Température en degré C	17	16	10	3	15,5	19,5	20	20
Oxydabilité en O ₂	6,2	4,7	0,6	0,8	3,7	2,7	2,6	8,0
Alcalino-terreux en Ca ⁺⁺	85,2	72,8	87,5	94,2	122	80,3	97,1	81
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻	0,5	0,4	0,27	0,35	0,04	0,06	traces	traces
Azote ammoniacal en NH ₃	1,2	1,2	0	0	0,4	1	0,9	traces
Azote nitreux en NO ₂ ⁻	traces	0,2	1	0,65	traces	0,01	0,3	traces
Azote nitrique en NO ₃ ⁻	0	0,5	1,5	1,9	0	0	0,4	0
Sulfates en SO ₄ ⁻⁻	34	64	72	42	75	65	42,8	53,6
Chlorures en Cl ⁻	28,4	33,7	30,1	28,4	32,4	30,6	24,7	24,1
Alcalinité en CO ₃ ⁻⁻	-	91,4	120	132	149	79,6	115,1	84,2
Extrait sec à 180°	285	292	298	312	427	296	340	322

TABLEAU 7
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Etang de Vaugien	13.11 1961	8.2 1962	12.3 1962	9.4 1962	14.5 1962	12.6 1962	16.7 1962	3.9 1962	2.10 1962	6.11 1962	10.12 1962
pH	7,3	7,6	7,6	8	7,4	7,4	8,4	8,1	7,6	7,4	7,1
Température en degré C.	7	6	6	10	13	17,5	19	19,5	17	10	3
Oxygène dissous	-	-	18,2	19,2	10	7,6	19,2	10,8	11	8,1	2
Oxydabilité en O ₂	2,1	1,2	1	2	1,5	1,1	1,6	1,7	2,1	2	1
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	80	81,6	71,2	76	88	68,4	-	76,8	74,8	84,2	78,6
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	0,2	0	0,1	0	0,05	0	0	0	0	0	0
Azote ammo- niacal en NH ₃	traces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azote ni- treux en NO ₂ ⁻	4,2	1	4,5	1,2	0,5	0,8	0,5	0,4	tra- ces	0,9	0,4
Azote ni- trique en NO ₃ ⁻	1,85	6	6	3,4	1,2	0,75	0,2	0	0,4	1,8	2,1
Extrait sec à 180°	330	345	292	-	318	284	-	285	259	274	225

TABLEAU 8
Résultats des analyses en milligrammes/litre

	Etang du Puits	Etang des Brosses	Canal à la Bergerie	Canal au Vieux Perrouet	Canal à l'Etang du Puits
pH	8,1 à 8,3	7,5 à 9,5	7,5 à 8,2	7,8 à 8,4	7,6 à 7,9
Oxydabilité en O ₂	1 à 2	2 à 3	1 à 2	1 à 2	1 à 3
Calcium en Ca ⁺⁺	30 à 60	25 à 48	28 à 50	45 à 61	39 à 65
Magnésium en Mg ⁺⁺	0,5 à 2,4	1	1,6	2,4	1,7
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	0	0	0	0	0
Azote ammoniacal en NH ₃	traces	traces	traces	traces	traces
Azote nitreux en NO ₂ ⁻	traces	traces	traces	traces	traces
Azote nitrique en NO ₃ ⁻	1,1 à 3,1	0	0,35 à 1,8	0,75 à 1,7	3,2 à 9,3
Extrait sec à 180°	140 à 206	150 à 205	178 à 208	175 à 196	200 à 240

TABEAU 9
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Etang de la Tour (Bonde)	18.12 1961	12.2 1962	19.3 1962	24.4 1962	21.5 1962	18.6 1962	16.7 1962	10.9 1962	8.10 1962	12.11 1962	10.12 1962
pH	7,3	7,1	7,2	7,5	7,5	8,4	8,2	8,2	7,4	7,2	7,3
Température en degré C.	4	5	4	18	14	23	19	18	17	7	4
Oxygène dissous	6,2	13,5	13,8	12,5	12,1	12	11,8	9,8	9,9	10,4	11,4
Oxydabilité en O ₂	2,6	4	3,1	5	6,5	3,9	4,8	4,2	5,1	3,1	2,8
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	23,9	23,6	23,2	25,2	18,4	20	-	24	25,2	19,9	21
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	traces	0	0	0	tra- ces	0	0	tra- ces	0	tra- ces	0
Azote ammo- niacal en NH ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Azote ni- treux en NO ₂ ⁻	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,5	tra- ces
Azote ni- trique en NO ₃ ⁻	0	8,8	8,8	5,3	1,1	1,2	0,45	0	tra- ces	0	0
Extrait sec à 180°	170	165	205	-	152	174	-	192	183	186	156

TABLEAU 10
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Etang de La Tour (Tête)	18.12 1961	12.2 1962	19.3 1962	24.4 1962	21.5 1962	18.6 1962	16.7 1962	10.9 1962	8.10 1962	12.11 1962	10.12 1962
pH	7	7,1	6,6	8,2	7,5	9	7,6	9,2	7,6	8	6,3
Température en degré C.	3	6	3	18	14	27	19	21	19	6	3
Oxygène dissous	5,6	10	12,4	12	13,1	15,9	13,2	12,1	9,6	11,5	12,6
Oxydabilité en O ₂	3,2	5,1	3,5	6,5	8	3	4,5	3,9	5	3,5	3,1
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	25	26	24,8	26	24	22	-	27	24	21,2	27,9
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	tra- ces	0	0	0	tra- ces	0	0	tra- ces	tra- ces	0	tra- ces
Azote ammo- niacal en NH ₃	0	0	tra- ces	0	0	0	0	0	0	0	0
Azote nitreux en NO ₂ ⁻	0	1	tra- ces	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6
Azote ni- trique en NO ₃ ⁻	0	2,5	2,2	4,1	tra- ces	0,6	tra- ces	0	tra- ces	0	tra- ces
Extrait sec à 180°	186	192	250	-	190	201	-	219	197	202	225

TABLEAU 11
Résultats des analyses en milligrammes/litre

La Bonne Mare	6.11 1961	18.12 1961	12.2 1962	19.3 1962	24.4 1962	21.5 1962	18.6 1962	16.7 1962	10.9 1962	8.10 1962	12.11 1962	17.12 1962
pH	6,1	6,4	5,9	5,8	6	5,9	6,3	6,6	6,4	6,3	5,8	5,8
Température en degré C.	6	2	5	4	15	14	23	18	16	13	6	4
Oxygène dissous	4,4	7,7	9,9	13	10,6	8,5	8,6	23,6	6,5	7,4	7	7,5
Oxydabilité en O ₂	10,4	12,8	6,6	10,6	10,5	12,8	1,75	2,3	1,5	1	7,3	5,2
Alcalino- terreux en Ca ⁺⁺	9,8	12,5	4,8	6,8	7,6	5,6	8	-	6,4	14,8	16,1	18,2
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	0	0	0	0	0	0	0	tra- ces	0,1	tra- ces	0	tra- ces
Azote ammo- niacal en NH ₃	1	1,2	tra- ces	0,3	tra- ces	0	0	tra- ces	0	tra- ces	0,9	tra- ces
Azote ni- treux en NO ₂	0	0,2	0	0	0	0	0	tra- ces	0	0	0	0,3
Azote ni- trique en NO ₃	tra- ces	0,5	0	0	0	0	0	tra- ces	0	tra- ces	0	tra- ces
Extrait sec à 180°	63	70	55	72	-	71	76	-	72	80	98	102

TABLEAU 12
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Mare de Forêt	6.2.62	12.3.62	9.4.62	14.5.62	12.6.62	3.9.62	2.10.62
pH	6,6	6,6	6,8	6,6	6,7	7,0	7,1
Température en degré C	6	7	9	12	14	17	14,5
Oxygène dissous	7	5,7	8,5	4,3	6,6	7,9	7,1
Oxydabilité en O ₂	3,4	3,5	5,3	7,1	4,7	5,1	3,2
Alcalinoterreux en Ca ⁺⁺	12	13,6	16,2	12	11,2	12,8	16,6
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	0	0	0,5	0,1	0	0	0
Azote ammoniacal en NH ₃	0	traces	traces	0	traces	0	traces
Azote nitreux en NO ₂ ⁻	0,2	0	0	0	traces	0	0,1
Azote nitrique en NO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	0	traces
Extrait sec à 180°	114	96	-	78	72	-	102

TABLEAU 13
Résultats des analyses en milligrammes/litre

Tourbière du Cerisaie	18.12 1961	12.2 1962	24.4 1962	21.5 1962	18.6 1962	10.9 1962	8.10 1962	12.11 1962	17.12 1962	25.3 1963
pH	4,8	5,0	4,7	5,0	5,0	4,4	5,4	4,6	4,8	5,0
Température en degré C.	2	5	15	14	20	19	15	5	5	6
Oxygène dissous	1,5	10,8	8,7	9,3	6	9,3	11,9	6,2	11,4	-
Oxydabilité en O ₂	16	11,1	12,4	14,9	20	12	13,5	5,2	3,9	14,7
Alcalino-terreux en Ca ⁺⁺	indo- sable	8	8,8	7,2	15,2	19,6	24	21,5	24	7
Phosphates en PO ₄ ⁻⁻⁻	0,2	0	0,7	0,2	indo- sable	0,6	0,2	0,35	0,1	0,05
Azote ammoniacal en NH ₃	0	0	0	0	indo- sable	tra- ces	tra- ces	0,5	0,1	0,8
Azote nitreux en NO ₂	tra- ces	0	-	0	indo- sable	0	tra- ces	0	0,2	tra- ces
Azote nitrique en NO ₃	0,9	tra- ces	0	0	indo- sable	0	0	0	tra- ces	0,8
Extrait sec à 180°	140	96	-	89	120	102	154	128	135	89

TABLEAU 14

Mare du Moulon	1961		1962							
	12, 10	13, 11	5, 2	12, 3	9, 4	12, 6	3, 9	20, 9	2, 10	6, 11
Rotifera										
Ploima										
<i>Keratella quadrata</i> (O. F. M.)	.	.	--	--	--	.	.	.	.	.
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>B. calyciflorus</i> Pallas	.	.	--	.	.	.	.	.	.	.
<i>B. leydiği v. rotundus</i> (Rouss).	.	.	--	+	++	.	.	.	.	.
<i>B. rubens</i> Ehr.	-	.	.	.	.	++	.	.	.	.
<i>B. urceolaris v. sericus</i> Rouss.	.	.	.	.	.	.	-	+++	-	.
<i>Epiphanes senta</i> (O. F. M.)	.	.	.	-	.	.	.	.	.	.
<i>Nytilina crassipes</i> (Lucks)	.	.	.	.	.	.	+	-	--	.
<i>N. mucronata</i> (O. F. M.)	.	--	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>N. ventralis</i> (Ehr.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-
<i>Cephalodella catellina</i> (O. F. M.)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eosphora najas</i> Ehr.	.	.	.	.	.	.	+	++	+	.
<i>Notommata glyphura</i> Wulfert	.	--	.	--	.	.	-	-	.	.
<i>Lecane ludwigi</i> Eckstein	.	.	.	.	.	.	.	.	--	.
Flosculariaceae										
<i>Filinia passa</i> (O. F. M.)	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>F. terminalis</i> (Plate)	.	.	.	.	--	.	.	.	.	.
Bdelloidea										
<i>Philodina citrina</i> Ehr.	.	--	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas)	.	.	.	.	.	.	++	++	+	-
Crustacea										
Cladocera										
<i>Daphnia magna</i> Straus	-	.	.	.	.	+++	.	.	.	.
<i>D. pulex</i> (De Geer)	.	.	.	--	+	.	.	.	-	.
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> E.P. Müller	.	.	.	.	.	.	++	-	++	+
<i>Chydoridae</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
Copepoda										
<i>Cyclopoida</i>	-	++	++	+	+++	-	++	+	++	+
Bacillariophyceae										
Centrales										
<i>Cyclotella</i> sp.	.	.	.	.	+++	.	.	.	.	.
Cryptomanadales										
<i>Cryptomonas</i> sp.	.	.	.	-	.	.	.	.	.	.
Chlorophyceae										
Volvocales										
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	.	+++	+	.	.	.	.	.	.
Chlorococcales										
<i>Chlorella pyrenoidosa</i> Chick	.	.	.	.	.	.	.	++	.	--
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	.	.	.	.	--	.	.	.	.	.
Euglenophyceae										
Euglenales										
<i>Euglena</i> sp. plur.	++	-	+++	++	++	++	+	-	--	.
<i>Lepocynclis ovum</i> (Ehr.) Lemm.	.	++	.	.	.	+	+++	+	-	--
<i>Phacus</i> sp. plur.	.	.	.	.	--	.	+	+	-	--
Thiobactéries										
<i>Chromatium</i> sp. et al.	.	.	.	.	.	.	+++	+	++++	+
Signification des symboles d'abondance										
.	: absent									
--	: très rare									
-	: rare									
+	: présent en faible nombre									
++	: assez nombreux									
+++	: nombreux									
++++	: très nombreux									

TABLE 14

State of Origin	Year												
	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	
Alabama													
Alaska													
Arizona													
Arkansas													
California													
Colorado													
Connecticut													
Delaware													
District of Columbia													
Florida													
Georgia													
Idaho													
Illinois													
Indiana													
Iowa													
Kansas													
Kentucky													
Louisiana													
Maine													
Maryland													
Massachusetts													
Michigan													
Minnesota													
Mississippi													
Missouri													
Montana													
Nebraska													
Nevada													
New Hampshire													
New Jersey													
New Mexico													
New York													
North Carolina													
North Dakota													
Ohio													
Oklahoma													
Oregon													
Pennsylvania													
Rhode Island													
South Carolina													
South Dakota													
Tennessee													
Texas													
Vermont													
Virginia													
Washington													
West Virginia													
Wisconsin													
Wyoming													

- - - - - Total
 + + + + + Present or later
 - - - - - Total

TABLEAU 16

Etang de Prairie C	1961		1962										
	25, 10	1, 12	4, 1	25, 1	1, 3	18, 4	25, 5	29, 6	10, 8	10, 9	2, 10	6, 11	10, 12
Rotifera													
Ploima													
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	--	.	-	--
<i>K. quadrata</i> (O. F. Müller)	.	+	--	-	--	+	--
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	.	-	-	--	.	.	.	-	-	.	.	.	-
<i>B. calyciflorus</i> Pallas	+++	+	-	-	+	++++	.	.	++	++	++	+++	+
<i>B. leydigii</i> Cohn	--	+	-	--
<i>B. urceolaris</i> O. F. Müller
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse)	-	--
<i>Notholca acuminata</i> (Ehr.)	--
<i>N. squamula</i> (O. F. Müller)	--
<i>Rhynoglena frontalis</i> Ehr.	.	+++	+	--	--
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	+++	+++	-	-	-	++	.	.	++	+++	+	-	-
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehr.	.	+	++	+	+	-
<i>S. pectinata</i> Ehr.	.	++	-	+	-	--	-
<i>S. tremula</i> (O. F. Müller)	+	+++	-	+	-
<i>Asplanchna girodi</i> de Guerne	+	++	-	+++
<i>A. priodonta</i> Gosse	.	--	-	-	++	++	+++
<i>Cephalodella auriculata</i> (O. F. M)	.	+	-	.	.	.
<i>Encentrum saundersiae</i> (Hudson)	-	--	.	.
Flosculariacea													
<i>Filinia terminalis</i> (Plate)	.	-	-	--	.	+	++	-
Collotheceacea													
<i>Collotheca ornata v. cornuta</i> (Dobie)	.	-
Bdelloidea													
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas)	.	-	+	++	+	-	-	-
Crustacea													
Cladocera													
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	++	++	++	.
<i>Bosmina</i> sp.	.	-	++++	++++
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. M.)
Chydoridae	-	+	-	+	.	.
Copepoda													
<i>Cyclopoida</i>	-	++++	++	+	-	-	-	.
Ciliata													
<i>Condyllostoma, Monodinium, Trachelius</i>	-	-	+	-	+	+	-	+
Chrysophyceae													
Chrysomonadales													
<i>Dinobryon</i> sp.	-
<i>Synura</i> sp.	.	.	+++	++	-	-
Bacillariophyceae													
Centrales													
<i>Melosira</i> sp. plur.	++	-	+
Pennales	+	--	--
Dinophyceae													
Peridinales													
<i>Peridinium palatinum</i> Lauterb.	+	++
Cryptomonadales													
<i>Cryptomonas</i> sp.	++++	-	-	.	+	++	++	-	+	-	-	+	.
Chlorophyceae													
Volvocales													
<i>Chlamydomonas</i> sp. plur.	--	.	.	++	-	+	.	.	+	-	-	++	-
<i>Pandorina morum</i> Bory	+	+	.	.
<i>Phacotus</i> sp.	+	.	.
Chlorococcales													
<i>Coelastrum</i> sp. plur.	-	-	-	.	.	.
<i>Pediastrum</i> sp. plur.	-	-	--	--	--	.
<i>Actinastrum</i> sp.	-	--	--	.	.
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	--	.	-	.	.
<i>Chlorella</i> sp. plur.	--	.	.	--	.	--	--	.
<i>Crucigenia</i> sp. plur.	+	-	--	--	.	.
<i>Scenedesmus</i> sp. plur.	--	--	+	++	-	--	--	.
Zygophyceae													
Desmidiiales													
<i>Closterium gracile</i> Breb.	--	--	+	++	--
Euglenophyceae													
Euglenales													
<i>Euglena</i> sp. plur.	.	.	.	-	.	--	.	.	--	++	+	-	.
<i>Phacus</i> sp. plur.	+	-	.	-	-	.
<i>Trachelomonas</i> sp. plur.	+++	-	-	.	.	--	-	.
Cyanophyceae													
Chroococcales													
<i>Synechocystis</i> sp.	-
Oscillatoriales													
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm.	--	--	++	++
<i>Oscillatoria</i> sp. plur.	+	-	-	-

TABLEAU 18

Etang de la Tour (Bonde)	1961					1962							1963	
	6. 11	18. 12	12. 2	19. 3	24. 4	21. 5	18. 6	16. 7	6. 8	10. 9	8. 10	12. 11	10. 12	25. 3
Rotifera														
Ploima														
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	++	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	++	++	+
<i>K. quadrata</i> (O. F. M.)	++	-	--	--	-	-	--	-	--	-
<i>K. valga</i> (Ehr.)	.	.	.	--
<i>Kellicottia longispina</i> (Kell.)	+	+	+	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	--	-	-	-	.	.	--	--	-	--	--	--	--	-
<i>B. diversicornis</i> (Daday)	-	--	--	.	.	.
<i>B. falcatus</i> Zacharias	--	.	.	--
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehr.	--	--	--	--	--
<i>Notholca squamula</i> (O. F. M.)	--
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelsoni	.	.	--	-	--	+
<i>P. vulgaris</i> Carlin	++?	??	+++	++	-	++	+
<i>P. euryptera</i> Wierzejski	--	-	+	+	+	.	.	.
<i>P. major</i> Burckhardt	.	.	.	--?	.	++?	-?	.	+	+
<i>P. proloba</i> Wulfert	-	--
<i>P. remata</i> Skorikov	--	-	+	-	.	--	.
<i>Synchaeta lakowitziana</i> Lucks	.	.	.	+	--	++	+
<i>S. oblonga</i> Ehr.	.	-	-	+
<i>S. pectinata</i> Ehr.	+	-	-	--	.	.	--	--	.	.	.	--	++	+
<i>S. tremula</i> (O. F. M.)	.	.	-	--	+
<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof)	.	.	--	--	--	--	--	--	-	+	.	--	--	.
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	++	-	+	+	-	.	.	.	-	.	+	-	-	--
<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehr.)	.	--	-	-	+	--	.	.	--
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty	--	--
<i>A. saltans</i> Bartsch	--	--	.	.	.
<i>Trichocerca capucina</i> (Wiez. Zach.)	--	-	-	--	.	.	.
<i>T. cylindrica</i> (Imhof)
<i>T. pusilla</i> (Jennings)	--
<i>T. similis</i> (Wierzejski)
<i>Cephalodella auriculata</i> (O. F. M.)	+	-	-
<i>Lecane lunaris</i> (Ehr.)	--	.	--
Flosculariacea														
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson	+	.	.	.	+	++	+	--	+	--	--	--	.	.
<i>Filinia passa</i> (O. F. M.)	++	+	--	-	--	--	.	.	.
<i>F. terminalis</i> (Plate)	.	--	--	--	--	--
<i>Pedalia mira</i> (Hudson)	-	--	-	-	-	.	.	.
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank)	--	.	.	.	--	+
<i>Conochiloides natans</i> (Seligo)	--	.	+	++	-	++
<i>C. coenobasis</i> Skorikov	+
Bdelloidea														
<i>Philodina citrina</i> Ehr.	--	--
<i>P. megalotrocha</i> Ehr.	--	--
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas)	--	--
Ciliata														
Spirotricha														
<i>Tintinnopsis</i> sp.	.	.	--	-	.	-	--	.	+	.	.	-	+	++
Rhizopoda														
Testacea	++	++	+	-	-	-	.	.
Crustacea														
Cladocera														
<i>Daphnia cucullata</i> Sars	+	++	++	.	.
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	++	-	-	-	+	.	.	.
<i>Bosmina</i> sp.	+	.
Copepoda														
<i>Cyclopoida</i>	+	--	+	+	+++	.	+++	.	-	-	++	++	-	+
<i>Calanoida</i>	.	-	-	++	-	+++	-	+++	-	++
Chrysophyceae														
Chrysomonadales														
<i>Dinobryon</i> sp.	-	--	-
<i>Nallomonas</i> sp. plur.	.	++	++++	+++	.	--	.	--	+	--	-	.	-	+
<i>Synura</i> sp.	.	.	-	--	--	.
Bacillariophyceae														
Centrales														
<i>Cyclotella</i> sp.	++	++	--	--	+	-
<i>Melosira</i> sp. plur.	+++	+++	+	+	+	.	+	.	.	-	++	-	-	.
Pennales														
<i>Asterionella</i> sp.	-	++	-	--	.	--	-	+	++	+
<i>Fragilaria</i> sp.	.	.	+	+	-	.	.
<i>Synedra</i> sp. plur.	--	+	+++	++++	-	.	.	+	++	+
Xanthophyceae														
<i>Botryococcus brauni</i> Kütz.	.	.	.	--	--	.	.	.	--	--
Dinophyceae														
Peridinales														
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.)	--	+	+++	+++	+++	+++	--	.	.	.
<i>Peridinium</i> sp. plur.	.	.	--	--	.	.	--	.	--	--
Cryptomonadales														
<i>Cryptomonas</i> sp.	.	.	++	.	-	.	.	.	--	.	.	.	+	--
Chlorophyceae														
Volvocales														
<i>Chlamydomonas</i> sp.	.	.	-
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	.	.	-	+
<i>Volvox</i> sp.	--	.	--	-	-
Chlorococcales														
<i>Pediastrum</i> sp.	.	.	.	--	--	--	.	.
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	.	.	.	--
Zygophyceae														
<i>Moogéotia</i> sp.
Diverses espèces unicellulaires	--	.	.	.	--	--	.	--
Euglenophyceae														
Euglenales														
<i>Euglena</i> sp.	--	--	.	+	.	.
<i>Phacus pleuronectes</i> (O. F. M.) Duj.	+	.	.	--	.	.
<i>Trachelomonas</i> div. sp.	.	.	--	.	.	--	.	.	--	--	--	--	+	--
Cyanophyceae														
Chroococcales														
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	--	--	.	.	--	--	--	--	.	.

TABLEAU 20

Tourbière à Sphagnum de la Cerisaie	1961	1962								
	18. 12	12. 2	24. 4	21. 5	18. 6	6. 8	10. 9	8. 10	2. 11	17. 12
Rotifera										
Ploïma										
<i>Keratella serrulata</i> (Ehr.)	++	+++	+	-	++	--	--	.	+	+
<i>K. ticinensis</i> (Callerio)	--	.	.	--	--
<i>Brachionus urceolaris</i> var. <i>sericus</i> Rouss.	-	.	--	.	+++	.	.	+	--	.
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehr.)	-	.	.	--	--	--
<i>Synchaeta</i> cf. <i>tremula</i> (O. F. M.)	+	+	++
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsch	--	.
<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehr.)
<i>Flosa woralli</i> Lord	.	.	.	+	++	-	.	.	--	.
<i>Trichocerca collaris</i> (Rouss.)	--
<i>T. harveyensis</i> Myers	.	.	.	--
<i>T. longisetia</i> (Schrank)	.	.	--
<i>T. tigris</i> (O. F. M.)	.	.	.	--
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehr.)	-	.	+	-	--	--	--	+	.	.
<i>Cephalodella</i> sp. plur.	.	.	.	--	--	.	.	--	--	--
<i>Notommata cerberus</i> (Gosse)	--	.	--	.	--	.
<i>Lecane lunaris</i> (Ehr.)	.	.	-	-	-	--	--	+	.	.
<i>L. stichaea</i> Harring	.	.	--
Flosculariacea										
<i>Conochilus hippocrepsis</i> (Schrank)	-	-	--	.	.
<i>Ptygura pilula</i> (Cubitt)	-
Bdelloidea										
<i>Dissotrocha macrostyla</i> (Ehr.)
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas)	-	.	.	--	--	--
Rhizopoda										
Testacea	-	++	++	+	.	.
Crustacea										
Cladocera										
<i>Daphnia obtusa</i> Kurz.	.	-	++	--
Chydoridae	--	-	.	-	-
Copepoda										
<i>Cyclopoides</i>	-	-	-	-	+	--	+	+	--	--
<i>Harpacticoides</i>	+	+	-	.	.
Ostracoda	.	-	-	.	.	.
Chrysophyceae										
Chrysomonadales										
<i>Chromulina</i> sp.	.	.	.	+++	--
<i>Dinobryon</i> sp.	.	--	++	-
<i>Mallomonas</i> sp.	.	.	.	++	+	-	.	.	-	+
<i>Synura</i> sp.	.	.	.	-	-	--	--	.	--	--
Bacillariophyceae										
Pennales										
<i>Pinnularia. Eunotia et al.</i>	++	+++	+	-	-	-	-	++	-	-
Xanthophyceae										
<i>Botryococcus brauni</i> Kütz.	.	.	--	.	.	.	--	--	.	.
Dinophyceae										
Peridinales										
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. M.) Ehr.	.	.	--	--	+	+	--	.	-	.
<i>P. inconspicuum</i> Lemm.	+	--	.	.	.
<i>P. palustre</i> (Lindem.) Lef.
<i>P. pusillum</i> (Pen.) Lemm.	.	--	.	+
<i>P. umbonatum</i> v. <i>inasquale</i> (Lemm.)	.	.	.	++	-	++
Cryptomonadales										
<i>Cryptomonas</i> sp.	.	.	.	-	.	.	-	--	-	.
Chloromonadales										
<i>Gonyostomum semen</i> (Ehr.)	.	.	.	+	++	--	.	--	.	.
Chlorophyceae										
Volvocales										
<i>Carteria</i> sp.	.	+	.	++	++	.	--	++	.	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. plur.	.	.	.	+	.	.	--	+	-	.
<i>Chlorogonium</i> sp.	-	.	.
Zygothryxales										
Desmidiaceae										
<i>Closterium striolatum</i> Ehr.	++	-	--	--	-	+	+	++	--	-
<i>Closterium</i> sp.	--	.	.
<i>Cosmarium</i> sp.	+	-	-	--	-	--	+	--	.	--
<i>Micrasterias</i> sp.	.	.	--	.	.	.	--	--	.	.
<i>Netrium digitus</i> (Ehr.) Itz. Rothe	--	--	--	.	.	.	--	.	.	.
<i>Hyalotheca dissiliens</i> (Smith) Breb.	--	--	++	+++	.	.	-	.	.	.
Zygnematales										
<i>Mougeotia</i> sp.	-	.	++	.	.	.	--	.	.	.
Euglenophyceae										
Euglenales										
<i>Euglena</i> sp.	.	-	.	--	.	.	.	--	.	.
<i>Trachelomonas</i> sp. plur.	--	--	--	-	+	+++	.	--	-	.

TABLEAU 21
Faunule rotiférienne de tourbières à *Sphagnum*

Rotifères	Tourbière du Cerisaie	Tourbière de Grandvaux
Plofma		
<i>Brachionus urceolaris sericus</i> Rous.	VI/1962 (abondante)	0
<i>Keratella serrulata</i> (Ehr.)	fréquente, max. II, VI/1962	fréquente
<i>K. ticinensis</i> (Callerio)	rare	rare
<i>Microcodices chlaena</i> (Gosse)	0	IV, VI/1962 (abondante)
<i>Platylas polyacanthus</i> (Ehr.)	0	V/1961 (abondante)
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehr.)	rare	rare
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	0	V/1961 (abondante)
<i>Synchaeta tremuloida</i> n. sp.	abondante en hiver	0
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty	0	rare
<i>A. saltans</i> Bartsch	rare	0
<i>Chromogaster ovalis</i> (Bergendal)	0	rare
<i>Gastropus hyptopus</i> (Ehr.)	rare	0
<i>G. minor</i> (Rousselet)	XI/1963 (présente)	0
<i>Elosa woralli</i> Lord	VI/1962 (abondante)	0
<i>Trichocerca collaris</i> (Rousselet)	rare	rare
<i>T. harveyensis</i> Myers	rare	assez rare
<i>T. longisetata</i> (Schrank)	assez rare	rare
<i>T. tigris</i> (O. F. Müller)	rare	rare
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehr.)	rare	rare
<i>Monommata grandis</i> Tessin	rare	fréquente, max. X/1962
<i>Notommata cerberus</i> (Gosse)	rare	présente
<i>N. codonella</i> Harring et Myers	0	rare
<i>N. copeus</i> Ehr.	0	présente
<i>N. lenis</i> Harring et Myers	0	IV/1962 (abondante)
<i>N. pachyura</i> (Gosse)	0	rare
<i>Lecane stichaea</i> Harring	présente	présente
<i>Proales doliaris</i> (Rousselet)	XI/1963 (présente)	0
<i>P. fallaciosa</i> Wulfert	rare	présente
<i>Tetrasiphon hydrocora</i> Ehr.	0	IV/1961 (assez abondante)
<i>Microcodon clavus</i> Ehr.	0	rare
<i>Dicranophorus prionacis</i> Harring et Myers	0	rare
<i>D. secretus</i> Donner	0	rare
Flosculariacea		
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank)	assez rare	présente
<i>Ptygura longipes</i> Wills	0	rare
<i>P. pilula</i> Cubitt	rare	assez commune
Bdelloïdea		
<i>Dissotrocha macrostyla</i> (Ehr.)	rare	rare
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas)	rare	rare

N. B. - Le signe 0 indique que l'espèce n'a pas été trouvée.

CHAPITRE IV

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS DU MILIEU SUR LA RÉPARTITION ÉCOLOGIQUE DES ROTIFÈRES

I. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

A) OBSERVATIONS DANS LES STATIONS NATURELLES

Les mesures de température dans la littérature ne sont pas aussi nombreuses qu'on pourrait le penser. Bon nombre d'auteurs se contentent de mentionner la date, voire seulement le mois de la récolte des spécimens. La simple répartition des Rotifères en fonction des saisons ou des mois est insuffisante car les températures d'une même mois fluctuent non seulement d'un pays à l'autre, mais aussi d'une année sur l'autre.

D'autre part, à la suite des révisions systématiques subies par quelques familles au cours de ces dernières années, il ne peut être tenu compte des données anciennes concernant les espèces de détermination incertaine.

Nous avons donc pensé qu'il serait utile de rassembler nos propres observations en un tableau (tab. 22) et de les comparer à celles des auteurs récents.

Les températures, toutes exprimées en degrés Celsius, ont été relevées entre 10 et 17 h. dans la couche d'eau superficielle (à environ 20 cm de profondeur) avec une précision de l'ordre du 1/2 degré. Une grande précision n'est, à notre avis, pas nécessaire quand on opère sur des masses d'eau faibles ou moyennes où les variations thermiques sont rapides et irrégulières : au même moment, à quelques centimètres près verticalement, à quelques mètres, horizontalement (selon la profondeur et l'ensoleillement) les différences atteignent ou même dépassent le 1/2 degré.

Nous avons séparé nos observations en 2 lots : le premier concerne les températures relevées lors de la présence de populations de moyenne à grande abondance, le second celles relevées lors de la présence d'individus isolés ou très peu nombreux.

Le premier lot renseigne sur l'amplitude des températures optima pour l'espèce alors que le second indique les températures extrêmes supportées par les animaux.

Les températures optima dans les limites desquelles la reproduction des Rotifères s'effectue favorablement sont plus strictes et plus intéressantes à connaître que celles des températures extrêmes permettant seulement le maintien à l'état de vie ralentie des animaux. Par exemple, au laboratoire *Resticula gelida*, pourtant sténotherme stricte d'eau froide, peut supporter une semaine une température de 20° et *Asplanchna brightwelli*, sténotherme d'eau chaude, supporte durant 2 semaines une température de 8 à 10°. Mais dans ces conditions les animaux cessent progressivement de s'alimenter et de se reproduire. Dans la nature, il n'est pas impossible que des individus isolés soient éclos d'œufs de durée en dehors des périodes favorables à une bonne multiplication.

Compte tenu de ces considérations, nous avons classé les Rotifères en fonction des températures optima les plus fréquentes en :

- eurythermes : espèces récoltées en abondance et à fréquences à peu près égales, à toutes les températures;
- sténothermes : espèces récoltées en abondance et constamment dans des limites plus ou moins étroites de température, d'eau froide (= oligotherme ou psychrophile) quand il s'agit de températures basses, d'eau chaude (= polytherme ou thermophile) quand il s'agit de températures élevées.

Vu les degrés de tolérance des espèces, ces seules distinctions se sont révélées insuffisantes, comme toujours lorsqu'il est question de faire entrer des formes vivantes dans des cadres trop rigides. Nous avons dû créer des groupes intermédiaires.

Le classement définitif s'établit comme suit (dernière colonne du tableau) :

- Espèces sténothermes d'eau chaude supportant des écarts de température de faible amplitude.
- Formes d'eau chaude, plus tolérantes que les précédentes, acceptant de se multiplier dans des limites plus larges : eau chaude ou tiède.
- Formes d'eau froide, également tolérantes mais à fréquence plus élevée à basse température.
- Espèces sténothermes d'eau froide se multipliant dans des limites de température de faible amplitude.

TABLEAU 22
Répartition annuelle des Rotifères en fonction de la température

Espèces	Populations		Individus isolés		Saison de plus grande fréquence	Remarques
	Températures		Températures			
	minima	maxima	minima	maxima		
Plofma						
Brachionidae						
<i>Anureopsis fissa</i>	15	21	13	21	printemps à automne	sténotherme d'eau chaude
<i>Brachionus angularis</i> *	3	22	-	-	printemps	eurytherme
<i>B. budapestinensis</i>	18		12	22	été	sténotherme d'eau chaude
<i>B. calyciflorus</i> *	5	21	-	-	printemps	eurytherme
<i>B. diversicornis</i>			17	21	été, automne	sténotherme d'eau chaude
<i>B. falcatius</i>	18	20	16	22	été	sténotherme d'eau chaude
<i>B. leydigi v. rotundus</i> *	5	20	-	-	printemps	eurytherme
<i>B. quadridentatus</i> *	17	25	10	-	début été	sténotherme d'eau chaude
<i>B. rubens</i> *	18	25	13	-	fin printemps, été	sténotherme d'eau chaude
<i>B. urceolaris v. sericus</i> *	5	20	-	-	toutes saisons	eurytherme
<i>Epiphanes brachionus</i> *			7	20	printemps	forme d'eau chaude
<i>E. senta</i> *	5	18	-	-	printemps	fréquence plus grande à t ≤ 10°
<i>Euchlanis dilatata</i> *	18	21	5	22	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>Kellicottia longispina</i>	5	20	-	-	toutes saisons	eurytherme
<i>Keratella cochlearis</i> *	4	22	1	25	printemps, automne	eurytherme
<i>K. quadrata</i> *	5	22	3	-	printemps, automne	eurytherme
<i>K. serrulata</i>	2	20	-	-	toutes saisons	eurytherme
<i>K. testudo</i> *	6	19	-	-	printemps	eurytherme
<i>K. ticinensis</i>			2	20		eurytherme
<i>K. valga</i> *	4	11	1	18	hiver	sténotherme d'eau froide
<i>Lophocharis salpina</i>	17		5	23	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>Nytilina mucronata</i>	10	17	7	20	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>Nytilina ventralis</i>	10	25	9	-	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>Notholca acuminata</i>	8	12		17	hiver, printemps	sténotherme d'eau froide
<i>N. squamula</i>			10	3	hiver, printemps	sténotherme d'eau froide
<i>Platylas patulus</i> *			18	25	été	sténotherme d'eau chaude
<i>Rhinoglena frontalis</i> *	3	14	-	17	novembre à juin	sténotherme d'eau froide
<i>Trichotria pocillum</i>			5	23	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>T. tetractis</i>			5	20	printemps à automne	forme d'eau chaude
Synchaetidae						
<i>Polyarthra dolichoptera</i> *	5	21	4	22	printemps, automne	fréquence plus grande à t ≤ 15°
<i>P. euryptera</i>	14	21	13	23	été	sténotherme d'eau chaude
<i>P. major</i>	14	22	-	-	été	sténotherme d'eau chaude
<i>P. proloba</i>	19	22	-	-	été	sténotherme d'eau chaude
<i>P. remata</i>	13	20	4	23	printemps	forme d'eau chaude
<i>P. vulgaris</i>	7	20	-	-	été, automne	forme d'eau chaude
<i>Ploesoma hudsoni</i>			4	21	automne	forme d'eau chaude
<i>Synchaeta lakowitziana</i>	4	6	-	-	hiver	sténotherme d'eau froide
<i>S. oblonga</i> *	3	17	-	21	hiver, printemps	fréquence plus grande à t ≤ 10°
<i>S. pectinata</i> *	4	22	-	-	printemps, automne	fréquence plus grande à t ≤ 12°
<i>S. tremula</i> *	3	17	-	21	hiver, printemps	fréquence plus grande à t ≤ 10°
Asplanchnidae						
<i>Asplanchna brightwelli</i> *	18	21			été	sténotherme d'eau chaude
<i>A. girodi</i> *	14	17	6	22	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>A. priodonta</i>	3	22	-	-	printemps, automne	eurytherme
Gastropodidae						
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	10	15	4	20	printemps, automne	forme de température moyenne ?
<i>Chromogaster ovalis</i>	14	18	6	17	printemps	forme d'eau chaude
<i>Gastropus hyptopus</i> *	6	18	4	18	toutes saisons	eurytherme
<i>G. stylifer</i>			15	10	automne	sténotherme d'eau chaude
Trichocercidae						
<i>Elosa woralli</i>	14	20	10	23	mai à août	sténotherme d'eau chaude
<i>Trichocerca capucina</i>			17	21	été, automne	sténotherme d'eau chaude
<i>T. collaris</i>			16	20	printemps, été	sténotherme d'eau chaude
<i>T. cylindricus</i>	17	21	12	22	été	sténotherme d'eau chaude
<i>T. harveyensis</i>			12	16	printemps	sténotherme d'eau chaude
<i>T. longiseta</i>			13	15	printemps, automne	sténotherme d'eau chaude
<i>T. pusilla</i>	3	19	-	-		eurytherme
<i>T. raitus</i> *			6	23		eurytherme
<i>T. similis</i>	16	20	13	25	été, automne	sténotherme d'eau chaude
<i>T. tigris</i>			14	17	printemps, été	sténotherme d'eau chaude
Notommatidae						
<i>Enteroplea lacustris</i>			10	23	hiver, printemps	
<i>Eosphora najas</i> *	15	18	-	-	mai, octobre	sténotherme d'eau chaude
<i>Itura myersi</i> *			7	23		forme d'eau chaude ?
<i>Notommata cerberus</i> *			5	20		eurytherme ?
<i>N. codonella</i> *	14	13	7	20	printemps, été	forme d'eau chaude
<i>N. collaris</i> *			10	23	printemps	sténotherme d'eau chaude
<i>N. copeus</i> *	14	18	12	20	printemps, automne	sténotherme d'eau chaude
<i>N. glyphura</i> *			17	25	toutes saisons	forme d'eau chaude
<i>N. pachyura</i> *			12	18	printemps	sténotherme d'eau chaude
<i>N. pseudocerberus</i>	6	15	-	20	printemps	eurytherme
<i>Reticula gelida</i> *	5	7	-	-	hiver	sténotherme d'eau froide
Lindiidae						
<i>Lindia torulosa</i> *			15	24	printemps à automne	sténotherme d'eau chaude
Lecanidae						
<i>Proales daphnicola</i>	16	20	10	25	été	sténotherme d'eau chaude
Flosculariacea						
Testudinellidae						
<i>Filinia passa</i> *	4	19	-	23	printemps, automne	eurytherme
<i>F. terminalis</i>	5	19	4	-	novembre à mai	fréquence plus grande à t < 12°
<i>Pedalia mira</i>	18	21	10	23	été	sténotherme d'eau chaude
<i>Pompholyx sulcata</i>	8	22	7	-	printemps à automne	fréquence plus grande à t > 15°
<i>Testudinella mucronata</i>	17		11	18	printemps à automne	sténotherme d'eau chaude
<i>T. patina</i>	17		3	23	printemps à automne	forme d'eau chaude
<i>Tetramastix opoliensis</i>			19	20	été	sténotherme d'eau chaude
Conochilidae						
<i>Conochilus hippocrepis</i>	14	20	2	23		forme d'eau chaude
<i>Conochiloides coenobasis</i>	18	20	14	21	été	sténotherme d'eau chaude
<i>C. natans</i>	4	6	2	10	hiver	sténotherme d'eau froide
Flosculariidae						
<i>Floscularia conferta</i>	14	20			printemps, été	sténotherme d'eau chaude
Bdelloidea						
Philodinidae						
<i>Rotaria macrura</i>			12	15	pas en hiver	sténotherme d'eau chaude
<i>R. neptunia</i>			10	18	pas en hiver	sténotherme d'eau chaude
<i>R. rotatoria</i> *	7	18	3	23	toutes saisons	eurytherme
<i>R. tardigrada</i> *			18	23	pas en hiver	sténotherme d'eau chaude ?
<i>Philodina citrina</i> *	15	18	7	23	rare en hiver	forme d'eau chaude
<i>P. megalotrocha</i>	15	17	14	23	pas en hiver	sténotherme d'eau chaude

N.B. — Les espaces blancs indiquent l'absence d'observations.
Les tirets des colonnes 3 et 4 indiquent la répétition des chiffres des colonnes précédentes.

— Espèces eurythermes : seules espèces pouvant être totalement pérennes en régions tempérées.

Parmi les espèces sténothermes d'eau chaude, il en est de très strictes, en ce sens qu'elles n'apparaissent qu'à une température supérieure à 15°.

Telles sont : *Brachionus diversicornis*, *B. falcatus*, *Platytias patulus*, *Asplanchna brightwelli*, *Trichocerca capucina* et *Tetramastyx opoliensis*, qui ont toutes été récoltées en été ou au début de l'automne.

De même que DE BEAUCHAMP (1951) nous n'avons jamais rencontré *Asplanchna brightwelli* en période froide alors qu'elle l'a été par quelques auteurs, parfois même en abondance (POWERS, 1912; WESENBERG-LUND, 1930; PEJLER, 1957a). Au contraire, selon GREEN (1960) l'espèce n'apparaît en abondance dans un plancton africain qu'aux températures voisines ou supérieures à 25 °C.

Anureopsis fissa est généralement considérée comme sténotherme d'eau chaude (RYLOV, 1935; GILLARD, 1948, 1950, PARISE, 1960). Le cas extrême est cité par KERTESZ (1956) qui ne la rencontre pas dans les eaux de Hongrie de température inférieure à 23°. La température minimum que nous avons observée pour une récolte d'un petit nombre d'individus, a été de 13°. Or PEJLER (1957a) signale sa présence en abondance à des températures inférieures ou égales à 11°.

Les formes d'eau chaude tolérantes sont plus fréquentes et plus abondantes en périodes chaudes mais peuvent apparaître à des températures basses.

Asplanchna girodi, moins exigeante qu'*A. brightwelli*, l'est cependant plus que *A. priodonta*, espèce eurytherme. PARISE (1960) signale *A. girodi* dans le lac de Nemi, en abondance à 9-10°, température optimum minimum que nous connaissons.

Pompholyx sulcata récoltée fréquemment à des températures supérieures ou égales à 15°, a été aussi trouvée en abondance à 8°. SUDZUKI (1955) considère l'espèce comme pérenne au Japon mais pour la plupart des auteurs européens, elle est nettement sténotherme d'eau chaude.

Ploesoma hudsoni qui n'atteint son maximum de développement qu'en période chaude a été aussi rencontrée sporadiquement à des températures de 3 à 4° par quelques auteurs (CARLIN, 1943; PEJLER, 1957b). *Polyarthra remata*, *Notommata glyphura*, *Conochilus hippocrepis*, *Testudinella patina* ont un comportement identique.

HUBAULT (1947) observe de même, dans les lacs des Vosges, que *Conochilus unicornis* — espèce plus commune dans les lacs

que *C. hippocrepis* — présente à 4°8, n'est véritablement abondante que de juin à septembre (17 à 20°).

Toutes ces espèces qui manifestent moins d'exigences que les espèces sténothermes, ne peuvent cependant pas être considérées comme de vraies eurythermes puisqu'elles restent isolées ou fort peu nombreuses en période très froide.

De même les espèces classées généralement en sténothermes d'eau froide, le sont à des degrés divers.

Si nous considérons leur fréquence, c'est-à-dire le pourcentage de populations récoltées dans un domaine de température, *Epiphanes senta*, *Synchaeta pectinata*, *S. oblonga*, *S. tremula*, *Polyarthra dolichoptera*, *Filinia terminalis* montrent une préférence nette pour les basses températures. Cette fréquence est un peu moins prononcée pour *Polyarthra dolichoptera* (1) (70 p. 100 à température $\leq 15^\circ$) que pour les autres espèces (70 à 80 p. 100 à température $\leq 12^\circ$). Néanmoins toutes apparaissent dans la nature, comme des espèces très tolérantes à préférence d'eau froide.

Dans la littérature limnologique, *Polyarthra dolichoptera* est considérée comme sténotherme d'eau froide (NAUWERCK, 1963), mais pouvant être également rencontrée en été (CARLIN, 1943; PEJLER, 1956, 1961; DE RIDDER, 1960). Ceci concorde avec nos observations : présence en juin (17°) et en août (21°) de populations abondantes de *P. dolichoptera*.

Nos observations sur *Synchaeta pectinata* rejoignent celles de WESENBERG-LUND (1930). Pour celui-ci qui a étudié des collections d'eau de volumes identiques aux nôtres, l'espèce est pérenne et plus commune à basse température.

Le cycle annuel d'apparition de *S. pectinata* n'est pas identique dans nos différentes collections d'eau : leur maximum est atteint soit :

- en période froide seulement : la Bonne Mare, 1963;
- en période chaude uniquement : étang de Vaugien, 1963;
- en diverses saisons (étang de Prairie « C »).

Selon RUTTNER (1937) *Synchaeta pectinata* apparaît dans le lac de Lunz en 2 périodes, la 1^{re} froide, la 2^e chaude : la forme d'hiver se retire au début de l'été dans la profondeur (max. 32 m, t. = 5°) pendant que la forme d'été atteint un maximum faible, en surface (jusqu'à 3 m). De ce comportement distinct, RUTTNER conclut à l'existence de 2 races physiologiques (écotypes); les températures extrê-

(1) Vu l'existence de populations hybrides entre *P. dolichoptera* et *P. vulgaris*, il n'a été tenu compte que des populations appartenant nettement au type *dolichoptera*.

mes relevées sont 14°6 - 4°9. Deux autres populations sont observées dans 2 autres lacs à des températures de 7 à 8°. Ici, encore, la fréquence est plus grande à température basse et le maximum ne dépasse pas 15°.

CARLIN (1943) cite *Synchaeta pectinata* dans le plancton d'été du Motalaström mais la considère (avec *S. oblonga*) comme eurytherme probable, opinion partagée par PENNAK (1949) et PEJLER (1957c). Enfin, SLADECEK (1951) observe l'espèce toute l'année dans 2 vastes étangs de Bohême, avec 2 maxima, un d'hiver et un d'été.

Toutes ces observations induisent à penser que la répartition écologique de *S. pectinata*, certainement eurytherme, dépend essentiellement d'un autre facteur ou de plusieurs facteurs connexes (spectre alimentaire et substances organiques dissoutes par exemple) dont l'apparente préférence de l'espèce pour les températures froides n'est qu'un reflet secondaire.

Synchaeta tremula et *S. oblonga* sont généralement notées comme pérennes mais plus communes à basse température (WESENBERG-LUND, 1930; PAWLOWSKI, 1958) ou même comme sténothermes d'eau froide (PEJLER, 1957c; NAUWERCK, 1963), ce qui semble un peu excessif.

D'après CARLIN (1943) et PEJLER (1957a, 1961) *Filinia terminalis*, présente parfois en été dans l'hypolimnion des lacs, est plus ou moins sténotherme d'eau froide.

Dans un petit étang nous avons récolté en abondance moyenne des femelles amictiques de cette espèce portant deux à trois œufs, ceci à une température de 19°, maximum observé pour l'espèce, au mois de mai. Il faut cependant tenir compte qu'au printemps et en automne, l'amplitude des variations quotidiennes de température n'est pas négligeable dans les petites masses d'eau qui s'échauffent rapidement sous l'action de la chaleur solaire. L'abaissement thermique nocturne qui s'ensuit peut favoriser le maintien de telles espèces qui, dans les lacs, peuvent trouver refuge dans l'hypolimnion pendant la période chaude.

Filinia terminalis, ni franchement pérenne ni sténotherme, paraît comme une espèce tolérante mais à préférence d'eau froide. Il en va très probablement de même pour *Polyarthra dolichoptera*. La fréquence de sa présence en eau froide est moindre mais une observation expérimentale (cf. ci-dessous) corrobore cette préférence.

Parmi les espèces apparaissant sténothermes d'eau froide, *Keratella valga*, *Rhinoglena frontalis*, *Notholca acuminata*, *N. squamula*, exigent, dans les stations explorées, une température inférieure à 12-14° pour se multiplier en abondance mais il est possible

de rencontrer des exemplaires isolés à des températures plus élevées.

Le fait que *K. valga* soit, en Europe, le plus souvent abondante en eaux froides (voir aussi GILLARD, 1948) alors que la race africaine, souvent confondue sous le même nom est commune en eau chaude (DE BEAUCHAMP, 1932a; HAUER, 1938) peut être un argument écologique en faveur de la distinction des deux espèces (ou races ?) faite par BERZINS (1955) sur la base d'un critère morphologique.

Trois espèces, *Synchaeta lakowitziana*, *Conochiloides natans* et *Resticula gelida* n'ont été observées en nombre qu'à des températures inférieures ou égales à 7° et ne sont pas apparues au-dessus de 10°. Elles se sont donc comportées en sténothermes d'eau froide assez strictes.

Les données de la littérature s'accordent au sujet de *Resticula gelida* (HARRING et MYERS, 1922; WULFERT, 1935; et DE BEAUCHAMP, 1927, citant aussi FADEEV).

En ce qui concerne *Conochiloides natans* et *Synchaeta lakowitziana*, les observations de CARLIN (1943) dans le Motalaström, PEJLER (1957b) également en Suède, HAUER (1952) dans le Schluchsee et NAUWERCK (1963) dans le lac Erken, cadrent avec les nôtres à ceci près que les températures maxima que supportent les deux espèces, selon les 2 premiers auteurs, sont un peu plus élevées : 14° pour *C. natans* et 15° pour *S. lakowitziana*. Selon PEJLER (1962c), cette dernière n'apparaît en été que dans l'hypolimnion de lacs profonds.

Deux observations portant sur *Conochiloides natans* vont à l'encontre des constatations habituelles : cette espèce est récoltée par LEENTVAAR (1961) en août dans un marécage de Hollande où quelques rares exemplaires coexistent avec une population de *Conochiloides coenobasis* et par KOSICKI (1960) également en eau chaude (19-20°) en juillet et août dans deux lacs polonais !

Au sujet des espèces eurythermes, nous avons également relevé quelques contradictions dans les opinions émises sur :

- *Gastropus hyptopus* : forme d'eau froide d'après WESENBERG-LUND (1930), HAUER (1958), SUDZUKI (1955); forme d'été selon CARLIN (1943), WULFERT (1961); l'espèce nous semble en réalité eurytherme, caractère en accord avec l'observation expérimentale (cf. ci-dessous). Elle n'est jamais pérenne mais ce fait est probablement imputable à l'absence d'une nourriture pérenne.
- *Brachionus leydigi* v. *rotundus* : la variété — plus commune que l'espèce type — est généralement tenue pour sténotherme d'eau froide (HAUER, 1937; KLEMENT, 1960). Nous l'avons récoltée en eau froide mais aussi en eau chaude et en assez grand nombre dans deux mares; elle doit être plutôt eurytherme.

— *Trichocerca pusilla* : généralement rencontrée dans les planctons d'eau chaude (SUDZUKI, 1956; CARLIN, 1943; PEJLER, 1957c; MARGALEF, 1948; VAN OYE, 1947). Nous l'avons rencontrée en abondance en période chaude ainsi qu'en période froide (janvier : 3°); également signalée en hiver par PAWLOWSKI (1958) elle est probablement eurytherme comme les deux précédentes.

Enfin, nous mentionnons ci-dessous quelques températures isolées concernant des espèces plus rares mais toutefois assez abondantes :

- *Platyias polyacanthus* : 16° (mai).
- *Microcodides chlaena* : 12° (avril).
- *Mytilina crassipes* : 18° (sept.).
- *Asplanchnopus multiceps* : 19° (oct.).
- *Notommata lenis* : 20° (avril).
- *Tetrasiphon hydrocora* : 12° (avril).
- *Conochiloides dossuarius* : 17° (mai).

A l'exception de *Microcodides chlaena* et *Tetrasiphon hydrocora* au sujet desquels nous n'avons pas trouvé d'autres renseignements dans la bibliographie, les autres espèces sont probablement sténothermes d'eau chaude. VARGA (1938) signale la présence commune de *Conochiloides dossuarius* à 9-10° dans des eaux norvégiennes.

Dans quelques grands lacs, il semble que la répartition des Rotifères vis-à-vis de la température soit moins tranchée que dans les petites et moyennes collections d'eau.

Par exemple, dans le lac Majeur (TONOLLI, 1962), quelques espèces (*Anureopsis fissa*, *Polyarthra euryptera*, *Chromogaster ovalis*, *Gastropus stylifer*, *Trichocerca capucina*, *T. cylindrica*, *T. longiseta*) que nous avons rangées parmi les sténothermes ou les formes d'eau chaude, atteignent leur maximum en période chaude (août et septembre) : l'influence de la température subsiste. Mais elles ne disparaissent pas totalement en hiver.

Ceci peut s'expliquer par le fait que la température des couches d'eaux superficielles ne descend guère au-dessous de 7 °C pendant la période froide (TONOLLI, 1960) et que les variations thermiques étant lentes dans les grandes masses d'eau, les individus les plus résistants peuvent s'adapter progressivement au changement (abaissement dans l'exemple choisi) de température.

Un cas analogue est fourni par SCHEFFERT et ROBINSON (1939), qui signalent dans le lac Washington la présence à l'état sporadique de *Polyarthra euryptera* en janvier et mars. Cependant, la largeur des ailettes natatoires (26 μ) indiquée par ces auteurs fait qu'un doute subsiste sur la détermination spécifique des individus qui correspondraient peut-être mieux à *P. major*, également sténotherme d'eau chaude.

Les espèces sténothermes des collections d'eau plus réduites, subissent de plus des variations thermiques quotidiennes qui peuvent accélérer leur disparition quand la température moyenne journalière atteint une valeur défavorable à l'espèce.

B) OBSERVATIONS EXPÉRIMENTALES

Les espèces ayant fait l'objet d'élevages permanents et régulièrement observés sont suivies d'un astérisque sur le tableau 22.

Ces élevages sont maintenus soit à la température du laboratoire (20-22°) soit en chambres froides à 10-12° ou 6-8°, selon les espèces.

A la température du laboratoire sont conservées bien entendu les formes d'eau chaude plus ou moins strictement sténothermes et la plupart des espèces eurythermes. Placées à 10° les premières ne se multiplient plus (*Asplanchna brightwelli*) ou extrêmement lentement (*Notommata copeus*); les secondes fournissent généralement d'aussi bons élevages à 20° qu'à 10° (*Epiphanes senta*, *Brachionus leydigi*, *Brachionus urceolaris* v. *sericus*, *Trichocerca rattus*, *Gastropus hyptopus*).

Néanmoins nous avons constaté que certaines lignées d'espèces eurythermes se comportent en sténothermes, fait également signalé par De BEAUCHAMP (1938) : la souche I, isolée en été, de *Brachionus calyciflorus* ne se reproduit pas à 10°, alors que la souche II de la même espèce, isolée en période froide, prospère à 10° comme à 20°. Cette différence est mise en évidence dans l'expérience suivante : 15 femelles, avec œufs, de chacune des 2 souches sont introduites dans 15 ml du même milieu (A + T) et nourries suffisamment de *Phacus pyrum*, centrifugés, qui constituent une nourriture convenable pour l'une et l'autre souche. Toutes deux sont placées en chambre froide, à 10°. Les descendances obtenues après 7 jours étaient respectivement :

- pour la souche I : 19 femelles sans œuf;
- pour la souche II : 63 femelles dont 25 portaient des œufs.

Une observation similaire a été faite sur *Filinia passa*. La souche élevée au laboratoire, isolée au début de l'automne, ne se reproduit bien qu'à une température supérieure à 10 °C. Cependant des populations d'individus paraissant appartenir à cette espèce ont été récoltés dans plusieurs stations, en période froide (exemple : la Bonne Mare en mars 1962).

Ceci confirme l'existence possible de races physiologiques (éco-

types), existence soupçonnée par RUTTNER (*loc. cit.*) à propos des *Synchaeta pectinata* du lac de Lunz.

En chambre froide, sont élevées les espèces d'eau froide, plus ou moins strictement sténothermes : *Synchaeta oblonga*, *S. pectinata*, *S. tremula*, *Polyarthra dolichoptera*, *Rhinoglena frontalis*, *Keratella valga*, *Resticula gelida*.

Les trois espèces de *Synchaeta* se sont très bien multipliées pendant 3 mois à 20-22°. Il en fut de même pour *Polyarthra dolichoptera*. Cependant au cours d'un essai poursuivi plus longuement, cette dernière souche, après 4 mois à la température du laboratoire s'est mise à décliner nettement, la ponte se raréfiant de plus en plus, jusqu'à extinction totale survenue au bout de 6 mois; bien entendu, pendant cette même période, la partie de la souche laissée à 10° se reproduisait régulièrement sans montrer de phase dépressive.

Cette observation corrobore la légère préférence de l'espèce pour les températures froides dans son milieu naturel.

Keratella valga et *Rhinoglena frontalis*, abondantes seulement en période froide dans les stations naturelles, peuvent cependant être élevées avec succès à 20-22° et ce, pendant des périodes de plus d'un an. La température n'est donc pas la cause directe de leur rareté dans les planctons d'eau tiède ou chaude; il faut tenir compte qu'en élevage l'espèce est isolée alors que dans la nature elle est soumise aux phénomènes de compétition et à l'influence des produits de métabolisme de tous les autres êtres vivants qui modifient le milieu. Il est donc possible que ces deux espèces ne trouvent, dans leurs biotopes, des conditions favorables à leur développement que pendant les périodes froides, par suite du ralentissement de l'activité des espèces animales ou végétales qui les gênent.

Dans le cas de *Rhinoglena frontalis*, il semble que les substances organiques dissoutes puissent jouer à 20°, un rôle de substitution à l'effet favorable de la température basse. En effet, à 10°, l'espèce s'élève bien en milieu minéral alors que pour l'élever à 20° avec une nourriture semblable (*Chlamydomonas*) il est nécessaire d'adjoindre au milieu d'élevage minéral, de l'extrait de terre.

Pour réussir l'isolement de deux souches, à 20°, nous avons dû les placer dans de l'extrait de terre dilué au demi.

La multiplication, faible au début, s'est progressivement accélérée : le taux de reproduction s'est trouvé multiplié par 15 en quelques mois, preuve de l'adaptation de l'espèce à des conditions inhabituelles, adaptation due à la fois à son isolement et à la présence de substances organiques favorisant sa multiplication.

Enfin, *Resticula gelida* se conduit au laboratoire comme dans son habitat naturel, en sténotherme stricte d'eau froide; cette espèce

ne peut se reproduire qu'à une température inférieure ou égale à 8°. Placée à 20°, elle cesse progressivement de se nourrir et de pondre et meurt après quelques jours.

Pour toutes les espèces et races eurythermes, il est plus aisé de maintenir les élevages à température froide (10°) qui inhibe le développement bactérien et modère celui des Rotifères, ce qui a pour principal avantage de réduire la quantité de nourriture nécessaire à leur entretien.

Voici quelques exemples sur la fécondité de quelques espèces à différentes températures :

Espèce et souche	Nourriture	Milieu	Nombre de femelles initiales	Température	Nombre de descendants en 7 jours	Observations	
<i>Synchaeta pectinata</i>	<i>Cryptomonas</i> sp.	A+T	12	10-12°	82	} pas de ♀♂	
			12	20-22°	741		
<i>S. tremula</i>	"	"	12	10-12°	43	} ♀♂ et ♀♀	
			12	20-22°	322		
<i>Rhinoglena frontalis</i>	"	T/2	15	10-12°	149	} ♀♂ rares	
		"	15	20-22°	1 624		
<i>Brachionus calyciflorus</i> souche II	<i>Phacus pyrum</i>	A+T	15	10-12°	63	} ♀♂ et ♀♀	
			"	"	12-13°		104
			"	"	17-19°		358
			"	"	20-22°		274
			"	"	25-26°	204	

N.B. — La souche expérimentée de *B. calyciflorus* laisse apparaître un optimum de température située vers 18 °C; cet optimum est très probable mais il faut tenir compte que ni la température ni le taux de femelles mictiques ne sont très constants.

*
**

Il n'est pas douteux que la température intervienne dans la répartition écologique d'espèces ou d'écotypes de Rotifères, en ce sens qu'elle impose des limites en dehors desquelles l'espèce (ou l'écotype) ne peut plus proliférer. Son action est soit directe (espèces physiologiquement sténothermes) soit indirecte (espèces en apparence sténothermes). Dans ce dernier cas, elle est évidemment liée à d'autres facteurs.

La température influe sur l'abondance et la nature des Algues. Il est possible que la sténothermie apparente d'une espèce rotiférienne algivore soit parfois la conséquence de la sténothermie de

(ou des) l'espèce algale qui lui sert de nourriture. Tel peut être le cas de *Gastropus hyptopus* que certains auteurs ont considéré comme plus ou moins sténotherme d'eau froide; dans ces cas, l'espèce était probablement liée à la présence des *Synura*.

Mais en règle générale, la sténothermie (ou l'eurythermie) des Rotifères est indépendante de celle des Algues, bien qu'elles puissent parfois coïncider.

Plusieurs explications plausibles aux divergences de vues notées entre les auteurs, peuvent être données.

Les cas d'exception peuvent être dûs :

- 1) à l'existence de races physiologiques se comportant de façon particulière,
- 2) à l'existence de facteur de substitution. Il est possible que la conjoncture de plusieurs facteurs favorables permette la multiplication de l'espèce indépendamment de la température : tel semble être le cas de *Rhinoglena frontalis* jamais ou rarement rencontrée en période chaude dans les stations naturelles alors qu'elle s'élève très bien à 20° au laboratoire (isolement, d'où absence de compétition, milieu et nourriture appropriés favorisent sa multiplication).

Des faits de ce genre sont connus chez les Algues : un Péridinien d'eau froide, *Peridinium palatinum* a été rencontré formant fleur d'eau un 14 juillet ! (M. LEFÈVRE, communication verbale).

- 3) à des erreurs probables de détermination dans des groupes où la systématique est parfois un peu confuse.

Enfin, à l'intérieur des limites tolérées par l'espèce, ou la race, la température influe sur la vitesse de reproduction du Rotifère. Celle-ci atteint son maximum pour un optimum de température en dessous et au-dessus duquel le rythme de multiplication se ralentit.

II. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN IONS HYDROGÈNE

A) OBSERVATIONS DANS LES STATIONS NATURELLES

La mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau étant des plus simples, les données sur les valeurs de pH sont extrêmement courantes dans la littérature limnologique.

Dans de nombreuses études sur la faune des eaux acides (WULFERT, 1940, 1950; GRAFF, 1956, 1957, etc.) les espèces animales sont classées selon leurs affinités en acidobionte, acidophile, indifférente ou tolérante, alcaliphile et alcalibionte.

Dans les eaux naturelles, le pH est la résultante des actions combinées des différents constituants chimiques. De ce fait, la notion de pH n'a pas de valeur intrinsèque et l'interprétation des mesures pose des problèmes complexes.

Tous les limnologues s'accordent actuellement pour reconnaître que très souvent le facteur limitant n'est pas le pH lui-même mais d'autres facteurs dont le pH n'est que le reflet. Parmi ceux-ci, l'influence des substances humiques, la pollution organique, la teneur en calcium, en CO₂ sont le plus souvent mis en cause (PACAUD, 1939; LEFÈVRE, 1940; EDMONDSON, 1944).

Nous n'avons pas accordé une grande attention aux pH basiques maxima : ceux-ci sont généralement liés à une intense activité chlorophyllienne due à une luxuriance en organismes végétaux (macrophytes ou Algues). Cette exubérance végétale, qui entraîne une élévation de pH dans toutes les eaux privées de substances-tampon (substances humiques par exemple), peut être regardée comme directement responsable de la pauvreté en zooplancton qui va souvent de pair (cf. plus has).

Tenant compte de ces considérations, volontairement limitées, nous avons préféré effectuer une comparaison des espèces peuplant différents groupes de stations naturelles, classées en fonction de leur pH à une simple indication des pH minimum et maximum supportés par chaque espèce.

Les stations explorées ont été réparties en 3 groupes, de valeur non identiques :

GRUPE I : Tourbières à *Sphagnum* à eaux acides : pH 4,4 à 6,0.

GRUPE II : Eaux légèrement acides, atteignant parfois, et même dépassant mais très rarement et très faiblement, la neutralité : ce sont les collections d'eaux de forêt : la Bonne Mare (pH 5,8 à 7,0), l'étang de Coupe gorge (pH 6,4 à 7,3), le Trou (pH 6,5 à 7,4), les mares de Forêt de Chevreuse (pH 6,2 à 7,1).

GRUPE III : Collections d'eaux alcalines dont le pH ne descend pas au-dessous de la neutralité et est généralement supérieur ou égal à 7,2. Ce 3^e groupe est très hétérogène.

La répartition des espèces de Rotifères, en fonction de ces trois groupes est exposée ci-dessous :

I Eaux acides pH 4,4 à 6,0	II Eaux faiblement acides pH 5,8 à 7,0	III Eaux alcalines pH ≥ 7,0
<i>Microcodon clavus</i> <i>Microcodides chlaena</i> <i>Platyias polyacanthus</i> <i>Elosa woralli</i> <i>Trichocerca collaris</i> <i>T. harveyensis</i> <i>Gastropus minor</i> <i>Notommata lenis</i> <i>Monommata grandis</i> <i>Lecane stichaea</i> <i>Proales doliaris</i> <i>Tetrasiphon hydrocora</i> <i>Dicranophorus prionacis</i> <i>D. secretus</i>	<i>Keratella valga</i> <i>Notommata collaris</i> <i>Resticula gelida</i> <i>Rotaria macrura</i> <i>R. neptunoida</i>	<i>Anureopsis fissa</i> * <i>Brachionus budapestinensis</i> <i>B. calyciflorus</i> * <i>B. diversicornis</i> * <i>B. falcatus</i> <i>B. leydigi</i> <i>B. quadridentatus</i> * <i>B. rubens</i> * <i>B. urceolaris</i> (type) <i>Epiphanes senta</i> <i>E. brachionus</i> <i>Euchlanis deflexa</i> * <i>E. dilatata</i> * <i>Keratella testudo</i> * <i>Mytilina mucronata</i> * <i>M. ventralis</i> * <i>Notholca acuminata</i> * <i>Platyias patulus</i> * <i>Rhinoglena frontalis</i> <i>Trichotria pocillum</i> * <i>Synchaeta oblonga</i> * <i>Asplanchna girodi</i> * <i>A. brightwelli</i> <i>Trichocerca pusilla</i> * <i>Eosphora najas</i> <i>Notommata glyphura</i> <i>Lindia torulosa</i> <i>Proales daphnicola</i> <i>Pompholyx sulcata</i> * <i>Testudinella patina</i> * <i>Rotaria neptunia</i> *
I + II		
<i>Keratella serrulata</i> (plus commune en I) <i>K. ticinensis</i> <i>Chromogaster ovalis</i> <i>Trichocerca longiseta</i> <i>T. tigris</i> <i>Notommata codonella</i> <i>N. cerberus</i> <i>N. copeus</i> <i>N. pachyura</i> <i>Ptygura pilula</i> <i>Dissotrocha macrostyla</i>		
	II + III	
	<i>Brachionus angularis</i> <i>Keratella cochlearis</i> <i>K. quadrata</i> <i>Kellicottia longispina</i> <i>Polyarthra euryptera</i> <i>P. remata</i> <i>Synchaeta pectinata</i> <i>Ploesoma hudsoni</i> <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Trichocerca cylindrica</i> <i>Trichocerca rattus</i>	<i>T. similis</i> <i>Notommata pseudocerberus</i> <i>Filinia passa</i> <i>F. terminalis</i> <i>Pedalia mira</i> <i>Conochiloides coenobasis</i> <i>Dissotrocha aculeata</i> <i>Philodina citrina</i> <i>P. megalotrocha</i>

I + II + III

Brachionus urceolaris var. *sericus*
Trichotria tetractis
Polyarthra dolichoptera
Synchaeta tremula (?)
Ascomorpha ecaudis
Gastropus hyptopus
Cephalodella gibba
C. auriculata
Proales fallaciosa
Conochilus hippocrepis
Collotheca ornata
Rotaria rotatoria
R. tardigrada

Les espèces les plus tolérantes habitent indifféremment dans les biotopes des 3 groupes (I + II + III). Parmi celles-ci, *Brachionus urceolaris* var. *sericus* est la seule espèce du genre rencontrée en eau très acide.

Un certain nombre d'auteurs, à la suite d'ÅHLSTROM (1940), ne séparent pas cette variété du type, le critère morphologique (la lorica de la variété *sericus* présente de nombreux plis) ne leur semblant pas toujours bien net. Pour éclaircir l'écologie de l'espèce, cette distinction peut avoir son intérêt. Selon LEENTVAAR (1961) et HAUER (1963) les mares acides de pH 4,4 à 5,5, constituent le biotope spécifique de *B. urceolaris sericus*.

La variété *sericus* est fréquente en eaux acides : nous l'avons récoltée dans des flaques d'eau en forêt, et en grand nombre dans la tourbière à *Sphagnum* de la Cerisaie (juin 1962) avant son assèchement. WULFERT (1940), VALLIN (1952) la signalent dans des tourbières à Sphaignes et SLÁDEČEK (1955), en eaux acides, en compagnie de *K. serrulata*. GESSNER (1929) en dénombre même 304 800 individus par m³ dans un marais acide. Le degré d'acidité le plus extrême (pH 3) supporté par cette race a été observé par OHLE, 1936 et TAMURA, 1936 (cités par DE BEAUCHAMP, *Traité de Zoologie*, sous presse).

Mais nous avons également rencontré une population abondante d'individus morphologiquement indiscernables de cette variété, dans une mare de ferme (le Moulon, septembre 1962). Toutefois le comportement biologique, au laboratoire, d'une souche issue d'une femelle de cette population s'est révélé différent de celui des souches provenant d'individus vivant en eaux acides (POURRIOT, sous presse).

Par contre l'espèce type est bien confinée aux eaux alcalines. D'après HAUER (*loc. cit.*) l'apparition de la variété *sericus* seulement dans des conditions chimiques particulières expliquerait sa rareté relative.

Etant donné sa prolifération dans nos milieux ordinaires, il paraît fort probable que la présence, parfois abondante, de *B. urceolaris sericus* dans des eaux à caractères physico-chimiques assez spéciaux, est due essentiellement à l'élimination des autres espèces du même genre; celles-ci moins tolérantes que la variété *sericus*, ne supportent pas des conditions aussi extrêmes. Au contraire, dans les autres biotopes, la compétition vitale pourrait jouer en faveur des autres espèces.

Bien qu'elle soit plus fréquente en eaux acides, *Trichotria tetractis* a été comptée parmi les espèces tolérantes car elle vit aussi parfois dans des biotopes alcalins.

D'autres espèces sont communes à deux groupes proches :

— soit aux groupes I et II : ce sont des espèces récoltées uniquement en eaux acides. Cependant MYERS (1942) signale la présence de *Notommata cerberus* dans un lac de pH moyen = 8,1. HAUER (1936) a également récolté cette espèce en eaux alcalines (pH = 8,3) ainsi que *N. copeus* (pH : 7,7 - 7,9).

Chromogaster ovalis et *Trichocerca longiseta* ont été aussi rencontrées en eaux alcalines de même que *Keratella ticinensis* selon KLIMOWICZ (1962) et GILLARD (1955; pH notés 7,2 et 7,4).

— soit aux groupes II et III : nombreuses espèces planctoniques assez tolérantes qui évitent seulement les eaux de tourbières.

Pedalia mira, commune à pH $\geq 7,0$, n'a été trouvée qu'à l'état sporadique dans des mares de pH = 6,4; cette observation concorde avec celle de BARTOŠ (1948) qui a récolté l'espèce fréquemment en eaux basiques mais une seule fois en eaux acides de pH = 5,8. Selon WULFERT (1960), *Synchaeta pectinata* vit également dans des eaux plus acides (pH : 4,2 à 6,0).

Bien que présentes en petit nombre dans une récolte faite dans une mare de forêt (Le Trou, septembre 1954), deux espèces *Brachionus calyciflorus* et *B. falcatus* sont cependant considérées comme spécifiquement d'eaux alcalines; à cette époque, le pH de la mare atteignait en effet la valeur de 7,4 alors qu'il était ordinairement acide. Cette diminution de la concentration en ions hydrogène indique l'établissement de conditions inhabituelles pour un biotope de ce type, conditions qui ont pu permettre la coexistence des deux espèces pendant un temps très court.

Enfin les espèces les moins tolérantes se sont cantonnées dans un seul des trois groupes :

En eaux acides de tourbières (I).

Selon d'autres auteurs (MYERS, 1930; VOIGT, 1957) quelques-une de ces espèces peuvent être aussi rencontrées dans des eaux moins acides que celles de tourbières (type II) : *Monommata grandis*, *Microcodon clavus*, *Microcodides chlaena* et *Platyias polyacanthus*.

En eaux faiblement acides (II).

Rotaria macrura a été trouvé également dans un marais à *Sphagnum* par WULFERT (1960). Ce même auteur (1935) note la présence de *Resticula gelida* dans un fossé fangeux de pH 7,5 à 8,5. Habituellement cette espèce hante plutôt les eaux acides. Habitant fréquent des fossés de forêt, elle existait en abondance en février 1962 dans la zone à herbiers de l'étang de la Tour (pH : 6,8 à 7,1).

En eaux alcalines (III).

La plupart des espèces de la famille des Brachionidae s'y rencontrent. Toutes les espèces citées dans ce groupe sont généralement reconnues par la plupart des auteurs comme habitant des biotopes alcalins. Cependant les espèces suivies d'un astérisque ont été récoltées par PAWLOWSKI (1956) pour la totalité, par SLÁDEČEK (1951) et GRAFF (1957) pour quelques-unes seulement, dans des biotopes à pH faiblement acides compris entre 6,0 et 7,0. Cas extrêmes : trois espèces de ce groupe ont été rencontrées dans des tourbières à *Sphagnum* : *Brachionus leydigi* (WULFERT, 1940), *Euchlanis dilatata* (TARNOGRADSKI, 1957) *Notommata glyphura* (BATUT, sous presse).

Nous terminerons cette liste en mentionnant une espèce vivant habituellement dans des eaux très polluées : *Mytilina crassipes*. Nous avons récolté cette espèce dans un mare polluée (Le Moulon, septembre 1962) à un pH = 7,2 mais elle est aussi signalée par PAWLOWSKI (1958) dans la rivière Grabia (pH 6,4 - 6,9) et par VALLIN (1952) dans des eaux à *Sphagnum* de pH 3,1 à 3,6 !

B) ETUDE EXPÉRIMENTALE

Pour étudier l'influence de bas pH sur le comportement de quelques Rotifères, nous avons utilisé les milieux d'élevage ordinaires dont le pH a été abaissé et maintenu bas par additions d'acide phosphorique à 55° B° dilué au 1/1 000; une à deux gouttes de cette dilution ajoutées quotidiennement à 15 ml de milieu d'élevage suffisent généralement à maintenir un pH de 6,0 environ.

La modification ionique résultant de cette addition paraît assez faible pour être négligée, d'autant plus que les Algues présentes utilisent les phosphates. Néanmoins nous ne tiendrons compte que des pH minima relevés tant que les animaux vivaient et se multipliaient, la cause de la mort des Rotifères lors d'une forte acidification pouvant être imputée aussi bien au déséquilibre ionique qu'à l'abaissement du pH.

Toutes les expériences ont été faites à la température du laboratoire (20° C environ).

Le mode opératoire est le suivant : des femelles ovigères sont introduites en nombre égal dans deux tubes à essais contenant chacun 15 ml du milieu minéral A. Quelques gouttes d'une culture dense de *Chlorella pyrenoidosa* y sont mises en même temps. Le premier tube est maintenu à un pH alcalin (par addition de lessive de soude à 1p. 1 000, si nécessaire); le second à un pH acide. La concentration en ions H⁺ des milieux est mesurée et suivie au pH-mètre électrique.

1°) Expériences réalisées avec *Brachionus urceolaris sericus* : pH du premier tube 7,0 à 7,8; pH du second 5,4 à 7,0. Les animaux se multiplient bien dans les deux tubes. Après 7 jours, nous avons dénombré la descendance des 10 femelles amictiques inoculées au départ, soit :

- 213 femelles dans le témoin alcalin,
- 277 femelles dans le milieu acide.

2°) Expériences réalisées avec *B. rubens* : Les deux tubes à essais sont cette fois entourés jusqu'au niveau d'affleurement du liquide, d'un manchon de papier d'aluminium. Cette semi obscurité a pour but de ralentir l'activité chlorophyllienne des Algues et obtenir ainsi des pH plus stables : 5,8 à 6,2 pour le milieu acide, 7,6 à 8,4 pour le milieu alcalin.

Après 7 jours de ce traitement les 15 femelles initiales ont fourni une descendance de :

- 300 femelles (dont 33 p. 100 de ♀ ♂) dans le milieu basique,
- 249 » » (dont 40 p. 100 de ♀ ♂) dans le milieu acide.

Compte tenu des proportions différentes de femelles mictiques, la fécondité des Brachions est semblable dans les deux milieux.

Une expérience identique conduite avec *B. calyciflorus* a abouti à des résultats similaires. Le pH minimum observé sans provoquer la mort des Rotifères était de 5,2.

Nous avons vu cependant que, lors de la constitution de milieux d'élevages, il était préférable de les alcaliniser légèrement; mais ici, l'acidité originelle a deux causes : 1°) la présence de phosphates

acides : les expériences précédentes montrent qu'ils ne peuvent être très nuisibles, 2°) la présence de CO₂ dissous dans l'eau bidistillée utilisée. Selon toute vraisemblance les accidents parfois survenus (mort brutale des Rotifères en quelques heures) sont imputables au gaz carbonique dissous.

LANSING (1942) expérimentant sur *Euchlanis incisa*, observe au contraire un accroissement significatif de la fécondité quand le pH s'élève de 6,0 à 9,6. Nous avons récolté cette espèce dans deux mares sur lesquelles nous n'avons malheureusement que peu d'indications : l'une acide (pH 6,1) et l'autre alcaline calcique où elle se trouvait plus abondante. Ceci concorde avec les données d'EDMONDSON (1948) pour qui l'espèce n'est répandue et abondante que dans les étangs alcalins. *E. incisa* présente donc sur ce point quelque similitude avec *Brachionus rubens* et *B. calyciflorus*, pour lesquels nous n'avons cependant pas trouvé expérimentalement d'influence bien nette du pH entre 5,4 et 8,4.

Les divergences apparaissant dans ces résultats sont peut-être dues aux différences entre les méthodes employées : LANSING a utilisé des solutions à 0,04 % additionnées de solutions tampon standard dont la concentration ou la qualité des ions alliées à la haute température (30° C) ont pu être néfastes en elles-mêmes aux animaux (?).

De toutes façons, dans les eaux naturelles, l'acidité du milieu est plus le fait de substances organiques (ac. humolimniques) que celle d'éléments minéraux. Aussi avons-nous fait quelques expériences avec une eau naturelle acide (celle de la Bonne Mare en novembre 1963 : pH 5,9). Dans une boîte de Pétri contenant 15 ml de cette eau 15 *B. calyciflorus* provenant des élevages ont été introduits avec une nourriture adéquate (*Haematococcus pluvialis*). Il est évident que le pH de cette eau isolée de son contexte naturel s'est rapidement élevé et que seul le début de l'expérience peut être valable. Nous n'avons observé aucun phénomène de dépression chez les Rotifères ayant subi ce changement de milieu.

D'autre part dans la collection d'animaux vivants entretenue au laboratoire figurent nombre d'espèces provenant de biotopes acides : *Keratella valga*, *Microcodices chlaena*, *Tetrasiphon hydrocora*, plusieurs espèces du genres *Notommata* et *Reticula gelida*. Les pH de ces élevages sont toujours basiques, atteignant 8,6 en fin d'élevage : un pH assez élevé ne paraît donc pas nuire à la vie ni à la reproduction de ces Rotifères.

★

★★

Les premiers écologistes voyaient dans le pH un facteur primordial de l'écologie des Rotifères. Il est incontestable que dans les collections d'eaux naturelles, la répartition des Rotifères paraît bien — dans la généralité des cas — en relation avec le caractère acide ou basique de ces eaux. L'accumulation des documents fait ressortir un certain nombre d'observations de nature plus ou moins exceptionnelle, qui tendent à faire reculer les limites de pH entre lesquelles peuvent vivre les espèces communes. De plus, l'expérimentation montre que des espèces d'eaux acides tolèrent bien des pH plus élevés et que des espèces vivant normalement en eaux alcalines peuvent supporter sans inconvénient des pH compris entre 5 et 6.

Il appert de ces considérations que la concentration en ions H^+ — à moins qu'elle ne soit très élevée — n'est pas directement responsable de la répartition écologique des Rotifères. Néanmoins sa mesure et surtout sa variation qui reflète les conditions physico-chimiques est intéressante à connaître pour définir les caractères d'un biotope.

Le cas des eaux très acides — généralement du type tourbières à *Sphagnum* — mérite d'être examiné à part. Il est possible qu'une forte acidité (le pH peut s'abaisser jusqu'à 3) soit néfaste à de nombreuses espèces qui sont ainsi éliminées, mais il semble peu probable qu'elle soit nécessaire à la vie de quelques-unes.

Le caractère acide de ces eaux est indissolublement lié à un degré hydrotimétrique bas, à une faible minéralisation et surtout à une grande richesse en substances humiques, dissoutes et en suspension. De ces conditions assez particulières, il s'ensuit une production primaire assez spéciale. Vu la complexité de ces biotopes et l'impossibilité d'isoler un facteur, il semble difficile de baptiser une espèce d'acidobionte plutôt que de calciphobe ou de sphagnophyle quoique ce dernier terme soit déjà plus évocateur d'un ensemble. L'existence d'espèces liées à ces milieux résulte probablement de l'action conjuguée de plusieurs facteurs physico-chimiques et biologiques (tels que la présence d'espèces algales spéciales, indispensables à certaines espèces rotifériennes algivores ayant un spectre alimentaire très étroit).

III. INFLUENCE DE LA TENEUR EN ALCALINOTERREUX

A) OBSERVATIONS DANS LES STATIONS NATURELLES

Il n'existe dans la littérature limnologique que peu de données concernant l'influence de la teneur des eaux en alcalino-terreux sur la répartition des Rotifères; l'indication même de la « dureté » des eaux où sont récoltés les Rotifères n'est pas souvent précisée; aussi nous contenterons-nous d'exposer nos propres observations.

Les dosages du magnésium dans les eaux étudiées ont fourni des valeurs assez faibles et, en moyenne, d'autant plus basses que les valeurs moyennes en calcium étaient plus faibles : la teneur en Mg^{++} des eaux peu calciques (3 à 25 mg/l de Ca^{++}) ne dépasse généralement pas 4 mg/l; celle des eaux moyennement calciques (30 à 100 mg/l de Ca^{++}) peut atteindre 8 mg/l. Les valeurs maxima ont été observées dans les eaux les plus chargées en calcium : pièce d'eau du Rondeau (teneur minimum en $Ca^{++} = 104$ mg/l; teneur maximum en $Mg^{++} = 16$ mg/l) et mare de Saint Aubin (teneur minimum en $Ca^{++} = 126$ mg/l; teneur maximum en $Mg^{++} = 34$ mg/l).

Dans chaque collection d'eau, les variations annuelles de ces deux éléments ne sont pas parallèles. Comme il est peu probable que ces variations, qui ne se produisent qu'entre des limites modérées, interviennent dans la distribution des espèces animales, nous n'avons tenu compte que de la teneur moyenne et des teneurs extrêmes de chaque station naturelle.

Les alcalinoterreux ont été dosés globalement plus régulièrement que le calcium seul. Etant donné la faible proportion du magnésium qui, à ces taux peu élevés, ne semble pas avoir d'influence, il est possible de considérer en première approximation que les teneurs en alcalinoterreux reflètent principalement la teneur en calcium.

Les eaux naturelles ont été classées selon leurs teneurs en alcalinoterreux, en 3 catégories : peu, moyennement ou très calcique. Certaines des collections d'eau ayant des teneurs chevauchant deux catégories ont été classées en fonction de leur teneur moyenne et des teneurs les plus fréquentes.

Le tableau 23 indique le nombre de stations de chaque type où l'espèce a été récoltée. Les chiffres notés entre parenthèses correspondent à des récoltes d'individus isolés seulement.

TABLEAU 23

Espèces	Teneurs des stations en alcalinoterreux exprimées en Ca ⁺⁺		
	Stations peu calciques 3 à 30 mgl.	Stations assez calciques 30 à 90 mgl.	Stations très calciques 90 à 150 mgl.
Ploïma			
Brachionidae			
<i>Anureopsis fissa</i>	-	4	3
<i>Brachionus angularis</i>	5	6	5
<i>B. bennini</i>	1	-	-
<i>B. budapestinensis</i>	-	1	2
<i>B. calyciflorus</i>	3	4	6
<i>B. diversicornis</i>	1	(1)	-
<i>B. falcatus</i>	3	-	-
<i>B. leydigi</i>	-	1	-
<i>B. leydigi v. rotundus</i>	-	-	5
<i>B. quadridentatus</i>	4	3	1
<i>B. rubens</i>	1	1	4
<i>B. urceolaris</i>	3	3	4
<i>Epiphanes brachionus</i>	1	1	-
<i>E. senta</i>	-	-	5
<i>Kellicottia longispina</i>	3	(2)	-
<i>Keratella cochlearis</i>	6	7	3
<i>K. quadrata</i>	6	6	4
<i>K. serrulata</i>	4	-	-
<i>K. testudo</i>	1	1	2
<i>K. ticinensis</i>	3	-	-
<i>K. valga</i>	3	-	-
<i>Microcodides chlaena</i>	1	-	-
<i>Notholca acuminata</i>	-	2	-
<i>N. squamula</i>	(1)	(1)	(2)
<i>Platylas patulus</i>	(3)	(1)	-
<i>P. polyacanthus</i>	1	-	-
<i>Rhinoglena frontalis</i>	-	3	2
Synchaetidae			
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	8	6	5
<i>P. euryptera</i>	6	-	-
<i>P. major</i>	3	-	-
<i>P. prolobo</i>	1	1	1
<i>P. remata</i>	3	2	-
<i>P. vulgaris</i>	2	3	-
<i>Ploesoma hudsoni</i>	2	(2)	-
<i>Synchaeta lakowitziana</i>	1	-	-
<i>S. oblonga</i>	1	4	1
<i>S. pectinata</i>	8	6	3
<i>S. tremula</i>	5	4	3
Asplanchnidae			
<i>Asplanchna brightwelli</i>	-	-	1
<i>A. girodi</i>	2	5	2
<i>A. priodonta</i>	6	7	(2)
<i>Asplanchnopus multiceps</i>	1	-	-
Gastropodidae			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	2	1	-
<i>Chromogaster ovalis</i>	2	-	-
<i>Gastropus hypopus</i>	6	1	-
<i>G. minor</i>	1	-	-
<i>G. stylifer</i>	-	1	-

Teneurs des stations en alcalinoterreux exprimées en Ca ⁺⁺	Stations peu calciques 3 à 30 mg/l.	Stations assez calciques 30 à 90 mg/l.	Stations très calciques 90 à 150 mg/l.
Espèces			
Trichocercidae			
<i>Elosa woralli</i>	1	-	-
<i>Trichocerca capucina</i>	1	-	-
<i>T. cylindrica</i>	5	-	-
<i>T. pusilla</i>	1	3	2
<i>T. rattus</i>	3	1	-
<i>T. similis</i>	3	1	-
Notommatidae			
<i>Enteroplea lacustris</i>	2	-	-
<i>Eosphora najas</i>	-	-	1
<i>Notommata cerberus</i>	3	-	-
<i>N. codonella</i>	3	-	-
<i>N. collaris</i>	2	-	-
<i>N. copeus</i>	3	-	-
<i>N. glyphura</i>	1	2	2
<i>N. pachyura</i>	2	-	-
<i>N. pseudocerberus</i>	3	2	(1)
<i>Resticula gelida</i>	2	-	-
Lindiidae			
<i>Lindia torulosa</i>	-	2	-
Lecanidae			
<i>Proales daphnicola</i>	-	1	2
<i>P. doliaris</i>	1	-	-
<i>Tetrasiphon hydrocora</i>	1	-	-
Flosculariaceae			
Testudinellidae			
<i>Filinia passa</i>	5	3	4
<i>F. terminalis</i>	4	4	4
<i>Pedalia mira</i>	4	-	1
<i>Pompholyx sulcata</i>	3	4	1
Conochilidae			
<i>Conochilus hippocrepsis-unicornis</i>	5	2	-
<i>Conochilodes coenobasis</i>	4	-	-
<i>C. dossuarius</i>	1	-	-
<i>C. natans</i>	1	-	-
Collothecaceae			
<i>Collotheca mutabilis</i>	1	-	-
<i>C. ornata</i>	2	2	2
Bdelloidea			
Philodinidae			
<i>Philodina megalotrocha</i>	2	1	-
<i>P. citrina</i>	3	3	2
<i>Rotaria macrura</i>	1	-	-
<i>R. neptunia</i>	-	-	2
<i>R. neptuniofda</i>	1	-	-
<i>R. rotatoria</i>	6	3	4
<i>R. tardigrada</i>	2	1	1
Nombre total de stations	9	10	7

La lecture de ce tableau fait apparaître, à côté de bon nombre d'espèces indifférentes, les préférences de quelques autres :

— espèces d'eaux calciques : *Brachionus leydigi* (type et var. *rotundus*), *B. budapestinensis*, *Epiphanes senta*, *Asplanchna brighwelli*, *Eosphora najas*, *Rotaria neptunia*.

— espèces d'eaux faiblement calciques : *Brachionus bennini*, *B. falcatus*, *Keratella serrulata* *, *K. ticinensis* *, *K. valga* *, *Microcodices chlaena* *, *Platytias polyacanthus* *, *Polyarthra euryptera*, *P. major*, *Synchaeta lakowitziana*, *Asplanchnopus multiceps*, *Gastropus hyptopus*, *G. minor* *, *Chromogaster ovalis*, *Elosa woralli* *, *Trichocerca capucina*, *T. cylindrica*, *Enteroplea lacustris*, *Reticula gelida* *, la plupart des espèces de *Notammata*, *Proales doliaris* *, *Tetrasiphon hydrocora* * les espèces du genre *Conochiloides*, *Collotheca mutabilis*, *Rotaria macrura* * et *R. neptunoida* *.

Les espèces récoltées en eaux acides sont suivies d'un astérisque.

Parmi les espèces indifférentes à la teneur en calcium du biotope, peuvent être comptées aussi les espèces benthiques suivantes non inscrites dans le tableau 23 : *Mytilina ventralis*, *M. mucronata*, *Euchlanis dilatata*, *E. deflexa*, *Pleurotrocha petromyzon*, *Itura myersi*, *Proales fallaciosa*.

Les expériences au laboratoire étant assez significatives à l'égard des tolérances des Rotifères vis-à-vis des alcalinoterreux, nous les exposerons avant d'aborder toute discussion.

B) OBSERVATIONS EXPÉRIMENTALES

LANSING (1942) étudiant l'effet du calcium chez *Rotaria rotatoria* et *Proales sp.* conclut à un allongement de la durée de vie dans les milieux minéraux à faible concentration en ions Ca^{++} ; l'accumulation du calcium dans les tissus, après la croissance, diminue la période de sénilité. Cet effet du calcium est retrouvé par PRAY (1959) chez *Philodina megalotrocha*. Du point de vue de la fertilité, qui nous intéresse particulièrement, ces deux auteurs n'ont pas trouvé de différences significatives qui soient imputables à la concentration en calcium.

Il nous a semblé utile de reprendre cette question en expérimentant sur des espèces vivant habituellement soit en eaux riches, soit en eaux pauvres en calcium, ou indifféremment dans les deux (*Brachionus urceolaris sericus*).

Nous avons élevé ces espèces dans des milieux à concentration variable en ions Ca^{++} :

Milieu pauvre en calcium

Un milieu, baptisé M, a été spécialement préparé en s'inspirant des teneurs en différents sels fournies par les dosages des eaux de tourbières. Il est constitué de :

Ca (NO ₃) ₂	10 mg
Mg SO ₄	5 mg
K Cl	50 mg
Na ₂ Si ₂ O ₃	10 mg
H ₂ O bidistillée	1 000 ml.

Tous nos milieux d'élevage sont également pauvres en calcium : leurs teneurs sont inférieures à 10 mg/l de Ca⁺⁺.

Milieu riche en calcium

Nous avons utilisé le milieu de cultures d'Algues « L + C » réduit à ses seuls éléments minéraux (teneur en Ca⁺⁺ : 21 mg/l) enrichi le plus souvent par addition de 100 mg de CaCl₂ et 100 mg de CaSO₄ par litre, soit :

Ca(NO ₃) ₂	100 mg
Ca Cl ₂	100 mg
Ca SO ₄	100 mg
Mg SO ₄	30 mg
KNO ₃	100 mg
K ₂ HPO ₄	40 mg
H ₂ O bidistillée	1 000 ml.

Nous avons préféré employer de tels milieux où la concentration en calcium varie dans le même sens que la concentration en sels dissous totaux. Cette variation correspond à peu près aux conditions naturelles : les eaux les moins chargées en alcalinoterreux sont, dans nos régions, les plus faiblement minéralisées et vice-versa.

La méthode consistant à faire varier les proportions de différents sels (généralement Ca, Mg et K) en conservant une concentration totale inchangée conduit à augmenter énormément les teneurs en magnésium ou en potassium par rapport à la teneur en calcium; le parallélisme de telles solutions minérales avec les eaux naturelles étudiées ne serait pas possible.

1) Expériences réalisées sur des espèces d'eaux calciques ou des espèces indifférentes :

Pour chaque espèce nous avons opéré comme suit : 15 femelles ovigères provenant de l'élevage et soigneusement lavées sont introduites dans chaque tube à essais contenant 15 ml du milieu à expé-

rimiter; les tubes sont alimentés de façon identique de quelques gouttes d'une culture de *Chlorella pyrenoidosa* concentrée par centrifugation.

Les populations présentes dans chaque tube, après 7 jours, étaient les suivantes :

Espèce expérimentée	Milieu riche en calcium	Milieu pauvre en calcium
<i>Brachionus angularis</i>	190 femelles	269 femelles
<i>B. calyciflorus</i>	124 "	155 "
<i>B. leydigii</i>	250 "	196 "
<i>B. rubens</i>	160 "	189 "
<i>B. urceolaris</i> v. <i>sericus</i>	396 "	338 "
<i>Filinia passa</i>	112 "	90 "

Les élevages des Brachions, repiqués plusieurs fois, ont été poursuivis pendant quelques mois dans les mêmes conditions sans qu'il se produise de dépression. *Filinia passa* n'a pas pu être maintenue plus d'un mois dans un milieu minéral quelle que soit sa concentration en alcalinoterreux.

De plus, dans tous nos milieux d'élevage, faiblement calciques, de nombreuses espèces se reproduisent bien pendant de longues périodes.

2) Expériences réalisées avec des espèces d'eaux peu calciques :

Deux espèces ont été expérimentées en boîte de Pétri : *Notommata copeus* et *N. pachyura*. Les Zygothécées qui constituent leur nourriture habituelle ont été choisies parmi les espèces supportant les variations de la teneur en calcium.

Le nombre de femelles et d'œufs présents après 7 jours était de :

	Nombre de ♀♀ au départ	Nourriture	Milieu riche en calcium	Milieu pauvre en calcium
<i>Notommata copeus</i>	15	<i>Spirogyra</i> sp.	62 ♀♀ + 55 œufs	76 ♀♀ + 83 œufs
<i>N. pachyura</i>	20	<i>Cosmarium lundelli</i>	131 ♀♀ + 55 "	104 ♀♀ + 48 "

Comme les précédents, ces élevages ont été poursuivis quelques mois dans les mêmes conditions sans que les Rotifères montrent d'état dépressif.

Nous y ajouterons deux observations concernant deux espèces récoltées dans une tourbière à *Sphagnum* : *Microcodides chlaena* et *Tetrasiphon hydrocora*. L'addition, à raison de 200 mg par litre, de sels de calcium au milieu d'élevage, milieu minéral artificiel pour la première espèce, milieu naturel pour la seconde n'a apporté ni gêne, ni amélioration au comportement des deux Rotifères par rapport aux témoins en milieux peu calciques.

*
**

Les premières expériences, de même que les élevages en milieux habituels, montrent qu'une faible teneur en alcalinoterreux n'est pas défavorable à la reproduction des espèces, y compris celles qui peuplent ordinairement les eaux calciques.

Inversement, des Rotifères vivant normalement en eaux à faible teneur en calcium ne semblent pas non plus affectés dans leur reproduction par une augmentation de cette teneur.

La calcophobie ou calcophilie de certaines espèces de Rotifères telle qu'elle apparaît dans les biotopes naturels n'est qu'apparente : elle est probablement le reflet d'un complexe physico-chimique auquel est lié la teneur en calcium. Celle-ci, envisagée seule, n'a donc que peu d'intérêt. Au contraire, liée à d'autres facteurs dont la convergence détermine le peuplement primaire végétal, la teneur en alcalinoterreux est utile à connaître dans la désignation d'un biotope qui ne peut être défini que par un ensemble de caractères.

Du point de vue général, ces résultats démontrent qu'en ce qui concerne son influence directe, la teneur en calcium n'est pas un facteur responsable de la distribution écologique des Rotifères.

IV. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION TOTALE EN SELS DISSOUS

A) AU LABORATOIRE

LANSING (*loc. cit.*) et PRAY (*loc. cit.*) ont étudié la fertilité de deux espèces de Bdelloïdes et d'une espèce de *Proales*, nourris soit de Bactéries, soit de *Stichococcus*, dans des solutions de Knop à des dilutions diverses.

Aux concentrations de 0,02 et 0,04 % ils ne constatent pas de

différences dans le taux de reproduction des Bdelloïdes alors que celui de *Proales* est nettement meilleur à la concentration la plus faible. Des concentrations supérieures à 0,04 % sont défavorables à la multiplication des Rotifères.

Nous n'avons pas relevé de différences bien significatives dans les expériences précédentes où la teneur en calcium variait parallèlement à la concentration saline totale qui ne dépasse pas un maximum de 0,047 p. 100 en sels hydratés.

Au cours de l'entretien ordinaire des élevages nourris de Chlorelles, nous avons cependant observé qu'en règle générale (mais non constante), les résultats obtenus étaient meilleurs dans les milieux peu concentrés (aux environs de 0,01 p. 100 en sels dissous) par rapport à l'emploi direct de « L + C » (extrait sec à 180° : 224 mg/l). Nous ne pensons pas qu'il s'agisse-là d'un effet dû à la différence de salinité. En effet, le L + C est un milieu très favorable à la multiplication des Chlorelles lorsque la lumination est suffisante. A moins d'introduire un grand nombre de Rotifères — et ce n'est pas le but d'un repiquage — dans le tube d'élevage, les Chlorelles se multiplient souvent dans ce milieu plus rapidement qu'elles ne sont utilisées par les animaux. Nous avons constaté alors qu'une multiplication intensive de *Chlorella pyrenoidosa* gênait la reproduction d'un certain nombre d'espèces de Rotifères, qui dans certains cas (*Euchlanis incisa* par ex.) finissaient même par disparaître. L'influence des Chlorelles paraît donc prépondérante (cf. ci-dessous).

B) DANS LA NATURE

Dans les collections d'eaux naturelles il en va tout autrement qu'au laboratoire.

En première approximation, la répartition des Rotifères en fonction de la salinité totale (extrait sec) des eaux naturelles suit celle du tableau 23 relatif aux alcalino-terreux, ce qui n'a rien de remarquable puisque dans les eaux étudiées, plus la minéralisation est élevée et plus la teneur en calcium est importante. Les stations de la première colonne peu calciques ont un résidu sec généralement compris entre 50 et 250 mg/l; celles de la 2^e colonne, un résidu sec variant de 250 à 500 mg/l; celles de la 3^e colonne, de 500 mg/l à plus de 1 gramme/l.

Toutefois, à l'inverse des collections d'eau de la région parisienne, les collections d'eaux alcalines de Sologne ne suivent pas exactement ce rapport; avec une teneur en calcium variant de 25 à 70 mg/l, leurs eaux se sont révélées moins minéralisées (résidu

sec : 50 à 250 mg/l) que les eaux à teneurs analogues en Ca^{++} de la région parisienne; nous avons d'ailleurs constaté une différence dans les peuplements microscopiques (cf. plus haut).

*
**

La confrontation des différents tableaux montre que bon nombre d'espèces peuvent aussi bien vivre et se reproduire dans les milieux peu minéralisés que dans des eaux plus chargées en sels minéraux : par exemple une population assez abondante de *Rotaria rotatoria* a été récoltée dans la mare de St-Aubin en avril 1963; ces eaux ont un résidu sec supérieur à un gramme par litre. La forte concentration en sels dissous ne semblaient pas gêner la reproduction des Bdelloïdes : cette observation va à l'encontre du résultat expérimental de LANSING sur cette même espèce. *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. leydigi*, *B. rubens* ont été aussi souvent trouvés dans des biotopes très minéralisés. Il existe à ce point de vue dans les eaux naturelles une nette tolérance des Rotifères : les résultats expérimentaux obtenus dans des milieux purement minéraux limités à quelques ions ne peuvent être transposés aux eaux naturelles plus complexes et contenant des substances organiques dissoutes.

Les phénomènes d'équilibres osmotiques entrent en jeu pour des salinités supérieures à celles des eaux étudiées. Une concentration élevée en sels dissous est un obstacle à la vie de certaines espèces (oligohalines) et une condition indispensable pour d'autres (polyhalines). Nous entrons là dans le domaine des eaux saumâtres — où les chlorures jouent un rôle primordial — que nous n'envisageons pas ici. Notons seulement que parmi les espèces euryhalines recensées en eaux saumâtres (cf. REMANE, 1929b; DE RIDDER, 1957 à 1962; HAMELIN, 1956; KERTEZ, 1956; ALTHAUS, 1957) figurent la plupart des espèces citées dans les colonnes 2 et 3 du tableau 23.

Les espèces n'apparaissant que dans la seule colonne 1 semblent bien habiter de préférence les eaux oligocalciques et oligohalines. Les quelques données concernant les teneurs en alcalinoterreux et la conductibilité des eaux, relevées dans la littérature correspondent généralement aux nôtres.

L'expérimentation montre que ces espèces sténohalines supportent bien, dans une certaine mesure, une augmentation de la concentration en ions Ca^{++} , donc en sels dissous. Il en résulte que le taux de minéralisation, dans les limites observées, comme la teneur en alcalino-terreux, s'ils constituent des caractères valables pour définir le biotope, n'interviennent pas directement dans l'écologie des Rotifères.

V. INFLUENCE DE LA TENEUR EN OXYGENE DISSOUS

A) OBSERVATIONS DANS LES STATIONS NATURELLES

Les lacs ont, seuls, été souvent étudiés sous ce rapport. Pour cette raison, la majorité des renseignements publiés concernent les espèces eulimniques les plus communes.

Nous ne nous sommes pas intéressé aux fortes teneurs en oxygène dissous, celles-ci n'ayant pas, à priori, d'influence appréciable sur les Rotifères; nous avons vu qu'une sursaturation excessive était liée, en même temps que l'augmentation du pH, à une grande abondance de végétation aquatique, surtout algale. La rareté corrélative de la microfaune est plus probablement imputable à l'action directe ou indirecte de sécrétions végétales, principalement dans le cas des « fleurs d'eau », qu'à une influence de la sursaturation en oxygène.

Les teneurs minima ont été observées soit en période chaude, soit en période froide. Etant donné la plus grande solubilité des gaz à basse température, le déficit en oxygène révélé par un bas pourcentage de saturation est plus important, à teneur en oxygène dissous égale, à température froide qu'à température chaude.

1°) Observations faites à basse température :

Les minima ont été relevés dans l'eau libre sous-jacente à une mince couche de glace (étang de Vaugien, tourbière de la Cerisaie). Le métabolisme de nombreux êtres vivants (végétaux générateurs d'oxygène en particulier) est ralenti et les échanges gazeux air-eau sont interrompus par la présence de la pellicule de glace, d'où la faible oxygénation de l'eau.

Les teneurs en O₂ dissous étaient un peu inférieures ou égales à 2 mg/l pour des températures de 2 à 3 °C, soit 10 à 15 % de saturation.

Les espèces récoltées étaient les suivantes (leur abondance est indiquée entre parenthèses) :

- *Brachionus urceolaris sericus* (—)
- *Euchlanis deflexa* (—)
- *Euchlanis dilatata* (—)
- *Keratella cochlearis* (+)
- *K. serrulata* (++)

- *K. ticinensis* (—)
- *Polyarthra dolichoptera* (— —)
- *Synchaeta pectinata* (— —)
- *Synchaeta cf. tremula* (+)
- *Testudinella patina* (—)
- *Conochilus hippocrepis* (—)
- *Rotaria rotatoria* (+)
- *Philodina citrina* (— —).

PEJLER (1957b) cite à la fin de l'hiver, dans des eaux à faible taux d'oxygène les espèces suivantes :

- *Anureopsis fissa*
 - *Keratella hiemalis*
 - *Kellicottia longispina*
 - *Polyarthra dolichoptera* (+)
 - *Synchaeta tremula*
 - *Filinia terminalis*
 - *Conochiloides natans*.
- } espèces communes
} aux deux listes.

2°) Observations faites à température plus élevée :

En été, les eaux les moins oxygénées sont celles :

— de mares de fermes polluées (La Cave, La Madeleine, Le Moulon), dont les eaux n'abritent pas de macrophytes immergés et se trouvent dépourvues, ou presque, de phytoplancton à cette époque, en raison de sa consommation par un intense zooplancton.

— d'un petit étang (de prairie « B ») dont la surface est totalement recouverte d'une couche dense de *Lemna minor*. Celles-ci, loin d'oxygéner l'eau puisqu'elles sont flottantes et non immergées, interceptent les radiations lumineuses et provoquent ainsi la disparition quasi-totale du phytoplancton.

Dans les deux cas, vu la pauvreté en organismes chlorophylliens aquatiques, il n'y a pas de production d'oxygène. Il subsiste au contraire une forte consommation due à la respiration des animaux et surtout aux oxydations des matières organiques par les Bactéries aérobies et Champignons de la vase. Il s'ensuit un appauvrissement du milieu en oxygène.

Les eaux destinées aux dosages ont toujours été prélevées dans la couche d'eau superficielle, donc (aux époques du déficit possible en oxygène) dans la couche la mieux oxygénée puisqu'en contact avec l'atmosphère. Bien que nous n'ayons pas effectué de dosages dans les couches d'eau plus profonde, il est à prévoir que l'oxygène se raréfie d'autant plus que l'on s'approche du fond vaseux. Ceci

a d'ailleurs été constaté à plusieurs reprises dans des mares du même type par PACAUD (1939).

Aux températures chaudes, de 18 à 20°, les teneurs les plus basses en oxygène dissous étaient comprises entre 1 et 2 mg/l, soit des taux de 12 à 21 % de saturation.

Seuls, ont été récoltés dans ces conditions :

- *Brachionus rubens* (++)
- *Proales daphnicola* (+)
- *Mytilina ventralis* (—)

A 21,5° et 2,2 mg/l d'oxygène (26 % de saturation) :

- *Asplanchna brightwelli* (+).

Puis, à 14,5° et 2,7 mg/l d'O₂ (28 % de saturation) nous avons rencontré un zooplancton assez abondant d'espèces communes : *Keratella cochlearis* (+), *K. quadrata*, *Brachionus angularis*, *Euchlanis dilatata* (+), *Mytilina ventralis* (+), *Polyarthra dolichoptera* (++) , *Synchaeta pectinata*, *S. tremula*, *Filinia passa*, *Pompholyx sulcata*, *Pedalia mira*, *Rotaria rotatoria*; un phytoplancton pauvre les accompagnait (octobre 1962, étang de prairie « B »).

Durant l'été 1962, dans cet étang de prairie « B », couvert de *Lemna*, nous avons observé en septembre la disparition totale des organismes planctoniques. Au 1^{er} août existait une population abondante de *Pedalia mira* (composée de femelles amictiques et mictiques) avec quelques rares *Brachionus angularis*, *Mytilina ventralis* et *Polyarthra dolichoptera* (température 21°; O₂ : 2,9 mg/l, 34 % de saturation). Au 10 septembre, la température s'est abaissée à 15°, la teneur en oxygène à 1,5 mg/l (15,5 % de saturation).

Seules subsistaient alors quelques *Mytilina ventralis* localisées dans l'hyponeuston au voisinage des *Lemna*. En octobre s'y trouvait le plancton déjà décrit ci-dessus.

Il est possible que la disparition des *Pedalia* en septembre puisse être due à une trop forte raréfaction de l'oxygène à la fin de la période chaude.

Les deux espèces les plus résistantes de nos mares, *Brachionus rubens* et *Proales daphnicola*, sont commensales des Daphnies, en particulier de *D. magna* sur lesquelles elles vivent en épizoaires. Or *Daphnia magna* est une des espèces de Cladocères qui résistent le mieux à l'asphyxie (PACAUD, 1939).

Dans toutes ces observations, ne sont pas comprises les espèces récoltées dans la mare du Moulon, à l'automne 1962. La présence de dérivés sulfurés, que révèle l'existence des Thiobactéries, ne permet pas de tenir compte des résultats des dosages tels qu'ils ont été faits.

B) DISCUSSION DES RÉSULTATS

Nous ne considérerons les données recueillies ci-dessus que comme un travail préliminaire. Néanmoins il est possible d'en tirer quelques déductions provisoires.

A température basse, bon nombre d'espèces de Rotifères eurythermes ou oligothermes supportent une faible oxygénation de l'eau.

A température élevée, dans les eaux polluées, les Rotifères semblent plus sensibles à la pauvreté en oxygène. Mais la raréfaction de l'oxygène n'est peut-être qu'un facteur concomitant et non responsable de la disparition des Rotifères.

RAMADAN, KLIMOVICZ et SWELIN (1963) étudiant les effets d'une pollution industrielle sur des canaux égyptiens ont récolté les espèces suivantes dans des eaux chaudes (25 à 30 °C) ne contenant que des fractions d'oxygène ou même dans quelques cas complètement dépourvues d'oxygène dissous : nombreux Bdelloïdes : *Rotaria neptunia*, *R. rotatoria*, *R. tardigrada*, *Philodina citrina*, *P. megalotrocha*, divers Brachionidae : *Epiphanes macrourus*, *Brachionus calyciflorus*, *B. urceolaris*, *Dipleuchlanis propatula*, *Mytilina crassipes*, *Colurella bicuspidata*, et un Trichocercidae : *Trichocerca rattus*.

Un autre exemple de vie anaérobie est cité par BEADLE (1963) : dans un lac de cratère, tropical (situé en Uganda) à stratification thermique permanente, une espèce de Copépode et deux espèces de Rotifères — *Horaella brehmi* Donner et *Keratella tropica* (Apstein) — ont été récoltées dans les couches profondes complètement dépourvues d'oxygène (température : 22 °C).

D'après les observations de ces auteurs les Rotifères apparaissent susceptibles de vivre en anaérobies. Il serait nécessaire de savoir si la reproduction s'effectue normalement dans ces conditions et de préciser leur type de nourriture et de métabolisme. Leurs besoins en oxygène sont, en tous cas, très faibles.

Dans les recherches des causes provoquant l'élimination des espèces de ces eaux polluées et peu oxygénées, il ne faut pas négliger, outre la déficience en oxygène dissous, l'intervention éventuelle d'autres facteurs qui lui sont intimement associés et qui peuvent être aussi des facteurs limitants : présence d'autres gaz dissous (CO_2 , H_2S) et des substances organiques libérées par les Bactéries et Champignons de la vase. L'accumulation de ces substances peut être toxique pour certaines espèces. L'absence possible de nourriture appropriée pour les espèces algivores peut aussi constituer un facteur limitant.

Pour préciser le rôle de l'oxygène vis-à-vis des Rotifères, dans ces biotopes très pollués, il serait nécessaire d'entreprendre une

étude rigoureuse et plus poussée de ces eaux et de procéder à des essais expérimentaux tenant compte des considérations précédentes.

En ce qui concerne les collections d'eau peu polluées et ne présentant pas de stratification thermique, ce qui est le cas de nos étangs peu profonds, l'oxygène dissous ne paraît pas être en lui-même un facteur limitant.

VI. INFLUENCE DES SUBSTANCES ORGANIQUES DISSOUTES

Le rôle des substances organiques dissoutes dans les eaux douces naturelles stagnantes est un des plus difficiles à définir. Les travaux récents dans le domaine de la limnologie mettent en lumière leur influence et leur attribuent de plus en plus un rôle de premier plan.

Vu les difficultés rencontrées pour effectuer des analyses chimiques fines des composés organiques dissous dans les eaux naturelles, nous avons essentiellement essayé de mettre en évidence l'action des matières organiques dissoutes sur les Rotifères par des expériences de laboratoire.

A) LES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Tous les expérimentateurs qui ont cherché à élever des Rotifères en les nourrissant d'Algues ont constaté que l'addition d'eaux naturelles aux milieux minéraux synthétiques favorisait la multiplication des Algues et des animaux et s'avérait dans certain cas absolument nécessaire; l'extrait de terre a également été souvent employé comme milieu d'élevage, de même qu'en protistologie.

Les progrès effectués dans le domaine des cultures d'Algues ont permis de cultiver certaines espèces en milieux purement minéraux avec oligoéléments.

L'addition d'oligoéléments aux milieux d'élevage pour Rotifères n'apporte pas d'amélioration notable. En outre l'utilisation de solutions salines avec des concentrations variables et des proportions ioniques différentes, à l'intérieur de certaines limites, n'a pas une grande influence sur le taux de multiplication des Rotifères (voir paragraphe III). Les différences observées entre les divers milieux minéraux expérimentés sont généralement faibles. Aussi avons-nous comparé les taux de reproduction obtenus d'une part dans un milieu minéral, d'autre part dans des milieux contenant

des substances organiques tels que : extrait de terre, extrait de *Sphagnum*, extrait de levure de boulangerie à 1 %, tous stérilisés et utilisés purs ou dilués.

Il est évidemment difficile de savoir ce que peuvent contenir de tels « jus » complexes mais cette complexité même autorise la comparaison avec les eaux naturelles alors que l'influence de composés organiques synthétiques définis serait difficilement transposable tant que leur existence dans les eaux naturelles n'aura pas été reconnue. L'extrait de terre est le plus complexe : les substances organiques qu'il contient émanent essentiellement de l'activité métabolique des microorganismes du sol, Bactéries et Champignons pour la plus grande part.

Nous avons également utilisé comme milieu organique le filtrat de cultures de *Chlorella pyrenoidosa* (cultures axéniques en milieu minéral à oligoéléments). Le « jus » de cultures âgées de 1 mois à 1 mois 1/2 environ est riche en substances organiques dissoutes dues au métabolisme des Algues (PRATT *et al.*, 1944; LEFÈVRE, JAKOB et NISBET, 1952).

Les expériences ont été conduites de la façon suivante : des femelles ovigères sont isolées et lavées dans du milieu stérile. Un nombre identique de ces femelles est introduit dans chacun des tubes à essais contenant 15 ml du milieu à étudier.

Les Rotifères ont été alimentés de deux façons différentes : après introduction d'une quantité de nourriture égale pour chaque tube (en nombre de gouttes d'Algues centrifugées) au début de l'expérience, nous avons par la suite, soit réalimenté également tous les tubes, soit réalimenté uniquement les tubes où les Rotifères se reproduisaient le plus rapidement. La première façon d'opérer, peut-être plus rigoureuse, présente l'inconvénient soit de risquer de faire jeûner les animaux des tubes les plus abondants, soit de noyer sous une forte concentration algale les tubes les moins denses en Rotifères. Or une forte concentration algale est en elle-même défavorable à la prolifération des Rotifères.

Quel que soit le mode opératoire choisi, toutes les expériences ont montré des variations similaires donc indépendantes de la concentration en nourriture.

Les expériences ont été faites à la température du laboratoire variant entre 19 et 23 °C, et en prenant les précautions habituelles en bactériologie afin d'éviter toute contamination extérieure.

Afin de clarifier cet exposé nous commencerons par rendre compte des principaux résultats expérimentaux avant de considérer l'influence particulière de chaque milieu organique et d'en rechercher l'interprétation générale. Chaque expérience a été répétée au moins une fois afin de vérifier la constance des différences observées.

Epiphanes brachionus est la seule espèce alimentée d'*Haematococcus pluvialis*, toutes les autres sont nourries de *Chlorella pyrenoidosa*. A l'exception de *Brachionus calyciflorus* et *Filinia passa* provenant d'élevages en milieu A + T, les autres espèces proviennent d'élevages en milieu minéral A.

Série 1) Espèce expérimentée	Nombre de ♀ ovigères au début de l'expérience	Quantité de femelles dénombrées après 7 jours d'expérience				Observations
		Témoin en milieu minéral A.	Milieu A + T	Extrait de terre	Culture âgée de Chlorelles	
<i>Brachionus urceolaris sericus</i>	20	492	773	1113	72	12 à 43 % de ♀♂
<i>B. calyciflorus</i> *	15	154	504	1244	46	♀♂ : 0
<i>B. rubens</i> *	10	122	197	487	30	♀♂ 15 à 36 %
<i>B. angularis</i> *	20	292	946	976	10	-
<i>Filinia passa</i>	15	92	325	55	0	♀♂ 20 à 45 %

Série 2) Espèce expérimentée	Nombre de ♀ ovigères au début de l'expérience	Nombre de femelles après 7 jours d'expérience				Observations
		Témoin en milieu minéral A.	A + 1 % d'extrait de levure	A + 10 % d'extrait de levure	Filtrat de culture âgée de Chlorelles	
<i>Brachionus urceolaris sericus</i> *	10	298	489	2210	86	♀♂ : 0
<i>Filinia passa</i>	12	141	486	23	31	♀♂ : 13 à 20 %

Série 3) Espèce expérimentée	Nombre de ♀ ovigères au début de l'exp.	Nombre de femelles après 7 jours d'expérience					Observ.
		Témoin en milieu minéral A.	Eau minérale de Vólvic	Milieu A+T	Extrait de terre	Milieu B+S	
<i>Brachionus rubens</i> *	15	362	411	619	1 505	112	♀♂ 27 à 58 %
<i>Epiphanes brachionus</i> *	6	147	174	-	-	453	♀♂ 40 à 50 %

N. B. - La présence d'un astérisque indique une alimentation en Algues quantitativement identique pour tous les tubes.

B) DISCUSSION DE CES RÉSULTATS

a) Influence de la concentration en Algues et de l'âge de la culture

Dans la première série d'expériences, des Rotifères ont été introduits directement dans une culture âgée de *Chlorella pyrenoi-*

dosa, donc très concentrée. Une concentration élevée en cellules algales (Chlorococcales) est défavorable à tous les filtrateurs du zooplancton ainsi que le prouvent tous les travaux sur la nutrition des Cladocères (LEFÈVRE, 1942; GAJEVSKAÏA, 1958) ou des Rotifères (ERMAN, 1956, 1962). Bien qu'il y ait un ralentissement du taux de filtration dans ces concentrations élevées, le renouvellement du contenu du tube digestif reste trop rapide; les Algues traversent celui-ci sans être complètement digérées, les sucs digestifs n'ayant pas le temps d'agir efficacement. Ce courant alimentaire ininterrompu fatigue les animaux; s'ils sont en petit nombre et si la concentration est telle qu'ils ne parviennent pas à la faire baisser, ils ne tardent pas à succomber.

Nous avons observé une gêne très nette des Rotifères en particulier de *Brachionus urceolaris sericus* en élevage monoxénique dans des concentrations en *Chlorella pyrenoidosa* égale ou supérieure à 4 000 000 de cellules par ml (biomasse : 140 mg/l environ); ce résultat concorde avec celui de ERMAN (1962b) qui remarque la médiocrité du rythme de multiplication de *B. calyciflorus* quand la concentration en *Lagerheimia ciliata* atteint 160. mg/l.

D'autres auteurs ont aussi observé qu'une croissance d'Algues intensive provoquait la diminution du nombre de Rotifères (KUTI-KOVA, 1954, cité par ERMAN, 1956).

Dans la seconde série d'expériences, les concentrations en cellules algales sont identiques et voisines d'un optimum dans tous les milieux. La nourriture est constituée par les Chlorelles séparées de leur filtrat par centrifugation. Les Algues ainsi isolées sont des cellules âgées puisque les cultures sont utilisées quand elles ont atteint leur densité maxima (phase « plateau » de la culture). Des expériences similaires réalisées avec *Brachionus calyciflorus*, *B. rubens* et *Euchlanis incisa*, ont donné des résultats analogues : les élevages poursuivis dans les filtrats de culture sont généralement fort médiocres.

Les cellules âgées de *Chlorella pyrenoidosa* dans leur filtrat semblent avoir un effet peu favorable à la multiplication des Rotifères, même en concentration normale. Dans les milieux autres que les filtrats, l'âge des Algues n'intervient pas car dans un milieu neuf les Algues lâchent les produits accumulés de leur métabolisme dans les 48 heures suivant leur introduction (LEFÈVRE *et al.*, 1952) et se divisent. Au contraire dans le filtrat déjà riche en substances actives, les cellules âgées restent bourrées de celles-ci.

Dans l'estomac du Rotifère lors de l'attaque des cellules par les sucs digestifs, ces substances sont libérées; il est probable que la « chlorelline » libérée au niveau de l'épithélium stomacal s'y accumule au point d'atteindre une dose gênant l'activité métaboli-

que du Rotifère. Les jeunes éclos semblent également gênés par la quantité de substances actives présentes dans le milieu.

Etant donné le pouvoir bastériostatique de la chlorelline (PRATT *et al.*, 1944) la mauvaise reproduction des Rotifères dans le filtrat de cultures pourrait être attribuée à l'absence ou la pauvreté en Bactéries. Cet argument qui peut être valable avec *Filinia passa*, bien que la souche n'utilise que très médiocrement les Bactéries, ne l'est plus en ce qui concerne *Brachionus urceolaris sericus* et *B. rubens* dont nous avons réalisé des élevages monoxéniques dépourvus de tout germe bactérien.

Les filtrats et les cellules âgées n'avaient pas toujours une action défavorable égale. Ceci tient à ce que l'activité des substances métaboliques des Algues est essentiellement fonction des conditions de cultures et varie avec celles-ci.

Une action similaire de la chlorelline a été mise en évidence par RYTHER (1954) sur *Daphnia magna*.

ERMAN (1962*b*) note également pour *Brachionus calyciflorus*, qu'il alimente avec une autre Chlorococcale, *Lagerheimia ciliata*, un rythme de multiplication moitié moins élevé avec une vieille culture par rapport à une jeune culture, à biomasse égale.

Les Chlorelles ou autres Chlorococcales ne sont pas les seules Algues pouvant accumuler avec l'âge des substances freinant la reproduction des Rotifères.

Une influence identique a été observée sur *Tetrasiphon hydrocora* avec *Cosmarium lundellii* : deux séries de 10 jeunes femelles isolées dans 15 ml de leur milieu naturel bouilli et filtré sont alimentées l'une d'une culture de *Cosmarium* âgée de 4 mois, l'autre d'une culture jeune (1 mois). Après 10 jours d'expérience nous avons dénombré :

- dans la série nourrie d'Algues âgées : 24 ♀ et 50 ♂ ♀.
- dans la série nourrie d'Algues jeunes : 110 ♀ et 88 ♂ ♀.

L'addition de cellules d'une culture âgée à un élevage en pleine multiplication provoque souvent la mort d'un certain nombre de femelles. Les cellules âgées ingérées en entier par *Tetrasiphon hydrocora* ont une action défavorable due à l'accumulation des substances actives dans le corps de l'Algue.

b) Influence des extraits organiques

Les différences relevées dans la fécondité des Rotifères élevés en milieux minéraux variés sont généralement minimales, comparées à celles obtenues en expérimentant des milieux contenant des substances organiques dissoutes.

La présence d'extrait de terre ou d'extrait de levure se révèle le plus souvent favorable à la multiplication des Rotifères expérimentés (exp. séries 1 et 2).

Afin de vérifier si l'équilibre ionique des milieux minéraux témoins pouvait être la cause d'une reproduction plus lente nous avons réalisé quelques expériences utilisant un second témoin en eau provenant d'une source minérale naturellement équilibrée (eau de Volvic du commerce) et pauvre en substances organiques dissoutes. La 3^e série d'expériences indiquée précédemment fournit quelques-uns des résultats; nous n'avons jamais remarqué de grosses variations entre les taux de reproduction des Rotifères en milieu minéral synthétique et en eau minérale naturelle.

L'analyse chimique des milieux montre que la principale différence réside dans l'oxydabilité, faible dans les milieux minéraux et l'eau de Volvic, plus élevée dans les autres milieux :

Résultats des analyses en mg/l	Milieu B + S	Milieu A + T	Eau de Volvic
Résidu sec à 180°	125	127	82
Teneur en Ca ⁺⁺	6	8	12
Teneur en Mg ⁺⁺	0,3	1,0	5,9
Alcalinité en CO ₃ ⁻⁻	17,5	13,5	33,8
Cl ⁻	6	traces	6
SO ₄ ⁻⁻	9,6	10,5	4,8
NH ₃	traces	traces	0
NO ₂	traces	traces	0
NO ₃	28	31	3
PO ₄ ⁻⁻	4,7	3,8	0,2
Oxydabilité en O ₂	11	8	0,2

L'extrait de terre non dilué est minéralement proche des milieux enrichis en sels de calcium employés lors de l'étude de l'influence des alcalinoterreux. Quoique aucune analyse des milieux contenant de l'extrait de levure n'ait été faite, il nous paraît probable qu'aux dilutions utilisées (1 p. 100 et 10 p. 100 d'un extrait à 1 p. 100), l'apport de sels minéraux reste faible comparativement à l'enrichissement du milieu en substances organiques dissoutes. Les levures sont connues pour être riches en acides aminés et en substances de croissance.

De ces considérations il résulte qu'il est permis de supposer que l'influence des divers milieux ne provient pas des modifications en ions minéraux mais essentiellement des substances organiques dissoutes.

Il semble à première vue possible que le meilleur rendement

observé dans les milieux renfermant des substances organiques dissoutes puisse être dû à la présence des Bactéries inévitablement introduites avec les animaux non stériles; dans de tels milieux les Bactéries se multiplient mieux que dans les milieux uniquement minéraux.

Néanmoins plusieurs observations nous inclinent à minimiser le rôle des Bactéries :

— Nos tubes d'expériences ont toujours gardé une certaine limpidité, en particulier celui du milieu à 1/10 d'extrait de levure lors de l'expérience avec *Brachionus urceolaris sericus*. La chlorelline présente dans chaque tube agit, probablement suffisamment, pour empêcher une rapide pollution bactérienne.

— La présence de Bactéries en trop grand nombre provoque souvent l'agglutination des Chlorelles qui sont ainsi difficilement ingérées par les Rotifères filtrateurs. De plus si les Bactéries sont parfois utilisées par les Rotifères, la valeur nutritive des Bactéries existant dans ces élevages s'est toujours révélée bien moindre que celles des Algues pour les souches expérimentées.

— Quelques expériences ont été réalisées en fournissant un supplément bactérien important en milieu minéral; les Bactéries provenaient soit d'une culture axénique d'*Aerobacter aerogenes*, soit d'un « tout venant » bactérien. Ce « tout venant » bactérien était obtenu en ensemençant quelques gouttes de l'élevage des Rotifères expérimentés sur milieu solide de Sabouraud; les 2 ou 3 formes de Bactéries ainsi obtenues étaient donc exactement les mêmes que celles qui étaient susceptibles de proliférer dans nos milieux organiques.

1) Expériences avec *Brachionus calyciflorus* :

10 femelles amictiques ovigères sont introduites, après lavage, dans un tube à essai contenant 15 ml de milieu.

- premier tube : milieu minéral A; nourriture : *Chlorella pyrenoidosa* axéniques.
- deuxième tube : milieu minéral A; nourriture : Chlorelles et Bactéries.
- troisième tube : milieu : extrait de terre stérile; nourriture : Chlorelles axéniques.

Après 7 jours d'expériences, nous avons dénombré :

- 359 femelles dans le premier tube ;
- 485 femelles dans le second ;
- 1 820 femelles dans le troisième.

2) Expériences avec *Filinia passa* :

15 femelles amictiques ovigères ont donné naissance en 7 jours à une population de :

- 176 femelles en milieu minéral A et nourriture de Chlorelles;
- 228 femelles en milieu minéral A et nourriture de *Chlorella pyrenoidosa* + *Aerobacter aerogenes*;
- 653 femelles en milieu A + T et nourriture de Chlorelles.

Dans toutes les autres expériences, l'addition massive de Bactéries en milieu minéral, n'a produit soit aucun effet, soit une légère amélioration de 10 à 30 p. 100; ce maximum reste bien inférieur à celui observé avec les extraits organiques (accroissement de la population finale de 2 à 8 fois celle du témoin).

Pour toutes ces raisons, les Bactéries, dans nos expériences, ne semblent pas favoriser énormément la multiplication des Rotifères.

Enfin les observations qualitatives effectuées sur la souche monoxénique de *B. urceolaris sericus*, dépourvue de Bactéries, confirment les résultats précédents : les repiquages de cette souche « démarreraient » beaucoup plus rapidement dans les milieux contenant des substances organiques dissoutes qu'en milieu minéral. Les densités maxima d'animaux sont atteintes en 7 à 10 jours dans le premier cas alors que dans le second la quantité de Rotifères n'est souvent que moyenne après 1 mois. Avec une alimentation assez forte et comparable au début, dans le premier cas les Brachions prennent rapidement la prédominance sur les Chlorelles et il devient nécessaire de réalimenter le tube; en milieu minéral la multiplication des Rotifères est lente et les Chlorelles subsistent longtemps.

Il suffit d'ailleurs, à tout moment, d'une addition de milieu avec substances organiques dissoutes pour accélérer la multiplication des Rotifères.

Les expériences montrent également que les différentes espèces de Rotifères réagissent différemment aux concentrations du même extrait organique. Par exemple la multiplication de *Brachionus rubens* est bien plus favorisée dans l'extrait de terre non dilué, alors que celle de *Filinia passa* n'est optimum que si ce dernier est dilué au 1/10 (milieu A + T).

De même les espèces ne réagissent pas de façon semblable à un même extrait; une addition d'extrait de *Sphagnum* (en proportions de 5 p. 100) au milieu minéral favorise la reproduction de quelques espèces : *Resticula gelida* qui ne se maintient pas en milieu minéral, *Epiphanes brachionus* (exp. série 3). Au contraire

la reproduction de *Brachionus rubens* s'effectue mal dans ce milieu (les œufs avortent souvent).

Une addition d'extrait de levure très bénéfique à *Brachionus urceolaris sericus* ne l'est plus quand elle est appliquée à *B. calyciflorus*.

L'existence d'une influence — favorable ou défavorable — plus ou moins spécifique des substances organiques contenues dans les extraits constitués au laboratoire, sur les Rotifères paraît à peu près certaine au moins dans les conditions de notre expérimentation.

C) SUBSTANCES ORGANIQUES DISSOUTES DANS LES EAUX NATURELLES

La détection des composés organiques présents dans les eaux nécessite l'utilisation de techniques plus complexes que celles des éléments minéraux. Le laboratoire n'étant pas outillé en conséquence, il n'a été procédé qu'à la mesure de l'oxydabilité de l'eau; cette méthode, en dépit de sa faible précision et des critiques justifiées y attendant, permet néanmoins de comparer les eaux des différentes stations quant à leur teneur globale en matières organiques dissoutes, celle-ci étant d'autant plus forte que l'oxydabilité est plus élevée.

Cette technique ne pouvant pas nous renseigner sur l'origine, animale ou végétale, des composés organiques, nous nous sommes appuyés sur l'observation directe pour déduire la provenance des matières organiques.

Deux catégories de stations sont très riches en matières organiques mais d'origine nettement différente dans les deux cas :

— les mares de ferme et d'une manière générale toutes les eaux recevant des déjections animales. Les teneurs en phosphates et dérivés nitrés y sont souvent élevées;

— les eaux de forêt et surtout les tourbières riches en substances provenant de la décomposition d'éléments végétaux (acides humoliminiques en particulier).

Toutes les autres catégories d'eaux comprises entre ces extrêmes contiennent des matières organiques d'origine mixte en quantité variable. A ces produits de décomposition viennent s'ajouter les excreta des êtres vivants, du phytoplancton entre autres.

Certaines espèces sont très communes dans les eaux humiques, telles que *Conochilus hippocrepis* et *Resticula gelida*. La première espèce trouve probablement une source de nourriture dans les détritits humiques. *Resticula gelida* se nourrit essentiellement de Fla-

gellés verts (Volvocales, Eugléniens), aussi il semblerait que sa présence dans les eaux humiques soit liée à une influence favorisante des substances organiques contenues dans ces eaux; cette observation concorde avec les exigences de l'espèce vis-à-vis du milieu d'élevage.

Les naturalistes ont remarqué depuis longtemps que d'autres espèces, fréquentes dans les mares de ferme, évitent ces eaux humiques. La répartition de ces espèces suit souvent celles des espèces algales qui leur servent de nourriture : c'est le cas pour *Epiphanes senta* qui se nourrit d'Eugléniens. L'influence de l'alimentation est là primordiale. Mais les expériences suivantes montrent que cette influence n'est pas la seule à intervenir, au moins dans certains cas.

Afin de déterminer si les eaux naturelles avaient une valeur biogénique égale pour les Rotifères, nous avons réalisé quelques expériences en employant de telles eaux filtrées comme milieu d'élevage et en les comparant à un témoin constitué par le milieu d'élevage artificiel habituel des espèces expérimentées.

Nous avons choisi des eaux naturelles d'où l'espèce étudiée était absente soit temporairement soit en permanence :

1) Eau brune, très chargée en substances humolimniques, d'une tourbière à *Sphagnum*, prélevée en automne : pH de l'eau au début de l'expérience = 5,8; en fin d'expérience = 5,9; 10 femelles amictiques ovigères de *Brachionus calyciflorus* sont introduites après lavage dans 15 ml de l'eau filtrée de la tourbière. Un tube témoin est constitué en milieu A + T.

Les deux tubes sont alimentés également en *Haematococcus pluvialis* centrifugés et lavés.

Après 7 jours, les deux tubes contiennent respectivement :

— en milieu A + T :	1 012 femelles
— en eau de tourbière :	246 femelles.

La reproduction de cette souche est nettement gênée dans l'eau de tourbière.

Un effet nocif plus net a été observé avec deux autres souches : une seconde souche (II) de *B. calyciflorus* et une souche d'une autre espèce, *Epiphanes brachionus*. Les femelles de ces deux souches inoculées dans le filtrat d'eau de tourbière, même après alcalinisation, y sont mortes dans les heures qui suivaient.

L'eau de la tourbière est donc par ses caractères physico-chimiques, peu favorable au développement de certaines espèces de Rotifères. Nous pensons pouvoir attribuer cette influence essentiellement à la concentration en substances organiques. Le pH n'a pas d'action propre puisque même après neutralisation, l'eau

de tourbière conserve ses propriétés. L'eau brute ayant reposé quelques jours au laboratoire avant son utilisation, le CO₂ dissous, utilisé par les Algues présentes pour leur photosynthèse, y paraît en quantité relativement faible pour jouer un rôle. Il est difficile de séparer l'influence des substances humiques de celles du fer qui y est lié. Cependant la formation d'un complexe humus-fer amoindrit l'action de ce dernier qui, à de fortes concentrations, serait en premier lieu défavorable aux Algues (VILLERET, 1955).

2) Eaux naturelles à Cyanophytes dominantes : l'une provient du Rondeau (janvier 1962) où dominaient des *Microcystis*, l'autre des canaux où dominaient *Oscillatoria planctonica* et *Aphanizomenon gracile* à la même époque. Trois espèces ont été expérimentées dans les filtrats de ces eaux, toutes trois alimentées identiquement de *Chlorella pyrenoidosa*.

— *Brachionus urceolaris sericus* s'est bien multiplié dans les deux eaux naturelles de même qu'en milieu minéral.

— *B. calyciflorus* s'est inégalement reproduit; dans chaque milieu la descendance de 15 femelles amictiques était, en 7 jours, la suivante :

- Eau filtrée du Rondeau : 82 femelles
- Eau filtrée des Canaux : 338 femelles
- Milieu minéral A : 140 femelles.

— *Filinia passa* : la multiplication ne s'est bien effectuée que dans le témoin et a été à peu près nulle dans les deux eaux naturelles où les Chlorelles se sont seules multipliées. Un ensemencement de 15 femelles amictiques ovigères a donné naissance en 7 jours à :

- Eau filtrée du Rondeau ... 15 femelles
- Eau filtrée des Canaux 3 femelles
- Témoin en milieu A + T ... 228 femelles (56 % de ♀ ♂).

Du point de vue de la composition minérale les eaux du Rondeau et des Canaux sont assez voisines. Toutes deux sont polluées par des déjections animales. La vase des Canaux provient pour une bonne part de la décomposition de feuilles mortes, ce qui n'est pas le cas du Rondeau plus riche en matières organiques d'origine animale (LEFÈVRE, 1958a). La microflore à Cyanophycées est différente dans les deux pièces d'eau.

Il semble plausible d'attribuer les différences observées dans les taux de reproduction des Rotifères à l'influence complexe des substances organiques dissoutes.

Enfin, dans une petite mare polluée par des déjections de volatiles et envahie par des Chlorelles (*C. pyrenoidosa* et *C. ellipsoïdea*), ces dernières sont probablement responsables de la pauvreté en zoo-

plancton. Celui-ci est limité à de très rares *Keratella cochlearis*, quelques Bdelloïdes et Cladocères : *Daphnia pulex* et *Moina rectirostris*, seule espèce atteignant une certaine abondance en août. La forte pollution nous paraît à elle seule insuffisante pour expliquer l'absence totale d'espèces de Rotifères qui apparaissent, au moins une fois dans l'année, dans d'autres mares tout autant polluées mais où ne s'installe pas en permanence un phytoplancton de Chlorelles.

La forte concentration de celles-ci et l'abondante excrétion de chlorelline qui en découle doivent être comptés parmi les facteurs s'opposant à l'implantation du zooplancton.

La possibilité d'un effet inhibiteur de substances produites par les Algues ou d'autres microorganismes sur les Rotifères est envisagée par AMREN (1964b, p. 246-7), pour expliquer la chute de fécondité de Rotifères alors que la nourriture est encore abondante, dans des étangs du Spitzberg.

CONCLUSION

Par ces quelques observations et expériences, qui ne constituent qu'une étude préliminaire, nous n'avons pas la prétention d'avoir résolu les problèmes complexes que posent les substances organiques dissoutes; mais nous pensons avoir montré que parmi les facteurs de répartition des Rotifères, ces substances peuvent jouer un rôle important, bien plus que les constituants minéraux.

L'idée soutenue par HARDY (1935-1936) que les populations denses de phytoplancton produisent des conditions qui sont défavorables au zooplancton peut s'expliquer par l'action des métabolites « biostatiques » excrétés par ce phytoplancton : action indirecte par inhibition de la croissance d'autres espèces algales nanoplanctoniques (hétéro-antagonisme mis en évidence par LEFÈVRE, *et al.*, 1952) pouvant servir de nourriture; action directe défavorable de ces métabolites sur la reproduction ou même la vie des Rotifères ou des autres constituants du zooplancton.

Les Algues n'ont certes pas le privilège de la production de substances métaboliques; tous les êtres aquatiques, mais principalement les Bactéries et Champignons en dégradant les matières organiques figurées, en libèrent également. Il semble permis de supposer que l'influence combinée de ces substances puisse être bénéfique à certaines espèces de Rotifères et en inhiber d'autres, puisque celles-ci réagissent différemment selon la qualité et le taux des substances organiques dissoutes.

L'influence inhibitrice d'une eau peut s'expliquer par la présence de substances antibiotiques vis-à-vis des espèces considérées; l'activité des toxines libérées par les Cyanophytes formant fleur d'eau est connue depuis longtemps. De même selon leur taux, les matières organiques dissoutes d'origine animale peuvent être toxiques pour certaines espèces de Rotifères, alors que les substances humolimniques peuvent l'être pour d'autres.

L'influence favorable de composés organiques peut s'expliquer de deux façons. La présence de métabolites peut favoriser la reproduction d'espèces de Rotifères en agissant à la manière des vitamines dont on sait que quelques-unes au moins sont présentes à l'état dissous dans les eaux (HUTCHINSON, 1943).

D'autre part, différents auteurs ont envisagé à la suite de Pütter, une assimilation directe des matières organiques dissoutes pour expliquer l'abondance du zooplancton malgré une pauvreté du phytoplancton assimilable (cf. GESSNER, 1929).

Chez les Daphnies le rôle nutritif des substances dissoutes est controversé : selon FRITSCH (1953) l'addition d'acide pantothénique à des élevages de Daphnies sur *Chlamydomonas* décuple la production d'œufs mais GELLIS et CLARK (1935, cités par PACAUD, 1939), PACAUD (1939) et UHLMANN (1954) ne pensent pas que les substances organiques dissoutes jouent un rôle direct. Selon RODINA (1948) les acides aminés sont absorbés, quoique partiellement dans le tube digestif des Daphnies; mais s'ils permettent une croissance faible des Cladocères ils ne suffisent pas à eux seuls pour obtenir la ponte.

Chez les Rotifères, la réalisation d'un élevage axénique (*Lecane inermis*) par DOUGHERTY, SOLBERG et FERRAL (1961) montre que l'utilisation de substances organiques dissoutes comme seule source de nourriture, est possible dans certains cas seulement car ces mêmes auteurs n'ont pu réaliser d'élevages d'espèces du genre *Brachionus* dans des conditions similaires. Si les substances organiques dissoutes jouent un rôle nutritif — notre expérience personnelle est encore insuffisante pour que nous émettions un jugement valable à ce sujet — il semble que celui-ci doit être généralement regardé comme un apport complémentaire. Dans l'état actuel de nos connaissances, une alimentation figurée apparaît généralement nécessaire, de même que chez les Cladocères.

Par exemple, l'extrait de levure bénéfique à la multiplication de *Brachionus urceolaris sericus*, est insuffisant pour assurer seul, sans les Chlorelles qui constituent l'aliment figuré, la reproduction de ces Rotifères. Nous avons fait éclore des œufs de durée aseptisés dans de l'extrait de levure stérile. Une faible croissance des Brachions a été observée mais aucune ponte n'a eu lieu. Une addition de bouillon de blé stérile n'a pas apporté d'amélioration.

Le problème du rôle des substances organiques dissoutes est d'autant plus complexe que, souvent, selon leur qualité et leur concentration ces substances agissent différemment sur les espèces. Cependant toutes les considérations évoquées ci-dessus prouvent que leur rôle, démontré sur la microflore, n'est pas, vis-à-vis des Rotifères et du zooplancton en général, à minimiser.

Une constatation faite sur des collections d'eau de Sologne et qui sera ultérieurement approfondie, nous incite à soutenir cette hypothèse. D'après des listes faunistiques que nous avons établies (mais non publiées) de grandes différences apparaissent dans la faune des étangs d'exploitation piscicole selon qu'ils sont engraisés ou amendés à la chaux. Les étangs amendés à la chaux ont un zooplancton essentiellement constitué d'Entomostracés alors que les étangs engraisés par des apports de purin ou de sang de bœuf (M. LEFÈVRE, communication verbale) sont très riches en Rotifères.

Le peuplement naturel originel de ces étangs peut être considéré comme identique, vu l'uniformité du terrain. Les modifications de la faune comme de la flore sont dues essentiellement à l'action de l'homme : enrichissement minéral dans un cas, organique dans l'autre. Or les modifications du peuplement biologique diffèrent selon l'origine de l'apport extérieur. Malheureusement, nous manquons des données physicochimiques qui permettraient de corroborer et de préciser cette observation générale.

CHAPITRE V

LES RÉGIMES ALIMENTAIRES

Les Rotifères sont généralement considérés comme des phagotrophes obligatoires, c'est-à-dire qu'ils s'alimentent de particules figurées généralement solides : Algues, Bactéries ou détritiques pour les végétivores au sens large, Rotifères, Ciliés ou même petits Entomostracés pour les carnivores. DOUGHERTY, SOLBERG et FERRAL (1961) ont cependant réussi à obtenir en élevage axénique permanent en milieu liquide (extrait de foie d'agneau stérilisé par ultrafiltration) une espèce benthique, *Lecane inermis*, qui s'élève habituellement sur bouillons bactériens. Mais deux autres espèces *Brachionus variabilis* et *Philodina acuticornis* n'ont pu être maintenues axéniquement que très brièvement et sans développement appréciable, alors qu'elles peuvent être élevées longtemps si elles sont nourries, la première de Chlorelles, la seconde de Bactéries (*Escherichia coli*).

La spécificité de la nourriture chez les Rotifères est un fait connu. LUNTZ en 1926 remarquait déjà que les petites Volvocales *Chlamydomonas pulvisculus* et *Chlorogonium euchlorum* n'étaient pas également utilisées par les différentes espèces en élevage. Cette spécificité est indépendante des rapports de grandeur Rotifères-Algues.

Hormis les premiers travaux de SHULL et WHITNEY, qui n'ont pas réalisé d'élevages dans des conditions bien précises (milieu : thé d'écurie, nourriture : Flagellés verts et *Polytoma*), et ceux des auteurs qui ont utilisé comme source d'aliments du plancton centrifugé (KOLISKO, 1938a), les aliments et milieux employés par les précédents expérimentateurs ont été réunis dans le tableau suivant :

Espèce	Milieu	Nourriture	Auteur et date
<i>Asplanchna brightwelli</i>	Eau du robinet	Paramécies	Mitchell 1913
<i>Brachionus quadridentatus</i>	Knop 0,01 % + SiO ₃ Na ₂ 0,005 %	<i>Chlamydomonas</i> , <i>Gonium pectorale</i> <i>Eudorina elegans</i>	Luntz 1929
<i>Brachionus angularis</i>	Extrait de terre,	<i>Chlorella</i> ,	Buchner 1936, 1941
<i>B. calyciflorus</i>	Bennecke et Knop	<i>Chlamydomonas</i>	
<i>B. quadridentatus</i>	en dilution	<i>aglaeformis</i> ,	
<i>B. urceolaris</i>	" "	<i>Polytoma uvella</i>	
<i>B. calyciflorus</i>	" "	<i>Lagerhetmia ciliata</i>	Erman 1962
<i>B. rubens</i>	" "	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Erman 1956
<i>B. bidentatus</i> (6 mois)	Eau d'étang	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Dougherty et al. 1959
<i>B. variabilis</i>	" "	" "	" "
<i>Epiphanes brachionus</i>	Extrait de terre et Knop dilués	<i>Gonium sociale</i>	Buchner 1941
<i>Euchlanis dilatata</i>	Extrait de terre dilué	<i>Chlamydomonas aglae-</i> <i>formis</i> , <i>Chlorella etc.</i>	Buchner 1936
" "	Knop 0,04 %	<i>Stichococcus bacillaris</i>	Lansing 1942
<i>Keratella cochlearis</i> (4 semaines)	Bennecke 0,01 %	<i>Polytoma uvella</i>	Luntz 1926
<i>K. quadrata</i>	Extrait de terre et Knop dilués	<i>Chlorella</i>	Buchner. 1941
<i>Nytilina mucronata</i>	Bennecke 0,01 % + SiO ₃ Na ₂ 0,005 %	<i>Folytoma</i>	Luntz 1926
<i>Lepadella patella</i>	Bennecke 0,01 %	<i>Chlorogonium euchlorum</i>	Luntz 1926
<i>Lecane inermis</i> (♀♀)	Lait malté à 1 %	Bactéries	Finesinger 1926
" " (♀♀ + ♀♂)	Bennecke à 0,07 %	<i>Chlorella vulgaris</i> + <i>Bacillus proteus</i>	Miller 1931
" "	Lait malté	Bactéries	Dougherty et al. 1959
" " (axénique)	Extrait de foie	Substances orga- niques	" " 1959
<i>Proales decipiens</i>	Lait malté à 1 % dilué	Bactéries	Noyes 1922
" "	Eau d'étang	<i>Chlamydomonas</i>	Liebers 1937
<i>Proales sordida</i>	Infusion d'avoine	Bactéries	Jennings et Lynch 1928
<i>Proales</i> sp.	Bennecke 0,01 %	<i>Chlorogonium euchlorum</i>	Luntz 1926
<i>Proales</i> sp.	Knop 0,04 %	<i>Stichococcus</i> <i>bacillaris</i>	Lansing 1942
<i>Testudinella elliptica</i>	Bennecke 0,05 et 0,01 %	<i>Polytoma uvella</i> <i>Chlamydomonas pul-</i> <i>visculus</i> , <i>Chromu-</i> <i>lina minor</i>	Luntz 1926
<i>T. patina</i>	Extrait de terre et Knop dilué	<i>Chlorella</i>	Buchner 1941
<i>Floscularia ringens</i> (14 générations)	Bennecke 0,01 % + SiO ₃ Na ₂ 0,005 %	<i>Chlorogonium</i> <i>euchlorum</i>	Luntz 1926
<i>Stephanoceros fimbriatus</i> (11 générations)	" " "	"	" "
<i>Philodina acuticornis</i>	Lait malté	<i>Escherichia coli</i>	Dougherty et al. 1959
<i>P. megalotrocha</i>	Knop 0,04 %	Bactéries	Pray 1959
<i>P. roseola</i>	" "	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Erman 1956
<i>Rotaria rotatoria</i>	Knop 0,04 %	<i>Chlorella terricola</i> <i>Stichococcus bacil-</i> <i>laris</i>	Lansing 1942

A cette liste, il convient d'ajouter toutes les espèces élevées avec *Chlorella* cultivée dans du Bennecke additionné d'eau de mare par DE BEAUCHAMP (1938) : *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. leydigi rotundus*, *B. rubens*, *B. urceolaris*, *B. urceolaris sericus*, *Keratella quadrata*, *K. testudo*, *K. valga*, *Rhinoglena frontalis*, *Euchlanis dilatata*, *Lepadella patella*, *L. ovalis*, *Cephalodella catellina*, *Filinia passa*. Cet auteur a également réalisé quelques élevages de Rotifères carnivores : *Dicranophorus forcipatus* avec *Lepadella patella* et *L. ovalis*, *Asplanchna girodi* avec *Keratella* et *Rhinoglena*; *Asplanchna brightwelli* avec divers Brachions et avec Paramécies.

Nos premiers essais d'élevage (POURRIOT, 1958), pour lesquels nous avons essentiellement utilisé *Chlorella pyrenoidosa*, ont porté sur des espèces citées ci-dessus ainsi que sur les suivantes :

- *Platygias patulus*; élevé pendant 5 années.
- *Euchlanis incisa*; durée 1 année.
- *Rotaria rotatoria*; durée 1 année.
- *Rotaria tardigrada*; durée 18 mois.

et deux autres espèces carnivores :

- *Notommata glyphura*, nourries de Bdelloïdes.
- *Eosphora najas*, nourries de Brachionidae pendant 18 mois.

Depuis 1960, nous avons repris, d'une part les essais d'élevage en les faisant porter sur d'autres espèces, d'autre part l'étude du spectre alimentaire des espèces les plus communes ou les plus intéressantes.

En ce qui concerne l'étude de l'éventail alimentaire, le mode opératoire est toujours identique; nous l'indiquons au préalable afin d'en éviter la répétition.

Des femelles amictiques (♀ ♀) provenant d'un élevage « clonique » sont isolées et lavées; un nombre déterminé, et égal pour chaque expérience, de ces femelles est introduit dans un tube à essai — ou une boîte de Pétri — contenant 15 ml de milieu d'élevage; chaque tube est alimenté de quelques gouttes d'une culture dense de l'Algue expérimentée concentrée et débarrassée du jus de culture par centrifugation ou décantation. En cours d'expérience les tubes sont réalimentés si nécessaire, afin de veiller à ce que les animaux ne jeûnent pas. Après un laps de temps de sept jours, nous effectuons le comptage des Rotifères et quelquefois des œufs déposés dans chaque tube ou boîte de Pétri.

Les expériences sont faites à la température du laboratoire maintenue autant que possible à 20-21 °C en moyenne, avec des variations de ± 2 °C.

I. ÉTUDE DU SPECTRE ET DE L'ÉTHOLOGIE ALIMENTAIRE
DE DIFFÉRENTES ESPÈCES

PLOÏMA

Brachionidae

Epiphanes senta (O.F. Müller)

Epiphanes senta est probablement l'espèce la plus anciennement et la plus communément élevée. BAZIRE (1953) a réalisé des élevages monoxéniques avec *Euglena gracilis* et *Polytoma uvella*. Nous avons étudié la fécondité d'une femelle en fonction de la nourriture pendant une durée de sept jours; exemple : en milieu minéral (A) la descendance moyenne d'une jeune femelle provenant d'un élevage avec *Euglena americana* est la suivante :

avec <i>Phacus pyrum</i>	280 ♀ + 252 ♂ ♀
» <i>Euglena gracilis</i>	146 ♀ + 70 ♂ ♀
» <i>E. americana</i>	50 ♀ + 33 ♂ ♀
» <i>Haematococcus pluvialis</i> .	56 ♀ + 17 ♂ ♀
» <i>Gonium sociale</i>	57 ♀ + 15 ♂ ♀
» <i>Chlorogonium elongatum</i> .	21 ♀ + 3 ♂ ♀
» <i>Eudorina elegans</i>	19 ♀ + 4 ♂ ♀
» <i>Cryptomonas</i> sp.	34 ♀ + 13 ♂ ♀.

Le pourcentage d'œufs mâles variait dans les élevages avec Eugléniens de 40 à 50 p. 100. Dans les autres cas la quantité d'œufs mâles pondus était très faible.

A longue échéance, seuls les Eugléniens ont permis aux *Epiphanes* de prospérer. Les Volvocales (y compris les *Chlamydomonas* avec lesquels nous avons fait également quelques expériences) sont bien ingérées et digérées mais ne permettent pas de maintenir les souches aussi longtemps ni en aussi bon état que les Eugléniens. Aucune multiplication d'*Epiphanes senta* n'est obtenue en les nourrissant de Diatomées (*Nitzschia*), Chrysophycées (*Synura*) ou Chlorococcales (*Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus*) bien que toutes ces Algues soient au moins partiellement ingérées. Par exemple, mises en présence de *Scenedesmus acuminatus*, les femelles s'en nourrissent mais les cellules de *Scenedesmus* sont toujours trouvées pour la plupart intactes dans le tube digestif et sont rejetées dans les fèces sans être digérées; en deux à trois jours, tous les animaux meurent.

Dans les collections d'eaux naturelles, les plus grandes densités en *E. senta* sont observées en même temps ou à la suite d'un abondant phytoplancton à Eugléniens dominants.

Sauf en ce qui concerne l'utilisation générale d'Eugléniens, les opinions des différents auteurs ne s'accordent pas toujours. ERMAN (1962c) indique pour *E. senta* une utilisation de 25 à 38 % de la biomasse d'un phytoplancton à *Chlamydomonas*, *Synura* et Chlorococcales. Les conclusions de ERMAN sont basées sur l'observation des contenus intestinaux et sur des calculs d'indices de rapports trophiques dans les eaux naturelles. Il semble que ces indices correspondent essentiellement à un taux d'ingestion, mais ne fournissent pas de renseignements sur la valeur nutritive des différents éléments. Or l'expérience montre que les Algues même lorsqu'elles sont absorbées n'ont pas toujours une bonne valeur alimentaire. Celle-ci ne peut-être mise en évidence que par des mesures du taux de multiplication.

Le cas des Chlorococcales paraît significatif à ce sujet. Nous avons constaté comme DE BEAUCHAMP (1938) l'impossibilité d'élever *E. senta* sur *Chlorella* ou *Scenedesmus*; bien qu'avalées, les Chlorococcales ne sont pas une source profitable de nourriture pour cette espèce; il en va de même pour *Chilomonas paramecium* et les *Synura*. Quant aux Volvocales elles paraissent être d'une valeur nutritive moyenne, et fort variable selon les espèces.

Epiphanes brachionus (Ehr.)

Six jeunes femelles amictiques d'*E. brachionus* ont fourni les descendance suivantes, en milieu A + T :

	En 7 jours	Elevage après 3 semaines
avec <i>Cryptomonas</i> sp. :	286 ♀ (♀ ♂ : 95 %)	Très bon
» <i>Phacus pyrum</i> :	167 ♀ (♀ ♂ : 80 %)	Bon
» <i>Haematococcus pluvialis</i> :	163 ♀ (♀ ♂ : 90 %)	Bon
» <i>Chlorogonium elongatum</i> :	116 ♀ (♀ ♂ : 95 %)	Très mauvais
» <i>Trachelomonas hispida</i> (1) :	77 ♀ (♀ ♂ : 84 %)	Mauvais
» <i>Synura</i> sp. :	45 ♀ (♀ ♂ : 57 %)	Mauvais

Dans les trois derniers élevages les Algues sont bien ingérées et digérées mais la ponte se raréfie très rapidement ce qui explique les mauvais résultats obtenus en trois semaines. Les Chlorococcales sont partiellement ingérées mais ne sont pas digérées et ne permettent aucune ponte.

(1) *Trachelomonas hispida* v. *coronata* a perdu en culture son épaisse coque brune qui ne peut donc être un obstacle dans nos expériences.

Epiphanes brachionus se nourrit aussi de *Chilomonas paramecium*, Flagellé incolore voisin des *Cryptomonas*. La reproduction de ces Rotifères s'effectue assez bien avec cette nourriture. Elle a été stoppée volontairement au bout de six mois. Au cours d'une expérience, en sept jours (milieu A + T) six femelles amictiques nourries de *Chilomonas* centrifugés ont donné naissance à 78 descendants dont 87 % de femelles mictiques.

Les deux espèces d'*Epiphanes* n'utilisent que des Flagellés mais montrent une préférence différente pour les espèces : *Phacus pyrum* et Euglènes pour *E. senta*; *Cryptomonas* puis *Haematococcus pluvialis*, *Phacus pyrum* et *Chilomonas* pour *E. brachionus*.

Espèces du genre *Brachionus*

Huit souches de diverses espèces du genre *Brachionus* ont été expérimentées avec huit espèces algales choisies comme représentant des principales familles parmi les plus fréquentes dans la nature. Ce choix a été également effectué en fonction de la facilité de cultiver les Algues — nécessité qui malheureusement limitait nos possibilités — et de leurs caractères les plus favorables à l'acceptation par les Rotifères : petite taille, membrane mince, maintien en suspension (POURRIOT, 1957b). Les *Synura*, normalement coloniales, sont facilement dissociées par la centrifugation.

B. angularis et *B. urceolaris sericus* ont été expérimentés en milieu minéral A; toutes les autres espèces en milieu A + T; le nombre de femelles inoculées dans chaque tube au départ des expériences était en général de douze (quinze pour *B. angularis*). Ces femelles provenaient d'élevages sur *Chlorella pyrenoidosa* à l'exception de celles de *B. calyciflorus* souche 2 élevées avec *Phacus pyrum*.

Les résultats obtenus sont inscrits dans le tableau ci-dessous; pour chaque espèce, les deux premières colonnes indiquent le nombre total d'individus et la proportion de femelles mictiques après sept jours d'expérience; la troisième colonne fournit l'indication de l'état de l'élevage au bout de trois semaines : TB = très bon, B = bon, P = passable, M = médiocre, TM = très mauvais, N = nul.

Quelques essais poursuivis avec *Chilomonas paramecium* ont fourni des résultats nuls sauf dans le cas de *B. urceolaris sericus* qui s'en nourrit. La valeur nutritive est approximativement analogue à celle des *Cryptomonas*.

La valeur nutritive des petites Chlorococcales, Volvocales et des Eugléniens à membrane mince est généralement bonne pour toutes ces espèces : *B. angularis* est la seule espèce qui n'utilise pas avec

Fécondité d'espèces du genre *Brachionus* en fonction de la nourriture

Rotifères Algues	<i>B. angularis</i> 15 ♀♀ - milieu A -			<i>B. calyciflorus</i> souche I 12 ♀♀ - milieu A + T			<i>B. calyciflorus</i> souche II 12 ♀♀ - milieu A + T			<i>B. leydigii</i> (type) 12 ♀♀ - milieu A + T		
	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours
	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	230	0	B	670	0	B	20	-	M	518	0	B
<i>Kirchneriella contorta</i>	325	0	B	872	0	B	83	38	M	497	0,5	B
<i>Chlamydomonas</i> sp.	157	0	B	481	0	B	256	41	TB	729	1,5	TB
<i>Haematococcus pluvialis</i>	17	0	N	760	0	B	57	43	M	211	0	AB
<i>Phacus pyrum</i>	52	0	TM	922	0	TB	274	66	TB	755	3,5	TB
<i>Cryptomonas</i> sp.	58	0	N	101	0	N	-	-	-	0	0	N
<i>Synura</i> sp.	5	0	N	212	0	P	-	-	-	0	0	N
<i>Synechocystis minima</i>	4	0	N	86	0	N	-	-	-	39	0	M

Rotifères Algues	<i>B. leydigii</i> v. <i>rotundus</i> 12 ♀♀ - milieu A + T			<i>B. quadridentatus</i> 12 ♀♀ - milieu A + T			<i>B. rubens</i> 12 ♀♀ - milieu A + T			<i>B. urceolaris sericus</i> 12 ♀♀ - milieu A.		
	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours
	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀	Nbr. total d'individus	% de ♀♀
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	496	43	B	242	14	B	350	79	B	416	37	B
<i>Kirchneriella contorta</i>	-	-	-	176	17	B	208	71	B	176	57	P
<i>Chlamydomonas</i> sp.	175	82	P	54	-	P	147	78	AB	457	34	B
<i>Haematococcus pluvialis</i>	130	90	P	10	-	M	40	-	M	168	57	P
<i>Phacus pyrum</i>	417	83	B	412	17	B	208	77	B	1495	54	TB
<i>Cryptomonas</i> sp.	126	-	P	0	-	N	93	-	M	348	55	AB
<i>Synura</i> sp.	19	-	N	0	-	N	68	-	TM	336	51	AB
<i>Synechocystis minima</i>	-	-	-	0	-	N	59	-	P	19	-	M

profit *Phacus pyrum*, probablement en raison de ses dimensions trop grandes pour le Brachion de taille plus petite que tous les autres.

Il existe cependant quelques différences dans les préférences de chaque souche pour les espèces algales même quand il s'agit de souches d'une même espèce. Le cas le plus net à cet égard est celui de *B. calyciflorus* : la souche 2 provenant d'une mare de ferme (mare « La Cave ») a un éventail alimentaire plus étroit que celui de la souche 1 provenant d'un bassin d'eau calcique. Cette souche 2 se multiplie fort médiocrement si elle est nourrie de Chlorococcales; dans leur milieu naturel ces *B. calyciflorus* apparaissent communément après un phytoplancton à Eugléniens et *Chlamydomonas* : ils marquent nettement une préférence pour ceux-ci.

Les Cyanophycées unicellulaires (*Synechocystis*) ne sont pas une bonne source de nourriture, non plus que les deux Algues brunes.

En ce qui concerne le groupe des Diatomées planctoniques, faute de cultures, seules les observations naturelles fournissent quelques indications. Les petites espèces de Diatomées Centrales telles que les *Cyclotella* sont les seules susceptibles de jouer un rôle trophique non négligeable : à l'étang de Beauséjour, en avril 1963, une population de *B. calyciflorus* se développait aux dépens d'un phytoplancton composé essentiellement de *Cyclotella*.

D'après ERMAN (1962c), *B. angularis* s'alimente d'Algues mais surtout aussi de détritiques d'origine végétale résultant de la décomposition de plantes aquatiques ou de « fleur d'eau » à *Microcystis aeruginosa*. La décomposition de « fleurs d'eau » à Cyanophycées (1) fournit des détritiques extrêmement divisés qui peuvent effectivement constituer une source de nourriture valable mais dont la valeur nutritive reste à préciser.

Nos propres observations sur le contenu intestinal de *B. angularis* qui est souvent plus grisâtre que coloré, nous inciteraient à adopter ce point de vue.

Chez *B. calyciflorus* ERMAN (1962a et c) observe une utilisation plus marquée du phytoplancton : la consommation de cette espèce peut atteindre jusqu'à 50 % de la biomasse du phytoplancton. Selon cet auteur les Algues les plus favorables sont d'abord les Chlorococcales (*Chlorella*), puis les Eugléniens (*Trachelomonas volvocina*), les Volvocales (*Chlamydomonas*) et de petites Diatomées (*Cyclotella*). Ces résultats concordent bien avec les nôtres.

(1) Les algologues appellent « fleur d'eau » une concentration à la surface de l'eau, du phytoplancton (Cyanophycées le plus souvent) à la suite de son développement massif.

Brachionus diversicornis Daday

Parmi les autres espèces du genre *Brachionus*, nous n'avons étudié que *B. diversicornis*. Cette espèce n'ingère pas les petites Chlorococcales et Volvocales comme les précédentes. Dans la nature l'estomac de *B. diversicornis* est parfois coloré en bleu vert, aussi avons-nous tenté de l'alimenter de diverses Cyanophycées (*Synechocystis*, *Phormidium*, *Anabaena*); les Cyanophycées sont au moins partiellement avalées et digérées mais en utilisant un mélange *Phormidium* - *Anabaena* nous n'avons pu maintenir une souche de *B. diversicornis* plus de deux mois.

Brachionus plicatilis O.F. Müller

Cette espèce, vivant communément en eaux saumâtres — de ce fait, nous n'avons pas eu l'occasion de la rencontrer — apparaît selon les observations des auteurs, comme essentiellement phytophage.

Au Japon, ITO (1955) observe à certaines époques, dans des lagunes où se pratique la pisciculture, la destruction par *B. plicatilis* de la quasi totalité du phytoplancton composé essentiellement de Cyanophycées (Chroococcales) : *Synechococcus*, *Merismopedia*, *Chroococcus*, *Aphanocapsa*. La raréfaction du phytoplancton entraîne un fort abaissement du pH et surtout de l'oxygène dissous provoquant la mort des poissons. Ce phénomène appelé « Misukawari », peut aussi être provoqué par d'autres animaux phytophages (cf. DE BEAUCHAMP, 1963).

Dans le Gaynor lake au Colorado (PENNAK, 1946, 1949) existe également une relation visible entre le développement des Cyanophycées (*Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Merismopedia*) et celui des Rotifères représentés pour la plus grande masse par *B. plicatilis*. Ces deux groupes présentent pendant la période estivale une succession très nette de leurs pulsations.

Espèces du genre *Keratella*

Cinq souches de *Keratella* appartenant à 4 espèces ont été expérimentées :

— *K. testudo* (Ehr.) et *K. quadrata* (O.F. Müller), souche 1, sont élevées avec *Chlorella pyrenoidosa*.

— *K. quadrata* souche 2 et *K. valga* (Ehr.) sont élevées avec *Chlamydomonas*.

— *K. cochlearis* (Gosse) est élevée avec *Cryptomonas*.

Le milieu d'élevage et d'expériences des quatre premières souches est minéral, A; celui de *K. cochlearis*, A + T.

Le nombre de descendants fournis par quinze femelles amic-
tiques en sept jours, ainsi que l'état des élevages après trois semaines
sont inscrits dans le tableau ci-dessous.

La proportion de femelles mictiques, variable selon les élevages,
n'a pas été notée, à cause de la petitesse des œufs. Après trois
semaines les souches de *K. cochlearis* et *K. testudo* avaient produit
un nombre très faible d'œufs durables. Dans les trois autres sou-
ches, les femelles mictiques étaient présentes en nombre variable :
lorsque la nourriture consistait en *Phacus pyrum* ou en *Chlamydo-*
monas leur pourcentage n'était pas négligeable. Le nombre maxi-
mum d'œufs de durée a été fourni par *K. valga* alimentée de *Cryp-*
tomonas.

	K. quadrata souche 1		K. quadrata souche 2		K. valga		K. testudo		K. cochlea- ris	
	7 jours	21 jours	7 jours	21 jours	7 jours	21 jours	7 jours	21 jours	7 jours	21 jours
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	151	TB	90	B	56	AB	65	AB	0	N
<i>Quadrigula</i> sp.	58	B	87	B	-	-	56	AB	104	AB
<i>Chlamydomonas</i> sp.	56	B	106	B	69	B	30	N	0	N
<i>Haematococcus pluvialis</i>	212	AB	122	AB	201	AB	63	AB	0	N
<i>Phacus pyrum</i>	147	TB	142	B	161	B	398	TB	32	N
<i>Cryptomonas</i> sp.	71	B	149	B	143	TB	397	TB	84	B
<i>Synechocystis minima</i>	8	N	0	N	17	N	0	N	0	N

Les quatre premières souches de *Keratella* présentent en
commun : l'inutilisation des *Synechocystis* et une multiplication
toujours bonne avec *Phacus pyrum* et *Cryptomonas*. L'éventail ali-
mentaire de *K. quadrata* se révèle le plus largement uniforme.
K. valga montre une préférence pour les Flagellés, et utilise avec
moins de profit les Chlorococcales. Les préférences les plus nettes
sont celles de *K. testudo* qui, à l'inverse des autres souches, proli-
fère mal avec les Volvocales.

La multiplication des *Keratella* nourries d'*Haematococcus plu-*
vialis, rapide au début des expériences, se ralentit par la suite. Ceci
peut être dû au fait que les Flagellés restant après 7 jours sont
de taille un peu trop élevée pour être facilement avalés. Inverse-
ment, la reproduction des *Keratella* alimentées de *Chlamydomonas*
est plus longue à démarrer et ceci d'autant plus que la concentra-
tion en *Chlamydomonas* est élevée. Il est possible qu'il y ait dans
ce cas un phénomène d'inhibition analogue à celui mentionné à
propos de *Chlorella pyrenoidosa* (cf. chapitre 4, par. VI).

ERMAN (1962c) attribue à *K. quadrata* une alimentation cons-
tituée uniquement de détritrus dans 23 cas sur 34 observés dans

des eaux naturelles. Dans les autres cas *K. quadrata* utilisait intensément de petites Chlorococcales, *Cryptomonas marssonii* et *Cyclotella comta*. Il est curieux de noter que *K. quadrata* et *K. testudo* sont fréquentes et nombreuses dans les biotopes riches en Chlorococcales, Volvocales et Cryptomonadines alors que *K. valga* n'a été rencontré que dans des eaux acides dont le phytoplancton était composé pour une bonne part de *Chrysophycées* (*Uroglena*, *Dinobryon*, *Mallomonas* et *Synura* à la Bonne Mare). Certaines de ces Chrysomonadales devraient constituer une bonne source de nourriture pour *K. valga*. Selon NAUWERCK (1963) et AMREN (1964a), *K. quadrata* utilise également les petites Chrysomonadales.

Keratella cochlearis (Gosse)

K. cochlearis s'est avérée beaucoup plus exigeante, quant à l'utilisation d'Algues, que les espèces précédentes. Elle n'a accepté de se multiplier qu'avec deux espèces algales : *Quadrigula sp.* et *Cryptomonas sp.* La souche est alimentée de ce Flagellé brun depuis 18 mois (POURRIOT, 1963a).

A la suite de NAUMANN (1923) la plupart des auteurs présument que *K. cochlearis* devait se nourrir exclusivement d'éléments du nanoplancton de taille inférieure à 10 μ . Or, les *Cryptomonas* utilisées pour nos élevages mesurent en moyenne 16 \times 48 μ ; leur disparition dans les tubes d'élevage des *Keratella*, la présence des chromatophores bruns dans le tube digestif de ces Rotifères prouvent que leur ingestion est possible en dépit de leur taille relativement grande. L'ingestion des Flagellés bruns par les *K. cochlearis* a été suivie au microscope : apporté à la bouche du Rotifère par le jeu conjugué de la nage et des courants ciliaires, un *Cryptomonas* se trouve happé par un fouet; s'il ne réussit pas à se dégager — les *Cryptomonas* sont capables de brusques sauts dus plus à la décharge des trichocystes qu'à leurs flagelles (PÉNARD, 1922) — le *Cryptomonas* est attaqué par les dents que forment les unci du mastax et qui affleurent à la bouche du Rotifère; l'Algue se déforme, finit par éclater et les débris sont absorbés par le Rotifère.

Les observations de différents auteurs (CARLIN, 1943; GOSSLER, 1950) sont justifiées quand ils considèrent que l'ouverture buccale de *K. cochlearis* est trop étroite pour pouvoir ingérer des aliments de grande taille, mais ceci n'empêche pas l'utilisation d'espèces algales du nanoplancton de dimension supérieure à 10 μ , d'une part par le processus décrit ci-dessus et d'autre part parce que les Algues passent au moment de leur division par un stade plus réduit qui les rend aptes à être ingérées en entier.

Nous avons vérifié que les Bactéries présentes dans la culture de *Cryptomonas* et dans l'élevage de *Keratella cochlearis* n'étaient

d'aucune utilité pour le Rotifère. Ces Bactéries, isolées sur milieu solide de Sabouraud étaient de deux sortes : un bacille long (3,6 μ) et mince, en courtes chaînes, gram —, en colonie jaune et un coque gram + en colonie blanche. Fournies seules comme nourriture aux *Keratella*, ces Bactéries se sont révélées incapables d'assurer la survie des Rotifères. L'addition d'une autre Bactérie, *Aerobacter aerogenes* n'a apporté aucune amélioration.

Des essais d'alimentation de *K. cochlearis* avec *Chilomonas paramecium* ont abouti à un échec.

ERMAN (*loc. cit.*) a observé également des *Cryptomonas* dans l'estomac de *K. cochlearis* mais conclut à une faible utilisation du phytoplancton. Selon cet auteur, *K. cochlearis* serait essentiellement détritivore (détritus résultant de la décomposition de *Microcystis* par exemple).

EDMONDSON (1962) dans une étude sur des populations naturelles indique l'existence d'un rapport quantitatif distinct mais lâche entre la quantité de phytoplancton et le taux de reproduction de *K. cochlearis* : ce dernier est un peu plus élevé dans le cas d'un phytoplancton comprenant 80 % de *Chrysochromulina* que dans le cas d'un phytoplancton à *Cryptomonas* dominant. Aucune corrélation n'est trouvée entre le taux de reproduction de *K. cochlearis* et l'abondance en Bactéries, ou en petites Algues vertes telles que *Chlorella* et *Chlamydomonas* (EDMONDSON, 1964). Ces observations sont en parfait accord avec les résultats expérimentaux exposés ci-dessus.

NAUWERCK (1963) note dans le lac Erken que le maximum de printemps de *K. cochlearis*, avec une forte production d'œufs, correspond au maximum d'une petite Chrysomonadine, *Erkenia subaequiciliata* et, en automne, à celui de *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctonica*.

Dans nos collections d'eau, *K. cochlearis* s'observe fréquemment en compagnie de Chrysophycées : à l'étang de la Tour, *K. cochlearis* est constante et les seules espèces algales utilisables et constantes sont des *Mallomonas*. A l'étang de Vaugien les pulsations des populations de *K. cochlearis* suivent assez régulièrement celles de *Dinobryon* (dont il existe toujours un certain pourcentage à l'état de cellules isolées) parfois accompagnés de *Mallomonas*.

De ces observations il ressort que deux sources de nourriture pour *K. cochlearis* sont possibles :

- Tripton dérivant de la décomposition de végétaux.
- Petites Algues appartenant aux ordres des Cryptomonadales et des Chrysomonadales, accessoirement quelques espèces de Chlorococcales (*Quadrigula*).

K. serrulata (Ehr.)

K. serrulata est une espèce difficile à élever. Dans le filtrat de son milieu naturel (eau de tourbière à *Sphagnum*) nous n'avons pu conserver une souche qu'un peu plus d'un mois, en l'alimentant soit de *Phacus pyrum*, soit de *Chlamydomonas*. En milieu synthétique, les *K. serrulata* meurent rapidement.

L'espèce paraît avoir des exigences particulières peut-être de nutrition ou de milieu. Le pH n'est pas directement en cause car une acidification légère des milieux d'élevage synthétiques ne fournit pas plus de résultats positifs.

Kellicottia longispina (Kell.)

Kellicottia longispina présente une éthologie alimentaire voisine de celle de *Keratella cochlearis*. Mise en présence de *Cryptomonas* nous avons également observé des plastes bruns dans l'estomac de *Kellicottia*, mais la ponte est restée assez faible et la souche ainsi obtenue n'a pas pu être maintenue plus d'un mois. Selon NAUWERCK (1963), *K. longispina* se nourrirait de petites Crysomonades.

Dans deux étangs (La Tour et Coupe-Gorge) où ont été récoltées des *Kellicottia*, les seuls éléments vivants utilisables par *K. longispina* semblent bien être effectivement des Chrysophycées (*Mallomonas* et *Dinobryon*).

Le fonctionnement de l'appareil ciliaire de *K. longispina* a été décrit minutieusement par REMANE (1932) et repris par GOSSLER (1950). L'interprétation des deux auteurs diffère quelque peu en ce qui concerne le rôle des raides membranelles garnissant le lobe dorsal et les deux lobes latéraux du pseudotrochus.

Selon REMANE, ces membranelles forment un système de filet filtrant et retenant les particules alimentaires. Ce filet est poussé en avant lors de la nage du Rotifère, sous l'action des cils de la bande circum apicale qui, seuls, servent à la locomotion.

GOSSLER observe que seules les membranelles intérieures restent fixes et que les membranelles extérieures battent activement. Le courant d'eau arrivant se trouve refoulé sur les membranelles fixes et glisse sur celles-ci vers l'entonnoir buccal.

Par la suite, les observations des deux auteurs concordent.

Le courant d'eau ayant pénétré dans cet entonnoir sort par l'échancrure ventrale de la couronne dont les cils filtrent les particules alimentaires qui sont rejetées vers l'intérieur par les battements de deux touffes ciliaires. Les dents des unci du mastax qui affleurent au fond de l'entonnoir buccal s'emparent des particules

nutritives. Les trop gros éléments qui passent dans l'entonnoir buccal sont rejetés par une contraction de ce dernier.

Dans tous les cas, rien ne s'oppose à ce que des Flagellés de taille moyenne tels que *Cryptomonas* ou *Mallomonas*, puissent être absorbés d'une façon analogue à celle décrite pour *K. cochlearis*.

Chez les Brachions l'appareil ciliaire morphologiquement analogue fonctionne de façon semblable à celui de *K. longispina* (REMANE, *loc. cit.*). Mais à la filtration par les membranelles se superpose un mouvement tourbillonnaire.

Microcodides chlaena (Gosse)

Microcodides chlaena est une espèce peu commune, récoltée en eaux acides; une population a été rencontrée au printemps 1961 dans une tourbière à *Sphagnum* de Sologne. Un élevage clonique de cette espèce a été conservé un an en l'alimentant d'*Haematococcus pluvialis* et en milieu d'élevage minéral (B).

D'autres petites Algues flagellées ou non (*Chlamydomonas sp.*, *Gonium sociale*, *Phacus pyrum*, *Chlorella pyrenoidosa*) peuvent être ingérées mais ne conduisent qu'à une faible multiplication des animaux allant en diminuant progressivement (DE BEAUCHAMP et POURRIOT, 1961).

Notholca acuminata (Ehr.)

Bien que le contenu stomacal de cette espèce indique généralement l'ingestion d'Algues brunes, nous n'avons observé aucune ingestion des *Cryptomonas* et *Synura* en culture au laboratoire. Les Diatomées Pennales parfois présentes dans le tube digestif des *Notholca* (PEJLER, 1962b et observations personnelles) ne semblent pas non plus être leur source habituelle de nourriture.

Aucun résultat positif, même partiel, n'a été obtenu avec cette espèce.

Platyias patulus (O.F. Müller)

Une souche de cette espèce proche du genre *Brachionus* a été conservée pendant plus de 5 années. *Chlorella pyrenoidosa* a été la seule nourriture fournie aux *Platyias* (milieu d'élevage A + T).

Une série d'essais effectués avec des individus de provenance différente et alimentés des mêmes Chlorelles ou de *Phacus pyrum* n'ont abouti qu'à des élevages temporaires d'une durée de deux à trois mois.

P. patulus est toujours récolté dans des biotopes de faible épaisseur d'eau libre, au milieu de la végétation aquatique, obser-

vation faite également par DE RIDDER (1961). Il est possible qu'il se nourrisse des fins détritiques issus de la décomposition de ces végétaux.

Platyias polyacanthus (Ehr.)

P. polyacanthus (1) a été récoltée en grand nombre dans diverses flaques d'une tourbière à *Sphagnum* en mai 1961. Des tentatives d'élevage avec *Chlamydomonas variabilis*, *Eudorina elegans*, *Gonium sociale*, *Cryptomonas sp.* ont montré une faible ingestion de ces Algues et aucune ponte d'œufs. Un meilleur résultat a été obtenu avec *Haematococcus pluvialis* qui a permis de conserver l'espèce pendant un mois.

Les deux sortes de femelles coexistaient et la ponte d'œufs mâles a été suivie de celles des œufs de durée.

Haematococcus pluvialis est bien ingéré et digéré mais n'a pas suffi pour empêcher l'élevage de péricliter par suite de la raréfaction progressive de la ponte.

Le tube digestif des femelles de *P. polyacanthus* se reproduisant bien dans leur biotope recèle très souvent des coques vides (jusqu'à 5 ou 6 par individu) ou parfois des exemplaires encore intacts de petits Péridiniens; quelques coques ont pu être déterminées comme celles de *Peridinium umbonatum var. inaequale*, espèce commune dans le milieu naturel. Il est possible que *Glenodinium uliginosum* également présente et très proche de la précédente soit aussi utilisée. Quelques rares Flagellés verts quelquefois ingérés étaient rejetés quasi intacts dans les fèces.

P. polyacanthus montre un spectre alimentaire très étroit, apparemment limité à quelques espèces de Péridiniens.

Rhinoglena frontalis Ehr.

Comme les précédentes lignées de *Brachionus* et *Keratella*, *R. frontalis* a été expérimentée vis-à-vis de 8 espèces algales; le milieu d'élevage et d'expériences est constitué par de l'extrait de terre dilué de moitié : ce milieu est le seul ayant permis la reproduction de ces Rotifères au début de leur isolement effectué à 20°; la vitesse de multiplication assez lente à ce stade (15 femelles amictiques n'ont fourni en sept jours que 160 descendants), s'est assez rapidement accrue après quelque temps d'adaptation. Les *Rhinoglena* n'ont subsisté dans un milieu d'élevage minéral qu'à température basse (10 °C).

(1) N.B. — Du point de vue morphologique, par la structure de la couronne ciliaire et celle du pied cette espèce nous semble plus proche du genre *Epiphanes* que des autres espèces du genre *Platyias*.

Quinze femelles provenant d'un élevage alimenté de *Chlorella pyrenoidosa* ont donné, avec chaque espèce algale, la descendance suivante :

	En 7 jours	En 3 semaines
avec <i>Chlorella pyrenoidosa</i> :	813 femelles;	bon élevage
> <i>Kirchneriella contorta</i> :	113 >	élevage médiocre
> <i>Chlamydomonas</i> sp. :	825 >	bon élevage
> <i>Haematococcus pluvialis</i> :	15 >	élevage nul
> <i>Phacus pyrum</i> :	282 >	bon élevage
> <i>Cryptomonas</i> sp. :	1 929 >	très bon élevage
> <i>Synura</i> sp. :	0 >	élevage nul
> <i>Synechocystis minima</i> :	6 >	élevage nul

Rhinoglena frontalis montre une nette préférence pour les *Cryptomonas*. Nourries de *Chlorella pyrenoidosa* ou de *Chlamydomonas*, la multiplication est encore bonne mais avec *Phacus pyrum*, elle n'est plus que moyenne. Dans tous les cas les femelles mictiques apparaissent fort rarement.

Chilomonas paramecium, Flagellé incolore proche des *Cryptomonas* n'est pas ingéré.

L'éventail alimentaire de *Rhinoglena frontalis* est assez voisin de celui des *Brachionus* et *Keratella*, mais contrairement à ces dernières, *R. frontalis* n'accepte pas les particules inertes et semble purement algivore.

Synchaetidae

Quatre espèces de cette famille sont élevées dans des conditions identiques : milieu d'élevage A + T, nourriture *Cryptomonas* cf. *curvata*, température 10-12 °C. Ce sont :

- *Polyarthra dolichoptera* Idelson élevée depuis 2 ans; ♀ ♂ présentes la 1^{re} année.
- *Synchaeta oblonga* Ehr. élevée pendant 16 mois; ♀ ♂ assez rares.
- *S. pectinata* Ehr. élevée depuis 12 mois; ♀ ♂ absente.
- *S. tremula* (O.F. Müller) élevée depuis 18 mois; fort pourcentage de ♀ ♂.

Les Rotifères ont été placés à température basse afin de ralentir leur prolifération mais peuvent être conservés au moins pendant quelques mois à une température plus élevée sans montrer de signes d'affaiblissement. Des élevages bien nourris atteignent rapidement une densité considérable.

Polyarthra dolichoptera

La souche que nous élevons présentant tous les caractères de l'espèce *P. dolichoptera* type : position des tentacules latéraux, structure des appendices ventraux et de l'œuf durable.

P. dolichoptera peut ingérer *Chilomonas paramecium*, ou même quelques Flagellés verts (*Trachelomonas hispida*, *Gonium sociale*), mais avec de tels aliments sa reproduction n'est que fort médiocre et après une dizaine de jours tout au plus, s'arrête totalement.

Dans leur biotope naturel, les *P. dolichoptera* se nourrissent fréquemment de *Cryptomonas*. Dans une station (étang de la Tour en février et mars 1962) le tube digestif d'un ou deux individus contenait quelques *Mallomonas* mais malgré l'abondance de ces Chrysophycées, les *Polyarthra* sont restés à l'état sporadique.

L'ingestion de *Cryptomonas ovata* par des *Polyarthra* a été vue par DIEFFENBACH et SACHSE (1912), celle de *Trachelomonas* par STEINECKE (1924). Selon ERMAN (1962c) les *Synura* serviraient également de nourriture à *P. dolichoptera*, fait qui ne s'est pas vérifié au cours de nos essais : les *Synura* n'ont même pas été ingérées.

EDMONSON (documents communiqués) a observé dans des lacs européens une haute corrélation entre le taux de reproduction de populations de *P. vulgaris* et l'abondance de *Cryptomonas*.

Dans le lac Erken, NAUWERCK (1963) constate que le maximum de production d'œufs chez des *Polyarthra* de ce groupe coïncide avec un maximum à petites Chrysomonadales. Une observation analogue concernant *P. dolichoptera* est faite par AMREN (1964a) au Spitzberg.

Des essais de nutrition dans les mêmes conditions d'autres espèces de *Polyarthra* — *P. remata*, *P. major*, *P. euryptera* — ont échoué.

Quelques renseignements sur ces espèces ont été recueillis par l'examen de leur contenu stomacal : celui de *P. remata* (comme celui de *P. major*) est rarement reconnaissable; chez quelques individus nous avons relevé la présence de un ou deux exemplaires de *Trachelomonas*.

L'estomac de *P. euryptera* renferme assez fréquemment des Péridiniens : *Peridinium bipes* et des espèces plus petites (20 μ environ) non identifiées (récolte de la Bonne Mare en mai et septembre), parfois même une coque de *Ceratium* (étang de la Tour en septembre). PEJLER (1961) signale également la présence de Péridiniens dans le tube digestif d'un *P. euryptera*.

Espèces du genre *Synchaeta*

Les trois espèces de *Synchaeta* ont montré comme *Polyarthra dolichoptera* une nette préférence pour les *Cryptomonas*. Parmi les autres Flagellés expérimentés (petites Volvocales, *Phacus pyrum*, *Trachelomonas hispida*, *Synura*), seuls les *Chilomonas* sont ingérés. Les *Synchaeta* nourries de *Chilomonas* se reproduisent moins bien qu'avec *Cryptomonas*; exemple : 12 femelles de *S. tremula* donnent naissance en sept jours à 322 femelles avec *Cryptomonas* et à 120 femelles seulement avec *Chilomonas*. De plus il n'a pas été possible de maintenir plus de trois à quatre semaines les élevages avec *Chilomonas paramecium* (ces derniers sont cultivés sur bouillon de blé).

Dans leur milieu naturel *S. tremula* et *S. oblonga* se trouvent souvent en compagnie de Cryptomonadales : en février 1961 dans un étang de prairie, *S. tremula* se reproduisait activement aux dépens d'un phytoplancton à *Cryptomonas ovata*. Selon NAUWERCK (1963), ces *Synchaeta* se nourrissent, dans le lac Erken, de petites Diatomées Centrales : *Stephanodiscus hantschii*.

Les Cryptomonadales ne sont probablement pas la seule source de nourriture pour *S. pectinata*. Le tube digestif de cette espèce est généralement bien moins coloré en brun que celui des deux précédentes et dans les collections d'eaux naturelles des populations de *S. pectinata* peuvent être récoltées en l'absence de toute Cryptomonadale : tel est le cas des populations hivernales de *S. pectinata* à la Bonne Mare. Dans ce biotope, quelques individus récoltés en décembre contenaient dans leur estomac deux ou trois petits Péridiniens.

Selon REZWOJ (1927), *S. pectinata* consomme des *Mallomonas*, et des cellules dissociées de *Dinobryon*.

En février 1964, nous avons observé à l'étang de la Tour en même temps qu'un abondant phytoplancton à *Mallomonas caudata*, la présence commune de *Synchaeta pectinata*, ainsi qu'une seconde espèce en grand nombre, *S. lakowitziana*. La coloration jaune brunâtre du tube digestif des deux espèces de *Synchaeta* indiquait qu'elles devaient ingérer les *Mallomonas*. *S. lakowitziana* semble n'utiliser que les Chrysophytes car nous n'avons pu l'élever sur *Cryptomonas*.

ERMAN (*loc. cit.*) constate la préférence de *S. pectinata* pour les Cryptomonadines mais aussi l'ingestion de Chrysomonadines (*Dinobryon* et *Synura*) et, de même que d'autres auteurs, celle de petites Diatomées Centrales : *Cyclotella comta* (MARGALEF, 1948).

Quelques essais d'élevage avec *Synura* ont cependant été infructueux, *S. pectinata* ne s'en nourrissant pas, non plus d'ailleurs que

des Chlorococcales dont la présence dans leur estomac ne peut être qu'accidentelle.

Bien que la possibilité d'ingestion d'éléments figurés de petite taille ait été reconnue chez cette espèce, la structure du mastax et le contenu stomacal vu par quelques auteurs laissaient prévoir plutôt une nourriture constituée d'assez grosses proies, telles que des *Keratella*. L'absorption de ces dernières ne nous semble pas un fait coutumier : mises en présence de *Keratella cochlearis*, les *Synchaeta* ne s'y sont pas attaquées.

La façon d'avaler les Flagellés projetés au niveau de l'ouverture buccale semble à peu près identique chez *Polyarthra dolichoptera* et *Synchaeta tremula* : saisie par la pince que forment les rami, la proie est expédiée en entier dans l'œsophage par un mouvement très rapide du mastax.

Ploesoma hudsoni (Imhof)

Ploesoma hudsoni, autre espèce de la famille des Synchaetidés, paraît avoir une alimentation de type carnivore. L'estomac de ces animaux recèle quelquefois des loricas de petites espèces de Rotifères (*Pompholyx*) et souvent des mastax de *Pedalia*, *Filinia*, *Conochiloides*, plus fréquemment encore de *Polyarthra* avec leurs ailettes natatoires. Les cas de cannibalisme ne sont pas rares : des adultes observés en même temps que des jeunes sous le microscope avalent ces derniers. Cependant quelques essais d'élevage avec *Polyarthra dolichoptera* n'ont pas pu être prolongés au-delà de deux à trois générations.

Selon MYERS (1941), leur nourriture consisterait en *Lindia fulva*, *Ploesoma lenticulare*, *Synchaeta stylata*, *Chromogaster ovalis*.

A s p l a n c h n i d a e

La structure du mastax des espèces de cette famille correspond à une alimentation de type macrophage.

Asplanchna brightwelli Gosse et *A. girodi* De Guerne

Ces deux espèces sont très facilement élevées en les alimentant de Rotifères planctoniques : la seconde s'attaque à des formes de dimensions plus réduites (*B. angularis*, les *Keratella*) que la première (*B. rubens*, *B. calyciflorus*, etc...).

Comme DE BEAUCHAMP (1951) nous avons constaté que la possibilité d'alimenter de façon continue les *A. brightwelli* avec des Paramécies, variait selon les souches. Celle de nos souches qui est élevée

sur *Paramecium caudatum*, accepte aussi de très petites proies telles que des *Lepadella* ou *Lecane*, qui sont rejetées par l'autre souche. Le spectre alimentaire des premières, les plus voraces, paraît plus large.

Il peut arriver que ces *Asplanchna* ingèrent des Algues, particulièrement lorsqu'elles sont affamées : l'estomac d'une *A. brightwelli* récoltée en milieu naturel ne contenait qu'une grosse espèce de *Lepocinclis* parfaitement intacte. Il ne s'agit là que de cas d'exception, toute nourriture algale se révélant inapte à assurer une reproduction de ces Rotifères au-delà de quelques générations.

Il est généralement admis que la capture des proies par les *Asplanchna* s'effectue au hasard des rencontres. Nous avons essayé de vérifier ce fait expérimentalement.

Une femelle d'*A. brightwelli* est isolée en cellule dans 0,5 ml de son milieu habituel en compagnie d'un nombre déterminé de Brachions (*B. rubens* ou *B. urceolaris sericus*). Les femelles d'*Asplanchna* utilisées pour les expériences sont légèrement affamées en évitant de les laisser jeûner trop longtemps pour ne pas risquer de les affaiblir. Quatre séries ont été constituées : une série avec 50 Brachions, une série avec 25 Brachions, la troisième série avec 12 Brachions et la dernière avec 6 Brachions. Dans chaque série l'expérience a été répétée environ 35 fois, en changeant d'*Asplanchna* bien entendu. A chaque fois, nous avons chronométré le temps s'écoulant entre l'introduction de l'*Asplanchna* au milieu des Rotifères et l'ingestion du premier Brachion.

Nous avons obtenu les moyennes arithmétiques suivantes :

Avec 50 Brachions, <i>A. brightwelli</i> a mis	0'40	pour s'emparer d'une proie
— 25 — — — —	1'22	— — —
— 12 — — — —	2'24	— — —
— 6 — — — —	4'42	— — —

A. brightwelli trouve d'autant plus facilement ses proies que celles-ci sont nombreuses; les rapports entre les temps de capture sont inversement proportionnel aux rapports des nombres correspondants de Brachions. Ceci indique que les *Asplanchna* ingèrent bien leurs proies au hasard des rencontres.

Ce fait n'implique cependant pas l'absence totale de choix de ces proies; en particulier les loricas vides de Brachions, si par hasard elles sont happées par l'*Asplanchna*, sont immédiatement rejetées dans le milieu extérieur : la faible densité ou l'inertie de cette carapace a pu être reconnue par le prédateur. Chez certaines souches, nous l'avons vu, les petites espèces benthiques telles que *Lepadella* ou *Lecane*, lorsqu'elles sont happées, dans le sac dorsal, sont fréquemment rejetées par le mastax; seules les *Asplanchna* affamées les ingèrent en absence de toute autre nourriture; une

semblable nourriture ne permet d'obtenir de ces *Asplanchna* qu'une ponte très médiocre par rapport à celle obtenue avec les Brachions.

Enfin, les *Asplanchna* n'avalent jamais de détritus (NAUMANN, 1923).

Asplanchna priodonta Gosse

A. priodonta n'a pas pu être élevée : tous les essais faits avec cette espèce ont été voués à l'échec très rapidement. Ni les Algues (Chlorophycées, Chlorococcales ou Volvocales, Eugléniens) ni quelques petites espèces de Rotifères (*K. testudo*, *Rhinoglena frontalis*, *Lepadella patella*) ni de Ciliés (*Colpidium*, *Nassula*) n'ont permis d'obtenir une multiplication normale de ces *Asplanchna*, en dépit de l'ingestion et de la digestion de quelques éléments (*K. testudo*, *Rhinoglena*, *Scenedesmus*) car la quantité de nourriture ingérée reste faible.

Dans une récolte nous avons vu *A. priodonta* se gorger de *Gonyostomum semen*. De rares œufs ont été pondus.

Les contenus stomacaux d'*A. priodonta*, quand il subsiste des éléments reconnaissables, révèlent l'ingestion d'aliments divers : Algues de toute nature, petites espèces animales (Rotifères, *Tintinnopsis*). Les plus fréquentes sont : *Keratella cochlearis* et plusieurs espèces de Péridiniens : *Peridinium palatinum* (en hiver des femelles d'*Asplanchna* avaient l'estomac bourré de cette espèce), *P. bipes*, *P. gatunense* et également, selon VIRIEUX (1916), *P. pusillum*.

Tous les auteurs considèrent qu'*A. priodonta* a une alimentation mixte ce qui est probable mais reste à prouver. De toutes façons la nourriture de cette espèce ne consiste certainement pas en Chlorococcales et Volvocales : ces dernières sont très peu représentées dans les étangs de Sologne où *A. priodonta* existe parfois en abondance.

Une espèce très voisine de cette dernière, *A. henrietta* contient parfois aussi dans son estomac des *Scenedesmus*. La coloration des parois stomacales un peu jaunâtres dénote la présence de résidus de digestion de la chlorophylle. Nous n'avons pas eu plus de succès dans les tentatives d'élevage faites sur cette espèce : seule *Pandorina morum* est quelquefois avalée, partiellement digérée mais une telle nourriture n'a permis aucune ponte d'œufs.

Comme *A. priodonta*, *A. henrietta* peut avaler de petits Rotifères : *K. cochlearis*, *Trichocerca pusilla* (DE BEAUCHAMP, 1961).

Asplanchnopus multiceps (Schrank)

Quelques femelles d'*Asplanchnopus multiceps*, de mœurs benthiques contrairement aux précédentes, n'ont pas pu être conservées

au-delà de la deuxième ou troisième génération : Les femelles isolées de leur biotope ont accepté de consommer des *Epiphanes* (*E. brachionus* et *E. senta*) et des Chydoridés. Chacune a pondu dans les 24 heures quatre à cinq œufs femelles. Les jeunes femelles écloses ont commencé à s'alimenter bien que peu, puis les jeunes comme les parents ont cessé progressivement de s'alimenter et de pondre.

Selon DE BEAUCHAMP (1909) la nourriture de cette espèce consiste en Chydoridés. Il est curieux de noter qu'il n'a pas été possible d'élever cet Asplanchnidé avec *Chydorus sphaericus* et que *A. multiceps* soit une espèce rare alors que les Chydoridés sont très communs.

Gastropodidae

Gastropus hyptopus (Ehr.)

Deux souches cloniques de cette espèce sont alimentées de *Synura sp.* depuis 18 mois; les deux femelles amictiques à l'origine de chaque souche proviennent de deux récoltes faites dans un même étang (étang de la Tour) mais à un mois d'intervalle et en des lieux de prélèvement très éloignés l'un de l'autre. Les deux populations se distinguaient surtout par la différence de taille : les premiers individus récoltés au milieu de la végétation aquatique ont une taille de 290 μ environ, les seconds récoltés près de la rive à proximité de la bonde de l'étang sont plus petits : 160 μ seulement. Ce caractère s'est maintenu en élevage.

Les deux souches se multiplient aussi bien et aussi longtemps à 20° qu'à 10° C. La présence des femelles mictiques y est constante.

Mise en présence de diverses espèces de Flagellés verts (Volvocales, Eugléniens) et de Flagellés bruns (*Synura*, *Cryptomonas*), *G. hyptopus* ne s'est attaquée qu'aux seules colonies de *Synura*. Le Rotifère ingère les cellules de la colonie une par une en les saisissant à l'aide de la pince que forme le mastax puis en les aspirant. Pour maintenir la colonie devant sa bouche, l'animal s'aide des orteils du pied étiré et rabattu ventralement vers l'avant.

Quelques essais d'alimentation de *G. stylifer*, espèce voisine de la précédente, avec des *Synura*, des Périidiens, *Phacus pyrum*, *Gonium sociale* ont échoués.

Ascomorpha ecaudis Perty

Aucun élevage permanent de cette espèce n'a pu être réalisé.

MACK (1952) étudiant le comportement particulier des plastes isolés dans la paroi de l'estomac du Rotifère indique comme nourriture des Flagellés verts ou plus fréquemment bruns (*Crysomonadines*). Nous avons bien vérifié que *Gonium sociale*, *Chlamydomonas sp.*, diverses espèces d'Euglènes, *Trachelomonas hispida*, *Cryptomonas sp.*, *Synura sp.*, peuvent être ingérés par ces Rotifères, mais tous ces Flagellés ne permettent qu'une multiplication temporaire (durée une semaine au plus avec *Trachelomonas hispida* et *Gonium sociale*) ou nulle (avec les Euglènes), les *Ascomorpha* cessant rapidement de se nourrir. A 10° comme à 20°, les résultats sont identiques.

Au cours des jours du jeûne qui s'ensuit, le tube digestif des femelles qui avaient accepté de s'alimenter de Flagellés verts, se décolore fortement quoique pas totalement. Quelques plastes subsistent fréquemment dans l'extrémité des cœcums où ils sont abondants lorsque l'animal est bien nourri. Fait curieux, MACK n'a observé aucun changement dans les plastes de Chrysophycées garnissant les parois stomacales d'*A. ecaudis* mourant d'inanition. Il en déduit que ces plastes ne peuvent être digérées, opinion qui va apparemment à l'encontre de la digestion intracellulaire vue par REMANE (1929a) et DE BEAUCHAMP (1932b). Ce dernier avait d'ailleurs fait avant MACK cette observation assez remarquable que les plastes d'Algues peuvent vivre et même se diviser à l'intérieur de la paroi stomacale !

Chez les *Ascomorpha* (y compris le genre *Chromogaster* qui tend actuellement à être remplacé par le précédent), en l'absence d'anus fonctionnel, les résidus de la digestion des Algues s'accumulent dans des amas dont le nombre et la localisation finale sont spécifiques. Les parois de l'extrémité des cœcums sont abondamment tapissées de plastes; la base des cœcums et la partie centrale impaire de l'estomac sont renflées par la présence de grosses vacuoles où s'effectue la digestion des plastes. Dans la paroi stomacale, outre les grains brunâtres résultants de la digestion de la chlorophylle, existent d'autres inclusions : bactéroïdes dorsaux réfringents provenant de la digestion du vitellus (toujours présents chez le jeune Rotifère), d'autres grains d'excrétion non chlorophyllienne, globules albuminoïdes (DE BEAUCHAMP, *loc. cit.*).

Cette digestion intracellulaire — assez exceptionnelle chez les Rotifères où la digestion est normalement extracellulaire — se retrouve chez des *Gastropus*, voisins des *Ascomorpha*, mais aussi chez d'autres familles : *Itura* (diverses espèces), *Birgea enantia* Haring et Myers, *Dicranophorus caudatus* (Ehr.), *Encentrum* (plusieurs espèces). Les résidus de la digestion sont normalement évacués chez ces espèces par l'anus.

Ce mode de digestion intracellulaire s'accompagne souvent d'une réduction des glandes gastriques et de la ciliation stomacale qui vont jusqu'à disparaître dans quelques cas (REMANE, *loc. cit.*).

Dans leur biotope naturel nous avons vu *A. ecaudis* se gorger de *Gonyostomum semen* dont les tricocestes étaient retrouvés dans l'estomac de l'animal; pendant une semaine la reproduction des Rotifères s'est normalement effectuée mais les Flagellés ayant disparu nous n'avons pu continuer plus longtemps cette observation. REMANE (*loc. cit.*) a obtenu une bonne multiplication d'*Ascomorpha ecaudis* en les alimentant de *Carteria* et les a conservé ainsi pendant trois semaines.

La nourriture d'*Ascomorpha saltans* Bartsch, voisine de la précédente, paraît consister (selon DE BEAUCHAMP, *loc. cit.*) en Chryso-monadales (*Uroglena*) et peut-être aussi de Périдиниens (WESENBERG-LUND, 1930).

Chromogaster ovalis Bergendal

C. ovalis a été aisément mais temporairement élevé en lui fournissant des Périдиниens (*Peridinium bipes*, *Ceratium cornutum*) avec lesquels on le rencontre toujours; l'impossibilité de cultiver des Périдиниens d'eau douce rend irréalisable un élevage continu de *Chromogaster ovalis*. Nous n'insisterons pas sur son éthologie alimentaire qui est bien connue (KOLISKO, 1938b).

Notommataidae

Ayant constaté qu'un certain nombre d'espèces du genre *Notommata* s'élevaient avec facilité, nous avons fait également l'étude de leur éventail alimentaire.

Notommata copeus Ehr.

Deux souches sont élevées depuis trois années avec *Mougeotia*. Douze jeunes femelles amictiques d'une souche, en milieu minéral « B » ont fourni la descendance suivante :

	En 7 jours	Après 3 semaines
avec <i>Mougeotia</i> sp. :	132 ♀ + 94 ♂♀ ;	bon élevage
» <i>Spirogyra</i> sp. :	117 ♀ + 85 ♂♀ ;	bon élevage
» <i>Zygnema</i> sp. :	14 ♀ + 36 ♂♀ ;	élevage médiocre
» <i>Mesotaenium caldariorum</i> :	62 ♀ + 50 ♂♀ ;	assez bon élevage
» <i>Closterium acerosum</i> :	52 ♀ + 42 ♂♀ ;	assez bon élevage
» <i>C. brauni</i> :	25 ♀ + 14 ♂♀ ;	élevage médiocre
» <i>Cosmarium lundellii</i> :	15 ♀ + 15 ♂♀ ;	élevage médiocre
» <i>C. tetraophthalmum</i> :	6 ♀ + 4 ♂♀ ;	élevage nul
» <i>Staurastrum furcigerum</i> :	14 ♀ + 8 ♂♀ ;	élevage nul

Le pompage du contenu d'une cellule de Spirogyre a été observé pour la première fois par TERNETZ (1892, cité par DE BEAUCHAMP, 1909). *N. copeus* montre une nette préférence pour les Zygnemales à filaments fins. Quand les filaments sont très fins (cas de certaines espèces de *Mougeotia*), ils sont aspirés en entier et non sucés; après digestion, leur paroi cellulosique est rejetée dans les fécès. *N. copeus* peut subsister très longtemps quand elle est nourrie de Desmidiées unicellulaires mais elle prolifère nettement moins.

Aucune autre Chlorophycée filamenteuse ou unicellulaire n'est utilisée par ces Notommátides. Très rarement des Volvocales coloniales (*Eudorina elegans*, *Gonium sociale*) sont ingérées mais sans aucun profit pour l'animal, de même que les Chlorococcales unicellulaires : ex. 10 cellules seulement de *Crucigenia apiculata* ont été trouvées intactes dans l'estomac d'une *N. copeus* placée depuis trois jours au contact de ces dernières et en absence de toute autre espèce algale.

Observations quantitatives sur la nutrition de *Notommata copeus* :

Nous avons eu la curiosité de savoir quel pouvait être l'appétit de ce grand Rotifère (sa taille dépasse le millimètre).

N. copeus, pour vider les cellules des Conjuguées dont elle se nourrit, perce les parois des Algues avec les dents des unci puis absorbe le contenu algal en l'aspirant à travers les trous formés. Seules les Desmidiées à membrane mince seront, de ce fait, utilisables. Un *Cosmarium* tel que *C. tetraophthalmum* dont la coque épaisse ne peut être percée que si la cellule est encore jeune et seulement après plusieurs minutes d'effort, constitue une fort mauvaise nourriture contrairement à *C. lundellii* et *Closterium acerosum* qui sont percés en 30'' et 10'' et vidés respectivement en 2' et 30''.

Pour dénombrer la quantité de cellules ainsi vidées par jour et par femelle adulte, nous avons isolé une dizaine de femelles en cellules placées en chambre humide. Plusieurs séries d'expériences ont été faites : avec diverses Zygnemales filamenteuses, *Zygnema sp.*, deux espèces de *Spirogyra* différentes par la grosseur de leurs filaments (largeurs des cellules : 80 μ pour une espèce, 38 μ pour l'autre), et une Desmidiée unicellulaire *Cosmarium lundellii* (minimum 250 cellules à chaque femelle).

Toutes les 24 heures, les cellules vides étaient comptées et remplacées.

Les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau ci-dessous.

Espèces algales	Nombre de cellules vidées par femelle et par 24 heures	Nombre d'oeufs pondus dans le même temps	Temps mis pour percer une cellule	Temps mis pour vider la cellule
<i>Cosmarium lundellii</i>	70 à 120, moyenne 90	1 à 2	30''	2'
<i>Zygnema</i> sp.	250 à 850, moyenne 450	1	1''	5''
<i>Spirogyra</i> sp. (large)	environ 125	1 à 2	30''	5'
<i>Spirogyra</i> sp. (mince)	de 300 à 400	2 à 3	5''	25''

Chez *Notommata copeus*, comme chez toutes les espèces animales planctoniques en général, le nombre d'œufs pondus est fonction de la quantité de nourriture ingérée, c'est-à-dire du renouvellement du contenu intestinal. Si le renouvellement est insuffisant, la ponte va en diminuant. Ceci est apparu nettement avec *Cosmarium lundellii* : les femelles de *N. copeus* dans leur période de fécondité pondent deux œufs par 24 h. quand elles ont vidé au moins 100 cellules environ sinon elles n'en pondent qu'un; exemple de deux femelles suivies pendant quatre jours chacune :

	1 ^{re} femelle				2 ^e femelle			
Nombre de cellules vidées en 24 h.	125	117	82	70	135	116	98	68
Nombre d'œufs pondus en 24 h. . .	2	2	1	1	2	2	2	1

Les Spirogyres à large filament sont très mal utilisées : après un percement plus ou moins aisé, les cellules sont abandonnées au bout de plusieurs minutes sans avoir été complètement vidées. Au moment de la succion, le contenu cellulaire forme un bouchon à l'endroit du trou qui s'oppose au vidage total de la cellule. Les jeunes femelles de *N. copeus* ayant encore plus de difficulté à percer et vider des algues, l'élevage avec ces Spirogyres est fort médiocre.

Egalement médiocre est l'élevage avec *Zygnema* : la ponte va en se raréfiant bien que les *Notommata* continuent à s'alimenter. Les *Zygnema* sont facilement aspirées, souvent en grandes quantités. Leur valeur nutritive est faible à l'inverse de celle des Spirogyres à filament mince et des *Mougeotia* (cf. ci-dessus).

Quelques observations biologiques ont été effectuées au cours des expériences réalisées avec *N. copeus* nourries de *Spirogyra* :

Rapports des quantités d'œufs pondus par chaque sorte de femelle en 24 heures environ :

- 1 femelle amictique pond en moyenne deux œufs femelles.
- 1 femelle mictique non fécondée pond cinq œufs mâles.
- 1 femelle mictique fécondée pond un œuf durable.

Ces chiffres correspondent à la moyenne obtenue pour plus de 30 femelles matures, suivies à une température de 20 à 22 °C environ.

Une vingtaine de jeunes ont éclos en 49 (± 3) h.; la ponte du premier œuf s'est effectuée 54 (± 2) h. après la naissance (température 22 °C).

Notommata pachyura (Gosse)

Plusieurs souches de cette espèce (1) ont été élevées avec des Desmidiées unicellulaires : *Cosmarium lundellii*, *Staurastrum furcigerum*, *Penium margaritaceum* : milieu d'élevage B + S. L'élevage le plus âgé date de 2 ans 1/2. Pas de femelles mictiques.

La descendance de douze jeunes femelles amictiques provenant d'un élevage avec *Staurastrum furcigerum* a été la suivante :

	En 7 jours	En 3 semaines
avec <i>Penium margaritaceum</i> :	143 ♀ + 88 ♂♀ ;	très bon élevage
> <i>Staurastrum furcigerum</i> :	108 ♀ + 68 ♂♀ ;	très bon élevage
> <i>Closterium acerosum</i> :	64 ♀ + 54 ♂♀ ;	bon élevage
> <i>C. brauni</i> :	46 ♀ + 35 ♂♀ ;	élevage passable
> <i>Euastrum verrucosum</i> :	79 ♀ + 34 ♂♀ ;	bon élevage
> <i>Cosmarium lundellii</i> :	46 ♀ + 30 ♂♀ ;	assez bon élevage
> <i>Xanthidium antilopeum</i> :	56 ♀ + 38 ♂♀ ;	bon élevage
> <i>Netrium digitus</i> :	38 ♀ + 3 ♂♀ ;	élevage nul
> <i>Mesotaenium caldariorum</i> :	15 ♀ + 3 ♂♀ ;	élevage nul

L'examen du contenu stomacal d'animaux récoltés dans les stations naturelles ne révèle généralement que la présence d'une bouillie verdâtre; quelques fois celle de petits *Cosmarium* avalés entiers et même celle de petites colonies d'*Eudorina*. Néanmoins mises en présence uniquement d'*Eudorina elegans* cultivée au laboratoire, ces mêmes femelles de *N. pachyura* n'ont fourni qu'une multiplication assez réduite et temporaire.

Dans une récolte effectuée dans une tourbière à *Sphagnum* nous avons observé des *N. pachyura* perçant et vidant partiellement *Eremosphaera viridis*. Au laboratoire d'autres ont ingéré des Philodines dont le mastax était retrouvé dans l'estomac du Notomma-

(1) Les individus que nous avons identifiés comme *N. pachyura* ont une grande ressemblance d'aspect et de taille (environ 450 μ) avec *N. allantois* Wulfert. Cependant leur mastax ne présente pas de différences significatives par rapport à celui de *N. pachyura* décrit par HARRING et MYERS (1922).

tide. DONNER (1954) signale également l'ingestion d'un Nématode par cette même espèce; cependant une alimentation uniquement du type carnivore (*Philodina roseola* par exemple) ne permet pas aux *N. pachyura* de subsister bien longtemps. *N. pachyura* montre une très nette préférence pour les Desmidiées à membrane mince.

Notommata cerberus (Gosse), *N. codonella* Harring et Myers,
N. collaris Ehr.

Ces trois espèces ont été expérimentées avec les mêmes Algues : les résultats fournis par la descendance de 12 femelles amictiques sont groupés dans le tableau ci-dessous. Les trois espèces sont habituellement alimentées de *Closterium acerosum*; le milieu d'élevage est B + S pour *N. codonella* et *N. collaris*, A + T pour *N. cerberus*. Un milieu purement minéral n'est pas toujours bien supporté par ces Rotifères et est, de plus, très généralement défavorable au maintien en bon état des Desmidiées.

	<i>N. cerberus</i>			<i>N. codonella</i>			<i>N. collaris</i>		
	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours	7 jours		21 jours
	nombre de ♀	nombre d'ω ♀		nombre de ♀	nombre d'ω ♀		nombre de ♀	nombre d'ω ♀	
<i>Closterium acerosum</i>	42	37	B	43	42	B	32	26	B
<i>C. brauni</i>	30	22	AB	25	14	P	24	20	B
<i>Penium margaritaceum</i>	37	29	AB	56	51	TB	6	3	N
<i>Netrium digitus</i>	8	4	N	27	14	M	10	0	N
<i>Nesotaenium caldariorum</i>	-	-	-	12	3	N	2	0	N
<i>Haematococcus pluvialis</i>	25	23	P	80	63	TB	0	0	N
<i>Phacus pyrum</i>	117	62	TB	50	49	B	4	0	N
<i>Trachelomonas hispida</i>	32	19	M	47	38	AB	-	-	-
<i>Synura</i> sp.	36	10	M	49	26	P	0	0	N
<i>Philodina roseola</i>	49	20	M	75	56	B	6	0	N
<i>Proales fallaciosa</i>	6	6	N	64	42	AB	-	-	-

L'éventail alimentaire de *N. collaris* limité aux seuls *Closterium* est nettement plus étroit que ceux de *N. cerberus* et *N. codonella*.

Ces deux espèces peuvent se nourrir aux dépens de Desmidiées unicellulaires fusiformes car les *Notommata* attaquent ces Algues de préférence par leur extrémité effilée, percent leurs parois et les vident en aspirant leur contenu (Photographie 7). Les formes subsphériques et filamenteuses qui se prêtent mal à ce mode de succion ne sont pas utilisées.

N. cerberus et *N. codonella* peuvent aussi bien et même quelquefois mieux proliférer en se nourrissant de Flagellés verts, Volvocales ou Eugléniens et aussi se conduire en véritables carni-

vores, caractère bien marqué chez *N. codonella* que nous avons élevé plusieurs mois sur *Philodina roseola*. La succion intervient seule dans ces derniers cas; les Bdelloïdes sont aspirés en entier.

Les observations faites sur l'alimentation des trois espèces de *Notommata* dans leur biotope naturel confirment les résultats obtenus au laboratoire.

Le contenu du tube digestif de *N. collaris* consiste toujours en une bouillie verte et dans leur milieu naturel les Rotifères s'attachent aux *Closterium* avec lesquels ils sont récoltés (*Closterium acutum*, *C. setaceum*, *C. cf. littorale*, etc...).

Le tube digestif de *N. cerberus* apparaît souvent bien vert mais il peut contenir parfois des Diatomées (ayant jusqu'à 75 μ de long). Cependant des femelles mises en présence de *Nitzschia recta* cultivées les ont ingérées mais ne se sont multipliées que fort lentement pour finalement disparaître. WULFERT (1960) observe fréquemment aussi la présence de mastax de Bdelloïdes dans l'estomac de *N. cerberus*.

Dans les exemplaires que nous avons récoltés, les mastax de Bdelloïdes étaient beaucoup plus fréquents dans le tube digestif de *N. codonella*.

Il nous est arrivé de récolter des populations de *N. codonella* à alimentation apparemment totalement carnivore (tube digestif grisâtre avec mastax de Bdelloïdes et quelquefois lorica de *Lecane*), aussi bien que des populations à alimentation nettement algivore (tube digestif rempli d'une bouillie verte avec quelquefois présence de Diatomées, plus rarement de coques de Péridiniens).

La répartition des cinq espèces de *Notommata* étudiées ci-dessus dans les biotopes naturels est en relation avec leur alimentation : toutes habitent les eaux à pH acide, peu minéralisées et peu calciques souvent riches en substances humiques depuis les étangs et mares de forêt jusqu'aux tourbières. Ces eaux sont généralement riches en Zygothécées. *N. copeus* domine quand les *Mougeotia* abondent (tourbière de Grandvaux, mai 1961); *N. collaris* peuple les eaux où dominent les *Closterium* (fossés de forêt et la Bonne Mare au printemps). *N. cerberus* et *N. codonella* sont assez fréquemment récoltées ensemble et quelquefois en compagnie également de *N. pachyura*. *N. codonella*, à alimentation mixte, assure la transition entre les espèces du même genre à alimentation uniquement algale et celles qui ont un régime strictement carnivore.

Notommata aurita O.F. Müller et *Notommata glyphura* Wulfert

Deux souches de *N. aurita* nourries de *Philodina roseola* ont été conservées pendant une année en milieu minéral A. La repro-

duction de *N. aurita* s'est effectuée à la fois par zygogenèse et parthénogenèse tout au long de l'année.

N. glyphura est élevée également avec des Bdelloïdes (*Philodina citrina*) : durée de la souche actuelle un an et demi. Après avoir passé plus d'un an à 20°, la souche a été placée en chambre froide à 10-12°. La reproduction s'y effectue bien mais plus lentement, bien entendu. Milieu d'élevage minéral (A). Reproduction parthénogénétique uniquement.

Dans les deux cas le mode d'ingestion des proies est similaire : une fois saisis (généralement par une extrémité) par la pince que forment les unci, les Bdelloïdes sont aspirés par succion et engloutis intégralement.

Le tube digestif des exemplaires récoltés dans les eaux naturelles est très généralement gris et renferme souvent des mastax de Bdelloïdes.

Le spectre alimentaire de *N. glyphura* a été le mieux étudié : les Algues (Chlorococcales, Desmidiées, Eugléniens) ne sont généralement pas ingérés; dans un seul cas nous avons pu observer la succion d'une Desmidiée : celle de *Closterium brauni*, par les femelles d'une des deux souches qui ont été élevées; les *N. glyphura* ne se sont reproduites que médiocrement et n'ont subsisté que peu de temps avec cette seule nourriture. *N. glyphura* peut consommer tous les Rotifères benthiques vermiformes. Elle vide aussi, par pompage de leur contenu, les œufs d'espèces (*N. copeus*, *Euchlanis dilatata* ou *Epiphanes senta*) qui ont l'habitude de les déposer sur un support (filaments algaux, végétaux aquatiques) le long duquel elles rampent.

Exemple : à 20°, six jeunes femelles isolées en boîte de Pétri ont fourni en sept jours :

- avec *Philodina citrina* une population de 36 ♀ + 43 ♂ ♀
- avec *Proales fallaciosa* une population de 58 ♀ + 68 ♂ ♀
- avec œufs d'*Epiphanes senta* une population de 24 ♀ + 44 ♂ ♀.

N. glyphura ne s'attaque pas aux Ciliés.

Notommata pseudocerberus De Beauchamp

Cette espèce est bien connue pour s'attaquer aux Stentors qu'elle absorbe par succion (DE BEAUCHAMP, 1909).

Nous n'avons conservé les lignées que pendant deux à trois mois, faute d'avoir à notre disposition de culture permanente de Stentors appropriés.

Cet élevage temporaire nous a permis de constater que, non seulement *N. pseudocerberus* se détourne des Ciliés appartenant à

un autre genre que *Stentor* (tels que *Paramecium*, *Colpidium*, *Nasula*, etc...) (1) mais aussi qu'elle ne s'attaque pas indifféremment à toutes les espèces de *Stentor*.

S. niger et *S. polymorphus* (en particulier les *S. polymorphus* de grande taille colorés en vert par d'abondantes zoochlorelles) constituent une très bonne source de nourriture : une femelle adulte, à 20°, vide 4 à 5 *Stentors* noirs et pond 3 à 4 œufs en 24 heures.

Il n'en est pas de même de *S. coeruleus* (de couleur bleu-violet) que *N. pseudocerberus* évite systématiquement : dans un mélange des trois espèces de *Stentor*, *N. pseudocerberus* suce seulement les deux premières citées. Isolées en cellule avec *S. coeruleus* en absence de toute autre nourriture, certaines femelles de *Notommata* ne se sont décidées à s'en nourrir faiblement (le contenu stomacal était légèrement violacé) qu'après un jeûne prolongé de quatre à cinq jours. Cette attaque, non renouvelée, n'a été suivie d'aucune ponte et les *Notommata* sont finalement mortes sans descendance.

Comme pour les *Asplanchna*, nous avons recherché si l'animal était capable de repérer ses proies. Le mode opératoire a été similaire à celui décrit pour les *Asplanchna* : un Rotifère légèrement affamé est isolé en cellule dans 0,2 ml de son milieu naturel avec un nombre déterminé de *Stentor niger*. Le temps mis par la *Notommata* pour contacter le premier *Stentor* est mesuré au chronomètre. L'opération a été répétée une quarantaine de fois avec trois quantités différentes de *Stentors* noirs, soit 25, 50 ou 100 Protozoaires par cellule.

Nous avons obtenu les moyennes arithmétiques suivantes :

avec 25 <i>Stentors</i> ,	<i>N. pseudocerberus</i>	a mis	25'	pour s'attaquer	au premier
— 50 —	—	—	14'	—	—
— 100 —	—	—	6'	—	—

Le temps de « rencontre » d'un *Stentor* par le Notommatide est d'autant plus court que le nombre de *Stentors* est élevé : les rapports de ces temps entre eux sont à peu près inversement proportionnels au rapport des nombres de *Stentors* correspondant. Ceci indique que les chocs *Notommata-Stentor* se font selon les lois du hasard. Comme les *Asplanchna*, les *Notommata* ne repèrent pas leur proie.

A côté des ces espèces du genre *Notommata*, nous avons pu réaliser l'élevage permanent d'autres espèces de Notommatides, appartenant aux genres suivants : *Eosphora*, *Resticula*, *Itura*, *Cephalodella*. Nous y joindrons quelques essais poursuivis sur *Eothinia*, *Enteroplea* et *Scaridium*.

(1) N.B. — Selon DE BEAUCHAMP (1937b), *N. pseudocerberus* s'attaque également à un gros Vorticellien : *Campanella umbellaria* Ehr.

Eosphora najas Ehr.

E. najas est une espèce carnivore dont l'éthologie alimentaire (DE BEAUCHAMP, 1909) et la voracité (WULFERT, 1956 et 1960b) sont bien connues. *E. najas* s'attaque à peu près à tous les Rotifères benthiques dont elle se gave littéralement : Bdelloïdes, *Lecane*, *Lepadella*, *Cephalodella*, principalement aux espèces de la famille des Brachionidae (*Euchlanis*, *Mytilina*) même planctoniques (*Brachionus calyciflorus*). Une lignée d'*E. najas* nourrie de *B. calyciflorus* et *Euchlanis dilatata* a été conservée pendant 2 années (POURRIOT, 1960).

E. najas peut aussi s'attaquer à de petits Crustacés, en particulier aux nauplii de Copépodes.

E. najas habite essentiellement, du printemps à l'automne, les petites mares pourvues de végétation supérieure abritant une faune de Rotifères benthiques où elle puise sa nourriture.

Resticula melandocus (Gosse)

Dans l'estomac de cette espèce nous avons fréquemment trouvé, de même que MYERS (1941) et ALTHAUS (1957), des mastax de Bdelloïdes. Une souche de *R. melandocus* a été alimentée pendant un an de *Philodina roseola* en milieu minéral « A ».

La présence de mastax de Bdelloïdes dans le tube digestif d'une espèce voisine *R. lestes* (WULFERT, 1935) laisse présager une nourriture analogue à la précédente.

Un essai d'alimentation d'*Eothinia elongata* (Ehr.) avec des Philodines a conduit très rapidement à la prolifération de la femelle isolée en cellule mais dut être interrompu. Vu le très bon « démarrage » de la souche il semble probable que cette espèce puisse être élevée selon les techniques habituelles applicables à ces carnivores.

Ces espèces d'*Eosphora* et *Resticula* ont un mastax de type mixte essentiellement préhenseur (la fonction d'aspiration est plus ou moins réduite), qui les rend très aptes à l'attaque de proies vivantes.

Néanmoins une espèce voisine, *R. gelida*, ayant un mastax de ce type qui avait induit HARRING et MYERS (1922) à penser à une adaptation pour la capture de proies, comme dans les cas précédents, s'est révélée totalement phytophage.

Resticula gelida Harring et Myers.

R. gelida se nourrit essentiellement de Flagellés verts : Volvocales et Eugléniens. Une souche est conservée en chambre froide à 7° — l'espèce est sténotherme stricte — depuis deux années, en

milieu B + S en l'alimentant avec *Haematococcus pluvialis*. *Resti-
cula gelida* peut ingérer et digérer toute sorte de Flagellés : *Eudo-
rina*, *Gonium*, *Chlamydomonas*, *Cryptomonas* et *Synura* mais ceux-
ci sont fort peu favorables à sa reproduction (ponte très faible);
les meilleurs résultats ont été obtenus avec *Haematococcus* et *Trachelomonas*.

Six jeunes femelles amictiques ont fourni en 14 jours à 7° :

avec *Trachelomonas hispida* : 97 ♀ + 45 ♂♀ + quelques ♂♂
» *Haematococcus pluvialis* : 48 ♀ + 25 ♂♀ + quelques ♂♂
» *Phacus pyrum* : 20 ♀ + 16 ♂♀ + 2 ♂♂ et assez nombr. ♂♂
» Autres Flagellés (*Eudori-
na*, *Synura*) : 12 ♀ + 5 ♂♀

L'espèce a été récoltée soit dans de petites mares « humiques »
(fossés de forêt) soit au milieu de la végétation peuplant les zones
peu profondes d'étangs et toujours en compagnie de Flagellés verts
et bruns. (La Tour, tête, février 1962).

Le contenu stomacal généralement vert révèle parfois la pré-
sence de Diatomées. Un essai d'alimentation avec *Nitzschia recta*
n'a cependant donné aucun résultat positif : faible ingestion de
Nitzschia non suivie de ponte.

Itura myersi Wulfert

Une souche de *I. myersi* a été nourrie de *Phacus pyrum* pen-
dant une année. La densité de peuplement d'une boîte de Pétri était
parfois considérable. Milieu d'élevage A + T.

Ni les Volvocales, ni les Chlorococcales n'ont été ingérées par
I. myersi. L'observation de WULFERT (1935) trouvant dans l'estomac
différents *Scenedesmus* est probablement fortuite, de même que
celle de DE BEAUCHAMP (1937b) qui y a vu une jeune colonie de
Pediastrum continuer à vivre.

L'alimentation naturelle d'*I. myersi* semble bien consister seu-
lement d'Eugléniens : DONNER (1954) observe un *Trachelomonas*
dans l'estomac d'un individu. Nous y avons souvent relevé la pré-
sence d'Eugléniens (*Euglena*, *Phacus*) dont les pyrénoides sont par-
fois les seuls éléments encore reconnaissables. *I. myersi* peut ingérer
des Euglènes de très grande taille : une *E. oxyuris* de plus de 100 µ
a été trouvée entière dans l'estomac d'une femelle; pour y tenir,
l'Euglène était arquée à ses deux extrémités. La digestion est intra-
cellulaire et se déroule de façon analogue à celle d'*Ascomorpha
ecaudis*. Chez une femelle bien nourrie, la paroi stomacale et celle
des culs de sac antérieurs et postérieurs sont tapissées de chloro-
plastes de *Phacus*. Chez une femelle âgée nous avons vu opérer la
digestion de presque tous les chloroplastes. Les vacuoles digestives

devenues énormes ne renferment plus que des grains bruns, résidus de digestion de la chlorophylle (DE BEAUCHAMP, 1932b).

Les femelles bien nourries ont le tube digestif très vert; inaniées, elles se décolorent; de rares chloroplastes (un ou deux) subsistent cependant dans les culs de sac digestifs. Chez ces individus isolés sans nourriture, la disparition des chloroplastes des cellules stomacales indique qu'ils sont, pour la plupart au moins, finalement digérés.

Cephalodella gibba (Ehr.)

C. gibba s'attaque à toutes sortes de petites espèces de Rotifères : *Ascomorpha ecaudis*, *Keratella testudo*, *Lepadella patella*. Une souche a été élevée avec facilité pendant 18 mois sur *Lepadella*. *C. gibba* n'a accepté une nourriture algale que temporairement : nous avons obtenu une bonne multiplication avec *Phacus pyrum* mais seulement durant un mois, à l'issue duquel cet élevage a péri-clité.

WULFERT (1937) considère *C. gibba* comme omnivore (Algues vertes, Diatomées et Rotifères). MYERS (1941) observe chez *C. gibba* une ingestion de *Trichocerca cavia*, *Cephalodella gracilis* et de microplancton.

C. gibba semble bien utiliser une nourriture mixte mais se montre de préférence carnivore.

Cephalodella auriculata (O.F. Müller)

C. auriculata se nourrit selon MYERS (1941) de détritits (particulate matter). Nous élevons cette espèce depuis plus d'un an en l'alimentant de petits Flagellés : *Cryptomonas* sp. ou *Haematococcus pluvialis*. Seules les cellules de taille petite et moyenne d'*Haematococcus* sont ingérées. La multiplication des animaux sur *Cryptomonas* est extrêmement rapide.

Sans nier la possibilité d'utilisation des détritits, nos observations sur cette espèce dans son milieu naturel confirment celles de nos élevages : la nourriture de *C. auriculata* consiste essentiellement en Algues flagellées.

Quelques observations et essais analogues font penser qu'il en est de même pour *C. catellina*.

Pour en terminer avec la famille des Notommatidae, nous ferons état de deux tentatives d'élevages poursuivies jusqu'à présent sans grand succès.

La première concerne *Enteroplea lacustris* (Ehr.) très probablement carnivore. Nous ne l'avons jamais vu ingérer d'Algues. Nous avons obtenu une ponte d'une dizaine d'œufs (les œufs des

femelles amictiques de dimensions = $160 \times 130 \mu$ ont une paroi couverte de petites épines) en les nourrissant de *Rhinoglena* ou de *Filinia*; cependant les jeunes éclos s'alimentent faiblement et ne pondent pas. Quelques autres essais avec des Bdelloïdes, *Proales*, *Brachionus*, *Polyarthra* n'ont eu aucun succès.

La seconde s'adresse à *Scaridium longicaudum* O.F. Müller dont nous avons maintenu un élevage « clonique » avec *Haematococcus pluvialis* pendant deux mois au terme desquels l'espèce a périclité. D'autres tentatives avec nos Flagellés habituels et diverses Zygothécées se sont avérées négatives.

Dicranophoridae

Plusieurs élevages d'espèces du genre *Dicranophorus* ont été réalisés en les alimentant de Rotifères benthiques vermiformes, Bdelloïdes ou *Proales fallaciosa*, qui sont une excellente source de nourriture pour les *Dicranophorus* de grande taille.

La prolifération sur les *Proales* en particulier est telle qu'il est préférable de laisser les élevages en chambre froide à 10-12°.

De cette façon ont été élevés :

— *Dicranophorus grandis* (Ehr.) : récolté dans un petit étang calcique et élevé pendant 18 mois. Milieu d'élevage « A ».

— *D. forcipatus* (O.F. Müller) : récolté dans un biotope identique au précédent; élevé depuis un an en milieu « A ». Sa nourriture consiste en Bdelloïdes, *Cephalodella*, *Trichocerca* selon MYERS (1941). DE BEAUCHAMP (1938) a constaté que ces carnivores pouvaient utiliser des *Lecane* et *Lepadella*. Les élevages obtenus sur ces dernières sont moins bons et moins durables que sur Bdelloïdes ou *Proales*.

— *D. prionacis* Haring et Myers : récolté dans une tourbière à *Sphagnum* où il s'attaquait à *Notommata pachyura* : élevé pendant plus de deux années en milieu B + S.

Le mastax de ces espèces, de type préhenseur, pouvant saillir au dehors de la bouche par protraction les prédispose nettement à une alimentation carnassière. D'autres grandes espèces telles que *D. robustus* devraient pouvoir s'élever d'une façon analogue.

Lindiidae

Lindia torulosa Dujardin

Cette espèce a une alimentation assez spéciale consistant en Cyanophycées filamenteuses à l'exclusion de toute autre Algue fila-

menteuse tels que *Mougeotia*, *Hormidium*, etc., qu'elle n'ingère pas.

La structure de son mastax et un renforcement annelé de l'oesophage sont adaptés en vue de l'ingestion de portions de filaments ou d'hormogonies : à l'aide de son mastax, ce Rotifère s'empare d'un filament, le pousse jusqu'au fond de l'estomac et le coupe s'il est trop long (WULFERT, 1939).

L'algothèque du laboratoire étant riche en cultures cloniques de Cyanophycées, nous avons étudié le spectre alimentaire de deux lignées de *Lindia torulosa*.

Souche I : milieu d'élevage minéral « A ». Les femelles sont de petite taille (longueur 400 μ). La reproduction se fait uniquement par parthénogenèse.

Souche II : milieu d'élevage A + T. Elle ne persiste pas en milieu minéral. Les femelles sont plus grandes que les précédentes (longueur 600 μ environ). La reproduction s'effectue par parthénogenèse et zygogenèse. Le pourcentage de femelles mictiques est assez élevé. Pour cette raison, la multiplication de la souche II n'a été appréciée que globalement.

Dans leur biotope naturel, les *Lindia torulosa* de la souche I proliféraient aux dépens d'une Oscillaire : *Oscillatoria limosa*, qui ne se cultive pas.

Les résultats des expériences sont résumés dans le tableau ci-dessous. Chaque expérience a été conduite avec 12 femelles au départ.

Espèces algales	Souche I		Souche II
	Nombre de femelles après 7 jours	Etat de l'élevage après 21 jours	Etat de l'élevage après 21 jours
<i>Phormidium autumnale</i>	478	Très bon	Bon
<i>P. retzi</i>	17	Nul	-
<i>P. uncinatum</i>	296	Bon	Bon
<i>Oscillatoria acutissima</i>	0	Nul	Nul
<i>O. formosa</i>	143	Bon	Médiocre
<i>O. ornata</i>	0	Nul	Nul
<i>O. tenuis</i>	10	Nul	-
<i>Lindbia aeruginosa</i>	457	Très bon	Moyen
<i>Anabaena lutea</i>	318	Bon	Bon
<i>A. torulosa</i>	58	Assez bon	Nul
<i>A. variabilis</i>	29	Médiocre	Nul
<i>Cylindrospermum alatosporum</i>	0	Nul	Nul
<i>Nastigocladus anabaenoida</i>	24	Médiocre	Nul
<i>Nostoc pruniforme</i>	4	Nul	Nul
<i>Synechocystis minima</i>	0	Nul	Nul

Même dans les cas où les Cyanophycées filamenteuses sont le moins bien utilisées, une faible ingestion de trichomes peut s'observer au début des expériences. Ceci tient au fait que les Algues passent par des stades de division pendant lesquels elles peuvent se montrer plus facilement ingérables et digestibles.

Le tableau montre que toutes les Cyanophycées n'ont pas une valeur alimentaire égale : les Cyanophycées unicellulaires (*Synechocystis*) ne sont pas ingérées; que cette valeur varie selon les espèces pour un même genre; que ce sont les mêmes espèces qui sont les mieux utilisées par les deux souches (*Phormidium autumnale*, *P. uncinatum*, *Anabaena lutea*), mais que la souche II a un éventail alimentaire plus étroit que la souche I qui accepte de proliférer quoique moins bien sur *Mastigocladus*, *Anabaena variabilis* et *A. torulosa*.

L e c a n i d a e

Proales daphnicola (Thompson)

C'est une espèce assez commune, moins cependant que *Brachionus rubens* qui vit comme elle en épizoaire sur la carapace des Daphnies (*D. magna*, *D. pulex*). Contrairement à *B. rubens* qui s'élève très bien en absence de toute Daphnie, nous n'avons pu obtenir d'élevage de *P. daphnicola*.

Dans le tube digestif des *Proales* se trouvent souvent des petits Eugléniens (dimensions $11 \times 22 \mu$ environ), également abondants dans le biotope, soit libres soit fixés par le flagelle sur la carapace des Daphnies. Nous avons déterminé cet Euglénien d'après GOJDIČS (1953) comme *Euglena cyclopicola*.

Quelques *P. daphnicola* ont été isolés, avec les Daphnies leur servant de support, dans un petit cristalliseur. Le milieu a été enrichi avec une population dense d'*E. cyclopicola* récoltée dans une autre station. Les Daphnies se sont couvertes d'Eugléniens et 24 heures plus tard, les *Proales* en avaient l'estomac rempli. De cette façon, nous avons pu conserver les *Proales* pendant plus de 15 jours.

Il semble que *Proales daphnicola* se nourrisse de ces petits Eugléniens fixés sur la carapace des Cladocères qu'il « nettoie » ainsi par la même occasion. Il est possible toutefois que *P. daphnicola* puisse aussi utiliser comme nourriture les détritiques constitués par les fèces des Cladocères mais ceci reste à démontrer. Selon WULFERT (1959), *P. daphnicola* se nourrirait aussi des Vorticelles couvrant la carapace des Daphnies.

Proales fallaciosa Wulfert

P. fallaciosa (de même que *P. decipiens* espèce très proche) est un Rotifère omnivore, extrêmement prolifique. Il se comporte aussi bien en microphage (détritux, Bactéries, Algues) qu'en nécrophage. Dans la nature, il est fréquent de le rencontrer en train de vider les cadavres de petits Crustacés (Daphnies), ne laissant subsister que la carapace (WULFERT, 1939).

Il peut s'élever en milieu organique (lait malté, bouillon de blé, etc.) utilisant le « tout-venant » bactérien poussant sur ces milieux, ou sur milieu minéral enrichi en Algues (*Chlorella pyrenoidosa* par exemple). Le mastax est de type faiblement virgé, la couronne ciliaire réduite : l'éthologie alimentaire est de type préhenseur et non filtreur. Aussi, lorsqu'ils sont alimentés de Chlorelles, les *Proales* absorbent mieux les agglomérats de cellules — une centrifugation ou une culture non bactériologiquement pure en produisent toujours — que les cellules en suspension, contrairement à toutes les autres espèces nourries de Chlorelles.

Tetrasiphon hydrocora Ehr.

Quoique appartenant à la même famille *T. hydrocora* a une éthologie alimentaire différente. Son mastax de type spécial favorise l'élargissement de l'ouverture buccale et permet la préhension et l'ingestion de grandes Desmidiées qui constituent son habituel régime. HARRING et MYERS (1922) ont observé à l'intérieur de l'estomac d'un individu le très grand *Micrasterias torreyi*. BATUT (*loc. cit.*) y a reconnu des *Cosmarium* et *Staurastrum*. Nous y avons relevé la présence de plusieurs espèces des genres *Cosmarium* et *Staurastrum*, *Xanthidium antilopeum*, *Pleurotaenium ehrenbergi* v. *elongatum* (présence fréquente de ce dernier dans les individus examinés), et plus rarement *Micrasterias rotata*, *Pinnularia viridis* et *Eudorina elegans*.

Au laboratoire, nous n'avons pu conserver une souche de cette espèce que pendant neuf mois en l'alimentant de *Cosmarium lundellii*. Après une adaptation temporaire en milieu minéral (B) nous avons dû avoir recours à l'eau même de la tourbière pour maintenir la souche. Néanmoins après une période de multiplication avec présence des femelles mictiques, suivie d'une période de reproduction uniquement parthénogénétique, la ponte s'est raréfiée progressivement jusqu'à la disparition complète (avril à décembre 1961).

Le pH et la qualité du milieu ne sont probablement pas en cause, puisque le milieu consistait dans l'eau même du biotope

naturel. L'espèce, maintenue à 20°, ne supporte peut-être pas une température élevée très longtemps — nous l'avons récoltée à 12°. Malheureusement aucun essai n'a été fait à température froide.

Au cours des essais expérimentaux *T. hydrocora* a consommé diverses Desmidiées : *Cosmarium connatum*, *Xanthidium antilopeum*, *Euastrum verrucosum* étaient les plus favorables. *Netrium digitus* et les *Closterium* n'étaient pas ingérés. *Eudorina elegans* est bien avalée mais non digérée et rejetée intacte.

Pendant ces expériences nous avons recueilli quelques données fragmentaires sur la biologie de *T. hydrocora*, élevée dans les conditions suivantes : température 20°, milieu : eau naturelle bouillie et filtrée, nourriture : *Cosmarium lundellii*.

— femelles amictiques : durée de vie : 12 jours, divisée en trois périodes : période d'immaturation assez longue (4 jours environ), suivie d'une période de fécondité (6 à 7 jours) puis d'une courte période de sénescence. Ponte de 15 à 17 œufs par femelle (à raison de deux à trois œufs par 24 heures).

— femelles mictiques : après une ponte d'une vingtaine d'œufs mâles, une femelle mictique a été fécondée; la ponte du premier œuf de durée est intervenue 48 heures plus tard. D'autres femelles mictiques pondueuses d'œufs durables dès leur isolement ont fourni dix à douze œufs de durée à raison d'un œuf par 24 heures environ. La durée de vie des femelles mictiques paraît un peu plus longue que celle des femelles amictiques.

La fécondation est hypodermique.

Trichocercidae

Trichocerca rattus (O.F. Müller)

Deux souches de cette espèce sont alimentées depuis plus de deux années avec une Chlorophycée filamenteuse de l'ordre des Ulothricales : *Stigeoclonium tenue*. La première souche correspond à l'espèce type (longueur du corps 130 μ , du grand orteil 160 μ environ) — milieu d'élevage A + T —; la seconde, à sa variété *carinatus* possédant ainsi que son nom l'indique une carène dorsale et une taille légèrement plus grande (longueur du corps : 170 μ , du grand orteil 185 μ) — milieu d'élevage minéral « A ».

Quelques autres filamenteuses, Chlorophycées et Xanthophycées (*Hormidium*, *Microspora*, *Mougeotia*, *Bumilleria*) n'ont fourni que des résultats négatifs.

Trichocerca longiseta (Schrank)

Comme l'espèce précédente, celle-ci vide les cellules d'Algues filamenteuses. Dans son biotope naturel nous l'avons vue s'attaquer à des *Mougeotia* et *Spirogyra*.

Une assez bonne multiplication a été obtenue en fournissant comme aliment à une femelle de *T. longiseta* une petite *Spirogyra* à filaments fins, mais cet élevage n'a pu être conservé que deux mois : milieu d'élevage, A + T.

Mises en présence de *Geminella*, *Hormidium*, *Microspora*, *Stigeoclonium*, *Bumilleria*, *Tribonema* les *Trichocerca* s'en nourrissent faiblement et ne tardent pas à périr.

Trichocerca harveyensis Myers

Assez communs en mai 1961 dans une tourbière à *Sphagnum* de Sologne, ces Rotifères s'alimentaient d'une Desmidiace filamenteuse abondante dans le biotope : *Hyalotheca mucosa*. Cette Algue n'est pas cultivée au laboratoire, aussi avons-nous conservé les *Trichocerca* un peu plus d'un mois, tant qu'il a été possible de leur fournir des *Hyalotheca* naturelles. La population s'est bien développée avec production de mâles et d'œufs de durée.

L'éthologie alimentaire est identique à celle des deux espèces précédentes : la forte dent des unci perce la paroi cellulosique de la cellule algale dont le contenu est avalé par succion.

Toutes ces espèces de *Trichocerca* qui se nourrissent d'Algues filamenteuses sont des espèces benthiques, récoltées généralement au sein de la végétation aquatique.

FLOSCULARIACEA

Les espèces pélagiques de cet ordre comptent parmi les formes les plus difficiles à élever. Les espèces fixées sur lesquelles nous ne possédons que des observations clairsemées ne seront pas envisagées ici.

Testudinellidae

Filinia passa O.F. Müller

F. passa est la seule espèce de l'ordre des Flosculariacea qui ait pu jusqu'à présent être élevée de façon permanente (DE BEAU-

CHAMP, 1938). Nous en possédons une souche depuis plus de deux années.

Un milieu d'élevage minéral ne permet pas de conserver la souche plus d'un mois. Il est nécessaire d'y introduire des éléments d'origine organique : extrait de terre, extrait de levure à 1p. 100 (cf. par. VI, chap. IV). Le milieu d'élevage habituel est A + T et la nourriture consiste en petites *Chlorelles* spécifiquement indéterminées (taille 2 à 3 μ). *Chlorella pyrenoidosa* un peu plus grande (5 à 7 μ) est également bien utilisée.

Filinia passa est un microphage typique : toutes les espèces algales — autres que les *Chlorelles* — qui ont été expérimentées (*Phacus pyrum*, *Cryptomonas curvata*, *Haematococcus pluvialis*, *Chlamydomonas* sp.) ne sont pas ingérées par *F. passa*.

Des Bactéries sont présentes dans ces élevages. Isolées sur milieu solide de Sabouraud, ces Bactéries sont de deux sortes : bacilles longs et minces (3,4 \times 0,9 μ) gram + et bacilles courts et trapus (1,7 \times 1,2 μ) gram +. Fournis comme nourriture — à l'exclusion de tout autre élément nutritif — à des *F. passa* inoculés en milieu neuf après un lavage soigneux, ces bacilles sont incapables d'assurer à eux seuls la subsistance des Rotifères au-delà de trois à quatre semaines.

Quelques essais effectués avec une souche bactérienne axénique, *Aerobacter aerogenes*, constituant une bonne source de nourriture pour bon nombre de Ciliés bactériophages, n'ont pas été couronnés de beaucoup plus de succès.

Le tableau ci-dessous donne une idée de la fécondité relative de 15 femelles amictiques en sept jours avec différentes nourritures et dans deux milieux, à 20 - 22° C.

Milieu	Nourriture	Nombre de descendants	Pourcentage de ♀ ♂
A	<i>Aerobacter aerogenes</i>	81	33 à 40 %
A	<i>Aerobacter</i> + <i>Chlorelles</i>	231	18 à 60 %
A	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	190	13 à 21 %
A + T	Bactéries	44	0
A + T	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	490	31 à 45 %

Pedalia mira (Hudson)

WHITNEY (1916b) dans ses élevages en masse fournit des Flagellés verts (*Chlamydomonas*) comme nourriture à *Pedalia mira*. Cependant toutes les tentatives d'élevage de cette espèce avec des Flagellés verts (Volvocales ou Eugléniens) ou bruns (*Cryptomonas*)

aussi bien qu'avec des Chlorococcales ou des Cyanophycées unicellulaires, ont échoué : dans tous les cas, les *Pedalia* n'ingéraient que fort peu ou pas de cellules algales.

L'utilisation de souche bactérienne (*Aerobacter aerogenes*) ou d'un « tout venant » bactérien poussant sur bouillon de blé ensencé par quelques gouttes du milieu naturel des *Pedalia*, n'a pas été plus heureuse.

Les populations les plus abondantes de *Pedalia mira* ont été récoltées en été dans un petit étang couvert de *Lemna minor*. Sous la couche de lentilles d'eau, le nannoplancton chlorophyllien était très rare, les détritits fins au contraire très abondants. En plus de ce tripton, les dégradations au niveau de la vase libéraient des composés organiques (cf. p. 36).

Dans toutes les stations, le contenu stomacal des *Pedalia mira* ne renfermait que peu ou pas d'éléments chlorophylliens.

Placée dans une solution de carmin en suspension, *P. mira* ingère très rapidement les particules carminées. Toutes ces observations font penser que *P. mira* se nourrit essentiellement pour ne pas dire uniquement de fins détritits d'origine végétale.

Conochilidae

Conochiloides natans (Seligo)

Quelques essais d'élevage de *C. natans* ont été tentés en chambre réfrigérée (température 7-8° C) sans succès. Les Flagellés tels que *Cryptomonas* sp., *Chilomonas paramecium*, *Chlamydomonas* sp., *Phacus pyrum*, *Trachelomonas hispida* ne sont que peu ou pas ingérés et ne permettent dans les meilleures conditions qu'un très faible début de multiplication de *C. natans*.

Le contenu du tube digestif recélait parfois quelques Diatomées qui ont été rejetées presque intactes. La coloration brun-jaune de l'estomac des femelles amictiques portant deux ou trois œufs fait songer à l'utilisation possible de Chrysophycées. En hiver 1963, le phytoplancton accompagnait la population de *Conochiloides natans* était composé pour une grande part de grandes Diatomées (*Synedra*) inavalables par les Rotifères et de *Mallomonas*. En février 1964, *Mallomonas caudata* constituait l'essentiel du phytoplancton. L'estomac des quelques femelles de *Conochiloides natans* révélait une ingestion de ces Chrysophycées.

Les *Mallomonas* sont donc susceptibles de constituer pour ce Rotifère un élément nutritif valable, mais, étant donné leur fragilité, nous n'avons pu contrôler ceci au laboratoire.

Conochiloides dossuarius (Hudson)

Dans le tube digestif des individus récoltés en abondance à la Ferme Nationale en juillet 1956, nous avons trouvé une grande quantité de coques vides et quelques exemplaires encore reconnaissables de *Trachelomonas* (probablement *T. volvocina*).

Conochilus hippocrepis (Schrank) et *C. unicornis* (Rousselet)

Aucune tentative d'élevage de ces espèces selon nos techniques habituelles n'a réussi; les petits Flagellés (*Chlamydomonas*, *Chlorogonium*, *Phacus*, *Cryptomonas*, *Ochromonas*, *Polytoma*) ne sont pas avalés. Seules ont été ingérées en abondance des Chlorelles de petite taille (2 à 3 μ), mais sans profit pour les *Conochilus*, les Chlorelles étant rejetées sans être digérées. De ces essais il ressort que seuls les éléments figurés de très petite taille (< 10 μ) peuvent être ingérés et qu'aucune Algue même celles du nannoplancton n'est apparemment utilisée par les *Conochilus*.

La coloration jaune et la présence de quelques amas brunâtres du tube digestif n'ont d'ailleurs pas l'aspect des résidus de la digestion d'organismes chlorophylliens mais sont dus, comme l'a montré NAUMANN par des méthodes cytochimiques, à la présence de fer provenant de fins détritiques d'origine humique très probablement utilisés comme nourriture par les *Conochilus*.

Les Bactéries isolées du biotope naturel des *Conochilus* et ayant poussé sur milieu Sabouraud ne constituent pas non plus une source de nourriture pour les Rotifères. Il faut néanmoins tenir compte du fait que toutes les formes bactériennes ne poussent pas sur ce milieu.

Il est possible aussi que les *Conochilus* utilisent des Bactéries ferrugineuses et des substances organiques en suspension colloïdale.

L'ensemble des observations des différents auteurs (NAUMANN, *loc. cit.*; KOLISKO, 1939; GOSSLER, 1950, etc.) conduisent à la conclusion que les *Conochilus* se nourrissent des produits de décomposition d'organismes végétaux, sans préjuger du niveau de dégradation à partir duquel ces substances sont assimilables par les Rotifères, et peut-être aussi des quelques Bactéries qui leur sont liées.

Cette hypothèse s'accorde bien avec un développement parfois massif de *Conochilus* à l'automne dans des étangs de forêt riches en végétation aquatique et en particulier dans les collections d'eau dont le fond est tapissé de mousses aquatiques (*Fontinalis antipyretica* à l'étang de Coupe-Gorge). KAJ BERG (1956) signale l'existence d'abondantes populations de *Conochilus* dans un biotope de ce type au Danemark (lac Gribbsø).

COLLOTHECACEA

Collothecidae

Collothea ornata (Ehr.)

Tous les Collothécides sont adaptés à la capture de proies par la conformation de la couronne ciliaire et du mastax en un appareil-piège, caractéristique du groupe. Dans ce piège viennent se prendre essentiellement des Protistes, Flagellés colorés ou incolores, petits Ciliés.

BERZINS (1952) mentionne, chez certaines espèces de *Collothea* au moins, un processus de capture assez surprenant. Selon cet auteur, un mouvement d'ondulations des cils canalise et propulse dans le milieu extérieur un liquide vomé par le Rotifère. Les Flagellés venant au contact de ce liquide seraient attirés vers la bouche du Rotifère par un chimiotactisme positif.

Nos observations et expérimentations concernent pour la plus grande part l'espèce ubiquiste généralement fixée *Collothea ornata*. Nous nous en tiendrons à cette espèce dans ce travail.

Une souche clonique de *C. ornata* est alimentée depuis un an de *Cryptomonas* sp.: milieu d'élevage A + T. La multiplication s'effectue uniquement par parthénogenèse. La taille maximum atteinte par les individus adultes est de l'ordre de 600 μ .

Quelques Flagellés verts ont été essayés : *Haematococcus pluvialis* permet la conservation de la souche mais à un rythme de multiplication plus lent par rapport aux *Cryptomonas*; *Phacus pyrum* et *Trachelomonas hispida* sont bien avalés comme les précédents mais les Rotifères ne fournissent avec ces Algues qu'une ponte faible allant en diminuant. Mises en présence de petits Ciliés (*Colpidium*) les *Collothea* ne les ont que rarement ingérés et ont cessé de pondre.

Une seconde souche d'une variété (v. *cornuta*) de taille identique à la précédente a été conservée pendant trois mois en l'alimentant de *Rhodomonas* sp. Les Cryptomonadales constituent donc une nourriture généralement valable pour *C. ornata*.

Dans une petite mare de forêt nous avons récolté une population abondante d'individus libres et de grande taille (jusqu'à 1 200 μ) de la même espèce. Leur seule nourriture consistait en *Peridinium bipes* dont elles se gorgeaient. Nous avons dénombré jusqu'à 4 et 5

Peridinium bipes entiers (et ce sont de grandes formes !), dans l'estomac, plus des débris de coques brisées. La reproduction se faisait très activement par voie parthénogénétique et par voie zygotique avec formation d'œufs dormants.

Il est évident qu'il existe une relation entre la dimension des animaux et la taille des particules figurées dont ils se nourrissent : la petite race actuellement élevée sur *Cryptomonas* est à priori incapable de s'emparer et d'avalier *Peridinium bipes* comme l'a fait la grande race de taille approximativement double.

BDELLOÏDEA

Philodinidae

Philodina citrina Ehr. et *P. roseola* Ehr.

Ces deux espèces se reproduisent facilement en milieu minéral A avec une alimentation algale de *Chlorella pyrenoidosa*. Elles peuvent atteindre des densités énormes dans les boîtes de Pétri où elles sont élevées.

Une alimentation uniquement bactérienne (*Aerobacter aerogenes* ou « tout venant » bactérien poussant sur décoction de blé) convient également bien à *P. roseola* mais non à *P. citrina* que nous n'avons pu élever dans ces conditions.

Rotaria rotatoria (Pallas)

C'est une nourriture bactérienne qui semble le mieux convenir à cette espèce : seule la première souche isolée (POURRIOT, 1958) a pu être élevée un an sur *Chlorella pyrenoidosa*. Les essais ultérieurs avec ces mêmes Chlorelles ont été infructueux au-delà de deux à trois mois.

En dehors de ces trois espèces et de *R. tardigrada* (Ehr.) qui acceptent au moins temporairement une nourriture microalgale, les autres espèces de Bdelloïdes montrent une préférence pour une alimentation bactérienne si l'on en juge d'après les élevages réalisés par d'autres auteurs (PRAY, 1959; DOUGHERTY *et al.*, 1959) et les insuccès (avec *P. megalotrocha* Ehr., *R. macrura* (Ehr.), *R. neptunia* (Ehr.), *R. neptunoida* Haring) que nous avons enregistrés avec les Chlorelles et les autres Algues habituellement employées.

II. ROLE TROPHIQUE

DES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS DU SESTON

A) RÔLE TROPHIQUE DES ALGUES

Il n'est pas possible, à la suite de cette étude du spectre alimentaire des espèces rotifériennes les plus communes, de nier que les Algues constituent une bonne source de nourriture pour de nombreux Rotifères.

La spécificité alimentaire de certaines espèces benthiques, telles que les Notommatides, semble suffisamment indiscutable pour que nous n'y revenions pas. Aussi examinerons-nous maintenant uniquement les relations trophiques entre Rotifères planctoniques et phytoplancton.

En premier lieu intervient une question de taille des éléments nutritifs : le microplancton qui correspond aux organismes phytoplanctoniques de grande taille (Diatomées du genre *Synedra*, Cyanophycées, grandes Volvocales, Périдиниens tels que *Ceratium hirundinella*, etc.) ne joue qu'un rôle direct très faible dans l'alimentation des Rotifères et du zooplancton en général. Son rôle est universellement reconnu comme réduit dans l'alimentation des Entomostracés.

Il s'ensuit que, du point de vue trophique, les variations du zooplancton ne peuvent montrer de parallélisme qu'avec les variations du phytonannoplancton dont dépendent les espèces animales essentiellement phytophages.

Dans les collections d'eaux naturelles, les pulsations des planctons à Rotifères suivent fréquemment les pulsations des Algues du nannoplancton et souvent plus nettement que ne le font les planctons d'Entomostracés : de telles relations ont été enregistrées par DIEFFENBACH et SACHSE (1912), PENNAK (1946) au Gaynor lake dans le Colorado, SLÁDEČEK (1958) dans un étang à poissons près de Prague. HASLER et JONES (1949) observent une régression du zooplancton rotiférien corrélative à une décroissance du phytonannoplancton due elle-même à l'action antagoniste de plantes supérieures aquatiques dans des bassins expérimentaux.

La dépendance d'un zooplancton à Rotifères dominants et du phytoplancton s'est manifestée dans les Canaux du parc de Ram-

bouillet, à l'occasion d'une modification de la flore consécutive à la variation du niveau d'eau (LEFÈVRE, 1948).

En période normale où la hauteur d'eau atteint environ 1,50 mètres le phytoplancton est essentiellement composé de Cyanophycées : *Oscillatoria planctonica*, *Aphanizomenon gracile*, ou *Microcystis*, qui se constituent parfois à l'automne en fleur d'eau. Le zooplancton correspondant est, soit nul à l'époque des fleurs d'eau, soit réduit à quelques spécimens d'espèces communes de Rotifères, à des Cyclopidés et à quelques Bosmines. Ces canaux sont poissonneux; quelques cygnes et canards s'y ébattent; cette source de pollution permet de considérer que les Bactéries y existent en permanence, de même que les détritits fins provenant de la décomposition des feuilles mortes tapissant le fond vaseux. En 1954 un accroissement énorme de la flore bactérienne vernale (de 4 400 en avril à 117 500 en mai et 312 000 en juin, Bactéries par ml — LEFÈVRE, 1958b) n'a eu aucune répercussion sur les Rotifères planctoniques.

En mars 1963, le niveau d'eau a été abaissé artificiellement d'environ un mètre laissant apparaître par endroits le fond de feuilles en décomposition. Les Cyanophycées très rares étaient remplacées alors par un phytoplancton à Chlorococcales (*Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Micratinium*), Eugléniens (*Euglena* sp., *Phacus pyrum*), Chrysophycées (*Dinobryon*, *Uroglena*), *Cryptomonas* et *Peridinium aciculiferum*. Ce phytoplancton d'abondance moyenne était accompagné par un zooplancton très abondant composé de Ciliés (*Stentor*, *Coleps*, *Bursella*, *Condylostoma*, *Trachelius*, *Vorticella*), et de nombreux Rotifères, soit par ordre d'abondance : *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta pectinata*, *S. oblonga*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia terminalis* et quelques rares *Synchaeta tremula*, *Keratella cochlearis*, *Rotaria rotatoria* et *Rhinoglena frontalis*.

Même en l'absence de variations aussi brusques, à chaque régression du phytoplancton à Cyanophycées, nous avons noté une poussée du phytonannoplancton et du zooplancton.

Cet exemple montre bien que le développement des Rotifères, indépendant des Bactéries, est corrélatif de celui du phytonannoplancton. Le phytoplancton à Cyanophycées est néfaste par la taille de ses éléments inutilisables par le zooplancton et surtout par ses excréments qui entravent la prolifération du phytonannoplancton et sont peut-être aussi nuisibles à celle des Rotifères car même les espèces plus détritivores que phytophages (tels *Pompholyx sulcata*, *Filinia terminalis*) n'apparaissent que lors des périodes de régression des Cyanophycées.

Le rapport des Rotifères avec le phytonannoplancton est corro-

boré par une autre observation, négative cette fois : les étangs naturels de Sologne ont un zooplancton d'Entomostracés, généralement fort pauvre en Rotifères (à l'exception d'*Asplanchna priodonta*); le phytoplancton est essentiellement composé d'éléments microplanctoniques inutilisables par les Rotifères; le nannoplancton est souvent réduit et quand il existe, est formé en quasi totalité par des Chrysophycées.

Nous avons observé à plusieurs reprises les successions de plancton rotiférien à un phytonannoplancton :

- à la mare La Cave les Rotifères n'apparaissent qu'à la suite du phytoplancton à Eugléniens et leur disparition coïncide avec celle du phytonannoplancton;
- à l'étang de prairie « C » en novembre 1961 un zooplancton composé essentiellement de *Rhinoglena frontalis*, *Synchaeta pectinata*, *S. tremula* et *Polyarthra dolichoptera* a succédé à un phytoplancton abondant de *Cryptomonas sp.* et *Trachelomonas volvocina*;
- à l'étang de Beauséjour, à Saint-Rémy, en avril 1963, un zooplancton à *Brachionus calyciflorus*, *Synchaeta oblonga*, *Polyarthra dolichoptera* et *Keratella cochlearis* se multipliait parallèlement à un phytoplancton à *Cyclotella* et *Cryptomonas* accompagné de rares *Dinobryon sertularia*.

Nous nous sommes limités à quelques exemples choisis parmi les plus simples et qui sont, de ce fait, les plus démonstratifs car ils ne mettent en jeu qu'un petit nombre d'espèces. Plus celui-ci augmente et plus les interactions sont complexes et peuvent masquer les rapports primitifs.

Il est à remarquer que la valeur nutritive des éléments du phytonannoplancton est assez générale: *Chlorella pyrenoidosa* parmi les Chlorococcales, *Phacus pyrum* parmi les Eugléniens, les *Chlamydomonas* et *Cryptomonas* conviennent à la nutrition de beaucoup d'espèces phytophages et sont utilisées non seulement par des Rotifères mais aussi par des Cladocères (PACAUD, 1939; LEFÈVRE, 1942) et même par des Ciliés (FAURE-FRÉMIET, 1961); aussi, dès que des espèces phytophages de ces trois groupes coexistent dans le zooplancton, interviennent des phénomènes de compétition.

Enfin l'action de carnivores (Rotifères, Entomostracés, Poissons) consommant certaines espèces de préférence à d'autres modifie continuellement l'équilibre phytophages-phytonannoplancton, dont les rapports, de ce fait, peuvent être masqués.

Tableaux représentant approximativement
la valeur trophique des Algues (par ordre)
pour différentes espèces de Rotifères,
dans l'état actuel de nos connaissances.

Rotifères	Algues planctoniques	Euglé- niens	Volvo- cales	Chloro- coccales	Cryptomo- nadales	Chryso- nadales	Diatomées Centrales	Péri- diniens
Ploïma								
	<i>Epiphanes senta</i>	++	+	-	-	-	-	-
	<i>E. brachionus</i>	+	+	-	++	.	-	.
	<i>Brachionus angularis</i>	-	+	++	-	-	+	-
	<i>B. calyciflorus</i>	++	+	++	-	-	+	-
	<i>B. leydigi</i>	++	++	++	-	-	-	-
	<i>B. rubens</i>	+	+	+	-	-	-	-
	<i>Keratella quadrata</i>	+	+	+	+	+	+	-
	<i>K. testudo</i>	++	+	+	++	.	.	-
	<i>K. valga</i>	++	++	+	++	+	.	-
	<i>K. cochlearis</i>	-	-	/	+	+	.	-
	<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	-	/	+	.	-
	<i>Microcodices chlaena</i>	-	+	-	-	.	-	-
	<i>Platylas patulus</i>	+	.	+	.	.	.	.
	<i>P. polyacanthus</i>	-	/	-	-	-	-	+
	<i>Rhinoglena frontalis</i>	+	+	+	++	.	.	-
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	-	-	-	++	+	.	-
	<i>Synchaeta oblonga</i>	-	-	-	++	.	+	-
	<i>S. lakowitziana</i>	-	-	-	-	+	.	-
	<i>S. pectinata</i>	-	-	-	++	+	+	-
	<i>S. tremula</i>	-	-	-	++	.	+	-
	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	-	(+)	-	-	++?	.	.
	<i>Chromogaster ovalis</i>	-	-	-	-	-	-	++
	<i>Gastropus hyptopus</i>	-	-	-	-	++	-	-
	<i>Cephalodella auriculata</i>	/	+	-	++	.	-	-
	<i>Proales daphnicola</i>	+	-	-	-	-	-	-
Flosculariaceae								
	<i>Filinia passa</i>	-	-	+	-	-	.	-
	<i>Conochiloides natans</i>	-	-	-	-	+	.	-
	<i>C. dossuarius</i>	+	.	.	.	.	.	.
Collothecaceae								
	<i>Collotheca ornata</i>	-	/	-	+	.	-	+

Signification des symboles de valeur trophique :

- nulle
 - / faible à moyenne
 - + bonne
 - ++ très bonne
 - .
- absence d'observations.

Rotifères benthiques \ Algues	Euglé-	Volvo-	Ulothri-	Zygné-	Desmi-	Oscilla-
	niens	cales	cales	males	diales	toriales
Ploïma						
<i>Notommata copeus</i>	0	0	0	++	+	0
<i>N. codonella</i>	+	++	0	0	++	0
<i>N. collaris</i>	0	0	0	0	++	0
<i>N. pachyura</i>	0	0	0	0	++	0
<i>Resticula gelida</i>	+	+	0	0	0	0
<i>Tetrasiphon hydrocora</i>	0	0	0	0	+	0
<i>Lindia torulosa</i>	0	0	0	0	0	++
<i>Trichocerca rattus</i>	0	0	++	0	0	0
<i>T. harveyensis</i>	0	0	0	0	+	0
<i>T. longisetata</i>	0	0	0	(+)	(filam.) 0	0

Explication des symboles :

- o non utilisées
- (+) temporairement ou faiblement utilisées
- + bien utilisées
- ++ très bien utilisées.

B) RÔLE TROPHIQUE DES DÉTRITUS (tripton)

Nous aborderons au cours de ce paragraphe diverses questions telles que le choix de la nourriture ou le renouvellement du contenu du tube digestif qui ont été étudiés parallèlement à l'absorption des détritits et que nous ne pouvons traiter à part pour cette raison.

Il est évident que sous la dénomination de détritits, ou tripton, nous ne considérons que les détritits fins seuls absorbables par les Rotifères et non les débris végétaux grossiers.

1°) Observations expérimentales :

Pour étudier l'absorption du tripton et le choix des particules alimentaires par les Rotifères, nous nous sommes inspiré des expériences de NAUMANN (1923) : une suspension de carmin a été utilisée comme source de détritits inertes soit seule, soit mélangée à une suspension algale (Flagellés verts : *Phacus pyrum*, *Haematococcus pluvialis* ou petites Chlorococcales). La coloration du tube digestif peut être ainsi facilement suivie à la loupe et est contrôlée au microscope après 15 minutes de contact environ.

Les Rotifères carnivores (*Asplanchna brightwelli*, *Dicranophorus forcipatus*, *Notommata glyphura*) n'ingèrent pas les détritiques, en règle générale.

Nous avons vu à propos des *Asplanchna* et surtout de *Notommata pseudocerberus* qu'il existait un choix parmi les proies qui ne sont pas toujours toutes acceptées (cas de *Lepadella patella* pour les *Asplanchna* et de *Stentor coeruleus* pour *N. pseudocerberus*).

Parmi les espèces phytophages à mastax virgés ou dérivés, nombreuses sont celles qui n'absorbent pas de détritiques : ex. *Notommata copeus*, *N. collaris*, benthiques, les *Synchaeta* et *Polyarthra*, planctoniques (au moins les espèces existant en élevages). D'autres espèces, plutôt omnivores que phytophages, telles *Proales fallaciosa*, se bourrent aussi bien de particules carminées que de Chlorelles.

Le cas des Rotifères « filtreurs » obligatoirement microphages sera examiné plus attentivement. Chez ces Rotifères, les particules alimentaires ne sont pas saisies ou aspirées, comme chez les espèces précédentes, mais apportées à la bouche par le jeu des courants ciliaires pour être ensuite plus ou moins broyées par le mastax.

Placées dans un mélange carmin-Algues en suspension dans le milieu d'élevage habituel des Rotifères, les espèces expérimentées se sont comportées différemment.

— *Epiphanes senta* et *E. brachionus*, même en présence d'une grande quantité de particules carminées, font le tri entre les Flagellés dont elles se nourrissent et les matières inertes, n'ingérant les secondes qu'en très faible proportion et mêlées aux premiers lorsque la bouche s'ouvre pour ceux-ci : dans le mélange carmin-Flagellés, quelle que soit la durée du temps où elles y séjournent, le tube digestif des *Epiphanes* est toujours très vert et ne contient que quelques grains de carmin.

DE BEAUCHAMP (1928) note à propos d'*E. senta* que cette espèce n'absorbe les particules inertes que mêlées aux Flagellés et que dans un mélange *Chilomonas paramecium* - *Polytoma*, la bouche du Rotifère s'ouvre seulement pour les *Polytoma* et non pour les *Chilomonas*.

Les *Epiphanes* opèrent incontestablement un choix. Néanmoins celui-ci n'est pas toujours très strict car dans un mélange *Phacus pyrum* - *Scenedesmus acuminatus* (avec ou sans carmin), les *Scenedesmus* sont bien ingérées, comme les *Phacus*, bien que leur valeur nutritive se soit révélée à peu près nulle (cf. ci-dessus).

— *Brachionus urceolaris sericus* et *B. leydigi*, à l'inverse des *Epiphanes*, absorbent très intensément les particules carminées. La coloration du tube digestif dépend uniquement des proportions

du vert. Les détritits inertes qui se présentent à la bouche sont donc loin d'être tous ingérés sinon la proportion du contenu stomacal en Algues serait moindre.

Le cas le plus extrême à cet égard est celui de *Philodina citrina*. En présence d'une suspension de carmin seule, le tube digestif de cette Philodine est rempli en 15 minutes de grains de carmins.

Si des Philodines, provenant de l'élevage sur *Chlorella pyrenoidosa*, sont introduites dans une suspension dense de carmin à laquelle sont ajoutées quelques gouttes d'une culture de Chlorelles, on constate :

— un début d'ingestion de toutes les particules vivantes ou inertes arrivant à la bouche,

— suivi peu à peu par un enrichissement du tube digestif en cellules algales conférant à celui-ci une teinte verte très nette.

Après un séjour de 15 minutes, par exemple, seul l'intestin est coloré en rouge, l'estomac apparaissant vert. Après 30 minutes la coloration verte s'est propagée à l'ensemble et l'examen au microscope montre au milieu des Chlorelles, la présence de grains de carmin en quantité plus ou moins importantes mais le plus souvent en proportion inférieure, approximativement, à 25 % du contenu global. La concentration en Chlorelles est très nettement plus élevée à l'intérieur du tube digestif de la Philodine que dans le milieu ambiant.

Philodina citrina paraît, après quelques minutes nécessaires probablement à la reconnaissance des éléments vivants parmi les particules inertes, opérer une certaine sélection des premiers bien qu'elle n'évite pas systématiquement les secondes comme le font les *Epiphanes*.

En observant les Philodines au cours de la filtration, il est d'ailleurs aisé d'observer la traînée rouge constituée par le rejet des particules de carmin entraînées par les courants ciliaires alors que le tube digestif se remplit d'éléments verts.

Parmi toutes ces espèces capables d'ingérer des particules détritiques, nombreuses sont celles qui montrent des préférences plus ou moins marquées pour l'absorption d'éléments vivants, plus ou moins facilement triés d'un ensemble de matériaux divers.

Enfin le tripton doit être envisagé comme aliment probable pour tout un groupe de Rotifères qui n'acceptent pas une nourriture algale (ni bactérienne jusqu'à présent; cf. ci-dessus). A ce groupe appartiennent de nombreux Flosculariacea planctoniques : les *Conochilus*, *Pedalia mira* et même les *Filinia* dont une seule souche a pu être élevée avec une nourriture algale.

Fait curieux, *Keratella cochlearis* souvent considérée comme

détritivore a refusé d'ingérer des particules carminées de même que des particules d'encre de Chine également employée en suspension.

2°) *Observations dans les collections d'eaux naturelles.*

En dehors des arguments négatifs résultant de la non-utilisation des Algues nanoplanctoniques, voire des Bactéries, la seule observation positive dans les biotopes naturels concerne *Pedalia mira*. Dans le plancton d'été d'un petit étang de prairie « B » couvert de *Lemna minor*, où le phytoplancton était rarissime, les *Pedalia mira* se nourrissaient apparemment du tripton abondant (cf. plus haut) et se multipliaient assez activement, chaque femelle adulte portant le plus souvent plusieurs œufs.

Si les observations concernant l'absorption des débris ne manquent pas, il n'en existe que peu au sujet de leur valeur nutritive qui aurait besoin d'être précisée.

Le tripton est présent souvent en grande quantité dans les eaux douces naturelles. Les méthodes d'études (séparation du netplancton par filtration, puis centrifugation) ne permettent pas de le séparer nettement du nanoplancton, ce qui est cause de confusion possible de l'importance de l'un par rapport à l'autre (PENNAK, 1946; EDMONDSON, 1957; RUTTNER, 1963). Cependant par une méthode de comptage direct, NAUWERCK (1963) note dans le lac Erken un volume de tripton égal approximativement au volume total du phytoplancton.

Le tripton est pour une bonne partie d'origine végétale et résulte de la décomposition d'éléments allochtones (feuilles mortes) ou autochtones (macrophytes et phytoplancton).

La décomposition de fleurs d'eau à Cyanophycées (*Aphanizomenon*) constitue un bon apport nutritif pour certains Cladocères : Daphnies, Bosmines (LEFÈVRE, 1944; UHLMANN, 1954; EDMONDSON, 1957; STROMENGER-KLEKOWSKA, 1960). Selon ERMAN (1962c), *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Brachionus angularis* utilisent les produits de décomposition de *Microcystis* et selon GRAY (1953) les *Euchlanis* utilisent ceux dérivant de la décomposition d'Oscillaires.

En aquarium HILLBRICHT (1961) observe un accroissement du nombre de Rotifères après introduction de plantes aquatiques qui s'y décomposent : les espèces sont pour la plupart benthiques à l'exception d'une, héléoplanctonique : *Anureopsis fissa*.

Il serait intéressant de poursuivre de telles observations en essayant de déterminer quelle est la part dans l'alimentation des Rotifères des débris très divisés, des Bactéries dont la masse n'est pas négligeable à ce moment, voire celle des Eugléniens qui se développent généralement à la suite de cette décomposition végétale libérant des substances organiques solubles.

C) LE RÔLE TROPHIQUE DES BACTÉRIES

1) Au laboratoire.

Rotifères benthiques :

Quelques espèces de Bdelloïdes, *Proales decipiens*, *P. fallaciosa* et *Lecane inermis* ont été élevées par différents auteurs en milieu organique (lait malté ou décoction de grains de céréales) avec une nourriture bactérienne. Les Bdelloïdes à mastax broyeur se nourrissent uniquement des microparticules alimentaires en suspension apportées à la bouche par les courants ciliaires alors que les *Proales* à mastax de type faiblement virgé, préhenseur, se nourrissent en s'emparant des magmas que constituent Bactéries + particules organiques.

Lecane inermis a été récemment élevée par DOUGHERTY *et al.* (1961) en « culture » axénique où elle n'absorbe que des matières organiques.

Nous avons réalisé quelques élevages avec une alimentation exclusivement bactérienne : *Philodina roseola*, *Rotaria rotatoria* et *Proales fallaciosa*, précédemment citées, qui se multiplient bien (et même mieux, dans le cas de *Proales*) en présence d'Algues unicellulaires.

Une autre espèce de la famille des Brachionidae : *Dipleuchlanis propatula* (Gosse), refuse les Algues et n'ingère que des Bactéries et des détritits fins. *D. propatula* a été récoltée dans un cristalliseur de sphaignes se décomposant où elle proliférait en même temps que *Spirostomum ambiguum* Ebr.

L'entretien de tels élevages est très simple : dans quelques millilitres d'un milieu minéral, « A » par exemple, sont introduites quelques femelles et un ou deux grains de blés ramollis par quelques minutes d'ébullition. Le « tout-venant » bactérien poussant dans ce milieu sert de nourriture aux Rotifères qui peuvent subsister ainsi plusieurs semaines sans autres soins. En ajoutant de temps à autre d'autres grains de blé, il est possible d'obtenir de grandes densités en individus, spécialement des *Dipleuchlanis*. Quelques tentatives pour alimenter les souches de *D. propatula* d'une culture bactérienne axénique d'*Aerobacter aerogenes* ont cependant échoué.

Rotifères planctoniques :

Nous avons vu ci-dessus que, parmi les Flosculariacea, seuls les *Filinia* acceptaient de consommer des Bactéries hétérotrophes

mais seulement pendant un laps de temps assez court et avec un médiocre profit.

A ces résultats s'ajoutent ceux obtenus avec quelques espèces du genre *Brachionus* : *B. calyciflorus*, *B. rubens* et *B. urceolaris sericus*. Plusieurs femelles de chaque espèce, après un lavage soigneux, ont été placées dans leur milieu d'élevage respectif et alimentées soit :

- d'un « tout-venant » bactérien poussant sur bouillon de blé;
- des deux ou trois espèces bactériennes (toutes bacillaires) provenant des élevages eux-mêmes et isolées sur milieu à l'agar de Sabouraud;
- d'une culture axénique d'*Aerobacter aerogenes* poussant sur ce même milieu.

Dans tous les cas les résultats observés sont comparables : *B. calyciflorus* et *B. rubens* ne se reproduisent que faiblement et subsistent tout au plus 4 à 6 semaines; *B. urceolaris sericus* se multiplie aussi faiblement mais se maintient dans ces conditions jusqu'à 2 mois 1/2 au moins (l'expérience n'ayant pas été poursuivie plus longtemps).

Exemple : à partir de 12 femelles ovigères de *B. urceolaris sericus* nourries d'*Aerobacter aerogenes* nous n'avons obtenu en sept jours que 22 femelles. Comparée à la valeur nutritive des Chlorococcales, Volvocales ou Eugléniens, celle de ces Bactéries est très faible.

Quelques expériences similaires ont été poursuivies avec *Keratella cochlearis* (cf. plus haut) sans aucun succès.

D'autre part, *B. urceolaris sericus* a été rencontré en compagnie de *Rotaria rotatoria*, de quelques Rotifères carnivores et de *Ceriodaphnia*, dans une mare très polluée où abondaient des Rhodothiobactéries du genre *Chromatium* (Le Moulon, septembre 1962). La coloration pourpre du tube digestif des *Brachionus* était la preuve de l'ingestion des *Chromatium*. Isolés en cellule avec ces seuls *Chromatium*, les *B. urceolaris sericus* ont continué à les consommer et à se reproduire pendant deux semaines jusqu'à disparition des sulfuraires. Dans les mêmes conditions, *B. calyciflorus* et *Filinia passa* n'ont pas ingéré ces Bactéries.

Toutes ces observations concourent à minimiser le rôle trophique des Bactéries pour les Rotifères planctoniques dont certaines espèces algivores ont même fait l'objet d'élevages bactériologiquement purs (*Epiphanes senta*, *Brachionus rubens*, *B. urceolaris sericus*).

Les Bactéries peuvent seulement constituer un apport nutritif quantitatif supplémentaire mais de faible valeur nutritive. Alors

qu'elles sont bien utilisées par de nombreuses espèces de Cladocères héléoplanctoniques (cf. PACAUD, 1949; MANUILOVA, 1958), elles sont généralement incapables d'assumer seules une bonne reproduction des espèces rotifériennes planctoniques. *Aerobacter aerogenes* qui est considéré comme une bonne source de nourriture pour de nombreux Ciliés bactériophages (FAURÉ-FRÉMIET, 1961) et pour certaines espèces de Cladocères (STUART *et al.*, 1931), s'est avéré de valeur nutritive faible, voire nulle, pour les Rotifères pélagiques. L'échec des essais d'élevages de Rotifères sur des souches bactériennes pures a été noté par DE BEAUCHAMP (1938).

2) Dans les collections d'eaux naturelles :

L'importance quantitative des Bactéries, en eau libre, varie selon le type d'eau envisagé : faible dans les tourbières à *Sphagnum*, encore peu considérable dans les étangs à pH acide, le nombre de Bactéries au millilitre ne devient important que dans les eaux de type polytrophe. Par exemple, dans des milieux gélosés (milieu de Sabouraud ou caséinate de sodium) ensemencés à différentes dilutions, d'eaux naturelles prélevées stérilement à l'automne 1962, nous avons dénombré, après quelques jours à la température du laboratoire, la présence de :

800 Bactéries	par ml à la Tourbière de la Cerisaie,
7.000	» par ml à la Bonne Mare,
250.000	» par ml dans l'étang de prairie « C »,
4.500.000	» par ml à la mare La Cave.

Dans les eaux à pH acide, la faible biomasse bactérienne paraît nettement insuffisante pour être prise en considération en tant qu'élément nutritif. Le plancton rotiférien qui peut atteindre parfois une grande abondance dans ces eaux (ex. : la Bonne Mare), ne paraît donc pas tributaire des Bactéries.

Dans les eaux ordinaires non excessivement polluées, certains auteurs (RUTTNER, 1963) considèrent habituellement la biomasse bactérienne comme relativement insignifiante. Il serait intéressant de suivre dans de telles eaux l'évolution de la faune succédant à la décomposition de grandes masses végétales (macrophytes ou fleurs d'eaux algales) qui s'accompagnent d'une montée en flèche de la biomasse bactérienne mais également de la quantité de tripton, Bactéries et tripton étant indissociables dans ce cas.

Le nombre de Bactéries par unité de volume liquide varie également en fonction du volume des collections d'eau et dans chacune d'entre elles, montre aussi des fluctuations annuelles (LEFÈVRE, 1958b).

Un fort maximum est enregistré au printemps, un plus faible à l'automne, le minimum apparaissant l'hiver en général.

De plus les Algues secrètent des substances actives généralement bactériostatiques (LEFÈVRE *et al.*, 1952). STEPANEK et POKORNY (1960) ont montré dans une collection d'eau qu'un accroissement du phytonannoplancton entraînait une diminution de la bactériomasse.

Il en résulte que le rôle trophique des Bactéries paraît assez limité pour les Rotifères planctoniques dont les deux sources essentielles de nourriture à envisager sont : d'une part les Algues du nannoplancton, d'autre part le tripton.

Il n'en va pas de même, bien entendu, pour les Rotifères benthiques qui peuvent trouver au niveau de la vase peu profonde une flore bactérienne suffisante pour leurs besoins. L'utilisation des Bactéries par ces espèces est prouvée par les élevages mais là encore, les Bactéries sont inséparables des détritiques organiques auxquelles elles sont associées.

III. CONCLUSION

Il est classique de considérer les rapports existant entre l'alimentation d'un Rotifère d'une part et la morphologie et le fonctionnement du mastax et de la couronne ciliaire d'autre part. Le fonctionnement de ces deux organes détermine le mode d'alimentation du Rotifère et par là les limites de taille des éléments absorbables. A l'intérieur des limites imposées par le mode d'alimentation, le régime alimentaire est fonction de la spécificité des sucs digestifs.

Les Rotifères filtreurs à mastax malléo-ramé (Brachionidae) ou ramé (Bdelloïdea) ne peuvent être que microphages et végétivores au sens large alors que les grandes espèces à mastax forcipé (*Dicranophorus*) ou incudé (*Asplanchna*) sont obligatoirement macrophages et généralement carnivores.

Les distinctions sont beaucoup moins nettes lorsqu'il s'agit d'espèces à mastax de type virgé ou dérivé : par exemple, les différentes espèces du genre *Notommata* se sont révélées soit carnivores, soit phytophages car elles peuvent se comporter indifféremment en macrophages et en microphages. *N. codonella* résume à elle seule toutes ces possibilités : elle peut se nourrir aussi bien d'autres Rotifères (Bdelloïdes, *Proales*), de grandes Desmidiées (*Closterium*) ou de petits Flagellés (*Phacus pyrum*, *Haematococcus pluvialis*).

Il s'ensuit qu'une même espèce algale est susceptible d'être utilisée comme nourriture par des Rotifères différant dans leur mode d'alimentation : *Cryptomonas curvata* est une bonne source de nourriture pour des Brachionidae (*Epiphanes brachionus*, *Keratella sochlearis*, *Rhinoglena frontalis*) ainsi que pour des *Collotheca* et des *Synchaeta*.

L'étude du spectre alimentaire des Rotifères montre que la spécificité alimentaire est plus ou moins marquée selon les espèces : certaines telles *Gastropus hyptopus*, les diverses espèces de *Synchaetidae*, *Notommata collaris*, etc. ont un éventail alimentaire très étroit par rapport à certains Brachionidae (*Brachionus urceolaris sericus* ou *Rhinoglena frontalis*) ou Notommatidae (*N. codonella*).

Toutes les espèces de Rotifères montrent des préférences pour une espèce ou un groupe d'espèces nutritives; mais de plus, des différences s'observent parfois entre les races écologiques d'une même espèce, la valeur nutritive d'une espèce algale n'étant pas identique pour chaque race (cas de *Brachionus calyciflorus*, *Lindia torulosa*). Néanmoins les espèces algales utilisées par l'écotype ayant le spectre alimentaire le plus étroit semblent convenir à toutes les races appartenant à la même espèce.

La différence la plus nette à ce sujet entre écotypes est celle présentée par *Collotheca ornata* où elle est associée à une différence de taille allant du simple au double.

Vis-à-vis de l'ensemble de chaque groupe trophique (Algues, tripton, Bactéries) le comportement des Rotifères diffère selon les espèces :

- les unes sont exclusivement algivores : *Epiphanes senta*, *E. brachionus*, *Rhinoglena frontalis*, les *Synchaeta* et *Polyarthra dolichoptera*, *Gastropus hyptopus*, *Lindia torulosa*, *Trichocerca rattus* et plusieurs espèces de Notommatidae;
- quelques-unes ont une alimentation mixte : Algues-Bactéries (Philodines), quelquefois omnivores telles *Proales fallaciosa*;
- quelques autres sont plus typiquement bactériophages (*Dipleuchlanis propatula*) quoique le rôle des détritits dans leur alimentation ne soit pas à négliger complètement;
- d'autres enfin semblent exclusivement détritivores : *Pedalia mira* et les *Conochilus*.

Le rôle du tripton et particulièrement sa valeur nutritive, ne sont pas encore bien élucidés. Il est probable que certaines espèces se comportant plus ou moins en algivores utilisent aussi les détritits fins : *Keratella cochlearis*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Filinia passa*. L'utilisation du tripton, associé ou non à des Bactéries

ou à des Algues du nannoplancton, est aussi à envisager dans le cas de Rotifères apparemment peu ou pas algivores tels que *Anureopsis fissa*, d'autres espèces du genre *Brachionus* (*B. falcatus*, etc.).

En ce qui concerne les Rotifères planctoniques, le rôle trophique essentiel nous paraît joué par le phytonannoplancton et pour certaines espèces par le tripton, les Bactéries n'ayant pas une grande importance de ce point de vue.

LINDEMAN (1941) observe dans le Cedar bog lake, envahi par la végétation supérieure un rapport trophique assez élevé du zooplancton comprenant de nombreux Rotifères (*Keratella cochlearis*, *Brachionus havanaensis*, Synchaetidae et Filiniidae) et de l'ensemble nannoplancton + tripton.

D'autre part, beaucoup d'espèces opèrent un choix entre les divers aliments à leur disposition. Ce choix est facilement apparent chez la plupart des espèces macrophages. Certains Rotifères carnivores font une discrimination entre les espèces animales qu'elles rencontrent, s'attaquent aux unes, délaissant les autres.

Chez les Rotifères microphages s'alimentant par des courants nutritifs existe aussi un choix s'effectuant essentiellement entre particules inertes et particules vivantes : la sélection des éléments vivants est très nette chez quelques espèces au moins et paraît plus réduite chez d'autres.

Selon NAUMANN (*loc. cit.*) seuls *Filinia* et *Conochilus* absorbent presque sans choix les éléments du nannoseston. Ceci nous paraît surtout exact au sujet des *Conochilus*, auxquels nous joindrons *Brachionus leydigi* et *B. urceolaris* v. *sericus*. Le nombre d'espèces où n'apparaît absolument aucun choix semble assez faible.

L'ensemble de ces observations nous amène en dernier lieu, à faire quelques remarques sur les méthodes d'étude de la nourriture préférentielle des Rotifères au laboratoire ou dans les collections d'eau naturelles.

L'examen du contenu stomacal fournit des indications qu'il est nécessaire de contrôler car les Rotifères ingèrent des éléments qui leur sont parfois sans profit (cas des *Epiphanès* et *Conochilus* avec les Chlorococcales).

Les mesures du taux de filtration, obtenues par comptage ou marquage au C¹⁴ des cellules algales, correspondent aux taux d'ingestion de celles-ci. Etant donné l'ingestion d'éléments inutilisés, les taux de filtration élevés doivent aussi être contrôlés d'une autre façon car ils ne reflètent pas forcément la valeur nutritive des Algues.

Un taux de filtration bas n'est pas non plus très significatif s'il ne tient pas compte de l'état de la population rotiférienne car celle-ci peut se maintenir, sans développement appréciable, avec un faible phytonannoplancton.

La meilleure méthode nous semble consister en une étude du taux de reproduction. Nous l'avons appliquée à nos élevages et vérifiée, quand cela s'avérait possible, par l'observation qualitative directe des populations naturelles.

La méthode quantitative exposée par EDMONDSON (1960) étudiant le taux de reproduction d'espèces portant leurs œufs par rapport à l'abondance des organismes nutritifs présente au moins autant d'intérêt que l'étude des fluctuations quantitatives des différentes populations qui sont souvent difficiles à interpréter.

CHAPITRE VI

ÉTUDE DE LA RÉPARTITION ÉCOLOGIQUE DES ROTIFÈRES

I. RÉPARTITION DES ROTIFÈRES EN FONCTION DU VOLUME DES COLLECTIONS D'EAU ÉTUDIÉES

Les écologistes ont depuis longtemps reconnu que les populations zooplanctoniques différaient qualitativement selon l'importance du volume des collections d'eau, la séparation entre eulimnoplanton (plancton lacustre), héléoplanton (plancton d'étang) et telmato-plancton (plancton de mare) est des plus classiques (DE BEAUCHAMP, 1909; RYLOV, 1935...) (1). Nous avons pensé qu'il n'était peut-être pas inutile de considérer brièvement nos propres observations sur les Rotifères sous cet angle. Dans le tableau 24 les différentes stations étudiées ont été classées par ordre de superficies croissantes. La profondeur moyenne restant toujours assez faible et croissant généralement avec l'étendue de la nappe liquide, le classement par superficies rend assez bien compte de l'importance relative des collections d'eau.

Afin d'éviter des mélanges incongrus nous avons séparé les espèces d'eau acide des espèces d'eau alcaline et des espèces récoltées à la fois dans ces deux types d'eau.

Les espèces rotifériennes habitant indifféremment les petites ou ou les très grandes collections d'eau, donc non caractéristiques à ce point de vue, n'ont pas toutes été portées sur le tableau. Dans ce groupe, se rangent : *Brachionus angularis*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta tremula*, *S. oblonga*, *S. pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia passa*, *F. terminalis*,

(1) Les termes lac, étang, mare sont rapportés, là, à des bassins d'importance décroissante; appliqué aux deux premiers ce seul caractère distinctif ne correspond pas toujours à leur définition limnologique.

Pompholyx sulcata, *Conochilus hippocrepis*. *Chromogaster ovalis* est à rattacher aux espèces précédentes : nous l'avons récoltée essentiellement dans de petites stations mais elle est signalée par d'autres auteurs dans le plancton de lac (zooplancton pélagique du Léman par exemple, DUSSART, 1948).

L'étendue de l'aire couverte par les autres espèces communes est représentée par la longueur du trait partant de la station de superficie minimum pour aboutir à la station de superficie maximum où l'espèce a été récoltée.

Il n'apparaît pas toujours de limites nettes entre les trois groupes de plancton définis ci-dessus, en raison d'un certain nombre de chevauchements et du fait de quelques espèces communes dans un groupe peuvent apparaître sporadiquement dans un autre.

Cependant il est aisé de s'apercevoir que certaines espèces sont exclues des grandes collections d'eau et que d'autres n'habitent jamais les mares de faible volume.

Epiphanes brachionus, *E. senta*, *Keratella testudo*, *Rhinoglena frontalis*, *Brachionus leydigi*, *Proales daphnicola* sont typiques du telmatoplancton d'eau alcaline. *Keratella ticinensis*, *K. serrulata*, habitent préférentiellement les petites mares acides quoique *K. serrulata* puisse être aussi récoltée, mais seulement en petit nombre, dans les étangs de forêt. *Platyias polyacanthus*, *Microdides chlaena*, *Microcodon clavus* rencontrés seulement dans une tourbière à *Sphagnum* semblent également limités aux collections d'eau acide de faible volume.

Brachionus urceolaris sericus n'a été récolté en abondance que dans des petites collections d'eau mais GESSNER (1929) en signale une grande population dans un lac de barrage.

Si leur volume d'eau est suffisamment faible et leur alimentation liée aux seules eaux météoriques, les petites mares peuvent être asséchées en été (cas de la mare de Cernay, des fossés de forêt et des tourbières à *Sphagnum*). Toutes les espèces précédentes existent aussi bien dans ces eaux temporaires que dans les mares permanentes. Le caractère essentiel de l'habitat de ces espèces est bien le faible volume et non le caractère de périodicité des eaux.

Anureopsis fissa, *Brachionus calyciflorus*, *B. budapestinensis*, *B. rubens* en eau alcaline, *Keratella valga* en eau acide ainsi que *Pedalia mira* et *Ascomorpha ecaudis* existent dans l'héleoplancton et dans le telmatoplancton. Toutes évitent les grandes masses d'eau. Dans ce groupe devrait figurer *Notholca acuminata* que nous n'avons trouvée en abondance que dans un petit étang.

Appartiennent également à l'héleoplancton : *Brachionus diversicornis*, *B. falcatus*, *Asplanchna brightwelli*, *A. girodi*, *Conochi-*

TABLEAU 24

Répartition des espèces de Rotifères
en fonction des volumes des collections d'eaux étudiées

Stations par superficies croissantes	Mare de Cernay	Douves de Belleville	Mare de Saint-Aubin	Etang de prairie "C"	Mare de la Madeleine	Mare la Cave	Etang de prairie "B"	Etang de Beauséjour	Etang de Vaugien	Le Rondeau	Etang de la Ferme Nale	Etang de la Plaine	Etang de la Tour	Etang du Puits	Stations à pH \geq 7,0	
	< 500 m ²	500 à 1 500 m ²	0,2 à 1 ha	1 à 5 ha	> 25 ha											
<i>Epiphanes brachionus</i>	—															Espèces d'eaux alcalines
<i>Keratella testudo</i>	—															
<i>Rhynoglena frontalis</i>	—															
<i>Brachionus leydigii</i> <i>v. rotundus</i>	—															
<i>Proales daphnicola</i>	—															
<i>Epiphanes senta</i>	—															
<i>Brachionus budapestinensis</i>	—															
<i>Asplanchna brightwellii</i>	—			—												
<i>Gastropus stylifer</i>	—							—								
<i>Anureopsis fissa</i>	—															
<i>Brachionus rubens</i>	—															
<i>B. calyciflorus</i>	—															
<i>Asplanchna girodi</i>	—															
<i>Trichocerca pusilla</i>	—												—			
<i>Synchaeta lakowitziana</i>	—												—			
<i>Trichocerca capucina</i>	—												—			
<i>Conochiloides natans</i>	—												—			
<i>Brachionus urceolaris</i> <i>v. sericus</i>	—															Espèces indifférentes
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	—															
<i>Asplanchna priodonta</i>	—															
<i>Brachionus falcatus</i>	—															
<i>Trichocerca cylindrica</i>	—															
<i>T. similis</i>	—															
<i>Polyarthra euryptera</i>	—															
<i>Conochiloides coenobasis</i>	—															
<i>Pedalia mira</i>	—															
<i>Polyarthra remata</i>	—															
<i>Brachionus diversicornis</i>	—															
<i>Ploesoma hudsoni</i>	—															
<i>Polyarthra major</i>	—															
<i>Kellicottia longispina</i>	—															
<i>Gastropus minor</i>	—															Espèces d'eaux acides
<i>Keratella ticinensis</i>	—															
<i>Chromogaster ovalis</i>	—															
<i>Keratella serrulata</i>	—															
<i>K. valga</i>	—															
	Fossés de Forêt	Tourbières	Mares de Forêt			Mare du Trou	La Bonne Mare				Etang de Coupe-Gorge				Stations à pH \leq 7,0	

N.B. — Le trait plein indique l'abondance; le trait discontinu, la rareté.

loïdes coenobasis et *C. dossuarius*, *Pedalia mira*. Ces espèces sont absentes généralement des grands lacs.

Polyarthra euryptera, *P. remata*, *Trichocerca cylindrica*, *T. similis*, *T. pusilla* n'ont pas été rencontrées dans les petites mares ni dans les fossés. Ces espèces sont fréquentes aussi bien dans l'héléoplancton que dans l'eulimnoplancton.

Les espèces suivantes peuvent également être considérées comme communes à l'héléoplancton et à l'eulimnoplancton mais elles n'apparaissent guère que dans des collections d'eau relativement importantes : *Gastropus stylifer*, *Ploesoma hudsoni*, *Polyarthra major*, *Kellicottia longispina*, *Trichocerca capucina*. Toutes ces espèces évitent très généralement les petites collections d'eau.

Il en va de même pour *Conochiloïdes natans* et *Synchaeta lakowitziana* qui sont les espèces les plus nettement eulimnoplanctoniques que nous ayons rencontrées.

Ces données correspondent généralement à celles, plus ou moins éparses, de la littérature limnologique. Très rarement des espèces considérées comme caractéristiques de l'héléoplancton peuvent être trouvées à l'état sporadique dans les lacs : *Asplanchna brightwelli* (vu la confusion systématique dans le genre à cette époque, il s'agit peut-être de *A. girodi*) et *Brachionus calyciflorus* sont signalés par PENNAK (1949) dans un lac peu profond du Colorado; *B. calyciflorus* est également présent dans le lac Erken selon NAUWERCK (1963).

La rareté de ces espèces dans ces lacs montre qu'elles ne trouvent pas là leur habitat optimum. La présence de *Keratella ticiensis* dans le zooplancton du grand lac Erken constitue également un fait exceptionnel.

Du fait que certaines espèces de Rotifères planctoniques sont évincées des petites collections d'eau, que d'autres le sont des grandes masses d'eau où le nombre d'espèces est parfois très réduit, il s'ensuit que l'héléoplancton est le plus abondamment pourvu en Rotifères.

Les causes de cette distribution des espèces paraissent assez complexes.

La caractéristique essentielle des masses d'eau de quelque importance tient dans la grande stabilité de leurs caractères physico-chimiques qui varient lentement. Plus leur profondeur et leur capacité décroissent, plus les amplitudes des variations thermiques annuelles ou journalières croissent; ces variations de température entraînent des modifications dans toute une série de facteurs physico-chimiques et biologiques qui lui sont liés : modification de la solubilité des gaz, de l'activité métabolique des êtres vivants, évaporation accrue, etc.

Les amplitudes extrêmes sont atteintes dans les mares.

Il est possible que les espèces de l'eulimnoplanton ne vivant pas dans les petites collections d'eau soient sensibles à de grandes variations des conditions physico-chimiques; il est d'ailleurs à remarquer que jusqu'à présent, aucune de ces espèces n'a été obtenue en élevage.

La flottabilité des organismes intervient bien entendu. Les espèces typiques du telmato- et de l'héléoplancton sont généralement de médiocres nageuses non adaptées à la vie pélagique : mal sustentées en zone pélagique elles s'en trouvent naturellement éliminées.

L'absence de certains Rotifères planctoniques des collections d'eau de grande ou de moyenne importance peut-être due, au moins dans certains cas, au phytoplancton. Les grandes pièces d'eau sont généralement eutrophes (étang de la Tour et étang du Puits) leur phytoplancton est nettement différent de celui des petits étangs qui sont eux hypereutrophes (cf. plus bas).

Un exemple de cette influence du peuplement algal est fourni par une observation de SLÁDEČEK (1958) qui a récolté une population abondante d'*Epiphanes senta*, espèce typique du telmatoplancton, dans un étang de plus d'un hectare : la présence de cette espèce est liée à celle d'Eugléniens due elle-même à une forte pollution industrielle, donc naturellement inhabituelle dans une collection d'eau de moyenne capacité.

La stabilité ou l'instabilité des conditions de vie, résultant de l'importance du volume d'eau, se répercutent sur la qualité du peuplement algal qui est, lui, directement sensible à ces variations.

LEFÈVRE (1948) a montré qu'une variation notable du niveau d'eau, donc de la capacité, d'une pièce d'eau pouvait modifier la nature de son phytoplancton. Nous avons eu l'occasion, plusieurs années plus tard, de refaire cette observation dans les mêmes canaux et de constater une modification parallèle de la faune rotiférienne (cf. p. 36 et 167). Ce changement est essentiellement d'ordre quantitatif, mais il est possible de supposer en partant de cette observation que l'établissement permanent d'un type de phytoplancton aboutisse à des différences d'ordre qualitatif par disparition totale de certaines espèces qu'il défavorise.

II. RÉPARTITION DE LA FAUNE ROTIFÉRIENNE
SELON LES DIFFÉRENTES ZONES
D'UNE COLLECTION D'EAU DOUCE STAGNANTE

Bien moins fréquemment étudiés sont les rapports entre la faune planctonique de la zone marginale et celle de la zone centrale d'un même étang quand cette dernière atteint une certaine profondeur.

A proximité des rives ainsi que dans les bassins où la profondeur reste uniformément faible, l'encombrement de l'eau libre par les phanérogames peut intervenir et modifier qualitativement et quantitativement la physionomie du plancton.

Les populations planctoniques peuplant les zones de faible profondeur envahies ou non par la végétation constituent une communauté plus ou moins distincte du plancton pélagique de la zone centrale profonde.

La plupart des prélèvements de plancton ont été effectués à partir du rivage des étangs dans une région côtière de deux à trois mètres de large, dépourvue de végétation supérieure. A l'étang de la Tour cependant quelques récoltes ont été faites dans la zone pélagique (eulimnoplancton).

Dans cet étang, le plancton littoral quand il n'est pas coupé de la pleine eau par une ceinture de végétation supérieure, comprend en général à peu près toutes les espèces de la zone pélagique (telles que *Kellicottia longispina*, *Daphnia cucullata*), mais, nous a-t-il semblé, en moins grand nombre. Ceci en toute logique paraît parfaitement justifié mais demanderait à être vérifié par des méthodes quantitativement plus précises.

Au contraire, *Gastropus hyptopus* semble plus fréquent dans le plancton littoral.

D'autres espèces planctoniques littorales ont été récoltées dans la zone à herbiers : *Epiphanes brachionus*, *Asplanchnopus multi-ceps*, de rares *Asplanchna girodi* et *Platytias patulus* qui n'est présent que dans les eaux envahies par les herbes aquatiques. Des espèces telles que *Keratella testudo*, *Brachionus calyciflorus* en sont absentes : le plancton littoral, comme le plancton pélagique semble donc caractéristique de l'étang.

Dans les eaux littorales où poussent les phanérogames existent des espèces planctoniques particulières non eulimnoplanctoniques

qui n'envahissent pas la pleine eau en dépit de la présence de communications possibles. Bien entendu, la faune rotiférienne benthique afflue également en ces lieux alors qu'elle n'est qu'accidentelle dans la zone pélagique et la zone littorale privée de végétation supérieure (voir les listes systématiques de l'étang de la Tour : p. 44 et tableau 18).

Dans une collection d'eau de dimensions au moins moyennes, il est possible de distinguer :

— les communautés de la zone pélagique (espèces planctoniques de pleine eau),

— les communautés de la zone littorale (espèces planctoniques de faible profondeur mêlées aux précédentes),

— les communautés libres accompagnant la végétation phanérogamique (nombreux Rotifères benthiques : Notommatides, Trichocercides, Bdelloïdes et quelques espèces planctoniques littorales),

— les communautés fixées (Aufwuchs ou pecton) : parmi les Rotifères, la plus grande partie des Collotheceides et Flosculaires.

III. RÉPARTITION DES ROTIFÈRES

EN FONCTION DU BIOTOPE DÉFINI PAR L'ENSEMBLE DE SES CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES ET DES ASSOCIATIONS ALGALES

Pour avoir un aperçu convenable du peuplement d'une collection d'eau, il est nécessaire de suivre celle-ci régulièrement pendant au moins une année.

De nombreux écologistes se contentent de noter quelques particularités physico-chimiques (température et pH le plus souvent) au moment de la récolte du plancton et dans quelques cas effectuer une ou deux analyses chimiques plus ou moins complètes. De telles données sont généralement insuffisantes pour avoir une idée correcte des caractères physico-chimiques des biotopes étudiés.

Une analyse chimique ne prend toute sa valeur que si elle est entourée d'au moins deux autres analyses proches. Les variations des facteurs renseignent souvent mieux qu'une donnée statique. Par exemple le pH d'une eau dystrophe normalement acide peut atteindre et même quelquefois dépasser occasionnellement la neutralité. Si la mesure du pH est effectuée à ce moment, il est bien évident que les déductions que l'on pourrait tirer n'auront guère de valeur.

Un autre exemple est fourni par le travail de NOGRADI (1962). Dans une liste des espèces vivant dans un marais à *Sphagnum* de Hongrie (eau acide, peu minéralisée pauvre en alcalinoterreux), sont trouvés : *Brachionus quadridentatus*, *Filinia longiseta*, *Mytilina ventralis*, *Trichocerca capucina* et, parmi les Cladocères, *Moina rectirostris* et *Daphnia magna* ! De telles espèces sont généralement considérées comme fuyant les eaux à *Sphagnum* ! Il y a là une anomalie flagrante qu'une étude chimique plus poussée eut peut-être résolue.

Il est préférable de suivre l'évolution physico-chimique en même temps que l'évolution biologique du biotope et de comparer le peuplement à la « physionomie » physico-chimique qui se dégage de cette étude du milieu plutôt que de rapporter les espèces à un seul critère édaphique.

L'ensemble des caractères physico-chimiques et leur évolution reflète le biotope alors que chacun d'eux pris séparément peut ne pas avoir d'influence directe sur la répartition des Rotifères (voir chapitre III).

Trois collections d'eau ayant des caractères communs proches (propriétés physico-chimiques et peuplement algal) ont été choisies comme représentant chacun des différents types d'eau naturelle définis au chapitre II.

Certains groupes ne sont représentés que par un ou deux étangs, faute d'avoir pu en prospector d'autres analogues. Dans ce cas, pour maintenir une égale importance à chaque groupe, les colonnes complémentaires ont été laissées en blanc. Il n'a pas été tenu compte des collections d'eau de Sologne moins bien connues, ni des petites mares alcalines dont le faible volume imprime au biotope un caractère spécial. Les mares acides de forêt ont été conservées car elles forment une bonne transition avec les tourbières.

Dans le tableau 25 les types d'eau sont classés de gauche à droite par teneur décroissante en substances organiques d'origine animale (nulle ou faible dans les deux derniers groupes) et par teneur croissante en substances organiques d'origine végétale (nulle ou faible dans les deux premiers groupes). A gauche du tableau se trouvent les eaux à pH alcalins très variables, et (à l'exception du groupe a₂, dont la polytrophie est déterminée par l'abondance en matières organiques et non la minéralisation) les plus minéralisées et les plus calciques, à droite, les eaux à pH de plus en plus acides et peu minéralisées, pauvres en alcalinoterreux. Dans chaque groupe les extraits secs à 180° se répartissent généralement ainsi : groupe a₁, extrait sec : ≥ 500 mg/l (groupe a₂ : $250 >$ extrait sec > 150 mg/l); groupe b : $500 >$ extrait sec > 250 mg/l; groupe c : $250 >$ extrait sec > 150 mg/l; groupes d et e : extrait sec < 150 mg/l

TABLEAU 25

Répartition des espèces de Rotifères en fonction des biotopes groupés par analogies des caractères chimiques et des associations algales

m.o.a. = matières organiques d'origine animale.

m.o.v. = matières organiques d'origine végétale.

Lieux de récolte	Mare la Cave	Mare de la Madeleine	Mare du Moulon	Etang de la Ferme Nale	Etang de la Plaine			Le Rondeau	Les Canaux	Etang de Prairie "C"			Etang de la Tour		Etang de Coupe-Gorge	La Bonne Mare	Mares de Forêt	La Cerisaie	Grandvaux	
	Eaux alcalines										Eaux acides									
Groupement chimique	riches en m. o. a.					moyennement riches en m. o.					riches en m. o. v.									
	calciques Groupe a ₁		peu calciques Groupe a ₂ hypereutrophes			calciques Groupe b		peu calciques Groupe c eutrophes			eaux humiques Groupe d		tourbières à S. Groupe e dystrophes							
<i>Proales daphnicola</i>	-	+																		
<i>Epiphanes senta</i>	+	+	+					-												
<i>Brachionus leydiği v. rotundus</i>	+	+	+																	
<i>B. rutens</i>		+	+																	
<i>B. calyciflorus</i>	+		+	+	+		+	+	+											
<i>Asplanchna girodi</i>				-	-		-	-	+				(-)							
<i>Pompholyx sulcata</i>				-	-		+	-	-				+							
<i>Trichocerca pusilla</i>										+										
<i>Synchaeta tremula</i>																				
<i>Brachionus angularis</i>			+	+	+		+	+	+						+			+		
<i>Filinia passa</i>			+	+	+		+	+	+							+				
<i>F. terminalis</i>			-	+	+		+	+	+											
<i>Polyarthra dolichoptera</i>		+		+	+		+	+	+						+	+			+	
<i>Keratella quadrata</i>			-	+	+		+	+	+						+	+				+
<i>K. cochlearis</i>				+	+		+	+	+						+	+				
<i>Asplanchna priodonta</i>				+	+		-	+	+						+	+				
<i>Synchaeta pectinata</i>				-	+		+	+	+						+	+				
<i>Polyarthra eurypetra</i>				-	-				+						+	+				
<i>P. major</i>				-	-										+	+				
<i>Ascomorpha ecaudis</i>															(-)	+				
<i>Kellicottia longispina</i>															+	+				
<i>Ploesoma hudsoni</i>															+	+				
<i>Notommata pseudocerberus</i>															-	-	+			
<i>Trichocerca similis</i>															+	+				
<i>Gastropus hyptopus</i>															+	+				
<i>Conochilus hippocrepis</i>															+	+				
<i>Notommata algivores (5 esp.)</i>															+	+	+			+
<i>Keratella valga</i>															(-)	+	+			
<i>Chromogaster ovalis</i>																+	+			
<i>Gastropus minor</i>																	+			
<i>Keratella serrulata</i>																		+		+
Microflore dominante par ordre de dominance	Eugléniens + Chlorococcales ou Volvocales			Eugléniens Volvocales Chlorococcales			Chlorococcales Cyanophycées + Eugléniens Volvocales Diatomées Cryptomonadales			Chrysophysées Péridiniens Diatomées			Chrysophysées Desmidiées + Diatomées Péridiniens			Desmidiées + Volvocales Diatomées				

Les espèces rotifériennes les plus fréquentes ont seules été portées sur le tableau, en commençant par celles qui peuplent les stations de type a et en terminant par celles qui peuplent les stations de types d et e. Les espèces de l'étang de la Tour, placées entre parenthèses n'ont été récoltées que dans la faune d'accompagnement des Phanérogames aquatiques.

Ce tableau met en évidence la non ubiquité d'un certain nombre d'espèces par rapport à d'autres.

Polyarthra dolichoptera présente dans tous les groupes, se révèle la plus ubiquiste. En mettant à part les tourbières à *Sphagnum* de faciès particulier, on peut compter parmi les espèces relativement ubiquistes : *Brachionus angularis*, *Keratella quadrata*, les *Filinia* ainsi que *Keratella cochlearis*, *Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, dont l'absence n'a été notée que dans les mares de ferme calciques (groupe a₁) qui sont caractérisées par une forte pollution et une haute teneur en phosphates et dérivés nitrés.

Synchaeta tremula et *S. oblonga* semblent éviter les eaux riches en matières organiques d'origine animale, qu'elles soient calciques ou non.

Quelques espèces habitent toutes les eaux alcalines pourvu qu'elles ne soient pas excessivement polluées (groupes a₂, b, c) et sont exclues des eaux humiques acides : *Brachionus diversicornis*, *Pompholyx sulcata*, *Asplanchna girodi*; et, dans les collections d'eau de dimensions minimales : *Anureopsis fissa*, *Keratella testudo*, *Notholca acuminata* et *Rhinoglena frontalis*; ces deux dernières espèces sont plus abondantes dans les eaux calciques que dans les eaux pauvres en alcalinoterreux.

Brachionus calyciflorus est limitée aux eaux calciques et aux eaux riches en substances organiques d'origine animale (groupes a et b).

Les autres espèces occupent des biotopes plus restreints :

— En eaux riches en substances organiques d'origine animale (groupe a) : *Brachionus rubens*, *Proales daphnicola*, toutes deux épizoaires sur les Daphnies (*D. magna* le plus souvent), *Epiphanes senta*, *Brachionus leydigi*. Ces deux dernières montrent une préférence pour les eaux calciques de ce groupe (groupe a₁).

— En eaux alcalines moins riches en substances organiques dissoutes (groupes b et c) : *Synchaeta oblonga*, *Trichocerca pusilla*; en eaux calciques (groupe b) : *Brachionus budapestinensis*.

— En eaux faiblement alcalines ou acides mais peut minéralisées et pauvres en calcium (groupes c et d) : *Polyarthra euryptera*, *Kellicottia longispina*, *Chromogaster ovalis*, *Gastropus hyptopus*, *Conochilus hippocrepis*.

Ascomorpha ecaudis, *Ploesoma hudsoni*, *Trichocerca similis* ont été récoltés dans des eaux de ce type et également dans un étang plus minéralisé et plus calcique, de type plus fortement eutrophe (étang de Vaugien).

Le caractère commun à ces stations (groupe d, étangs de La Tour et de Vaugien) est un apport de substances humolimniques par des eaux de ruissellement sur sols forestiers (apport plus faible aux étangs de La Tour et de Vaugien qu'à ceux du groupe d) et surtout un peuplement algal de Chrysophytes et Pyrrophytes dominant alors que les Chlorococcales et Eugléniens y sont rares ou limités à des espèces caractéristiques de ces biotopes (*Euglena acus* par exemple) à l'inverse de ce qui se produit dans les groupes a et b.

Keratella valga n'a été récoltée dans nos régions que dans des eaux humiques, légèrement acides (type d) où elle abonde en période froide et ne subsiste qu'à l'état de rares exemplaires en été. Ce type d'habitat aussi noté par GILLARD (1948) semble appuyer la distinction morphologique faite par BERZINS (1955) entre *K. valga* et *K. tropica*, auparavant confondues. Selon la littérature relevée à son sujet, *K. tropica* est très commune dans le zooplancton des eaux chaudes (20 à 30° C) alcalines des régions tropicales (DE BEAUCHAMP, 1932a; HAUER, 1938; GEORGE, 1961; GREEN, 1960).

Dans le plancton estival de nos collections d'eau alcalines hypereutrophes, il n'est jamais apparu d'espèces pouvant être rattachées au groupe *valga-tropica*. Cependant GILLARD (1950) note la présence massive de *K. valga* dans une eau de ce type en août 1947 (température : 20°; pH : 7,0).

K. testudo, selon quelques auteurs, occupe une niche écologique voisine de *K. valga*, fait que nous n'avons pas observé. Nous n'avons jamais rencontré *K. testudo* dans des mares humiques acides mais bien au contraire seulement dans des eaux alcalines, calciques ou non, mais de toutes façons non humiques (groupe a et b).

Nous n'avons pas trouvé de relevés faunistiques précis où coexistent simultanément *K. testudo* et *K. valga* hormis celui de PAWLOWSKI (1956) concernant la rivière Grabia à pH acide. Etant donné la complexité du réseau hydrographique étudié par l'auteur, il paraît possible que le zooplancton global de cette rivière soit le résultat de la rencontre fortuite d'une foule d'espèces réunies là par l'action du courant et la confluence des bassins. HAUER (1958) signale la présence de *K. testudo* dans les eaux brunes acides d'un marais, de même que celle de *K. serrulata* et de *K. ticinensis* mais n'indique pas si les trois espèces ont été récoltées simultanément au même point.

Keratella ticinensis et *K. serrulata* habitent les eaux humiques acides de type d et e. La seconde espèce est surtout commune dans les eaux de tourbières. Cependant, selon NAUWERCK (1963), *K. ticinensis* est présente dans les eaux eutrophes du lac Erken et GILLARD (1955) signale cette espèce dans une mare moyennement calcique, à pH 7,2, assez riche en végétaux supérieurs aquatiques. La présence de *K. ticinensis* est peut-être plus liée à l'abondance de la végétation aquatique qu'à d'autres facteurs.

Platyias polyacanthus, *Microcodices chlaena*, *Gastropus minor* sont comme *K. serrulata*, des espèces caractéristiques des eaux humiques acides.

Les différents habitats de *Brachionus falcatus*, *Polyarthra major*, *Trichocerca cylindrica*, *Conochiloides coenobasis*, *C. dossuarius* ont un caractère général commun qui est leur faible teneur en alcalinoterreux.

Polyarthra remata a été récoltée dans des étangs de caractères physico-chimiques assez variés (la Bonne Mare, La Tour, Vaugien, Beauséjour), mais où la microflore dominante était toujours composée de Chrysophytes et Pyrrophytes.

A la suite de WESENBERG-LUND (1930) quelques auteurs considèrent *Pedalia mira* comme typique des eaux tourbeuses ce qui ne nous paraît pas exact : nous avons récolté deux populations abondantes l'une dans une mare du type d (Le Trou, septembre 1955), en une période où le pH dépassait légèrement la neutralité, mais l'autre dans un étang de type b (prairie « B », août et septembre 1962) alcalin et calcique, sans rapport avec des biotopes tourbeux.

Nous n'avons envisagé jusqu'ici que les espèces planctoniques mais des différences identiques peuvent être relevées dans les habitats des espèces benthiques.

— Espèces ubiquistes : *Cephalodella gibba*, *C. auriculata*, *Philodina citrina*, *Rotaria rotatoria*. *Notommata pseudocerberus* a été récoltée dans des eaux de types b, c et d.

— Espèces d'eaux alcalines (groupes a, b, c) n'évitant généralement que les eaux humiques acides : de nombreux Brachionidae, *Pleurotrocha petromyzon*.

— Espèces d'eaux calciques (groupes a₁, b) : *Eosphora najas* dans les petites collections d'eaux, *Rotaria neptunia*.

— Espèces d'eaux humiques acides et peu calciques (groupe d) : *Rotaria macrura*, *R. neptunoida*, *Ptygura pilula*, *Trichocerca tigris*, les *Notommata* algivores (*N. cerberus*, *N. codonella*, *N. collaris*, *N. copeus*, *N. pachyura*) et *Resticula gelida*. WULFERT (1942) signale cette dernière espèce dans une source sulfureuse acide du Tyrol.

Les *Notommata* citées ci-dessus, à l'exception de *N. collaris*, ainsi que *Trichocerca tigris* et *Ptygura pilula* ont été récoltées dans les tourbières à *Sphagnum* qui constituent le type extrême de ces eaux humiques acides. Trois espèces, limitées aux eaux humiques acides, peu calciques, n'ont été rencontrées que dans ces tourbières : *Tetrasiphon hydrocora*, *Trichocerca collaris*, *Elosa woralli*. WISNIEWSKI (1937) cite cette dernière dans le psammon de bassins d'eaux acides plus ou moins humiques. Dans la tourbière de la Cerisaie, *Elosa woralli* est beaucoup plus abondante dans l'eau d'expression des Sphaignes que dans l'eau libre; elle paraît donc assez thigmotactique.

Dans la mesure où nous avons pu comparer nos observations à celles d'auteurs ayant effectué des analyses physico-chimiques et biologiques assez complètes nous avons relevé de nombreuses concordances de fait.

Nous ne nous hasarderons qu'à quelques comparaisons avec le système de classification des eaux d'après leur degré de trophie qui est fondé sur l'intensité de la production organique totale d'un lac. La productivité n'étant pas toujours mesurée, les auteurs se basent sur la conductivité des eaux dont il est admis qu'elle croît parallèlement à la productivité, sous réserve que les facteurs climatiques soient les mêmes et que l'accroissement de conductivité ne soit pas produit par l'excès d'un seul sel (RODHE, 1951). Cette dernière condition n'est pas toujours remplie dans nos collections d'eau où la teneur en sels dissous (donc en première approximation la conductivité) suit au moins dans quelques cas la teneur en calcium. De plus nous ne possédons pas encore suffisamment de données pour être assurés que la confrontation de ce système avec celui que nous avons employé soit rigoureusement valable.

Par rapport aux conductivités des eaux des lacs eutrophes scandinaves, les teneurs en sels minéraux des eaux des groupes a et b du tableau 25 les font ranger dans un type hypereutrophe (ou polytrophe); seules les eaux du groupe c peuvent être assimilées au type eutrophe.

Les espèces du genre *Brachionus* montrent une préférence marquée pour les eaux hypereutrophes : *B. angularis* est la seule espèce du genre qui soit à peu près ubiquiste, n'étant éliminées que des eaux très acides. *Asplanchna brightwelli* et *A. girodi* sont, aussi, fréquentes dans ces eaux hypereutrophes.

Au contraire, *Kellicottia longispina*, *Ploesoma hudsoni*, *Gastropus hyptopus*, *Conochilus hippocrepis* évitent cette hypereutrophie. PEJLER (1957c) a noté dans les lacs scandinaves eutrophes une diminution en nombre des deux premières espèces pendant les périodes d'eutrophisation maximum.

Synchaeta oblonga, *Trichocerca pusilla*, *Pompholyx sulcata* sont communes aux eaux eutrophes et hypereutrophes.

Polyarthra euryptera et *P. major* apparaissent limités aux eaux faiblement minéralisées, peu calciques. Nous n'avons récolté *P. major* qu'en eaux alcalines mais d'autres auteurs tels que PEJLER (1957c) signalent aussi la présence de cette espèce dans des eaux dystrophes normalement acides.

Les espèces suivantes sont généralement liées aux eaux dystrophes (eaux humiques, acides, peu minéralisées, peu calciques) : *Keratella serrulata*; *Microcodices chlaena*, *Platyias polyacanthus*, *Gastropus minor*, *Lecane stichaea* (pour ces deux dernières espèces voir PEJLER, 1962c), *Tetrasiphon hydrocora*, *Trichocerca collaris*, *Elosa woralli* et également *Ptygura pilula* commun dans ces eaux bien que l'espèce puisse vivre en eau dure plus alcaline selon EDMONDSON (1944).

La présence de *T. similis*, considérée comme caractéristique d'eaux humiques (CARLIN, 1943; PEJLER, 1957c), normale dans la Bonne Mare, paraît plus inhabituelle à l'étang de La Tour (type c) et à l'étang de Vaugien, tous deux de type plus eutrophe. Les individus récoltés semblent bien correspondre dans les trois cas à *T. similis* : longueur du corps (y compris les épines antérodorsales) : 200 μ , du grand orteil : 45 μ , pied à deux articles.

Faut-il attribuer leur présence dans les deux derniers étangs à la faible quantité de substances humolimniques qui s'y trouvent ? C'est possible d'autant plus que, à l'étang de La Tour, l'espèce a été trouvée abondante en 1954 mais rare en 1962 alors que l'analyse chimique révèle une eutrophisation de l'étang; mais le rôle de la microflore qualitativement analogue n'est pas à négliger. Malheureusement nous ne connaissons pas les exigences alimentaires de l'espèce.

Parmi les espèces benthiques, *Resticula gelida* paraît de même liée aux eaux dystrophes. *R. gelida* est très commune en période froide dans les fossés de forêt : elle a été récoltée en février 1955 dans une mare humique près de Coupe-Gorge, de pH : 5,8, d'oxydabilité : 15,5 mg/l, d'extrait sec : 132 mg/l et degré hydrométrique : 2 (FARRUGIA, 1960; tableau XVI).

Un apport d'eau de type différent de celui de l'étang où elles se déversent peut imprimer son caractère à la faune (et la flore) du lieu où aboutissent ces eaux. C'est ainsi qu'à l'étang de La Tour, la région Nord-Est envahie par la végétation aquatique reçoit pendant la saison froide des eaux de ruissellement sur sols acides. De décembre à mars le pH des eaux de cette zone est de 6,6 - 7,0 alors qu'il varie de 7,5 à 9 pendant le reste de l'année lorsque l'arrivée

de ces eaux acides est stoppée. Dans la zone pélagique le pH est toujours alcalin.

De décembre à mars dans cette zone particulière, apparaissent des espèces qui sont plus caractéristiques des eaux humiques acides : *Reticula gelida* (en grand nombre), *Keratella valga* (rares) en compagnie d'espèces moins exigeantes non limitées à ces eaux acides telles que *Gastropus hyptopus* (abondant également); la flore y est modifiée de même : abondance d'*Eudorina elegans*, *Gonium pectorale* avec des *Synura* en grand nombre.

Le cas des étangs étudiés en Sologne dont le zooplancton riche en Entomostracés apparaît fort pauvre en Rotifères mérite d'être examiné à part. Comparés aux étangs d'Ile-de-France (étang de La Tour par exemple) à extrait sec de même valeur et phytoplancton assez semblable (Chrysophycées, Diatomées, Périдиниens y dominent), ils montrent une proportion en alcalinoterreux plus élevée (24 à 30 % de l'extrait sec contre 15 % environ à l'étang de La Tour) et une oxydabilité moindre.

Nous nous contentons de noter ces faits sans en rechercher les rapports exacts pour lesquels une étude plus poussée de ces étangs serait nécessaire.

Vu la complexité des biotopes, chacun ayant un caractère particulier, il est parfois difficile de caractériser la niche écologique d'une espèce. Dans les eaux naturelles il est impossible de séparer un facteur précis des autres : par exemple le caractère acide des eaux de forêt est indissolublement lié à un degré hydrométrique bas et à une grande richesse en humus. De ce fait il paraît plus intéressant de tenter de définir l'habitat d'une espèce en ayant recours à un complexe de facteurs plutôt que de rapporter celle-ci à un seul d'entre eux et de la baptiser acidobionte ou calciphobe.

Pour définir un biotope, en dehors de la conductivité des eaux, les teneurs en alcalinoterreux sont intéressantes à connaître, étant donné leur répercussion sur la microflore qui en dépend qualitativement (LEFÈVRE, 1944; LEFÈVRE *et al.*, 1945; VILLERET, 1955).

A côté de cette teneur en alcalinoterreux, le tableau 25 fait apparaître l'importance du taux et surtout de la qualité des substances organiques dissoutes. Faute de méthodes précises d'analyse, leur qualité a été déduite par l'observation directe de leur provenance; leur taux relatif peut être déduit de la mesure de l'oxydabilité de l'eau. Il s'agit là non seulement des acides humolimniques (prépondérants dans les types d et e) mais aussi de toutes les autres substances organiques y compris celles d'origine animale. Leur influence sur les Algues est de plus en plus reconnue comme prééminente et il semble que le zooplancton ne soit pas indifférent à leur présence au moins dans certains cas.

Le pH qui résulte essentiellement des deux facteurs précédents corrobore l'équilibre de ceux-ci sans apporter d'éléments nouveaux.

D'autre part pour définir le biotope d'un Rotifère (ou d'une espèce animale en général) outre les caractères physico-chimiques généraux, il est préférable de tenir compte également du peuplement algal qui est fonction des qualités biogéniques de l'eau. Ceci parce que certains éléments organiques non décelables à l'analyse peuvent imprimer un caractère particulier à la microflore et le rapport de celle-ci et du milieu peut être masqué en apparence.

Comme nous n'avons pas trouvé expérimentalement de relations directes entre les constituants minéraux ou le pH et les Rotifères, il est probable que les espèces dont la présence paraît reliée à ces éléments le sont par l'intermédiaire soit des Algues qui peuvent avoir une influence directe (rôle trophique) ou indirecte (sécrétions), soit d'un autre facteur (substance organique dissoute, par exemple) à rôle trophique ou non.

CONCLUSION

De cette étude, il se dégage que trois principaux facteurs peuvent être rendus directement responsables de la dynamique des populations de Rotifères dans les eaux naturelles.

Les deux premiers ont un rôle depuis longtemps reconnu dans l'ensemble du règne animal : ce sont la température et les relations trophiques.

La température limite le développement des espèces, voire des races, sténothermes. Elle influence le taux de reproduction de tous les Rotifères, favorisant le développement des espèces ou des races qui présentent une température de développement optimum proche de la température régnant dans le biotope.

Dans tout biotope, les relations trophiques entre les différents membres jouent un rôle primordial (GRASSÉ, 1951). Il y a donc un grand intérêt à connaître avec précision les exigences alimentaires des espèces.

Les besoins nutritifs des Rotifères sont fonction de plusieurs facteurs. L'ingestion d'éléments figurés par une espèce dépend du rapport des tailles respectives, de la structure du mastax du Rotifère et aussi du choix opéré par ce dernier, car le choix est certain, au moins dans divers cas. La digestion des aliments absorbés dépend de l'épaisseur de la membrane des Algues, de la spécificité des sucs digestifs.

La spécificité alimentaire est plus ou moins marquée selon les espèces; elle varie parfois selon les races écologiques d'une même espèce, certaines races ayant un spectre alimentaire plus étroit que d'autres.

Quelques espèces se nourrissent exclusivement soit de Bactéries, soit de détritits fins. La plupart utilisent les Algues. Celles-ci constituent une source de nourriture importante pour de nombreux Rotifères : Desmidiées, Zygneales, Chlorophycées filamenteuses,

plus rarement Cyanophycées pour les espèces benthiques; bon nombre de Rotifères planctoniques se nourrissent du phytonanoplancton. La valeur nutritive du tripton et des Bactéries pour les organismes filtrateurs du zooplancton non strictement algivores n'est pas toujours bien claire et nécessite des recherches complémentaires.

La répartition écologique des Rotifères est fonction, en premier lieu, de leurs exigences alimentaires. En ce qui concerne les espèces strictement phytophages il est évident que leur présence dans un biotope sera fonction de celle des espèces algales qui leur servent de nourriture. Par l'intermédiaire des Algues, les espèces rotifériennes sont liées aux caractères physico-chimiques du biotope dont dépend le peuplement algal.

Le fait est particulièrement net pour les espèces dont la spécificité alimentaire est stricte et l'éventail nutritif étroit. Par exemple, les *Notommata* algivores que nous avons étudiées, sont récoltées le plus souvent ou même exclusivement dans des eaux acides, humiques, peu calciques et peu minéralisées (type des collections d'eau de forêt). La principale raison en est que ces eaux abritent les Conjuguées (surtout Desmidiées) dont ces Rotifères font leur nourriture habituelle.

La fréquence des espèces phytophages du genre *Brachionus* dans les eaux alcalines, calciques et fortement minéralisées (pour des eaux douces) ou dans les eaux riches en substances organiques d'origine animale est due, au moins en partie, au fait que ces eaux sont, les premières riches en Chlorococcales et Volvocales, les secondes riches en Eugléniens. Les Brachions algivores puisent l'essentiel de leur nourriture parmi les espèces algales appartenant à ces groupes. Les exemples de ce genre pourraient être multipliés pour les Synchaetidae, Gastropodidae, etc.

Mais ces deux facteurs, température et besoins alimentaires, ne suffisent pas pour expliquer à eux seuls l'évolution annuelle des populations de Rotifères, pas plus que celle des autres groupes animaux, d'ailleurs. Il nous est arrivé de voir réunies dans un biotope les conditions de température et d'alimentation favorables à l'apparition et à l'épanouissement d'une espèce ou d'un groupe d'espèces sans qu'aucune de celles-ci n'apparaissent.

Les besoins en oxygène des Rotifères semblent suffisamment faibles pour ne pas intervenir directement.

Longtemps, il a été attribué au pH un rôle essentiel dans la répartition écologique des Rotifères (et d'autres organismes dulçaquicoles). Or de nombreuses observations font reculer les limites des pH tolérés par les Rotifères et l'expérimentation montre qu'ils supportent d'assez grandes variations dans la concentration en ions

H⁺, à l'intérieur des limites de pH des eaux naturelles de composition normale.

Les Rotifères sont également peu sensibles aux variations ioniques — toujours dans la limite des variations observées dans les eaux naturelles —, et à la concentration totale en sels dissous — tant que l'équilibre osmotique est respecté.

Le rapport établi entre les Rotifères et ces différents facteurs (pH, teneurs en alcalinoterreux, en sels dissous) dans les stations naturelles n'exprime qu'une relation indirecte. Le peuplement primaire végétal, dépendant des conditions édaphiques, est en fait l'élément déterminant le peuplement secondaire animal. La niche écologique d'une espèce peut-être définie non par un seul facteur mais par un ensemble de facteurs représentant un tout complexe dont chacun ne donne qu'un aspect.

Il faut donc rechercher les causes directes de la répartition écologique en dehors de ces facteurs non directement responsables.

Dans sa communication au colloque international d'Ecologie en 1950, M. PRENANT « constatait que les rapports trophiques sont loin d'être les seules dépendances réciproques à considérer dans les biocénoses. Par exemple le rejet des produits du métabolisme modifie le milieu et influe de façons diverses sur les individus de diverses espèces, en modifiant leur reproduction ou leur longévité ou même en les éliminant ».

Cette influence des produits du métabolisme a été démontrée chez les végétaux aquatiques, en particulier chez les Algues dont l'auto- et l'hétéro-antagonisme ont été mis en évidence par les travaux de LEFÈVRE et de ses élèves (1952). Chez les animaux aquatiques microscopiques, le rôle des substances organiques dissoutes a été envisagé dans quelques cas. Il semble que ce rôle mériterait d'être élargi et placé en premier plan.

Les excréta ou secréta de Rotifères carnivores (*Asplanchna*) sont une des causes des variations morphologiques d'autres espèces de Rotifères utilisées comme proies (DE BEAUCHAMP, 1952b et c; POURRIOT, sous presse). Il paraît possible que des composés organiques résultant de l'activité métabolique d'autres êtres vivants, soient à l'origine des variations phénotypiques d'espèces planctoniques dont aucune théorie, aucune modification des facteurs physiques ni des éléments chimiques minéraux n'a réussi jusqu'à présent à fournir l'explication.

Les produits du métabolisme des Bactéries, Champignons, Algues et végétaux supérieurs peuvent influencer sur la reproduction des Rotifères.

L'effet favorisant ou défavorisant de l'addition d'extrait de *Sphagnum* ou d'extrait de levure à certaines espèces de Rotifères en

élevage est parfois très net, et il est des cas où la présence de tels extraits s'avère indispensable au maintien des souches.

Les excreta (ou secreta) des Algues paraissent agir de deux façons. Par leur hétéroantagonisme, des espèces algales microplanktoniques (le plus souvent inutilisables par le zooplancton), quand elles dominent, peuvent éliminer les espèces nannoplanktoniques profitables au zooplancton et indirectement provoquer la disparition de ce dernier.

Les espèces animales bactériophages ou détritivores sont également sous la dépendance de la dominance des Algues. Une concentration élevée en Algues qui entraîne l'accumulation des produits de leur métabolisme, s'oppose généralement aux développements bactériens ainsi qu'à la présence de détritus fins en suspension.

Une action directe des excreta algaux peut aussi être envisagée. Dans certaines conditions, leur présence à un certain taux peut gêner voire stopper la reproduction des Rotifères (ou des Cladocères) et même à l'extrême limite provoquer leur mort.

L'influence défavorable d'une grande concentration en Algues (cas des fleurs d'eau) liée à celle de leurs produits d'excrétion fournit une explication à l'exclusion du zooplancton de ces eaux.

Nous n'avons envisagé jusqu'à présent que le résultat de l'influence des substances organiques dissoutes dans les eaux douces stagnantes. Un autre problème est celui de leur mode d'action.

Un effet défavorable à la vie ou à la reproduction des petits métazoaires peut s'expliquer par une plus ou moins grande concentration en substances de type antibiotique dont l'action est toujours plus ou moins spécifique.

Il est possible d'envisager l'effet favorable des substances organiques sur la reproduction des Rotifères sous deux aspects. Elles peuvent agir à faible dose à la manière des vitamines, comme des activateurs. Leur rôle le plus souvent mis en avant est celui de leur utilisation en tant qu'apport nutritif complémentaire d'éléments directement assimilables. La théorie de PÜTTER concernant le rôle des matières organiques dissoutes dans l'alimentation du zooplancton n'est pas à négliger mais elle n'a été jusqu'à présent que soupçonnée indirectement par le raisonnement.

Favorisant certaines espèces animales, en défavorisant d'autres, les substances organiques dissoutes interviennent très probablement dans l'équilibre des populations en présence et leur dynamique.

Le rôle (antibiotique, trophique ou d'activateur) de ces substances organiques dissoutes quoique extrêmement complexe, est de plus en plus souligné dans les récents travaux d'écologie aquatique. Pour préciser le rôle propre à chacune des substances ou au

moins des groupes de substances, des recherches biochimiques seraient nécessaires. Néanmoins, le rôle des produits du métabolisme des divers groupes d'êtres vivants, celui des produits de décomposition des fleurs d'eau et leur mode d'action peuvent être approchés par l'expérimentation et, en partie, par des méthodes d'analyse chimique usuelles les plus complètes et précises possibles. Telle sera l'orientation que nous essaierons de donner à nos futurs travaux de recherches.

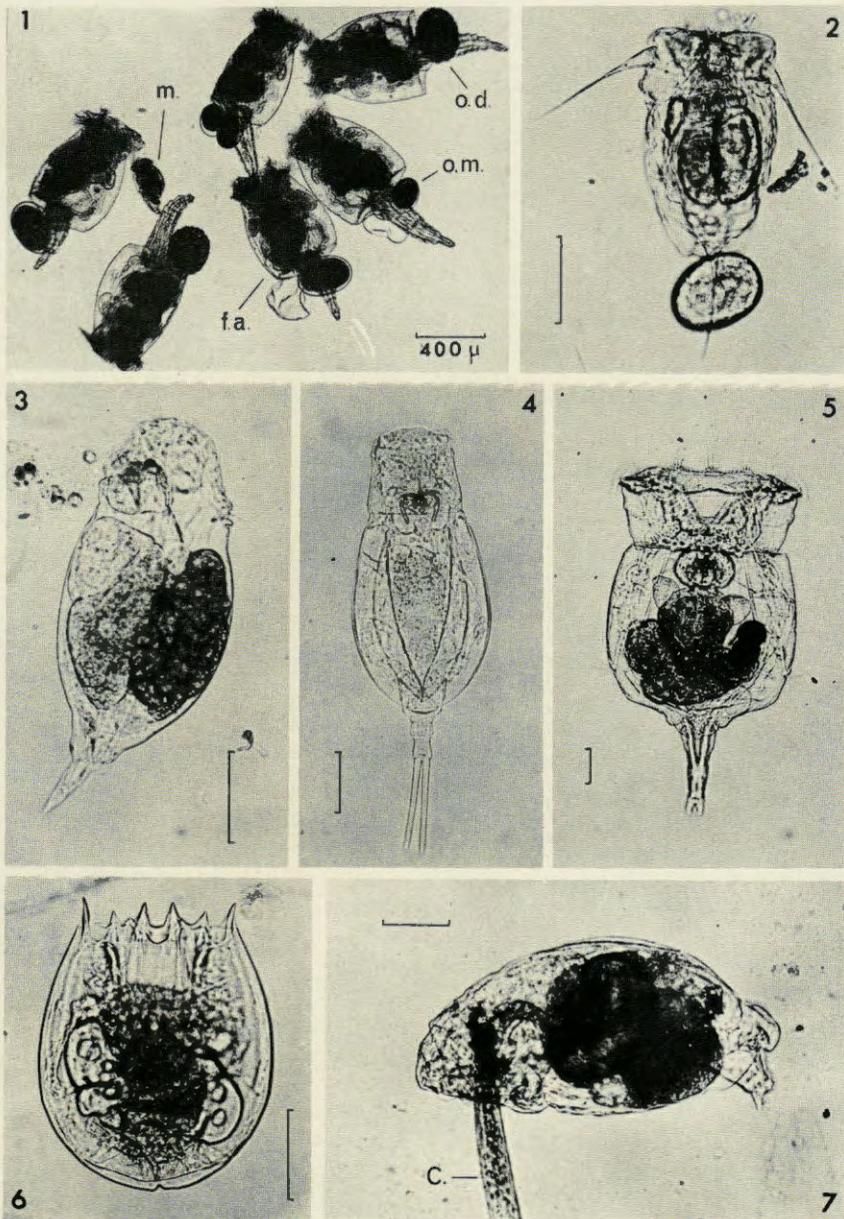
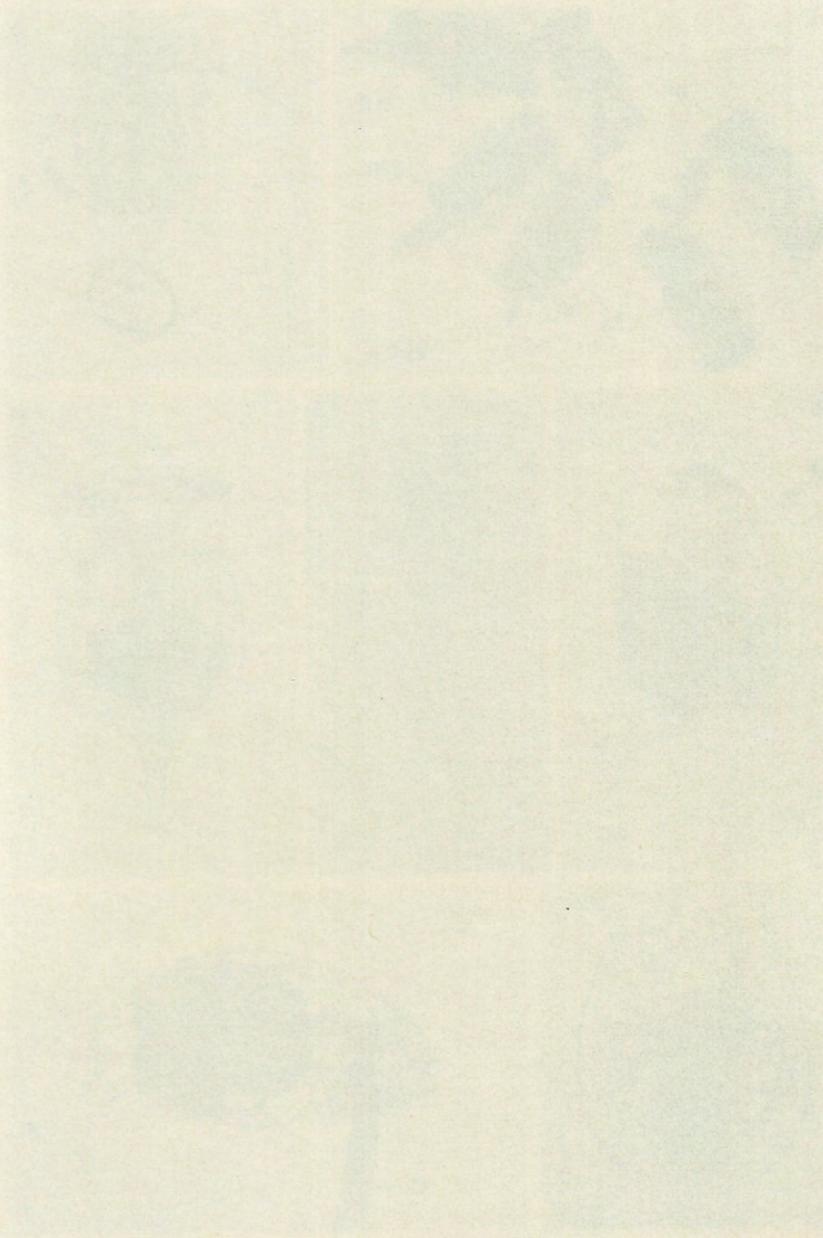


Planche I. — 1, *Brachionus leydigi*: femelle amictique (f.a.), femelle mictique avec ses 2 sortes d'œufs: œufs mâles (o.m.) et œufs de durée (o.d.); mâle (m.). 2, *Filinia brachiata*. 3, *Proales doliaris*. 4, *Dipleuchlanis propatula*. 5, *Epiphanes brachionus*. 6, *Notholca squamula*. 7, *Notommata codonella* vidant un *Cosmarium* (C.). Les échelles des figures 2 à 7 représentent 50 μ .



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637
TEL. 773-936-3700

LISTE DES ESPÈCES ALGALES CITÉES DANS LE TEXTE
ET ABSENTES DES TABLEAUX DE PEUPELEMENTS (1)

CHLOROPHYCÉES

Volvocales

- Carteria globosa* Korsch.
- Chlamydomonas* sp. *
- C. variabilis* Dang. *
- Chlorogonium elongatum* Dang. *
- C. euchlorum* Ehr. *
- Eudorina elegans* Ehr. *
- Pandorina morum* Bory *
- Gonium pectorale* Müller *
- G. sociale* (Duj.) Warming *
- Haematococcus pluvialis* Flotow em. Wille *
- Polytoma uvella* Ehr. *

Chlorococcales

- Chlorella pyrenoidosa* Chick *
- Crucigenia apiculata* (Lemm.) Schm. *
- Kirchneriella contorta* (Schmidle) Bohlin *
- Quadrigula* sp. *
- Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat *
- Selenastrum minutum* (Naeg.) Collins *
- Eremosphaera viridis* Moore

(1) N.B. — Les espèces utilisées au cours de nos expériences sont suivies d'un astérisque.

Ulothricales

- Geminella* sp. *
- Hormidium* sp. *
- Microspora* sp. *
- Stigeoclonium tenue* Kütz. *

ZYGOPHYCÉES = CONJUGUÉES

Zygnemales

- Mougeotia* sp. *
- Spirogyra* sp. *
- Zygnema* sp. *

Mesotaeniales

- Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hausg. *

Desmidiiales

- Closterium acerosum* (Schrank) Ehr. *
- C. brauni* Reinsch *
- C. juncidum* Ralfs
- C. kützingi* Bréb.
- C. lunula* (Müll.) Nitzsch.
- C. macilentum* Bréb.
- Cosmarium connatum* Bréb. *
- C. lundellii* Delp. *
- C. tetraophthalmum* Bréb. *
- Euastrum verrucosum* Ehr. *
- Micrasterias apiculata* (Ehr.) Menegh.
- Netrium digitus* (Ehr.) Itz. et Rothe *
- Penium margaritaceum* (Ehr.) Bréb. *
- Pleurotaenium ehrenbergi* (Bréb.) De Bary
- P. trabecula* (Ehr.) Näg.
- Staurastrum furcigerum* Bréb. *
- Xanthidium antilopeum* (Bréb.) Kütz. *
- Desmidium cylindricum* Grev.
- D. schwartzi* Agardh
- Hyalotheca mucosa* (Mert.) Ehr. *

EUGLENOPHYCÉES

- Euglena americana* Chad. et Prov. *
- E. gracilis* Klebs *

E. viridis Ehr.
Phacus glaber (Defl.) Pochm.
P. helicoides Pochm.
P. hispidula (Eichw.) Lemm.
P. pyrum (Ehr.) Stein *
Trachelomonas hispida v. *coronata* Lemm. *
T. volvocina Ehr.

CHRYSOPHYCÉES

Chrysomonadales

Dinobryon divergens Imhof
D. sertularia Ehr.
D. stipitatum Stein
Mallamonas caudata Iwan.
Ochromonas malhamensis Pringsheim *
Syncrypta volvox Ehr.
Synura sp. *
S. uvella Ehr.

BACILLARIOPHYCÉES = DIATOMÉES

Centrales

Cyclotella comta (Ehr.) Kütz.
Stephanodiscus hantschii Grün.
Melosira italica (Ehr.) Kütz.
M. varians C. A. Ag.
M. granulata (Ehr.) Ralfs
M. distans (Ehr.) Kütz.

Pennales

Asterionella formosa Hassall
Nitzschia recta Hantzsch. *
Pinnularia viridis (Nitz.) Ehr.

DINOPHYCÉES = PÉRIDIINIENS

Gymnodinium fuscum Stein
Ceratium cornutum (Ehr.) Clap. et Lachm.
Peridinium willei Huitf. - Kaas

CRYPTOMONADINES

- Cryptomonas* cf. *curvata* (1) Ehr. *
C. marssonii Skuja
Chilomonas paramecium Ehr. *

CYANOPHYCÉES

Chroococcales

- Microcystis aeruginosa* Kütz.
M. flos-aquae (Wittr.) Kirchn.
Synechocystis minima Bourrelly *

Oscillatoriales

- Phormidium uncinatum* Gom. *
P. autumnale (Ag.) Gom. *
P. retzi (Ag.) Gom. *
Oscillatoria acutissima Kuff. *
O. formosa Bory
O. ornata Kütz. *
O. planctonica Wolosz.
O. tenuis Ag. *
Lingbia aeruginosa Ag. *
Anabaena lutea Gardner *
A. torulosa (Carm.) Lagerh. *
A. variabilis Kütz. *
Cylindrospermum alatosporum Fritsch. *
Mastigocladus laminosus f. *anabaenoides* Boye - Pet. *
Nostoc pruniforme Ag. *

(1) N.B. — La détermination spécifique de ce Flagellé, en culture, n'étant pas très sûre, il a été le plus souvent noté : *Cryptomonas* sp. lors des expériences.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES ROTIFÉRIENNES

<i>Ascomorpha ecaudis</i>	142
<i>Asplanchna brightwelli</i>	139
<i>A. girodi</i>	139
<i>A. priodonta</i>	141
<i>Asplanchnopus multiceps</i>	141
<i>Brachionus angularis</i>	126
<i>B. calyciflorus</i>	126
<i>B. diversicornis</i>	129
<i>B. leydigi</i>	126
<i>B. plicatilis</i>	129
<i>B. rubens</i>	126
<i>B. urceolaris</i>	126
<i>Cephalodella auriculata</i>	154
<i>C. gibba</i>	154
<i>Chromogaster ovalis</i>	144
<i>Collotheca ornata</i>	164
<i>Conochiloïdes natans</i>	162
<i>C. dossuarius</i>	163
<i>Conochilus hippocrepis</i>	163
<i>Dicranophorus forcipatus</i>	155
<i>D. grandis</i>	155
<i>D. prionacis</i>	155
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	175
<i>Enteroplea lacustris</i>	154
<i>Eosphora najas</i>	152
<i>Eothinia elongata</i>	152
<i>Epiphanes brachionus</i>	125
<i>E. senta</i>	124
<i>Filinia passa</i>	160
<i>Gastropus hyptopus</i>	142
<i>Itura myersi</i>	153
<i>Kellicottia longispina</i>	133
<i>Keratella cochlearis</i>	131

<i>K. quadrata</i>	129
<i>K. serrullata</i>	133
<i>K. testudo</i>	129
<i>K. valga</i>	129
<i>Lindia torulosa</i>	156
<i>Microcodides chlaena</i>	134
<i>Notholca acuminata</i>	134
<i>Notommata aurita</i>	149
<i>N. cerberus</i>	148
<i>N. codonella</i>	148
<i>N. collaris</i>	148
<i>N. copeus</i>	144
<i>N. glyphura</i>	149
<i>N. pachyura</i>	147
<i>N. pseudocerberus</i>	150
<i>Pedalia mira</i>	161
<i>Philodina citrina</i>	165
<i>P. roseola</i>	165
<i>Platytias patulus</i>	134
<i>P. polyacanthus</i>	135
<i>Ploesoma hudsoni</i>	139
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	137
<i>Proales daphnicola</i>	157
<i>P. fallaciosa</i>	158
<i>Resticula gelida</i>	152
<i>R. melandocus</i>	135
<i>Rhinoglena frontalis</i>	135
<i>Rotaria rotatoria</i>	165
<i>Scaridium longicaudum</i>	155
<i>Synchaeta oblonga</i>	138
<i>S. pectinata</i>	138
<i>S. tremula</i>	138
<i>Tetrasiphon hydrocora</i>	158
<i>Trichocerca harveyensis</i>	160
<i>T. longiseta</i>	160
<i>T. rattus</i>	159

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AHLSTROM, E.H., 1940. A revision of the Rotatorian genera *Brachionus* and *Platyas* with descriptions of one species and two new varieties. *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, 77 (3) : 143-184.
- AHLSTROM, E.H., 1943. A revision of the Rotatorian genus *Keratella* with descriptions of three new species and five new varieties. *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, 80 (12) : 411-457.
- ALTHAUS, B., 1957. Faunistisch-ökologische Studien an Rotatorien salzhaltiger Gewässer Mitteldeutschlands. *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat.*, 7 (1) : 117-158.
- AMREN, H., 1964a. Ecological studies of zooplankton in some ponds on Spitsbergen. *Zool. Bid. Uppsala*, 36 : 161-191.
- AMREN, H., 1964b. Ecological and taxonomical studies on zooplankton from Spitsbergen. *Zool. Bid. Uppsala*, 36 : 209-276.
- BALDI, E., 1950. Phénomènes de microévolution dans les populations planktiques d'eau douce. *Vjsch. Naturf. Ges. Zürich.*, 95 : 89-114.
- BARTOŠ, E., 1948. On the bohemian species of the genus *Pedalia barrois*. *Hydrobiol.*, 1 (1) : 63-77.
- BARTOŠ, E., 1951. The czechoslovak Rotatoria of the order Bdelloidea. *Vest. Csl. Zool. spol.*, 15 (2/4) : 241-500.
- BATUT, J. (Sous presse). Etude de la faune submicroscopique de quelques tourbières à *Sphagnum*. *Hydrobiol.*
- BAZIRE, M., 1953. Cultures pures d'*Hydatina senta*, premiers résultats. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 236 : 855-857.
- BEACH, N.W., 1960. A study of the planktonic Rotifers of the Ocqueoc river system, Presque Isle County, Michigan. *Ecol. Monogr.*, 30 (4) : 339-357.
- BEADLE, L.C., 1963. Anaerobic life in a tropical crater lake. *Nature*, 200 (4912) : 1223-1224.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1909. Recherches sur les Rotifères : les formations tégumentaires et l'appareil digestif. *Arch. Zool. exp. gén.*, (4^e) 10 : 1-410.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1912. Instructions for collecting and fixing Rotifers in bulk. *Proc. U.S. nat. Mus.*, 42 : 181-185.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1923. Courtes notes sur les Rotifères. *Ann. Biol. lac.*, 12 (3/4) : 221-228.

- BEAUCHAMP, P. DE, 1927. Formes rares des eaux douces d'Alsace. *Bull. Ass. Philom. Als. et Lorr.*, 7 (3) : 191-193.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1928. Coup d'œil sur les recherches récentes relatives aux Rotifères et sur les méthodes qui leur sont applicables. *Bull. Biol.*, 62 : 52-125.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1932a. Scientific results of the Cambridge expedition to the east African lakes, 1930-1 — 6. Rotifères et Gastrotriches. *J. Linn. Soc. London*, 38 (258) : 231-248.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1932b. Contribution à l'étude du genre *Ascomorpha* et des processus digestifs chez les Rotifères. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 57 (5) : 428-449.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1937b. Remarques sur quelques Rotifères. *Bull. Ass. Philom. Als. et Lorr.*, 7 (4) : 299-303.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1938. Les cultures de Rotifères sur chlorelles. Premiers résultats en milieu septique. *Trav. Stat. Zool. Wimereux*, 13 : 27-38.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1947. Sur la répartition de quelques brachions (Rotifères). *C.R. Soc. Biogéogr.*, 280 : 40-43.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1951. Sur la variabilité spécifique dans le genre *Asplanchna* (Rotifères). *Bull. Biol.*, 85 (2) : 137-175.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1952a. Les Rotifères et leur importance en économie piscicole. *Bull. Fr. Pisc.*, 165 : 129-132.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1952b. Un facteur de la variabilité chez les Rotifères du genre *Brachionus*. *C.R. Acad. Sc.*, 234 : 573-575.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1952c. Variation chez les Rotifères du genre *Brachionus*. *C.R. Acad. Sci.*, 235 : 1355-1356.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1961. Sur *Asplanchna henrietta* (Rotifère). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 86 (6) : 701-704.
- BEAUCHAMP, P. DE, 1963. Mizukawari. Rotifères contre anguilles. *Bull. Fr. Piscic.*, 208 : 96-97.
- BEAUCHAMP, P. DE, et R. POURRIOT, 1961. A propos de *Microcodices chlaena* (Rotifère). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 86 (6) : 705-709.
- BERG, A., 1962. Exposé des méthodes d'analyse chimique et physicochimique des eaux humiques. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi*, 15 : 183-206.
- BERG, K. & IB. C. PETERSEN, 1956. Studies on the humic, acid lake Gribssø. *Fol. limnol. Scand.*, 8 : 1-273.
- BERZINS, B., 1950. On the Collothecacean Rotatoria. With special reference to the species found in the Aneboda district, Sweden. *Arkiv. Zool.*, (1) 37 : 565-592.
- BERZINS, B., 1952. Notes on the feeding of some Rotifera. *J. Quekett Micr. Cl.*, (4) 3 (5) : 334-336.
- BERZINS, B., 1955. Taxonomie und Verbreitung von *Keratella valga* und verwandten formen. *Arkiv Zool.*, 8 (7) : 549-559.
- BIRGE, E.A. & J. JUDAY, 1922. The inland lakes of Wisconsin; the plancton, part 1. Its quantity and chemical composition. *Bull. Wis. geol. nat. Hist. Surv.*, 64 : 1-122.
- BUCHNER, H., 1936. Experimentelle Untersuchungen über den Generationswechsel der Rädertiere. *Z. Indukt. Abstamm-u-Vererblehre.*, 72 : 1-49.
- BUCHNER, H., 1941. Experimentelle Untersuchungen über den Generationswechsel der Rädertiere. II. *Zool. Jb.*, 60 (3) : 279-344.

- CARLIN, B., 1939. Ueber die Rotatorien einiger Seen bei Aneboda. *Medd. Lunds Univ. Limnol. Instn.*, 2 : 3-68.
- CARLIN, B., 1943. Die Planktonrotatorien des Motalaström. Zur Taxonomie und Oekologie der Planktonrotatorien. *Medd. Lunds Univ. Limnol. Instn.*, 5 : 1-255.
- DIEFFENBACH, H. & R. SACHSE, 1912. Biologische Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. *Int. Rev. Hydrobiol.*, Suppl., 3 (2) : 94 p.
- DONNER, J., 1954. Zur Rotatorienfauna Südmährens. *Oest. Zool. Z.*, 5 (1/2) : 30-117.
- DOUGHERTY, E.C. & B. SOLBERG, 1959. Laboratory culture of Rotifers and Gastrotrichs. I. Xenic cultures. II. Dixenic, monoxenic, and attempted axenic cultures. *Anat. Rec.*, 134 (3) : 555-556.
- DOUGHERTY, E.C., B. SOLBERG & L.G. HARRIS, 1960. Synxenic and attempted axenic cultivation of Rotifers. *Anat. Rec.*, 137 (3) : 350-351, et *Science*, 132 : 146.
- DOUGHERTY, E.C., B. SOLBERG & D.J. FERRAL, 1961. The first axenic cultivation of a Rotifer species. *Experientia*, 17 (3) : 132.
- DUSSART, B., 1948. Sur le plancton du lac Lemman. *Arch. Sci. Genève*, 1 (3) : 417-428.
- DUSSART, B. (sous presse). Les différentes catégories de plancton. *Hydrobiologia*.
- DUSSART, B. & C. FRANCIS-BŒUF, 1949. Technique du dosage de l'oxygène dissous dans l'eau basée sur la méthode de Winkler. *Circ. Cent. Rech. Etudes Océanogr.*, 1 t. (n° 1) : 1-8.
- DUSSART, B., 1950. Dosage de l'oxygène dissous dans les eaux naturelles. *Circ. cent. Rech. Etudes Océanogr.*, R.T.B. (n° 4) : 1-10.
- EDMONDSON, W.T., 1944. Ecological studies of sessile Rotatoria. Part. 1. Factors affecting distribution. *Ecol. Monogr.*, 14 : 31-66.
- EDMONDSON, W.T., 1945. Ecological studies of sessile Rotatoria. Part. II. Dynamics of population and social structures. *Ecol. Monogr.*, 15 (2) : 141-172.
- EDMONDSON, W.T., 1946. Factors in the dynamics of Rotifer populations. *Ecol. Monogr.*, 16 (4) : 358-372.
- EDMONDSON, W.T., 1948. Ecological application of Lansing's physiological work on longevity in Rotatoria. *Science*, 108 : 123-126.
- EDMONDSON, W.T., 1957. Trophic relations of the zooplankton. *Trans. Amer. micr. Soc.*, 76 (3) : 225-245.
- EDMONDSON, W.T., 1960. Reproductive rates of Rotifers in natural populations. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi*, 12 : 21-77.
- EDMONDSON, W.T., 1962. Food supply and reproduction of zooplankton in relation to phytoplankton population. *Rapp. Cons. Explor. Mer.*, 153 : 137-141.
- EDMONDSON, W.T., 1964. The rate of egg production by Rotifers and Copepods in natural populations as controlled by food and temperature. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 15 : 673-675.
- EDMONDSON, W.T. & G.E. HUTCHINSON, 1934. Report on Rotatoria. *Mem. Conn. Acad. Arts Sci.*, 10 (11) : 153-186.
- ERMAN, L.A., 1956. Feeding habits of Rotifera from the quantitative aspect. (En Russe). *Zool. Zh.*, 35 (7) : 965-971.

- ERMAN, L.A., 1962a. On the quantitative aspect of feeding and selectivity of food in the plankton Rotifer *Brachionus calyciflorus* Pall. (En russe). *Zool. Zh.*, 41 (1) : 34-48.
- ERMAN, L.A., 1962b. Alimentation et multiplication du Rotifère planctonique *Brachionus calyciflorus* Pall. dans des cultures massives. (En Russe). *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, 144 (4) : 926-930.
- ERMAN, L.A., 1962c. On the utilization of the reservoirs trophic resources by plankton Rotifers. (En Russe). *Bull. Soc. Invest. Nat. Moscou, Sect. Biol.*, 67 (4) : 32-48.
- FARRUGIA, G., 1960. Contribution à la connaissance de l'origine, du métabolisme et des propriétés biologiques, pour les Algues, des sels minéraux et composés organiques dissous dans les collections d'eau naturelles stagnantes. *Hydrobiol.*, 16 (1) : 1-80.
- FAURÉ-FRÉMIET, E., 1961. Documents et observations écologiques et pratiques sur la culture des Infusoires Ciliés. *Hydrobiol.*, 18 (4) : 300-320.
- FINESINGER, J.E., 1926. Effect on certain chemical and physical agents on fecundity and length of life and on their inheritance in a Rotifer *Lecane (Distyla) inermis* Bryce. *J. Exp. Zool.*, 44 : 63-94.
- FRITSCH, R.H., 1953. Die Lebensdauer von *Daphnia* sp. bei verschiedner Ernährung, besonders bei Zugabe von Pantothensäure. *Z. wiss. Zool.*, 157 : 35-56.
- GAJEVSKAJA, N.S., 1958. Le rôle de groupes principaux de la flore aquatique dans les cycles trophiques des différents bassins d'eau douce. *Verh. int. ver. Limnol.*, 13 : 350-362.
- GALKOVSKAYA, G.A., 1963. — On the utilisation of food for growth and conditions of the highest production yield in Rotatoria, *Brachionus calyciflorus* Pallas. (En Russe). *Zool. Zh.*, 42 (4) : 506-512.
- GALLAGHER, J., 1962. The influence of food, predation, pH, and temperature on invertebrate aquatic population fluctuations - A hypothesis. *Proc. La. Acad. Sci.*, 25 : 25-31.
- GELDIAY, R., 1949. Etudes comparées sur les faunes macroscopiques et microscopiques du barrage de Tchoubouk et du lac d'Emir (Ankara). *Commun. Fac. Sci. Ankara*, 2 : 151-199.
- GEORGE, M.G., 1961. Observations on the Rotifers from shallow ponds in Delhi. *Curr. Sci.*, 30 (7) : 268-269.
- GESSNER, F., 1929. Die Biologie der Moorseen. *Arch. Hydrobiol.*, 20 : 1-64.
- GILLARD, A., 1948. De Brachionidae (Rotatoria) van België met beschouwingen over de taxonomie van de familie. *Natuurwet. Tijdschr.*, 30 : 159-218.
- GILLARD, A., 1950. Contribution à l'étude des microorganismes de la Lys et de l'Escaut à Gand. *Biol. Jaarb.*, 17 : 112-161.
- GILLARD, A., 1955. Rotateurs des mares de Chertal. *Bull. Inst. Sci. nat. Belg.*, 31 (46) : 1-22.
- GISIN, H., 1951. *La Biocénotique. Année biol.*, 27 (2) : 81-88.
- GOJDICS, M., 1953. The genus *Euglena*. Madison, 268 p.
- GOSSLER, O., 1950. Funktionsanalysen am Räderorgan von Rotatorien durch optische Verlangsamung. *Oest. Zool. Z.*, 2 : 568-584.
- GRAAF, Fr. de, 1956. Studies on Rotatoria and Rhizopoda from the Netherlands. *Biol. Jaarb.*, 23 : 145-216.

- GRAAF, F. de, 1957. The microflora and fauna of a quaking bog in the nature reserve « Het Ho » near Kortenhoeve in the Netherlands. *Hydrobiol.*, 9 (2/3) : 210-319.
- GRASSÉ, P.P., 1951. Biocénétique et phénomène social. *Année biol.*, 27 (2) : 153-160.
- GRAY, E.A., 1953. The ecology of Rotifers in Cambridgeshire. *J. Anim. Ecol.*, 22 : 208-216.
- GREEN, J., 1960. Zooplankton of the river Sokoto, the Rotifera. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 135 (4) : 491-523.
- HAMELIN, E., 1956. Les Rotifères du canal de Caen à la mer. Le problème de leur origine. *Arch. Zool. exp. gén.*, 93 (3) : 142-168.
- HANSEN, K., 1962. The dystrophic lake type. *Hydrobiol.*, 19 (2) : 183-191.
- HARDY, A.C. & E.R. GUNTHER, 1936. The plancton of the south Georgia whaling grounds and adjacent waters, 1926-1927. *Discovery Rep.*, II : 1-456.
- HARNISCH, O., 1929. Die Biologie der Moore. Die Binnengewässer, 7 : 146 p.
- HARRING, H.K., 1913. Synopsis of the Rotatoria. *Bull. U.S. nat. Mus.*, 81 : 3-226.
- HARRING, H.K. & F.J. MYERS, 1922. The Rotifer fauna of Wisconsin. *Wisc. Acad. Sci.*, 20 : 553-662.
- HARRING, H.K., 1924. The Rotifera fauna of Wisconsin. II. A revision of the Notommatid Rotifers exclusive of the Dicranophorinae. *Wisc. Acad. Sci.*, 21 : 415-549.
- HARRING, H.K., 1927. The Rotifer of Wisconsin. IV. The Dicranophorinae. *Wisc. Acad. Sci.*, 23 : 667-808.
- HASLER, A.D. & E. JONES, 1949. Demonstration of the antagonistic action of large aquatic plants on Algae and Rotifers. *Ecology*, 30 (3) : 359-364.
- HAUER, J., 1927-35. Rotatorien aus dem Schluchseemoor und seiner Umgebung. *Verh. naturw. Ver. Karlsruhe*, 31 : 47-130.
- HAUER, J., 1936. Rädertiere aus dem Naturschutzgebiet weingartener Moor. *Beitr. naturk. Forsch. Südw. Dtschl.* : 129-152.
- HAUER, J., 1937. Zur Kenntnis der Rotatorienfauna des Eichener Sees. *Beitr. naturk. Forsch. Südw. Dtschl.*, 2 (2) : 165-173.
- HAUER, J., 1938. Die Rotatorien von Sumatra, Java und Bali nach den Ergebnissen der deutschen limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 15 : 296-384, 507-602.
- HAUER, J., 1952. Pelagische Rotatorien aus dem windgfällweihen Schluchsee und Titisee im Südlichen Schwarzwald. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 20 : 212-237.
- HAUER, J., 1958. Rädertiere aus dem sumpfe « Grosse Seewiese » bei Kist. *Nachr. Naturw-Mus. Aschaffenburg.*, 60 : 1-52.
- HAUER, J., 1963. Zur Kenntnis der Rädertiere (Rotatoria) von Aegypten. *Arch. Hydrobiol.*, 59 (2) : 162-195.
- HILLBRICHT, A., 1961. The character of occurrence of free swimming Rotatoria bred in aquaria. (Polonais - Résumé Anglais). *Ekol. Polsk.*, sr. A, 9 (3) : 39-60.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., 1962. Euplanktonic Rotifers (Rotatoria) in ponds varyingly stocked with carp fry. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, 10 (12) : 537-540.

- HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., 1963. Effect of carp fry as predators on some Rotifer (Rotatoria) species. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, 11 (2) : 87-89.
- HUBAULT, E., 1947. Etudes thermiques, chimiques et biologiques des eaux des lacs de l'Est de la France. (Vosges, Jura, Alpes de Savoie). *Ann. Ec. Eau For. Nancy*, 10 (2) : 115-260.
- HUSTEDT, F., 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). *Die Süßwasser-Flora*, 10 : 466 p.
- HUTCHINSON, G.E., 1943. Thiamin in lake water and aquatic organisms. *Arch. Biochem.*, 2 : 143-150.
- HYMAN, L.H., 1951. The invertebrates, vol. 3 : *Acanthocephala, Aschelminthes, and Entoprocta*. (The pseudocoelomate bilateria). U.S.A. New-York, 572 p.
- ITO, T., 1955. Studies on the « Misukawari » in cel-culture ponds. I. The feed activity of *Br. plicatilis* on phytonannoplancton. II. The changes in pH and O₂ in the Mizukawari by *Br. plicatilis*. *Rep. Fac. Fish. Univ. Mie.*, 2 : 162-177.
- JENNINGS, H.S., 1903. Rotatoria of the United States. II. A monograph of the *Rattulidae*. *Bull. U.S. Fish. comm.* : 273-352.
- JENNINGS, H.S. & R.S. LYNCH, 1928. Age, mortality, fertility and individual diversities in the *Proales sordida* Gosse. I. Effect of age of parent on characteristics of offspring. *J. Exp. Zool.*, 50 : 345-407.
- JENNINGS, H.S., 1928. II. Life history in relation to mortality and fecundity. *J. Exp. Zool.*, 51 : 339-381.
- KERTESZ, G., 1956. The Rotifers of the periodical waters of Farnos. *Acta Zool. Budapest*, 2 (4) : 339-358.
- KLAUW, C.J. van der, 1951. Qu'est-ce que l'Ecologie ? *Année biol.*, 27 (2) : 103-115.
- KLEMENT, V., 1960. Zur Rotatorienfauna ephemerer Gewässer. *Jh. Ver. Naturkde. Württemberg.*, 115 : 337-349.
- KLIMOWICZ, H., 1962. Rotifers of the small water bodies of Cairo botanical gardens. *Polsk. Arch. Hydrobiol.*, 10 (23) : 241-270.
- KOCH-ALTHAUS, B., 1963. Systematische und ökologische studien an Rotatorien des Stechlinsees. *Limnol.* (Berlin), 1 (5) : 375-456.
- KOLISKO, A., 1938a. Beiträge zur Erforschung Lebensgeschichte der Rädertiere auf Grund von Individualzuchten. *Arch. Hydrobiol.*, 33 : 165-207.
- KOLISKO, A., 1938b. Über die Nahrungsaufnahme bei *Anapus testudo* (*Chromogaster testudo* Lauterb.). *Int. Rev. Hydrobiol.*, 37 : 296-305.
- KOLISKO, A., 1939. Über *Conochilus unicornis* und seine Kolonie - Bildung. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 39 : 78-98.
- KOSICKI, S., 1960. The vertical distribution of pelagic Rotatoria during the summer stagnation in lakes M. Kolajki and Sniardivy. *Polsk. Arch. Hydrobiol.*, 8 (21) : 9-61.
- LANSING, A.I., 1942. Some effects of hydrogen ion concentration, total salt concentration, calcium and citrate on longevity and fecundity of the Rotifer. *J. exp. Zool.*, 91 : 195-211.

- LANSING, A.I., 1947. A transmissible, cumulative and reversible factor in aging. *J. Geront.*, 2: 228-239.
- LANSING, A.I., 1948. Evidence for aging as a consequence of growth cessation. *Proc. nat. Acad. Sci. Wash.*, 34: 304-310.
- LEENTVAAR, P., 1961. Quelques Rotateurs rares observés en Hollande. *Hydrobiol.*, 18 (3) : 245-251.
- LEMMERMANN, E., J. BRUNNTHALER & A. PASCHER, 1915. *Chlorophyceae*. II. Tetrasporales Protococcales. Die Süßwasser-Flora, 5 Jena, 250 p.
- LEFÈVRE, M., 1932. Monographie des espèces d'eau douce du genre *Peridinium* Ehrb. *Arch. bot. Caen.*, 2 (5) : 2-208.
- LEFÈVRE, M., 1940. Signification et valeur du facteur pH en hydrobiologie. *Bull. Soc. cent. Aquic. Pêche*, 47 (7/12) : 50-55.
- LEFÈVRE, M., 1941. Recherches hydrobiologiques sur les rivières, mares et étangs du domaine nationale de Rambouillet. *Bull. franç. Pisc.*, 122 : 89-147.
- LEFÈVRE, M., 1942. L'utilisation des Algues d'eau douce par les Cladocères. *Bull. biol.*, 76 (3) : 250-276.
- LEFÈVRE, M., 1944. Algues d'eau douce et zooplancton. *Bull. Franç. Pisc.*, 132 : 1-7.
- LEFÈVRE, M., 1948. Influence des variations de niveau d'un étang sur la nature de son phytoplancton. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 2 : 43-50.
- LEFÈVRE, M., 1950. Les pêches quantitatives de plancton en hydrobiologie. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 3 : 197-203.
- LEFÈVRE, M., 1950. Plancton vernal de quelques étangs de Sologne. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 3 : 209-222.
- LEFÈVRE, M., 1958a. De l'influence des matières organiques sur la nature et l'abondance du plancton. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 7 : 253-267.
- LEFÈVRE, M., 1958b. Contribution à la connaissance des Bactéries des collections d'eau stagnantes et de leur rôle en hydrobiologie. *Hydrobiol.*, 12 (1) : 55-72.
- LEFÈVRE, M. & G. FARRUGIA, 1958. De l'influence, sur les Algues d'eau douce, des produits de décomposition spontanée des substances organiques d'origine animale et végétale. *Hydrobiol.*, 10 : 49-65.
- LEFÈVRE, M., H. JAKOB & M. NISBET, 1952. Auto et hétéroantagonisme chez les Algues d'eau douce, *in vitro* et dans les collections d'eau naturelles. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 4 : 1-197.
- LEFÈVRE, M., J. SPILLMANN & J. DUCHÉ, 1945. Recherches hydrobiologiques sur les étangs de Sologne. *Ann. Stat. cent. Hydrobiol. appl.*, 1 : 23-88.
- LIEBERS, R., 1937. Beiträge zur Biologie der Rädertiere. Untersuchungen an *Euchlanis dilatata* und *Proales decipiens*. *Z. Wiss. Zool.*, 150 : 206-261.
- LINDEMAN, R.L., 1941. Seasonal food-cycle dynamics in a senescent lake. *Amer. Midl. Nat.*, 26 : 636-673.
- LUNTZ, A., 1926. Untersuchungen über den Generationswechsel der Rotatorien. I. Die Bedingungen des Generationswechsels. *Biol. Zbl.*, 46 (5) : 233-257.
- LUNTZ, A., 1929. Untersuchungen über den Generationswechsel der Rädertiere. II. Der zyklische Generationswechsel von *Brachionus bakeri*. *Biol. Zbl.*, 49 (4) : 193-211.

- LYNCH, R.S. & H.B. SMITH, 1931. A study of the effects of modifications of the culture medium upon length of life and fecundity in a Rotifer *Proales sordida*. With special relation to their heritability. *Biol. Bull.*, 60 : 30-59.
- MACK, B., 1952. Über ein eigentümliches Verhalten isolierter Plastiden in der Magenwand des Rotators *Ascomorpha ecaudis* Perty. *Oest. Bot. Z.*, 99 (1) : 156-160.
- MANUJLOVA, E.F., 1958. Problème de l'importance du nombre de Bactéries pour le développement des Cladocères dans les conditions naturelles. (En Russe). *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 120 (5) : 1129-1132.
- MARGALEF, R., 1945. Observaciones sobre el régimen alimenticio de varios pequeños animales de agua dulce. *Rev. esp. Fisiol.*, 1 (3) : 245-250.
- MARGALEF, R., 1948a. Notas sobre algunos Rotíferos. *Publ. Inst. Biol. Barcelona*, 4 : 136-148.
- MARGALEF, R., 1948b. Sobre el régimen alimenticio de los animales en agua dulce. *Rev. esp. Fisiol.*, 4 (3) : 207-213.
- MARGALEF, R., 1955. Los organismos indicadores en la limnología. Biología de las aguas continentales XII. *Inst. For. Invest. Exper. Madrid* : 1-300.
- MILLER, H.M., 1931. Alternation of generations in the Rotifer *Lecane inermis* Bryce. I. Life histories of the sexual and non-sexual generations. *Biol. Bull.*, 60 : 345-381.
- MITCHELL, C.W., 1913. Experimentally induced transitions in the morphological characters of *Asplanchna amphora* Hudson, together with remarks on sexual reproduction. *J. exp. Zool.*, 15 : 91-130.
- MORTIMER, C.H., 1956. The oxygen content of air-saturated fresh-waters and aids in calculating percentage saturation. *Mitt. Int. Ver. Limnol.*, 6 : 1-20.
- MYERS, F.J., 1930. The Rotifer fauna of Wisconsin. V. The genera *Euchlanis* and *Monommata*. *Wisc. Acad. Sci.*, 25 : 353-413.
- MYERS, F.J., 1941. *Lecane curvicornis* var. *miamiensis* new variety of Rotatoria, with observations on the feeding habits of Rotifers. *Notul. nat. Acad. Philad.*, 75 : 1-8.
- MYERS, F.J., 1942. The Rotatorian fauna of the Pocono plateau and environs. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.*, 94 : 251-285.
- NAUMANN, E., 1923. Ueber die Nahrungserwerb und die natürliche Nahrung der Copepoden und der Rotiferen. *Lunds. Univ. Arsskr.*, n.s. 2 (19) : 3-17.
- NAUMANN, E., 1929. Grundlinien der experimentellen Planktonforschung. Die Binnengewässer, 6 : 100 p.
- NAUWERCK, A., 1959. Zur Bestimmung der Filtrierate limnischer Plankton Tiere. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 25 (1) : 83-101.
- NAUWERCK, A., 1963. Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb. bot. Upsaliens.*, 17 (5) : 1-163.
- NIPKOW, F., 1961. Die Rädertiere im Plankton des Zürichsees und ihre Entwicklungsphasen. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 23 (2) : 398-461.
- NOGRADY, T.F., 1957. Beiträge zur Limnologie und Rädertierfauna ungarischer Natrongewässer. *Hydrobiol.*, 9 (4) : 348-360.
- NOGRADY, T.F., 1962. On the Rotifera and Limnology of an Hungarian bog pond. *Canad. J. Zool.*, 40 : 677-684.

- NOYES, B., 1922. Experimental Studies on the life history of a Rotifer reproducing parthenogenetically (*Proales decipiens*). *J. exp. Zool.*, 35 : 225-255.
- OYE, P. van, 1947. Recherches sur les Rotateurs de la Belgique. V. Données diverses. *Ann. Soc. zool. Belg.*, 78 : 5-23.
- OYE, P. van, 1952. Recherches sur les Rotateurs de la Belgique. VII. Nouvelles données et conclusions biologiques. *Ann. Soc. zool. Belg.*, 84 (2) : 269-328.
- PACAUD, A., 1933. Répartition de deux Cladocères communs et teneur des eaux en matières organiques dissoutes. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 58 : 319-330.
- PACAUD, A., 1939. Contribution à l'écologie des Cladocères. *Bull. Biol. Suppl.*, 25 : 1-260.
- PACAUD, A., 1949. Elevages combinés Mollusques-Cladocères. Introduction à l'étude d'une biocoenose limnique. *J. Rech.*, 9 (2) : 1-16.
- PACAUD, A., 1952. Contribution à l'analyse expérimentale des biocoenoses limniques. *J. Rech.*, 18 : 1-3.
- PARISE, A., 1960. I. Rotiferi del Lago di Nemi dal 1922 al 1943. *Arch. Oceanogr. Limnol., Roma*, 12 (1) : 1-93.
- PASCHER, A., 1927. Volvocales (Flagellatae 4, Chlorophyceae 1). *Die Süßwasser-Flora*, 4, Jena : 506 p.
- PASCHER, A. & E. LEMMERMANN, 1913. Flagellatae II (Chrysoomonodinae, Cryptomonodinae, Eugleninae, Chloromonadinae). *Die Süßwasser-Flora*, 2 : 192 p.
- PAWLOWSKI, L.K., 1956. Première liste des Rotifères trouvés dans la rivière Grabia. *Bull. Soc. Sci. Lodz*, Cl. 3, *Sci. Math. & Nat.*, 7 (4) : 1-54.
- PAWLOWSKI, L.K., 1958. Wrotki (Rotatoria) rzeki Grabi 1 - Faunistyczna. *Soc. Sci. Lodz*, 50 (3) : 2-450.
- PEJLER, B., 1956. Introgression in planktonic Rotatoria with some points of view on its cause and conceivable results. *Evolution*, 10 (3) : 246-261.
- PEJLER, B., 1957a. On variation and evolution in planktonic Rotatoria. *Zool. Bidr. Uppsala*, 32 : 1-66.
- PEJLER, B., 1957b. Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from northern swedish Lapland. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, 6 (5) : 1-68.
- PEJLER, B., 1957c. Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from Central Sweden. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, 6 (7) : 1-52.
- PEJLER, B., 1961. The zooplankton of Osbysjön, Djursholm. I. Seasonal and vertical distribution of the species. *Oikos*, 12 (2) : 225-248.
- PEJLER, B., 1962a. The zooplankton of Osbysjön, Djursholm. II. Further ecological aspects. *Oikos*, 13 (2) : 216-231.
- PEJLER, B., 1962b. Morphological studies on the genera *Notholca*, *Kellicottia*, and *Keratella* (Rotatoria). *Zool. Bidr. Uppsala*, 33 : 295-309.
- PEJLER, B., 1962c. On the taxonomy and ecology of benthic and periphytic Rotatoria. Investigation in northern Swedish Lapland. *Zool. Bidr. Uppsala*, 33 : 327-422.

- PENARD, E., 1922. Les Protozoaires considérés sous le rapport de leur perfection organique. Genève, 95 p.
- PENNAK, R.W., 1946. The dynamics of fresh-water plankton populations. *Ecol. Monogr.*, 16 : 339-356.
- PENNAK, R.W., 1949. Annual limnological cycles in some Colorado reservoir lakes. *Ecol. Monogr.*, 19 (3) : 235-267.
- PENNAK, R.W., 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 2 (3) : 222-232.
- PENNINGTON, W., 1941. The control of the numbers of freshwater phytoplankton by small invertebrates animals. *J. Ecol.*, 29 : 204-211.
- POURRIOT, R., 1957a. Contribution à la connaissance des Rotifères et des Cladocères de la région parisienne. *Hydrobiol.*, 9 (1) : 38-49.
- POURRIOT, R. 1957b. 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., 1960. Recherches sur la biologie du Rotifère *Eosphora najas Ehrenberg*. *Hydrobiol.*, 16 (4) : 309-322.
- POURRIOT, R., 1963a. Utilisation des Algues brunes unicellulaires pour l'élevage des Rotifères. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 256 : 1603-1605.
- POURRIOT, R. (Sous presse). Notes taxinomiques sur quelques espèces de Rotifères planctoniques. *Hydrobiol.*
- POWERS, J.H., 1912. A case of polymorphism in *Asplanchna* simulating a mutation. *Amer. Natural.*, 46 : 441-462, 526-552.
- PRATT, R., H.A. SPOEHR & al., 1944. Chlorellin, an antibacterial substance from *Chlorella*. *Science*, 99 : 351-352.
- PRATT, R., J.F. ONETO & J. PRATT, 1945. Studies on *Chlorella vulgaris*. X. Influence of the age of the culture on the accumulation of chlorellin. *Amer. J. Bot.*, 32 : 405-408.
- PRAY, F.A., 1959. Experimental studies on the effects of certain environmental factors on fecundity and longevity of the Rotifer. *Proc. Iowa Acad. Sc.*, 40 : 432-442.
- PRENANT, M., 1934. Adaptation, écologie et biocoenotique. *Actualités sci. industr.*, 103, Paris. 59 p.
- PRENANT, M., 1951. Les interactions en biocoenotique. *Année biol.*, 27 (2) : 143-151.
- RAMADAN, F.M., H. KLIMOWICZ & SWELIN, A.A., 1963. — The pollutional effect of industrial wastes on Rotifer. *Polski Arch. Hydrobiol.*, 11, (24) 1 : 97-108.
- REMANE, A., 1929a. Intrazelluläre Verdauung bei Rädertieren. *Z. verg. Physiol.*, 11 (1) : 146-154.
- REMANE, A., 1929b. Rotatoria. Grimpe & Wagler, Tierwelt der Nord und Ostsee, VII* : 156 p.
- REMANE, A., 1932. Netzfilter und Strudelfilterapparate bei Rädertieren. *Zool. Anz.*, 100 : 126-132.
- REMANE, A., 1929/32/33. Rotatorien. Dr. H.G. Bronn's Klassen und Ordnungen d. Tierreichs, Leipzig, 4, Abt. II, Buch 1, Lief 1-4.
- REZWOJ, P., 1927. Über den Nahrungserwerb bei Rotiferen (En Russe). *Trudy Leningrads. Obsc. Estestv.*, 56 : 73-89.

- RIDDER, M. DE, 1960. Ecologisch-Faunistische Studie van de Radertiertjes van de Camargue (Zuid-Frankrijk). Met beschouwingen over de taxonomie en beschrijving van vijf nieuwe soorten. *Verh. Kon. VI. Acad. Wet., Lett. Sch. Kunsten België.* : 1-201.
- RIDDER, M. DE, 1961. Etude faunistique et écologique des Rotifères de la Camargue. *Biol. Jaarb.*, 29 : 169-231.
- RIDDER, M. DE, 1963. Recherches sur les Rotifères des eaux saumâtres. X. Les Rotifères planctoniques de Nieuport et environs. *Bull. Inst. Sci. nat. Bel.*, 34 (4) : 1-39.
- RILEY, G.A., 1939. Limnological studies in Connecticut. *Ecol. Monogr.*, 9 (1) : 53-94.
- RILEY, G.A., 1940. Limnological studies in Connecticut. Part III. The plancton of Linsley pond. *Ecol. Monogr.*, 10 : 279-306.
- RODHE, W., 1949. The ionic composition of lake waters. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 10 : 377-386.
- RODHE, W., 1951. Minor constituents in lake waters. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 11 : 317-323.
- RODINA, A.G., 1948. Substance organique dissoute comme nourriture pour les Cladocères (En Russe). *Zool. Zh.*, 27 (5) : 403-410.
- RUTTNER, F., 1937. Limnologische Studien und einigen Seen der Ostalpen. *Arch. Hydrobiol.*, 32 : 167-319.
- RUTTNER, F., 1963. Fundamentals of Limnology. 3^e Ed. Toronto, 295 p.
- RUTTNER-KOLISKO, A., 1949. Zum Formwechsel- und Artproblem von *Anuraea aculeata* (*Keratella quadrata*). *Hydrobiol.*, 1 (4) : 425-468.
- RYLOV, W.M., 1935. Das Zooplankton der Binnengewässer. Die Binnengewässer, 15 : 272 p.
- RYTHER, J., 1954. Inhibitory effects of phytoplankton upon the feeding of *Daphnia magna* with reference to growth, reproduction, and survival. *Ecology*, 35 (4) : 522-532.
- SALIMOVSKAYA-RODINA, A.G., 1940. Bacteria and yeasts as food for Cladocera (*D. magna*). *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, 24 (3) : 248-252.
- SCHAEFFER, V.B. & R.J. ROBINSON, 1939. A limnological study of lake Washington. *Ecol. Monogr.*, 9 (1) : 95-143.
- SCOURFIELD, D.J. & J.P. HARDING, 1958. A key to the british species of freshwater Cladocera. F. B. A., 2 Ed., 55 p.
- SHULL, A.F., 1910. Artificial production of the parthenogenetic and sexual phases of the life cycle of *Hydatina senta*. *Amer. Natural.*, New-York, 44 : 146-150.
- SLÁDEČEK, V., 1951a. Studies of the zooplankton of the ponds of Padrt' (Bohemia) with special references to the cladoceran *Holopedium gibberum*. *Bull. Int. Acad. Prague Sci.*, 22 : 1-28.
- SLÁDEČEK, V., 1951b. A limnological study of the ponds of Padrt' (Bohemia). *Bull. Int. Acad. Prague Sci.*, 21 : 1-22.
- SLÁDEČEK, V., 1955. Zooplankton sousse ndrže s prispekem k methodice jeho kvantitativního stanovení. *Cas. Nar. Mus.*, 124 (2) : 151-160.
- SLÁDEČEK, V., 1958. A note on the phytoplankton - zooplankton relationship. *Ecology*, 39 (3) : 547-549.
- SLÁDEČEK, V. & E. CERVENKA, 1959. Limnological study of the reservoir Sedlice near Zeliv. VIII. The horizontal distribution of zooplankton in different section of the reservoir (Protozoa, Rotatoria, Crustacea). *Sborn. V.S.C.H.T., Odil, Fak. Techn. Paliv a vody*, 3 (2) : 317-362.

- SLÁDEČEK, V., B. CYRUS & A. BOROVÍČKOVÁ, 1958. Hydrobiological investigations of a treatment of beet sugar factory's wastes in an experimental lagoon. *Sborn. V. S. C. H. T. Oddil Fak. Techn. Paliv a vody*, 2 (2) : 7-120.
- SLÁDEČEK, V., L. FIALA & A. SLÁDEČKOVÁ, 1959. Limnologische Forschungen am Stausee Pastviny mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses eines Kraftwerkes. *Sborn. V. S. C. H. T., Oddil Fak. Techn. Paliv. a vody*, 3 (2) : 431-598.
- SMIRNOV, N.N., 1961. Food cycles in sphagnous bogs. *Hydrobiol.*, 17 (1/2) : 175-182.
- SMITH, G.M., 1950. The fresh-water Algae of the United States. New-York, 719 p.
- STEINECKE, F., 1924. Die Rotatorienfauna von Ostpreussen. *Schrift. Phys. Okonom. Ges.*, 64 : 29-52.
- Standard methods for the examination of water and wastewater including bottom sediments and sludges. New-York, 626 p., 11th Ed., 1960.
- STEPANEK, M. & J. POKORNY, 1960. Practical knowledge of the bacteriomass and phytonannoplankton development in the serevoir Sedlice during 1957/58. *Sborn. V. S. C. H. T. Oddil. Fak. Techn. Paliv a vody*, 4 (1) : 333-378.
- STRØM, K.M., 1947. The « Trophic » lake types. *Blyttia*, 4 : 78-90.
- STROMENGER-KLEKOWSKA, S., 1960. Cycles annuels des Cladocères dans les étangs à poissons. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 45 (2) : 215-276.
- STUART, C.A., M. MAC PHERSON, J. COPPER, 1931. Studies on bacteriologically sterile *Moina macrocopa* and their food requirement. *Physiol. Zool.*, IV (1) : 87-100.
- SUDZUKI, M., 1955. On the general structure and the seasonal occurrence of the males in some Japanese Rotifers. I. *Zool. Mag.*, 64 : 125-128; II. *Zool. Mag.*, 64 : 130-136; III. *Zool. Mag.*, 64 : 189-193.
- SUDZUKI, M., 1956. On the general structure and the seasonal occurrence of the males in some Japanese Rotifers. IV. V. VI, *Zool. Mag.*, 65 : 1-6, 329-334, 415-421.
- TARNOGRADSKY, D.A., 1957. Microflore et microfaune d'un marais tourbeux du Caucase. 6. (En Russe). *Trav. Sta. hydrobiol. Caucase*, 6 (1/2) : 3-56.
- TARNOGRADSKY, D.A., 1959. Microflore et microfaune des marais tourbeux du Caucase, 8. (En Russe). *Trav. Sta. hydrobiol. Caucase*, 6 (3) : 3-91.
- TARNOGRADSKY, D.A., 1961. Microflore et microfaune de tourbière au Caucase, 5. (En Russe). *Trav. Sta. hydrobiolog. Caucase*, 7 (1/2) : 3-33.
- TONOLLI, V., 1960. Disuniformità spaziale delle vicende termiche nel lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi*, 12 : 81-120.
- TONOLLI, V., 1962. L'attuale situazione del popolamento planctonico del lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. De Marchi*, 15 : 81-134.
- UHLMANN, D., 1954. Zur Kenntnis der natürlichen Nahrung von *Daphnia magna* und *Daphnia pulex*. *Z. Fish.*, 3 : 449-478.
- VALLIN, St., 1952. Zwei acidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning*, 34 : 167-189.

- VARGA, L., 1938. Beiträge zur Limnologie und zur Kenntnis der Rotatorien Fauna der norwegischen Lapplandes. III. Limnologisches und Rotatorien aus der Umgebung von Assebakte. *Arch. Hydrobiol.*, **32** : 100-114.
- VASIL'eva, G.L. & G.L. OKUNEVA, 1961. Experiments on rearing the Rotifers *Brachionus rubens* Ehrbg. as food for young fishes. (En Russe). *Voprosy Ikhtiolog.*, **1** (4) : 752-761; *Zh. Biol.* : 132-139, 1962.
- VILLERET, S., 1955. Contribution à la biologie des Algues des tourbières à sphaignes. Thèse de Doctorat Rennes. Thèses, Fac. Sci. Univ. Paris, Sr. A, N° 2616, N° d'ordre 3488.
- VIRIEUX, J., 1916. Recherches sur le plancton des lacs du Jura central. *Ann. Biol. lac.*, **8** : 5-192.
- VOIGT, M., 1957. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin, I et II.
- WELCH, P.S., 1935. Limnology. 1^{re} Ed., 471 p.
- WESENBERG-LUND, C., 1930. Contributions to the biology of the Rotifera Part. II. The periodicity and sexual periods. *K. Danske. Vidensk. Selsk.*, sr. 9, **2** (1) : 1-230.
- WEST, W. & G.S. WEST, 1904-1923. A monograph of the british *Desmidiaceae*. Londres, 5 vol.
- WHITNEY, D.D., 1915. Sex controlled by food conditions in *Hydatina senta*. *Science*, N.S. **41** : 441-442.
- WHITNEY, D.D., 1916a. Parthenogenesis and sexual reproduction in Rotifers. Experimental research upon *Brachionus pala*. *Amer. Natural.*, **50** : 50-52.
- WHITNEY, D.D., 1916b. The control of sex by food in five species of Rotifers. *J. exp. Zool.*, **20** : 263-296.
- WISZNIEWSKI, J., 1936. Notes sur le psammon III. Deux tourbières aux environs de Varsovie. (En Polonais). *Arch. Hydrobiol. Ichtyol.*, **10** : 173-187.
- WISZNIEWSKI, J., 1937. Différenciation écologique des Rotifères dans le psammon d'eaux douces. *Ann. Mus. zool. Polon.*, **13** (3) : 1-13.
- WISZNIEWSKI, J., 1954a. Matériaux relatifs à la nomenclature et à la bibliographie des Rotifères. *Polsk. Arch. Hydrobiol.*, **2** (15), **2** : 7-260.
- WISZNIEWSKI, J., 1954b. Fauna wrotkow polski i rejonow przyleglych. *Polsk. Arch. Hydrobiol.*, **1** (14) : 317-490.
- WULFERT, K., 1935. Beiträge zur Kenntnis des Rädertierfauna Deutschlands. *Arch. Hydrobiol.*, **28** : 583-602.
- WULFERT, K., 1936. Beiträge zur Kenntnis der Rädertierfauna Deutschlands, II. *Arch. Hydrobiol.*, **30** (3) : 401-437.
- WULFERT, K., 1937. Beiträge zur Kenntnis der Rädertierfauna Deutschlands, III. *Arch. Hydrobiol.*, **31** (4) : 592-635.
- WULFERT, K., 1939. Beiträge zur Kenntnis des Rädertierfauna Deutschlands, IV. *Arch. Hydrobiol.*, **35** (4) : 563-624.
- WULFERT, K., 1940. Rotatorien einiger Ostdeutscher Torfmoore. *Arch. Hydrobiol.*, **36** : 552-587.
- WULFERT, K., 1941. Einige seltenere Planktonrädertiere des Netzschkauer Schachteiches. *Z. Naturw.*, **95** : 167-173.
- WULFERT, K., 1942. Neue Rotatorienarten aus deutschen Mineralquellen. *Zool. Anz.*, **137** (11/12) : 187-200.

- WULFERT, K., 1950. Das Naturschutzgebiet auf dem glatzer Schneeberg. Die Rädertieren der Naturschutzgebiet. *Arch. Hydrobiol.*, 44 (3) : 441-471.
- WULFERT, K., 1956. On the feeding habits of the Rotatoria. *Microscope*, 10 (12) : 309-313.
- WULFERT, K., 1959. 4. Rotatorien des Siebengebirges. *Decheniana*, 7 : 59-68.
- WULFERT, K., 1960a. Die Rädertiere saurer Gewässer der Dübener Heide. I. Die Rotatorien des Zadlitzmoors und des Wildenhainer Bruchs. *Arch. Hydrobiol.*, 56 (3) : 261-298.
- WULFERT, K., 1960b. Die Rädertiere saurer Gewässer der Dübener Heide. II. Die Rotatorien des Krebscherentümpels bei Winkelmühle. *Arch. Hydrobiol.*, 56 (4) : 311-333.
- WULFERT, K., 1961. Die Rädertiere saurer Gewässer der Dübener Heide. III. Die Rotatorien des Presseler und des Winkelmühler Teiches. *Arch. Hydrobiol.*, 58 (1) : 72-102.

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS
120, boul. Saint-Germain, PARIS (VI^e)

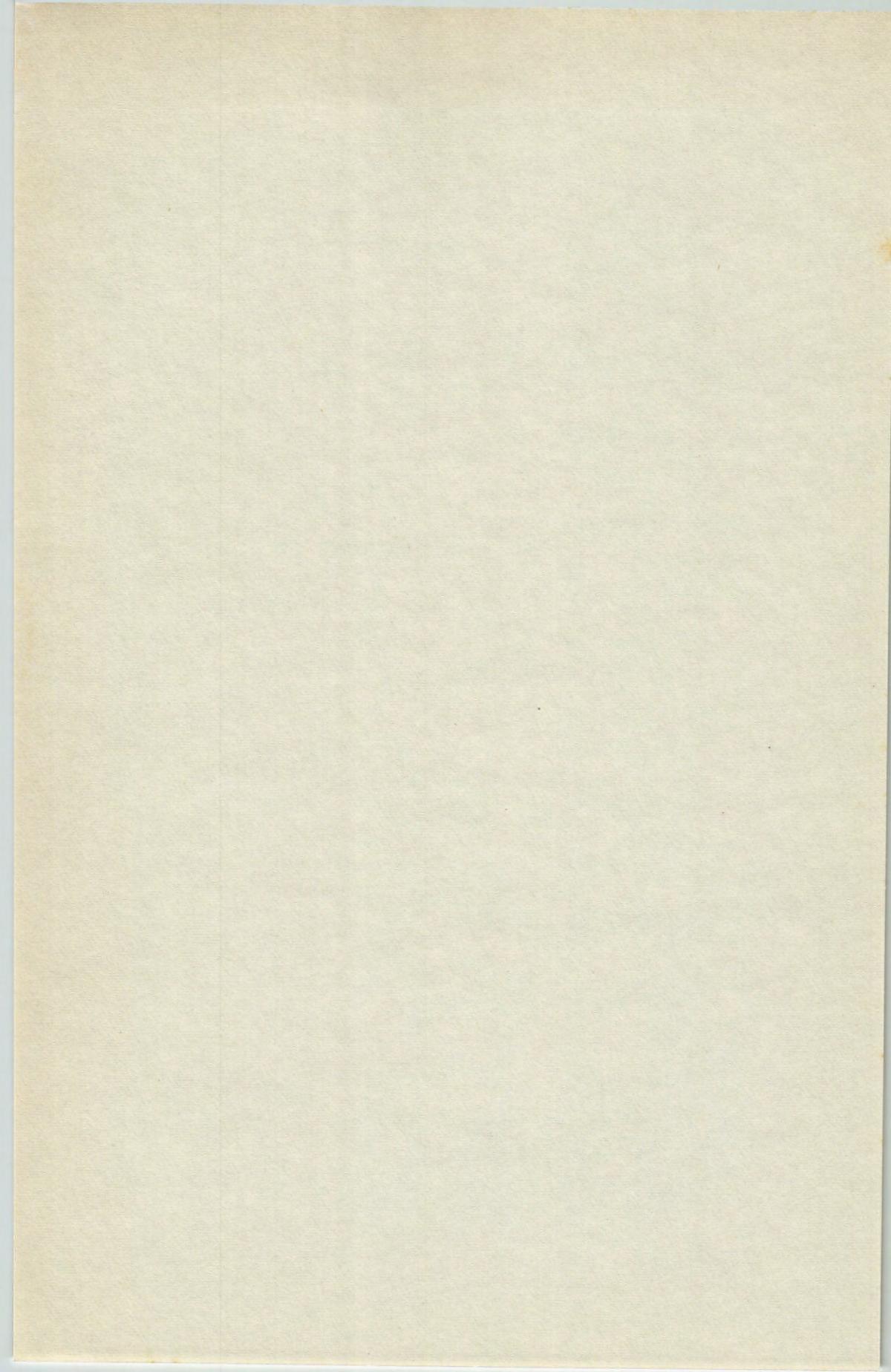
Dépôt légal : 2^e trimestre 1965

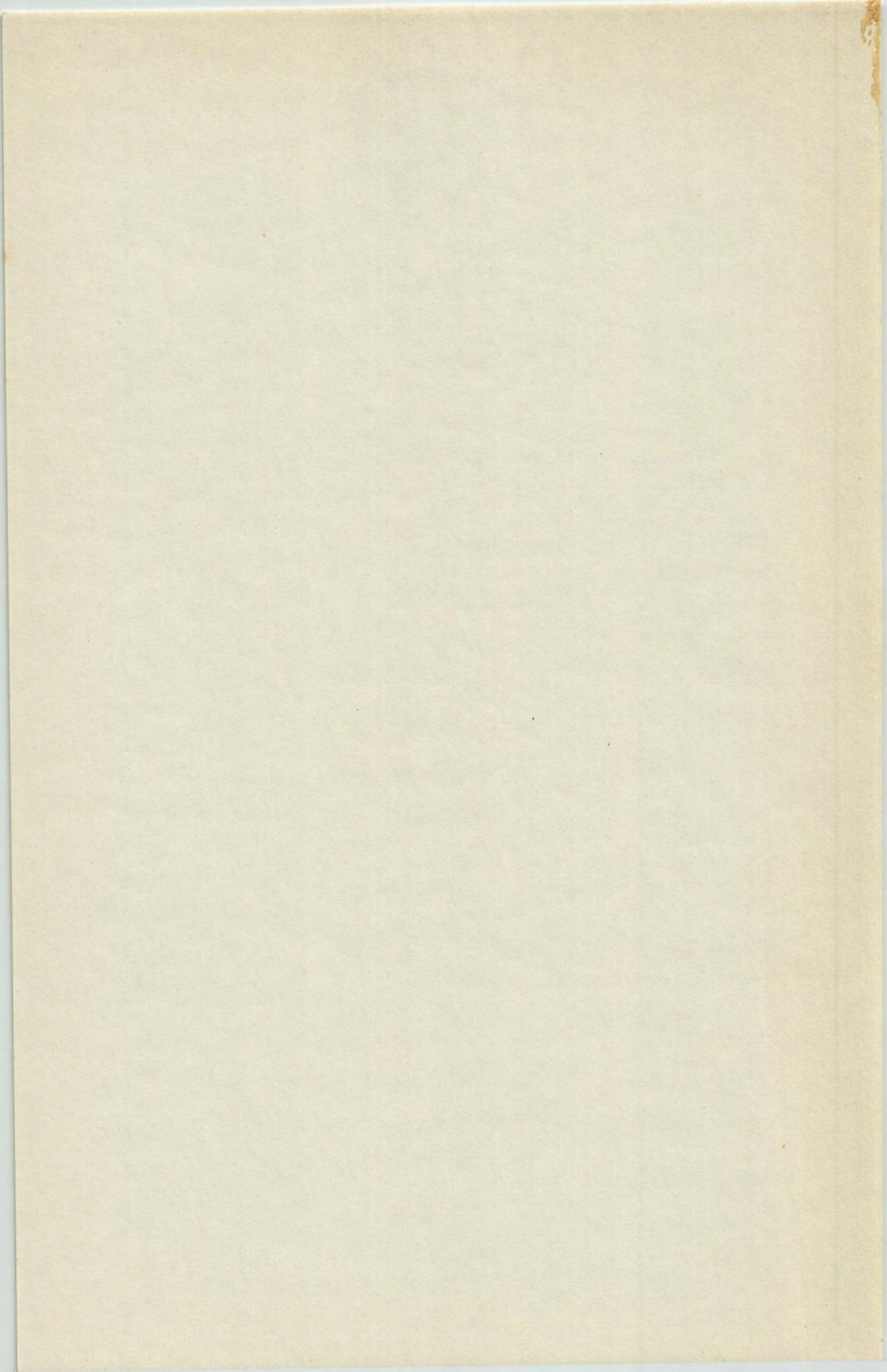
MARCA REGISTRADA

Printed in France

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN
GAP (H.-A.)

Dépôt légal n° 179-1965





Directeur de la publication : P. DRACH.

Date de parution : avril 1965 — N° d'impression : 179-1965

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

FAUNE DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

Cette série, publiée avec l'aide du Conseil général des Pyrénées-Orientales, est avant tout une récapitulation des documents acquis par les chercheurs ayant travaillé dans la région de Banyuls.

Faune marine des Pyrénées-Orientales :

1. — Céphalopodes, par K. WIRZ. — Parasites de Céphalopodes, par R.-Ph. DOLLFUS, 1-72, 1958.
2. — Echinodermes, par G. CHERBONNIER, 1-67, 1958.
3. — Opisthobranches, par K. WIRZ-MANGOLD et U. WYSS, 1-71, 1958.
4. — Annélides Polychètes, par L. LAUBIER et J. PARIS, 1-80, 1962.

Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales :

1. — Hyménoptères Vespiformes des environs de Banyuls, par H. NOUVEL et H. RIBAUT, 1-32, 1958.
2. — *Aphidoidea*, par G. REMAUDIÈRE, 1-66, 1958.
3. — Névroptéroïdes, par J. AUBER, 1-42, 1958.
4. — Odonates, par P. AGUESSE, 1-54, 1958.
5. — Thécamoebiens du sol, par L. BONNET et R. THOMAS, 1-103, 1960.
6. — Lépidoptères. I. Macrolépidoptères, par Cl. DUFAY, 1-153, 1961.
7. — Coléoptères Buprestides, par L. SCHAEFER, 1-38, 1963.
8. — Sporozoaires et Cnidosporidies, par J. THÉODORIDÈS, 1-35, 1963.
9. — Catalogue des Coléoptères de la forêt de la Massane, par R. DAJOZ, 1-209, 1965.

Les fascicules de la *Faune des Pyrénées-Orientales* sont en vente à la librairie MASSON et C^{ie}, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI^e.