

## ETUDES LIMNOLOGIQUES EN BELGIQUE

### VII. — Deux étangs à Notmeir (Province d'Anvers)

#### B. — Considérations phytoplanctoniques; C. — Conclusions

PAR

L. VAN MEEL (Bruxelles)

(Avec 3 dépliants)

---

Cette seconde partie de notre travail au sujet des facteurs écologiques et du phytoplancton de deux étangs à Notmeir (Duffel), concerne l'étude du phytoplancton, sa composition, sa périodicité et l'incidence possible des facteurs écologiques, étudiés précédemment dans la première partie, sur son comportement.

Nous étudierons donc successivement : les caractères généraux du phytoplancton, y compris la formation d'associations planctoniques éventuelles, la composition centésimale de la population, la périodicité, les espèces dominantes et, enfin, ses rapports avec les facteurs écologiques.

L'étude se termine par les conclusions de l'ensemble du travail, c'est-à-dire de la première partie : A. — Etude du milieu, et de la seconde partie : B. — Considérations phytoplanctoniques.

Une énumération systématique des espèces déterminées dans le phytoplancton des deux étangs clôt le travail.

#### B. — CONSIDERATIONS PHYTOPLANCTONIQUES

##### I. — Répartition des espèces

Cette partie de notre travail est consacrée à l'étude du phytoplancton des deux étangs, de sa composition, sa périodicité, les espèces dominantes. L'incidence des facteurs écologiques sera traitée dans un chapitre suivant.

TABLEAU 1

Répartition des espèces dans les deux étangs.

Espèces	Etang A	Etang B	Espèces	Etang A	Etang B
<b>CYANOPHYTA</b>			<b>CHLOROPHYTA</b>		
<i>Microcystis aeruginosa</i> ..	×	×	<i>Gonium pectorale</i> ... ..	×	—
<i>Microcystis flos-aquae</i> .	×	×	<i>Eudorina elegans</i> ... ..	×	×
<i>Aphanizomenon</i>			<i>Volvox globator</i> . ... ..	—	×
<i>flos-aquae</i> ... .. .	—	×	<i>Pandorina morum</i> ... ..	×	×
<i>Spirulina maior</i> ... .. .	×	—	<i>Gloeococcus Schroeteri</i> .	×	×
<i>Oscillatoria rubescens</i> ...	—	×	<i>Pediastrum Sturmii</i> ... ..	×	—
<b>CHRYSOPHYTA</b>			<i>Pediastrum Boryanum</i> ...	×	×
<i>Synura uvella</i> ... .. .	×	×	<i>Pediastrum duplex</i> ... ..	×	—
<i>Dinobryon sertularia</i> ...	×	×	<i>Pediastrum</i> » <i>v. clathra-</i>		
<i>Dinobryon divergens</i> ...	×	×	<i>tum</i> .. ... .. .	×	×
<i>Dinobryon divergens v.</i>			<i>Pediastrum</i> » <i>v. reticula-</i>		
<i>angulatum</i> .. ... .. .	×	—	<i>tum</i> .. ... .. .	×	—
<i>Dinobryon sociale</i> ... ..	×	—	<i>Pediastrum simplex</i> ... ..	×	—
<b>BACILLARIO-</b>			<i>Pediastrum simplex v.</i>		
<b>PHYCEAE</b>			<i>radians</i> .. ... .. .	×	—
<i>Melosira varians</i> ... ..	×	×	<i>Pediastrum tetras</i> ... ..	×	—
<i>Melosira granulata</i> ... ..	×	×	<i>Pediastrum biradiatum</i> ...	×	—
<i>Cyclotella comta</i> ... ..	×	—	<i>Pediastrum clathratum</i> ...	×	×
<i>Tabellaria flocculosa</i> ...	×	—	<i>Pediastrum v. duodena-</i>		
<i>Diatoma vulgare</i> ... ..	×	×	<i>rium</i> .. ... .. .	×	—
<i>Diatoma elongatum</i> ... ..	×	—	<i>Coelastrum microporum</i> ..	×	—
<i>Centronella Reichelti</i> ...	×	—	<i>Tetraedron trigonum</i> ...	×	—
<i>Fragilaria crotonensis</i> ...	×	×	<i>Tetraedron minimum</i> . ...	×	—
<i>Fragilaria virescens</i> ...	×	×	<i>Tetraedron hastatum</i> . ...	×	—
<i>Synedra ulna</i> ... .. .	×	—	<i>Scenedesmus acuminatus</i> .	×	—
<i>Synedra acus v. angus-</i>			<i>Scenedesmus dimorphus</i> .	×	—
<i>tissima</i> .. ... .. .	×	×	<i>Scenedesmus hystrix</i> ...	×	—
<i>Synedra actinastroïdes</i> ..	×	—	<i>Scenedesmus obliquus</i> ...	×	—
<i>Asterionella formosa</i> ...	×	×	<i>Scenedesmus quadricauda</i> .	×	×
<i>Cymatopleura elliptica v.</i>			<i>Scenedesmus serratus</i> ...	×	—
<i>hibernica</i> ... .. .	—	×	<i>Scenedesmus abundans</i> ...	×	—
<i>Suirella tenera</i> ... .. .	×	—	<i>Crucigenia quadrata</i> .. ...	×	—
<b>DINOPHYCEAE</b>			<i>Dictyosphaerium Ehren-</i>		
<i>Peridinium cinctum</i> ... ..	×	×	<i>bergianum</i> ... .. .	×	—
<i>Peridinium cinctum v.</i>			<i>Closterium pronum</i> ... ..	×	—
<i>tuberosum</i> .. ... .. .	×	—	<i>Closterium aciculare</i> . ...	×	—
<i>Peridinium tabulatum</i> ...	×	—	<i>Closterium macilentum</i> ...	×	×
<i>Peridinium umbonatum</i> ..	×	—	<i>Closterium Leibleinii</i> ...	×	—
<i>Ceratium hirundinella</i> ...	×	—	<i>Closterium acerosum</i> . ...	×	—
<i>Ceratium hirundinella v.</i>			<i>Closterium</i> » <i>v. elonga-</i>		
<i>robustum</i> ... .. .	×	×	<i>tum</i> .. ... .. .	×	—
<i>Ceratium hirundinella v.</i>			<i>Closterium lanceolatum</i> ..	×	—
<i>gracile</i> ... .. .	×	×	<i>Closterium jucidum</i> ... ..	×	—
<b>EUGLENOPHYTA</b>			<i>Closterium setaceum</i> ...	×	—
<i>Phacus longicauda</i> ... ..	×	—	<i>Closterium subpronum</i> ...	×	—
<i>Trachelomonas volvocina</i>	×	—	<i>Staurastrum dejectum</i> ...	×	—
			<i>Staurastrum affine</i> ... ..	×	—
			<i>Staurastrum paradoxum</i> .	×	×
			<i>Staurastrum anatinum</i> ...	×	—
			<i>Staurastrum pelagicum</i> ...	×	—

L'ensemble des espèces récoltées dans les deux étangs est énuméré dans le tableau 11, pages 16 et suiv.), par récolte hebdomadaire et par ordre alphabétique. Les ○ indiquent les espèces récoltées dans l'étang A, les +, celles observées dans l'étang B et le signe ⊕ se rapporte à celles se manifestant dans les deux étangs.

#### a. — Répartition par biotope

Dans le tableau 1 nous avons groupé les espèces d'après leur répartition dans les deux étangs. On remarque que la florule de l'étang A est plus riche en espèces que celle de l'étang B.

Nous avons essayé ensuite de déterminer les espèces récoltées uniquement dans l'étang A et celles qui semblent plus particulières à l'étang B, soit respectivement 49 et 4 espèces (tableaux 2 et 3).

#### TABLEAU 2

Espèces récoltées uniquement dans l'étang A

<i>Spirulina major.</i>	<i>Tetraedron trigonum.</i>
<i>Dinobryon divergens v. angustatum.</i>	<i>Tetraedron minimum.</i>
<i>Dinobryon sociale</i>	<i>Tetraedron hastatum.</i>
<i>Cyclotella comta.</i>	<i>Scenedesmus acuminatus.</i>
<i>Tabellaria flocculosa.</i>	<i>Scenedesmus dimorphus.</i>
<i>Diatoma elongatum.</i>	<i>Scenedesmus hystrix.</i>
<i>Centronella Reichelti.</i>	<i>Scenedesmus obliquus.</i>
<i>Synedra Ulna.</i>	<i>Scenedesmus serratus.</i>
<i>Synedra actinastroïdes.</i>	<i>Scenedesmus abundans.</i>
<i>Surirella tenera.</i>	<i>Crucigenia quadrata.</i>
<i>Peridinium cinctum v. tuberosum.</i>	<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum.</i>
<i>Peridinium tabulatum.</i>	<i>Closterium pronum.</i>
<i>Peridinium umbonatum.</i>	<i>Closterium aciculare.</i>
<i>Phacus longicauda.</i>	<i>Closterium Leibleinii.</i>
<i>Trachelomonas volvocina.</i>	<i>Closterium acerosum.</i>
<i>Gonium pectorale.</i>	<i>Closterium acerosum v. elongatum.</i>
<i>Pediastrum Sturmii.</i>	<i>Closterium lanceolatum.</i>
<i>Pediastrum duplex.</i>	<i>Closterium juncidum.</i>
<i>Pediastrum duplex v. reticulatum.</i>	<i>Closterium setaceum.</i>
<i>Pediastrum simplex.</i>	<i>Closterium subpronum.</i>
<i>Pediastrum simplex v. radians.</i>	<i>Staurastrum dejectum.</i>
<i>Pediastrum tetras.</i>	<i>Staurastrum affine.</i>
<i>Pediastrum biradiatum.</i>	<i>Staurastrum anatinum.</i>
<i>Pediastrum clathratum v. duodenarium.</i>	<i>Staurastrum pelagicum.</i>
<i>Coelastrum microporum.</i>	

#### TABLEAU 3

Espèces récoltées uniquement dans l'étang B

<i>Aphanizomenon flos-aquae.</i>	<i>Volvox globator.</i>
<i>Oscillatoria rubescens.</i>	
<i>Cymatopleura elliptica v. hibernica.</i>	

Quant aux espèces communes aux deux étangs, nous en avons relevé 25 (tableau 4).

TABLEAU 4

Espèces communes aux deux étangs

---

<i>Microcystis aeruginosa.</i>	<i>Ceratium hirundinella.</i>
<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Ceratium hirundinella v. robustum.</i>
<i>Synura uvella.</i>	<i>Ceratium hirundinella v. gracile.</i>
<i>Dinobryon sertularia.</i>	<i>Eudorina elegans.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Pandorina morum.</i>
<i>Melosira granulata.</i>	<i>Gloeococcus Schroeteri.</i>
<i>Melosira varians.</i>	<i>Pediastrum Boryanum.</i>
<i>Diatoma vulgare.</i>	<i>Pediastrum duplex v. clathratum.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Pediastrum clathratum.</i>
<i>Fragilaria virescens.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Synedra acus v. angustissima.</i>	<i>Closterium macilentum.</i>
<i>Asterionella formosa.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Peridinium cinctum.</i>	

---

## b. — Répartition par mois

Le tableau 11 (pages 16 et 17) nous permet de dresser la liste des espèces classées par mois, elle donnera lieu à l'établissement d'une sorte de calendrier des grands groupes qui constituent le phytoplancton, par mois (tableau 5).

TABLEAU 5

Répartition des espèces du phytoplancton par mois

Etang A

---

Mois de janvier	
<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Asterionella formosa.</i>
<i>Dinobryon sertularia.</i>	<i>Peridinium umbonatum.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Pediastrum Boryanum.</i>
<i>Dinobryon sociale.</i>	<i>Pediastrum simplex.</i>
<i>Tabellaria flocculosa.</i>	<i>Pediastrum tetras.</i>
<i>Diatoma elongatum.</i>	<i>Pediastrum biradiatum.</i>
<i>Centronella Reichelti.</i>	<i>Tetraedron minimum.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Synedra Ulna.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Synedra Ulna v. angustissima.</i>	

19 espèces, soit 25,68 %

Mois de février

---

<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Synedra acus v. angustissima.</i>
<i>Dinobryon sertularia.</i>	<i>Asterionella formosa.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Pediastrum Boryanum.</i>

---

TABLEAU 5 (suite)

*Dinobryon sociale.*  
*Tabellaria flocculosa.*  
*Centronella Reichelti.*  
*Fragilaria crotonensis.*

*Pediastrum simplex.*  
*Pediastrum tetras.*  
*Scenedesmus quadricauda.*

13 espèces, soit 17,56 %

Mois de mars

*Dinobryon sertularia.*  
*Cyclotella comta.*  
*Fragilaria crotonensis.*  
*Fragilaria virescens.*  
*Synedra acus v. angustissima.*  
*Asterionella formosa.*

*Peridinium cinctum.*  
*Pediastrum Boryanum.*  
*Pediastrum duplex v. reticulatum.*  
*Pediastrum simplex.*  
*Scenedesmus quadricauda.*

11 espèces, soit 14,86 %

Mois d'avril

*Synura uvella.*  
*Dinobryon sertularia.*  
*Cyclotella comta.*  
*Diatoma vulgare.*  
*Centronella Reichelti.*  
*Fragilaria crotonensis.*  
*Fragilaria virescens.*  
*Synedra acus v. angustissima.*  
*Asterionella formosa.*  
*Peridinium cinctum.*  
*Ceratium hirundinella.*  
*Phacus longicauda.*

*Eudorina elegans.*  
*Pediastrum Boryanum.*  
*Pediastrum duplex.*  
*Pediastrum simplex.*  
*Pediastrum biradiatum.*  
*Coelastrum microporum.*  
*Tetraedron hastatum.*  
*Scenedesmus quadricauda.*  
*Closterium pronum.*  
*Closterium Leibleinii.*

22 espèces, soit 29,73 %

Mois de mai

*Microcystis flos-aquae.*  
*Dinobryon sertularia.*  
*Diatoma vulgare.*  
*Fragilaria crotonensis.*  
*Asterionella formosa.*  
*Peridinium cinctum.*  
*Ceratium hirundinella.*

*Pediastrum Boryanum.*  
*Pediastrum duplex v. reticulatum.*  
*Coelastrum microporum.*  
*Scenedesmus acuminatus.*  
*Scenedesmus quadricauda.*  
*Closterium pronum.*  
*Staurastrum paradoxum.*

14 espèces, soit 18,92 %

Mois de juin

*Microcystis flos-aquae.*  
*Dinobryon sertularia.*  
*Dinobryon divergens v. angulatum.*  
*Asterionella formosa.*  
*Ceratium hirundinella.*  
*Ceratium hirundinella v. robustum.*

*Ceratium hirundinella v. gracile.*  
*Gonium pectorale.*  
*Pandorina morum.*  
*Pediastrum Boryanum.*  
*Pediastrum duplex.*  
*Pediastrum duplex v. clathratum.*

TABLEAU 5 (suite)

---

<i>Pediastrum simplex.</i>	<i>Scenedesmus abundans.</i>
<i>Pediastrum tetras.</i>	<i>Closterium pronum.</i>
<i>Pediastrum clathratum</i> v. <i>duodenarium.</i>	<i>Closterium acerosum</i> v. <i>elongatum.</i>
<i>Coelastrum microporum.</i>	<i>Closterium lanceolatum.</i>
<i>Tetraedron hastatum.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Scenedesmus quadricauda.</i>	

23 espèces, soit 31,08 %

## Mois de juillet

<i>Microcystis aeruginosa.</i>	<i>Pediastrum duplex.</i> v. <i>reticulatum.</i>
<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Pediastrum simplex.</i>
<i>Spirulina major.</i>	<i>Pediastrum tetras.</i>
<i>Dinobryon divergens</i> v. <i>angulatum.</i>	<i>Pediastrum clathratum.</i>
<i>Asterionella formosa.</i>	<i>Pediastrum clathratum</i> v. <i>duodenarium.</i>
<i>Surirella tenera.</i>	<i>Coelastrum microporum.</i>
<i>Peridinium cinctum.</i>	<i>Tetraedron hastatum.</i>
<i>Ceratium hirundinella.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Ceratium hirundinella</i> v. <i>robustum.</i>	<i>Closterium macilentum.</i>
<i>Gloeococcus Schroeteri.</i>	<i>Staurastrum affine.</i>
<i>Pediastrum Sturmii.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Pediastrum Boryanum.</i>	<i>Staurastrum anatinum.</i>

24 espèces, soit 32,54 %

## Mois d'août

<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Pediastrum duplex.</i>
<i>Microcystis aeruginosa.</i>	<i>Pediastrum duplex</i> v. <i>reticulatum.</i>
<i>Dinobryon divergens</i> v. <i>angulatum.</i>	<i>Pediastrum simplex</i> v. <i>radians.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Pediastrum clathratum.</i>
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima.</i>	<i>Pediastrum clathratum</i> v. <i>duodenarium.</i>
<i>Asterionella formosa.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Peridinium cinctum.</i>	<i>Closterium macilentum.</i>
<i>Peridinium tabulatum.</i>	<i>Closterium acerosum.</i>
<i>Ceratium hirundinella.</i>	<i>Closterium juncidum.</i>
<i>Gloeococcus Schroeteri.</i>	<i>Closterium setaceum.</i>
<i>Pediastrum Sturmii.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Pediastrum Boryanum.</i>	

22 espèces, soit 31,08 %

## Mois de septembre

<i>Microcystis aeruginosa.</i>	<i>Ceratium hirundinella.</i>
<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Trachelomonas volvocina.</i>
<i>Dinobryon divergens</i> v. <i>angulatum.</i>	<i>Gloeococcus Schroeteri.</i>
<i>Dinobryon sociale.</i>	<i>Pediastrum Sturmii.</i>
<i>Centronella Reichelti.</i>	<i>Pediastrum Boryanum.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Pediastrum duplex.</i>
<i>Fragilaria virescens.</i>	<i>Pediastrum duplex</i> v. <i>clathratum.</i>
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima.</i>	<i>Pediastrum duplex</i> v. <i>reticulatum.</i>
<i>Asterionella formosa.</i>	<i>Pediastrum simplex.</i>
<i>Peridinium cinctum.</i>	<i>Pediastrum biradiatum.</i>

---

TABLEAU 5 (suite)

---

<i>Pediastrum clathratum.</i>	<i>Closterium aciculare.</i>
<i>Pediastrum clathratum v. duodenarium.</i>	<i>Closterium juncidum.</i>
<i>Coelastrum microporum.</i>	<i>Closterium subprorum.</i>
<i>Scenedesmus quadricauda.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>

28 espèces, soit 37,84 %

Mois de novembre 1968

<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Pediastrum tetras.</i>
<i>Dinobryon sertularia.</i>	<i>Pediastrum biradiatum.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Coelastrum microporum.</i>
<i>Dinobryon divergens v. angulatum.</i>	<i>Tetraedron trigonum.</i>
<i>Melosira granulata.</i>	<i>Tetraedron minimum.</i>
<i>Diatoma elongatum.</i>	<i>Tetraedron hastatum.</i>
<i>Centronella Reichelti.</i>	<i>Scenedesmus dimorphus.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Scenedesmus hystrix.</i>
<i>Synedra acus v. angustissima.</i>	<i>Scenedesmus obliquus.</i>
<i>Synedra actinastroïdes.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Asterionella formosa.</i>	<i>Scenedesmus serratus.</i>
<i>Peridinium cinctum.</i>	<i>Crucigenia quadrata.</i>
<i>Peridinium cinctum v. tuberosum.</i>	<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum.</i>
<i>Trachelomonas volvocina.</i>	<i>Closterium pronum.</i>
<i>Gonium pectorale.</i>	<i>Closterium acerosum.</i>
<i>Pediastrum Boryanum.</i>	<i>Closterium acerosum v. elongatum.</i>
<i>Pediastrum duplex.</i>	<i>Staurastrum dejectum.</i>
<i>Pediastrum duplex v. clathratum.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>
<i>Pediastrum duplex v. reticulatum.</i>	<i>Staurastrum pelagicum.</i>
<i>Pediastrum simplex.</i>	

39 espèces, soit 52,70 %

Mois de décembre 1968

<i>Dinobryon sertularia.</i>	<i>Asterionella formosa.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Pediastrum simplex.</i>
<i>Melosira varians.</i>	<i>Coelastrum microporum.</i>
<i>Centronella Reichelti.</i>	<i>Tetraedron hastatum.</i>
<i>Fragilaria crotonensis.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>
<i>Synedra acus v. angustissima.</i>	<i>Staurastrum paradoxum.</i>

12 espèces, soit 16,22 %

## Etang B

Mois de février

---

<i>Microcystis flos-aquae.</i>	<i>Synedra acus v. angustissima.</i>
<i>Aphanizomenon flos-aquae.</i>	<i>Asterionella formosa.</i>
<i>Synura uvella.</i>	<i>Pediastrum Boryanum.</i>
<i>Dinobryon divergens.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda.</i>

8 espèces, soit 27,58 %

TABLEAU 5 (suite)

## Mois de mars

*Aphanizomenon flos-aquae.*  
*Synura uvella.*

*Synedra acus v. angustissima.*  
*Asterionella formosa.*

4 espèces, soit 13,79 %

## Mois d'avril

*Aphanizomenon flos-aquae.*  
*Oscillatoria rubescens.*  
*Synura uvella.*  
*Dinobryon sertularia.*  
*Diatoma vulgare.*  
*Fragilaria crotonensis.*

*Synedra acus v. angustissima.*  
*Asterionella formosa.*  
*Ceratium hirundinella.*  
*Pandorina morum.*  
*Scenedesmus quadricauda.*

11 espèces, soit 37,93 %

## Mois de mai

*Ceratium hirundinella.*

1 espèce, soit 3,45 %

## Mois de juin

*Asterionella formosa.*  
*Ceratium hirundinella.*

*Eudorina elegans.*  
*Staurastrum paradoxum.*

4 espèces, soit 13,79 %

## Mois de juillet

*Microcystis flos-aquae.*  
*Melosira varians.*  
*Melosira granulata.*  
*Fragilaria virescens.*  
*Asterionella formosa.*  
*Cymatopleura elliptica v. hibernica.*  
*Ceratium hirundinella.*

*Ceratium hirundinella v. robustum.*  
*Ceratium hirundinella v. gracile.*  
*Volvox globator.*  
*Gloeococcus Schroeteri.*  
*Pediastrum Boryanum.*  
*Pediastrum duplex v. clathratum.*  
*Pediastrum clathratum.*

14 espèces, soit 48,27 %

## Mois d'août

*Microcystis aeruginosa.*  
*Microcystis flos-aquae.*  
*Asterionella formosa.*

*Ceratium hirundinella.*  
*Closterium macilentum.*

5 espèces, soit 17,24 %

## Mois de septembre

*Microcystis flos-aquae.*  
*Asterionella formosa.*

*Peridinium cinctum.*  
*Ceratium hirundinella.*

4 espèces, soit 13,79 %



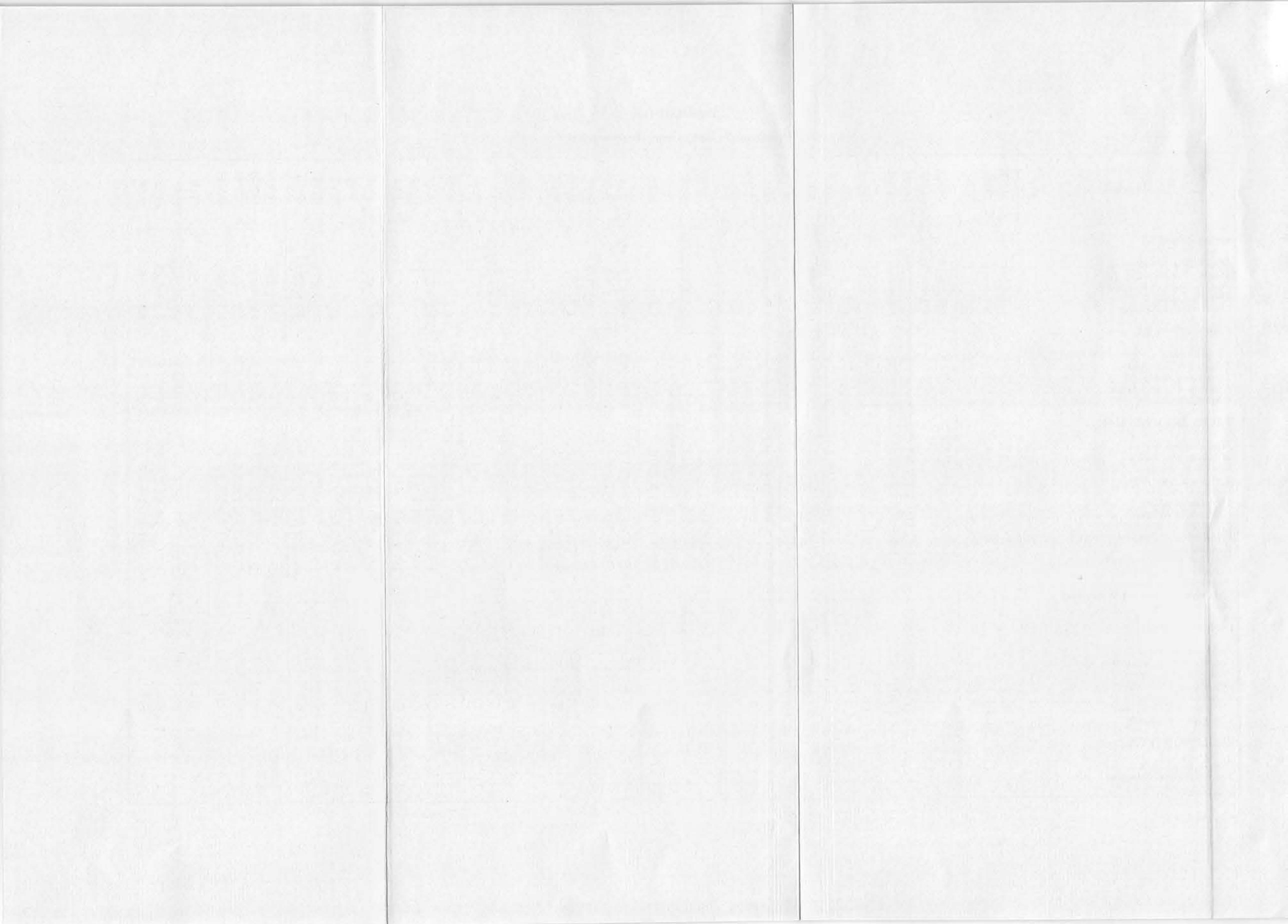






TABLEAU 5 (suite et fin)

## Récapitulation

Etang A			Etang B		
Mois	Nombre d'espèces	%	Mois	Nombre d'espèces	%
I	19	25,68	II	8	27,58
II	13	17,56	III	4	13,79
III	11	14,86	IV	11	37,93
IV	22	29,73	V	1	3,45
V	14	18,92	VI	4	13,79
VI	23	31,08	VII	14	48,27
VII	24	32,43	VIII	5	17,24
VIII	23	31,08	IX	4	13,79
IX	28	37,84			
X	—	—			
XI	39	52,70			
XII	12	16,22			

Ce dernier conduit logiquement à la répartition de ces grands groupes dans le temps et à la caractérisation du phytoplancton du biotope qui nous occupe ici.

Quant à la composition centésimale, en ce qui concerne les espèces dominantes du phytoplancton dans nos deux biotopes, le tableau 6 renferme les données réunies à ce point de vue. Les chiffres indiquent le % de la population totale.

Lorsque la population offrait un mélange hétérogène tel que la détermination d'une espèce franchement dominante s'avérait impossible, nous l'avons affectée du vocable « *varia* » et l'avons introduite sous cette forme dans les graphiques.

Dans le tableau 7 nous avons groupé les espèces principales en fonction de leur répartition mensuelle.

TABLEAU 7

Répartition mensuelle des espèces principales

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Etang A												
<i>Microcystis flos-aquae</i> ... ..	×	×	—	—	×	×	×	×	×	—	×	—
<i>Dinobryon sertularia</i> ... ..	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—	×	×
<i>Centronella Reichelti</i> ... ..	×	×	—	×	—	—	—	—	×	—	×	×
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i> ... ..	×	×	×	×	—	—	—	×	×	—	×	×
<i>Asterionella formosa</i> ... ..	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—	×	×
<i>Peridinium cinctum</i> ... ..	—	—	×	×	×	—	×	×	×	—	×	—
<i>Ceratium hirundinella</i> ... ..	—	—	—	×	×	×	×	×	×	—	—	—
<i>Pediastrum Boryanum</i> ... ..	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—	×	—
<i>Pediastrum duplex</i> ... ..	—	—	—	×	—	×	—	×	×	—	×	—
<i>Pediastrum simplex</i> ... ..	×	×	×	×	—	×	×	—	×	—	×	×
<i>Coelastrum microporum</i> ... ..	—	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×
<i>Scenedesmus quadricauda</i> ... ..	×	×	×	×	×	×	×	×	×	—	×	×
<i>Staurastrum paradoxum</i> ... ..	×	—	—	—	×	×	×	×	×	—	×	×
Etang B												
<i>Microcystis flos-aquae</i> ... ..	—	×	—	—	—	—	×	×	×	—	—	—
<i>Asterionella formosa</i> ... ..	—	×	×	×	—	×	×	×	×	—	—	—
<i>Ceratium hirundinella</i> ... ..	—	—	—	×	×	×	×	×	×	—	—	—

## II. — Considérations floristiques

En ce qui concerne la composition de la florule du phytoplancton, en nous basant sur les listes précédentes, nous avons dénombré au total 78 espèces pour les deux étangs, soit 74 pour A et 29 pour B (tableau 8). Nous avons calculé pour chaque ordre ou famille le taux des espèces récoltées. Les BACILLARIOPHYCEAE et les CHLOROPHYTA occupaient une place prépondérante.

TABLEAU 8  
Composition floristique

	Etang A		Etang B	
	Nombre	%	Nombre	%
CYANOPHYTA .....	3	4,05	4	13,79
CHRYSOPHYTA .....	5	6,76	3	10,35
BACILLARIOPHYCEAE .....	14	18,92	8	27,59
DINOPHYCEAE .....	7	9,46	4	13,79
EUGLENOPHYTA .....	2	2,70	—	—
CHLOROPHYTA .....	43	58,11	10	34,48
Total .....	74		29	
Florule des deux étangs				
CYANOPHYTA...	5	6,41 %		
CHRYSOPHYTA .....	5	6,41 %		
BACILLARIOPHYCEAE .....	16	20,51 %		
DINOPHYCEAE .....	7	8,98 %		
EUGLENOPHYTA .....	2	2,56 %		
CHLOROPHYTA .....	43	55,13 %		
Total .....	78			
25 espèces sont communes à A et B.				
49 sont particulières à A.				
4 espèces sont particulières à B.				

On est amené ainsi aux observations suivantes :  
Etang A :

1. — Zooplancton. Le zooplancton se manifeste depuis le mois d'avril, est maximum en mai et décline en juin.
2. — Les CHRYSOPHYTA, BACILLARIOPHYCEAE et CHLOROPHYTA sont présents pendant toute l'année.
3. — On rencontre des CYANOPHYTA toute l'année sauf en décembre, mars et avril.
4. — Les DINOPHYCEAE sont présents toute l'année sauf en février et décembre.
5. — Les EUGLENOPHYTA paraissent rares ici et n'ont été observés qu'en avril et septembre.

La florule de l'étang A semble être constituée ainsi principalement de CHRYSOPHYTA (*Dinobryon*), de BACILLARIOPHYCEAE (*Asterionella*) et CHLOROPHYTA (*Scenedesmus*).

Tous les groupes sont représentés plus ou moins complètement au cours des mois de mai à septembre, sauf les EUGLENOPHYTA qu'on n'a relevés qu'en avril et septembre.

Le mois de novembre 1968 renfermait le plus grand nombre d'espèces : 39, avec 25 représentants des CHLOROPHYTA. Ensuite, les mois de juin et septembre renferment le plus grand nombre d'espèces : de 23 à 28, septembre étant le mois à maxima : 28 espèces.

L'examen des divers groupes au point de vue du nombre maximal des espèces conduit aux chiffres suivants :

CYANOPHYTA, 3 espèces en juillet,  
CHRYSOPHYTA, 3 espèces en janvier, février et novembre,  
BACILLARIOPHYCEAE, 7 espèces en janvier, avril et novembre,  
DINOPHYCEAE, 3 espèces en juin, juillet et août,  
EUGLENOPHYTA, 1 espèce en avril, septembre et novembre,  
CHLOROPHYTA, 25 espèces en novembre.

Les renseignements des divers tableaux nous donnent pour l'étang A des prédominances plus ou moins évidentes. Ainsi :

*Dinobryon sertularia*, de fin décembre à mi-juin, jusque 100 % de la population. Cette espèce ne semble pas se manifester durant la période chaude de l'année.

*Asterionella formosa*, pratiquement durant toute l'année jusque 100 %.  
*Ceratium hirundinella*, jusque 100 % en juillet, août et septembre, en quantités variables.

*Pediastrum Boryanum*, toute l'année.

*Pediastrum simplex*, pratiquement durant toute l'année.

*Scenedesmus quadricauda*, à peu près durant toute l'année, avec une dominance ne dépassant pas 50 %, en novembre.

*Synedra acus* var. *angustissima*, pratiquement durant toute l'année sauf en mai, juin, juillet. Les dominances ne dépassent pas 40 %.

Étang B.

1. — Zooplancton. Ici, le zooplancton se manifeste d'abord partiellement à partir du 2 et 23 avril pour réapparaître le 14 mai et rester en place jusqu'au 11 juin et disparaître ensuite.

2. — Les CHRYSOPHYTA n'ont été observés qu'en février, mars et avril (*Synura uvella*, *Dinobryon sertularia*, *Dinobryon divergens*).

3. — Les BACILLARIOPHYCEAE se sont manifestés de mars à septembre (*Synedra acus* var. *angustissima*, *Asterionella formosa*).

4. — On a récolté des DINOPHYCEAE d'avril jusqu'en septembre. Cependant, un phytoplancton « unialgue » s'est manifesté avec *Ceratium hirundinella* comme unique élément, depuis fin juin jusque fin septembre.

5. — Les EUGLENOPHYTA paraissent absents.

6. — Les CHLOROPHYTA en février, avril et de juin jusqu'en septembre. Les représentants principaux : *Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* et surtout *Volvox globator* au mois de juillet.

7. — Enfin, les CYANOPHYTA, en février, mars et avril, juillet, août et septembre.

Parmi les CYANOPHYTA on note : *Microcystis [los-aquae]*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria rubescens*, *Aphanizomenon [los-aquae]*.

La florule de l'étang B semble ainsi formée surtout de CYANOPHYTA, BACILLARIOPHYCEAE et CHLOROPHYTA, les autres groupes comme les CHRYSOPYTA, les DINOPHYCEAE ne dominant nulle part.

Au mois de juillet on a dénombré dans l'étang B, le plus grand nombre d'espèces : 14 avec 5 représentants des BACILLARIOPHYCEAE et 5 des CHLOROPHYTA; viennent ensuite les mois d'avril avec 11 et février avec 8 espèces.

L'examen des divers groupes au point de vue du nombre des espèces conduit aux chiffres suivants :

CYANOPHYTA, 2 espèces en février, avril et août;

CHRYSOPHYTA, 2 espèces en février et avril;

BACILLARIOPHYCEAE, 5 espèces en juillet, 4 en avril;

DINOPHYCEAE, 3 espèces en juillet;

EUGLENOPHYTA, apparemment non représentés;  
CHLOROPHYTA, 5 espèces en juillet.

Les renseignements des divers tableaux nous donnent pour l'étang B, des prédominances plus ou moins évidentes. Ainsi :

*Dinobryon divergens* et *Synura uvella* en février avec chacune 50 % de la population;

*Aphanizomenon flos-aquae* en mars et au début d'avril, chaque fois avec 50 %;

*Oscillatoria rubescens* en avril avec 50 % de la population. Nous l'avions observée l'année précédente sous forme d'une fleur d'eau très intense, teintant l'eau de l'étang en rouge brique. En 1969, cette espèce s'est manifestée sans atteindre la formation d'une fleur d'eau;

*Microcystis flos-aquae* uniquement la semaine du 1<sup>er</sup> septembre : 50 %;

*Synedra acus* var *angustissima*, de 50 à 100 % depuis le 6 mars jusqu'à la mi-avril;

*Asterionella* est plutôt rare, de 1 à 50 % depuis la mi-mars jusque mi-septembre;

enfin, *Ceratium hirundinella*, a été particulièrement abondante depuis fin-juin jusque fin-septembre de 50 à 100 %, sans interruptions.

Dans les deux tableaux suivants (Tableaux 9 et 10), nous avons indiqué la répartition des grands groupes du phytoplancton successivement dans les deux étangs A et B.

TABLEAU 9  
Répartition des grands groupes du phytoplancton  
Etang A

Mois	Total	CYANO-PHYTA		CHRYSO-PHYTA		BACILLA-RIO-PHYCEAE		DINO-PHYCEAE		EU-GLENO-PHYTA		CHLORO-PHYTA	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1968													
XI	39	1	2,56	3	7,70	7	17,95	2	5,13	1	2,56	25	64,10
XII	12	—	—	2	16,66	5	41,67	—	—	—	—	5	41,67
1969													
I	19	1	5,26	3	15,80	7	36,84	1	5,26	—	—	7	36,84
II	13	1	7,69	3	23,08	5	38,46	—	—	—	—	4	30,77
III	11	—	—	1	9,09	5	45,46	1	9,09	—	—	4	36,36
IV	22	—	—	2	9,09	7	31,82	2	9,09	1	4,55	10	45,45
V	14	1	7,14	1	7,14	3	21,43	2	14,29	—	—	7	50,00
VI	23	1	4,35	2	8,70	1	4,35	3	13,04	—	—	16	69,56
VII	24	3	12,50	1	4,17	2	8,33	3	12,50	—	—	15	62,50
VIII	23	2	8,70	1	4,35	3	13,04	3	13,04	—	—	14	60,87
IX	28	2	7,14	2	7,14	5	17,86	2	7,14	1	3,57	16	57,15

TABLEAU 10  
Répartition des grands groupes du phytoplancton  
Etang B

Mois	Total	CYANO-PHYTA		CHRYSO-PHYTA		BACIL-LARIO-PHYCEAE		DINO-PHYCEAE		EU-GLENO-PHYTA		CHLORO-PHYTA	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1969													
II	8	2	25,00	2	25,00	2	25,00	—	—	—	—	2	25,00
III	4	1	25,00	1	25,00	2	50,00	—	—	—	—	—	—
IV	11	2	18,18	2	18,18	4	36,37	1	9,09	—	—	2	18,18
V	1	—	—	—	—	—	—	1	100,00	—	—	—	—
VI	4	—	—	—	—	1	25,00	1	25,00	—	—	2	50,00
VII	14	1	7,15	—	—	5	35,71	3	21,43	—	—	5	35,71
VIII	5	2	40,00	—	—	1	20,00	1	20,00	—	—	1	20,00
IX	4	1	25,00	—	—	1	25,00	2	50,00	—	—	—	—

### III. — Considérations écologiques

Sans posséder une microflore particulièrement variée et riche en espèces, différentes, les deux étangs examinés ici renferment néanmoins un ensemble d'éléments planctoniques pouvant donner lieu à des considérations intéressantes, grâce aux prélèvements hebdomadaires qui ont favorisé ainsi des analyses plus appuyées.

Comme nous l'avons écrit au début de cette étude, les concentrations des diverses substances minérales et organiques dissoutes ont retenu notre attention dans le but d'arriver à l'établissement, à défaut d'une réelle corrélation, d'un rapprochement entre leurs variations, la composition et la périodicité des éléments du phytoplancton. Parmi les facteurs écologiques examinés, nous avons attiré l'attention non seulement sur la quantité totale des matières organiques qui ont été exprimées en milligrammes de  $\text{KMnO}_4$  par litre, à défaut d'un mode d'expression plus rationnel et précis, et sur les hydrates de carbone dissous.

A ce propos, il n'était pas sans intérêt de se rappeler les anciennes théories de S. C. AKEHURST (1931), celles plus récentes de M. LEFÈVRE, H. JAKOB et M. NISBET (1952 et 1958), de A. F. MARKER (1965), de T. R. RICE (1954), G. W. SAUNDERS (1957), pour ne nommer que les travaux principaux, résumés récemment par G. E. HUTCHINSON, dans son *Traité de Limnologie* (1967). Ces travaux se rapportent au sujet des substances extracellulaires excrétées par les algues dans les milieux de culture et plus probablement aussi, par les algues du phytoplancton dans les mers, les lacs et les cuvettes lacustres.

Ce n'est pas la place ici pour établir une véritable rétrospective au sujet de tous les travaux consacrés à ce problème. Les résultats acquis sont encourageants mais il reste beaucoup à accomplir non seulement « *in vitro* » mais aussi « *in situ* » et au laboratoire de chimie analytique car, si les effets de telles substances ont pu être constatés ou supposés, on n'a pas pu isoler encore les agents actifs proprement dits et on ignore presque tout en ce qui concerne leur constitution. Pour un biologiste expérimentateur, routiné dans les techniques du laboratoire de chimie analytique — nous songeons ici, entre autres, à la chromatographie sur papier et sur colonne, à l'électrophorèse — ce genre de recherches constituerait un sujet de choix.

Il nous semble qu'il est trop tôt pour tenter déjà une explication, valable en tous points, des variations dans la composition du phytoplancton en fonction des substances extracellulaires, qu'elles soient inhibitrices, stimulantes, autotoxiques, autoantibiotiques ou hétéroantibiotiques.

Il est un fait que la périodicité des divers peuplements d'une cuvette lacustre ne répond pas toujours aux variations des facteurs écologiques habituellement recherchés, tels l'azote, le phosphore, la silice, les oligo-éléments, pour n'en nommer que quelques principaux. La disparition progressive ou brusque, dans le courant de l'année, d'une espèce ou d'un groupe d'espèces au profit d'autres espèces ou groupes, qui à leur tour cèdent la place, constitue un phénomène qui, malgré tout, laisse l'impression que d'autres facteurs, peut-être plus décisifs, exercent une influence ici.

Que faut-il penser des planctons « unialgues » ? Comment faut-il interpréter l'explosion brutale d'une fleur d'eau avec son évanouissement aussi soudain, l'apparition brusque d'une ou de plusieurs espèces en quantités considérables et leur disparition sans raison apparente ?

En résumant les données les plus récentes de la littérature, on arrive à la conclusion qu'une majorité d'espèce d'algues semble excréter des substances inhibant la croissance d'autres espèces. En ce qui concerne la succession dans la composition spécifique du phytoplancton, il est probable que de telles substances ne sont significatives que produites par des populations réellement denses. Il n'est pas invraisemblable d'ailleurs que certaines de ces substances soient mises en liberté uniquement à la mort de la cellule. Elles semblent être constituées, au moins partiellement, par des acides aliphatiques ou leurs sels.

Elles exercent une influence différente sur des organismes différents, même étroitement alliés et sont présentes dans l'eau à l'époque des fleurs d'eau : des CYANOPHYTA, DINOPHYCEAE (*Ceratium*), etc.

Elles doivent presque certainement limiter la diversité du phytoplancton dans des cuvettes lacustres riches, mais à l'heure actuelle, leur rôle dans la succession saisonnière n'est pas encore clairement défini.

Un point important est celui de savoir si ces substances extracellulaires gardent leur pouvoir inhibiteur durant longtemps ou bien si elles sont rapidement décomposées dans les milieux naturels. En effet, des popu-

lations phytoplanctoniques abondantes ne seraient pas à même d'exercer une influence importante sur la population subséquente si ces substances n'avaient qu'une existence éphémère. Le problème demeure malheureusement entier.

Quoi qu'il en soit, il est possible de conclure avec T. RICE (1954), que les substances antagonistes provenant du métabolisme des algues du phytoplancton sont importantes, tout au moins dans les cuvettes lacustres, qu'elles ont une influence sur les fluctuations saisonnières du phytoplancton dans son ensemble et sur la quantité de chaque espèce, ainsi que sur la succession bien définie de ces dernières.

Nous avons tenu à rappeler ces notions ici, avant d'aborder l'étude du phytoplancton de nos deux étangs. Notre étude a débuté le 13 novembre 1968 et a pu être poursuivie jusqu'au 24 septembre 1969. Par un malheureux concours de circonstances en dehors de notre volonté, il n'a pas été possible de boucler le cycle annuel.

Le tableau 11 renferme les données réunies au point de vue de la répartition des espèces du phytoplancton dans les deux étangs, par récolte hebdomadaire et par ordre systématique. Les  $\circ$  indiquent les espèces récoltées dans l'étang a, les + celles observées dans l'étang b et le signe  $\oplus$  se rapporte à celles se manifestant dans les deux étangs.

Il s'agit ici d'un ensemble de 78 espèces réparties parmi les ordres et les familles suivants : CYANOPHYTA, CHRYSOPHYTA, BACILLARIOPHYCEAE, DINOPHYCEAE, EUGLENOPHYTA et CHLOROPHYTA.

Le tableau 11 donne la répartition des espèces dans les deux étangs, d'où résulte que 74 espèces ont été observées en A et 29 seulement en B.

Etang A. — En ce qui concerne les relations classiques : phytoplancton/N et P, nous observons ce qui suit (Tableau 12).

1. — Azote. Entre la mi-novembre 1968 et la fin du mois d'avril 1969, l'azote nitrique est relativement abondant en moyenne, avec quelques maxima et minima assez prononcés. Durant cette période, une population composée surtout de CHRYSOPHYTA (*Dinobryon sertularia*), suivie de près par des BACILLARIOPHYCEAE (*Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra actinastroïdes*, *Asterionella formosa* et surtout *Synedra acus* var. *angustissima*) atteignant des maxima jusque 100 % (fig. 1). L'interférence partielle, depuis la mi-janvier jusqu'à la fin du mois de février environ, des deux populations, est un point important à noter. La disparition de la population de BACILLARIOPHYCEAE est simultanée avec une décroissance rapide de l'azote nitrique. Lorsque celui-ci tend vers un minimum, un phytoplancton très hétérogène (nommé « varia » dans ce travail) se manifeste début mai et fin août. Une réapparition fugace de CHRYSOPHYTA précède une période de trois semaines durant lesquelles du zooplancton se développe à 100 % et l'azote reste très bas entre 10 et 100  $\gamma$  au litre. Le zooplancton s'est complètement évanoui, ensuite les CHRYSOPHYTA réapparaissent durant quinze

TABLEAU 12

Relations entre les facteurs écologiques principaux et les groupes dominants du phytoplancton

Mois	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Etang A											
Zooplancton .....	—	—	—	—	—	↑	max.	↓	—	—	—
CHRYSOPHYTA .....	—	—	max.	↓	↓	—	max.	max.	—	—	—
BACILLARIOPHYCEAE .....	max.	max.	↓	↑	max.	max.	—	—	—	—	↑
DINOPHYCEAE .....	—	—	—	—	—	—	—	—	max.	↓	↑
CHLOROPHYTA .....	max.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NO <sub>3</sub> .....	1,8	2,4	2,7	2,4	3,0	2,2	0,2	1,0	0,3	0,3	0,2
PO <sub>4</sub> .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chlorophylle mg/m <sup>3</sup> .....	8,9	7,5	12,2	6,5	22,0	8,4	6,7	9,0	11,5	14,2	13,0
Oxygène % .....	97	99,6	91,8	101,3	116,2	137,0	106,5	115,8	147,5	145,6	122,5
Etang B											
Zooplancton .....	—	—	—	—	—	↑	max.	max.	—	—	—
CHRYSOPHYTA .....	—	—	—	max.	—	—	—	—	—	—	—
BACILLARIOPHYCEAE .....	—	—	—	—	max.	max.	—	—	—	—	—
DINOPHYCEAE .....	—	—	—	—	—	—	—	↑	max.	max	max.
CYANOPHYTA .....	—	—	—	—	max.	max.	—	—	—	—	↑
NO <sub>3</sub> .....	—	—	—	11,4	2,9	3,9	0,6	0,46	0,97	0,4	0,36
PO <sub>4</sub> .....	—	—	—	0,17	0,05	0,02	0,06	0,00	0,02	0,02	0,0
Chlorophylle mg/m <sup>3</sup> .....	—	—	—	53,3	13,2	53,4	6,0	9,75	15,25	48,5	33,5
Oxygène % .....	—	—	—	81,0	104,9	173,7	103,5	114,9	186,0	157,7	121,4

jours pour ne plus revenir ensuite. A ce moment, la concentration en azote nitrique a augmenté rapidement et atteint 730  $\gamma$  fin juin, après la disparition du zooplancton et des CHRYSOPHYTA. Les quatre semaines qui suivent sont marquées par un phytoplancton « *varia* ». Un peuplement de DINOPHYCEAE se manifeste, fin juillet et début août, durant trois semaines par une concentration basse de l'azote.

Pendant toute cette période, le P-PO<sub>4</sub> est resté nul ou à peu près et atteint à peine 20  $\gamma$  par litre.

Il est très curieux de constater que les CHLOROPHYTA (jusque 50 %) en novembre 1968, ne se sont montrés que pendant un très court intervalle entre la fin d'une période à BACILLARIOPHYCEAE et le début d'une population à CHRYSOPHYTA. Cependant, sauf le facteur lumière très bas en ce moment de l'année, le facteur azote ne leur faisait pas défaut, malgré une décroissance au début de décembre qui n'a cependant pas dépassé 220  $\gamma$  de N/par litre. Il s'agissait de PROTOCOCCALES : *Pediastrum Boryanum*, *P. duplex* var. *clathratum*; *P. simplex*, *P. tetras*, *Coelastrum microporum*, *Tetraedron hastatum*, *Scenedesmus obliquus*, *S. quadricauda* (50 %), *S. serratus* et une Conjugale : *Staurastrum paradoxum*.

2. — Chlorophylle. Cette situation se reflète un peu dans les variations de la Chlorophylle, compte tenu toutefois de la réserve que nous avons faite au chapitre de la chlorophylle en ce qui concerne les BACTERIACEAE.

En novembre et décembre 1968, un premier sommet du graphique (fig. 1) répond à un ensemble de BACILLARIOPHYCEAE et CHRYSOPHYTA; la concentration diminue et, sous la glace, est encore de 5 mg/m<sup>3</sup>. Dès janvier, et pratiquement durant toute la période à CHRYSOPHYTA, prédominants à 100 %, un second sommet dans le graphique de la chlorophylle est atteint. La décroissance des CHRYSOPHYTA et l'accroissement progressif des BACILLARIOPHYCEAE coïncide avec une décroissance jusque vers 9 mg/m<sup>3</sup> sous la glace, fin février. La chlorophylle atteint un sommet de 58 mg/m<sup>3</sup> vers la fin du mois de mars, probablement en fonction de la croissance des BACILLARIOPHYCEAE. La population se compose alors de 65 % de diatomées et de 30 % de CHRYSOPHYTA.

Après la disparition de ces derniers, les diatomées à 100 % provoquent encore un petit sommet à 13 mg/m<sup>3</sup> de chlorophylle. Entretemps, le zooplancton a fait son apparition et aura certainement exercé une influence sur le comportement du phytoplancton. Pendant deux semaines, au début du mois de mai, un plancton varié ne donnant que 3 à 5 mg de chlorophylle au m<sup>3</sup>. Une nouvelle poussée de CHRYSOPHYTA fait croître la courbe qui, pendant la période à zooplancton atteint 11 mg/m<sup>3</sup>.

Ne perdons pas de vue la dominance des CHRYSOPHYTA et des BACILLARIOPHYCEAE, la disparition de deux courtes périodes à zooplancton, pouvant avoir donné lieu à une poussée de BACTERIA-

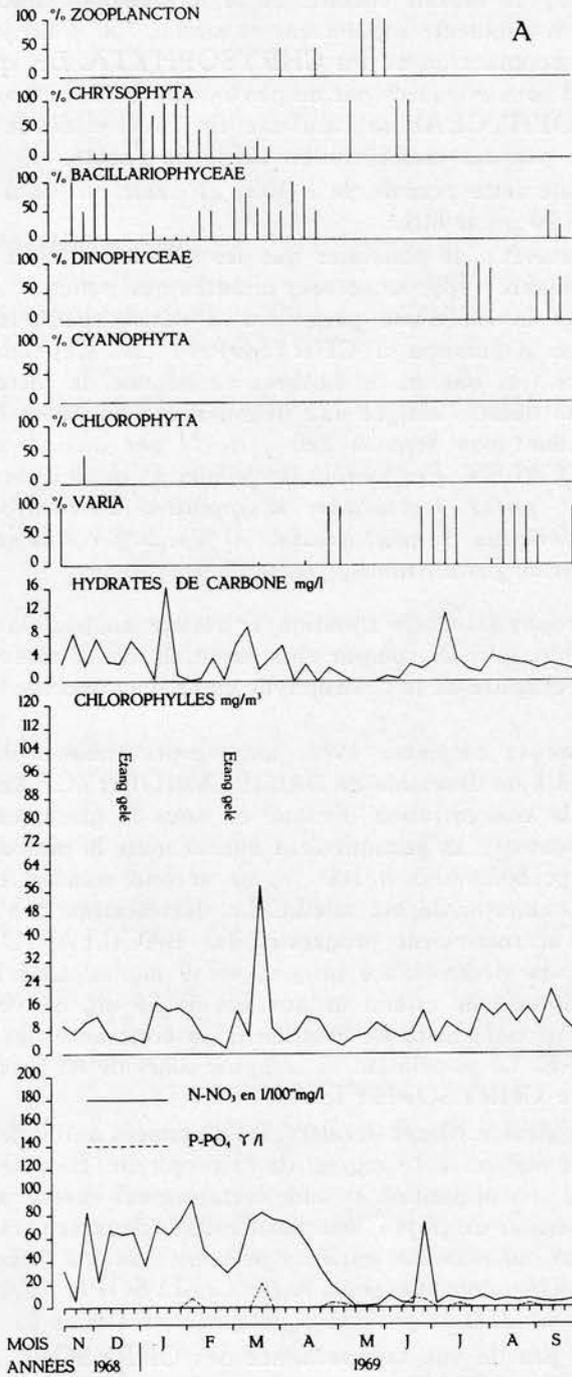


Fig. 1. — Relations entre les groupes principaux du plancton, la chlorophylle et N et P, dans l'étang A.

CEAE avec une influence possible sur le comportement de la chlorophylle qui, sans phytoplancton apparent, atteint maintenant  $11 \text{ mg/m}^3$ . La poussée de CHRYSOPHYTA après le zooplancton fait encore croître la courbe jusqu'à l'apparition de plancton varié pendant quatre semaines. Durant trois semaines, juillet-août, les DINOPHYCEAE maintiennent le taux de la chlorophylle à  $13-17 \text{ mg/m}^3$ . Enfin, un peuplement de DINOPHYCEAE-BACILLARIOPHYCEAE de la mi-septembre fait croître la courbe jusqu'à  $22 \text{ mg/m}^3$ .

3. — Les hydrates de carbone. En réalité, le graphique concrétisant les variations de la concentration en hydrates de carbone est constitué par une série de sommets alternants, dont émergent les trois principaux.

Le premier, en janvier, de loin le plus important car atteignant  $16 \text{ mg}$  par litre, peut avoir eu son origine dans l'excrétion par les CHRYSOPHYTA (fig. 2) de janvier, mais aussi dans la décomposition des polysaccharides de l'année précédente faisant partie de la vase autochtone. Le second sommet, mi-mars, pourrait résulter de la dominance de BACILLARIOPHYCEAE. L'inflexion qui se manifeste à partir de mars, avec de petites alternances cependant, et qui continue à se faire sentir jusque vers la fin du mois de juin, correspond au déclin des BACILLARIOPHYCEAE et la période à zooplancton. Les CHRYSOPHYTA de mai paraissent n'avoir eu aucune influence, à moins que les hydrates de carbone présents n'aient été utilisés directement ou indirectement par le zooplancton. On pourrait même invoquer aussi un phénomène d'oxydation puisque, à ce moment, l'oxygène dissous subit une forte décroissance de la sursaturation, avec des concentrations simultanées relativement importantes de  $\text{CO}_2$ .

Le troisième sommet, en juillet, provient probablement des CHRYSOPHYTA de juin et du plancton hétérogène du début de juillet.

On pourrait rattacher les différents petits sommets du graphique à des populations plus ou moins denses mais à caractère fugace : en décembre-janvier par la seule manifestation des CHLOROPHYTA en quantité dominante, en avril par les BACILLARIOPHYCEAE, en juillet et août par des DINOPHYCEAE.

A la lumière des considérations précédentes, l'examen du graphique, dans son ensemble, fait constater l'existence de trois grandes zones parfaitement visibles sur le graphique des moyennes mensuelles (fig. 13, dans la première partie de cette étude) : une de décembre à mai, comprenant trois sommets en ligne décroissante correspondant à des populations de CHRYSOPHYTA et de BACILLARIOPHYCEAE avec leur interférence partielle, une seconde zone comportant le zooplancton en mai-juin, durant laquelle il semble ne pas y avoir eu de production d'hydrates de carbone et, enfin, une dernière zone avec un sommet élevé se manifestant après une dominance ultime de CHRYSOPHYTA et deux semaines de phytoplancton hétérogène.

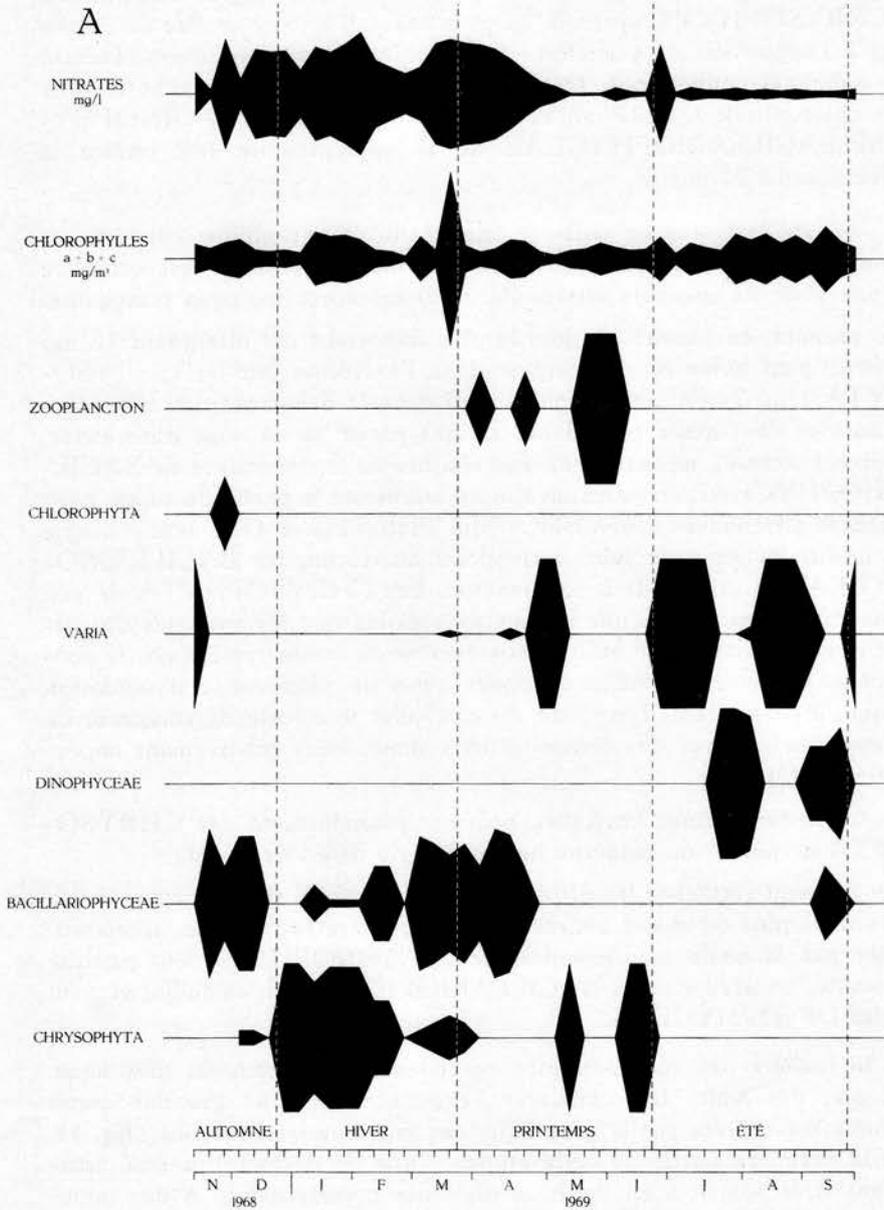


Fig. 2. — Relations entre les groupes principaux du plancton, la chlorophylle et les nitrates, compte tenu des saisons, dans l'étang A.

Dès le mois d'août, le graphique décroît en fonction sans doute du déclin du plancton ne comprenant plus qu'une minime quantité de BACILLARIOPHYCEAE et de DINOPHYCEAE, à vitalité réduite en fin de saison.

Nous estimons, pour le moment, que ce sont les seuls enseignements que nous puissions tirer de nos observations en ce qui concerne les hydrates de carbone dans l'eau de l'étang A.

Malgré la pauvreté de nos arguments en faveur de leur production extracellulaire, il nous semble toutefois avoir montré l'existence d'un phénomène encore peu étudié. Il y a là encore un fructueux domaine à explorer.

4. — Substances inhibitrices. Quant à l'excrétion et l'influence de substances dites de croissance ou d'inhibition, nous en sommes réduit à des impressions et des hypothèses. Le premier fait qui frappe dans le comportement du phytoplancton de l'étang A est la place minime occupée par les CHLOROPHYTA : une courte période seulement à dominance en décembre 1968, puis des présences qu'on pourrait caractériser de fugaces au sein d'une population hétérogène en mai, juillet, août et septembre. En second lieu, de décembre à fin juin, la succession de deux populations à CHRYSOPHYTA-BACILLARIOPHYCEAE, la première allant en décroissant, tandis que la seconde croît, allant de pair avec une assez longue période d'interférence.

Si on voulait suivre les hypothèses de S. C. AKEHURST, on pourrait expliquer la succession des divers groupes de la manière suivante.

Les CHLOROPHYTA seraient autoinhibitrices au moment de leur maximum. Toujours d'après les mêmes théories, les CHRYSOPHYTA n'apparaîtraient qu'après le déclin et la disparition d'un autre groupe important. Nous voyons ici, en effet, les CHRYSOPHYTA succéder aux CHLOROPHYTA. Ces derniers ont ainsi préparé la voie aux CHRYSOPHYTA. Puis, *Dinobryon* est inhibé par *Asterionella* appartenant aux BACILLARIOPHYCEAE.

Comme on croit que *Asterionella* et les DINOPHYCEAE utilisent des matières nutritives semblables, la présence d'*Asterionella* est supposée inhiber un développement massif de DINOPHYCEAE. Nous voyons dans l'étang A, que les DINOPHYCEAE ne succèdent aux BACILLARIOPHYCEAE qu'après un assez long intervalle de trois mois à peu près.

Ces quelques considérations ne constituent qu'une hypothèse. De nombreuses recherches et confrontations seront encore nécessaires avant d'arriver à une explication valable des faits. Nous n'apportons ici qu'un exemple de plus d'une situation qui, à priori, pourrait être expliquée par les théories des substances inhibitrices extracellulaires en attendant des recherches plus poussées.

Il nous semble que c'est un problème de première importance dans l'étude de la production primaire.

Étang B. — Une difficulté majeure dans l'étude de l'étang B est l'absence de quatre mois à notre cycle, absence due aux motifs invoqués plus haut. Le cycle ne commence qu'en février et se termine, comme pour A, en fin septembre.

1. — Azote. Le maximum de l'azote nitrique s'est manifesté vers la fin du mois de février. Les CHRYSOPHYTA (*Synura uvella*, *Dinobryon divergens*) achèvent ici une population à 100 % (Tableau 12, fig. 3).

Au début du mois de mars, à ces CHRYSOPHYTA succède une population à BACILLARIOPHYCEAE (*Synedra acus* var. *angustissima*) avec laquelle interfèrent deux CYANOPHYTA (*Oscillatoria rubescens* et *Aphanizomenon flos-aquae*), n'atteignant que 50 % de la population. Les deux maxima à diatomées correspondent à une grosse inflexion du graphique de l'azote nitrique.

A partir du début du mois d'avril, la concentration en azote dessine une courbe descendante, jusqu'au milieu du mois de mai. Cette période correspond au déclin des BACILLARIOPHYCEAE, des CYANOPHYTA, remplacées par deux semaines d'un phytoplancton varié qui cède ensuite la place à six semaines de zooplancton à 100 % durant lesquelles le taux de l'azote reste bas.

Le phytoplancton se présente alors sous la forme d'une population à DINOPHYCEAE à 100 % avec un taux d'azote toujours bas.

Durant toute la période à partir de fin février la concentration du P-PO<sub>4</sub> est basse et atteint fréquemment zéro, surtout pendant la culmination prolongée du zooplancton et au cours de la longue phase à DINOPHYCEAE à la fin de la saison estivale.

Relativement élevée en février — 100  $\gamma$  de P-PO<sub>4</sub> par litre — la concentration montre une tendance manifeste à décroître ainsi que des variations plus ou moins grandes, difficiles à interpréter avec exactitude. Ne perdons pas de vue que ces variations pourraient être amenées par les apports irréguliers d'eau ménagère, auxquels nous avons fait allusion au début de ce travail.

Un fait curieux est l'absence pratiquement totale de CHLOROPHYTA dans cet étang où on n'a relevé que *Eudorina elegans* en juin, *Volvox globator* en juillet, *Pandorina morum* en avril, *Gloeococcus Schroeteri* en juillet, *Pediastrum Boryanum* en février et juillet, *Pediastrum duplex* var. *clathratum*, *Pediastrum clathratum* en juillet, *Staurastrum paradoxum* en juin, *Closterium macilentum* en août. Jamais on n'a été à même d'enregistrer une population à CHLOROPHYTA dominants.

## 2. — Chlorophylle.

Comparées aux concentrations de chlorophylle totale (a + b + c), les populations successives correspondent aux faits suivants.

En février, un premier maximum de la chlorophylle (117 mg/m<sup>3</sup>) correspond à la fin d'une population à CHRYSOPHYTA 100 %. Au bout

de deux semaines de gel, l'étang étant couvert de glace, la concentration a fortement diminué (jusque  $7 \text{ mg/m}^3$ ) et ce n'est guère qu'au début d'avril que nous enregistrons un second maximum de  $109 \text{ mg/m}^3$ , en même temps qu'une population de BACILLARIOPHYCEAE et de CYANOPHYTA.

Le graphique (fig. 3) montre une nouvelle courbe décroissante coïncidant avec les diminutions progressives de la population, pour tendre vers zéro et des concentrations basses au cours de la période de six semaines de zooplancton.

La phase à DINOPHYCEAE qui termine notre cycle manifeste deux grands maxima :  $68 \text{ mg/m}^3$  et  $56 \text{ mg/m}^3$ .

### 3. — Les hydrates de carbone.

Il est curieux de constater que de février à fin juin, les concentrations demeurent basses et produisent ensuite deux maxima consécutifs au début de juillet et au début du mois d'août. Ces deux maxima coïncident avec la dominance des DINOPHYCEAE.

Comme nous l'avons fait remarquer pour l'étang A, ce sont les seuls enseignements que nous puissions tirer de nos observations au sujet du comportement des hydrates de carbone.

### 4. — Substances inhibitrices.

Plus que pour l'étang A, nous en sommes réduits à des impressions et des hypothèses, car le cycle incomplet ne permet pas de considérations étayées par de nombreuses observations.

Ici aussi on s'étonne de ne trouver des CHLOROPHYTA qu'en très petit nombre et éparpillées en fin de période estivale.

Il n'y a en réalité que trois grandes périodes, une première à BACILLARIOPHYCEAE-CYANOPHYTA, une seconde à zooplancton en l'absence de phytoplancton, et, enfin, une période à DINOPHYCEAE.

Comme dans l'étang A, les DINOPHYCEAE ne succèdent aux BACILLARIOPHYCEAE qu'après un assez long intervalle. Doit-on y voir un effet d'antagonisme ? Ce ne sont guère que des recherches futures qui permettront de répondre sûrement à cette question.

A maintes reprises, nous avons fait allusion, dans ce travail, à la présence de BACTERIACEAE dans les eaux étudiées et leur incidence, par exemple, sur la concentration de la chlorophylle. Avant de clore ce chapitre consacré à l'écologie, un aperçu succinct sur quelques aspects de l'hydrobactériologie ne semble pas inutile.

Le rôle des bactéries et des microorganismes alliés se manifeste dans les eaux comme producteurs de matières nutritives, dans le cycle des divers éléments : azote, phosphore, soufre, calcium, dans le cycle de l'alimentation des animaux aquatiques, comme un des paramètres dans le système physico-chimique, dans l'ensemble, enfin, du métabolisme lacustre.

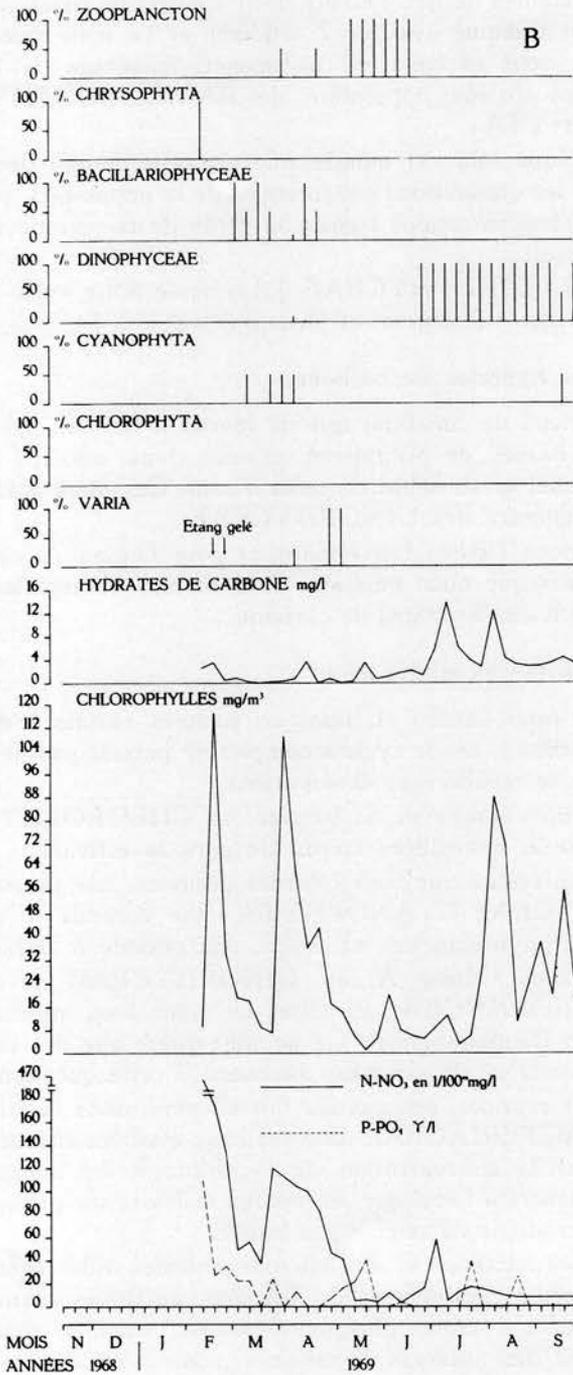


Fig. 3. — Relations entre les groupes principaux du plancton, la chlorophylle et N et P, dans l'étang B.

Malgré l'accord des hydrobiologistes et des limnologues pour attribuer aux bactéries un rôle important dans l'économie des lacs et des eaux en général, l'hydrobactériologie des eaux est restée fortement en retard sur les autres disciplines de la biologie dans leur participation à l'étude du métabolisme et de l'écologie lacustres. Alors qu'en botanique et en zoologie, les organismes ont été classés en espèces, habitat, activités, les idées en ce qui concerne les caractéristiques et l'activité des bactéries vivant normalement dans les eaux et les vases sont restées extrêmement générales. On sait cependant que les populations les plus denses se manifestent dans les eaux eutrophes, plus riches en matières nutritives que les oligotrophes. Ce sont d'ailleurs, en dernière analyse, les bactéries qui sont à la base de l'eutrophisation d'une eau, leur activité étant, en retour, modifiée par d'autres facteurs.

De cette chaîne de causes et d'effets découle la nécessité d'informations détaillées sur ces activités microbiennes lorsqu'il s'agit d'expliquer le métabolisme d'une eau.

La répartition saisonnière des bactéries dans les lacs est influencée par les variations de la température, les quantités plus ou moins abondantes de plancton, l'époque des circulations et des stagnations. L'abondance des bactéries dans les lacs suit plus rapidement les variations de la matière organique que n'importe quel autre facteur écologique.

Comme A. THIENEMANN l'exprimait en 1927, l'hydrobiologie a le plus grand besoin d'informations bactériologiques. Il semble surprenant de devoir insister sur la non-existence de l'hydrobactériologie comme telle. Il est vrai qu'on possède des renseignements sur les bactéries aquicoles, mais pour une grande part ce sont surtout des données relatives à des questions épidémiologiques et d'hygiène pratique. On sait cependant fort bien que le rôle des bactéries dans le cycle des matières nutritives est extrêmement important sinon primordial.

Aucune méthode de chimie, même des plus récentes, ne permet d'apporter la solution à tous les problèmes suscités par les métamorphoses de la matière en circulation dans une cuvette lacustre, si nous négligeons l'intervention bactérienne.

L'hydrobactériologie a certainement progressé en ces dernières années, mais la plupart des problèmes attend encore sa solution définitive.

Pour un microbiologiste possédant des connaissances approfondies de chimie, de biochimie, de physico-chimie, de biologie générale et même d'hydrographie, le champ de l'hydrobactériologie est extrêmement prometteur, puisque pratiquement vierge, aussi bien pour les recherches fondamentales que pour le domaine des sciences appliquées.

Un grand pas a été accompli récemment par l'International Biological Programme en promouvant la publication d'un manuel de R. A. VOLLENWEIDER, J. F. TALLING et D. F. WESTLAKE : « A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments, including a Chapter on Bacteria » (1969).

Les auteurs se sont efforcés de rassembler des méthodes permettant l'évaluation du nombre et de la biomasse des bactéries, la mesure de l'activité métabolique de groupes bactériens déterminés.

Ceci nous permet d'espérer que dans un avenir prochain, malgré les grandes difficultés inhérentes à la bactériologie, la lacune dans l'étude de la chaîne alimentaire et le métabolisme lacustre sera enfin comblée.

### C. CONCLUSIONS

A l'étude, ces deux biotopes déjà différents par leur morphologie, devaient se différencier davantage encore par les propriétés chimiques et biologiques de leurs eaux. Le tableau 13 renseigne les maxima, minima et moyennes des divers facteurs recherchés dans l'eau des étangs A et B.

Du point de vue de la géochimie, les eaux des deux étangs appartiennent à la classe des eaux hexaioniques avec trois anions et trois cations dans le système de TELKESY simplifié.

L'eau de l'étang A a un pH situé dans une zone très alcaline jusque  $\text{pH} = 8,5$ . Dans l'étang B, la gamme est beaucoup plus étendue : de  $\text{pH} = 7,25$  à  $\text{pH} = 9,82$ . En réalité, l'eau de l'étang B passe par des périodes plus alcalines que celle de l'étang A.

L'alcalinisation du milieu répond ici à l'activité chlorophyllienne du phytoplancton. Il existe une légère tendance vers la neutralité, mais les valeurs du pH, même en saison hivernale ne descendent pas en dessous de  $\text{pH} = 7,25$ , comme au début du mois d'août dans l'étang A.

La mesure hebdomadaire de la réserve alcaline, sur eau brute et eau filtrée, a permis d'obtenir des observations intéressantes au sujet de la décalcification biologique, la différence obtenue entre les deux échantillons montrant l'existence de carbonate de calcium en suspension dans l'eau brute.

Par les moyennes mensuelles de la réserve alcaline, les eaux des deux biotopes diffèrent sensiblement entre elles. En B, le gradient est un peu plus grand en moyenne et est déplacé vers des valeurs légèrement plus basses qu'en A.

Dans l'étang A on observe certaines relations entre l'alcalinité et la concentration en chlorophylle, ces deux facteurs se comportant ici comme s'ils étaient directement proportionnels.

4. — Les matières organiques sont beaucoup plus élevées dans l'étang B on y a enregistré des valeurs de plus du double de celles obtenues en A. Cette concentration est due à deux causes au moins : le voisinage immédiat d'essences feuillues et l'apport de petites quantités d'eaux ménagères.

5. — La concentration de l'ion ammonium est, en général, assez élevée en A. Elle est plus élevée cependant en B. Les maxima de l'ion dans les deux biotopes sont à imputer, sans aucun doute, à la dégra-

TABLEAU 13

Facteurs écologiques. Maxima, minima et moyennes pour les étangs A et B

Facteurs	Quantités	Etang A	Etang B
pH	Max.	8,43	9,82
	Min.	7,5	7,25
Alcalinité cc HCL N par litre.	Max.	2,388	2,285
	Min.	0,550	0,950
	Moyenne	2,124	1,777
Ammoniaque NH <sub>3</sub> mg par litre	Max.	1,8	2,7
	Min.	0,06	0,070
	Moyenne	0,785	1,114
Nitrates NO <sub>3</sub> mg par litre.	Max.	4,125	20,7
	Min.	0,08	0,21
	Moyenne	1,503	2,371
Oxygène % de la saturation.	Max.	209,49	246,75
	Min.	64,72	44,44
	Moyenne	118,19	134,92
Phosphates PO <sub>4</sub> mg par litre.	Max.	0,065	0,335
	Min.	0,0	0,0
Calcium Ca mg par litre.	Max.	74,8	67,6
	Min.	21,2	46,4
	Moyenne	61,3	56,93
Matières organiques/ KMnO <sub>4</sub> mg par litre.	Max.	44,57	79,95
	Min.	1,66	7,51
	Moyenne	18,30	35,73
Hydrates de carbone Exprimés en mg de saccharose par litre.	Max.	16,15	13,81
	Min.	0,0	0,0
	Moyenne	3,319	2,798
Chlorophylle a mg par m <sub>3</sub> .	Max.	39,0	73,0
	Min.	1,0	1,0
	Moyenne	6,44	17,55
Chlorophylle b mg par m <sub>3</sub> .	Max.	8,00	35,0
	Min.	0,0	0,0
	Moyenne	1,64	4,00
Chlorophylle c mg par m <sub>3</sub> .	Max.	11,0	29,00
	Min.	1,0	0,0
	Moyenne	2,66	6,75

dation de la matière organique. L'incidence de l'oxygène dissous est généralement très apparente.

6. — En ce qui concerne les nitrates, ils ont atteint des concentrations assez élevées, surtout dans l'étang B.

7. — Pour l'oxygène dissous, on a mesuré en A, un déficit de la saturation se manifestant de novembre 1968 à février 1969. L'oxygène subit ensuite un accroissement progressif jusqu'au mois d'août où un premier maximum est probablement le résultat de la productivité considérable de la chlorophylle. La concentration de l'oxygène subit des variations entre un déficit de 64,72 % et des sursaturations pouvant atteindre 209,49 %. En B, la déficience est beaucoup plus prononcée en février. La saturation y varie entre 44,44 et 246,75, la moyenne y est cependant un plus plus élevée qu'en A.

8. — Dans les deux milieux étudiés ici, les nitrites sont pratiquement absents ou en concentrations extrêmement faibles.

9. — Les concentrations en azote nitrique sont généralement élevées et atteignent plusieurs milligrammes dans les deux étangs.

10. — Dans l'ensemble, le métabolisme de l'azote, celui de la matière organique jusqu'à l'azote nitrique, semble suivre, dans l'étang A, durant la période 1968-1969, un cycle relativement bien exprimé, depuis la localisation des diverses populations planctoniques et la chlorophylle, leur nutrition et leurs déchets, la transformation de ces derniers, à l'intervention notamment de l'oxygène dissous, et le recyclage des substances acquises ainsi.

On peut dire, dans les grandes lignes, au sujet de l'étang B, que le cycle n'est pas si bien exprimé que dans le cas de l'étang A. Il est probable que c'est l'apport extérieur, si minime qu'il puisse être, d'eau ménagère, auquel nous avons déjà fait allusion, qui produit ici des interférences difficiles sinon impossibles à interpréter correctement.

11. — On a constaté en A l'absence totale de phosphates minéraux dissous, à de rares exceptions près : 8 résultats positifs sur 45 déterminations. En B, les résultats positifs sont un peu plus fréquents.

Toutes choses égales, on a l'impression que le zooplancton et la population de *Ceratium hirundinella* ont largement contribué à l'exhaure des phosphates en ne perdant pas de vue cependant que les divers éléments du zooplancton ainsi que les autres animaux peuplant les étangs, peuvent avoir contribué par leurs excréments ainsi que par leur décomposition ultime, à augmenter le taux des phosphates à certains moments de l'année.

12. — Quant à la silice, les quelques déterminations ont montré l'absence de silice dans l'étang A et une concentration de 0,0 à 3,85 mg de SiO<sub>2</sub> par litre en B.

13. — Nous avons décrit, dans les grandes lignes, les diverses populations phytoplanctoniques par rapport aux concentrations des chlorophylles a + b + c. On a déterminé les maxima et les minima, les maxima correspondant à des populations abondantes de CHRYSOPHYTA et des BACILLARIOPHYCEAE, les minima, à des périodes à zooplancton.

On a essayé ensuite de déterminer si les maxima manifestés par certaines populations correspondent à des maxima de chlorophylles qui leur sont propres.

Cette première recherche d'une corrélation possible entre les diverses populations et leurs chlorophylles a donné, dans l'ensemble, des résultats encourageants. Cependant, la place que les chlorophylles des divers groupes bactériens occupent parmi ces diverses concentrations demeure obscure et doit encore faire l'objet de beaucoup de recherches.

En ce qui concerne les variations dans les deux biotopes, nous avons enregistré une productivité de chlorophylle plus élevée dans l'étang B que dans A.

14. — Nous nous sommes étendu assez longuement sur quelques groupes de matières organiques, notamment celles dont on soupçonne qu'elles sont secrétées par certaines algues sous forme extracellulaire et qu'elles peuvent exercer une incidence sur l'écologie des cuvettes lacustres. Nous avons essayé aussi d'établir un rapprochement entre la composition et la périodicité du phytoplancton et les variations de ces substances considérées comme métabolites des algues du plancton et comme résultante de l'hydrolyse des déchets végétaux.

15. — Les recherches sur ces deux étangs en ce qui concerne les hydrates de carbone rejoignent en un certain sens celles exécutées sur le grand étang du Broek de Overmere (L. VAN MEEL, 1969) et le Vieil-Escaut à Bornem (L. VAN MEEL, 1969). Dans la publication relative aux résultats obtenus pour ces deux biotopes, nous avons fait remarquer : on a l'impression, dans l'ensemble, que les divers maxima de l'activité chlorophyllienne alternent avec une augmentation plus ou moins bien exprimée des concentrations en hydrates de carbone. Ces derniers seraient à considérer ainsi comme un produit d'excrétion ou de décomposition des algues du phytoplancton. Les nouveaux faits obtenus à Notmeir semblent confirmer cette hypothèse. A Hamme, sur les eaux de la Vieille-Durme, nous avons obtenu des résultats semblables. Le maximum de la concentration en hydrates de carbone est inséré entre deux maxima de la chlorophylle (L. VAN MEEL, 1970).

16. — Du point de vue limnologique, l'eau de ces deux étangs est à classer parmi les eaux eutrophes étant donné leurs caractéristiques, et d'assez grandes quantités de matières organiques. Ces derniers confèrent même à l'étang B un état d'eutrophisation extrême rapprochant ses eaux d'un léger degré d'oligosaprobie.

17. — Nos listes de déterminations ont permis d'établir que l'étang A est plus riche en espèces que l'étang B. On a dénombré au total 78 espèces pour les deux biotopes, soit 74 pour A et 29 pour B. Parmi elles, 49 ont été récoltées uniquement en A et 4 exclusivement en B. Parmi ces dernières : *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens*, *Cymatopleura elliptica* var. *hibernica*, *Volvox globator*. Dans l'étang A, on a trouvé

*Centronella Reichelti*, diatomée probablement nouvelle pour le pays. En groupant les diverses espèces d'organismes phytoplanctoniques par mois, on a pu enregistrer le nombre d'espèces différentes par mois. De cette manière, pour l'étang A, on a trouvé au mois de novembre, le plus grand nombre d'espèces, soit 39, et, au mois de mars, un minimum avec 11 espèces seulement. En ce qui concerne l'étang B, le mois de juillet a produit 14 espèces, le mois de mai une espèce unique. Le calcul pour chaque ordre ou famille du taux des espèces récoltées a permis d'établir que les BACILLARIOPHYCEAE et les CHLOROPHYTA occupaient une place prépondérante.

On a été amené ainsi à faire les observations suivantes.

Pour l'étang A, le zooplancton se manifeste depuis le mois d'avril; il est au maximum en mai et décline en juin. On remarque des CHRYSOPHYTA, des BACILLARIOPHYCEAE et des CHLOROPHYTA à peu près durant toute l'année. Des CYANOPHYTA se rencontrent toute l'année, sauf en décembre, mars et avril. Les DINOPHYCEAE pendant toute l'année, sauf en février et décembre. Les EUGLENOPHYTA paraissent rares ici et n'ont été observés qu'en avril, septembre et décembre.

La florule de l'étang A semble être constituée ainsi principalement de CHRYSOPHYTA (*Dinobryon*), de BACILLARIOPHYCEAE (*Asterionella*) et de CHLOROPHYTA (*Scenedesmus*). Tous les groupes sont représentés plus ou moins complètement au cours des mois de mai à septembre, sauf les EUGLENOPHYTA qu'on n'a relevés qu'en avril, septembre et décembre.

Les renseignements des divers tableaux confèrent à l'étang A des prédominances plus ou moins évidentes. Ainsi, nous avons pu déterminer des dominances et la partie de l'année correspondante en ce qui concerne des espèces comme *Dinobryon sertularia*, *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*, *Pediastrum Boryanum* qu'on rencontre durant toute l'année, *Pediastrum simplex*, presque durant toute l'année, *Scenedesmus quadricauda*, à peu près de même ainsi que *Synedra acus* var. *angustissima*.

En ce qui concerne l'étang B, le zooplancton se manifeste ici partiellement à partir du 2 et du 23 avril, pour réapparaître le 14 mai et rester en place jusqu'au 18 juin pour se dissiper ensuite. Comme dominances on a pu noter : CHRYSOPHYTA (*Synura uvella*, *Dinobryon divergens*, *Dinobryon sertularia*), BACILLARIOPHYCEAE (*Synedra acus* var. *angustissima*, *Asterionella formosa*). Pour les DINOPHYCEAE, un plancton « unialgue » avec *Ceratium hirundinella* a été enregistré au mois de mai. Les CHLOROPHYTA (*Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus quadricauda* et surtout *Volvox globator*). Les CYANOPHYTA (*Microcystis flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* et *Oscillatoria rubescens*). Les EUGLENOPHYTA paraissent faire défaut.

La florule de l'étang B paraît être composée ainsi surtout de CYANOPHYTA, de BACILLARIOPHYCEAE et de CHLOROPHYTA, les autres groupes comme les CHRYSOPHYTA ne dominant nulle part.

Au mois de juillet on a dénombré dans l'étang B le nombre le plus élevé d'espèces : 14 avec 5 représentants des BACILLARIOPHYCEAE et 5 des CHLOROPHYTA, viennent ensuite les mois d'avril avec 11 et février avec 8 espèces seulement. On a eu l'occasion d'enregistrer des prédominances plus ou moins évidentes : *Dinobryon divergens* et *Synura uvella*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens* en avril avec 50 % de la population, *Microcystis flos-aquae*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *Asterionella formosa* et, enfin, *Ceratium hirundinella* qui a été particulièrement abondant depuis la fin du mois de juin jusque fin septembre avec des présences de 50 à 100 % de la population, sans interruptions.

Les florules du phytoplancton des deux étangs ont ainsi montré des différences notables. Les espèces, leur fréquence, leur dominance, leur répartition saisonnière ont présenté de multiples variations.

Nous n'avons pu déceler dans le phytoplancton de l'étang A des espèces permanentes durant toute l'année, mais bien certaines qui sont restées en place durant un certain nombre de mois consécutifs, sans interruptions, telles : *Asterionella formosa* (11 mois), *Pediastrum Boryanum* (11 mois), *Scenedesmus quadricauda* (11 mois), *Dinobryon sertularia* (6 mois), *Ceratium hirundinella* (6 mois), *Staurastrum paradoxum* (5 mois), *Microcystis flos-aquae* (5 mois) en différentes saisons; quelques-unes n'ont été aperçues que sporadiquement.

Dans cet ordre d'idées on peut mentionner : *Melosira varians*, *Melosira granulata*, *Cyclotella comta*, *Tabellaria flocculosa*, *Synedra ulna*, *Synedra actinastroides*, *Surirella tenera*, parmi les BACILLARIOPHYCEAE; *Peridinium cinctum* var. *tuberosum*, *Peridinium tabulatum*, *Peridinium umbonatum*, parmi les DINOPHYCEAE. Les EUGLENOPHYTA, très rares avec *Phacus longicauda* et *Trachelomonas volvocina*. Parmi les CHLOROPHYTA : *Gonium pectorale*, *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Tetraedon trigonum*, *Tetraedron minimum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus hystrix*, *Scenedesmus serratus*, *Scenedesmus abundans*, *Crucigenia quadrata*, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Closterium aciculare*, *Closterium Leibleinii*, *Closterium acerosum*, *Closterium juncidum*, *Closterium lanceolatum*, *Closterium setaceum*, *Closterium subprorum*, *Staurastrum dejectum*, *Staurastrum affine*, *Staurastrum anatinum* et *Staurastrum pelagicum*, toutes espèces extrêmement fugaces ici qui n'ont été aperçues qu'une ou deux fois seulement, avec un nombre d'individus minime et à des périodes arbitraires.

Parmi ces espèces dominantes, certaines formaient souvent des populations « unialgues », subsistaient pendant plusieurs semaines consécutives manifestant des alternances de minima et maxima au début et à la fin de leur période de fréquence maximale. Parfois des maxima apparaissent brusquement sans transition préalable. Ainsi *Dinobryon sertularia* peut être cité comme exemple typique dans cet étang. Certaines espèces ont montré deux périodes de maxima : en hiver et au début de l'été (*Dinobryon sertularia*).

Comme principales périodes de végétation, toujours dans l'étang A, on peut citer de novembre à avril pour le phytoplancton, avril et mai pour le zooplancton. Durant les mois de la saison estivale : juillet et août, la population était très mêlée et dès lors très difficile à définir. Nous n'avons pas eu à enregistrer de véritables fleurs d'eau de CYANOPHYTA

Dans l'étang B, la situation était assez différente de celle qui vient d'être décrite pour A.

Ici non plus nous n'avons pu enregistrer des espèces permanentes durant toute la durée que nous avons pu consacrer à notre examen : 6 mois pour *Ceratium hirundinella*, *Asterionella formosa* durant 3 mois : en février, mars et avril, puis durant 4 mois en juin, juillet, août et septembre, enfin, *Microcystis flos-aquae*, 3 mois en juillet, août et septembre.

Parmi les espèces fugaces et sporadiques, il faut signaler : *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens* parmi les CYANOPHYTA; *Synura uvella*, *Dinobryon sertularia*, *Dinobryon divergens* parmi les CHRYSOPHYTA; *Diatoma vulgare*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria virescens*, *Cymatopleura elliptica* var. *hibernica* parmi les BACILLARIOPHYCEAE. En ce qui concerne les DINOPHYCEAE : *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella* var. *gracile*; parmi les CHLOROPHYTA : *Eudorina elegans*, *Volvox globator*, *Pandorina morum*, *Gloeococcus Schroeteri*, *Pediastrum duplex* var. *clathratum*, *Pediastrum clathratum*, *Closterium macilentum*, *Staurastrum paradoxum*.

La pauvreté en CHLOROPHYTA de l'étang B est caractéristique.

Parmi les espèces dominantes à partir de la fin du mois de juin, il faut surtout citer : *Ceratium hirundinella*, population « unialgue », à peu près jusqu'à la fin du mois de septembre. *Synedra acus* var. *angustissima* a été abondant à relativement abondant en mars et avril ensemble avec *Aphanizomenon flos-aquae*.

Ce qui caractérise surtout cet étang est la grande dominance de zooplancton depuis la fin du mois d'avril jusqu'au milieu du mois de juin.

18. — En ce qui concerne le point de vue écologique, dans le but d'arriver à l'établissement, à défaut d'une réelle corrélation, au moins à un rapprochement entre leurs variations, la composition et la périodicité du phytoplancton, les concentrations des diverses substances minérales et certains composés organiques dissous ont retenu plus particulièrement notre attention.

19. — On a tenté de mettre l'accent sur le problème des matières organiques dissoutes et leurs relations possibles avec certains groupes d'algues, leur comportement et leur périodicité.

Pour l'étang A, entre la mi-novembre 1968 et la fin du mois d'avril 1969, l'azote nitrique, relativement abondant en moyenne, manifeste quelques maxima et minima assez prononcés. Durant cette période, une population composée surtout de CHRYSOPHYTA (*Dinobryon sertu-*

*laria*, *Dinobryon divergens* et sa variété *angulatum*), suivie de près par des BACILLARIOPHYCEAE (*Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra actinastroïdes*, *Synedra acus* var. *angustissima* et, surtout *Asterionella formosa* atteignent des maxima jusque 100 %. L'interférence partielle, depuis la mi-janvier jusqu'à la fin du mois de février environ, des deux populations, est un point important à noter. La disparition de la population de BACILLARIOPHYCEAE est simultanée avec une décroissance rapide de l'azote nitrique. Lorsque ce dernier tend vers un minimum, un phytoplancton hétérogène (nommé « *varia* » dans cette étude) se manifeste au début du mois de mai et à la fin du mois d'août.

Une réapparition fugace de CHRYSOPHYTA précède une période de trois semaines durant lesquelles du zooplancton, seul, se développe; l'azote demeure très bas. Lorsque le zooplancton s'est complètement évanoui, les CHRYSOPHYTA réapparaissent ensuite durant quinze jours pour ne plus réapparaître avant la fin du mois de septembre. À ce moment, la concentration en azote nitrique a augmenté rapidement, à la fin du mois de juin, après la disparition du zooplancton et des CHRYSOPHYTA. Les quatre semaines suivantes apportent un phytoplancton « *varia* ». Un peuplement de DINOPHYCEAE se manifeste en juin-juillet et début août, durant trois semaines avec une concentration simultanée, basse, de l'azote. Pendant toute cette période, le P-PO<sub>4</sub> est resté nul ou à peu près et atteint alors à peine 20  $\gamma$  par litre.

Il est très curieux de constater que les CHLOROPHYTA (jusque 50 %) durant trois semaines en novembre 1968, ne sont apparus que pendant un court intervalle entre la fin d'une période à BACILLARIOPHYCEAE et le début d'une population à CHRYSOPHYTA. Cependant, sauf le facteur lumière très bas en ce moment, le facteur azote ne leur faisait pas défaut, malgré une décroissance au début de décembre qui n'a cependant pas dépassé 220 gamma de N par litre. Il s'agissait de Protococcales : *Pediastrum Boryanum*, *Pediastrum duplex* var. *clathratum*, *Pediastrum tetras*, *Coelastrum microporum*, *Tetraedron hastatum*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda* (50 %), *Scenedesmus seratus* et une Conjugale : *Staurastrum paradoxum*. Cette situation se reflète un peu dans les variations de la chlorophylle, compte tenu toutefois de la réserve faite au chapitre de la chlorophylle en ce qui concerne les BACTERIACEAE.

Les déterminations de la chlorophylle du phytoplancton dans l'eau des deux étangs a donné des résultats très encourageants. Lorsqu'on compare les résultats obtenus à la population phytoplanctonique on obtient les résultats suivants.

Dans l'étang A, en novembre et décembre 1968, un premier sommet répond à un ensemble de CHLOROPHYTA et de CHRYSOPHYTA; la concentration diminue, et, sous la glace, est encore de 5 mg par m<sup>3</sup>. Dès janvier, et pratiquement durant toute la période à CHRYSOPHYTA, prédominants à 100 %, un second sommet est atteint par la chlorophylle. La décroissance des CHRYSOPHYTA et l'accroissement progressif des

BACILLARIOPHYCEAE coïncide avec une diminution jusque vers 9 mg par m<sup>3</sup> sous la glace, fin février. La chlorophylle forme un sommet vers la fin du mois de mars, probablement en fonction de l'accroissement des BACILLARIOPHYCEAE. La population se compose alors de 65 % de BACILLARIOPHYCEAE et de 30 % de CHRYSOPHYTA.

Ceux-ci évanouis, les diatomées à 100 % provoquent encore un petit sommet de la chlorophylle. Entretemps, le zooplancton a fait son apparition et aura certainement exercé une influence sur le comportement du phytoplancton. Pendant deux semaines, au début du mois de mai, un plancton varié se manifeste, pauvre en chlorophylle. Une nouvelle poussée de CHRYSOPHYTA fait croître la concentration qui, pendant la période à zooplancton, atteint un nouveau sommet. Ne perdons pas de vue que la dominance des CHRYSOPHYTA et des BACILLARIOPHYCEAE, la disparition de deux courtes périodes à zooplancton, peuvent avoir donné lieu à une poussée de BACTERIACEAE avec une influence possible sur la concentration de la chlorophylle qui, sans phytoplancton apparent, atteint maintenant 11 mg par m<sup>3</sup>. La poussée de CHRYSOPHYTA succédant au zooplancton fait encore croître la concentration jusqu'au moment de l'apparition de plancton varié pendant quatre semaines. Durant trois semaines juillet-août, les DINOPHYCEAE tiennent le taux de la chlorophylle assez élevé. Enfin, un peuplement de DINOPHYCEAE-BACILLARIOPHYCEAE à la mi-septembre l'amènent à 22 mg par m<sup>3</sup>.

Quant aux hydrates de carbone, les variations de leur concentration forment une série de sommets alternants, dont trois principaux émergent.

Le premier, en janvier, de loin le plus important, peut devoir son origine à l'excrétion par les CHRYSOPHYTA de janvier, mais aussi à la décomposition des polysaccharides de l'année précédente. Le second sommet, mi-mars, pourrait résulter de la dominance de BACILLARIOPHYCEAE. L'inflexion qui se manifeste à partir de mars, avec de petites alternances cependant, et qui continue à se faire sentir jusque vers la fin du mois de juin, correspond au déclin des BACILLARIOPHYCEAE et à la période de zooplancton.

Les CHRYSOPHYTA de mai paraissent n'avoir eu aucune influence, à moins que les hydrates de carbone présents n'aient été utilisés directement ou indirectement par le zooplancton.

Le troisième sommet, en juillet, provient probablement des CHRYSOPHYTA de juin et du plancton hétérogène du début de juillet.

On pourrait rattacher les différents petits sommets obtenus à des populations plus ou moins denses mais à caractère fugace : en décembre-janvier par la seule manifestation des CHLOROPHYTA en quantité dominante; en avril par les BACILLARIOPHYCEAE et en août par les DINOPHYCEAE.

A la lumière des considérations précédentes, on constate l'existence de trois grandes zones parfaitement visibles sur le graphique des moyennes mensuelles : une de décembre à mai, comprenant trois sommets en ligne

décroissante correspondant à des populations de CHRYSOPHYTA et de BACILLARIOPHYCEAE avec leur interférence partielle, une seconde zone comportant le zooplancton de mai-juin, durant laquelle il semble ne pas y avoir eu de production d'hydrates de carbone et, enfin, une dernière zone avec un sommet élevé se manifestant après une dominance ultime de CHRYSOPHYTA et deux semaines de phytoplancton hétérogène.

Dès le mois d'août, la concentration décroît en fonction sans doute du déclin du plancton ne comprenant plus qu'une minime quantité de BACILLARIOPHYCEAE et de DINOPHYCEAE à vitalité réduite en fin de saison.

Nous estimons, pour le moment, que ce sont les seuls enseignements que nous puissions tirer de nos observations en ce qui concerne les hydrates de carbone dans l'eau de l'étang A. Malgré la pauvreté de nos arguments en faveur de leur production extracellulaire, il nous semble, toutefois, avoir montré l'existence d'un phénomène relativement peu étudié. Il y a là encore un fructueux domaine à explorer.

Quant à l'excrétion et l'influence de substances dites de croissance ou d'inhibition, nous en sommes réduits à des impressions et des hypothèses. Le premier fait qui frappe dans le comportement du phytoplancton de l'étang A est la place minime occupée par les CHLOROPHYTA : une courte période seulement à dominance en décembre 1968, puis des présences qu'on pourrait caractériser de fugaces au sein d'une population hétérogène en mai, juillet, août et septembre. En second lieu, de décembre à fin-juin, la succession de deux populations à CHRYSOPHYTA-BACILLARIOPHYCEAE, la première allant en décroissant, tandis que la seconde croît, allant de pair avec une assez longue période d'interférence.

Si on voulait suivre les hypothèses de S. C. LAKEHURST, on pourrait expliquer la succession des divers groupes de la manière suivante.

Les CHLOROPHYTA seraient autoinhibitrices au moment de leur maximum. Toujours d'après les mêmes théories, les CHRYSOPHYTA n'apparaîtraient qu'après le déclin et la disparition d'un autre groupe important. Nous voyons ici, en effet, les CHRYSOPHYTA succéder aux CHLOROPHYTA. Ces derniers ont ainsi préparé la voie aux CHRYSOPHYTA. Puis *Dinobryon* est inhibé par *Asterionella* appartenant aux BACILLARIOPHYCEAE. Comme on croit que *Asterionella* et les DINOPHYCEAE utilisent des matières nutritives semblables, la présence d'*Asterionella* est supposée inhiber un développement massif de DINOPHYCEAE. Nous voyons dans l'étang A, que les DINOPHYCEAE ne succèdent aux BACILLARIOPHYCEAE qu'après un assez long intervalle de trois mois à peu près.

Ces quelques considérations ne constituent qu'une hypothèse. De nombreuses recherches et confrontations seront encore nécessaires avant d'arriver à une explication valable des faits. Nous n'apportons ici qu'un exemple de plus d'une situation qui, à priori, en attendant des recherches plus

poussées, pourrait être expliquée par les théories des substances inhibitrices extracellulaires. Il nous semble que c'est un problème d'importance dans l'étude de la production primaire.

Les recherches précédentes appliquées à l'eau de l'étang B, ont donné des résultats également intéressants. Cependant, notre grande difficulté dans l'étude de l'étang B, est l'absence de quatre mois à notre cycle, absence due à des motifs déjà invoqués plus haut. La recherche ne commence qu'en février et a dû se terminer à la fin du mois de septembre de la même année.

Pour l'étang B, le maximum de l'azote nitrique s'est manifesté vers la fin du mois de février. Les CHRYSOPHYTA (*Synura uvella*, *Dinobryon divergens*) terminent une population à 100 %.

Au début du mois de mars, leur succède une population à BACILLARIOPHYCEAE (*Synedra acus* var. *angustissima*) avec laquelle interfèrent deux CYANOPHYTA (*Microcystis aeruginosa* et *Aphanizomenon flos-aquae*), n'atteignant que 50 % de la population. Les deux maxima à diatomées correspondent à une grosse inflexion de la concentration de l'azote nitrique.

A partir du début du mois d'avril, cette dernière suit une courbe descendante, jusqu'au milieu du mois de mai. Cette période correspond au déclin des BACILLARIOPHYCEAE, des CYANOPHYTA, remplacées par deux semaines d'un phytoplancton varié qui cède ensuite la place à six semaines de zooplancton à 100 % durant lesquelles le taux de l'azote nitrique reste bas.

Le phytoplancton se présente alors sous la forme d'une population à DINOPHYCEAE à 100 %, avec un taux d'azote nitrique toujours bas.

Durant toute la période à partir de fin février, la concentration de P-PO<sub>4</sub> est basse et atteint fréquemment zéro, surtout pendant la culmination prolongée du zooplancton et au cours de la longue phase à DINOPHYCEAE à la fin de la saison estivale.

Relativement élevée en février, la concentration montre une tendance manifeste à décroître et des variations plus ou moins grandes, difficiles à interpréter avec exactitude. Ne perdons pas de vue que ces variations pourraient être amenées par les apports irréguliers d'eau ménagère, auxquels nous avons fait allusion au début de ce travail.

L'absence pratiquement totale de CHLOROPHYTA dans cet étang, constitue un fait curieux. On n'y a relevé que *Eudorina elegans* en juin, *Volvox globator* en juillet, *Gloeococcus Schroeteri* en juillet, *Pediastrum Boryanum* en février et juillet, *Pediastrum duplex* var. *clathratum*, *Pediastrum clathratum* en juillet, *Staurastrum paradoxum* en juin, *Closterium macilentum* en août. Jamais on n'a été à même d'enregistrer une population à CHLOROPHYTA dominante.

Les populations successives répondent comme suit aux concentrations de la chlorophylle.

En février, un premier maximum de la chlorophylle correspond à la fin d'une population à CHRYSOPHYTA 100 %.

Au bout de deux semaines de gel, l'étang étant couvert de glace, la concentration a fortement diminué et ce n'est guère qu'au début d'avril que nous enregistrons un second maximum en même temps qu'une population de BACILLARIOPHYCEAE et de CYANOPHYTA.

La concentration subit une nouvelle décroissance coïncidant avec les diminutions progressives de la population, pour tendre vers zéro et des concentrations basses au cours de la période de six semaines de zooplancton.

La phase à DINOPHYCEAE qui clôt notre recherche manifeste deux grands maxima.

Il est curieux de constater que de février à fin juin, les concentrations des hydrates de carbone demeurent basses et produisent ensuite deux maxima consécutifs au début de juillet et au début du mois d'août. Ces deux maxima coïncident avec la dominance des DINOPHYCEAE.

Comme nous l'avons fait remarquer pour l'étang A, ce sont les seuls enseignements que nous puissions tirer de nos observations au sujet du comportement des hydrates de carbone.

Plus que pour l'étang A, nous en sommes réduits à des impressions et des hypothèses en ce qui concerne l'influence de substances inhibitrices éventuelles car le cycle incomplet ne permet pas de considérations étayées par de nombreuses observations.

Ici aussi on s'étonne de ne trouver des CHLOROPHYTA qu'en très petit nombre et éparpillées en fin de période estivale.

Il n'y a en réalité que trois grandes périodes, une première à BACILLARIOPHYCEAE-CYANOPHYTA, une seconde à zooplancton en l'absence de phytoplancton et, enfin, une période à DINOPHYCEAE.

Comme dans l'étang A, les DINOPHYCEAE ne succèdent aux BACILLARIOPHYCEAE qu'après un assez long intervalle. Doit-on y voir un effet d'antagonisme? Ce ne sont guère que des recherches futures qui permettront de répondre sûrement à cette question.

Nous nous sommes étendu assez longuement sur quelques groupes de matières organiques, notamment celle dont on soupçonne qu'elles sont secrétées par certaines algues sous forme extracellulaire et qu'elles peuvent exercer une incidence sur l'écologie des cuvettes lacustres. Nous avons essayé aussi d'établir un rapprochement entre la composition et la périodicité du phytoplancton et les variations de ces substances considérées comme métabolites des algues du plancton et comme la résultante de l'hydrolyse des déchets végétaux.

Dans le but de localiser le plus strictement possible, le phénomène de la décalcification biologique, nous avons tenu à pratiquer le dosage de la réserve alcaline et du calcium sur échantillons bruts et filtrés.

Une des principales conclusions auxquelles ce travail donne lieu, est que la chlorophylle constitue le paramètre principal sinon l'axe, de tout l'ensemble des réactions physico-chimiques au sein du milieu aquatique.

Cette étude est encore trop incomplète pour en espérer des conclusions définitives. Les phénomènes constatés ou entrevus sont tellement com-

plexes que, vue sous cet angle, elle ne peut être en réalité qu'une première approximation.

Les résultats obtenus ne sont encore que partiels mais sembleraient indiquer que les recherches devraient être étendues vers les domaines de la physiologie et de la biochimie. Il nous semble que nous trouverons là l'explication plus profonde du mécanisme biochimique qui règle toutes les manifestations biologiques des organismes du plancton.

« Les travaux d'écologie deviendront ainsi de véritables études d'algologie expérimentale et il n'est pas exclu qu'ils permettront d'aboutir à des données intéressantes. Ces recherches exigeront un grand nombre de mises au point, ne fût-ce qu'au seul point de vue méthodologique » (L. VAN MEEL, 1949).

Déjà à son époque, H. KUFFERATH (1944) écrivait : « Seuls ceux qui ont tenté de pareils travaux peuvent s'imaginer ce que cela représente comme besogne sur les lieux, comme déterminations analytiques au laboratoire ».

Il n'y a aucun doute à avoir à ce sujet, mais la moisson sera abondante.

#### ENUMERATION SYSTEMATIQUE DES ESPECES ET VARIETES RECOLTEES DANS LE PHYTOPLANCTON DES DEUX ETANGS

### CYANOPHYTA

#### Microcystis KUTZING F. T., 1833

*Microcystis aeruginosa* KUTZING F. T., 1845-1849.

Etang A : VII, VIII, IX.

Etang B : VIII.

*Microcystis flos aquae* (WITTROCK V. B.) KIRCHNER O., 1900.

Etang A : I, II, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI.

Etang B : II, VII, VIII, IX, X.

#### Aphanizomenon MORREN O., 1838

*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) RALFS J., 1850.

Etang B : II, III, IV.

#### Spirulina TURPIN P. J., 1829

*Spirulina major* KUTZING F. T., 1843.

Etang A : VII.

*Oscillatoria* VAUCHER J. P., 1803

*Oscillatoria rubescens* DE CANDOLLE P., 1825.

Etang B : IV.

CHRYSOPHYTA

*Synura* EHRENBERG C. G., 1838

*Synura uvella* EHRENBERG C. G., 1838.

Etang A : IV.

Etang B : II, III, IV.

*Dinobryon* EHRENBERG C. G., 1835

*Dinobryon sertularia* EHRENBERG C. G., 1835.

Etang A : I, II, III, IV, V, VI, XI, XII.

Etang B : IV.

*Dinobryon divergens* IMHOF O. E., 1887.

Etang A : I, II, XI, XII.

Etang B : II.

*Dinobryon divergens* var. *angulatum* (SELIGO A.) BRUNNTHALER J., 1903.

Etang A : VI, VII, VIII, IX, XI.

*Dinobryon sociale* EHRENBERG C. G., 1835.

Etang A : I, II, IX.

BACILLARIOPHYCEAE

*Melosira* AGARDH C. A., 1824

*Melosira varians* AGARDH C. A., 1817.

Etang A : XII.

Etang B : VII.

*Melosira granulata* (EHRENBERG C. G.) RALFS J., 1861.

Etang A : XI.

Etang B : VII.

*Cyclotella* KUTZING F. T., 1834

*Cyclotella comta* (EHRENBERG C. G.) KUTZING F. T., 1834.

Etang A : III, IV.

Tabellaria EHRENBERG C. G., 1839 (1840)

*Tabellaria flocculosa* (ROTH A. G.) KUTZING F. T., 1844.  
Etang A : I, II.

Diatoma DE CANDOLLE A. P., 1805

*Diatoma vulgare* BORY J. B., 1828.

Etang A : IV, V.

Etang B : IV.

*Diatoma elongatum* (LYNGBYE H. C.) AGARDH C. A., 1824.

Etang A : I, XI.

Centronella VOIGT M., 1902

*Centronella Reichelti* VOIGT M., 1902.

Etang A : I, II, IV, IX, XI, XII.

Fragilaria LYNGBYE H. C., 1829

*Fragilaria crotonensis* KITTON F., 1869.

Etang A : I, II, III, IV, V, VIII, IX, XI, XII.

Etang B : IV.

*Fragilaria virescens* RALFS J., 1843.

Etang A : III, IV, IX.

Etang B : VII.

Synedra EHRENBERG C. G., 1830

*Synedra Ulna* (NITZSCH C. C.) EHRENBERG C. G., 1838.

Etang A : I.

*Synedra acus* var. *angustissima* GRUNOW A., 1881.

Etang A : I, II, III, IV, VIII, IX, XI, XII.

Etang B : II, III, IV.

*Synedra actinastroïdes* LEMMERMANN E., 1900.

Etang A : XI.

Asterionella HASSALL A. H., 1855

*Asterionella formosa* HASSALL A. H., 1855.

Etang A : I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XI, XII.

Etang B : II, III, IV, VI, VII, VIII, IX.

### Cymatopleura SMITH W., 1851

*Cymatopleura elliptica* var. *hibernica* (SMITH W.) VAN HEURK H., 1896.  
Etang B : VII.

### Surirella TURPIN P. J., 1828

*Surirella tenera* GREGORY W., 1856.  
Etang A : VII.

## DINOPHYCEAE

### Peridinium EHRENBERG C. G., 1852

*Peridinium cinctum* (MULLER O. F.) EHRENBERG C. G., 1838.  
Etang A : III, IV, V, VII, VIII, IX, XI.

Etang B : IX.

*Peridinium cinctum* var. *tuberosum* (MEUNIER A.) LINDEMANN E., 1928.  
Etang A : XI.

*Peridinium tabulatum* (EHRENBERG C. G.) CLAPAREDE et LACHMANN J.,  
1858.

Etang A : VIII.

*Peridinium umbonatum* STEIN F., 1883.

Etang A : I.

### Ceratium SCHRANK F., 1793

*Ceratium hirundinella* (MULLER O. F.) BERGH R. S., 1882.

Etang A : IV, V, VI, VII, VIII, IX.

Etang B : IV, V, VI, VII, VIII, IX.

type *robustum* BACHMANN H., 1911.

Etang A : VI, VII.

Etang B : VII.

type *gracile* BACHMANN H., 1911

Etang A : VI.

Etang B : VII.

## EUGLENOPHYTA

### Phacus DUJARDIN F., 1841

*Phacus longicauda* (EHRENBERG C. G.) DUJARDIN F., 1841.

Etang A : IV.

Trachelomonas EHRENBERG C. G., 1834

*Trachelomonas volvocina* EHRENBERG C. G., 1838.

Etang A : IX, XI.

CHLOROPHYTA

Gonium MULLER O. F., 1773

*Gonium pectorale* MULLER O. F., 1773.

Etang A : VI, XI.

Eudorina EHRENBERG C. G., 1832

*Eudorina elegans* EHRENBERG C. G., 1832.

Etang A : IV.

Etang B : VI.

Volvox L., 1758

*Volvox globator* L., 1758.

Etang B : VII.

Pandorina BORY J. B., 1824

*Pandorina morum* (MULLER O. F.) BORY J. B., 1824.

Etang A : VI.

Etang B : IV.

Gloeococcus BRAUN A.,

*Gloeococcus Schroeteri* (CHODAT A.) LEMMERMANN E., 1915.

Etang A : VII, VIII, IX.

Etang B : VII.

Pediastrum MEYEN F. J. F., 1829

*Pediastrum Sturmii* REINSCH P. F., 1867.

Etang A : VII, VIII, IX.

*Pediastrum Boryanum* (TURPIN P. J.) MENEGHINI G., 1840.

Etang A : I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XI.

Etang B : II, VII.

*Pediastrum duplex* MEYEN F. J. F., 1829.

Etang A : IV, VI, VIII, X, XI.

- var. *clathratum* (BRAUN A.) LAGERHEIM G., 1882.  
 Etang A : VI, IX, XI.  
 Etang B : VII.
- var. *reticulatum* LAGERHEIM G., 1882.  
 Etang A : III, V, VII, VIII, IX, XI.
- Pediastrum simplex* (MEYEN F. J. F.) LEMMERMANN E., 1897.  
 Etang A : I, II, III, IV, VI, VII, IX, XI, XII.
- var. *radians* LEMMERMANN E., 1915.  
 Etang A : VII, VIII.
- Pediastrum tetras* (EHRENBERGH C. G.) RALFS J., 1844.  
 Etang A : I, II, VI, VII, XI.
- Pediastrum biradiatum* MEYEN F. J. F., 1829.  
 Etang A : I, IV, IX, XI.
- Pediastrum clathratum* (SCHROTER B.) LEMMERMANN E., 1915.  
 Etang A : VII, VIII, IX.  
 Etang B : VII.
- var. *duodenarium* (BAILEY J. B.) LEMMERMANN E., 1915.  
 Etang A : VI, VII, VIII, IX.

*Coelastrum* NAGELI C. W. in KUTZING F. T., 1849

- Coelastrum microporum* NAGELI C. W. in BRAUN A., 1855.  
 Etang A : IV, V, VI, VII, IX, XI, XII.

*Tetraedron* KUTZING F. T., 1845

- Tetraedron trigonum* (NAGELI C. W.) HANSGIRG A., 1845.  
 Etang A : XI.
- Tetraedron minimum* (BRAUN A.) HANSGIRG A., 1888.  
 Etang A : I, XI.
- Tetraedron hastatum* (REINSCH P. J.) HANSGIRG A., 1889.  
 Etang A : IV, VI, VII, XI, XII.

*Scenedesmus* MEYEN F. J. F., 1829

- Scenedesmus acuminatus* (LAGERHEIM G.) CHODAT R., 1902.  
 Etang A : V.
- Scenedesmus dimorphus* (TURPIN P. J.) KUTZING F. T., 1833.  
 Etang A : XI.
- Scenedesmus hystrix* LAGERHEIM G., 1882.  
 Etang A : XI.
- Scenedesmus obliquus* (TURPIN P. J.) KUTZING F. T., 1833.  
 Etang A : XI.
- Scenedesmus quadricauda* (TURPIN P. J.) DE BREISSON A., 1835.  
 Etang A : I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, XI, XII.

*Scenedesmus serratus* (CORDA A. J. V.) BOHLIN K., 1901.

Etang A : XI.

*Scenedesmus abundans* (KIRCHNER O.) CHODAT R., 1913.

Etang A : VI.

### Crucigenia MORREN C., 1830

*Crucigenia quadrata* MORREN C., 1830.

Etang A : XI.

### Dictyosphaerium NAGELI C. W., 1849

*Dictyosphaerium Ehrenbergianum* NAGELI C. W., 1849.

Etang A : XI.

### Closterium NITZSCH C. L., 1817

*Closterium pronum* DE BREBISSON A., 1856.

Etang A : IV, V, VI, XI.

*Closterium aciculare* WEST T., 1860.

Etang A : IX.

*Closterium Leibleinii* KUTZING F. T., 1834.

Etang A : IV.

*Closterium macilentum* DE BREBISSON A., 1856.

Etang A : VII, VIII.

Etang B : VIII.

*Closterium acerosum* (SCHRANK F.) EHRENBERG C. G., 1828.

Etang A : VII, VIII, XI.

*Closterium acerosum* (SCHRANK F.) EHRENBERG C. G., var. *elongatum*  
DE BREBISSON A., 1856.

Etang A : VI, XI.

*Closterium lanceolatum* KUTZING F. T., 1845.

Etang A : VI.

*Closterium juncidum* RALFS J., 1848.

Etang A : VIII, IX.

*Closterium setaceum* EHRENBERG C. G., 1834.

Etang A : VIII.

*Closterium subpronum* WEST W. & G. S., 1904.

Etang A : IX.

### Staurastrum MEYEN F. J. F., 1829

*Staurastrum dejectum* DE BREBISSON A., 1835.

Etang A : XII.

- Staurastrum affine* WEST W. & G. S., 1905.  
Etang A : VII.
- Staurastrum paradoxum* MEYEN F. J. F., 1828.  
Etang A : I, V, VII, VIII, IX, XI, XII.  
Etang B : VI.
- Staurastrum anatinum* COOKE M. E. & WILLS A., 1880.  
Etang A : VII.
- Staurastrum pelagicum* WEST W. & G. S., 1902.  
Etang A : XI.

## RESUME

Dans cette seconde partie de notre étude sur deux étangs à Notmeir (Province d'Anvers), consacrée plus spécialement au phytoplancton, nous avons étudié successivement :

1. — Les caractères généraux du phytoplancton, comprenant 78 espèces, la composition de la population dans laquelle les BACILLARIOPHYCEAE et les CHLOROPHYTA occupent une place prépondérante. Dans l'étang A (74 espèces), la florule semble être constituée principalement de CHRYSOPHYTA (*Dinobryon*), de BACILLARIOPHYCEAE (*Asterionella*) et de CHLOROPHYTA (*Scenedesmus*). Dans l'étang B (29 espèces), la florule se compose surtout de CYANOPHYTA, de BACILLARIOPHYCEAE et de CHLOROPHYTA. Dans l'étang A, on a trouvé *Centronella Reichelti*, diatomée probablement nouvelle pour notre pays.

2. — La composition centésimale du phytoplancton et sa répartition dans l'année.

3. — La périodicité des espèces planctoniques, l'occurrence par mois, la rareté relative des espèces, l'occurrence par saison.

4. — Les espèces dominantes; pour l'étang A : *Microcystis flos-aquae*, *Dinobryon sertularia*, *Synedra acus* var. *angustissima*, *Asterionella formosa*, *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*, *Pediastrum Boryanum*, *Pediastrum simplex*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Staurastrum paradoxum*; pour l'étang B : *Microcystis flos-aquae*, *Asterionella formosa*, *Ceratium hirundinella*.

5. — On a pu mettre en évidence certaines relations entre des facteurs écologiques, étudiés dans la première partie de l'étude, et le phytoplancton. Les diverses substances minérales et organiques dissoutes ont retenu notre attention dans le but d'arriver à l'établissement, à défaut d'une réelle corrélation, d'un rapprochement entre leurs variations et la composition ainsi que la périodicité des éléments du phytoplancton. Nous avons également attiré l'attention non seulement sur les hydrates de carbone, mais encore sur l'effet probable de substances inhibitrices et de substances de crois-

sance, les substances extracellulaires excrétées par les algues. Pour les deux étangs, la production du phytoplancton a été comparée aux concentrations en azote, en phosphore, en chlorophylle et en hydrates de carbone.

On a essayé aussi de trouver une relation entre les divers ordres ou familles d'algues planctoniques et les concentrations des trois chlorophylles a, b et c considérées séparément.

Au cours de cette étude, nous avons eu l'occasion de mettre l'accent sur la nécessité d'une étude approfondie de l'hydrobactériologie en hydrobiologie, chaînon trop peu connu de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques.

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.