

7112891 (BIBHZ)

QE 50.09

Q3

TD227

.S2

C66

no.9

1977

Rapport soumis au

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

par

le Ministère des Richesses Naturelles

RAPPORT TECHNIQUE NO 9

Etude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires

Michel Provencher, biologiste

Décembre 1977

Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent  
par le ministère des Richesses naturelles

Rapport technique no 9

Etude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires

E R R A T A

Page 73 - 2.2.1.9 lire:

La variation temporelle de la chlorophylle répond au patron  
1A: le maximum de juillet ( $7,0 \text{ mg/m}^3$ ) est suivi d'une baisse  
graduelle...etc.

Page 80 - 2.2.3.2 - 2e paragraphe, 2e ligne, ne pas tenir compte de:

qui suit la tendance du mois,

Page 117- 3.1.1.3 - avant-dernière ligne, lire:

En août, cette variation diminue de telle sorte que 73% des  
valeurs se classent entre 1,4 et 2,8 unités et 20% entre 2,8  
et 4,2: ceci réduit...

## TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
LISTE DES TABLEAUX .....	9
LISTE DES FIGURES .....	11
LISTE DES PARTICIPANTS .....	13
Chapitre I - Définition des paramètres. Technique et méthodes de prélèvements et d'analyses .....	15
Introduction .....	17
1.1 Cadre physique du prélèvement .....	19
1.2 Période de prélèvement .....	20
1.3 Les paramètres .....	21
1.3.1 Les paramètres biologiques .....	21
1.3.1.1-Les paramètres de production <i>in situ</i> ..	21
1.3.1.2-Le paramètre de production <i>in vitro</i>	21
1.3.1.3-L'indice d'inhibition de la production <i>in situ</i> .....	27
1.3.2 Les paramètres physico-chimiques .....	41
1.4 Présentation et interprétation des résultats .....	42
1.4.1 La qualité de l'eau .....	42
1.4.2 L'inhibition de la production <i>in situ</i> .....	47
Chapitre II - Les tributaires.....	49
2.1 Vue d'ensemble.....	51
2.1.1 Statistiques générales.....	51
2.1.1.1-La biomasse chlorophyllienne.....	51

	<u>PAGE</u>
2.1.1.2-La biomasse phytoplanctonique.....	53
2.1.1.3-La diversité phytoplanctonique .....	53
2.1.1.4-Les associations phytoplanctoniques ....	54
2.1.2 Les liens entre la production <i>in situ</i> et les paramètres physico-chimiques .....	55
2.1.3 L'indice d'inhibition <i>in situ</i> .....	60
2.2 Analyse par tributaire .....	64
2.2.1 Tributaires peu productifs .....	66
2.2.1.1-Montmorency .....	66
2.2.1.2-Sainte-Anne .....	67
2.2.1.3-Jacques Cartier .....	68
2.2.1.4-Saint-Maurice .....	69
2.2.1.5-Petite du Chêne .....	70
2.2.1.6-Du Loup .....	70
2.2.1.7-Maskinongé .....	71
2.2.1.8-Outaouais .....	72
2.2.1.9-Saint-Charles (Québec) .....	73
2.2.2 Tributaires de production moyenne .....	74
2.2.2.1-Champlain .....	74
2.2.2.2-Yamachiche .....	75
2.2.2.3-Portneuf .....	75
2.2.2.4-Richelieu .....	76
2.2.2.5-Châteauguay .....	77

	<u>PAGE</u>
2.2.2.6-Du Chêne .....	78
2.2.2.7-Chaudière .....	78
2.2.3 Tributaires très productifs .....	79
2.2.3.1-Bécancour .....	79
2.2.3.2-Assomption .....	80
2.2.3.3-Batiscan .....	81
2.2.3.4-Etchemin .....	82
2.2.3.5-Gentilly .....	82
2.2.3.6-Saint-Louis .....	83
2.2.3.7-Saint-François .....	84
2.2.3.8-Nicolet .....	85
2.2.3.9-Delisle .....	85
2.2.3.10-Du Nord .....	86
2.2.3.11-Mascouche .....	87
2.2.3.12-Yamaska .....	87
2.2.3.13-Rigaud .....	88
2.2.3.14-Bayonne .....	89
Chapitre III - Les berges et la Voie Maritime ....	101
3.1 Vue d'ensemble .....	105
3.1.1 Statistiques générales .....	105
3.1.1.1-La biomasse chlorophyllienne .....	105
3.1.1.2-La biomasse phytoplanctonique .....	111

	<u>PAGE</u>
3.1.1.3-La diversité phytoplanctonique .....	117
3.1.1.4-Les associations phytoplanctoniques ....	124
3.1.2 Les liens entre la production <i>in situ</i> et les paramètres physico-chimiques .....	137
3.1.3 Indice d'inhibition <i>in situ</i> .....	141
3.2 L'analyse sectorielle .....	145
3.2.1 Secteur 1: Lac des Deux Montagnes .....	146
3.2.2 Secteur 2: Lac Saint-François .....	149
3.2.3 Secteur 3a: Lac Saint-Louis, partie sud..	151
3.2.4 Secteur 3b: Lac Saint-Louis, partie nord	153
3.2.5 Secteur 4: Rivière des Prairies .....	155
3.2.6 Secteur 5: Rivière des Mille Iles .....	157
3.2.7 Secteur 6a: Couloir fluvial, partie sud..	159
3.2.8 Secteur 6b: Couloir fluvial, partie nord	160
3.2.9 Secteur 7a: Lac Saint-Pierre, partie sud	163
3.2.10 Secteur 7b: Lac Saint-Pierre, partie nord	164
3.2.11 Secteur 8a: Trois-Rivières-Québec, rive sud .....	166
3.2.12 Secteur 8b: Trois-Rivières-Québec, rive nord .....	167
3.2.13 Secteur 9: Québec .....	169
Glossaire pour la Figure 3.6 .....	171
Références pour la Figure 3.6 .....	172

Glossaire pour la Figure 3.7 .....	181
Références pour la Figure 3.7 .....	183
Chapitre IV - Synthèse et discussion .....	189
4.1 Niveau de production du bassin du Saint-Laurent .....	191
4.2 L'inhibition de la production <i>in situ</i> .....	193
4.3 La dynamique de la production phytoplanctonique dans le fleuve .....	196
Annexe A Echantillonnage et techniques .....	199
1. Stations d'échantillonnage .....	201
2. Périodes d'échantillonnage .....	209
3. Techniques utilisées .....	213
3.1 Prélèvement des échantillons .....	213
3.2 Biomasse phytoplanctonique: analyse biovolumétrique.....	213
3.3 Diversité phytoplanctonique (Shannon): calcul de l'indice de diversité.....	215
3.4 Concentration en chlorophylle: analyse par fluorimètre.....	216
Annexe B Tableaux et figures.....	219
Bibliographie.....	269



## LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	<u>Page</u>
1.1 Valeurs de potentiel de fertilité et de chlorophylle servant à la transformation de ces variables en variables adimensionnelles .....	28
1.2 Classification de la qualité de l'eau en fonction des moyennes estivales de la chlorophylle et de la biomasse .....	44
2.1 Analyses multivariables de la chlorophylle en fonction des paramètres physico-chimiques .....	57
2.2 Nombre de tributaires par catégorie d'inhibition pour chaque mois et pour l'indice moyen .....	61
2.3 Tableau-synthèse des données pour les tributaires Montmorency, Sainte-Anne, Jacques-Cartier, Saint-Maurice, Petite du Chêne et du Loup .....	91
2.4 Tableau-synthèse des dérivées pour les tributaires Maskinongé, Outaouais, Saint-Charles (Qué), Champlain, Yamachiche et Portneuf .....	93
2.5 Tableau-synthèse des données pour les tributaires Richelieu, Châteauguay, Du Chêne, Chaudière, Bécancour et Assomption .....	95
2.6 Tableau-synthèse des données pour les tributaires Batiscan, Etchemin, Gentilly, Saint-Louis, Saint-François et Nicolet .....	97
2.7 Tableau-synthèse des données pour les tributaires Delisle, Du Nord, Mascouche, Yamaska, Rigaud et Bayonne .....	99
3.1 Analyses multivariables de la chlorophylle en fonction des paramètres physico-chimiques (Berges et voie maritime maritime.....	139
3.2 Nombres de stations de berges ou de voie maritime et le pourcentage par catégorie d'inhibition pour chaque mois ainsi que pour l'indice moyen.....	143

	Page
A-1	Liste des tributaires échantillonnés en 1976..... 203
A-2	Stations d'échantillonnage des berges et de la Voie Maritime du Saint-Laurent prélevées en 1976. 204
A-3	Dates de prélèvement des stations et paramètres biologiques analysés en 1976..... 211
B-1	Statistiques annuelles/ station - Paramètre : chlorophylle..... 223
B-2	Statistiques annuelles/ station - Paramètres: biomasse..... 224
B-3	Statistiques annuelles/ station - Paramètre: diversité..... 225
B-4	Statistiques sectorielles - Paramètre: chlorophylle. 226
B-5	Statistiques sectorielles - Paramètre: biomasse.. 227
B-6	Statistiques sectorielles - Paramètre: diversité. 228
B-7	Liste des principales espèces d'algues identifiées en 1976 et leur valeur indicatrice..... 229
B-8	Indice d'inhibition par les facteurs physiques pour les stations de berges et de Voie Maritime.. 231

LISTE DES FIGURES

<u>Figure</u>		<u>Page</u>
1.1	Courbe de transformation des valeurs de chlorophylle mg/m <sup>3</sup> en unités comparatives.....	31
1.2	Courbe de transformation des valeurs de fertilité mg/l en unités comparatives.....	33
1.3	Diagramme de l'indice d'inhibition par les facteurs physiques .....	37
1.4	Schématisation de la dispersion des points de relation chlorophylle - phosphore pour chaque classe d'inhibition .....	37
3.1	Moyenne estivale de la biomasse chlorophyllienne	107
3.2	Moyenne estivale de la biomasse phytoplanctonique ...	113
3.3	Moyenne estivale de la diversité phytoplanctonique ..	119
3.4	Les associations phytoplanctoniques du fleuve Saint- Laurent: mois de juin 1976 .....	129
3.5	Les associations phytoplanctoniques du fleuve Saint- Laurent: mois d'août 1976 .....	135
3.6	Analyse sectorielle de la production phytoplanctonique des berges et de la Voie Maritime du Saint-Laurent. (Secteurs 1, 2, 3a, 3b, 4, 5, 6a début, 6b début) ..	179
3.7	Analyse sectorielle de la production phytoplanctonique des berges et de la Voie Maritime du Saint-Laurent (Secteurs 6a fin, 6b fin, 7a, 7b, 8a, 8b, 9) .....	187
B-1	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 0-1 .....	233
B-2	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 1-2 .....	235
B-3	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 2-3 .....	237
B-4	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 3-4 .....	239

	<u>Page</u>
B-5	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 4-5 ..... 241
B-6	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 5-6 ..... 243
B-7	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 6-7 ..... 245
B-8	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 7-8 ..... 247
B-9	Relation chlorophylle-phosphore pour la classe d'inhibition 8-9 ..... 249
B-10	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Tributaires, juin 1976 ..... 251
B-11	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Tributaires, août 1976 ..... 253
B-12	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges, juin 1976 ..... 255
B-13	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges, juin 1976 ..... 257
B-14	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges et Voie Maritime, juin 1976 259
B-15	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges et Voie Maritime, août 1976 261
B-16	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges et Voie Maritime, août 1976 263
B-17	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges et Voie Maritime, août 1976 265
B-18	Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Berges et Voie Maritime, août 1976 267

LISTE DES PARTICIPANTS:

BOUCHER Raymond (SPEQ)

BRISSON Suzanne (SPEQ)

GENTES Philippe (MRN)

GROLEAU Conrad (SPEQ)

HEBERT Ginette (MRN)

LAMONTAGNE Pierre (MRN)

PARE Jean (SPEQ)

PROVENCHER Michel (MRN)

SEGUIN Robert (SPEQ)

VALLIERES Alain (SPEQ)

VEZINA Marie-Reine (MRN)



## CHAPITRE I

Définition des paramètres  
Techniques et méthodes de prélèvements et d'analyses



## I N T R O D U C T I O N

Ce rapport, utilisant les données recueillies à l'été 1976, recherche surtout la compréhension des phénomènes de production primaire phytoplanctonique des berges et des tributaires du Saint-Laurent. Nous espérons ainsi compléter l'étude algologique de la voie maritime du même fleuve, entreprise en 1975.

Le travail décrira les productions phytoplanctoniques et en dégagera leur signification. Il localisera les fortes productions dans le temps et dans l'espace: ce dépistage aura comme première conséquence d'évaluer l'état d'enrichissement des eaux du Saint-Laurent. Finalement, dans le but d'estimer les risques de modifications chimiques et physiques du milieu sur la production algologique, nous essayerons d'établir le degré de contrôle que nutriments et facteurs physiques exercent sur les productions phytoplanctoniques naturelles.

Evidemment, toute conclusion tirée de cette analyse n'est valable qu'en regard du producteur primaire qu'est le phytoplancton, c'est-à-dire le plancton végétal. Ces conclusions ne sont pas directement applicables aux autres producteurs primaires aquatiques tels les macrophytes ou le périphyton.



## 1.1 - Cadre physique du prélèvement

En 1976, le groupe de travail du projet B-10 s'intéressa spécialement aux productions des berges et des tributaires du Saint-Laurent. Dans cette optique, 164 stations de trois catégories furent échantillonnées le long du tronçon Cornwall-Québec. Une première catégorie groupe les stations de berges situées de part et d'autre de la Voie Maritime du Saint-Laurent de même que dans les eaux de la région nord de Montréal comprenant le lac des Deux Montagnes et les rivières des Prairies et des Mille Iles: ce groupe totalise 125 stations. Des 30 stations de la Voie maritime ayant servi aux études de 1975, nous en avons conservées huit, jouant le rôle de points de référence. Finalement, un ensemble de 31 stations de tributaires du fleuve Saint-Laurent, du lac des Deux Montagnes et de la rivière des Mille Iles témoigneront des productions apportées au fleuve Saint-Laurent; ces tributaires se caractérisent par un bassin de drainage supérieur à 100 km<sup>2</sup>.

Treize grandes régions du tronçon étudiées se partagent ces quelques 164 stations. Lorsque logiquement distincts, les secteurs situés au sud de la Voie Maritime portent le qualificatif supplémentaire de "a". Ces secteurs comprennent aussi les stations de la Voie Maritime. Aux secteurs nord s'ajoute la particule "b".

Secteur 1 : lac des Deux Montagnes  
Secteur 2 : lac Saint-François  
Secteur 3a : lac Saint-Louis sud  
Secteur 3b : lac Saint-Louis nord  
Secteur 4 : rivière des Prairies  
Secteur 5 : rivière des Mille Iles

- Secteur 6a : fleuve des rapides de Lachine à Sorel, rive sud
- Secteur 6b : fleuve des rapides de Lachine à Sorel, rive nord
- Secteur 7a : lac Saint-Pierre sud
- Secteur 7b : lac Saint-Pierre nord
- Secteur 8a : fleuve de Trois-Rivières à Québec, rive sud
- Secteur 8b : fleuve de Trois-Rivières à Québec, rive nord
- Secteur 9 : fleuve en aval du pont de Québec

Les figures 3.6 et 3.7 illustrent une délimitation plus exacte de ces secteurs, l'emplacement des stations de prélèvement ainsi que leur répartition parmi ces treize secteurs. De plus, l'annexe A (tableaux A-1 et A-2) fournit la liste de ces stations ainsi que leurs coordonnées.

Nous tenons à préciser que les expressions "fleuve Saint-Laurent" et "fleuve", lorsqu'elles sont employées sans autres détails, font référence à l'ensemble des treize secteurs déjà décrits. L'expression "fleuve proprement dit" devra être prise au sens littéral; elle regroupe neuf des treize secteurs, les secteurs 1, 4, 5 étant exclus.

## 1.2 - Période de prélèvement

L'un des buts du travail de 1976 étant de localiser les fortes productions phytoplanctoniques, nous avons plutôt concentré le nombre d'échantillons potentiellement analysables vers l'étude spatiale du phénomène. Ainsi seule la période estivale allant des mois de juin à septembre fut l'objet de prélèvements. Elle se compose de cinq sessions d'échantillonnage: une première session au début de juin, une deuxième

en juillet, une troisième au début d'août, une quatrième en fin d'août et une cinquième au milieu de septembre.

L'annexe "A" précise les dates concernant chacune de ces sessions de travail (tableau A-3).

### 1.3 - Les paramètres

Une vingtaine de paramètres seront traités, mentionnés ou discutés dans l'un ou l'autre des paragraphes de ce rapport. Ils se partagent en deux groupes distincts: les paramètres issus de tests biologiques et les paramètres provenant d'analyses physico-chimiques.

#### 1.3.1 - Les paramètres biologiques

Pour leur part, les paramètres biologiques sont de trois ordres: les paramètres de production *in situ*, les paramètres de production *in vitro* et l'indice d'inhibition de la production *in situ* par les facteurs physiques du milieu.

##### 1.3.1.1 - Les paramètres de production *in situ*

Le terme de production *in situ* se réfère à la production phytoplanctonique telle que mesurée "dans le milieu". Nous avons utilisé quatre paramètres pour quantifier et qualifier cette dernière: la biomasse chlorophyllienne, la biomasse phytoplanctonique, les associations phytoplanctoniques et la diversité phytoplanctonique.

##### 1.3.1.2 - Le paramètre de production *in vitro*

Par opposition à la production phytoplanctonique du milieu, *in situ*, la production *in vitro* est une mesure de produc-

tion théorique et/ou potentielle déterminée à l'aide d'un test biologique mené en laboratoire. Trois paramètres originant de ce test biologique seront considérés dans ce rapport; il s'agit du potentiel de fertilité (mesuré), du facteur limitant la production et de l'indice de toxicité du milieu en regard de la production algologique.

Les données en rapport avec ces trois paramètres nous furent fournies par le groupe de travail du projet B-7 (Keighan, 1977). Aussi pour de plus amples informations concernant la définition des paramètres, les techniques d'analyses et l'interprétation des résultats, nous référons le lecteur au rapport technique de ce groupe de recherche. Nous expliquerons ici brièvement les paramètres et le but dans lequel ces données serviront.

#### 1.3.1.1.1 - La biomasse chlorophyllienne

La biomasse chlorophyllienne, déterminée selon la méthode fluorimétrique (cf. annexe "A"), se définit ici comme étant la quantité de chlorophylle "a" (valeurs non corrigées pour les phaeo-pigments) contenue dans la masse d'algues flottant librement dans l'eau prélevée: elle s'exprime en terme de "mg de chlorophylle "a"/m<sup>3</sup> d'eau". La chlorophylle "a" étant le pigment nécessaire à toute photosynthèse et le phytoplancton étant par définition du plancton "végétal", cette mesure s'avère donc être un excellent estimateur de l'activité photosynthétique totale de la masse d'algues planctoniques.

Conséquemment, cette mesure de l'activité photosynthétique totale s'utilise souvent comme indice de la quantité

d'algues "vivantes" au moment du prélèvement. Par contre, bien des facteurs ne concourent pas à en faire une mesure précise de la "biomasse phytoplanctonique vivante": l'état physiologique d'une population d'algues, donc sa teneur en chlorophylle, change selon le temps; les différentes espèces qui composent les populations d'algues ne possèdent pas les mêmes quantités de chlorophylle. (Vollenweider et coll., 1974 et Feuillade et Feuillade, 1972).

Toutefois, la technique étant rapide d'exécution et le nombre d'échantillons analysables élevé, nous l'employerons donc pour quantifier les productions *in situ*.

Synonyme: chlorophylle, chlorophylle "a", teneur en chlorophylle, production *in situ*.

#### 1.3.1.1.2 - La biomasse phytoplanctonique

La biomasse phytoplanctonique est un deuxième estimateur des quantités d'algues produites par le milieu. Quoique l'obtention de ce résultat est dix fois moins rapide que celui de la biomasse chlorophyllienne, l'analyse biovolumétrique du phytoplancton (cf annexe A), conduisant à la mesure de la biomasse phytoplanctonique, procure du même coup les valeurs des deux autres paramètres suivants (1.3.1.1.3, 1.3.1.1.4). Par un examen "standardisé" au microscope, chaque cellule algologique est identifiée et comptée; un volume leur est attribué en fonction de leur forme et de leurs dimensions géométriques; le volume totale de toutes les algues dénombrées ( $\mu^3/\text{ml}$ ) est transformé en "mg de

phytoplancton/m<sup>3</sup>", admettant l'hypothèse que la densité du cytoplasme cellulaire des algues est proche de celle de l'eau, soit un.

Cependant la technique utilisée exige de fixer les algues avant l'examen; ainsi dans beaucoup de cas, on ne peut dire si les cellules dénombrées étaient mortes ou non avant la fixation. Cette mesure n'indique pas une fois de plus la quantité exacte de la masse d'algues vivantes pour plusieurs raisons dont celle ci-dessus mentionnée.

#### 1.3.1.1.3 - Les associations phytoplanctoniques

Afin d'aider à une meilleure compréhension des liens existant entre les deux premiers paramètres, il est important dans la mesure du possible de connaître les espèces d'algues responsables de telles biomasses chlorophylliennes et phytoplanctoniques. L'identification et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques sous microscope nous fournit une vue d'ensemble du type de production.

C'est la forme phytoplanctonique des associations végétales terrestres et elle donne le même genre d'information. Elle renseigne sur le stade évolutif du milieu: certaines algues tolèrent mieux que d'autres les milieux fortement enrichis. Elle nous éclaire aussi sur la capacité de transformation du milieu des populations d'algues: une population dominée par une grosse algue telle *Tabellaria*, n'utilisera pas les ressources du milieu de la même façon qu'une autre dominée par des *Chlamydomonas* de

petites tailles et ce pour une biomasse totale équivalente.

Synonyme: type de production phytoplanctonique.

#### 1.3.1.1.4 - La diversité phytoplanctonique

Un troisième paramètre découlant de l'analyse microscopique du phytoplancton est l'évaluation de la variété des espèces rencontrées dans l'échantillon. Elle pourrait se définir comme étant la somme des proportions de chaque espèce présente par rapport au nombre total de spécimens de l'échantillon (cf annexe "A"). La fonction mathématique utilisée est celle de Shannon-Wiener.

$$D = \sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

où D = diversité

$n_i$  = nombre de spécimens de chaque espèce "i"

N = nombre total de spécimens de l'échantillon

i = 1,2,3...S

où S = nombre total d'espèces de l'échantillon

Synonyme: diversité, fonction de Shannon

#### 1.3.1.2.1 - Le potentiel de fertilité mesuré

Le test de potentiel de fertilité cherche à établir le degré d'enrichissement d'une eau en examinant la croissance d'une population d'algues lorsque soumise aux conditions chimiques d'une eau prélevée. L'algue utilisée est *Selenastrum capricornutum*,

une petite algue verte de la classe des euklorophycées, caractéristique des milieux hautement enrichis.

Pour ce faire, l'échantillon est stérilisé de façon à éliminer toute vie de celui-ci et ne garder que la partie chimique. Par la suite, une population standard de *Selenastrum* estensemencée dans ce milieu et l'on mesure après une période de temps standard la biomasse résultante. Bien entendu, cette biomasse ou potentiel de fertilité obtenu est fonction des quantités de nutriments contenues dans l'échantillon; d'autre part, cette biomasse potentielle dépend aussi du degré d'inhibition effectif des substances toxiques de cette même eau.

Nous utiliserons donc ce potentiel comme une mesure de la production théorique fonction des quantités chimiques, facteurs de croissance et inhibiteur compris.

Synonyme: production théorique, production *in vitro*, test de potentiel de fertilité, potentiel de fertilité.

#### 1.3.1.2.2 - Facteur limitant

Par des ajouts d'azote et de phosphore sous forme assimilable, il est possible de déterminer le ou les facteur(s) nutritifs(s) limitant la production de *Selenastrum*.

#### 1.3.1.2.3 - Indice de toxicité

Connaissant la courbe de croissance standard de *Selenastrum* en fonction des quantités d'azote et/ou de phosphore ainsi

que les quantités de ces nutriments dans l'eau prélevée, on peut déterminer la biomasse théorique que devrait atteindre *Selenastrum* suivant les quantités limitantes mesurées.

Le rapport entre ce potentiel de fertilité théorique et le potentiel de fertilité mesuré estime le degré de toxicité des composantes chimiques de l'échantillon.

Synonyme: toxicité, effet toxique

#### 1.3.1.3 - L'indice d'inhibition de la production *in situ*

Le test de potentiel de fertilité nécessite le contrôle des facteurs physiques de croissance de *Selenastrum* pour permettre la comparaison des potentiels de divers échantillons. Par contre, la mesure de production *in situ* tient compte de l'influence des facteurs physiques du milieu. Ainsi la différence existant entre la production *in vitro* et la production *in situ* serait globalement attribuable à l'influence des facteurs physiques du milieu. Les deux paramètres servant à cette comparaison seront la chlorophylle, production *in situ*, et le potentiel de fertilité, production *in vitro*.

Puisque provenant de deux techniques distinctes, aucune comparaison directe entre les deux paramètres n'est possible. Il s'impose de transformer chaque variable sur une échelle comparative. Ces nouvelles valeurs s'étendent de 0 à 10: celles de 0 à 4 désignant les faibles productions, de 4 à 6 les productions moyennes et de 6 à 10 les productions élevées. Pour trans-

TABLEAU 1.1: Valeurs de potentiel de fertilité et de chlorophylle servant à la transformation de ces variables en variables comparatives

Degré d'eutrophisation	Force de la production	Echelle dimensionnelle		Echelle comparative
		Fertilité mg/l	Chlorophylle mg/m <sup>3</sup>	
Oligatrophie	Faible	0	0	0
		4	4.4	4
Mesotrophée	Moyenne	10	8.8	6
Eutrophie	Elevée	30*	30*	10

former les variables sur des échelles comparatives, nous partons de valeurs dimensionnelles connues identifiant la force de la production: celles-ci sont basées sur le degré d'eutrophisation qu'elles évaluent (Vollenweider 1974, Miller et coll., 1974).

Les chiffres marqués d'astérisques sont des limites que nous avons définies, les nombres les dépassant n'apportant pas d'information supplémentaire sur l'ordre de grandeur de la production.

Les figures 1.1 et 1.2 établissent les courbes de transformation des mesures réelles en unité de production sur l'échelle comparative. Les ordonnées désignent les unités comparatives des variables et les abscisses, des logarithmes dans la base 10 des valeurs réelles pour chaque variable: cette manipulation logarithmique facilite l'ajustement de la courbe. Les deux équations de transformation obtenues résultent de deux régressions polynomiales du 3<sup>o</sup> degré dont les coefficients de corrélation sont tous deux égaux à .97 et les R<sup>2</sup> supérieurs à .99.

$$C_a = 1.4504 + (3.0274 \times LC) + (1.7444 \times LC^2) + (.1138 \times LC^3)$$

où  $C_a$  = Chlorophylle adimensionnelle

LC = Log<sub>10</sub> de la chlorophylle mesurée

$$F_a = 1.7402 + (2.6394 \times LF) + (1.2819 \times LF^2) + (.4473 \times LF^3)$$

où  $F_a$  = Fertilité adimensionnelle

LF = Log<sub>10</sub> de la fertilité mesurée

Une fois transformée, les variables sont à même d'être comparées l'une à l'autre, la valeur 5 par exemple désignant un niveau trophique similaire pour les deux variables. Théoriquement, le maximum de limitation de la production *in situ* par les facteurs physiques se produirait lorsque la production du milieu (chlorophylle) serait presque nulle, i.e. près de 0 et que le potentiel mesuré en laboratoire serait maximal i.e. égal à 10. Le cas opposé surviendrait pour des valeurs respectivement inversées. Ainsi une soustraction de la fertilité par la chlorophylle devient un indice de la limitation de la production *in situ* par les facteurs physiques.

$$L_i = F_a - C_a$$

où  $L_i = -10 \dots 10$

La valeur la plus élevée de  $F_a$  ou  $C_a$  représente le cas maximum de production potentielle si  $F_a > C_a$  ou de production effective si  $F_a < C_a$  pour une eau et un milieu donnés. Nous identifierons ce niveau trophique maximal par T. Si l'on divise  $L_i$  par cette valeur maximale, nous établissons alors une évaluation proportionnelle du degré de sous-production si  $F_a > C_a$  ou de surproduction si  $F_a < C_a$ .

$$L = \frac{L_i}{T} = \frac{F_a - C_a}{T}$$

où  $L = -1 \dots 1$

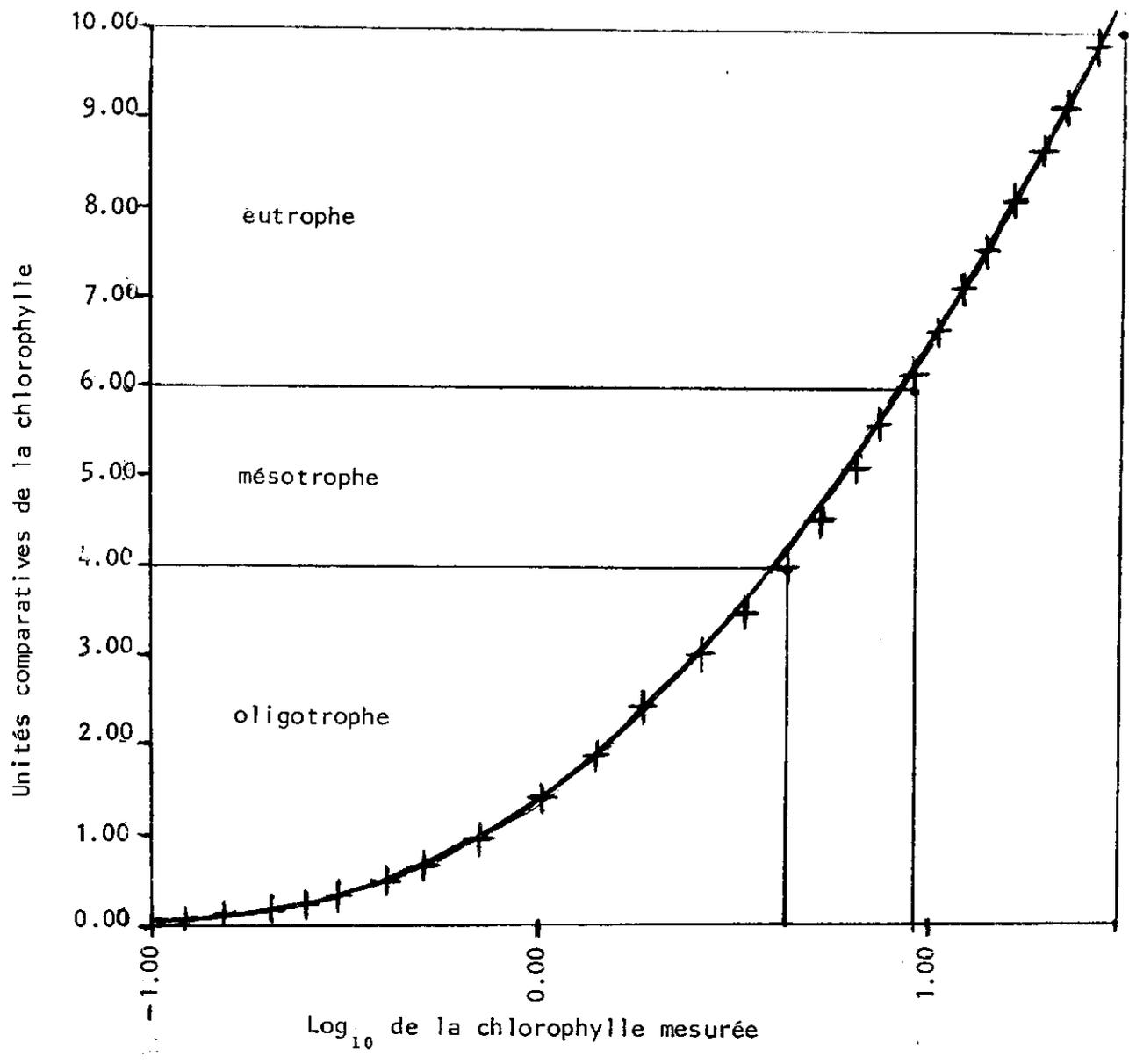


Fig. 1.1 Courbes de transformation des valeurs de chlorophylle en mg/m<sup>3</sup> en unités comparatives.



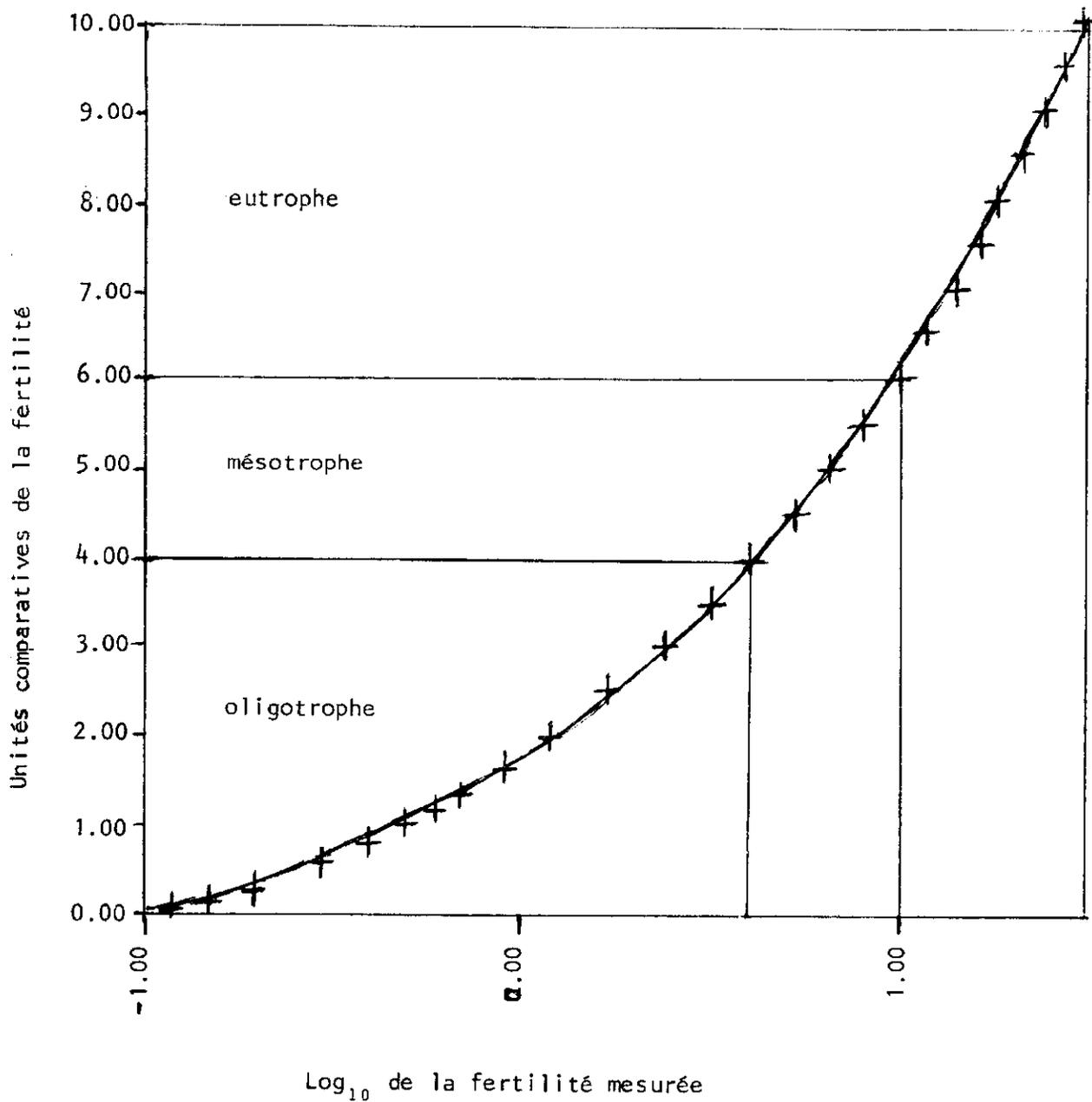


Fig. 1.2 Courbes de transformation des valeurs de fertilité en mg/l en unités comparatives.



Nous transposerons cette échelle -1, 1 sur une échelle 0, 10 pour faciliter la présentation: l'indice 0 correspond à une limitation par les facteurs physiques nuls et 10, une très forte limitation.

$$L = \frac{\left( \frac{F_a - C_a}{T} \times 10 \right) - 10}{2}$$

L'indice d'inhibition I tient donc compte de deux coefficients.

L = limitation par les facteurs physiques

T = niveau trophique maximale

I = L, T

Il est alors reporté sur un graphique dont un exemple est illustré à la figure 1.3.

Si ces élans théoriques sont véridiques, ils se doivent de montrer en pratique que dans les cas où les facteurs physiques sont favorables à la production, i.e. non limitants, de faibles augmentations de nutriments occasionneront des élévations importantes de la production d'algues et que dans le cas inverse même de fortes augmentations des quantités de nutriments n'élèveraient que de peu les productions phytoplanctoniques. Si l'on schématise (figure 1.4), dans le premier cas, les pentes de la relation chlorophylle = f(nutriments) seraient très grandes. A mesure que

l'influence des facteurs physiques grandit, celle des nutriments s'amoin-drit et les pentes s'abaissent de A vers B.

Pour faire une telle vérification, nous avons tout simplement divisé l'échelle L en 10 classes: 0-1, 1-2, 2-3...9-10. Sans tenir compte de la nature de la station, ni du temps de prélèvement, nous avons relevé pour tous les points d'une même classe L, les valeurs de chlorophylle et de phosphore inorganique dissous et avons disposé ces valeurs sur un graphique. Les graphiques de chaque classe sont placés en annexe (figures B-1 à B-9). Si nous traçons une ligne dans la direction des points pour chacune des classes, nous retrouvons les droites du graphique 1.4. Par contre, les corrélations entre nutriments et chlorophylle sont faibles de même que la variance expliquée ( $R^2$ ) de leur relation linéaire. Elles sont inexistantes ( $R < .4$ ) pour les classes 0-1, 1-2 et 8-9. Surtout dans les cas 0-1 et 1-2, où la relation devrait être pratiquement excellente, la chlorophylle étant littéralement limitée par les nutriments, ces résultats sont à première vue désastreux. Un essai de corrélation en tenant compte de la nature du nutriment limitant, n'a pas produit de meilleurs résultats. Cependant, ils indiquent très bien le degré de sensibilité de la production face aux nutriments pour les différentes classes d'inhibitions physiques.

Ce manque de relation, surtout dans les classes extrêmes, est conséquent d'un ensemble de réserves que nous examinerons brièvement.

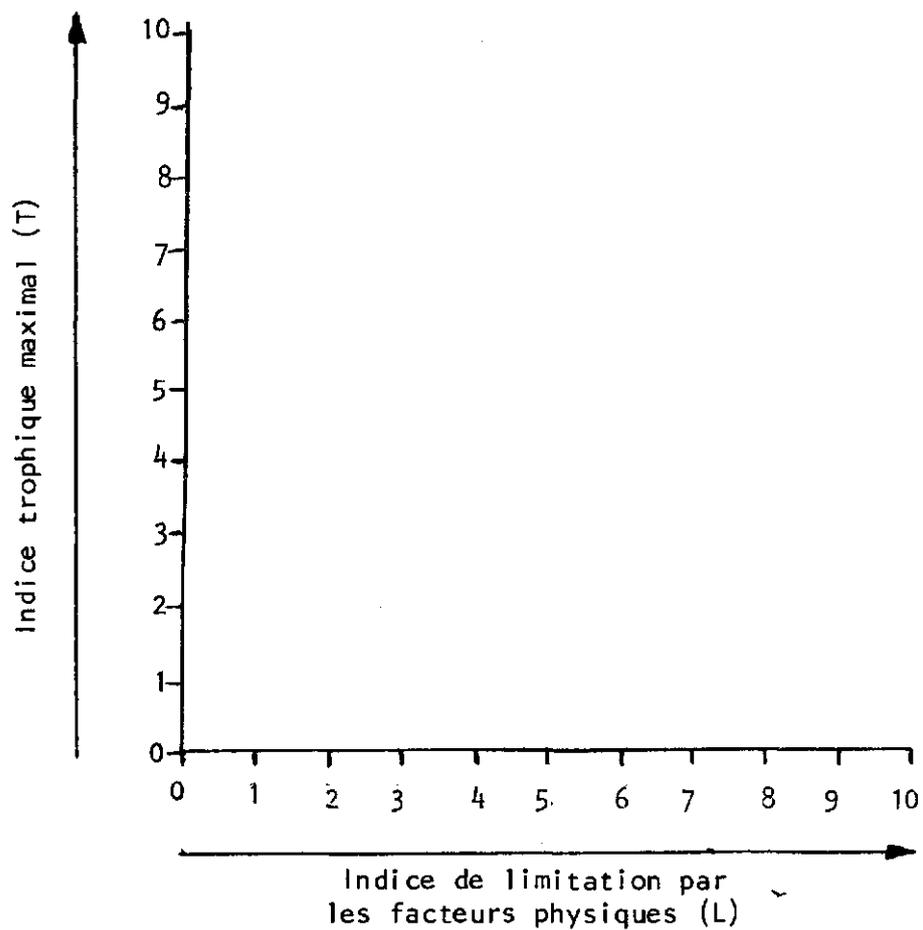


Figure 1.3 Diagramme de l'indice d'inhibition par les facteurs physiques

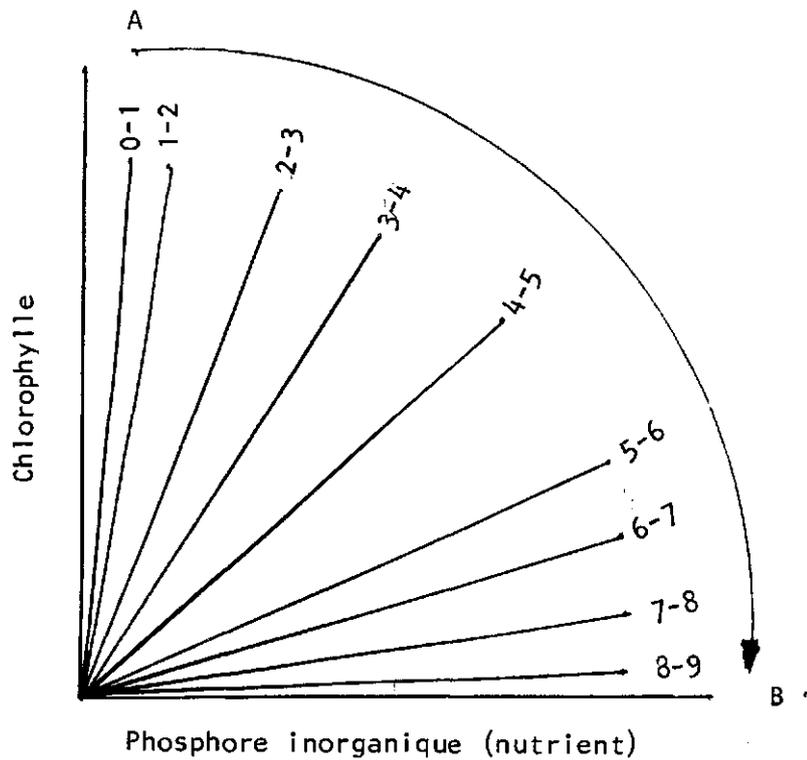


Figure 1.4 Schématisation de la dispersion des points de relation chlorophylle - phosphore pour chaque classe d'inhibition



i) La précision de l'indice

L'indice de limitation L provient de la comparaison de deux paramètres différents. La fertilité mesure un potentiel de production et une toxicité pour une algue donnée "*Selenastrum capricornutum*". Comme nous le verrons plus loin aucune distribution était dominée par cette algue dans le fleuve ou ses tributaires d'autant plus que la production *in situ* est résultante de la biologie d'un ensemble d'espèces, de leurs symbioses et/ou de leurs antagonismes: le potentiel de fertilité, tel qu'utilisé ici, s'approche du potentiel de la population d'algues du milieu: il en est de même pour l'évaluation de la toxicité.

Pour sa part, la teneur en chlorophylle n'est pas une mesure de biomasse exacte de la population d'algues: elle quantifie l'activité photosynthétique totale de celle-ci. A ces imprécisions fondamentales en regard du but visé, soit obtenir les biomasses potentielles et réelles d'une population d'algues, se joint l'imprécision technique des mesures des deux paramètres, surtout importante dans les basses valeurs et l'imprécision mathématique de la transformation des variables dimensionnelles sur échelle comparative.

La précision de l'indice est donc soumise à ces impondérables.

ii) La précision de la relation phosphore inorganique - chlorophylle.

Jointe aux imprécisions des faibles valeurs de chlorophylle ( $<4.5 \text{ mg/m}^3$ ), celles des basses quantités de phosphore inorganique compliquent les relations. Les relations dont les pentes sont très élevées ou très faibles exigent une très grande précision dans la mesure des paramètres surtout dans les basses valeurs. De plus, une partie du phosphore dissous fut déjà utilisée par la population, encore que la production d'algues n'est pas "obligatoirement" liée aux nutriments en milieu fluvial: au moment de la prise de l'échantillon, une quantité  $x$  de phosphore a pu être préalablement induite sans que la population d'algues n'ait eu le temps de réagir.

iii) Indice L = limitation par facteurs physiques.

Les inhibitions de la production *in situ* ne sont pas seulement d'ordres physiques; elles peuvent être de nature biologique compétition interspécifique, ou de nature chimique, telles les carences en oligo-éléments. Cependant, ce sont surtout les facteurs physiques qui prennent la part du lion.

Nous devons de plus ajouter que l'indice d'inhibition tel que construit, à cause de l'imprécision des mesures de fertilité ou de chlorophylle dans les faibles valeurs, est moins fiable pour les bas niveaux trophiques.

Compte tenu des réserves mentionnées et du schéma 1.4, nous regrouperons donc les indices d'inhibitions sous trois grandes catégories.

- 0-4 : inhibition faible, facteurs physiques favorables, limitation surtout par les nutriments
- 4-6 : inhibition moyenne, limitation régie par les nutriments et par les facteurs physiques
- 6-10 : inhibition élevée, facteurs physiques peu favorables, limitation surtout par les facteurs physiques

Nous insistons finalement sur deux faits importants. Cet indice n'est d'abord applicable qu'au phytoplancton. Deuxièmement, cet indice ne se réfère qu'à la station prélevée et plus précisément à une zone en amont de la station: les dimensions de cette zone dépendent de sa pente.

### 1.3.2 - Les paramètres physico-chimiques

Un certain nombre de paramètres non biologiques seront aussi considérés dans ce rapport:

- 1° Le pH
- 2° La température de l'eau (°C)
- 3° La turbidité (A.P.H.A. mg/S<sub>i</sub>O<sub>2</sub>)
- 4° La conductivité
- 5° Le phosphore total dissous
- 6° Le phosphore inorganique dissous
- 7° Les nitrites/nitrates (µg/l)
- 8° L'azote ammoniacale
- 9° L'azote organique

#### 1.4 - Présentation et interprétation des résultats

Nous présenterons les résultats de 1976 sous deux grandes titres: le chapitre 2 traitant des tributaires et le chapitre 3 des berges et de la Voie Maritime. Pour chacun de ces chapitres une partie intitulée "Vue d'ensemble" tirera les grandes lignes de la production des tributaires ou des berges et de la voie maritime. Une seconde partie décrira par tributaire ou par secteur de berges les résultats et une certaine interprétation s'y rattachant.

N'étant valable que pour la production primaire *phytoplanctonique*, cette interprétation comporte deux volets et se base sur quatre paramètres phytoplanctoniques. Dans un premier temps, la biomasse chlorophyllienne moyenne estivale, la biomasse phytoplanctonique estivale et les associations phytoplanctoniques estimeront la qualité de l'eau de la station ou du bloc de stations. La diversité phytoplanctonique indiquera le niveau de dominance des espèces caractéristiques. Dans un deuxième temps, l'indice d'inhibition de la production *in situ* explicitera le rôle joué par les facteurs physiques sur la production, aidant dans certains cas à corriger l'interprétation de la qualité de l'eau.

##### 1.4.1 - La qualité de l'eau

L'évaluation de la qualité de l'eau par les paramètres phytoplanctoniques peut être menée indépendamment pour chacun des paramètres. Les classifications furent toutefois établies pour les milieux lacustres.

L'évaluation de niveau trophique de l'eau à partir de la biomasse chlorophyllienne moyenne estivale s'effectue au moyen de

la classification de Vollenweider (1974) où:

- a) la chlorophylle comprise entre 0 et  $4.4 \text{ mg/m}^3$  correspond à des productions de milieux oligotrophes;
- b) celle prise entre  $4.4$  et  $8.8 \text{ mg/m}^3$  des milieux mésotrophes;
- c) celle supérieure à  $8.8 \text{ mg/m}^3$ , les milieux eutrophes. Le lecteur retrouvera cette classification au tableau 1.2, la quatrième colonne désignant le niveau trophique et la troisième la force de la production. Il notera du même coup que c'est la même échelle qu'utilisée lors de la transformation de la chlorophylle en valeurs sur des échelles comparatives (paragraphe 1.3.1.3).

Il remarquera aussi que nous avons ajouté une classe de production, soit la classe supérieure à  $21 \text{ mg/m}^3$ , correspondant à des productions très élevées: nous avons fait une telle addition à la lumière de l'étendue des résultats et des distributions des valeurs.

L'estimation de la qualité de l'eau selon la *biomasse phytoplanctonique* se détermine de manière identique. Nous utilisons pour ce faire la classification de Granberg (1973) disant que les biomasses phytoplanctoniques moyennes estivales situées entre 0 et  $300 \text{ mg/m}^3$  sont généralement le propre de milieux oligotrophes et celles entre 1200 et  $6000 \text{ mg/m}^3$ , de milieux eutrophes. Compte tenu de l'étendue des résultats, du nombre de classes désirées et des distributions des valeurs, nous avons donc modifié quelque peu la classification originale (tableau 1.2) et ajouté une classe.

Tableau 1.2 Classification de la qualité de l'eau en fonction des moyennes estivales de la chlorophylle et de la biomasse.

Chlorophylle moyenne mg/m <sup>3</sup>		Biomasse moyenne mg/m <sup>3</sup>		Force de la production	Niveau trophique	Qualité de l'eau
Vollenweider	modifié	Granberg	modifié			
0-4.4	0-2.2 2.2-4.4	0-300	0-250 250-500	Très faible Faible	Oligotrophie	Tres bonne Bonne
4.4-8.8	4.4-6.6 6.6-8.8		500-800 800-1100	Moyenne	Mésotrophie	Passable Médiocre
> 8.8	8.8-21 > 21	1200 à 6000	1100-1900 > 1900	Elevé Très élevé	Eutrophie	Mauvaise Très mauvaise

*Les associations phytoplanctoniques* évaluent à leur façon l'état d'enrichissement d'une eau. Plusieurs espèces ou genres tolèrent les milieux riches, d'autres les milieux intermédiaires seulement et d'autres encore ne s'épanouissent qu'en milieu pauvre quoique ces dernières sont plus difficiles à caractériser. L'établissement des dominantes et sous-dominantes en termes de pourcentage, en nombre et en biomasse, devient donc une façon d'évaluer le niveau trophique.

*La diversité phytoplanctonique* est un outil pour calculer de façon mathématique le degré de dominance: il servira donc à illustrer le degré de dominance des espèces formant les associations phytoplanctoniques de l'échantillon. La fonction Shannon variant généralement de 0 à 4.5, tenant compte de l'étendue et des distributions des résultats, nous avons fabriqué la classification suivante: valeurs de 0-1.4, diversité faible, valeurs de 1.4 à 2.8, diversité moyenne, valeurs de 2.8 à 4.2, diversité élevée et supérieure à 4.2, diversité très élevée.

Les sections 2.2 et 3.2 décrivent l'analyse par tributaire ou l'analyse sectorielle des berges. Pour chacun des tributaires, une présentation des paramètres biologiques montre les variations temporelles de même que les valeurs moyennes pour ces paramètres. A cela s'ajoute la liste des espèces dominantes et sous-dominantes: le lecteur trouvera au tableau B-7 de l'annexe la liste des espèces principales suivies du type de milieu qu'elles

caractérisent ainsi que les références utilisées. La description des productions pour les secteurs de berges et de Voie Maritime est légèrement différente. Selon l'homogénéité du secteur quant à sa production phytoplanctonique, une certaine subdivision du secteur en zone de production est possible. Dans un premier temps, les paramètres ne montrant pas ou peu de zonage seront discutés puis chaque zone prise une à une sera caractérisée par les paramètres distinctifs. Nous ne décrirons pas dans le cas des berges et de la Voie Maritime toutes les espèces présentes dans la zone ou le secteur; nous ne mentionnerons que le niveau trophique général estimé par les distributions. Une description globale des distributions sera déjà faite aux paragraphes "Vue d'ensemble" (cf paragraphes 2.1.1.4 et 3.1.1.4)

Une évaluation de la qualité de l'eau est inscrite à la fin et elle est faite de cette manière. D'abord la chlorophylle moyenne et la biomasse évaluent indépendamment la force de la production: leur combinaison indiquera si le milieu est au bas ou en haut de la classe trophique. Cette estimation correspond à l'une des six classes de la qualité de l'eau (tableau 1.2) et définit la qualité de l'eau de l'échantillon. Cette évaluation est écrite en caractères habituels. Par la suite une vérification des espèces est menée afin de confirmer l'exactitude de la première estimation: si ces espèces n'appartiennent pas aux niveaux trophiques, une correction s'impose: elle sera écrite en italique. Une deuxième correction peut être apportée suivant l'examen de l'indice d'inhibition (paragraphe 1.4.2). Si cet indice démontre une forte limitation par les facteurs

physiques, c'est que la production mesurée n'est pas représentative de la production qui devrait exister: l'évaluation de la qualité de l'eau est faussée. En utilisant l'indice T, soit le niveau trophique maximal (cf, paragraphe 1.3.1.3), une deuxième correction sera faite et écrite avec des caractères habituels mais soulignés. Si les deux corrections sont nécessaires, elles seront en italique et soulignées.

Le lecteur trouvera un complément de ces explications aux paragraphes 2.2 et 3.2.

Exemple:

- a) Chlorophylle moyenne: 2.9 mg/m<sup>3</sup> = faible  
Biomasse moyenne : 400 mg/m<sup>3</sup> = faible  
Qualité de l'eau : bonne
  
- b) Espèces mésotrophiques dominantes  
Diversité : 3.90 = élevée  
Indice d'inhibition : 7.0, 5.5  
                                  où 7.0 = limitation par facteurs physiques  
  5.5 = mésotrophe  
Qualité de l'eau : bonne = passable

#### 1.4.2 - L'inhibition de la production in situ

En fonction des catégories explicites au paragraphe (1.3.1.3) et de la variation des indices mensuels, trois cas d'inhibitions peuvent se présenter:

Cas 1 - Production généralement limitée par...

Ce cas survient lorsque l'indice moyen est fort représentatif des indices mensuels: ces derniers seront évidemment bien groupés autour de la moyenne.

Cas 2 - Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

Ce cas provient d'indices mensuels très dégagés de leur indice moyen formant ainsi une surface très étendue sur le graphique.

Cas 3 - Production limitée par...

- a) généralement...
- b) occasionnellement...

Ce cas se présente lorsqu'un seul mois se dégage de l'indice moyen.

## CHAPITRE II

### Les tributaires



La trentaine de tributaires soumis à l'étude constituent un éventail de types d'eau et par conséquent représentent une grande variété de niveaux et de modèles de productions phytoplanctoniques. En plus de caractériser l'eau et les productions pénétrant dans le fleuve Saint-Laurent, cet aperçu des affluents aidera à l'évaluation de la production du fleuve lui-même.

## 2.1 - Vue d'ensemble

Nous débuterons d'abord par un tour d'horizon de la production des trente tributaires de façon à localiser les fortes et les faibles productions, les associations phytoplanctoniques indicatrices de milieux détériorés et à établir les liens entre les paramètres physico-chimiques et biologiques (s'il y a lieu).

### 2.1.1 - Statistiques générales

#### 2.1.1.1 - La biomasse chlorophyllienne

Si nous intercalons les moyennes estivales en chlorophylle des 30 tributaires dans le cadre évaluateur de la chlorophylle (voir 1.4), nous noterons que près de la moitié des tributaires (47%) possèdent une moyenne estivale de la chlorophylle supérieure à  $8.8 \text{ mg/m}^3$ : ils génèrent donc des productions élevées et leurs eaux se caractérisent par un niveau d'enrichissement très élevé. Evidemment ces tributaires sont surtout groupés dans la plaine du Saint-Laurent soit au nord et au sud de Montréal ainsi qu'au sud du lac Saint-Pierre. 23% des tributaires afficheraient une production moyenne et 30% une production faible. Les deux dernières classes sont plutôt le propre de la rive nord du lac Saint-

Pierre et des Trois-Rivières à Québec sur les deux rives. La figure 3.1 visualise ces grandes concentrations. Les valeurs moyennes varient de  $1.6 \text{ mg/m}^3$  (Montmorency) à  $58.6 \text{ mg/m}^3$  (Bayonne).

Les variations temporelles de la biomasse chlorophyllienne des tributaires montrent généralement un maximum de production situé en juin suivi d'une baisse importante en juillet et d'une diminution graduelle du début d'août jusqu'au milieu de septembre. Effectivement seulement 13% des valeurs étaient inférieures à  $4.5 \text{ mg/m}^3$  en juin: en juillet ce chiffre passe à 55%, à 68% en août et 71% en septembre. Nous rappelons que ce comportement est une tendance générale; comme nous le verrons, plusieurs tributaires font exception. Les mesures ponctuelles de la chlorophylle fluctuent généralement de  $.19\% \text{ mg/m}^3$  (Saint-Louis, août) à  $37.2 \text{ mg/m}^3$  (Rigaud, juin). Trois valeurs se détachent: en juin, Bayonne avec 207.1 et Du Nord avec 50.5 et en août Rigaud avec  $113.9 \text{ mg/m}^3$ .

Si nous passons en revue les variations temporelles de l'ensemble des tributaires (tableaux synthèses), nous en tirerons cinq grands patrons de variations.

- Patron 1 : maximum en juin, baisse graduelle de juillet à septembre
  - 1a : valeurs de juin: moyennes
  - 1b : valeurs de juin: élevées et très élevées

- Patron 2 : maximum en juillet  
Patron 3 : valeurs de chlorophylle constantes de juin à septembre  
3a : valeurs faibles  
Patron 4 : maximum en juin et juillet  
Patron 5 : maximum en juin et août

#### 2.1.1.2 - La biomasse phytoplanctonique

Suivant la classification de ce paramètre (cf. paragraphe 1.4) 50% des tributaires possèdent des biomasses moyennes estivales faibles, 23% moyennes et 27% élevées. La biomasse moyenne minimale se chiffre à 59 mg/m<sup>3</sup> (Montmorency) et la biomasse maximale à 6,621 mg/m<sup>3</sup> (Rigaud).

La variation temporelle générale suit la même tendance que celle de la chlorophylle, juin étant globalement plus productif qu'août: 30% des tributaires se situent dans la classe élevée en juin contre 13% en août. Cette tendance est toutefois moins évidente et moins globale. La valeur ponctuelle minimale est de 54 mg/m<sup>3</sup> (Montmorency) et maximale de 11,171 mg/m<sup>3</sup> (Rigaud).

#### 2.1.1.3 - La diversité phytoplanctonique

Les moyennes estivales de la diversité groupent 43% des tributaires dans la classe des stations de fortes diversités, 50% de diversités moyennes et 77% de faibles diversités. L'établissement des classes fut déjà discuté au paragraphe 1.4.

Les variations temporelles de la diversité accompagnent les fluctuations de la biomasse. Les valeurs sont plus fortes en juin, où 33% et 60% des valeurs appartiennent respectivement aux classes moyennes et élevées, qu'en août: en ce dernier mois la plupart des stations ont changé de classe se dirigeant vers les classes inférieures, 30% des tributaires ayant des diversités faibles et 50%, des diversités moyennes.

#### 2.1.1.4 - Les associations phytoplanktoniques

Les deux graphiques de profil des genres (cf annexe "B", figures B-10 et B-11) démontrant la grande hétérogénéité de distribution des tributaires: aucun tributaire n'ayant exactement la même qualité d'eau et les mêmes conditions physiques, aucun tributaire ne possède exactement la même "image" phytoplanktonique. Par contre, l'on observe certaines similitudes parmi les tributaires d'une même classe de production (cf tableaux synthèse, explication paragraphe 2.2) de même qu'un gradient de changement des associations à mesure que la chlorophylle augmente.

##### a) Les tributaires peu productifs

A la limite inférieure de la classe, les tributaires sont surtout dominés par *Tabellaria fenestrata*, *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa* et *Dinobryon spp.* A la partie supérieure de la classe apparaissent les associations de *Navicula* et *Nitzschia* qui semblent être des associations de transition entre la classe peu productive et la classe moyenne: d'ailleurs, beaucoup d'espèces de ces deux derniers genres tolèrent les milieux eutrophes.

b) Les tributaires de production moyenne

Suite à la première classe, la partie inférieure de la classe groupe les associations de *Navicula* et *Nitzchia*. A mesure que les productions augmentent, les *Navicula* disparaissent au profit des *Cyclotella* et plus tard des *Synedra*.

c) Les tributaires productifs

Les associations de *Nitzchia* et *Synedra* cèdent lentement le pas aux *Melosira*, *Cyclotella*, les *Synedra* étant conservées en certains endroits. Jusqu'à date les genres mentionnés appartiennent, à l'exception des *Dinobryon* à la classe Bacillariophycée. Dans les tributaires très productifs cette dominance des Diatomées (Bacillariophycée) s'estompe: Euchlorophycées et Euglenophycées prennent le dessus. Les tributaires très productifs montrent de plus des changements radicaux de leur distribution de juin à août, ce qui n'est pas le cas pour la majorité des tributaires moins productifs.

Les eaux douces nord-américaines sont caractérisées surtout par la dominance des Bacillariophycée. L'apparition graduelle des Euchlorophycées, Euglenophycées et Cyanophycées à mesure que les tributaires deviennent de plus en plus productifs est un signe d'enrichissement du milieu et de détérioration de la qualité de l'eau.

2.1.2 - Les liens entre la production *in situ* et les paramètres physico-chimiques

Afin de détecter les liens existant peut-être entre la chlorophylle et les paramètres non biologiques, nous avons produit les histogrammes pour les paramètres concernés, ainsi que des analyses multivariées pour tous les mois prélevés. Nous retenons ici les meilleures analyses multivariées pour chaque mois. Le tableau 2.1 compile les coefficients de corrélation de ces régressions entre la chlorophylle et les paramètres physico-chimiques: il mentionne aussi le symbole de ces paramètres et les intervalles d'acceptation s'il y a lieu. Finalement, il décrit les valeurs de la variance expliquée ( $R^2$ ), de l'erreur standard de l'équation, du F de la régression, et sa signification ainsi que du % de l'erreur standard par rapport à la moyenne de la chlorophylle.

### Juin

$$\text{CHL} = -59.7 \pm 3.58 \text{ TEM}$$

Pour CHL mesurée:  $<51 \text{ mg/m}^3$ ,  $\text{TUR} < 40$ ,  $16^\circ\text{C} < \text{TEM} < 27^\circ\text{C}$ ,  $\text{PID} < 300 \text{ } \mu\text{g/l}$

Les histogrammes de juin prédisent des possibilités de relation entre la chlorophylle et la température ou le pH. Toutefois seule la température offre un coefficient de corrélation satisfaisant ( $r = .72$ ). Malgré l'élimination de plusieurs tributaires montrant des valeurs extrêmes de chlorophylle, de turbidité, de température et de phosphore inorganique dissous, la meilleure régression n'a qu'une variance expliquée de .52. La régression est donc très faible, d'autant plus que l'erreur standard résultante est élevée (53% de la moyenne de la chlorophylle)

### Juillet

$$\text{CHL} = -25.166 \pm 4.384 \text{ pH}$$

**Tableau 2.1** Analyses multivariables de la chlorophylle en fonction des paramètres physico-chimiques: (tributaire) (explication du tableau, paragraphe 2.1.2)

Variables indépendantes	Variable dépendante: chlorophylle			
	Juin r	Juillet r	Août r	Septembre r
Turbidité (TUR)	.43	.43	.39	.81
Température (TEM)	.72	.45	.24	-.17
Nitrites/Nitrates (N/N)	-.07	.15	.42	.37
Phosphore inor. dis. (PID)	.50	.52	.45	.46
Phosphore tot. dis. (PTD)		.51	.43	.53
pH	.59	.67	.39	.37
Conductivité (CON)	.47	.52	.41	.41
Azote ammoniacale (AAM)	-.21	-.23	.18	.23
Azote organique (AOR)	.27	.39	.16	.11
R <sup>2</sup>	.52	.45	.20	.66
F	22.7	23.2	6.2	54.1
Pour $\alpha < .01$	significatif	significatif	non significatif	significatif
Moyenne de chlorophylle mesurée	17.17	5.47	4.55	5.14
Erreur standard	9.11	1.87	4.91	3.57
% de l'erreur standard p/r. à la moyenne de la chlorophylle	53%	34%	108%	69%



Pour CHL mesuré  $<20\text{mg}/\text{m}^3$

Même si les valeurs de juillet semblent groupées, une revue minutieuse des distributions ne permet pas de prédire aucun lien. L'analyse multivariable ne nous amène qu'une régression d'un très faible  $R^2$  (.45) tout comme en juin. Le paramètre lié cette fois-ci est le pH dont le coefficient de corrélation est le plus élevé (.67). La valeur de cette régression est à peu de chose près la même que celle de juin, sauf que le paramètre lié est changé, l'erreur standard étant légèrement moins grande (34% de la moyenne de la chlorophylle).

#### Août

$$\text{CHL} = 2.470 + .15 \text{ PID}$$

Pour CHL mesurée  $<100 \text{ mg}/\text{m}^3$

L'examen des histogrammes signalait déjà l'absence probable de tout lien. Effectivement aucun coefficient de corrélation n'est supérieur à .5; la régression n'est d'ailleurs pas significative.

#### Septembre

$$\text{CHL} = .454 + .383 \text{ TUR}$$

Pour PID et PTD  $<1000 \mu\text{g}/\text{l}$

En septembre, la chlorophylle paraît s'associer à la turbidité et aux formes de phosphore dissous. Effectivement, les coefficients de corrélation de la turbidité (.81) et du phosphore

total dissous (.53) confirme l'examen des histogrammes. Cette régression avec la turbidité est la meilleure trouvée chez les tributaires avec une variance expliquée de .66, quoique l'erreur standard soit relativement importante (.69) vu la moyenne de la chlorophylle mesurée

Les valeurs de chlorophylle paraissent donc plus liées aux paramètres physiques qu'aux nutriments révélant peut-être l'importance de l'influence des facteurs physiques sur la production *in situ* pour beaucoup de tributaires. Par contre, un seul paramètre physique à la fois ne peut être relié à la chlorophylle et il change de mois en mois: ces relations lorsqu'existantes sont de plus très faibles.

Ainsi plusieurs tributaires devraient montrer des indices d'inhibition élevés.

### 2.1.3 - L'indice d'inhibition *in situ*

La variation temporelle de l'indice d'inhibition semble fort représentatif des conditions de débits et d'ensoleillement de l'été 76. Le nombre de tributaires pour chaque catégorie et chaque mois est compilé au tableau 2.2.

Tableau 2.2: Nombre de tributaires par catégorie d'inhibition pour chaque mois ainsi que pour l'indice moyen.

Catégorie	Juin	Juillet	Août	Septembre	Indice Moyen
0 - 4	26	8	5	9	8
4 - 6	3	10	9	4	15
6 - 10	1	11	14	16	6
Nombre total de tributaires	30	29	28	29	29



Pour l'ensemble des tributaires, le minimum d'inhibition se rencontre en juin: le printemps 76 fut ensoleillé, les débits des tributaires étant généralement très faibles. En juillet, les débits augmentent radicalement jusqu'à même doubler pour certains tributaires: plusieurs tributaires voient alors leur indice faible de juin s'élever. Le maximum d'inhibition survient en fait en août (tableau 2.2).

Plus de 50% des tributaires possèdent un indice moyen compris entre quatre et six. Mais seulement trois tributaires seraient vraiment caractéristiques de cette catégorie, leurs indices mensuels sortant de très peu des limites de la catégorie, c'est-à-dire: Mascouche, Saint-Maurice et Sainte-Anne (cf. graphique d'inhibition des tableaux synthèses). Les douze tributaires restant ont au moins un indice mensuel très éloigné de l'indice moyen, sinon deux, trois ou quatre. L'inhibition de leur production *in situ* n'est donc pas le fruit du jeu de deux forces à peu près égales: c'est le cas cependant des trois autres tributaires. En fait, pour ces douze tributaires, le milieu peut être très inhibiteur ou très favorable ou intermédiaire selon le mois.

Six tributaires sur vingt-neuf affichent un indice moyen supérieur à six: en fait seulement deux tributaires montrent une limitation par les facteurs physiques constante: Yamachiche et Saint-Charles (Qué.). L'analyse graphique nous indique quelques tributaires chez lesquels hormis le mois de juin, les facteurs physiques sont très importants: Châteauguay, Assomption, Nicolet Bayonne, Du Loup, Portneuf, Montmorency et évidemment Yamachiche

et Saint-Charles (Qué.). En période d'étiage, même si le tributaire a généralement une production limitée par le physique du milieu, les productions sont habituellement beaucoup plus fonction de la quantité de nutriments que des empêchements physiques. Le mois de juin en est un exemple intéressant.

Cinq tributaires sur huit, exhibant un indice moyen inférieur à quatre, semblent constamment limités par les nutriments: Delisle, Saint-François, Bécancour, Du chêne, Saint-Charles (Lor).

Il ne semble donc pas y avoir de lien entre les indices d'inhibition et le niveau trophique ou la situation géographique. Mais il ne faut pas oublier que cet indice n'est calculé que pour une station donnée proche de l'embouchure du tributaire: on peut noter par exemple les grandes différences existant pour deux stations situées sur un même tributaire; Saint-Charles (Qué.) et Saint-Charles (Lor.) où les indices d'inhibition sont respectivement de 6.5, 5.5 et 2.3, 5.0.

Aucun patron de variation temporelle de l'indice d'inhibition ne paraît se dégager sauf peut-être cette tendance à s'élever de juin à septembre. Notons que ces variations temporelles ne sont probablement pas identiques d'année en année pour un même tributaire.

## 2.2 - Analyse par tributaire

Cette section présente les résultats de chacun des tributaires étudiés de même que l'interprétation s'y rattachant. L'ordre de présen-

tation des tributaires est fonction de leur biomasse chlorophyllienne moyenne estivale. Ils sont de plus divisés en trois classes de production: peu productifs, productifs (moyens) et très productifs.

Avec le texte, est annexé un tableau-synthèse donnant la majorité des informations du texte. Pour ce qui est des autres informations, le lecteur est prié de vérifier aux différents tableaux et graphiques de l'annexe B. Pour chaque tributaire, le tableau-synthèse donne les valeurs moyennes estivales de la chlorophylle ( $\bar{C}$ ), la biomasse ( $\bar{B}$ ) et la diversité ( $\bar{D}$ ) ainsi que leur écart-type respectif (S). Pour chacun de ces paramètres, un graphique en bâton illustre leur variation temporelle: une unité de hauteur indique une valeur faible, deux, une valeur moyenne, trois, élevée et quatre, très élevée.

La deuxième partie du tableau donne un aperçu des associations phytoplanctoniques rencontrées dans le tributaire en juin et août. Finalement, un graphique illustre les valeurs des indices d'inhibition de la production *in situ* par les facteurs physiques (cf. paragraphe 1.3.1.3).

- 1 = mois de juin
- 2 = mois de juillet
- 3 = mois d'août
- 4 ou 5 = mois de septembre
- + = indice moyen

La valeur située au-dessous de ce graphique est celle de l'indice moyen d'inhibition (cf. paragraphe 1.3.1.3).

Les renseignements concernant l'interprétation et les références sont détaillés au paragraphe 1.4.

### 2.2.1 - Tributaires peu productifs

#### 2.2.1.1 - Montmorency

La rivière Montmorency est l'un des affluents du Saint-Laurent possédant, selon les paramètres phytoplanctoniques, la plus belle qualité d'eau. La production y est très faible tout au long de l'été: la chlorophylle ne dépasse pas  $3.5 \text{ mg/m}^3$  (patron 3a) ( $\bar{C} = 1.6$ ,  $\bar{S} = 1.3$ , 78%); même si le coefficient de variation est élevé (78%), ces différences sont peu significatives. La biomasse offre encore moins de fluctuations étant inférieure à  $65 \text{ mg/m}^3$  ( $\bar{B} = 59$ ,  $\bar{S} = 7$ , 12%). La biomasse étant extrêmement faible et les diversités élevées, peu d'espèces dominent les distributions. Néanmoins nous pouvons énumérer *Tabellaria flocculosa*, *Achnantes sp*, *Navicula sp* et *Meridion circulare*. Ces espèces ou genres ne sont pas caractéristiques de milieux dégradés. Si la diversité baisse radicalement en août, c'est qu'en ce mois le nombre d'*Achnantes sp* s'est élevé: ces algues étant très petites et le nombre total d'algues bas, cette diminution n'est pas dramatique ( $\bar{D} = 3.36$ ,  $\bar{S} = 1.69$ , 50%), la diversité moyenne demeure tout de même élevée.

L'indice d'inhibition est de 5.7, 2.4: même si le niveau trophique est faible, on remarque une certaine stabilité des mesures, le mois de juin exclus. La production faible du mois de juin coïncide avec un indice de toxicité élevé ( $\approx 19$ ) et un indice

d'inhibition bas (22). Il est donc possible de rencontrer dans ce tributaire des productions supérieures à  $3.5 \text{ mg/m}^3$ .

Qualité de l'eau: très bonne → bonne

Production limitée par:

- a) généralement : facteur physique
- b) occasionnellement: nutriments et toxiques

#### 2.2.1.2 - Sainte-Anne

Les valeurs de production *in situ* y sont faibles. La chlorophylle, généralement inférieure à  $2.5 \text{ mg/m}^3$ , chiffre au maximum  $5.4 \text{ mg/m}^3$  en juin (patron 1a) ( $\bar{C} = 2.6$ ,  $S = 1.9$ , C.V. = 74%). La biomasse moyenne est aussi faible ( $B = 169$ ) et de variation non significative ( $S = 61$ , C.V. = 36%), maximum  $262 \text{ mg/m}^3$ ). Le comportement de la diversité est similaire à celui de la rivière Montmorency: maximum en juin 4.45 et minimum en août, 1.86 ( $\bar{D} = 3.16$ ,  $S = 1.83$ , C.V. = 58%). Les distributions phytoplanctoniques sont caractérisées par *Tabellaria flocculosa*. En juin, se rencontrent aussi *Dinobryon sertularia*, *Lyngbia sp* (1), *Nitzschia sp* (9) et en août, *Merismopedia sp*, *Achnantes sp* et *Cosmarium sp*. L'indice d'inhibition moyen de 5.3, 3.4 est représentatif des indices mensuels, aucun de celui-ci ne se détachant; par contre leur ensemble est dégagé.

Ce deuxième tributaire possède une bonne qualité d'eau. Contrairement à la rivière Montmorency aucune toxicité n'est remarquée en juin, expliquant peut-être cette légère augmentation de la production en conditions physiques favorables.

Qualité de l'eau: très bonne

Production généralement limitée par les nutriments et les facteurs physiques.

#### 2.2.1.3 - Jacques Cartier

La biomasse chlorophyllienne moyenne est de  $2.7 \text{ mg/m}^3$  ( $S = .7, 25\%$ ); les valeurs n'étant jamais supérieures à  $3.5 \text{ mg/m}^3$ , la variation temporelle suit le patron 3a, soit le même que la rivière Montmorency. La biomasse est aussi toujours très faible ( $\bar{B} = 139 \text{ mg/m}^3, S = 12, 9\%$ ), sa variation du même calibre que celle de la Montmorency, le maximum atteint n'étant que de  $147 \text{ mg/m}^3$ . La diversité est comme dans les deux cas précédents, élevée marquant un maximum en juin de 4.20 et un minimum en août de 1.53, ce minimum étant significatif (cf. Montmorency, 2.2.1.3) ( $\bar{D} = 2.87, S = 1.89, C.V. = 66\%$ ). *Tabellaria fenestrata*, *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa* et *Dinobryon sertularia* et *Dinobryon bavaricum* y sont surtout retrouvés, les espèces accessoires étant *Achnantes sp*, *Merismopedia sp*, *Synedra sp*, (12, 14). L'indice moyen d'inhibition, représentatif de tous les mois est de 3.7, 3.1.

Aucune toxicité n'étant relevée chez ce tributaire, la rivière Jacques-Cartier représente en fait le cas où la production de 76 fut des plus stables: chlorophylle et biomasse sont constamment faibles les mêmes espèces à l'exception d'une ou deux furent responsables des productions juin et août.

Qualité de l'eau: très bonne

Production limitée par:

- a) généralement: nutriments et facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

#### 2.2.1.4 - Saint-Maurice

Tout comme la rivière Saint-Anne, le patron (la) de variation temporelle de la chlorophylle montre un maximum de production en juin ( $6.7 \text{ mg/m}^3$ ), le restant de l'été, les valeurs étant inférieures à  $2.6 \text{ mg/m}^3$  ( $\bar{C} = 3.2$ ,  $S = 2.4$ ,  $C.V. = 75\%$ ). La biomasse toujours faible fluctue de la même façon et avec le même ordre de grandeur ( $\bar{B} = 194 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 156$ ,  $C.V. = 80\%$ ), le maximum en juin avec  $304 \text{ mg/m}^3$ . La diversité varie peu (22%) et serait classée dans la catégorie élevée ( $\bar{D} = 3.16$ ,  $S = .7$ ): de maximale en juin 3.65, elle subit une retombée d'une unité jusqu'à 2.66 en août. Ce tributaire supporte les populations de phytoplancton fort similaire à la Jacques-Cartier: *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, et *Dinobryon sertularia* et *Dinobryon bavaricum* dominant tandis que les sous-dominances sont accordées aux *Stephanodiscus* et *Melosira sp* (7). L'indice d'inhibition moyen est de 5.0, 3.7: les indices mensuels se groupent d'une façon identique à ceux de la Sainte-Anne.

La production de la rivière Saint-Maurice ressemble en plusieurs points à celle de la Sainte-Anne: chlorophylle, biomasse, indice d'inhibition (coefficients de limitation et niveau trophique inclus), distributions phytoplanctoniques. La diversité cependant fluctue beaucoup moins et est significative.

Qualité de l'eau: très bonne

Production généralement limitée par nutriments et facteurs physiques

#### 2.2.1.5 - Petite du Chêne

Si ce tributaire paraît être un exemple parfait du patron 2, c'est beaucoup plus un artifice graphique qu'une réalité: juin, 4.1 mg/m<sup>3</sup> et juillet 4.6 mg/m<sup>3</sup> ( $\bar{C}$  = 3.3, S = 1.3, 41%). Les variations de la biomasse et de la diversité sont faibles 22% et 17% respectivement. La biomasse est qualifiable de moyenne contrairement aux quatre tributaires précédents ( $\bar{B}$  = 491, S = 108), le maximum étant en août (567 mg/m<sup>3</sup>); la diversité par contre est moyenne ( $\bar{D}$  = 1.72, S = .3), le maximum en juin, 1.93. Avec ce tributaire change complètement les dominances: les algues qu'il rapporte sont plus caractéristiques des tributaires moyennement productifs. *Nitzschia* sp (9,14,16), *Navicula* sp (10,3,11,5), *Cyclotella* sp (5). Nous notons aussi quelques apparitions de *Chlamydomonas* sp. et *Gomphonema parvulum*. Les indices d'inhibition mensuels sont bien représentés par un indice moyen 3.5, 3.5, quoique relativement dégagés: juin et septembre ont cependant un indice d'inhibition similaire.

Qualité de l'eau: bonne → *passable*

Production généralement limitée par les nutriments

#### 2.2.1.6 - Du Loup

Ce tributaire marque ses plus fortes variations avec la chlorophylle et la biomasse. Il suit le patron (1a) de variation de la chlorophylle avec un maximum de 7.8 mg/m<sup>3</sup> en juin: les

autres mois demeurent inférieurs à  $3.2 \text{ mg/m}^3$  ( $\bar{C} = 3.4$ ,  $S = 3.0$ , 89%). La biomasse maximale de 419 en juin tombe à  $137 \text{ mg/m}^3$  en août ( $\bar{B} = 278$ ,  $S = 199$ , 72%), mais elle demeure de catégorie faible. La diversité subit des variations fort peu prononcées ( $\bar{D} = 3.09$ ,  $S = .37$ , 12%) et appartiendrait à la catégorie élevée. Ce tributaire se distingue par la présence abondante de *Ceratoneis arcus* surtout en juin. Les algues qui l'accompagnent sont de catégorie de production supérieure: *Synedra ulna*, *Navicula sp* (10), *Nitzschia sp* (9, 14) et *Cocconeis placentula*. Si l'espèce dominante est typique des eaux courantes de bonne qualité plusieurs sous-dominantes témoignent d'une certaine détérioration des eaux comparativement aux eaux de la Jacques-Cartier par exemple. L'indice d'inhibition du mois de juin ressort clairement du groupe: 1.9, 5.6. Par contre, les trois autres mois sont bien groupés du côté opposé, leur point moyen serait de 7.1, 4.7. L'indice général moyen est 6.0, 4.9,

Qualité de l'eau : bonne  $\longrightarrow$  passable

Production limitée par:

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

#### 2.2.1.7 - Maskinongé

Seule la chlorophylle montre de bonnes fluctuations: (patron 1a): le maximum de juin,  $6.6 \text{ mg/m}^3$ ; retombe à  $4.7 \text{ mg/m}^3$ , les valeurs ne dépassant pas  $6.8 \text{ mg/m}^3$  en août et septembre ( $\bar{C} = 3.5$ ,  $S = 2.8$ , 79%). La biomasse est considérée comme faible de même que sa variation ( $\bar{B} = 112 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 6$ , 5%). La diversité

moyenne est élevée, sans grand écart, le maximum se situant en juin ( $\bar{D} = 3.34$ ,  $S = .66$ , 20%). Les distributions ressemblent à celles de tributaires moyennement productifs: *Synedra sp* (1) et *Synedra ulna*, *Melosira sp* (7, 11), *Navicula sp* (10) *Tabellaria fenestrata*; on y rencontre aussi *Cocconeis placentula*, *Cyclotella stelligera* et *Nitzschia sp* (14). Les mois de juin, juillet et septembre ont un indice de limitation fort similaire; la production baissant cependant de juin à septembre. Le mois d'août est nettement détaché, 8.8, 4.1. L'indice des autres mois ferait 4.1, 4.0. L'indice général cependant est de 5.0, 3.7.

Qualité de l'eau: bonne  $\longrightarrow$  passable

Production limitée par:

- a) généralement: nutriments et facteurs physiques
- b) occasionnellement: facteurs physiques

#### 2.2.1.8 - Outaouais

La chlorophylle (patron 1a) qui est moyenne en juin, 8.3 mg/m<sup>3</sup>, descend graduellement jusqu'à 1.34 en septembre ( $\bar{C} = 4.1$ ,  $S = 3.1$ , 75%). La biomasse est faible et ses fluctuations le sont également ( $\bar{B} = 257$ ,  $S = 17$ , 7%). La diversité de 3.79 en juin tombe à 2.26 en août ( $\bar{D} = 3.03$ ,  $S = 1.08$ , 36%). Les eaux de ce tributaire sont caractérisées par *Melosira granulata* et *Melosira sp* (7): la sous-dominante en juin est *Rhodomonas minuta* et *Cyclotella sp* (1, 2) en août. D'autres algues apparaissent également en juin en quantité respectable *Diatoma elongatum*, *Synedra ulna* et *Dinobryon sertularia* et *Dynobryon bavarium*. Août voit plusieurs euclorophytes parvenir à maturité: *Crucigenia sp*,

*Dictyosphaerium sp*, *Coelastrum sp*, *Scenedesmus sp*. L'indice moyen d'inhibition est de 4.0, 3.9. Les indices mensuels se dégagent de juin à septembre.

Même si la biomasse est faible et la diversité élevée, la chlorophylle moyenne est tout près de la limite supérieure de la classe qui est  $4.5 \text{ mg/m}^3$ . Si la chlorophylle suggère une forte tendance à la "mésotrophie", *Melosira granulata*, l'espèce type en fait autant. La présence des sous-dominantes telles *Synedra ulna*, *Coelastrum* et *Scenedesmus* est un signe de faible détérioration de la qualité de l'eau.

Qualité de l'eau: bonne  $\rightarrow$  passable

Production limitée par:

- a) généralement: nutriments
- b) occasionnellement: facteurs physiques

#### 2.2.1.9 - Saint-Charles (Québec)

La variation temporelle de la chlorophylle répond au patron le maximum en juillet ( $7.0 \text{ mg/m}^3$ ) et baisse graduelle jusqu'à septembre ( $3.1 \text{ mg/m}^3$ ), le minimum étant enregistré en juin  $2.6 \text{ mg/m}^3$  ( $\bar{C}= 4.2$ ,  $S= 2.0$ , 47%). La biomasse moyenne est toujours de force intermédiaire ( $\bar{B}= 649 \text{ mg/m}^3$ ), ses variations étant relativement faibles ( $S= 131$ , 20%): juin  $741 \text{ mg/m}^3$  et août  $556$ . La diversité subit cependant un fort décalage de juin à août  $4.25$  à  $2.28$  ( $\bar{D}= 3.22$ ,  $S= 1.46$ , 46%). Les algues dominantes sont du genre *Nanocula sp* (10) et *Nitzschia sp* (9, 14, 16). Les distributions font ressortir un grand nombre d'espèces surtout en juin ou plusieurs *Buchlorophycées* du type rencontré dans l'Outaouais sont abondantes.

En août *Synedra ulna* et *Achnantes sp* sont aussi notables. Les indices d'inhibition sont très groupés autour de leur moyenne: 6.5, 5.5.

Qualité de l'eau: passable → médiocre

Production généralement limitée par les facteurs physiques

### 2.2.2 - Tributaires de production moyenne

#### 2.2.2.1 - Champlain

La chlorophylle maximale en juin ( $12.3 \text{ mg/m}^3$ ) (patron 1b) tombe radicalement en juillet et demeure inférieure à  $3.6 \text{ mg/m}^3$  jusqu'en septembre ( $\bar{C}= 4.7$ ,  $S= 5.1$ , 109%). La biomasse, par contre, toujours inférieure à  $280 \text{ mg/m}^3$  donc toujours faible, varie très peu ( $\bar{B}= 250$ ,  $S= 42$ , C.V.= 17%). La diversité très élevée en juin s'estompe en août, 4.57 à 1.60 ( $\bar{D}= 3.09$ ,  $S= 2.1$ , 68%): en moyenne, la rivière Champlain a une diversité élevée. Les espèces rencontrées sont typiques des milieux modérément productifs: *Navicula sp* (5, 6, 10, 11) et *Nitzschia* (9, 14, 16). En juin, *Cryptomonas sp* (1) et *Cyclotella stelligera sp* (5) complètent la liste des espèces importantes. Les indices mensuels s'associent mal à leur moyenne, surtout le mois de septembre qui se détache nettement: cet éloignement correspond beaucoup plus à une baisse de l'indice trophique et il coïncide avec un indice de toxicité importante (12.3).

Qualité de l'eau: passable

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques et même des éléments toxiques lorsque présents.

#### 2.2.2.2 - Yamachiche

Les trois premiers paramètres biologiques subissent de fortes variations. La chlorophylle, forte en juin et juillet (patron 4) 7.3 et 6.7 mg/m<sup>3</sup> (C= 5.0, S= 2.5, 51%). La biomasse suit le patron de la chlorophylle, juin marquant 621 mg/m<sup>3</sup> et août 227 mg/m<sup>3</sup>: sa moyenne est faible ( $\bar{B}$ = 424, S= 279, 66%). La moyenne de la diversité est de force intermédiaire,  $\bar{D}$ = 2.19, élevée en juin, 3.05 et faible en août, 1.32 (S= 1.22, 56%). Les distributions ressemblent de beaucoup à celles de la Champlain, *Nitzschia sp* (9, 12, 14, 16) et *Navicula sp* (10, 5, 6) dominant. Les espèces accessoires sont *Synedra ulna*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella sp* (5). Les indices d'inhibitions mensuels sont relativement groupées autour de la moyenne: 6.5, 6.2.

Les genres *Navicula* et *Synedra ulna* sont considérés comme appartenant habituellement au milieu eutrophe. La biomasse faible est toutefois proche de la limite supérieure de la classe.

Qualité de l'eau: passable      *médiocre*

Production généralement limitée par les facteurs physiques

#### 2.2.2.3 - Portneuf

Les fluctuations temporelles de la chlorophylle sont de type 2: maximum en juin, 12.2 mg/m<sup>3</sup>, et retombée sous 4.4 mg/m<sup>3</sup> le restant de l'été ( $\bar{C}$ = 5.3, S= 4.7, 89%). La biomasse toutefois est toujours faible, ( $\bar{B}$ = 112, 49%). La diversité a le même comportement que celle de la Champlain: très élevée en juin, 4.4 et presque faible en août, 1.56 ( $\bar{D}$ = 2.98, S= 2.01, 67%), sa valeur moyenne est élevée. La diversité de juin s'explique de la

même façon que dans la rivière Montmorency. Encore ici, les distributions sont caractéristiques des tributaires situés à la limite supérieure des productions faibles et inférieures des productions élevées: *Navicula sp*, (5, 6) et *Nitzschia sp* (9, 10, 5). *Synedra sp* (4) et *Synedra ulna*, *Diatoma sp*, *Dinobryon sertularia*, *Melosira sp* (7) sont aussi notables. L'inhibition de juin suit grandement la tendance de ce mois: ceux des autres mois sont plutôt regroupés dans la zone de limitation par les facteurs physiques, leur moyenne étant de 6.8, 5.3. L'indice moyen est 5.6, 5.7.

Qualité de l'eau: passable      médiocre

Production limitée par

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

#### 2.2.2.4 - Richelieu

La production du Richelieu est moyenne:  $\bar{C}$  = 5.8 mg/m<sup>3</sup> (S= 6.4, 110%: juin 15.2 mg/m<sup>3</sup>, juillet à août <4.2 mg/m<sup>3</sup> (patron 2). La biomasse maximale en juin 618 mg/m<sup>3</sup> s'abaisse 4.41 juin et 2.37 en août ( $\bar{D}$  = 3.39, S= 1.44, 43%). Les distributions de juin et août sont très distinctes: en juin la co-dominance d'*Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* et *Tabellaria fenestra* est remplacé en août par celle de *Cyclotella sp* (5, 2) *Melosira binderana*, *Rhodomonas minuta*, *Cryptomonas sp*, et *Ulothrix sp*. Les indices mensuels de l'inhibition *in situ* s'éparpillent tout autour de leur moyenne (I= 5.3, 5.3).

Qualité de l'eau: passable

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.2.5 - Châteauguay

La chlorophylle avec une moyenne de 6.6, à l'instar des autres tributaires de cette classe, subit de fortes variations temporelles: maximum en juin 14.2 mg/m<sup>3</sup> et la valeur variant entre 2.4 et 6.1 de juillet à septembre ( $\bar{C}$ = 6.6, S= 5.3, 80%). La biomasse, en moyenne faible, trace une courbe inverse: minimum en juin, 220 et maximum en août 626 mg/m<sup>3</sup> ( $\bar{B}$  = 423, S= 287, 68%). La courbe de diversité est inverse à celle de la biomasse et l'écart est très grand: 4.12, juin (élevé) et 1.08, août (faible): sa valeur moyenne est de niveau intermédiaire ( $\bar{D}$ = 2.60, S= 2.15, 83%). Juin fait ressortir *Navicula* sp (4, 5) tandis que *Gomphonema parvulum*, *Melosira granulata*, *Cocconeis pediculus* sont co ou sous-dominantes. En août, les dominantes sont *Cocconeis plancentula*, *Cyclotella* sp (2) et *Nitzschia* sp (14,16) . Les indices mensuels ne sont pas particulièrement groupés, juin ayant tout de même tendance à se dégager. L'indice moyen est de 6.1, 7.0.

Qualité de l'eau: médiocre → mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments et facteurs physiques

#### 2.2.2.6 - Du Chêne

Du point de vue des paramètres biologiques, la rivière du Chêne est un milieu très stable: chlorophylle, biomasse, diversité et l'indice d'inhibition sont pratiquement constants de juin à septembre. Les valeurs mensuelles de la chlorophylle ne varient que de 17% ( $S= 1.2$ ) autour de leur moyenne,  $\bar{C}= 6.6$   $\text{mg/m}^3$ . La biomasse moyenne est élevée ( $\bar{B}= 1579$   $\text{mg/m}^3$ ,  $S= 241$ , 15%) et la diversité moyenne fiable ( $\bar{D}= 1.43$ ),  $S= .14$ , 10%). Généralement *Nitzchias sp* (9, 14) et *Cyclotella sp* (5) dominent, les algues accessoires étant *Ankistrodesmus falcatus*, *Navicula sp* (5), *Melosira varians* et *Achnantes sp*. L'indice est de 2.5, 5.2.

Qualité de l'eau: médiocre Mauvaise

Production généralement limitée par les nutriments

#### 2.2.2.7 - Chaudière

La biomasse chlorophyllienne de la Chaudière varie fortement: juin et juillet ont des teneurs supérieures à 8.8  $\text{mg/m}^3$  (maximum 11.6), ce qui représente des valeurs élevées, tandis qu'en août et septembre les valeurs ne dépassent pas 3.1  $\text{mg/m}^3$  ( $\bar{C}= 6.6$ ,  $S= 6.4$ , 71%). La biomasse répond aux mêmes fluctuations: juin 2571  $\text{mg/m}^3$  très élevé et août 809  $\text{mg/m}^3$  moyenne, ( $\bar{B}= 1690$ ,  $S= 1246$ , 74%). La valeur moyenne demeure quand même élevée. La diversité passe de 2.69 à 1.39, la moyenne étant de force intermédiaire ( $\bar{D}= 2.04$ ,  $S= .92$ , 45%). La Chaudière est le premier tributaire où *Synedra ulna* et *Synedra sp* participent à

la dominance: les autres dominantes sont *Nitzchia sp* (14, 16). En août nous notons aussi la présence importante de *Melosira varians* et des *Navicula sp* (5, 10). Nous y retrouvons aussi beaucoup de *Cymbella*, *Achnantes* et *Gomphonema parvulum*. L'indice d'inhibition de juin suit la tendance du mois, les autres indices n'étant pas vraiment agglomérés. De juin à septembre, l'indice de limitation passe de 0.8 à 5.9 (I= 3.8, 5.1).

Qualité de l'eau: médiocre → mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

### 2.2.3 - Tributaires très productifs

#### 2.2.3.1 - Bécancour

La rivière Bécancour est très productive en juin et août (16.5 et 12.1 mg/m<sup>3</sup>) mais faiblement productive en juillet et septembre (<4.0 mg/m<sup>3</sup>) ( $\bar{C}$ = 9.0, S= 6.4, 71%). La biomasse moyenne est élevée ( $\bar{B}$ = 1658, S= 1061, 64%) elle se comporte de façon identique à celle de la Chaudière et de sa propre teneur en chlorophylle: juin 2408 mg/m<sup>3</sup> et août 908 mg/m<sup>3</sup>. Il en est de même pour la diversité ( $\bar{D}$ = 2.72, S= .9, 33%) (3.35 à 2.08). La biomasse moyenne est donc élevée et la diversité intermédiaire. Les distributions ressemblent aussi légèrement à celle de la Chaudière: *Synedra ulna*, *Synedra sp* (4, 9, 12) et *Nitzchia sp* (9, 16); sous-dominantes, *Cymbella sp*, *Cocconeis placentula*, *Navicula sp* (5), *Achnantes sp*. Tout comme dans le cas de la Chaudière, l'indice d'inhibition s'étire vers la gauche et vers le bas, de juin

à septembre, l'indice moyen étant cependant 2.1, 5.6.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production généralement limitée par les nutriments

#### 2.2.3.2 - Assomption

Le comportement des paramètres phytoplanctoniques est très anarchique. La chlorophylle marque un maximum de 27.8 mg/m<sup>3</sup> et tombe à des valeurs inférieures à 4.5 mg/m<sup>3</sup> pour le reste de l'été ( $\bar{C}$  = 9.2, S = 12.5, 136%). La biomasse n'est pas maximale en juin mais en août (860 mg/m<sup>3</sup>, le double du mois de juin ( $\bar{B}$  = 662, S = 281, 42%): l'Assomption possède une biomasse moyenne de niveau intermédiaire. La diversité moyenne de 3.44, donc élevée, passe de 4.21 en juin à 2.66 en août (S = 1.10, 32%). Les distributions sont très changeantes: en juin, la dominance est accordée à *Cyclotella* sp (2,5) et *Synedra ulna* et en août à *Melosira* sp (18).

Les indices mensuels si l'on excepte le mois de juin qui suit la tendance du mois, indiquent une forte limitation par les facteurs physiques: indice moyen de juillet, août et septembre, 7.6, 7.1. L'indice général est ramené à 6.5, 7.8.

Qualité de l'eau: mauvaise → très mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

### 2.2.3.3 - Batiscan

La chlorophylle montre de très grandes variations de juin à septembre: juin 29.1 mg/m<sup>3</sup>, juillet à septembre <3.8 mg/m<sup>3</sup> (patron 1b) ( $\bar{C}$ = 9.3, S= 13.3, 143%). La biomasse y est très faible et stable: (B= 128 mg/m<sup>3</sup>, S= 23, 18%). La diversité élevée en juin, 3.65 devient faible en août, 1.10 ( $\bar{D}$ = 2.38, S= 1.80, 76%). La baisse d'août n'est cependant pas significative: elle est due à l'arrivée des *Merismopedia sp* qui n'ont pas d'importance du point de vue productif (biomasse négligable). L'algue typique est *Tabelaria flocculosa*. La sous-dominance en juin revient à *Dinobryon sertularia* et *Dynobryon sp* (4), tandis qu'en août *Melosira sp* (7) et *Synedra sp* se partagent le deuxième rang. L'indice d'inhibition de juin est très éloigné de l'ensemble des trois autres mois: la moyenne des trois mois est 5.3, 3.6 comparative-ment à 4.2, 5.2 pour la moyenne générale.

La teneur en chlorophylle de ce tributaire surestime le niveau trophique de l'eau: les diversités élevées, les espèces plutôt oligo-mésotrophiques et les faibles biomasses tendent à faire mentir l'évaluation de la qualité de l'eau proposée par la chlorophylle. En fait la chlorophylle moyenne n'est élevée qu'à cause d'un seul mois.

Qualité de l'eau: médiocre → passable

Production limitée par:

- a) généralement: les nutriments et les facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

#### 2.2.3.4 - Etchemin

Le patron de variation temporelle de la chlorophylle montre un maximum de 11.6 mg/m<sup>3</sup> en juin, une descente graduelle jusqu'à 3.1 en août et une légère remontée en septembre (6.7 mg/m<sup>3</sup>) ( $\bar{C}$ = 9.99, S= 4.9, 63%). Les variations de la biomasse sont moins évidentes: la biomasse moyenne, pratiquement de niveau élevé,  $\bar{B}$ = 1074 mg/m<sup>3</sup>, montre des variations de 31% (S= 331), soit de 1308 à 840 mg/m<sup>3</sup>. La diversité moyenne est très faible ( $\bar{D}$ = .98, S= .52, 53%). La distribution ressemble beaucoup à celle de la Chaudière et de la Bécancour: elle est caractérisée par *Nitzschia sp* (14, 16) et *Synedra ulna*, *Synedra sp* (9, 11, 13). Nous pouvons mentionner aussi la présence de *Cymbella sp* (5, 8), *Suriella robusta* et *Scenedesmus sp*. Les indices mensuels sont très dégagés autour de la moyenne, juin et septembre étant regroupés, mais le niveau trophique reste à peu près identique (I= 4.2, 7.0).

Qualité de l'eau: mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.3.5 - Gentilly

Le patron de variation de la production "*in situ*" de Gentilly est unique, il consiste en une montée graduelle de la production de juin 2.6 mg/m<sup>3</sup>, à septembre 26.0 mg/m<sup>3</sup>, ce qui est exactement l'inverse de la tendance générale ( $\bar{C}$ = 10.6, S= 1.05,

99%). La biomasse demeure faible de juin à août, 114 mg/m<sup>3</sup> à m<sup>3</sup> ( $\bar{B}$  = 255, S = 199, 78%). La diversité demeure moyenne mais les niveaux sont inversés: 2.37 à 1.39 (D = 1.88, S = .69, 37%). La distribution de juin est considérablement modifiée en août. En juin, les dominantes, *Cyclotella* sp (5, 2) et *Synedra* sp (6) sont remplacées en août par *Navicula* sp (10) et *Melosira varians*.

L'indice moyen de 4.2, 6.4, groupe mal ses valeurs mensuelles. Septembre fait encore voir ici le cas spécial qui représente ce tributaire.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.3.6 - Saint-Louis

La production de ce tributaire maximale en juin, 30.7 mg/m<sup>3</sup> décline rapidement jusqu'en août, .19 mg/m<sup>3</sup> demeurant inférieure à 4.5 mg/m<sup>3</sup> en septembre: les variations de ses teneurs en chlorophylle sont énormes ( $\bar{C}$  = 11.4, S = 13.5, 118%). Les deux paramètres suivants varient peu. La biomasse moyenne et la diversité moyenne sont de niveau intermédiaire ( $\bar{B}$  = 538 mg/m<sup>3</sup>, S = 156, 29%) ( $\bar{D}$  = 2.67, S = .4, 15%). Ses distributions sont caractérisées par *Cyclotella* sp (2, 5). Notons aussi l'importance des *Cryptomonas* (1), *Navicula* sp et *Nitzschia* sp (13). L'indice d'inhibition moyen est représentatif quant au degré de limitation (1.5, 5.2); par

contre le niveau trophique varie beaucoup de juin à septembre. Notons de plus les indices de toxicité très élevés mesurés dans ce tributaire : en fait le niveau trophique mensuel est inversement proportionnel au degré de toxicité.

Qualité de l'eau: médiocre *mauvaise*

Production généralement limitée par les substances toxiques et les nutriments.

#### 2.2.3.7 - Saint-François

Après un maximum de 31.5 mg/m<sup>3</sup> en juin, la chlorophylle descend rapidement jusqu'à des valeurs rapprochées de 4.5 mg/m<sup>3</sup> en août et septembre ( $\bar{C} = 12.3$ ,  $S = 13.0$ , 106%). Si la biomasse moyenne est très stable ( $\bar{B} = 1897$  mg/m<sup>3</sup>,  $S = 78$ , 4%) et élevée, la diversité allant de 3.54 à 1.79, est de niveau moyen ( $\bar{D} = 2.67$ ,  $S = 1.24$ , 46%). Saint-François supporte des associations phyto-planctoniques relativement spéciales: les espèces importantes sont *Synedra ulna* et *Synedra sp* (1), *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma elongatum* et *D. vulgare*, *Melosira granulata* et *Melosira varians* et quelques *Stephanodiscus niagarae*. L'indice de juin est complètement dégagé du bloc des autres mais de par son niveau trophique. Une fois juin éliminé, l'indice moyen de 3.0, 6.0 descendrait à 3.7, 4.7.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production généralement limitée par les nutriments

#### 2.2.3.8 - Nicolet

La production très élevée en juin,  $35.2 \text{ mg/m}^3$ , descend radicalement en juillet à  $7.4 \text{ mg/m}^3$  puis subit une légère glissade jusqu'à  $4.2 \text{ mg/m}^3$  en septembre ( $\bar{C} = 13.0$ ,  $S = 14.8$ , 114%). Les variations de la biomasse et de la diversité sont faibles. La biomasse y est élevée ( $\bar{B} = 1561$ ,  $S = 303$ , 19%) et la diversité moyenne ( $\bar{D} = 1.91$ ,  $S = .48$ , 25%). Les distributions sont variables: les *Cyclotella sp* (2) et *Nitzschia sp* (16) de juin sont remplacées par *Melosira varians*, *Navicula sp* (5) (E) et *Synedra sp* en août. Comme dans le cas de la rivière Saint-François, l'indice du mois de juin est très dégagé, suivant la tendance générale. Par contre, les trois autres mois sont très groupés. L'indice moyen de 4.9, 6.8 passerait à 5.9, 5.7.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production limitée par:

généralement: nutriments

occasionnellement: nutriments et facteurs physiques

#### 2.2.3.9 - Delisle

Comme la rivière Yamaska, Delisle est un tributaire constamment productif: le maximum en juin chiffre  $28.6 \text{ mg/m}^3$ , de juillet à septembre la production varie entre  $8.3$  et  $14.6 \text{ mg/m}^3$  ( $\bar{C} = 15.8$ ,  $S = 8.9$ , 56%). La biomasse, très stable, produit en moyenne  $568 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 33$ , 67%). La diversité passe de 2.72 en juin à 1.45 en août ( $\bar{D} = 2.09$ ,  $S = .90$ , 43%). Ce tributaire est caractérisé par la présence constante de *Cyclotella*: en juin, *Cyclotella sp* (2) et août *Cyclotella* (5). En août, la dominance

est partagée par *Pandorina morum*, et en juin la sous-dominance appartient à *Actinastrum sp* et *Ankistrodesmus falcatus*. L'indice d'inhibition marque 3.1, 7.5; en juin il se détache légèrement.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: les nutriments et les facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

#### 2.2.3.10 - Du Nord

La variation temporelle de la chlorophylle est du même type que celle de la rivière Nicolet: le maximum de 50.5 mg/m<sup>3</sup> s'abaisse à 7.2 en juillet puis graduellement jusqu'à 1.9 mg/m<sup>3</sup> en septembre. ( $\bar{C}$  = 16.4, S = 22.8, 139%). La biomasse passe de très élevée (2375 mg/m<sup>3</sup>), en juin à très faible, (196 mg/m<sup>3</sup>) en août: ( $\bar{B}$  = 1286, S = 1541, 120%) la diversité suit le pas, 4.13 à 2.79 ( $\bar{D}$  = 3.46, S = 0.95, 27%). Ce tributaire se caractérise par *Synedra sp* (4), *S. ulna* et *Melosira varians*. *Cocconeis placentula* et *Cyclotella stelligera* en août remplaçaient les *Nitzschia sp* (9, 14, 16), *Dinobryon serlutaria* et *Dinobryon bavaricum*, *Ankistrodesmus sp*, *Crucigenia*, *Dictyosphaerium sp*, *Scenedesmus sp* de juin. Les indices mensuels se comportent semblablement à ceux de la Batiscan. L'indice moyen est de 4.6, 6.2.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production variable limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.3.11 - Mascouche

La production de juin 34.2 mg/m<sup>3</sup> de chlorophylle descend à un palier inférieur en juillet et août, 7.7 mg/m<sup>3</sup>, mais remonte à 19.3 mg/m<sup>3</sup>: cette dernière remontée lui confère un patron de variation spéciale ( $\bar{C}$  = 16.8, S = 13.0, 77%). La biomasse de niveau moyen, ( $\bar{B}$  = 797 mg/m<sup>3</sup>, demeure moyenne de juin à août et fluctue faiblement (S = 223 mg/m<sup>3</sup>, 28%). La diversité moyenne en juin, 2.72, s'affaiblit en août à 1.28 ( $\bar{D}$  = 2.00, S = 1.02, 51%). Les distributions sont marquées par la part importante prise par les euchlorophycées et les euglenophycées: d'une dominance totale de *Chlamydomonas sp* en juin, la distribution se voit caractérisée par *Navicula sp* (10) en août. A ces distributions participent aussi plusieurs espèces eutrophes: *Nitzschia sp*, *Cyclotella sp* (2) et trois espèces d'Euglenophycées

L'indice moyen d'inhibition est le point central d'une grande variété d'indices (I = 5.2, 9.0).

Qualité de l'eau: mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.3.12 - Yamaska

La rivière Yamaska est le seul tributaire dont la production chlorophyllienne est toujours élevée c'est-à-dire supérieure à 8.8 mg/m<sup>3</sup>, quelque soit le mois; de plus les trois premiers mois chiffreraient même des productions très supérieures à 21 mg/m<sup>3</sup> : juin 35.4, juillet 28.9, août 27.7: en septembre la

production baisse jusqu'à 12.6 ( $\bar{C} = 26.1$ ,  $S = 9.7$ , 31%). La biomasse par contre montre plus de variations; de 165 mg/m<sup>3</sup> en juin, elle passe 847 mg/m<sup>3</sup> en août: en moyenne la biomasse est de niveau intermédiaire ( $\bar{B} = 506$ ,  $S = 482$ , 95%). La diversité ne fluctue pas autant et se situe aux limites inférieures de la classe moyenne ( $\bar{D} = 2.13$ ,  $S = .15$ , 7%). Les distributions, comme pour tous tributaires productifs, sont changeantes: en juin, *Melosira varians*, *Fragilaira sp* et *Scenedesmus sp* (7) et août, *Cyclotella sp* (2,5), *Actinastum sp*, *Navicula sp* et *Melosira sp*.

L'indice de juin est nettement dégagé: la valeur moyenne de 4.5, 0.6 passerait à 5.1, 9.4.

Qualité de l'eau: très mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: les nutriments et les facteurs physiques
- b) occasionnellement: les nutriments

#### 2.2.3.13 - Rigaud

Comme la Chaudière, Rigaud est très productif en juin et août, 37.2 mg/m<sup>3</sup> et 113.9 mg/m<sup>3</sup> et de faible production en juillet et septembre <4.5 mg/m<sup>3</sup>. Tous les autres paramètres suivent cette cadence ( $\bar{C} = 39.7$ ,  $S = 51.9$ , 131%). La biomasse est élevée en juin et août, 2070 mg/m<sup>3</sup> ( $\bar{B} = 6621$ ,  $S = 6435$ , 97%) et la diversité très faible, .61 et 1.16 ( $\bar{D} = .89$ ,  $S = .39$ , 44%). Les distributions sont évidemment fort changeantes. En juin, la dominance appartient à *Cyclotella sp* étant aussi très importante et en

août, à une espèce d'Euchlorophycée très petite et à *Pandorina morum*. Notons que la majorité de ces algues sont très petites possédant donc un métabolisme élevé.

Les indices mensuels de juin et août démontrent une forte inhibition de la part des nutriments, leur indice moyen étant de 2.0, 10.0 tandis que juillet et septembre chiffrent 6.5, 5.6 (I = 4.3, 7.8).

Qualité de l'eau: très mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 2.2.3.14 - Bayonne

La Bayonne ressemble à la Yamaska en ce sens qu'elle maintient généralement des productions élevées. En juillet 6.5 mg/m<sup>3</sup> représente une chute drastique de la chlorophylle puisque juin marquait 207.1 mg/m<sup>3</sup> ; la tribunaire reprend vite des productions élevées en août et septembre, 9.8 et 10.9 mg/m<sup>3</sup> ( $\bar{C}$  = 58.6, S = 99.1, 16%). la biomasse passe de 5659 mg/m<sup>3</sup> en juin à 526 août: la moyenne demeure évidemment élevée ( $\bar{B}$  = 3093, S = 3690, 117%). Seule la diversité ne subit pas les mêmes variations: elle peut-être considérée comme moyenne (D = 2.45, S = 1.33), 13%). Les distributions très changeantes sont constituées d'algues petites très actives de niveau eutrophe : juin *Chlomydomonas* sp (2), *Cryptomonas* sp (9, 14) et *Nitzschia* sp (9, 14); août *Lepocinclis* sp (1), *Euchlorophycée* sp, *Navicula* sp (10) et *Nitzschia* sp (14).

L'indice d'inhibition de 6.2, 10, si juin éliminé, se serait élevé à 7.0, 10.0.

Qualité de l'eau: très mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

LEGENDE DES TABLEAUX 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7

J - = juin

Ju = juillet

A = août

S = septembre

$\bar{C}$  : moyenne chlorophylle

$\bar{B}$  : moyenne biomasse

$\bar{D}$  : moyenne diversité

S : écart-type

faible :  moyen :  élevé :  très élevé : 

Tableau 2.3 Tableau - synthèse des données pour les tributaires....

Tributaires	Variation				Association phytoplanktonique	Indice d'inhibition de la production "in situ"
	J	Ju	A	S		
Montmorency					JUIN: <i>Achnantes</i> sp. (2) <i>Melosira</i> sp. (14) <i>Navicula</i> sp. (6) <i>Tabellaria flocculosa</i> (2) <i>Meridion circulare</i> (1)	<p>I = 5.7, 2.4</p>
	Chlorophylle $\bar{C} = 1.6$ S = 1.3	Bionasse $\bar{B} = 59$ S = 7	Diversité $\bar{D} = 3.36$ S = 1.69		AOUT: <i>Achnantes</i> sp. <i>Navicula</i> sp. (11) <i>Synechra</i> sp. (13) <i>Tabellaria flocculosa</i> (2)	
Ste-Anne					JUIN: <i>Tabellaria flocculosa</i> (12) <i>Dinobryon sertularia</i> (12) <i>Nitzschia</i> sp. (9) <i>Lyngbia</i> sp. (1)	<p>I = 5.3, 2.4</p>
	$\bar{C} = 2.6$ S = 1.9	$\bar{B} = 169$ S = 61	$\bar{D} = 3.16$ S = 1.83		AOUT: <i>Tabellaria flocculosa</i> (2) <i>Achnantes</i> sp. <i>Coscinium</i> sp. <i>Cyanophyceae</i> sp.	
Jacques-Cartier					JUIN: <i>Tabellaria fenestrata</i> (1) <i>Tabellaria flocculosa</i> (2) <i>Asterionella formosa</i> (1) <i>Achnantes</i> sp. <i>Dinobryon sertularia</i> (2)	<p>I = 3.7, 3.1</p>
	$\bar{C} = 2.7$ S = 0.7	$\bar{B} = 139$ S = 12	$\bar{D} = 2.87$ S = 1.89		AOUT: <i>Tabellaria flocculosa</i> (2) <i>Tabellaria fenestrata</i> (1) <i>Asterionella formosa</i> (1) <i>Dinobryon bavaricum</i> (3) <i>Synechra</i> spp. (12, 14)	
Saint-Maurice					JUIN: <i>Tabellaria fenestrata</i> (1) <i>Tabellaria flocculosa</i> (2) <i>Dinobryon sertularia</i> (2) <i>Dinobryon bavaricum</i> (3) <i>Asterionella formosa</i> (1)	<p>I = 5.0, 3.7</p>
	$\bar{C} = 3.2$ S = 2.4	$\bar{B} = 194$ S = 156	$\bar{D} = 3.16$ S = 0.7		AOUT: <i>Tabellaria fenestrata</i> (1) <i>Asterionella formosa</i> (1) <i>Melosira</i> sp. (7)	
Petite du Chêne					JUIN: <i>Nitzschia</i> spp. (9, 14, 16) <i>Cyclotella</i> sp. (15) <i>Chlamydomonas</i> sp.	<p>I = 3.5, 3.5</p>
	$\bar{C} = 3.3$ S = 1.3	$\bar{B} = 491$ S = 108	$\bar{D} = 1.72$ S = 0.30		AOUT: <i>Navicula</i> spp. (10, 3, 11, 15) <i>Nitzschia</i> sp. (14) <i>Gomphonema</i> spp. <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Cyanophyceae</i> sp.	
Du Loup					JUIN: <i>Coelastrum arcuatum</i> (1) <i>Synechra ulna</i> (3) <i>Nitzschia</i> spp. (19, 14) <i>Navicula</i> sp.	<p>I = 6.0, 4.9</p>
	$\bar{C} = 3.4$ S = 3.0	$\bar{B} = 273$ S = 199	$\bar{D} = 3.09$ S = 0.37		AOUT: <i>Navicula</i> sp. (10) <i>Synechra ulna</i> (3) <i>Nitzschia</i> sp. <i>Cocconeis pinnatifida</i> (2) <i>Nitzschia varians</i> (9) <i>Sinellopsis robusta</i> (3)	



Tableau 2.4 Tableau - synthèse des données pour les tributaires....

Tributaires	Variation			Association phytoplanctonique	Indice d'inhibition de la production "in situ"
	J	Ju	S		
Maskinongé				JUIN: <i>Synedra ulna</i> (3) <i>Tabellaria fenestrata</i> (1) <i>Melosira</i> sp. (11) <i>Cymbella</i> sp. (1)  AOÛT: <i>Navicula</i> sp. (10) <i>Melosira</i> sp. (7) <i>Synedra</i> sp (1) <i>Surirella robusta</i> (3) <i>Cocconeis plaenacula</i> (2) <i>Cyclotella</i> sp.(1)et <i>Nitzschia</i> (14)	 I = 5.0,3.7
	$\bar{C} = 3.5$ S = 2.8	$\bar{B} = 112$ S = 6	$\bar{D} = 3.34$ S = 0.66		
Outaouais				JUIN: <i>Melosira granulata</i> (1) <i>Rhodomonas minuta</i> (1) <i>Stephanodiscus niagarae</i> (1) <i>Stephanodiscus</i> sp. (3) <i>Cryptomonas</i> spp. (1,2)  AOÛT: <i>Melosira granulata</i> (1) <i>Melosira</i> sp. (7) <i>Cyclotella stelligera</i> (1)etsp.(2) <i>Coelastrum</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp.(1)	 I = 4.0,3.9
	$\bar{C} = 4.1$ S = 3.1	$\bar{B} = 257$ S = 17	$\bar{D} = 3.03$ S = 1.08		
St-Charles (Qué.)				JUIN: <i>Navicula</i> sp. (6) <i>Nitzschia</i> sp. (9) <i>Bacillariophycée</i> (genres) <i>Diatyosphaerium</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp. (10)  AOÛT: <i>Navicula</i> sp.(10) <i>Nitzschia</i> spp.(14,16) <i>Achnantes</i> spp. <i>Synedra</i> spp.	 I = 6.5,5.5
	$\bar{C} = 4.2$ S = 2.0	$\bar{B} = 649$ S = 131	$\bar{D} = 3.22$ S = 1.46		
Champlain				JUIN: <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Navicula</i> spp. (5,6) <i>Nitzschia</i> sp. (9) <i>Cryptomonas</i> sp. (1)  AOÛT: <i>Navicula</i> spp. (5,6,10,11) <i>Nitzschia</i> spp.(14,16)	 I = 5.3,5.4
	$\bar{C} = 4.7$ S = 5.1	$\bar{B} = 250$ S = 42	$\bar{D} = 3.09$ S = 2.10		
Yamachiche				JUIN: <i>Nitzschia</i> spp. (9,12,14,16) <i>Navicula</i> sp. (6) <i>Synedra ulna</i> (3)  AOÛT: <i>Navicula</i> spp. (5,10) <i>Nitzschia</i> sp. <i>Cocconeis plaenacula</i> (2) <i>Cymbella</i> sp. (5) <i>Synedra</i> sp.	 I = 6.5,6.2
	$\bar{C} = 5.0$ S = 2.5	$\bar{B} = 424$ S = 279	$\bar{D} = 2.19$ S = 1.22		
Portneuf				JUIN: <i>Navicula</i> spp. (6,5) <i>Nitzschia</i> spp. (10,9) <i>Synedra</i> spp. (3,4) <i>Diatoma</i> spp. (1,2) <i>Ceratoneis aureus</i> (1)  AOÛT: <i>Navicula</i> sp. (5) <i>Nitzschia</i> sp. (5) <i>Melosira</i> sp. (7) <i>Dinobryon sertularia</i> (7) <i>Utricularia</i> ?	 I = 5.6,5.7
	$\bar{C} = 5.3$ S = 4.7	$\bar{B} = 226$ S = 112	$\bar{D} = 2.90$ S = 2.01		



Tableau 2.5 Tableau - synthèse des données pour les tributaires....

Tributaires	Variation				Association phytoplanctonique	Indice d'inhibition de la production "in situ"
	J	Ju	A	S		
Michelleu					JUIN: <i>Asterionella formosa</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Tabellaria fenestrata</i>	 I = 5.3, 5.3
	$\bar{C} = 5.8$ S = 6.4	$\bar{B} = 404$ S = 303	$\bar{D} = 3.39$ S = 1.44		AOUT: <i>Cyclotella</i> sp. (5,2) <i>Melosira bindemana</i> <i>Rhodomonas minuta</i> <i>Cryptomonas</i> spp. <i>Ulothrix</i> sp. ?	
Châteauguay					JUIN: <i>Navicula</i> spp. (4,5) <i>Melosira granulata</i> (1) <i>Comphonema parvulum</i> (9) <i>Cocconeis podiculus</i> (1) <i>Cymbella</i> sp.	 I = 6.1, 7.0
	$\bar{C} = 6.6$ S = 5.3	$\bar{B} = 423$ S = 287	$\bar{D} = 2.60$ S = 2.15		AOUT: <i>Cocconeis plaecentula</i> (2) <i>Cyclotella</i> sp. (2) <i>Nitzschia</i> spp. (16,14) <i>Navicula</i> spp. (10,5) <i>Chlamydomonas</i> sp.	
Du Chêne					JUIN: <i>Nitzschia</i> spp. (14,9) <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (1)	 I = 2.5, 5.2
	$\bar{C} = 6.6$ S = 1.2	$\bar{B} = 1579$ S = 241	$\bar{D} = 1.43$ S = 0.14		AOUT: <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Nitzschia</i> sp. (14) <i>Navicula</i> sp. (5) <i>Melosira varians</i> (9) <i>Achnanthes</i> spp.	
Chaudière					JUIN: <i>Synedra ulna</i> (3) <i>Synedra</i> sp. (4) <i>Nitzschia</i> sp. (16)	 I = 3.8, 5.1
	$\bar{C} = 6.6$ S = 6.4	$\bar{B} = 1690$ S = 1246	$\bar{D} = 2.04$ S = 0.92		AOUT: <i>Melosira varians</i> (9) <i>Synedra ulna</i> (3) <i>Nitzschia</i> sp. (14) <i>Navicula</i> spp. (5,10)	
Bécancour					JUIN: <i>Synedra ulna</i> (3) <i>Synedra</i> sp. (4) <i>Nitzschia</i> spp. (9,16) <i>Cymbella</i> spp.	 I = 2.1, 5.6
	$\bar{C} = 9.0$ S = 6.4	$\bar{B} = 1658$ S = 1061	$\bar{D} = 2.72$ S = 0.90		AOUT: <i>Synedra</i> spp. (9,12) <i>Cosmarium</i> sp. (2) <i>Cocconeis plaecentula</i> (2) <i>Navicula</i> (5) <i>Achnanthes</i> sp.	
Assomption					JUIN: <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Cyclotella</i> sp. (2) <i>Stephanodiscus</i> sp. (3) <i>Synedra</i> sp. (3,4) <i>Cryptomonas</i> sp. (1)	 I = 6.5, 7.8
	$\bar{C} = 9.2$ S = 12.5	$\bar{B} = 662$ S = 281	$\bar{D} = 3.44$ S = 1.10		AOUT: <i>Melosira</i> sp. (18) <i>Stephanodiscus</i> sp. (1) <i>Achnanthes flou-agnon</i> (1) <i>Comphonema</i> sp.	



Tableau 2.6 Tableau - synthèse des données pour les tributaires ....

Tributaires	Variation			Association phytoplanctonique	Indice d'inhibition de la production "in situ"		
	J	Ju	A			S	J
Batiscan				JUIN: <i>Tabellaria floeculosa</i> (2) <i>Dinobryon septularia</i> <i>Nitzschia</i> sp. (9) <i>Melosira</i> sp. (7)			
	$\bar{C} = 9.3$ $S = 13.3$	$\bar{B} = 120$ $S = 23$	$\bar{D} = 2.30$ $S = 1.80$	AOUT: <i>Tabellaria floeculosa</i> (2) <i>Melosira</i> sp. (7) <i>Synedra</i> sp.			
Etchemin				JUIN: <i>Nitzschia</i> spp. (14,16) <i>Synedra</i> spp. (3,4) <i>Cymbella</i> sp. <i>Scenedesmus</i> spp.			
	$\bar{C} = 9.9$ $S = 4.9$	$\bar{B} = 1074$ $S = 331$	$\bar{D} = 0.98$ $S = 0.52$	AOUT: <i>Synedra</i> spp. (3,9,11,13) <i>Cymbella</i> spp. (5,8) <i>Nitzschia</i> sp. (14) <i>Surirella</i> sp. (2)			
Gentilly				JUIN: <i>Cyclotella</i> spp. (5,2) <i>Synedra</i> sp. (6) <i>Nitzschia</i> spp. (14,9)			
	$\bar{C} = 10.6$ $S = 10.5$	$\bar{B} = 255$ $S = 199$	$\bar{D} = 1.88$ $S = 0.69$	AOUT: <i>Navicula</i> (10) <i>Melosira varians</i> (9) <i>Cocconeis placontula</i> (2) <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Cosmarium</i> sp. (2)			
St-Louis				JUIN: <i>Cyclotella</i> spp. (2,5)			
	$\bar{C} = 11.4$ $S = 13.5$	$\bar{B} = 538$ $S = 156$	$\bar{D} = 2.67$ $S = 0.40$	AOUT: <i>Cryptomonas</i> sp. (1) <i>Nitzschia</i> sp. (13) <i>Navicula</i> sp. <i>Cyclotella</i> spp. (2,5)			
St-François				JUIN: <i>Synedra</i> sp. (1) <i>Stephanodiscus niagarae</i> (1) <i>Melosira granulata</i> (1) <i>Diatoma</i> spp. (2,1) <i>Fragilaria crotonensis</i> (3)			
	$\bar{C} = 12.3$ $S = 13.0$	$\bar{B} = 1897$ $S = 78$	$\bar{D} = 2.67$ $S = 1.24$	AOUT: <i>Synedra ulna</i> (3) <i>Melosira varians</i> (9) <i>Fragilaria crotonensis</i> (3) <i>Diatoma elongatum</i> (1)			
Nicolet				JUIN: <i>Cyclotella</i> sp. (2) <i>Nitzschia</i> sp. (16)			
	$\bar{C} = 13.0$ $S = 14.8$	$\bar{B} = 1561$ $S = 303$	$\bar{D} = 1.91$ $S = 0.48$	AOUT: <i>Melosira varians</i> (9) <i>Navicula</i> sp. (5) <i>Synedra</i> sp.			



Tableau 2.7 Tableau - synthèse des données pour les tributaires....

Tributaires	Variation			Association phytoplanktonique	Indice d'inhibition de la production 'in situ'
	J   Ju   A   S	J   Ju   A   S	J   Ju   A   S		
Delisle				JUIN: <i>Cyclotella</i> spp. (2,5) <i>Cryptomonas</i> sp. (1) <i>Actinastrum</i> sp. <i>Ankistrodomonas fulvatus</i> (1) <i>Pediastrum</i> sp. <i>Scenedesmus</i> spp.	
	$\bar{C} = 15.8$ $S = 8.9$	$\bar{B} = 560$ $S = 33$	$\bar{D} = 2.09$ $S = 0.90$	AOUT: <i>Cyclotella</i> sp. (5) <i>Pandorina morum</i> (1) <i>Streblomonas</i> sp. (1) <i>Euglenophyceae</i> sp.	
Du Nord				JUIN: <i>Synedra</i> spp. (3,4) <i>Melosira varians</i> (9) <i>Asterionella formosa</i> (1) <i>Cyclotella</i> spp. (1,5) <i>Nitzschia</i> spp. (9,14,16)	
	$\bar{C} = 16.4$ $S = 22.8$	$\bar{B} = 1266$ $S = 1541$	$\bar{D} = 3.46$ $S = 0.95$	AOUT: <i>Melosira varians</i> (9) <i>Cocconeis placentula</i> (2) <i>Cyclotella stelligera</i> (1) <i>Cyclotella</i> sp. (2)	
Mascouche				JUIN: <i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Nitzschia</i> spp. (9,14,16) <i>Cyclotella</i> sp. (2) <i>Cryptomonas</i> sp. (1)	
	$\bar{C} = 16.8$ $S = 13.0$	$\bar{B} = 797$ $S = 223$	$\bar{D} = 2.00$ $S = 1.02$	AOUT: <i>Navicula</i> spp. (10,5) <i>Euglenophyceae</i> sp.	
Yamaska				JUIN: <i>Melosira varians</i> (9) <i>Fragilaria</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp. (7)	
	$\bar{C} = 26.1$ $S = 9.7$	$\bar{B} = 506$ $S = 482$	$\bar{D} = 2.13$ $S = 0.15$	AOUT: <i>Cyclotella</i> spp. (2,5) <i>Actinastrum</i> sp. (3) <i>Navicula</i> spp. <i>Melosira</i> spp.	
Rigaud				JUIN: <i>Cyclotella</i> sp. (2) <i>Cryptomonas</i> sp. (1)	
	$\bar{C} = 39.7$ $S = 51.9$	$\bar{B} = 6621$ $S = 6425$	$\bar{D} = 0.89$ $S = 0.39$	AOUT: <i>Euchlorophyceae</i> (14) <i>Pandorina morum</i> (1)	
Bayonne				JUIN: <i>Chlamydomonas</i> sp. (1) <i>Cryptomonas</i> sp. (1) <i>Nitzschia</i> sp. (14)	
	$\bar{C} = 58.6$ $S = 99.1$	$\bar{B} = 3093$ $S = 3690$	$\bar{D} = 2.45$ $S = 1.33$	AOUT: <i>Lepocinclis</i> sp. (1) <i>Euchlorophyceae</i> sp. <i>Navicula</i> sp. (10) <i>Nitzschia</i> sp. (14)	



### CHAPITRE III

#### Les berges et la Voie Maritime



Comme il a été mentionné au paragraphe 1.1, l'étude des berges et de la Voie Maritime dépasse le cadre physique du Saint-Laurent: elle s'étend à la région nord de Montréal. Ceci nous amène à traiter l'ensemble en fonction de deux grands types d'eau: les eaux en provenance du réseau hydrographique de l'Outaouais (A) et les eaux qui proviennent des Grands Lacs (B).



### 3.1 - Vue d'ensemble

#### 3.1.1 - Statistiques générales

Les statistiques discutées ci-dessous sont toutes mentionnées dans les tableaux intitulés "statistiques sectorielles" (tableaux B-4 à B-6, annexe B) et "statistiques annuelles/station" (tableaux B-1 à B-3, annexe B). Les explications concernant ces tableaux précèdent généralement chaque type de tableau.

##### 3.1.1.1 - La biomasse chlorophyllienne

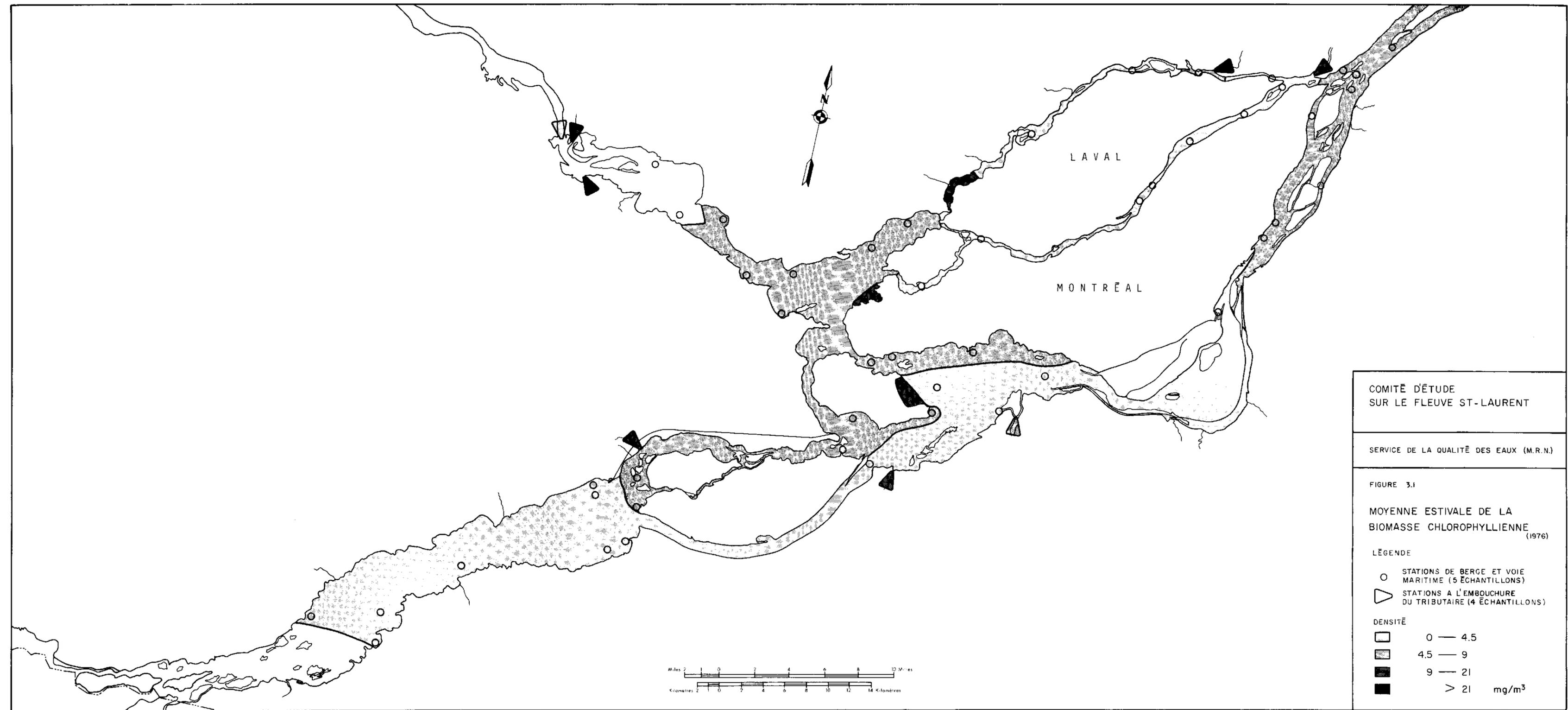
La moyenne générale de la chlorophylle des stations de berges et de voie maritime en 1976 est de  $5.7 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 6.0, C.V. 105\%$ ).

Les variations temporelles de la chlorophylle des berges et de la Voie Maritime suit le même patron général que celui des tributaires. Le mois de juin est le plus productif: sa moyenne est de  $13.5 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 6.9, 51\%$ ): 78% des stations ont une teneur en chlorophylle supérieure à  $9 \text{ mg/m}^3$  et seulement 7% inférieure à  $4.5 \text{ mg/m}^3$ . En juillet la production baisse d'environ 60%, la moyenne étant de  $5.4 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 4.5, 83\%$ ): 33% des valeurs se situent entre  $4.5$  et  $9.0 \text{ mg/m}^3$  et 58% en bas de  $4.5 \text{ mg/m}^3$ . Le restant de l'été, les productions moyennes sont faibles et constantes. Au début d'août, la production moyenne est de  $3.2 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 3.9, 121\%$ ), 86% des valeurs étant inférieures à  $4.5 \text{ mg/m}^3$ . En fin d'août ces données sont de  $3.7$  ( $S = 3.8, 103\%$ ) et 86%, et en septembre  $2.7$  ( $S = 1.2, 45\%$ ) et 91%. Tous les secteurs du fleuve

possèdent ce patron de variation de la chlorophylle.

Si l'on compare les moyennes estivales de chaque secteur entre elles (cf. tableau B-4), on ne distingue pas d'augmentation significative de la production de Cornwall à Québec puisque les écarts-types combinent à la fois les variations spatiales et temporelles. Ces moyennes sont en fait parasitées par des variations inter-sectorielles.

La figure 3.1 représente les teneurs moyennes en chlorophylle pour chaque station (cercles noirs), ce qui a pour effet de situer les stations possédant les fortes valeurs. La majeure partie de la surface étudiée montre une production moyenne, i.e. située entre 4.5 et 9.0 mg/m<sup>3</sup>: cet ensemble comprend le lac des Deux Montagnes (exception faite de l'Anse à l'Orme), la partie nord du lac Saint-Louis - i.e le chenal perdu, les rives nord-est et nord-ouest de l'île Perrot et les berges immédiates du nord de Sainte-Anne de Bellevue à Lachine, le fleuve du Port de Montréal à Sorel, le centre du lac Saint-Pierre et le fleuve de Trois-Rivières à Québec. La partie possédant de faibles productions, i.e. inférieure à 4.5 mg/m<sup>3</sup>, groupe le lac Saint-François, le lac Saint-Louis dans sa zone centrale et sud, le bassin Laprairie, la rivière des Prairies et la rivière des Mille Îles (exception faite du tronçon Deux Montagnes - Saint-Eustache). Les zones de production élevée, situées entre 9 et 21 mg/m<sup>3</sup> sont l'Anse à l'Orme dans le lac des Deux Montagnes, la Grande Anse, dans le lac Saint-Louis, le tronçon Deux Montagnes, Saint-Eustache, dans la rivière des Mille Îles, la berge nord du lac Saint-Pierre, de la rivière Maskinongé à la rivière Yamachiche et la rive sud du



COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N.)

FIGURE 3.1

MOYENNE ESTIVALE DE LA  
BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE  
(1976)

LÉGENDE

○ STATIONS DE BERGE ET VOIE  
MARITIME (5 ÉCHANTILLONS)

△ STATIONS A L'EMBOUCHURE  
DU TRIBUTAIRE (4 ÉCHANTILLONS)

DENSITÉ

□	0 — 4.5
▨	4.5 — 9
▩	9 — 21
■	> 21 mg/m <sup>3</sup>

Miles 2 4 6 8 10

Kilomètres 2 4 6 8 10 12 14





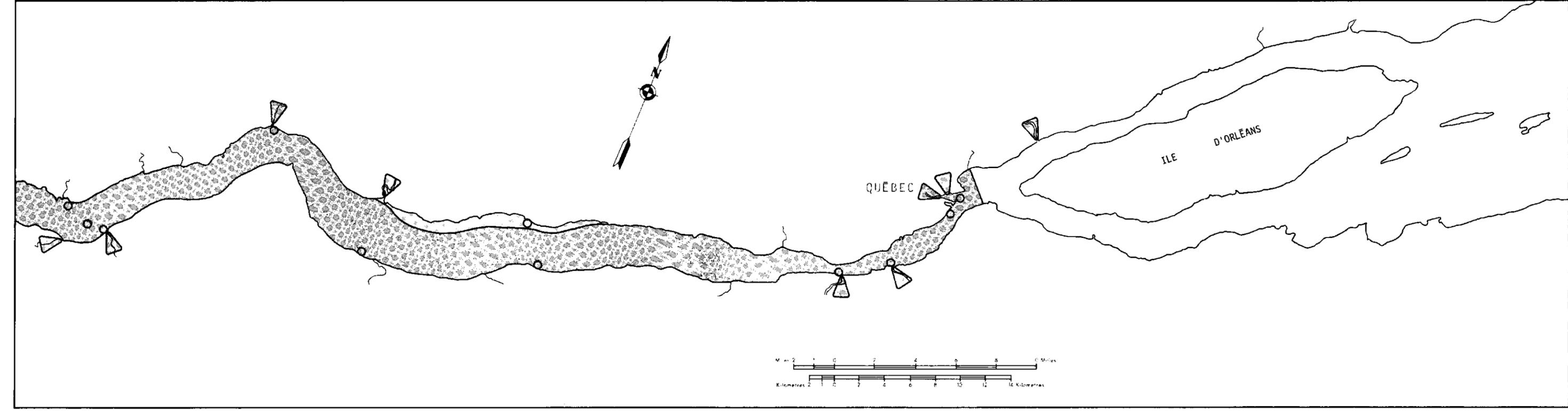
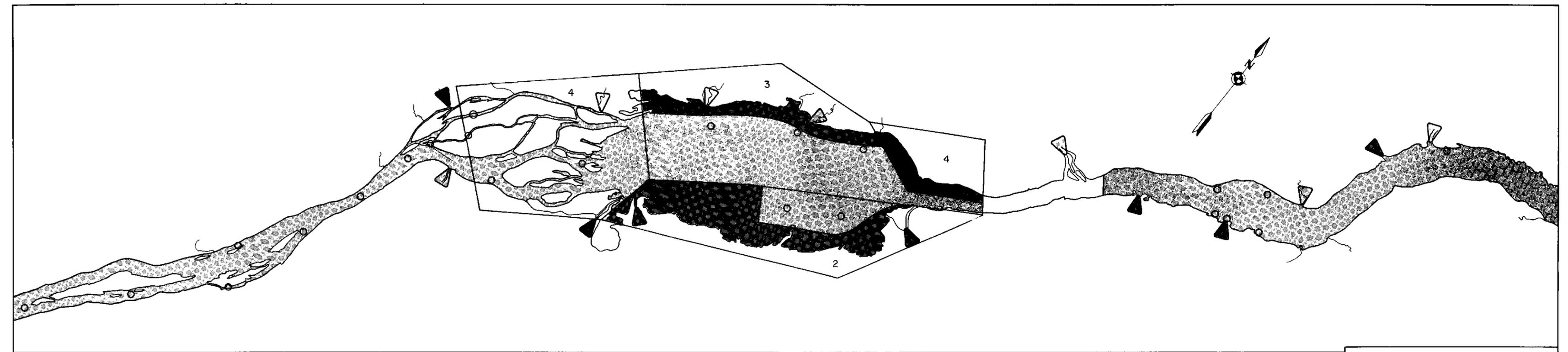
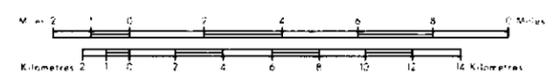


COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N.)

FIGURE 3.1  
MOYENNE ESTIVALE DE LA  
BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE  
(1976)

- LÉGENDE
- STATIONS DE BERGE ET VOIE MARITIME (5 ÉCHANTILLONS)
  - ◁ STATIONS À L'EMBOUCHURE DU TRIBUTAIRE (4 ÉCHANTILLONS)
  - 4 NOMBRE D'ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS DANS LA ZONE
- DENSITÉ
- 0 — 4,5
  - ◻ 4,5 — 9
  - ◼ 9 — 21
  - > 21 mg/m<sup>3</sup>





lac Saint-Pierre. Finalement, la zone la plus productive de la surface étudiée est celle de la berge nord-est du lac Saint-Pierre, avec une production moyenne estivale supérieure à  $21 \text{ mg/m}^3$ , ce qui se compare à la production de la Yamaska, de la Bayonne et de la Rigaud.

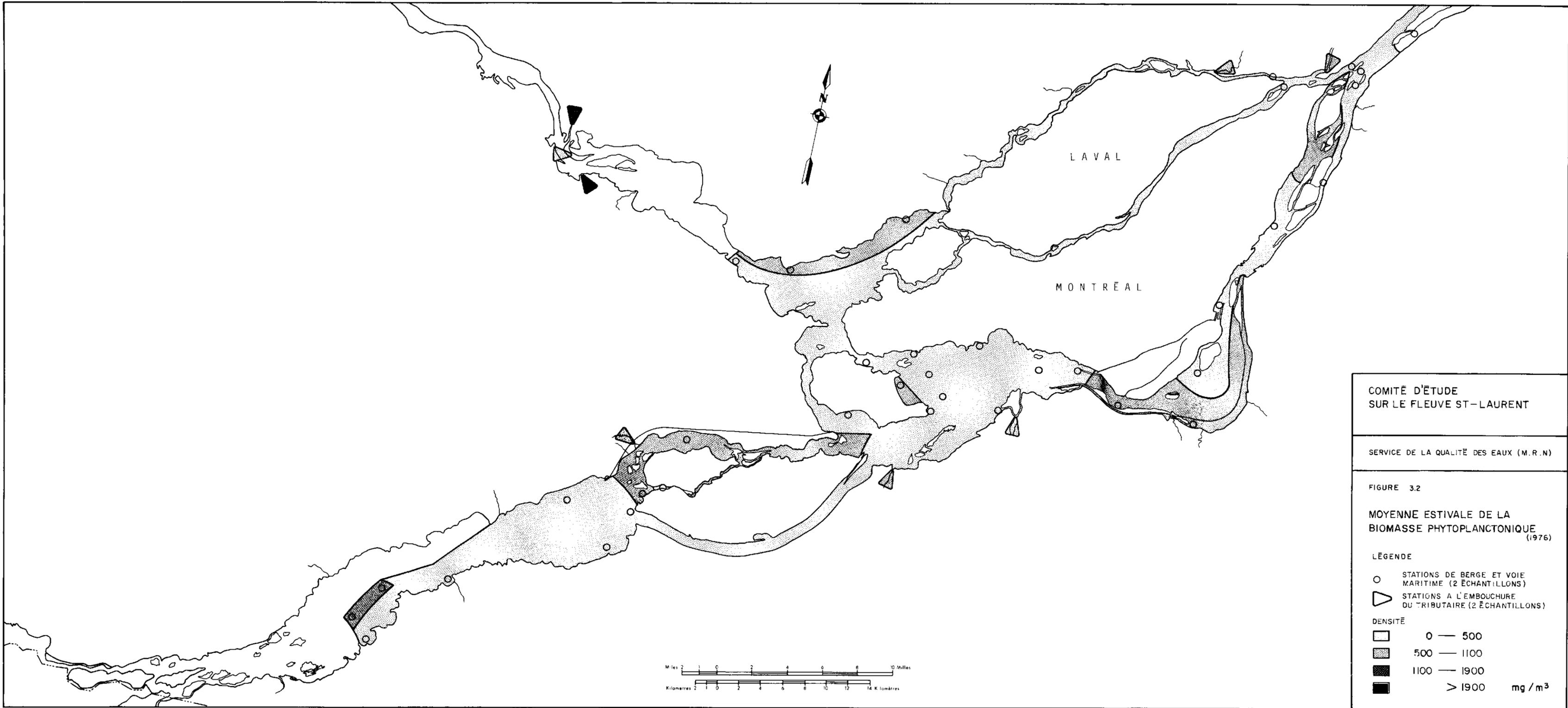
### 3.1.1.2 - La biomasse phytoplanctonique

La biomasse phytoplanctonique moyenne de toutes les stations de berges et de la Voie Maritime est de  $524 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 547$ , 104%). Tout comme pour la teneur en chlorophylle, cette mesure classe le fleuve et la région nord de Montréal à un niveau d'enrichissement moyen.

Les variations temporelles de la biomasse ressemblent à celles de la chlorophylle sur les berges et de la chlorophylle et de la biomasse des tributaires. Le maximum est généralement rencontré en juin ( $\bar{X} = 697 \text{ mg/m}^3$  ou 57% des stations sont de la classe moyenne ( $500$  à  $1100 \text{ mg/m}^3$ ) et 28% de la classe faible ( $<500 \text{ mg/m}^3$ ). Ces pourcentages passent respectivement à 10% et 84% en août, la moyenne accusant une baisse de 42% ( $\bar{X} = 416 \text{ mg/m}^3$   $S = 611$ , 147%).

Les moyennes estivales par station (figure 3.2) donnent une image de la production du fleuve similaire à celle de la chlorophylle (figure 3.1); la région en amont de Montréal étant de production faible et la région en aval de production moyenne; quant à la zone nord-est du lac Saint-Pierre, elle demeure la pire zone du fleuve. Les zones faiblement productrices ( $<500 \text{ mg/m}^3$ ) groupent





COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N)

FIGURE 3.2  
MOYENNE ESTIVALE DE LA  
BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE  
(1976)

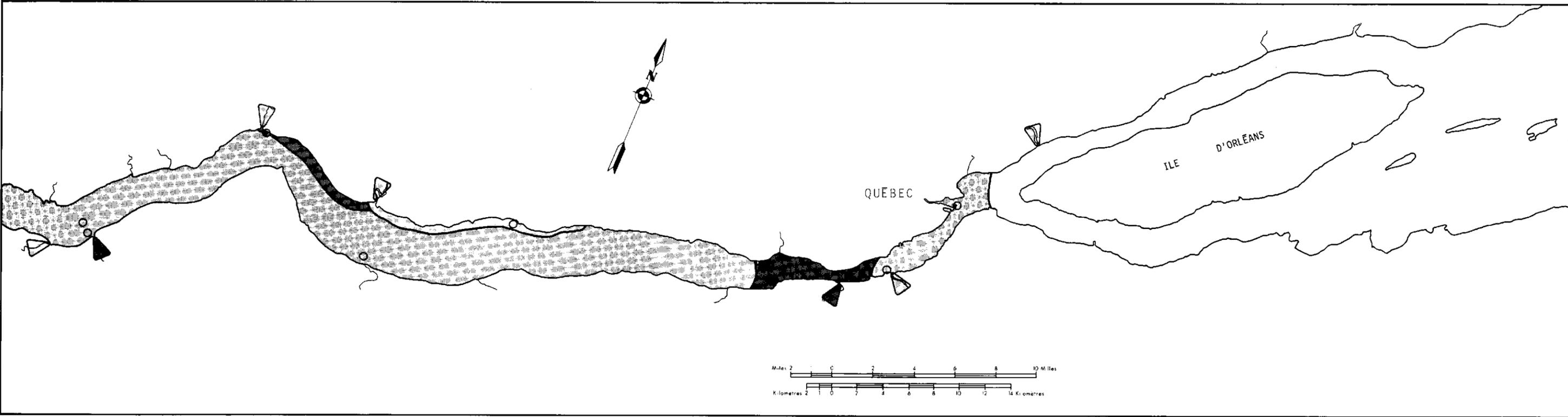
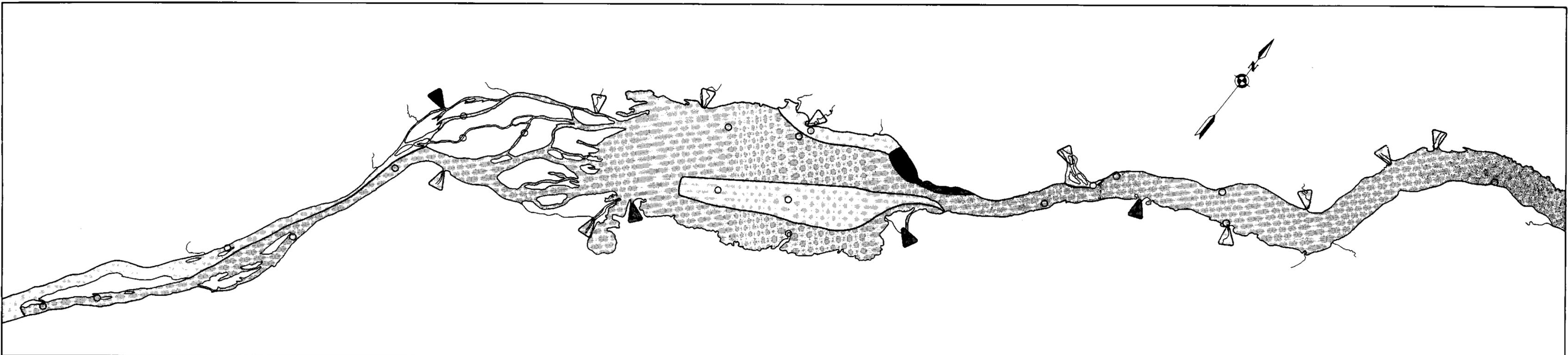
- LÉGENDE
- STATIONS DE BERGE ET VOIE MARITIME (2 ÉCHANTILLONS)
  - △ STATIONS A L'EMBOUCHURE DU TRIBUTAIRE (2 ÉCHANTILLONS)
- DENSITÉ
- |   |             |                     |
|---|-------------|---------------------|
| □ | 0 — 500     |                     |
| ▨ | 500 — 1100  |                     |
| ▩ | 1100 — 1900 |                     |
| ■ | > 1900      | mg / m <sup>3</sup> |

Miles 2 4 6 8 10 Miles  
Kilomètres 2 4 6 8 10 12 14 Kilomètres









COMITÉ D'ETUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

---

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N)

---

FIGURE 3.2

MOYENNE ESTIVALE DE LA  
BIOMASSE PHYTOPLANCTONIQUE  
(1976)

LÉGENDE

- STATIONS DE BERGE ET VOIE MARITIME (2 ÉCHANTILLONS)
- △ STATIONS A L'EMBOUCHURE DU TRIBUTAIRE (2 ÉCHANTILLONS)

DENSITÉ

□ (stippled)	0 — 500
□ (darker stippled)	500 — 1100
□ (solid dark)	1100 — 1900
□ (solid black)	> 1900 mg/m <sup>3</sup>







donc: le lac Saint-François, sauf les deux premières stations de la Voie Maritime, le lac Saint-Louis et le sud du lac des Deux Montagnes, les rivières des Prairies, des Mille Îles, le Port de Montréal et la rive sud des îles de l'Expo à Varennes, la rive nord de l'Assomption à Berthierville, la rive nord du lac Saint-Pierre et une zone du même lac située entre la berge sud et la Voie Maritime. Les productions moyennes (500 à 1100 mg/m<sup>3</sup>) sont très localisées dans la région de Montréal: rive nord du lac des Deux Montagnes, chenal perdu, début du bassin Laprairie, berges de Montréal-est. Par la suite, cette classe est moins décousue: rive sud de Varennes à Sorel et la grande majorité de la surface comprenant le lac Saint-Pierre et le tronçon Trois-Rivières-Québec. Les productions élevées et très élevées sont situées à deux endroits: le premier dans la région du Pont de Québec et le deuxième sur la berge nord-est du lac Saint-Pierre.

### 3.1.1.3 - La diversité phytoplanctonique

Dans l'ensemble, le fleuve possède une diversité phytoplanctonique moyenne ( $\bar{D} = 2.63$ ,  $S = .84$ , 32%).

Le patron des fluctuations temporelles de la diversité rend une fois de plus le mois de juin responsable de plus fortes valeurs ( $\bar{X} = 3.02$ ,  $S = 1.06$ , 35%): 6% des valeurs se situent entre 0 et 1.4 unité, 41% entre 1.4 et 2.8, 40% entre 2.8 et 4.2, 13% pour des valeurs supérieures à 4.2. Comme l'indique l'écart-type la variation des valeurs autour de la moyenne est grande. En août, cette variation diminue de telle sorte que 73% des valeurs se clas-



COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N)

FIGURE 3.3  
MOYENNE ESTIVALE DE LA  
DIVERSITÉ PHYTOPLANCTONIQUE  
(1976)

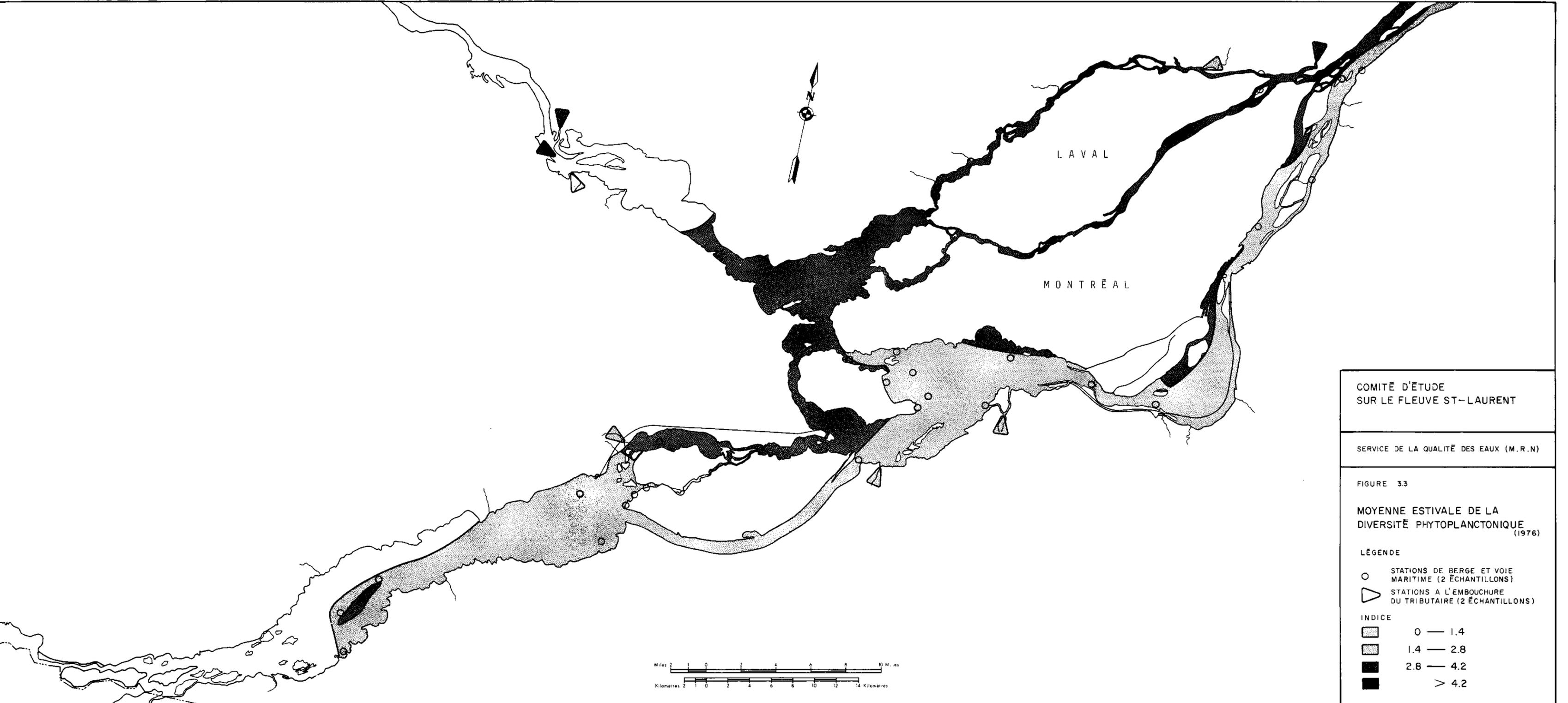
LÉGENDE

○ STATIONS DE BERGE ET VOIE  
MARITIME (2 ÉCHANTILLONS)

▽ STATIONS A L'EMBOUCHURE  
DU TRIBUTAIRE (2 ÉCHANTILLONS)

INDICE

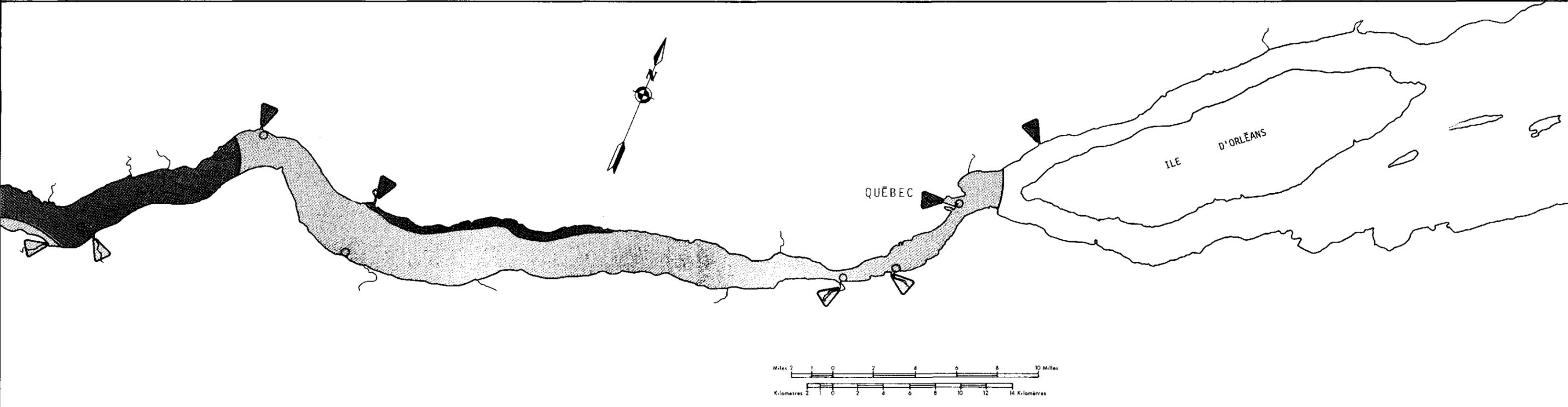
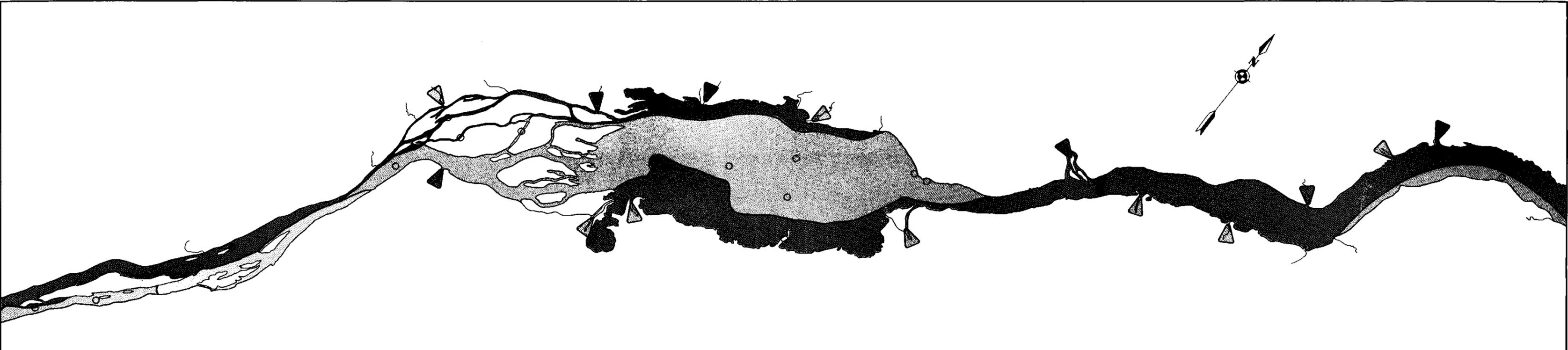
□ (white)	0 — 1.4
□ (light stippled)	1.4 — 2.8
□ (dark stippled)	2.8 — 4.2
■ (black)	> 4.2











COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

---

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N)

---

FIGURE 33

MOYENNE ESTIVALE DE LA  
DIVERSITÉ PHYTOPLANCTONIQUE  
(1976)

LÉGENDE

○ STATIONS DE BERGE ET VOIE  
MARITIME (2 ÉCHANTILLONS)

△ STATIONS A L'EMBOUCHURE  
DU TRIBUTAIRE (2 ÉCHANTILLONS)

INDICE

□	0 — 1.4
▨	1.4 — 2.8
▩	2.8 — 4.2
■	> 4.2



la moyenne à 2.38 et le pourcentage du coefficient de variation à 23% (S = .54).

La variation spatiale de la diversité est cartographiée sur la figure 3.3. La région montréalaise (en amont de Varennes) se caractérise par une relation positive entre la diversité et la teneur en chlorophylle: les zones de faible teneur en chlorophylle possèdent des diversités moyennes (1.4 à 2.8) et les zones de production moyenne, une diversité élevée (2.8 à 4.2). En aval de Varennes, ce lien ne tient plus. Les zones de faible diversité sont rares: les îles de Contrecoeur sont le seul lieu où la diversité serait faible, encore faut-il préciser que cette mesure ne provient que d'une seule station. Globalement, les zones de diversité moyenne (1.4 à 2.8) sont les lacs Saint-François et Saint-Louis, la rive sud des rapides de Lachine à Sorel, le centre du lac Saint-Pierre et le fleuve de Portneuf à Québec. Les diversités élevées se rencontrent dans le lac des Deux Montanges, au début du lac Saint-François (Voie Maritime), dans le Chenal Perdu, dans les rivières des Prairies et des Mille Îles, sur la rive nord de Lachine à la rivière Yamaschiche (lac Saint-Pierre), à proximité de la rive sud du lac Saint-Pierre et finalement de Trois-Rivières à Portneuf, rives sud et nord.

Les variations temporelles de la diversité du réseau A diffèrent de celles du réseau B. Les moyennes estivales en A sont élevées parce que résultant d'une diversité généralement élevée ou très élevée en juin et d'une diversité moyenne en août. Le réseau B ne soutient pas de telles variations de la diversité: les valeurs de diversité se ressemblent en juin et en août. Les

faibles diversités de juin pour le réseau B proviennent de la présence en grand nombre de deux espèces de petites algues *Merismopedia* sp et *Ankistrodesmus falcatus*: ces deux espèces sont pratiquement inexistantes en A. Au mois d'août et le réseau A et le réseau B sont infestés par les Cryptophycées, particulièrement *Rhodomonas minuta*. Leur grand nombre a produit de faibles indices de diversité dans les deux réseaux.

#### 3.1.1.4 - Les associations phytoplanctoniques

Etant donné la masse de résultats associée à l'analyse du phytoplancton du fleuve, nous éviterons une énumération fastidieuse des résultats. Nous envisagerons plutôt l'information d'un point de vue dynamique.

Les eaux des deux réseaux A (Outaouais) et B (Grands Lacs ou fleuve proprement dit) possèdent d'abord deux qualités d'eau différentes, donc fort probablement des espèces caractéristiques pour un temps donné. Leur qualité d'origine, dans leur parcours vers Québec, est modifiée progressivement par des apports de toutes sortes ou des changements physiques importants: leur distribution originelle risque donc d'être altérée.

Nous avons déterminé les associations phytoplanctoniques de deux sessions de prélèvement: session 1, juin et session 2, août (début). Nous avons cartographié les résultats sur deux figures: juin (figure 3.4) et août (figure 3.5). Sur ces cartes, des distributions sont numérotées en fonction de deux réseaux A et B. Les traits se terminant par une flèche, localisent les

distribution et le sens vers lequel cette distribution se dirige et se modifie. Les traits sans flèches, —, désignent des modifications locales de la distribution fléchée la plus proche.

Evidemment, ces cartes résultent d'une interprétation à caractère dynamique de résultats ponctuels: les résultats similaires de deux stations forment des traits portant un numéro de distribution. Les espèces portant un numéro désignent des taxons non identifiés mais catalogués et dessinés. Le lecteur désirant plus de détails sur les distributions de chaque station peut consulter les profils construits en fonction du % de la biomasse des principales espèces (figures B-10 à B-18).

#### 3.1.1.4.1 - Les distributions de juin

La figure 3.4 est le résultat de l'analyse microscopique de 69 échantillons d'eau prélevés en juin 1976.

Les eaux du réseau A (Outaouais) suivent deux tracés: l'un se dirigeant vers la rive sud de l'île de Montréal et l'autre empruntant les rivières des Prairies et des Mille Îles. La distribution originelle A1 est caractérisée par la présence d'un groupe d'espèces de *Melosira*: *Melosira granulata*, *Melosira varians* et *Melosira sp* (7). En juin, que ce soit vers l'un ou l'autre des tracés, A1 est modifié rapidement: ces modifications prennent forme selon la dominance de l'une ou l'autre des *Melosira* et l'apparition de réelles sous-dominantes. Vers le sud, les distributions de type A1 s'arrêtent avant la baie de

Valois sur la rive sud immédiate de l'île de Montréal et à la pointe sud de l'île Perrot:

- A2: dominance de *Melosira granulata*, sous-dominance *Nitzchia* sp (8)
- A3: dominance de *Melosira granulata* et *Melosira* sp (7), sous-dominance de *Rhodomonas minuta* et de *Cryptomonas* sp (1)
- A4: dominance de *Melosira varians*, sous-dominance de *Nitzchia* sp (9).

Vers le nord, A1 est retrouvée à peu de chose près jusqu'à l'embouchure de la rivière des Prairies. Par contre, son cheminement vers la rivière des Mille Îles la transforme à l'aide de changements locaux:

- A5: *Melosira varians*, *Melosira* sp (7) et *Melosira varians* suivies d'une grande variété de sous-dominante *Navicula* sp (5-8-1), *Nitzchia* sp (3-9-10), *Cyclotella* sp *Cocconeis placentata*

Les eaux du réseau B (fleuve proprement dit), pour leur part, se distinguent par deux espèces qui seront présentes constamment de Cornwall à Québec, à quelques exceptions près: *Diatoma elongatum* et *Melosira binderana*. Notons immédiatement que *Melosira binderana* est rarement détectée dans les eaux du réseau A en aval de l'Assomption et que le rapport des biomasses des deux espèces changera de Cornwall vers Québec: en B1, la masse *Diatoma* est deux fois plus grande que celle de *Melosira* et à Québec la situation s'inverse (C).

A l'entrée du lac Saint-François, B1 compte quatre espèces importantes: *Diatoma elongatum*, *Melosira binderana* (*Diatoma* > *Melosira*) *Merismopedia* sp et *Oscillatoria* sp (5). Rapidement s'ajoute *Ankistrodesmus falcatus*: B2. Cette distribution s'étend jusqu'au début des rapides de Lachine. Certaines modifications surviennent au lac Saint-François.

B3: Absence de *Melosira binderana* et *Merismopedia* sp

B4: Présence de *Rhodomonas minuta* (sous-dominante)

Au lac Saint-Louis les modifications sont importantes dans le sens qu'elles contribueront avec B2 à produire une nouvelle distribution B7.

B5: *Diatoma*, *Melosira*, sous-dominante *Rhodomonas minuta*

B6: *Diatoma* > *Melosira*, sous-dominante, *Ankistrodesmus*, *Oscillatoria* et *Merismopedia* sp.

B7 occupe toute la surface du fleuve proprement dit des rapides de Lachine à l'entrée du lac Saint-Pierre: le long du tracé de B7, *Melosira binderana* tend à rejoindre la biomasse de *Diatoma elongatum*; *Cyclotella* sp (2) et *Rhodomonas minuta* augmentent en biomasse graduellement. Les *Dinobryon* manifestent une certaine présence. Le bruit de fond est provoqué par *Ankistrodesmus falcatus*, *Oscillatoria* sp et *Merismopedia*.

Sur la rive nord du couloir fluvial les distributions "A" se modifient grandement par l'arrivée à la dominance et la sous-

dominance de plusieurs espèces propre à la rive sud: dominance égale de *Diatoma elongatum* et *Melosira binderana*; *Melosira granulata*, typique des eaux du réseau A, est reléguée au second rang. Cette dernière cependant fera partie des distributions jusqu'à Québec. A cette distribution A6, s'ajoutent au lac Saint-Pierre des *Rhodomonas* et *Merismopedia* (A7) (*Diatoma*= *Melosira*). A6 subit deux transformations locales:

A8: dominance de *Cyclotella* sp et *Navicula* sp (11)

A9: *Melosira binderana* et *Melosira granulata* avec une algue filamenteuse, *Ulothrix* en co-dominance.

A11 est tout simplement marqué d'une inversion: *Melosira binderana* devient plus important que *Diatoma*, *Melosira granulata* demeurant important. A10 identifie la sortie des eaux de la Saint-Maurice: *Tabellaria fenestrata*, *Dinobryon bavaricum* et *Asterionella formosa*.

Sur la rive sud du lac Saint-Pierre, en B8, *Melosira binderana* égalise les biomasses de *Diatoma*: *Merismopedia* tout comme en A7 est très important. B4 s'identifie à un large éventail d'espèces: *Cyclotella*, *Oscillatoria*, *Dinobryon*, *Merismopedia* (*Melosira* et *Diatoma* y étant sous-dominant). Tout comme A11, B10 n'est qu'un renversement des proportions, *Melosira binderana* surpassant *Diatoma elongatum*. C est caractérisé par la nette dominance de *Melosira binderana*.

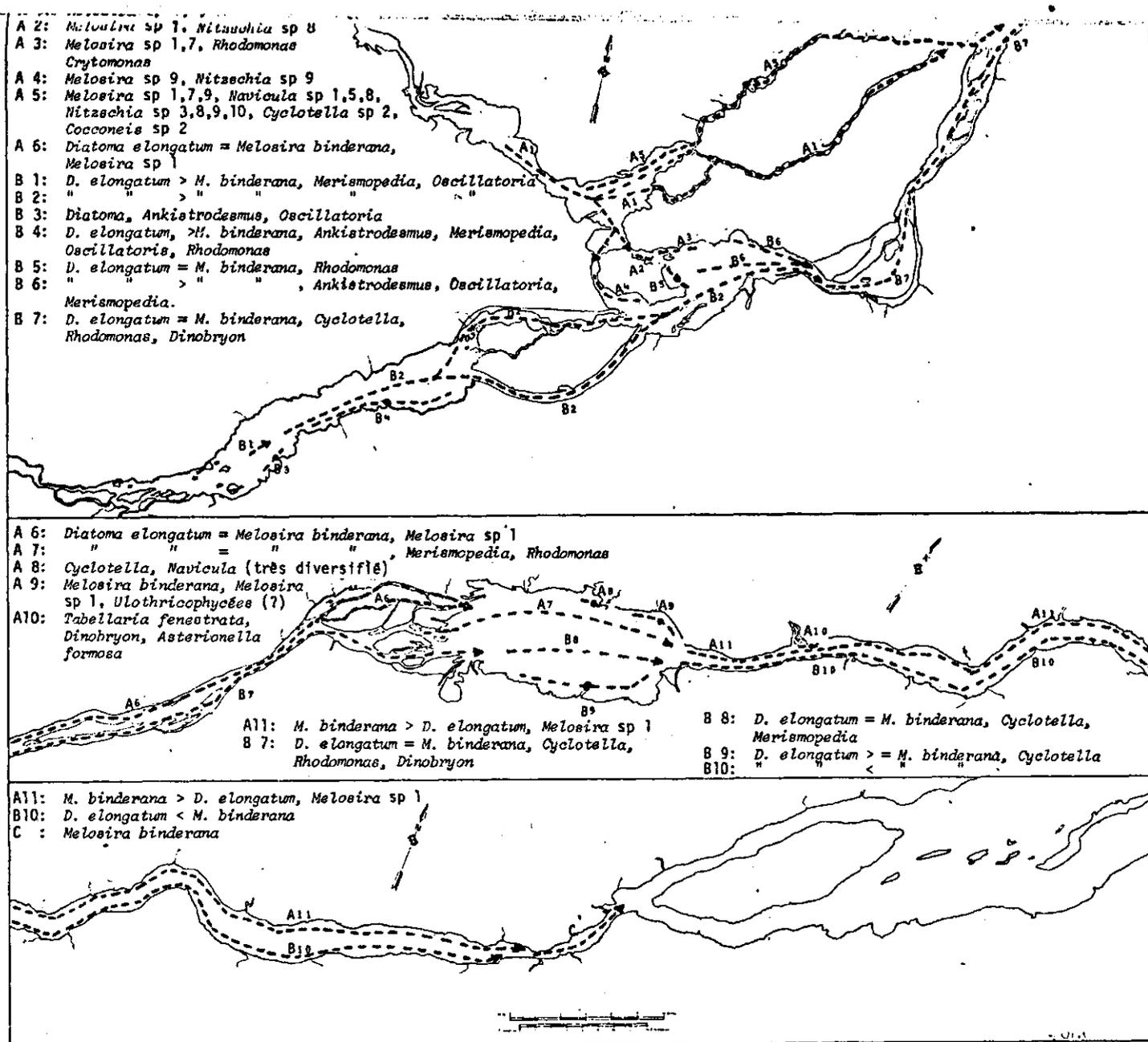


Figure 3.4: Les associations phytoplanctoniques du fleuve St-Laurent  
 mois de juin 1976.



#### 3.1.1.4.2 - Les distributions d'août

Au mois d'août, nous observons la même distinction entre les distributions du réseau de l'Outaouais (A) et du réseau du fleuve proprement dit (B) (figure 3.5).

Le réseau de l'Outaouais se caractérise par la dominance du genre *Cryptomonas* sur le genre *Rhodomonas* ainsi que la présence constante de trois espèces de *Melosira*, quoique ces trois dernières soient accessoires en A1; *Melosira sp* (7), *Melosira granulata* et *Melosira varians*. Cette distribution de départ, A1, comprend aussi quelques espèces de *Cyclotella* sous-dominantes. A1 est détectée du lac des Deux-Montagnes jusqu'à Montréal-est par la rive sud de l'île de Montréal et jusqu'à l'entrée des rivières des Prairies et des Mille Îles. Sur le tracé sud, elle est l'objet de quelques modifications locales:

- A3 et A5: dominance de *Cocconeis placentula*
- A4 : dominance de *Melosira sp* (7) et *Melosira granulata*
- A2 : dominance complète de *Cryptomonas sp.*

Sur le tracé nord, la situation est plus complexe. Les modifications encourues sur les berges nord-est sont nombreuses et profondes:

- A6 : dominance de *Cyclotella sp* (2)
- A7 : dominance de *Melosira varians* et *Melosira granulata*

A8 : dominance de *Cocconeis placentata* et *Nitzchia* sp (17)

Ces transformations de A1, surtout A7, sont très importantes parce que les distributions qui suivent sont une sorte d'intermédiaire entre A1 et A7, en ce sens que les sous-dominantes deviennent les *Melosira granulata* et *varians* en A10 ainsi qu'en A9 où demeurent importantes les *Cyclotella*. De A10 à A11, un changement intervient au niveau des dominances: les Cryptophycées, *Cryptomonas* et *Rhodomonas*, jusque là dominantes sauf dans les zones modifiées (A2 à A8), sont détronées par les *Melosira*; il s'ajoute aussi une algue filamenteuse, *Ulothrix*. Cette dernière prend d'ailleurs de plus en plus d'importance à mesure que l'on se dirige vers la fin du lac Saint-Pierre de telle sorte qu'en A13, elle est complètement dominante. En A12, *Cryptomonas* refait surface de façon inattendue.

Notons que tout au long de ce cheminement du lac des Deux Montanges au lac Saint-Pierre, *Cryptomonas* surclasse *Rhodomonas* et les trois espèces de *Melosira* sont présentes.

Le réseau B, le fleuve proprement dit, contrairement à A, favorise un meilleur développement de *Rhodomonas* que *Cryptomonas*. Ces deux cryptophycées sont par contre encore ici très importantes. Si les trois *Melosira* du réseau A sont pratiquement absentes en B, elles sont remplacées par *Ankistrodesmus falcatus* et surtout *Stephanodiscus niagarae*, qui caractérisera à la manière des *Melosira* du réseau A, les eaux du fleuve. La situation des distributions phytoplanctoniques du réseau B est moins complexe qu'en A.

La distribution B1, comprenant les algues mentionnées quelques lignes plus haut et originant du début du lac Saint-François dans la Voie Maritime et ses environs, demeure relativement intacte jusqu'au début du lac Saint-Louis. Par la suite, la distribution B5, semblable à B1 exception faite de la disparition d'*Ankistrodesmus falcatus* et prenant naissance à la fin du lac Saint-François, se fait sentir jusqu'au début du lac Saint-Pierre sans trop grandes modifications. Les modifications locales sont surtout situées en amont des rapides de Lachine:

B2, B4, B6 et B7: dominance de *Rhodomonas minuta*

B3: *Achnantes* sp, *Cocconeis placentula*, *Lyngbia* sp

B8: *Stephanodiscus* sp et *Cocconeis placentula*

B10 au lac Saint-Pierre montre une dominance complète *Cyclotella* sp. A mesure que B5 se dirige vers le lac Saint-Pierre, apparaît l'*Ulothricophycée* sp du réseau A de telle sorte que jointe aux *Cyclotella* de B10, en B9, les sous-dominantes des Cryptophycées deviennent les *Cyclotella* et *Ulothrix*.

Après le lac Saint-Pierre, le mélange de B9 et A11 est relativement rapide aboutissant en une distribution C1 retrouvée jusqu'à Québec:

Trois modifications locales ressortent:

C2: *Tabellaria fenestrata*, *Tabellaria flocculosa* sp, *Rhizosolenia* sp.



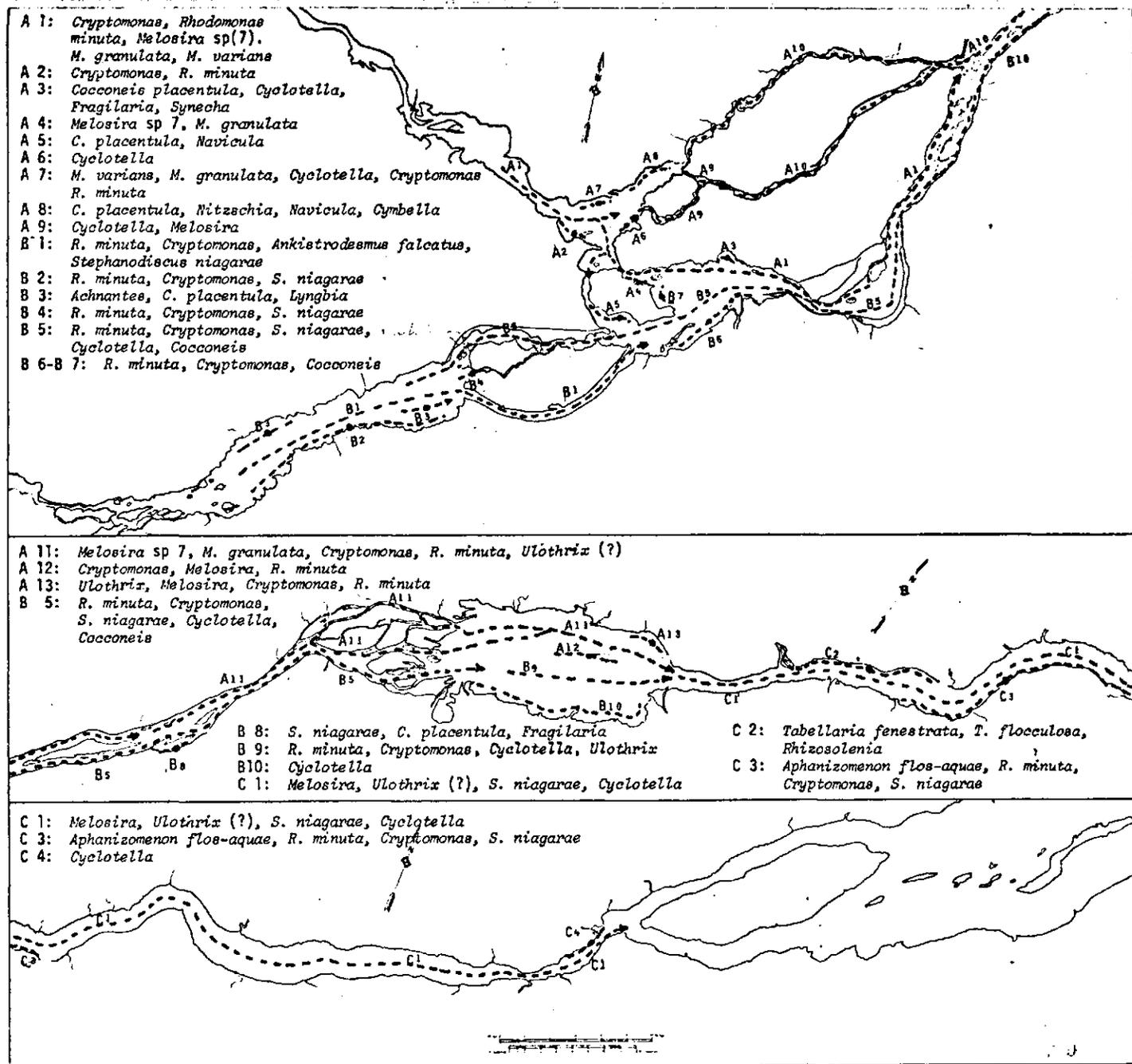


Figure 3.5 Les associations phytoplanctoniques du fleuve St-Laurent  
 mois d'août 76



C3: dominance d'*Aphanizomenon flos-aquae*

C4: dominance de *Cyclotella* sp (2)

### 3.1.2 - Les liens entre la production *in situ* et les paramètres physico-chimiques

Les statistiques concernant les analyses multivariées expliquant les liens entre la chlorophylle et la physico-chimie, sont résumées au tableau 3.1. Le lecteur retrouvera au paragraphe 2.1.2 les détails de la disposition et de la signification de chiffres mentionnés.

#### Juin

$$\text{CHL} = -25.109 + .519 \text{ TUR} - 43.424 \text{ AAM} + .039 \text{ CON} + 1.502 \text{ TEM}$$

En général, les données de juin montrent des teneurs en chlorophylle élevées, des valeurs de nutriments (PID et N/N) faibles, une turbidité et une température assez élevées. Le paramètre le mieux lié est la turbidité ( $r = .65$ ): les nutriments sont liés négativement. L'équation résultante est la meilleure relation entre chlorophylle et physico-chimie calculée pour les valeurs de berges et de voie maritime.

#### Juillet

$$\text{CHL} = 3.35 + .447 \text{ TUR} - .5 \text{ PID} + .511 \text{ PTD} - 18.726 \text{ AOR pour N/N} < .3, \text{ PID} < 150, \text{ PTD} < 150, \text{ AAM} < .5$$

En juillet, la chlorophylle est relativement faible, la turbidité faible, la température moyenne et les nutriments plus

élevés qu'en juin. Toutefois encore une fois la turbidité est la meilleure variable indépendante. Cette relation en plus de n'expliquer qu'à 48% sa variance est incorporée aux deux formes de phosphore déjà fortement liées ( $r = .99$ ).

#### Août (début)

CHL-  $1.063 + .112 \text{ TEM} - 14.948 \text{ AAM}$  pour  $\text{CHL} < 15$ ,  $\text{N/N} < .4$ ,  
 $\text{PID} < 1000$ ,  $\text{PTD} < 1000$ .

L'examen des histogrammes ne prédit aucune relation possible entre la chlorophylle et la physico-chimie; effectivement la régression obtenue est non significative. Aucun paramètre n'est lié à la chlorophylle, les coefficients de corrélation étant inférieures à .20.

#### Août (fin)

CHL-  $-11.546 + .912 \text{ TUR} + .575 \text{ TEM}$  pour  $\text{N/N} < .3$

Cette relation entre la chlorophylle et la turbidité et la température, la deuxième meilleure relation, était prévisible par l'examen des histogrammes. Très significative, cette équation possède cependant une erreur standard très élevée.

#### Septembre

CHL-  $3.11 - .007 \text{ PID}$  pour  $\text{N/N} < .3$ ,  $\text{PID} < 200$

Même si significative cette relation est statistiquement non valable.

Tableau 3.1 Analyses multivariables de la chlorophylle en fonction des paramètres physico-chimiques (Berges et voie maritime).

Variables indépendantes	Variable dépendante: chlorophylle				
	Juin	Juillet	Août début	Août fin	Septembre
Turbidité (TUR)	.65	.45	.15	.72	.12
Température (TEM)	.32	-.08	.19	.32	-.15
Nitrites/nitrates (N/N)	.06	-.07	.04	.23	-.20
Phosphore inorg. dis. (PID)	-.12	.28	-.05	.10	-.25
Phosphore tot. dis. (PTD)	-.10	.35	-.07	.16	-.28
pH	-.04	-.03	.17	-.28	.07
Conductivité (CON)	-.03	-.13	.09	-.35	.16
Azote ammoniacal (AAM)	-.29	.15	-.06	.12	-.24
Azote organique (AOR)	.20	-.07	.05	.22	-.05
R <sup>2</sup>	.58	.44	.04	.55	.08
F	27.2	14.4	3.9	39.2	7.7
Pour $\alpha < .01$	significatif	significatif	non significatif	significatif	significatif
Moyenne de la chlorophylle mesurée	13.95	5.84	2.29	4.09	2.62
Erreur standard	4.71	3.84	2.06	3.05	1.08
% de l'erreur standard p/r à la moyenne de chlorophylle	34%	6.5%	89%	74%	41%



Les tributaires mettaient en relation tour à tour la température, le pH (lien très faible) et la turbidité à la chlorophylle: ces liens sont faibles. Les berges et la Voie Maritime se distinguent par le nombre de paramètres mis en relation et la constance des principaux paramètres: la turbidité et la température.

Comme dans le cas des tributaires, l'ensemble des paramètres sélectionnés explique mal les productions *in situ*. Les meilleures équations demeurent très incomplètes: le lien entre la chlorophylle et les nutriments même avec l'intermédiaire des facteurs physiques sont inexistantes.

### 3.1.3 - Indice d'inhibition *in situ*

Ainsi que déjà remarqué dans le cas des tributaires, le minimum d'inhibition par les facteurs physiques survient en juin: 27 stations sur 30 se compriment dans la catégorie 0-4. Cette influence des facteurs physiques s'amplifie jusqu'en septembre le maximum de stations ou l'indice de limitation est supérieur à 4 se produisant au mois d'août: effectivement le pourcentage de stations appartenant à la catégorie 0-4 baisse de juin à septembre au profit des deux autres catégories (Tableau 3.2).

La production de 65% des stations, soit 22 stations sur 34, serait plutôt limitée par les nutriments comme l'indique leur indice moyen: en fait, seulement 4 de ces 22 stations possèdent un indice moyen représentatif des indices mensuels: 13.8, 193.0, 288.0 et 311.8. Quatre autres groupent tous leurs indices mensuels

dans la catégorie 0-4 mais nous n'avons que deux ou trois sessions d'analyse pour ces stations (cartes synthèse, figures...). Des neuf stations ou/et les nutriments et les facteurs physiques limitent la production (catégorie 4-6), aucune n'est vraiment typique c'est-à-dire groupant tous ses indices mensuels dans cette catégorie.

D'après le tableau 3.1, trois stations seulement montrent des indices moyens supérieurs à 6: cependant une d'entre elles n'a que deux indices mensuels (209.8) et l'indice du mois de juin des deux autres est inférieur à 6 (2.5 et 2.8).

La production phytoplanctonique des berges et de la Voie Maritime du Saint-Laurent est donc globalement beaucoup plus limitée par les nutriments, l'influence des facteurs physiques étant bien souvent reléguée au second plan et peut-être même inexistante.

TABLEAU 3.2 - Nombre de stations de berges ou de voie maritime et le pourcentage par catégorie d'inhibition pour chaque mois ainsi que pour l'indice moyen.

Catégorie	Juin	Juillet	Août (début)	Août (fin)	Septembre	Indice moyen
0-4	27 90%	21 70%	9 41%	13 50%	16 49%	22 65%
4-6	3 10%	4 13%	8 36%	6 23%	8 24%	9 26%
6-10	—	5 17%	5 23%	7 27%	9 27%	3 9%
TOTAL	30	30	22	26	33	34



### 3.2 - L'analyse sectorielle

La lecture du paragraphe 3.1, Vue d'ensemble, nous fait remarquer l'hétérogénéité de plusieurs secteurs quant à leur biomasse chlorophyllienne et/ou leur biomasse phytoplanctonique. Nous devons donc à l'intérieur de ces secteurs hétérogènes, établir des zones: ce zonage sera fondé en grande partie sur les variations de deux paramètres, la chlorophylle et les distributions phytoplanctoniques du mois d'août en raison du grand nombre de données dans l'espace et/ou dans le temps.

Sur les cartes-synthèses qui suivent (figure 3.6 et 3.7), on trouvera toutes les informations dont il a été fait mention dans l'analyse sectorielle des berges et de la Voie Maritime. Sur cette carte l'ensemble du fleuve a été divisé en treize secteurs et chaque station d'échantillonnage positionnée à l'intérieur de ceux-ci.

Lorsque les secteurs sont homogènes, un seul tableau donne l'ensemble des caractéristiques de ces secteurs.

Là où les secteurs sont hétérogènes, en plus du tableau concernant les statistiques pour l'ensemble du secteur, des tableaux-synthèses pour les différentes zones sont ajoutés, ces zones étant délimitées par une ligne en pointillés sur la carte. Les statistiques sectorielles estivales de la chlorophylle, de la biomasse et de la diversité sont indiquées dans les tableaux se référant au secteur proprement dit. Dans le cas des tableaux-synthèses des zones, les valeurs des paramètres biologiques sont indiquées lorsqu'elles diffèrent de celles du secteur; on y mentionne également les distributions phytoplanctoniques typiques de juin et août ainsi que la valeur moyenne de l'indice d'inhibition.

Les chiffres entre parenthèses à côté du paramètre biologique donnent le premier la moyenne, le deuxième l'écart-type, le troisième le coefficient de variations et le quatrième le nombre d'échantillons analysés.

Tout comme dans l'analyse des tributaires (cf. section 2.2), le niveau trophique des espèces, tel que signalé dans les distributions phytoplanctoniques, a été déterminé à partir d'articles que le lecteur trouvera dans la bibliographie aux numéros 1, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 14 à 17, 19, 21 et 22.

### 3.2.1 - Secteur 1: Lac des Deux Montagnes

Ce secteur est l'un des plus productifs et en même temps l'un des plus hétérogènes de la surface étudiée. Cette hétérogénéité provient surtout de la *sectorisation* de la biomasse et de la variété des distributions phytoplanctoniques: elle est *riveraine*.

La moyenne de la chlorophylle du secteur est  $7.5 \text{ mg/m}^3$  ( $S= 7.4$ , 99%). La variation est conséquente des fluctuations temporelles évidemment mais aussi de variations spatiales comme l'indique ce coefficient qui est supérieur à 47% jusqu'à 145% à la 3<sup>o</sup> session. La biomasse est plus faible en juin qu'en août; à l'exemple de la zone  $\alpha$  du secteur 5: juin,  $523 \text{ mg/m}^3$  ( $S= 523$ , 100%) et août 908 ( $S= 1,169$ , 129%). Comme le précisent les écarts-types, les variations mensuelles spatiales sont aussi très importantes. ( $\bar{B}= 803 \text{ mg/m}^3$ ,  $S= 1,021$ , 127%). Ce secteur appartenant au réseau A, la diversité de juin est élevée, 4.61 et celle d'août pratiquement faible, 1.96 ( $\bar{D}= 2.68$ ,  $S= 1.32$ , 49%).

Compte tenu des différentes distributions et des variations spatiales de la biomasse, nous avons divisé le secteur en cinq zones.

1<sup>o</sup> zone  $\alpha$ : Centre du lac des Deux Montagnes

Les distributions de juin et août correspondent aux associations types du réseau A, soit A1: ces distributions sont méso-eutrophiques. La biomasse y est généralement faible. La station 13.8 montre un indice moyen très représentatif de 2.8, 5.0

Qualité de l'eau: passable

Production généralement limitée par les nutriments

2<sup>o</sup> zone  $\beta$ : Baie de pointe Cavagnal: Vaudreuil-sur-le-lac

L'analyse du mois d'août fait ressortir la dominance complète de *Cryptomonas* (A2). Cette dominance est généralement signe de méso-eutrophie. La biomasse à cette occasion était de 717 mg/m<sup>3</sup> et la chlorophylle moyenne de 7.7 mg/m<sup>3</sup>.

Qualité de l'eau: médiocre.

30 zone  $\gamma$ : Rive nord de Pointe aux Bleuets à Pointe Calumet  
(2 stations)

La moyenne de la chlorophylle pour ces 2 stations (4.7 et 8.9) est de 8.2 mg/m<sup>3</sup> et la biomasse moyenne pour la station 8.9 est de 883 mg/m<sup>3</sup>. Les dominantes de juin sont surtout les *Melosira* suivies d'un éventail de Diatomées non recommandables (A5) (eutrophiques) et en août la dominance se répète mais la sous-dominance appartenant plutôt aux Cryptophycées (eutro-mésotrophiques) (A7). A la station 8.9, les indices d'inhibition mensuels sont bien dispersés, leur indice moyen de 3.4, 5.1 étant peu représentatif.

Qualité de l'eau: médiocre - *mauvaise*

Production variablement limitée par les nutriments ou par les nutriments et les facteurs physiques.

40 zone  $\delta$ : Rive nord de pointe Calumet à Deux Montagnes  
(1 station)

Cette zone est pratiquement similaire à la zone  $\alpha$  du secteur 5. La chlorophylle moyenne de 7.1 mg/m<sup>3</sup> (S = 7.5, 105%), la biomasse de 928 mg/m<sup>3</sup> (S = 841, 102%) ainsi que l'évaluation méso-eutrophique de juin et eutro-mésotrophique d'août lui confèrent une production phytoplanctonique de mauvaise qualité.

Qualité de l'eau: médiocre -

50 zone  $\epsilon$ : Anse de l'Orme (1 station)

Cette zone constitue avec la zone  $\beta$  du secteur 7a les endroits les plus productifs du fleuve. La chlorophylle moyenne est de 16.3 mg/m<sup>3</sup> (S = 12.6, 77%) et la biomasse d'août de 823 mg/m<sup>3</sup>

est complètement dominée par *Cyclotella* sp (2) (eutrophe)

Qualité de l'eau: mauvaise

### 3.2.2 - Secteur 2: lac Saint-François

Le zonage du lac Saint-François provient en grande partie des variations spatiales de la chlorophylle et des différences dans les dominances phytoplanctoniques. La biomasse chlorophyllienne moyenne du secteur est faible ( $\bar{C} = 4.1 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 3.0$ , 74%): le zonage, dû à la production chlorophyllienne, est constant de juin à septembre; les coefficients de variations mensuels se maintiennent autour de 50%. Par contre, les fluctuations de la biomasse phytoplanctonique originent des changements temporels de la biomasse ( $\bar{B} = 387 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 269$ , 70%). La diversité est maintenue pratiquement au même niveau de juin à août ( $\bar{D} = 2.31$ ,  $S = .62$ , 22%). Les divisions de ce secteur sont au nombre de trois: zone  $\alpha$ , centre du lac, zone  $\beta$ , rive sud immédiate, zone  $\gamma$ , rive nord immédiate.

#### 1<sup>o</sup> zone $\beta$ : Rive sud immédiate du lac Saint-François (3 stations)

La chlorophylle moyenne des trois stations varie de 1.7 à 2.9  $\text{mg/m}^3$ . En juin la distribution ne se différencie de la zone  $\alpha$  que par l'importance accordée à *Ankistrodesmus falcatus* quoique la dominance appartient encore à *Diatoma elongatum* (B3-B4). Par contre, la zone favorise la croissance de *Rhodomonas minuta* (B2). Les associations seraient donc de nature oligo-mésotrophique. L'indice d'inhibition moyen de la station 104.2 est 3.2, 2.9 mais seulement juillet et septembre sont comptabilisés.

Qualité de l'eau: bonne

Production probablement limitée par les nutriments

2<sup>o</sup> zone  $\gamma$ : Rive nord immédiate du lac Saint-François  
(3 stations)

Les trois stations montrent des chlorophylles moyennes de 2.6 à 3.5 mg/m<sup>3</sup>. Les distributions phytoplanctoniques à l'exception de la station 95.0 sont identiques à celles de la zone  $\alpha$

Qualité de l'eau: bonne

3<sup>o</sup> zone  $\alpha$ : Zone centrale du lac

La zone centrale du lac Saint-François est légèrement plus productive que les berges: les valeurs moyennes sont comprises entre 4.1 et 5.1. Deux stations situées au fond de la baie de Valleyfield (117.2 et 117.5) ont des valeurs plus élevées 6.1 et 7.8 mg/m<sup>3</sup>. Les distributions de juin et août correspondent au type de réseau B: en juin elles sont de nature oligo-mésotrophique (B1-B2) ainsi qu'en août (B1) quoique les stations de la baie de Valleyfield possèdent une distribution semblable à celle de la zone  $\beta$  (B4). Notons que généralement les deux premières stations de la Voie Maritime (ouest) se différencient légèrement des distributions est du lac. Trois stations nous montrent des indices d'inhibition très variables: la moyenne étant de 2.01, 5.7. La toxicité relative est assez élevée dans cette zone. (Keighan, E. 1977).

Qualité de l'eau: passable

Productions variablement limitées par les nutriments et/ou les facteurs physiques

### 3.2.3 - Secteur 3a: lac Saint-Louis, partie sud

Nous avons divisé ce secteur en trois zones de production se différenciant soit par le niveau de production, soit par leur type de production: zone  $\alpha$ , globalement la Voie Maritime, zone  $\beta$ , le chenal perdu et zone  $\gamma$ , rive sud du lac Saint-Louis des îles de la Paix à Caughnawaga.

La biomasse chlorophyllienne du secteur 3a chiffre en moyenne  $5.6 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 3.8, 68\%$ ): les variations ne sont pas seulement attribuables aux baisses temporelles, les stations 121.0 et 126.7 (zone  $\beta$ ) montrant des teneurs en chlorophylle généralement moyennes ou élevées. De cette constance de production découlent les coefficients de variations élevées de fin d'août et septembre (tableau B-4). La production moyenne de ces deux stations est respectivement de  $6.6$  et  $6.3 \text{ mg/m}^3$ . La chlorophylle moyenne des zones  $\alpha$  et  $\gamma$  se situe au-dessous de  $5.5 \text{ mg/m}^3$ . La biomasse produit le même phénomène ( $\bar{B} = 374 \text{ mg/m}^3, S = 176, 47\%$ ): la station 121.0 possède une biomasse moyenne de  $604 \text{ mg/m}^3$  (min: 445 et max 762) (zone  $\beta$ ) et les stations des zones  $\alpha$  et  $\gamma$  des moyennes inférieures à  $315 \text{ mg/m}^3$  (tableau B-5). La diversité est légèrement plus élevée pour la zone  $\beta$  que pour les deux autres zones ( $\bar{D} = 2.35, S = .62, 26.5\%$  (f. carte-synthèse). Si la zone  $\beta$  se différencie des zones  $\alpha$  et  $\gamma$  par son niveau de production, la zone  $\gamma$  fait de

même par rapport aux zones  $\alpha$  et  $\beta$  selon les particularités de ces distributions.

1<sup>o</sup> zone  $\alpha$ : Voie Maritime (1 station)

Les distributions de cette zone sont une suite logique des associations de la zone  $\alpha$  du secteur 2. Les espèces suggèrent un niveau d'enrichissement comparable à l'oligo-mesotrophe: juin B2 et août B1 et B5. L'indice moyen d'inhibition de la station 138.6, représentatif de ses trois indices mensuels est de 1.9, 4.8.

Qualité de l'eau: passable

Production généralement limitée par les nutriments

2<sup>o</sup> zone  $\beta$ : Chenal perdu (2 stations)

Comme la zone  $\alpha$  les distributions de la zone  $\beta$  sont plutôt indicatrices d'oligo-mésotrophe. Les indices mensuels de la station 121.0 démontrent la grande variation des influences chimiques et physiques. ( $\bar{I}$  = 3.8, 5.1).

Qualité de l'eau: passable

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

3<sup>o</sup> zone  $\gamma$ : Rive sud du lac Saint-Louis (3 stations)

Les distributions du mois d'août, très différentes de celles des zones  $\alpha$  et  $\beta$  du même secteur, mais identiques à celles des zones  $\beta$ , secteur 2 et secteur 3b, est plus de nature oligotrophique que méso-trophique. L'indice d'inhibition du mois de

juillet se dégage étrangement du groupe: ce mois éliminé, la moyenne de 3.6, 5.2 passerait à 2.6, 4.5.

La toxicité relative est élevée au niveau de la rive sud du lac Saint-Louis (Keighan, E. 1977).

Qualité de l'eau: passable

Production limitée par:

- a) généralement: les nutriments
- b) occasionnellement: les facteurs physiques

#### 3.2.4 - Secteur 3b: Lac Saint-Louis, partie nord

Ce secteur est l'un des plus complexes du fleuve du moins du point de vue de la production phytoplanctonique. Les valeurs moyennes des divers paramètres sont peu représentatives, les écarts-types de la chlorophylle et de la biomasse surtout intégrant des variations spatiales importantes comme l'indiquent les coefficients de variations mensuels. ( $\bar{C} = 5.1 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 4.8$ , 94%) ( $\bar{B} = 367 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 251$ , 69%) ( $\bar{D} = 2.62$ ,  $S = .79$ , 30%). Cette complexité vient du fait que ce secteur reçoit les deux types d'eau d'origine, A et B. Suivant la force des productions et la valeur des distributions, nous avons cloisonné le secteur 3a en trois zones: zone  $\alpha$ , partie centrale du lac Saint-Louis nord, zone  $\beta$ , Grande Anse (île Perrot), zone  $\gamma$ , rive nord du lac Saint-Louis et rive ouest et nord-est de l'île Perrot.

##### 1<sup>o</sup> zone $\alpha$ : Partie centrale du lac Saint-Louis nord (3 stations)

La chlorophylle moyenne des stations 135.7, 137.3 et 141.3 est respectivement de 4.8, 4.3 et 4.0  $\text{mg/m}^3$ , leur biomasse

de 365, 306 et 423 mg/m<sup>3</sup> et leur diversité de 2.10, 2.46 et 1.75. La distribution de juin résulte d'une modification de B2, la *Diatoma elongatum* et *Melosira binderana* devenant plus dominantes; en août (B5), la distribution est similaire à celle de la zone  $\beta$  du secteur 3a. De façon générale, ces eaux sont habitées par des espèces oligo-mésotrophiques. La station 135.7 a un indice d'inhibition de 2.7, 3.9.

Qualité de l'eau: passable

Production généralement limitée par les nutriments

2<sup>o</sup> zone  $\beta$ : Grande Anse ( 1 station)

C'est la zone la plus productive du lac Saint-Louis: la chlorophylle moyenne s'établit à 9.6 mg/m<sup>3</sup> (S = 10.2, 106%) et la biomasse à 675 mg/m<sup>3</sup> (S = 614, 91%). ( $\bar{D}$  = 1.81, S = .81, 45%). Cette zone se caractérise par la présence continue de *Rhodomonas minuta* comme sous-dominante (juin, B5) ou dominante (août, B7).

Qualité de l'eau: médiocre

3<sup>o</sup> zone  $\gamma$ : Rives ouest et nord-est de l'île Perrot et rive nord du lac Saint-Louis.

Cette zone appartient en fait beaucoup plus au secteur 1 qu'au secteur 3a. La chlorophylle est plus élevée dans la région ouest de la zone rive ouest et nord-est de l'île Perrot où les stations produisent en moyenne de 5.8 à 6.8 mg/m<sup>3</sup> que dans la région est, rive sud de l'île de Montréal où la production des stations varie entre 3.2 à 5.3 mg/m<sup>3</sup>. Les variations spatiales de la

biomasse sont faibles, les biomasses moyennes s'échelonnant de 257 à 423 mg/m<sup>3</sup> sauf pour la station 148.2 où la biomasse est de 701 mg/m<sup>3</sup>. Les diversités moyennes sont généralement élevées, soient supérieures à 2.80, sauf pour les stations 132.1 et 148.2, présageant de l'appartenance des associations au réseau A. Effectivement en juin et août, ce secteur favorise les distributions typiques de l'Outaouais: en juin des modifications locales de A1 soit A2, A3 et A4 et en août, A1 sont transformées en A3, A4 et A5. Peu importe les modifications, les eaux de la zone γ sont caractérisées par les *Melosira* du réseau A en juin et la dominance des *Cryptomonas* en août. Les stations 139.0 et 148.2 nous présentent des indices d'inhibition mensuels très diversifiés; leurs indices moyens sont de 4.0, 4.6 et 5.4, 5.0.

Qualité de l'eau: passable - médiocre

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

#### 3.2.5 - Secteur 4: Rivière des Prairies

Les très faibles productions désignent ce secteur comme étant le moins productif de tous. La chlorophylle moyenne de 2.4 mg/m<sup>3</sup> montre un écart-type de 1.61 (66%) imputable aux variations temporelles de la chlorophylle: maximum en juin, 4.9 mg/m<sup>3</sup>, de juillet à septembre, le secteur ne produit pas plus que 2.7 mg/m<sup>3</sup>. La biomasse moyenne estivale marque 158 mg/m<sup>3</sup> (S = 54, 34%) ce qui est très faible.

Comme tout secteur du réseau A, la diversité de juin est plus élevée que celle d'août; 4.70 contre 2.25. La diversité du secteur est moyenne avec  $\bar{D} = 2.66$ ,  $S = 1.02$ , 38%. Les diversités mensuelles sont représentatives de la dominance.

En juin la rivière des Prairies est dominée par *Melosira granulata*, *Melosira varians* et *Melosira sp* (7). En août, ces *Melosira* deviennent sous-dominante, *Cryptomonas* et *Rhodomonas minuta*. *Cyclotella* et *Cocconeis* s'ajoutent.

Deux stations, une placée au début du secteur (2.8) et l'autre à la fin (29.7), ont des indices d'inhibition relativement élevés et groupés. A la station du début l'indice moyen est de 5.6, 3.7 et à celle de la fin, 7.2, 5.0.

Comme l'indiquent les distributions plutôt méso-eutrophiques et la forte inhibition par les facteurs physiques, le niveau de qualité sortant de la chlorophylle et biomasse moyennes n'est pas réaliste: c'est pourquoi, nous sauterons de la catégorie qualité bonne à qualité médiocre, en se basant sur la qualité du secteur suivant soit 6b, zone  $\beta$ .

Qualité de l'eau: bonne - médiocre

Production limitée par:

- a) généralement: les facteurs physiques
- b) occasionnellement: les nutriments et les facteurs physiques

### 3.2.6 - Secteur 5: Rivière des Mille Iles

La production de la rivière des Mille Iles se comporte un peu comme la rivière des Prairies. La biomasse chlorophyllienne moyenne,  $4.4 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 4.0$ , 91%) et la biomasse phytoplanctonique moyenne,  $670 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 770$ , 115%) ne sont pas représentatives du secteur: les coefficients de variation englobent à la fois les variations temporelles et spatiales des paramètres. Les distributions distinguent deux zones, les mêmes que désignées par les deux paramètres précédents: zone  $\alpha$ , Deux Montagnes à Sainte-Thérèse ouest, zone  $\beta$ , Sainte-Thérèse ouest à la pointe est de l'île de Laval. La diversité, cependant, ne montre pas de variations spatiales importantes mais tout comme celle du secteur 4, des variations temporelles typiques des secteurs du réseau A; juin,  $\bar{D} = 3.94$  et août  $2.11$  ( $\bar{D} = 2.42$ ,  $S = .92$ , 38%).

#### 1<sup>o</sup> zone $\alpha$

La zone  $\alpha$  ne comprend qu'une station (st: 24.0). La chlorophylle moyenne estivale est élevée,  $9.0 \text{ mg/m}^3$ , ( $S = 6.9$ , 77%); elle marque un maximum en juin de  $19.0 \text{ mg/m}^3$ , des valeurs élevées au début et à la fin d'août et faibles en juillet et septembre. Nous n'avons qu'une mesure de biomasse en août,  $2226 \text{ mg/m}^3$ . Ces valeurs très élevées se comparent facilement et même sont pour certaines supérieures aux valeurs des stations de la zone  $\alpha$  du secteur 1. Les distributions du mois d'août se ressemblent aussi beaucoup: comme la zone  $\beta$ , secteur 1, la dominance appartient aux *Cocconeis*, *Navicula* et *Nitzschia*; les *Rhodomonas*, *Cryptomonas*, *Melosira granulata* et *Melosira varians* typiques de la distribu-

tion d'origine du réseau A sont refoulés au second plan (mésotrophe). Les indices d'inhibition mensuels sont très dégagés de 1 moyenne 4.4, 6.1.

Qualité de l'eau: mauvaise

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

2<sup>o</sup> zone  $\beta$

C'est en fait cette zone qui est responsable de la ressemblance existant entre les secteurs 4 et 5. La chlorophylle moyenne est 3.8 mg/m<sup>3</sup> avec un maximum en juin pour la plupart des stations pouvant aller jusqu'à 12.1 mg/m<sup>3</sup> à l'embouchure de la rivière des Mille Îles: la partie en aval de Terrebonne comprend deux stations où la chlorophylle moyenne estivale se situe entre 4.1 et 5.1 mg/m<sup>3</sup>; la partie en amont jusqu'à Sainte-Thérèse ouest chiffre des chlorophylles moyennes estivales de 2.5 à 3.2 mg/m<sup>3</sup>. La biomasse moyenne du mois d'août est de 427 mg/m<sup>3</sup> de Sainte-Thérèse ouest à Terrebonne et de 153 mg/m<sup>3</sup>, en aval de Terrebonne. La chlorophylle et la biomasse moyenne de cette zone sont faibles comme au secteur 4 mais près de la limite supérieure de la classe: la rivière des Mille Îles, exception faite de la zone  $\alpha$ , est légèrement plus productive que le secteur 4. Une seule station en juin nous informe d'une dominance des *Melosira granulata* et *Melosira varians* et *Cryptomonas*, *Rhodomonas* en août (mésotrophe).

L'indice d'inhibition du mois de juin est très éloigné du groupe que forment les autres mois. L'indice moyen de 6.4, 5.1 devient 7.4, 4.7 lorsque juin est éliminé.

Qualité de l'eau: bonne - médiocre

Production limitée par:

- a) généralement: facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

### 3.2.7 - Secteur 6a: Couloir fluvial, partie sud

Ce secteur est passablement homogène tant du point de vue des paramètres quantitatifs que des paramètres qualitatifs: en fait seule la station des îles de Contrecoeur déroge quelquefois de la tendance générale du secteur.

Une biomasse chlorophyllienne estivale de  $5.0 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 4.3$ , 87%) classe les eaux de ce secteur parmi les systèmes moyennement productifs. La variation de la chlorophylle (86%) n'est dû qu'aux variations temporelles: les coefficients de variation des cinq sessions de prélèvement ne dépassent 30% qu'une fois au début d'août, 62%. Le profil temporel estival de la chlorophylle est similaire à la tendance générale: maximum en juin  $13.3 \text{ mg/m}^3$ , baisse et stabilisation de juillet à septembre, les moyennes étant comprises entre 2.6 et  $3.6 \text{ mg/m}^3$ . La biomasse moyenne estivale, même si de la classe faible, est située tout près de la limite supérieure de la classe:  $486 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 386$ , 79%). Encore ici, la variation n'est due qu'aux fluctuations temporelles, juin chiffrant  $889 \text{ mg/m}^3$  et août  $163 \text{ mg/m}^3$  avec des coefficients inférieurs à 25%. La diversité moyenne varie peu de juin à août: 2.43 ( $S = .6$ , 25%) à 2.61 ( $S = .45$ , 17%). la moyenne de 2.53 ( $S = .52$ , 20%) est près de la limite supérieure de la classe intermédiaire.

En juin, c'est le secteur où *Melosira binderana* et *Diatoma elongatum* égalisent leur biomasse. Les *Cyclotella* et les *Rhodomonas minuta* augmentent en qualité et en pourcentage de Longueuil à Sorel. En août, *Rhodomonas minuta* et *Cryptomonas sp* (1) dominant (mésotrophie). Le couloir fluvial, nord ou sud, marque l'apparition d'*Ulothrix* (mésotrophie). Les indices d'inhibition sont très variables dans le temps du bassin La Prairie, 3.4, 4.5, aux îles de Boucherville, 5.0, 4.6. De Varennes à Sorel, les indices mensuels sont bien groupés autour de la moyenne. Les indices moyens varient de 3.1, 4.1 à 2.1, 5.0.

Qualité de l'eau: passable.

1<sup>o</sup> bassin La Prairie à Varennes

Production variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

2<sup>o</sup> Varennes à Sorel

Production généralement limitée par les nutriments

Ajoutons de plus la "possibilité" de limitation de la production par des substances toxiques: juillet, îles de Boucherville (7.6) et Voie Maritime à Sorel (5.8). *Melosira granulata* et *Melosira varians*.

3.2.8 - Secteur 6b: Couloir fluvial, partie nord

Tout comme le secteur 6a, la partie nord du couloir fluvial est relativement homogène quoique l'on distingue généralement deux distributions: l'une du Port de Montréal à la pointe est de l'île de Montréal, zone a et l'autre de l'Assomption aux îles de Sorel, zone B.

Toutefois la chlorophylle, la biomasse et la diversité ne montrent pas de différences significatives d'une zone à l'autre. La chlorophylle moyenne estivale est de  $4.9 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 4.3$ , 87%): à l'exemple du secteur sud (6a), la variation de 87% n'est due qu'aux fluctuations temporelles, seul un coefficient de variations était supérieur à 32% (juillet, 58%). Elle est principalement causée par les valeurs élevées de juin ( $\bar{C} = 12.4$ ,  $S = 2.1$ , 17%); pour le reste de l'été la chlorophylle moyenne du secteur est inférieure à  $5.2 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 228$ , 72%), donc faible, et inférieure à celle du secteur 6a: cette différence vient du mois de juin,  $\bar{B} = 513 \text{ mg/m}^3$  pour 6b et  $889 \text{ mg/m}^3$  pour 6a. La diversité subit inversement le même sort: la moyenne de 2.96 ( $S = .63$ , 22%) est plus élevée qu'en 6a à cause de juin: 6a ( $\bar{D} = 2.43$  et 6b ( $\bar{D} = 3.33$ ).

La distribution de juin zone  $\alpha$ , ressemble à celle du secteur 6a; en août, elle s'identifie plutôt au secteur 1 et 3a. La zone  $\beta$  supporte des distributions résultant plutôt de la modification des distributions des secteurs 4 et 5.

1<sup>o</sup> zone  $\alpha$ :

juin: *Diatoma elongatum* et *Melosira binderana*, *Ankistrodesmus falcutus*, *Oscillatoria* sp, *Merismopedia*, *Cyclotella* et *Rhodomonas*

août: *Cryptomonas*, *Rhodomonas minuta*, *Cyclotella*.

2<sup>o</sup> zone B:

juin : *Melosira granulata*, *Melosira varians*, *Navicula sp*,  
*Nitzchia sp*, *Cyclotella*.

août : *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, *Melosira granulata* et  
*Melosira varians*, *Cyclotella* et *Ulothrix*.

Du début de la zone a au début de la zone B,  
l'indice d'inhibition augmente autant son coefficient L  
que son coefficient T. : de 3.1, 3.2 à 5.4, 4.7. L'indi-  
ce se stabilise dans zone B: 5.4, 4.7 et 5.0, 4.7.

1<sup>o</sup> zone a:

Qualité de l'eau passable

Production limitée par:

a) généralement: nutriments

b) occasionnellement: nutriments et facteurs physi-  
ques

2<sup>o</sup> zone B:

Qualité de l'eau: médiocre

Production variablement limitée par les nutriments et/ou  
les facteurs physiques.

### 3.2.9 - Secteur 7a: Lac Saint-Pierre, partie sud

La partie sud du lac Saint-Pierre ne fut échantillonnée globalement que deux sessions sur cinq. Il est cependant possible de diviser le secteur en deux zones de production phytoplantonique: zone  $\alpha$ , centre de la partie sud du lac, zone  $\beta$ , rive sud du lac.

Il reste toutefois que ce secteur, à cause du manque de données, est peu représentatif comparativement aux autres. Malgré tout, lorsqu'échantillonnée la zone 7a- $\alpha$  ressemble à la zone  $\alpha$  du secteur 7b et la zone 7a- $\beta$  à la zone  $\beta$  du même secteur (équivalence plus faible dans le second cas). De plus la valeur moyenne mensuelle pour le secteur est peu valable, étant donné le grand écart des valeurs qui représente une variation spatiale importante.

#### 1<sup>o</sup> zone $\alpha$

La chlorophylle moyenne estivale est élevée, 8.0 mg/m<sup>3</sup> (trois stations). Cette moyenne doit être nécessairement rabais-sée, en réalité. La biomasse moyenne de 375 mg/m<sup>3</sup> (deux stations) est de catégorie faible. La diversité moyenne de ces deux stations est de 2.27. Les espèces caractéristiques sont surtout de niveau eutrophe-mésotrophe.

Qualité de l'eau: médiocre

#### 2<sup>o</sup> zone $\beta$

La moyenne estivale de la chlorophylle est élevée: 15.9 mg/m<sup>3</sup> (deux stations). La biomasse moyenne d'une station (228.2)

donne 874 mg/m<sup>3</sup> avec un maximum de 1571 mg/m<sup>3</sup> en juin (S = 986, 113%); sa diversité est de 3.52 (S = 1.27, 37%). Les espèces caractéristiques sont généralement tolérantes des milieux très riches (eutrophes). L'indice d'inhibition de la station 228.3 chiffre 3.2, 6.4 mais est peu représentatif d'autant plus que seulement deux mois y sont représentés.

Qualité de l'eau: mauvaise

### 3.2.10 - Secteur 7b: Lac Saint-Pierre, partie nord

Le prélèvement des stations de ce secteur, pareil à celui du secteur 7a, fut partiel, les mois de juillet et d'août (début) donnant malheureusement un échantillonnage incomplet en raison de difficultés techniques. Aussi les statistiques des tableaux B-1 et B-4, sont peu représentatives en ce qui concerne le secteur 7b. Néanmoins, la totalité des paramètres précise une division du secteur en deux zones: zone  $\alpha$ , centre du lac Saint-Pierre nord, les îles de Sorel et la rive nord de la rivière Maskinongé à la rivière Yamachiche et zone  $\beta$ , la zone nord-est du lac Saint-Pierre soit les plages environnantes de Pointe-du-Lac jusqu'à la limite du port des Trois-Rivières.

#### 1<sup>o</sup> zone $\alpha$

La chlorophylle moyenne des stations prélevées quatre fois en 1976 est de 6.5 mg/m<sup>3</sup> et celle des stations prélevées trois fois 7.7 mg/m<sup>3</sup>: on comprend facilement que le premier groupe soit inférieur au deuxième, l'ordre de grandeur étant cependant le même. Les biomasses moyennes estivales des stations où nous possédons

deux résultats sont de 611 mg/m<sup>3</sup> et leur diversité moyenne de 2.95. En juin la zone est co-dominée par *Melosira binderana* et *Diatoma elongatum* et sous-dominée par *Melosira granulata* caractérisant le réseau A. Vers le centre du lac s'ajoutent les *Rhodomonas minuta* et les *Merismopedia*. En août, la co-dominance de *Cryptomonas* et *Rhodomonas*, - *Melosira granulata* et *Melosira varians* étant sous-dominants -est transformée en une dominance totale de *Cryptomonas*; *Rhodomonas* est pratiquement mis à l'écart et ce à mesure que l'on se dirige vers le centre du lac. Une seule station située dans les îles de Sorel nous donne une information fort partielle quant à l'indice d'inhibition, soit un indice moyen pour fin août et septembre de 6.1, 4.4.

Qualité de l'eau: médiocre

2<sup>o</sup> zone  $\beta$

Trois stations forment cette zone: la station la plus productive se situe au début de la zone (ouest) et la zone la moins productive à la fin (est). La moyenne estivale de ces trois stations est de 19.7 mg/m<sup>3</sup>: les moyennes respectives des stations (quatre mois) est 27.2, 21.9 et 10.6. Les deux premières stations ont une moyenne combinée de 24.5 mg/m<sup>3</sup>. Ces deux mêmes stations possèdent une biomasse moyenne de 2 102 mg/m<sup>3</sup>: le gradient est-ouest est aussi respecté pour la biomasse. La diversité moyenne est de 2.55, élevée en juin et très faible en août. En juin, les espèces co-dominantes sont eutro-mésotrophiques et en août, la dominance appartient à une algue filamenteuse de milieu eutrophe (*Ulothrix*).

Le seul indice d'inhibition de cette zone appartient à la station la plus productive. Les indices d'inhibition sont bien groupés sauf celui de septembre où la production constamment élevée jusqu'alors s'affaisse. L'indice moyen est de 3.8, 8.6: le mois de septembre éliminé, il devient 2.3, 10.0.

Qualité de l'eau: très mauvaise

Production limitée par:

- a) généralement: les nutriments
- b) occasionnellement: les facteurs physiques

### 3.2.11 - Secteur 8a: Trois-Rivières - Québec, rive sud

Ce secteur n'est pas d'une homogénéité spatiale totale si l'on examine le phytoplancton des mois les plus productifs. Cependant, nous ne le diviserons pas en zones de production puisque les valeurs moyennes estivales forment tout de même un ensemble.

La biomasse chlorophyllienne du secteur est moyenne ( $\bar{C} = 6.8 \text{ mg/m}^3$ ,  $S = 6.2$ , 92%). Le pourcentage du coefficient de variation est surtout attribuable aux fluctuations temporelles de la chlorophylle: les mois de juillet et août (début) démontrent le plus d'hétérogénéité avec respectivement 55% et 45% de variation. Les autres mois, le % du coefficient de variation est inférieur à 34%. Le maximum de la production survient évidemment en juin  $17.4 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 5.9$ , 34%). La biomasse est aussi de niveau moyen  $626 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 384$ , 61%). En juin elle se chiffre à  $976 \text{ mg/m}^3$  en moyenne ( $S = 289$ , 31%) et  $392$  en août ( $S = 222$ , 55%).

Les variations sont dues en juin à la forte biomasse de la station 273.6 et en août à la station 250.2. La diversité est relativement stable au cours de l'été ( $\bar{D} = 2.73$ ,  $S = .69$ , 25%): juin, 3.12 ( $S = .93$ , 30%) et août, 2.48 ( $S = .33$ , 13%). En juin, les espèces sont généralement eutrophiques (B10) et en août mésoeutrophiques du début du secteur jusqu'au niveau de la petite du Chêne (B9) puis surtout eutrophiques par la suite (C1). En août un phénomène intéressant a pour point de départ les stations de la centrale de Gentilly et dépassent la rivière du Chêne et ce à proximité de la rive: il consiste en la seule dominance exercée par les Cyanophycées et rencontrée dans le fleuve Saint-Laurent (C3). L'espèce responsable est *Aphanizomenon flos-aquae* très caractéristique des lacs eutrophes où elle produit lorsqu'elle est présente, des "blooms" d'algues ou fleurs d'eau en conditions favorables. Deux stations ont mesuré l'influence des facteurs physiques; l'indice d'inhibition moyen y est de 2.9, 5.5. et très représentatif des variations mensuelles.

Qualité de l'eau: médiocre

Production généralement limitée par les nutriments

### 3.2.12 - Secteur 8b: Trois-Rivières - Québec, rive nord

La production de ce secteur reflète une certaine homogénéité: la seule distinction provient du type de production influencé par les eaux de la rivière Saint-Maurice. Afin de faire ressortir ce phénomène constant nous diviserons le secteur en deux zones: zone  $\beta$ , zone influencée par les eaux de la rivière Saint-Maurice, de son embouchure à celle de la rivière Champlain

et la zone  $\alpha$  , le reste du secteur.

La chlorophylle moyenne du secteur est légèrement plus faible que celle du secteur 8a,  $5.3 \text{ mg/m}^3$  ( $S = 5.1, 96\%$ ). Cette baisse relative ainsi que les variations (96%) sont dues à la présence de deux stations régulièrement peu productives: stations 243.0,  $\bar{C} = 3.0 \text{ mg/m}^3$  et 297.8,  $\bar{C} = 3.5 \text{ mg/m}^3$ . Les autres stations montrent des productions moyennes comprises entre 4.7 et  $7.5 \text{ mg/m}^3$ . Le coefficient de variation 96% est aussi conséquent des variations temporelles (juin,  $\bar{C} = 13.4 \text{ mg/m}^3, S = 5.8, 43\%$ ). Le comportement de la biomasse est pratiquement identique à celui du secteur 8a ( $\bar{B} = 603 \text{ mg/m}^3, S = 398, 66\%$ ). La diversité quoique légèrement plus élevée offre les mêmes fluctuations. ( $\bar{D} = 3.28, S = .90, 28\%$ ).

#### 1<sup>o</sup> zone $\alpha$

Les espèces sont de type eutro-mésotrophique en juin (A11) et août (A12); en août elles indiquent plutôt l'eutrophie (C1) à partir de Portneuf. L'indice d'inhibition d'une seule station (282.0), 3.9, 4.8 n'est pas représentatif: le mois de juin se détache nettement (1.7, 9.0), la moyenne des autres mois est de 4.4, 3.7.

Qualité de l'eau: passable - *médiocre*

Production limitée par :

- a) généralement: nutriments et facteurs physiques
- b) occasionnellement: nutriments

2<sup>o</sup> zone  $\beta$ .

Les distributions de juin et août indiquent plutôt l'oligotrophie. Comme mentionné plus-haut, la production y est généralement faible. L'inhibition par les facteurs physiques est très variable, l'indice moyen étant 3.4, 4.7.

Qualité de l'eau: bonne

Production variable limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques.

### 3.2.13 - Secteur 9: Québec

La production chlorophyllienne de ce secteur, identique en moyenne à celle du secteur 8a ( $\bar{C}$  = 6.7, S = 5.5, 81%), ne souffre pas de variations spatiales; les coefficients de variations mensuelles sont toujours inférieurs à 31%. La valeur maximale ( $\bar{C}$  = 18.1 mg/m<sup>3</sup>, S = 3.3., 18%) est produite en juin évidemment. La biomasse moyenne (735 mg/m<sup>3</sup>, S = 440, 60%) fait preuve cependant d'un certain zonage: la station 311.8 (près du pont de Québec) possède une moyenne de 1280 mg/m<sup>3</sup>; ceci vient du fait qu'au mois d'août, la station 311.8 garde une biomasse élevée. La diversité est stable avec une moyenne de 2.36 (S = .51, 22%). La dominance de *Melosira binderana* (C) en juin lui confère un statut d'eutrophie de même que les distributions d'août (C1 et C4). La moyenne de l'indice d'inhibition de deux stations est de 3.1, 5.4 et se révèle représentative des variations mensuelles.

Qualité de l'eau: médiocre

Production généralement limitée par les nutriments



GLOSSAIRE pour la Figure 3.6

PARAMETRES

CHL : chlorophylle

BM : biomasse phytoplanctonique

DS : diversité

Classe d'intensité (paramètre)

faible, moyenne, élevée, très élevée

Classe de qualité de l'eau

très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise, très mauvaise

EXEMPLE

SECTEUR 8a

CHL : moyenne (6.8, 6.2, 92%, 44)  
BM : moyenne (626, 384, 61%, 15)  
DS : moyenne (2.73, 0.69, 25%, 15)

Paramètre - classe d'intensité  
(moyenne, écart-type, % du coef-  
ficient de variation, nombre de  
données

Distributions : juin B10  
août B9, C1 (C3)

Distribution phytoplanctonique  
mois numéro de la distribution  
(cf. figure 3.4, 3.5)

Indice d'inhibition : 2.9, 5.5

Indice d'inhibition : limitation  
par les facteurs physiques, ni-  
veau trophique maximal

Limitation par les nutriments

Qualité : médiocre

Qualité de l'eau : classe de  
qualité

REFERENCES pour la Figure 3.6

SECTEUR 1

CHL : moyenne (7.5, 7.4, 99%, 46)  
BM : moyenne (803, 1021, 127%, 11)  
DS : moyenne (2.67, 1.32, 49%, 11)

ZONE  $\alpha$

CHL : moyenne (5.1, 3.9)  
BM : faible (272, 82)  
Distributions : juin A1  
                  août A1  
Indice d'inhibition : 2.8, 5.0  
Limitation par les nutriments  
Qualité : passable

ZONE  $\beta$

Distribution : juin A1  
                  août A1 *Cryptomonas*  
Qualité : médiocre

ZONE  $\delta$

CHL : moyenne (7.1, 7.5)  
BM : moyenne (829, 841)  
Qualité : mauvaise

ZONE  $\gamma$

CHL : élevée (9.4, 9.3)  
BM : élevée (1788, 1586)  
Distributions : juin A6  
                  août A7  
Indice d'inhibition : 3.4, 5.1  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : mauvaise

ZONE ε

CHL : élevée (16.3, 12.6)  
Distribution : août *Cyclotella* sp. (2)  
Qualité : mauvaise

SECTEUR 2

CHL : faible (4.1, 3.0, 74%, 68)  
BM : faible (387, 269, 70%, 22)  
DS : moyenne (2.31, 0.62, 22%, 22)

ZONE α

CHL : moyenne (5.0, 3.2)  
Distributions : juin B1, B2  
                  août B1, B4  
Indice d'inhibition : 2.1, 5.7  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
                  physiques  
Qualité : passable

ZONE β

CHL : faible (2.4, 1.8)  
BM : très faible (130, 64)  
Distributions : juin B3, B4  
                  août B2  
Indice d'inhibition : 3.2, 2.9  
Limitation par les nutriments  
Qualité : bonne

ZONE γ

CHL : faible (3.2, 2.4)  
Distributions : juin B1, B2  
                  août B1, B4  
Qualité : bonne

SECTEUR 3a

CHL : moyenne (5.6, 3.8, 68%, 25)  
BM : faible (374, 176, 47%, 9)  
DS : moyenne (2.35, 0.62, 26.5%, 9)

ZONE  $\alpha$

CHL : moyenne (6.7, 5.3)  
Distributions : juin B2  
                  août B1, B5  
Indice d'inhibition : 1.9, 4.8

ZONE  $\beta$

CHL : moyenne (6.4, 3.9)  
BM : moyenne (537, 196)  
Indice d'inhibition : 3.8, 5.1  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : passable

ZONE  $\gamma$

BM : faible (283, 103)  
Distribution : août B2  
Indice d'inhibition : 3.6, 5.2  
Limitation par les nutriments (inhibition occasionnelle par les  
facteurs physiques)  
Qualité : passable

SECTEUR 3b

CHL : moyenne (5.1, 4.8, 94%, 5.7)  
BM : faible (367, 351, 69%, 24)  
DS : moyenne (2.62, 0.79, 30%, 24)

ZONE  $\alpha$

Distributions : juin B2  
août B5  
Indice d'inhibition : 2.7, 3.9  
Limitation par les nutriments  
Qualité : passable

ZONE  $\beta$

CHL : élevée (9.6, 10.2)  
BM : moyenne (675, 614)  
Distributions : juin B5  
août B7  
Qualité : médiocre

Zone  $\gamma$

DS : élevée (2.92, 0.73)  
Distributions : juin *Melosira* spp. (1, 9, 7)  
août *Cryptomonas*  
Indice d'inhibition : 4.7, 4.8  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : médiocre

SECTEUR 4

CHL : faible (2.4, 1.6, 66%, 39)  
BM : très faible (158, 54, 34%, 6)  
DS : moyenne (2.66, 1.02, 38%, 6)  
Distributions : juin A1  
août A1  
Indice d'inhibition : 6.4, 4.4  
Inhibition par les facteurs physiques  
Qualité : médiocre

## SECTEUR 5

CHL : moyenne (4.4, 4, 91%, 32)  
BM : moyenne (670, 770, 115%, 6)  
DS : moyenne (2.42, 0.92, 38%, 6)

### ZONE $\alpha$

CHL : élevée (9.0, 6.9)  
BM : très élevée (2226, 0)  
Distribution : août A8  
Indice d'inhibition : 4.4, 6.1  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs physiques  
Qualité : mauvaise

### ZONE $\beta$

CHL : faible (3.2, 2.0)  
BM : faible (357, 124)  
Distributions : juin A5  
                  août A10  
Indice d'inhibition : 6.4, 5.1  
Inhibition par les facteurs physiques (limitation occasionnelle par les nutriments)  
Qualité : médiocre

## SECTEUR 6a

CHL : moyenne (5.0, 4.3, 86%, 58)  
BM : faible (486, 386, 79%, 18)  
DS : moyenne (2.53, 0.52, 20%, 18)  
Distributions : juin B7  
                  août B5

1° Bassin Laprairie à Varennes : Indice d'inhibition (moyen) - 4.2, 4.5 Limitation par les nutriments et/ou inhibition par facteurs physiques

2° De Varennes à Sorel : Indice d'inhibition (moyen) - 2.5, 4.6  
Limitation par les nutriments

Qualité : passable

ZONE 6b - ZONE  $\alpha$

CHL : faible (4.2, 3.7)

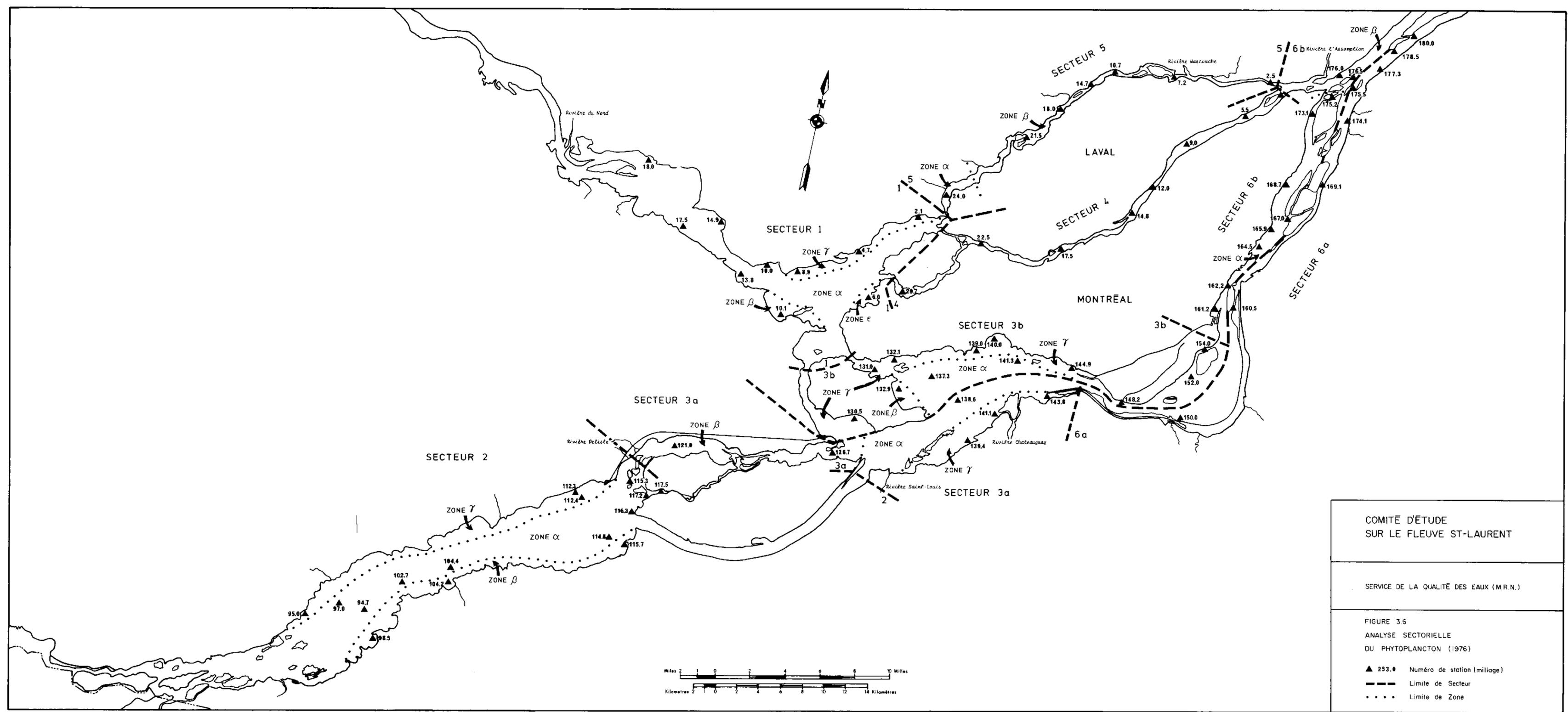
Distributions : juin B7  
août A1

Indice d'inhibition (moyen) : 3.5, 3.6

Limitation par les nutriments

Qualité : passable





COMITÉ D'ÉTUDE  
SUR LE FLEUVE ST-LAURENT

SERVICE DE LA QUALITÉ DES EAUX (M.R.N.)

FIGURE 3.6  
ANALYSE SECTORIELLE  
DU PHYTOPLANCTON (1976)



GLOSSAIRE pour la Figure 3.7

PARAMETRES

CHL : chlorophylle

BM : biomasse phytoplanctonique

DS : diversité

Classe d'intensité (paramètre)

faible, moyenne, élevée, très élevée

Classe de qualité de l'eau

très bonne, bonne, passable, médiocre, mauvaise, très mauvaise

EXEMPLE

SECTEUR 8a

CHL : moyenne (6.8, 6.2, 92%, 44)  
BM : moyenne (626, 384, 61%, 15)  
DS : moyenne (2.73, 0.69, 25%, 15)

Paramètre - classe d'intensité  
(moyenne, écart-type, % du coef-  
ficient de variation, nombre de  
données

Distributions : juin B10  
août B9, C1 (C3)

Distribution phytoplanctonique  
mois numéro de la distribution  
(cf. figure 3.4, 3.5)

Indice d'inhibition : 2.9, 5.5

Indice d'inhibition : limitation  
par les facteurs physiques, ni-  
veau trophique maximal

Limitation par les nutriments

Qualité : médiocre

Qualité de l'eau : classe de  
qualité



REFERENCES pour la Figure 3.7

SECTEUR 6b

CHL : moyenne (4.9, 4.3, 87%, 56)  
BM : faible (317, 228, 72%, 16)  
DS : élevée (2.96, 0.63, 21%, 16)

ZONE  $\beta$

Distributions : juin A5  
                  août A10, A11  
Indice d'inhibition (moyen) : 5.2, 4.7  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : médiocre

SECTEUR 7a

CHL : élevée (9.6, 9.7, 101%, 14)  
BM : faible (478, 480, 100%, 9)  
DS : moyenne (2.39, 1.09, 46%, 9)

ZONE  $\alpha$

CHL : moyenne (7.1, 4.6)  
Distributions : juin B7, B8  
                  août B5, B9  
Qualité : médiocre

ZONE  $\beta$

CHL : élevée (15.9, 16.3)  
BM : moyenne (629, 816)  
Distributions : juin B9  
                  août B10  
Indice d'inhibition : 3.2, 6.4  
Qualité : mauvaise

SECTEUR 7b

CHL : élevée (10.4, 11.2, 108%, 43)  
BM : moyenne (860, 995, 116%, 20)  
DS : moyenne (2.7, 1.15, 43%, 20)

ZONE  $\alpha$

CHL : moyenne (6.7, 6.4)  
BM : moyenne (530, 301)  
Distributions : juin A6, A7  
                  août A11, A12  
Indice d'inhibition : 6.1, 4.4  
Qualité : médiocre

ZONE  $\beta$

CHL : élevée (19.9, 15.3)  
BM : élevée (1852, 1659)  
Distributions : juin A9  
                  août A13  
Indice d'inhibition : 2.3, 10.0  
Limitation par les nutriments (inhibition occasionnelle par les  
facteurs physiques)  
Qualité : très mauvaise

SECTEUR 8a

CHL : moyenne (6.8, 6.2, 92%, 44)  
BM : moyenne (626, 384, 61%, 15)  
DS : moyenne (2.73, 0.69, 25%, 15)  
Distributions : juin B10  
                  août B9, C1 (C3)  
Indice d'inhibition : 2.9, 5.5  
Limitation par les nutriments  
Qualité : médiocre

SECTEUR 8b

CHL : moyenne (5.3, 5.1, 96%, 38)  
BM : moyenne (603, 398, 66%, 12)  
DS : élevée (3.28, 0.90, 28%, 12)

ZONE  $\alpha$

Distributions : juin A11  
                  août A12, C1  
Indice d'inhibition : 3.9, 4.8  
Limitation par les nutriments et inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : médiocre

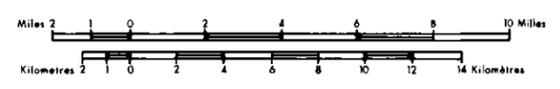
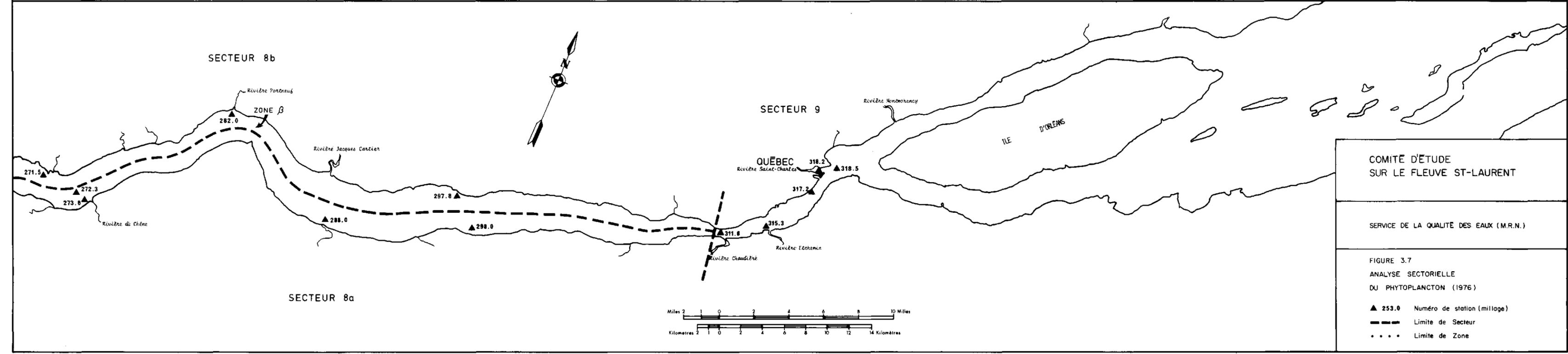
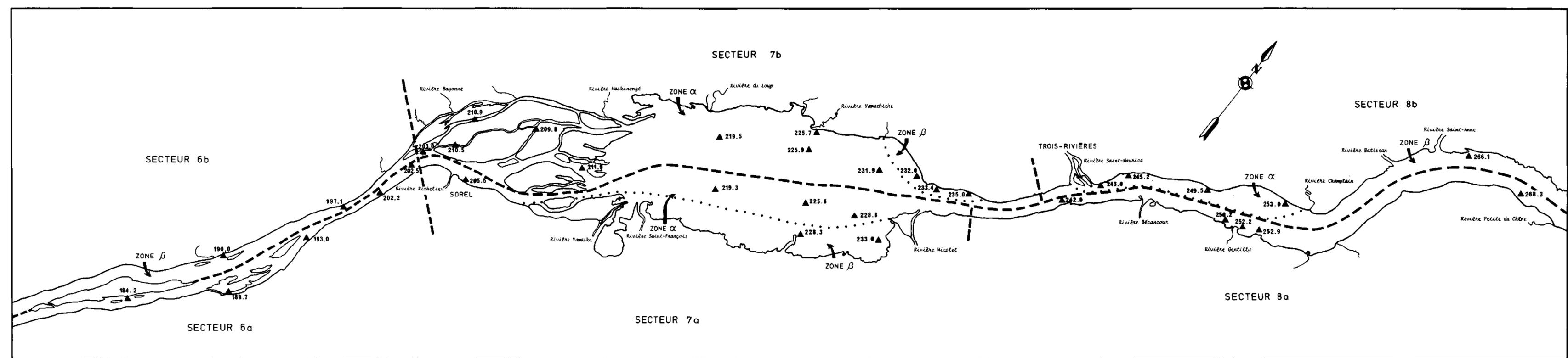
ZONE  $\beta$

Distributions : juin A10, A11  
                  août C2  
Indice d'inhibition : 3.4, 4.7  
Limitation par les nutriments et/ou inhibition par les facteurs  
physiques  
Qualité : bonne

SECTEUR 9

CHL : moyenne (6.7, 5.5, 81%, 24)  
BM : moyenne (735, 440, 60%, 8)  
DS : moyenne (2.36, 0.51, 22%, 8)  
Distributions : juin C  
                  août C1, C4  
Limitation par les nutriments  
Qualité : médiocre







## CHAPITRE IV

### Synthèse et discussion



#### 4.1 - Niveau de production du bassin du Saint-Laurent

Environ 50% des tributaires dont le bassin de drainage est supérieur à 100 km<sup>2</sup> présentent des niveaux de production phytoplanctonique élevés. Ils sont globalement situés dans la région montréalaise et sur les rives sud du lac Saint-Pierre et de la région de Québec : Bécancour, Assomption, Batiscan, Etchemin, Gentilly, Saint-Louis, Saint-François, Nicolet, Delisle, du Nord, Mascouche, Yamaska, Rigaud et Bayonne. La teneur en chlorophylle de ces tributaires est du même ordre de grandeur que celle de la partie ouest du lac Erié, classifié hautement eutrophique (Vollenweider et coll., 1974; Dobson et coll., 1974). Les eaux des tributaires Champlain, Yamachiche, Portneuf, Richelieu, Chateauguay, du Chêne et Chaudière se comparent aux eaux des parties est et centrale du lac Erié ainsi qu'aux eaux du lac Ontario, considérées comme mésotrophiques. Finalement, les tributaires les moins productifs seraient Montmorency, Sainte-Anne, Jacques-Cartier, Saint-Maurice, petite du Chêne, Du Loup, Maskinongé, Outaouais et Saint-Charles : les variations spatio-temporelles de leur chlorophylle sont similaires à celles des lacs Huron et Supérieur, généralement admis au rang des eaux oligotrophiques.

Dans l'ensemble, exception faite de certaines zones hautement ou très faiblement productives, le fleuve proprement dit (secteurs 1, 4 et 5 exclus) supporte une production phytoplanctonique moyenne. Quoique légèrement plus basse, la production d'origine (secteur 1) est comparable à la production du lac Ontario et ne s'élève que faiblement de Cornwall à Québec : cette augmentation est surtout décelée en période de production maximale. L'étude sur la production primaire de la Voie Maritime (1975) parvenait aux mêmes conclusions : production moyenne

augmentant graduellement de Cornwall à Québec, les secteurs 8 et 9 offrant même en périodes favorables des productions nettement plus élevées que les secteurs en amont. De manière générale, la production du fleuve (les 13 secteurs inclus) est inférieure à la majorité des tributaires : la production de la voie maritime cependant ne présente pas de différences significatives avec la production des berges.

Les productions très faibles se rencontrent dans le secteur 4 et la zone B du secteur 5. Les secteurs 2 et 3a, ainsi que la zone  $\alpha$  du secteur 3b comportent des productions faibles. Les productions moyennes sont localisées ainsi : secteur 1 (sauf zone  $\epsilon$ ), zone  $\gamma$  du secteur 3b, secteurs 6a et 6b, zones  $\alpha$  des secteurs 7a et 7b, secteurs 8a, 8b et 9. Les productions élevées sont confinées aux zones  $\epsilon$  du secteur 1,  $\beta$  du secteur 3b et  $\beta$  du secteur 7a. Des productions très élevées et pratiquement constantes, sont le propre de la zone  $\beta$  du secteur 7b.

Le lecteur pourra localiser les secteurs et les zones mentionnées ci-dessus à l'aide des figures 3.6 et 3.7.

#### 4.2 - L'inhibition de la production *in situ*

Comme il est logique de s'y attendre, la production phytoplanctonique du bassin du fleuve Saint-Laurent n'est pas directement liée aux quantités nutritives : plusieurs stations de berges, de la Voie Maritime ou de tributaires font ressortir l'importance de l'influence des facteurs physiques et toxiques sur la production. L'indice d'inhibition *in situ* est en quelque sorte une évaluation quantifiée du jeu des forces inhibitrices (facteurs physiques) et des forces de croissance (nutrients).

La répartition des stations parmi les catégories de limitation se lit comme suit :

Groupe 1 : Limitation de la production par les nutriments

a) constamment -

. petite du Chêne, du Chêne, Bécancour, Saint-Louis  
(+ toxique), Saint-François

. Fleuve : 1- $\alpha$ , 2- $\beta$ , 3a- $\alpha$  (+ toxicité), 3b- $\alpha$ , 8a, 9

b) habituellement -

. Outaouais, Nicolet

. Fleuve : 3a- $\gamma$  (+ toxicité), 6b- $\alpha$ , 7b- $\beta$

Groupe 2 : Limitation de la production par les nutriments et les facteurs physiques

a) constamment -

. Saint-Maurice

- b) habituellement -
  - . Sainte-Anne, Jacques-Cartier, Maskinongé, Delisle, Yamaska, Rigaud
  - . Fleuve : 8b- $\alpha$

Groupe 3 : Limitation de la production par les facteurs physiques

- a) constamment -
  - . Saint-Charles (embouchure), Yamachiche
- b) habituellement -
  - . Montmorency (+ toxicité), du Loup, Portneuf, Chateauguay, l'Assomption, Bayonne
  - . Fleuve : 4, 5 $\beta$

Groupe 4 : Limitation variablement limitée par les nutriments et/ou les facteurs physiques

- . Champlain (+ toxicité), Richelieu, Chaudière, Etchemin, Gentilly, du Nord, Mascouche
- . Fleuve : 1- $\gamma$ , 2- $\alpha$  (- toxicité), 3a- $\beta$ , 3b- $\gamma$ , 5 $\alpha$ , 6a, 6b- $\beta$ , 8b- $\beta$ .

La détermination de l'indice d'inhibition *in situ* débouche sur l'évaluation du risque d'augmentation radicale de la production ou sur l'évaluation de la facilité à abaisser les productions excessives à des niveaux acceptables à la suite de modifications chimiques et/ou physiques.

La probabilité que la production phytoplanctonique augmente rapidement par suite d'ajouts de quantités nutritives est ainsi croissante :

Groupe 3a < Groupe 3b < Groupe 2 et 4 < Groupe 1

En réalité, seuls les tributaires Saint-Charles (Québec) et Yamachiche possèdent des probabilités pratiquement nulles. Pour tous les autres tributaires et tout le fleuve, le risque existe. Les probabilités de baisse de la production suite à un retrait de nutriments, les risques d'augmentation de la production suite à des modifications physiques ou suite à des ajouts chimiques combinés à des modifications physiques suivent le cheminement inverse :

Groupe 1 < Groupe 2 et 4 < Groupe 3b < Groupe 3a

Sauf à la partie aval des rivières des Prairies et des Mille Îles, le fleuve Saint-Laurent et le réseau de l'Outaouais supportent des productions en grande partie contrôlées par les nutriments. Une augmentation des quantités nutritives entraînerait des élévations pratiquement proportionnelles de la production phytoplanctonique, surtout en conditions climatiques favorables; si cet enrichissement est ajouté à une élimination des substances toxiques, l'augmentation de la production sera plus radicale.

#### 4.3 - La dynamique de la production phytoplanctonique dans le fleuve

La caractérisation de la production phytoplanctonique du fleuve se résume en huit grandes lignes.

- 1- Il existe deux grandes distributions respectivement associées aux deux réseaux d'origine : le réseau de l'Outaouais et le réseau du fleuve proprement dit (Grands Lacs).
- 2- Les altérations de ces distributions sont faibles et graduelles.
- 3- Le mélange de ces distributions est aussi très graduel et se produit plus en force après le lac Saint-Pierre. Ce phénomène de mélange graduel avait déjà été noté dans l'étude sur la Voie Maritime en 1975.
- 4- L'augmentation de la production dans l'axe Cornwall-Québec est aussi graduelle.
- 5- L'influence *directe* des distributions des tributaires sur celles des berges est pratiquement nulle (sauf Saint-Maurice) : le fleuve semble donc posséder un grand pouvoir de dilution (phénomène déjà bien établi et évident).
- 6- Les fortes productions et les modifications radicales des distributions de base des réseaux sont restreintes aux "berges" des "*lacs*": les rives sud et nord du lac Saint-François et sud du lac Saint-Louis font exception quant à la force des productions.

Par contre, dans le lac Saint-François et sur la rive sud du lac Saint-Louis, on retrouve les plus grands indices de toxicité relative du fleuve (Keighan, E., 1977).

- 7- Globalement la qualité de l'eau du fleuve est de passable à médiocre et change peu sauf dans les zones de fortes productions où les distributions de base sont grandement altérées.
- 8- La production du fleuve est limitée en grande partie par les nutriments.

Les hypothèses du mécanisme de production phytoplanctonique du fleuve Saint-Laurent proposées dans l'étude sur la Voie Maritime (1975) s'avèrent réalistes. Les treize secteurs se divisent en deux grandes sections, le lac Saint-Pierre étant le point tournant du phénomène : une première section groupe les secteurs 1 à 7 inclusivement et une deuxième les secteurs 8 et 9.

De Cornwall ou Carillon à la sortie du lac Saint-Pierre, première section, la production globale est en fait le résultat de deux productions distinctes; le réseau A de l'Outaouais et le réseau B des Grands Lacs. La production du réseau A, de nature mésotrophique, est amplifiée sur les berges du lac des Deux Montagnes et diminuée lorsqu'elle passe la rivière des Prairies et la rivière des Mille Iles malgré les ajouts nutritifs; la zone de faible mélange entre les réseaux A et B débute au lac Saint-Louis et se termine à la sortie du lac Saint-Pierre. Les productions des deux réseaux débouchant au lac Saint-Pierre sont surtout

amplifiées sur les berges est: les fortes productions des rives sud et nord du lac Saint-Pierre, résultent en grande partie des apports de leurs tributaires. Les productions de la Voie Maritime proviennent du léger mélange de ses eaux avec celles des berges.

A la sortie du lac Saint-Pierre, le mélange est plus radical à mesure que l'on approche de la zone d'influence des marées (deuxième section). *Dans les conditions actuelles*, les productions excessives dans la Voie Maritime ne peuvent être enregistrées dans la première section; par contre, de telles productions seraient et furent décelées (1975) dans la deuxième section (en aval de Trois-Rivières) : ces productions proviennent surtout de l'incubation produite dans la zone nord-est du lac Saint-Pierre (secteur 7b-β).

ANNEXE A

ECHANTILLONNAGE ET TECHNIQUES



Dans cette annexe, on trouvera toutes les informations pertinentes sur les stations d'échantillonnage utilisées en 1976, leur localisation, les dates de prélèvement, les paramètres analysés ainsi que les techniques utilisées pour l'étude de la production primaire.

### 1 - Stations d'échantillonnage

Durant l'été 1976, 164 stations ont été choisies de Cornwall à Québec, dont 31 pour les principaux tributaires s'échelonnant le long du fleuve et 125 stations pour les berges et la Voie Maritime du Saint-Laurent. Huit stations ont été choisies dans la Voie Maritime, pour servir de référence et permettre la comparaison avec les données de 1975. On trouvera sur les figures 3.6 et 3.7 la localisation des stations ainsi que les secteurs correspondants. Le tableau A-1 donne la liste des tributaires échantillonnés par secteur, chacun des tributaires étant désigné par un numéro arbitraire précédé d'un signe négatif afin de le différencier des stations des berges et de faciliter le traitement par informatique. Dans le tableau A-2, on trouvera la liste des stations des berges et de la Voie Maritime par secteur, leurs coordonnées ainsi qu'une brève description du site (berges) ou de la bouée la plus rapprochée (Voie Maritime). Le numéro de chacune de ces stations correspond à une distance en milles entre chacune.

*Les numéros de stations utilisés dans les tableaux de l'Annexe B correspondent à la distance en milles entre les stations (berges et Voie Maritime) et aux chiffres négatifs (tributaires).*



TABLEAU A-1

Projet B-10: Liste des tributaires échantillonnés en 1976

SECTEUR	NO	NOM DU TRIBUTAIRE
1	-4 -5 -6	Outaouais Rivière du Nord Rigaud
3a	-1 -2 -3	Delisle St-Louis Châteauguay
5	-7	Mascouche
6b	-8	Assomption
7a	-9 -10 -11 -12	Richelieu Yamaska St-François Nicolet
7b	-13 -14 -15 -16	Bayonne Maskinongé Riv. du Loup Yamachiche
8a	-17 -18 -19 -20	Bécancour Gentilly Pte du Chêne Riv. du Chêne
8b	-21 -22 -23 -24 -25 -26	St-Maurice Champlain Batiscan Ste-Anne Portneuf Jacques Cartier
9	-27 -28 -29 -30 -31	Chaudière Etchemin St-Charles (Lor.) St-Charles (Qué.) Montmorency

TABLEAU A-2

Projet B-10: Stations d'échantillonnage des berges et de la  
voie maritime du St-Laurent prélevés en 1976

<u>Secteur</u>	<u>Stations</u>	<u>COORDONNEES</u>		<u>SITES</u>
		<u>Latitude</u>	<u>Longitude</u>	
1	2.1	45° 31' 16"	73° 55' 34"	Ste-Marthe-sur-le-lac
	4.7	45° 30' 15"	73° 57' 18"	Nord de Pointe-Calumet
	6.0	45° 27' 03"	73° 56' 42"	Cap St-Jacques
	8.9	45° 27' 28"	74° 05' 32"	Oka
	10.0	45° 26' 21"	74° 03' 00"	Pte Cavagnal (est)
	10.1	45° 25' 48"	74° 03' 18"	Vaudreuil-sur-le-Lac
	13.8	45° 27' 37"	74° 07' 54"	Hudson
	14.9	45° 29' 09"	74° 08' 08"	Pte-du-Lac (ouest)
	17.5	45° 29' 16"	74° 13' 09"	Pointe Graham
	18.0	45° 31' 30"	74° 13' 39"	Pointe à Masson
2	94.7	45° 06' 28"	74° 27' 31"	Ile au Mouton (ouest)
	95.0	45° 05' 14"	74° 31' 05"	Pte Fraser (sud)
	97.0	45° 06' 08"	74° 29' 04"	Ile Butternut (voie-bouée 87F)
	98.5	45° 05' 19"	74° 25' 50"	Pointe au Cèdre
	102.7	45° 08' 14"	74° 24' 24"	Pte Dupuis(voie-bouée 69F)
	104.2	45° 08' 51"	74° 21' 18"	Baie St-Aricet
	104.4	45° 09' 32"	74° 21' 27"	Pte Castagner (au large)
	112.2	45° 14' 28"	74° 14' 28"	St-Zotique (au large)
	112.4	45° 14' 10"	74° 14' 19"	est du quai St-Zotique
	114.8	45° 12' 34"	74° 10' 52"	Pte du Milieu (ouest)
	115.3	45° 15' 37"	74° 11' 00"	Bellerive
	115.7	45° 14' 50"	74° 10' 00"	Baie de la Faim
	116.3	45° 14' 50"	74° 09' 38"	Pointe Rousson

SECTEUR	STATIONS	COORDONNEES		SITES
		LATITUDE	LONGITUDE	
2 (suite)	117.2 117.5	45° 15' 27" 45° 15' 28"	74° 08' 36" 74° 08' 00"	Baie St-François Valleyfield
3A	---- 121.0 126.7 138.6 139.4 141.1 143.8	45° 18' 52" 45° 17' 52" 45° 19' 17" 45° 23' 00" 45° 21' 21" 45° 22' 58" 45° 24' 21"	73° 54' 30" 74° 04' 15" 73° 57' 49" 73° 48' 04" 73° 47' 54" 73° 46' 23" 73° 43' 03"	Barrage de Beauharnois Ile Salaberry Melocheville Est Pointe-du-Moulin(voie-bouée 27A) Léry Châteauguay Caughnawaga
3B	130.5 131.0 132.1 132.9 135.7 137.3 139.0 140.0 141.3 144.9 148.2 152.0 154.0	45° 21' 16" 45° 23' 31" 45° 24' 20" 45° 23' 16" 45° 21' 49" 45° 24' 18" 45° 26' 14" 45° 26' 43" 45° 25' 32" 45° 25' 53" 45° 24' 53" 45° 26' 28" 45° 28' 18"	73° 55' 48" 73° 55' 38" 73° 55' 00" 73° 53' 42" 73° 51' 08" 73° 51' 30" 73° 48' 00" 73° 47' 32" 73° 46' 26" 73° 41' 37" 73° 38' 08" 73° 33' 50" 73° 32' 58"	Anse au Sable (Ile Perrot) St-Anne de Bellevue Baie d'URFE Grande Anse(Ile Perrot) Pte à Fourneau Beaconsfield (sud) Pointe Claire (Est) Baie de Valois Dorval Lachine (près du canal) Lasalle Ile des Soeurs (sud) Pte St-Charles
4	2.8 5.5 9.0 12.0 14.8 17.5	45° 41' 35" 45° 39' 37" 45° 38' 07" 45° 35' 36" 45° 33' 23" 45° 32' 10"	73° 31' 50" 73° 34' 17" 73° 37' 08" 73° 38' 46" 73° 40' 16" 73° 43' 24"	Ile du Moulin (nord) St-François St-Vincent de Paul (nord) Duvernay (nord) Ahuntsic Cartierville

SECTEUR	STATIONS	COORDONNEES		SITES
		LATITUDE	LONGITUDE	
4 (suite)	22.5 29.7	45° 31' 00" 45° 28' 00"	73° 48' 00" 73° 54' 04"	Roxboro Pierrefonds
5	2.5 7.2 10.7 14.7 18.0 21.5 24.0	45° 42' 00" 45° 41' 25" 45° 40' 42" 45° 39' 50" 45° 37' 42" 45° 35' 30" 45° 34' 00"	73° 31' 45" 73° 37' 26" 73° 42' 25" 73° 45' 06" 73° 47' 08" 73° 49' 45" 73° 51' 33"	Lachenaie (est) Terrebonne Dargenson Bois-des Filion Ste-Rose (nord) Fabreville (nord) St-Eustache (est)
6A	150.0 160.5 169.1 174.1 175.5 177.3 178.5 180.0 184.2 189.7 193.0 200.2 202.5	45° 24' 46" 45° 30' 26" 45° 37' 16" 45° 41' 09" 45° 42' 21" 45° 43' 21" 45° 44' 39" 45° 45' 26" 45° 48' 20" 45° 51' 28" 45° 54' 54" 46° 01' 11" 46° 02' 08"	73° 35' 10" 73° 31' 53" 73° 27' 34" 73° 26' 47" 73° 26' 56" 73° 25' 35" 73° 24' 48" 73° 23' 47" 73° 19' 56" 73° 14' 38" 73° 13' 08" 73° 10' 04" 73° 10' 00"	Ile au Diable (Lasalle) St-Lambert Boucherville Varenes Repentigny (Sud-est) Cap St-Michel Ile Beauregard (pointe sud) Verchères (ouest) St-Antoine (ouest) Contrecoeur Ile St-Ours Lisieux (nord) Tracy (voie-Bouée IMB)
6B	161.2 162.2 164.5 165.9 167.0	45° 30' 48" 45° 31' 32" 45° 33' 24" 45° 34' 28" 45° 35' 20"	73° 32' 47" 73° 32' 25" 73° 31' 10" 73° 30' 33" 73° 29' 36"	Pte du Havre (Ouest) Ile Ste-Hélène Longueuil (Nord) Sud de Longue Pointe Face à l'île Charron

SECTEUR	STATIONS	COORDONNEES		SITES
		LATITUDE	LONGITUDE	
6B	168.7	45° 36' 57"	73° 29' 52"	Pointe-aux-Trembles
	173.1	45° 40' 36"	73° 29' 22"	Ile Ste-Thérèse
	175.2	45° 42' 04"	73° 28' 25"	Charlemagne
	176.0	45° 43' 05"	73° 27' 39"	Ile au Bois-Blanc
	176.5	45° 43' 05"	73° 27' 06"	Repentigny (Ile St-Laurent)
	190.0	45° 53' 08"	73° 16' 08"	Lavaltrie
	197.1	45° 57' 44"	73° 12' 47"	Lanoraie
7A	205.5	46° 03' 04"	73° 06' 05"	Sorel
	219.3	46° 10' 14"	72° 53' 18"	Notre-Dame de Pierreville
	225.6	46° 12' 34"	72° 46' 27"	Large de Longue Pointe
	228.3	46° 10' 25"	72° 44' 55"	Près de Longue Pointe (Baieville)
	228.8	46° 12' 49"	72° 42' 51"	face au Sanctuaire (Baieville)
	233.0	46° 12' 54"	72° 39' 28"	Sanctuaire (ouest de Nicolet)
7B	203.0	46° 03' 02"	73° 10' 22"	Ile du Milieu
	209.8	46° 06' 48"	73° 04' 28"	Ile aux Ours
	210.5	46° 04' 14"	73° 08' 12"	St-Ignace de Loyola
	210.9	46° 05' 21"	73° 08' 52"	Isle-Dupas
	211.9	46° 07' 09"	73° 00' 00"	Maskinongé (au large)
	219.5	46° 12' 48"	72° 54' 10"	Louiseville (au large)
	225.7	46° 15' 09"	72° 49' 00"	Près de Pointe Yamachiche
	225.9	46° 15' 41"	72° 48' 02"	Face à Yamachiche
	231.9	46° 16' 34"	72° 42' 51"	à l'ouest de Pointe-du-Lac
	232.0	46° 16' 49"	72° 41' 00"	Pointe-du-Lac
	233.4	46° 16' 49"	72° 38' 41"	à l'est de Pointe-du-Lac
	235.0	46° 17' 32"	72° 36' 31"	Trois-Rivières (ouest)

SECTEUR	STATIONS	COORDONNEES		SITES
		LATITUDE	LONGITUDE	
8A	242.0	46° 21' 09"	72° 30' 28"	Larochelle (voie-bouée 49C)
	250.2	46° 24' 13"	72° 22' 25"	Rivière Gentilly
	252.2	46° 23' 57"	72° 21' 27"	Gentilly
	252.9	46° 24' 29"	72° 20' 43"	Pointe aux Roches
	268.3	46° 33' 41"	72° 06' 51"	Deschailions
	272.3	46° 34' 49"	72° 01' 47"	Grondines (voie-bouée 71Q)
	273.6	46° 34' 29"	72° 00' 23"	Leclercville
	288.0	46° 37' 50"	71° 45' 23"	Ste Croix de Lotbinière
298.0	46° 40' 08"	71° 34' 14"	St-Antoine de Tilly	
8B	243.0	46° 21' 44"	72° 30' 19"	Cap-de-la-Madeleine
	245.2	46° 23' 09"	72° 28' 10"	Red Mill
	249.5	46° 24' 42"	72° 23' 43"	Pte à Bigot (ouest)
	253.0	46° 26' 19"	72° 20' 43"	Champlain
	266.1	46° 33' 58"	72° 09' 33"	A l'est de la Pérade
	271.5	46° 35' 03"	72° 02' 20"	Grondines
	282.0	46° 40' 58"	71° 52' 51"	Portneuf
	297.8	46° 41' 44"	71° 34' 32"	Pointe aux Trembles
9	311.8	46° 44' 22"	71° 19' 20"	Cap Rouge (voie maritime)
	315.3	46° 45' 54"	71° 14' 14"	St-Romuald
	317.2	46° 47' 57"	71° 12' 35"	Plaines d'Abraham
	318.2	46° 49' 33"	71° 12' 03"	Quai près du Bassin Louise
	318.5	46° 49' 32"	71° 11' 40"	Rivière St-Charles

## 2 - Période d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons s'est fait mensuellement de juin à septembre inclusivement, sauf deux prélèvements qui ont été faits en août. Le tableau A-3 donne les dates de prélèvement pour les tributaires et les berges de même que les paramètres biologiques qui ont été analysés, P se référant à la mesure de la biomasse phytoplanctonique et de la diversité phytoplantonique ainsi qu'à la détermination des associations phytoplanctoniques, et C à la mesure de la biomasse chlorophyllienne.



TABLEAU A-3

Dates de prélèvement des stations et  
paramètres biologiques analysés en 1976

<u>Période</u>	<u>juin</u>	<u>juillet</u>	<u>(Début)</u> <u>août</u>	<u>(Fin)</u> <u>août</u>	<u>Septembre</u>
Date	7	4,5	2	----	6
Tributaires	P et C	C	P et C	----	C
Date	15,16,17	13,25,26	2,9,11	23,24	20,21,23
Berges et voie maritime	P et C	C	P et C	C	C

P= Phytoplancton

C= Chlorophylle



### 3 - Techniques utilisées

Les techniques utilisées en 1976 étant identiques, la description qui suit n'est en fait qu'un rappel de l'Annexe du rapport de 1975.

#### 3.1 - Prélèvement des échantillons

Contrairement à 1975, la méthode de prélèvement utilisée en 1976 fut la même durant toute la période d'étude : un échantillon d'eau fut pris à un mètre de la surface à l'aide d'un échantillonneur métallique

Selon la méthode utilisée en 1975, nous avons récupéré de cet échantillon d'eau deux sous-échantillons:

- 250 ml auxquels furent additionnés 2.5 ml de lugol, un fixateur et préservatif. L'analyse de cette fraction au microscope inversé a servi à l'identification des espèces d'algues, aux mesures biovolumétriques conduisant à la biomasse et au calcul de l'indice de diversité.
- 250 ml à 1 litre sans aucune addition de quelque sorte. L'analyse de ce sous-échantillon par fluorimétrie a permis de déterminer la concentration en chlorophylle de l'échantillon.

#### 3.2 - Biomasse phytoplanctonique : analyse biovolumétrique

Suivant la technique d'Utermöhl (Lund et coll., 1958), le phytoplancton de 50 ml du premier sous-échantillon sédimente d'abord pendant 30 heures environ dans une chambre de 25 mm de diamètre.

Ensuite l'échantillon est examiné au microscope. L'instrument est un microscope inversé Wild-40 muni d'un système de micro-mesure Wild-Tesa. Un transect longeant le diamètre de la chambre de sédimentation, mesurant 25 mm de longueur et 500  $\mu$  de largeur à 280 X, définit la surface d'examen. Généralement, l'examen d'un seul de ces transects suffit à dénombrer un minimum d'environ 400 spécimens ou individus, accordant ainsi un pourcentage d'erreur de  $\pm 10\%$  (Lund et coll., 1958). Pour chaque espèce "i" rencontrée sur la surface d'examen, le nombre de cellules est évalué. Ce nombre de cellules par transect est ensuite converti en nombre de cellules par ml (mli).

Le biovolume spécifique (bvi) ou biovolume moyen de la cellule-type d'une espèce s'estime par le calcul du volume de 24 individus ou plus, chez les espèces régulièrement rencontrées et ce à partir de la forme géométrique représentant au mieux la cellule-type. Le biovolume total de l'espèce (BVi) s'obtient en multipliant le biovolume spécifique par le nombre de cellules par ml. La densité du cytoplasme de l'algue s'approchant de 1 (Hutchinson, 1967), le biovolume total de l'espèce se transforme en biomasse totale pour cette même espèce (BMi). La biomasse totale de l'échantillon (BMT) provient de la somme des biomasses totales de chaque espèce de l'échantillon.

Ainsi, pour un échantillon de "i" espèces

$$BMT = \Sigma BMi$$

où  $BMi = BVi/1000 = bvi \times mli/1000$   
 pour  $i = 1, 2, 3, \dots, i$  ième espèce

$$\begin{aligned} \text{unités : bvi et BVi} &= \mu^3/\text{ml} \\ \text{BMT et BMi} &= \text{mg}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

Cette technique biovolumétrique du phytoplancton s'apparente, dans son ensemble, à celle utilisée par les chercheurs du CCIW, Burlington (Canada Centre for Inland Waters) (Munawar et Munawar, 1976) et ceux du Freshwater Institute, Winnipeg (Kling et Holmgren, 1972). Elle s'avère être une excellente méthode d'estimation de la biomasse phytoplanctonique de plus en plus employée en Amérique du Nord et en Europe.

### 3.3 - Diversité phytoplanctonique (Shannon) : calcul de l'indice de diversité

La base mathématique employée pour le calcul de l'indice de diversité se réfère à la fonction de Shannon (Hutchinson, 1967), où dans un échantillon donné de  $i$  espèces, comptant chacune  $n_i$  individus ou spécimens et de  $N$  individus ou spécimens au total pour l'échantillon, la diversité se lit comme suit :

$$\text{Diversité} = D = -\sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Cette formule détermine donc une diversité relative pour chaque espèce de l'échantillon.

$$d_i = \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

c'est-à-dire, une diversité spécifique ( $d_i$ ), fonction du rapport entre le nombre d'individus de l'espèce et le nombre total d'individus de l'échantillon, soit :

$$\text{rapport} = \frac{n_i}{N}$$

La diversité totale de l'échantillon vient donc de la valeur absolue de la somme des diversités spécifiques ( $d_i$ ).

#### 3.4 - Concentration en chlorophylle : analyse par fluorimétrie

L'analyse de la chlorophylle phytoplanctonique par fluorimétrie nécessite trois étapes : la filtration, l'extraction et la mesure fluorimétrique. Cette technique décrite par Strickland et Parsons (1972) a quelque peu été modifiée afin d'accélérer la procédure d'analyse.

Dans un premier temps, 125 à 250 ml d'eau du deuxième sous-échantillon sont filtrés afin de séparer les algues de l'échantillon.

En deuxième lieu, la chlorophylle contenue dans les algues déposés sur le filtre est extraite au moyen d'un solvant, l'acétone. Afin d'en faciliter l'extraction, le filtre est d'abord plongé dans l'acétone puis sonifié (ultrasons) durant une dizaine de minutes : cette sonification brise les cellules, libérant leur chlorophylle dans l'acétone et démantèle le filtre.

Finalement, la solution acétone-chlorophylle subit une seconde

filtration, la débarrassant des résidus du filtre en suspension : la teneur en chlorophylle du filtrat est mesurée au fluorimètre Turner, modèle III. Les unités de lecture du fluorimètre sont convertis en  $\text{mg/m}^3$  de chlorophylle au moyen de cette équation :

$$\text{chlorophylle} = C = F \times \text{V.F.} \times \frac{V_2}{V_1}$$

où F = facteur de calibration

V.F. = nombre d'unités de lecture au fluorimètre

V1 = volume d'eau filtrée

V2 = volume d'acétone d'extraction

Le facteur "F" est, en quelque sorte, une constante permettant de calibrer le fluorimètre, i.e., d'évaluer la concentration de chlorophylle pour une unité de lecture au fluorimètre. Il s'obtient en déterminant d'abord la concentration en chlorophylle d'une solution-mère par spectrophotométrie habituelle (Strickland et Parson, 1972). Cette solution-mère est ensuite lue au fluorimètre et le rapport de la concentration mesurée au spectrophotomètre sur le nombre d'unités obtenues au fluorimètre pour cette même concentration nous donne la concentration de chlorophylle par unité de lecture fluorimétrique :

$$F = \frac{\text{Concentration de chlorophylle connue (spectrophotomètre)}}{\text{Nombre d'unités de lecture (fluorimètre)}}$$



ANNEXE B

TABLEAUX ET FIGURES



Dans l'Annexe B, on trouvera l'ensemble des résultats pour chacune des stations des paramètres biologiques. Viennent ensuite les figures illustrant les relations chlorophylle-phosphore pour les diverses classes d'inhibition ainsi que les profils des genres suivis d'une liste des principales espèces d'algues.

Les tableaux B-1, B-2 et B-3 donnent respectivement les statistiques annuelles de chlorophylle, de biomasse et de diversité pour chacune des stations, N désignant le nombre de prélèvements analysés, MOY la moyenne annuelle, S l'écart-type, CV le coefficient de variation de l'écart-type par rapport à la moyenne, MIN la valeur minimale et MAX la valeur minimale observée.

Dans les tableaux B-4, B-5, B-6 on trouve les statistiques sectorielles de la chlorophylle, la biomasse et la diversité pour chaque mois d'échantillonnage. De haut en bas, le premier chiffre désigne le nombre d'échantillonnage analysé, le deuxième la moyenne, le troisième l'écart-type et le dernier le coefficient de variation. Ces tableaux nous fournissent en même temps les statistiques de l'ensemble des secteurs par mois et les statistiques annuelles par secteur.

Une liste des principales espèces d'algues rencontrées lors de cette étude a été ajoutée (Tableau B-7) avec le niveau trophique auquel elles appartiennent. Finalement, le tableau B-8 rassemble les indices d'inhibition de la production phytoplanctonique par les facteurs physiques et ce pour les stations de berges et de la Voie Maritime.

Les figures B-1 à B-9 inclusivement illustrent les relations chlorophylle-phosphore pour les classes d'inhibition par les facteurs physiques de 0 à 9.

Viennent ensuite les 9 figures (B-10 à B-18) de profils des divers genres d'algues rencontrés en juin et début d'août aussi bien dans les tributaires qu'au niveau des berges et de la Voie Maritime. On y illustre la distribution des principaux genres selon leur pourcentage de la biomasse totale. L'importance jouée par tel ou tel genre d'algue est indiquée suivant la légende du coin supérieur gauche qui donne une échelle de proportions. Au bas des figures, on trouvera un diagramme illustrant la biomasse et diversité pour chacune des stations signalées, la biomasse étant indiquée par un rectangle et la diversité par un trait.

Tableau B-1

STATISTIQUES ANNUELLES/STATION  
PARAMETRES : CHLOROPHYLLE

NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX
1	-1.0	4	15.75	8.91	56	8.33	28.56	53	115.3	5	5.03	3.73	75	2.03	10.71	105	161.2	5	4.39	4.05	92	1.40	11.39
2	-2.0	4	11.43	13.30	118	6.19	30.66	54	115.7	5	2.58	2.09	81	0.84	6.12	106	162.2	4	2.00	0.72	24	2.37	3.81
3	-3.0	4	6.60	5.27	80	2.40	14.17	55	116.3	5	5.10	2.25	44	2.12	7.58	107	164.5	5	3.97	4.35	110	1.31	11.68
4	-4.0	4	4.09	3.05	75	1.34	8.33	56	117.2	4	6.65	4.64	77	1.06	10.93	108	165.9	5	4.67	4.52	97	1.81	12.59
5	-5.0	4	16.44	22.79	135	1.87	58.45	57	117.5	4	7.84	4.31	55	2.59	11.95	109	167.0	4	5.65	5.30	94	1.47	13.36
6	-6.0	4	39.74	51.98	131	3.40	113.44	58	121.0	4	6.59	4.88	74	0.88	12.77	110	168.7	4	4.68	4.30	104	1.90	11.90
7	-7.0	4	16.82	12.95	77	6.18	34.15	59	126.7	5	6.32	3.44	54	2.19	11.33	111	173.1	5	5.42	5.08	94	1.37	12.58
8	-8.0	4	9.19	12.46	135	1.87	27.81	60	138.6	3	6.67	5.30	79	2.53	12.64	112	175.2	4	6.33	4.98	73	2.59	12.36
9	-9.0	4	5.78	6.37	116	1.25	15.17	61	139.4	4	4.40	4.51	103	1.50	11.11	113	176.0	5	5.32	6.97	131	1.53	17.76
10	-10.0	4	26.14	9.67	37	12.55	35.40	62	141.1	5	4.48	3.52	78	1.94	10.52	114	176.5	5	4.54	3.43	75	1.55	10.11
11	-11.0	4	12.27	12.96	106	3.15	31.34	63	143.8	4	5.48	3.71	68	2.72	10.93	115	180.0	5	4.88	4.30	99	1.72	12.33
12	-12.0	4	13.01	14.32	114	4.13	35.15	64	138.5	3	6.81	5.37	79	2.05	15.76	116	187.1	5	5.25	4.31	82	2.47	12.99
13	-13.0	4	58.58	99.05	189	6.45	207.42	65	131.0	5	5.04	2.76	47	1.37	8.90	117	205.5	4	5.72	5.27	92	2.05	13.52
14	-14.0	4	3.58	2.78	79	3.55	6.81	66	132.1	5	4.66	2.72	58	2.47	9.40	118	219.3	2	9.55	5.25	59	5.84	13.27
15	-15.0	4	3.42	3.04	39	1.12	7.38	67	132.9	5	9.63	10.18	105	1.66	21.79	119	225.6	2	6.34	5.87	90	2.31	16.26
16	-16.0	4	4.97	2.52	51	1.27	7.34	68	135.7	5	4.87	5.06	104	2.00	13.00	120	233.3	2	13.71	14.66	107	3.34	24.07
17	-17.0	4	9.01	6.35	71	2.90	16.45	69	137.3	5	4.26	4.97	116	0.97	13.05	121	223.0	2	8.82	5.12	64	4.40	11.64
18	-18.0	4	10.58	10.51	90	2.59	25.97	70	139.0	5	5.31	5.89	111	1.34	15.42	122	233.0	2	18.19	23.64	130	1.47	34.90
19	-19.0	4	3.31	1.34	41	1.59	4.62	71	140.0	4	3.23	1.11	34	2.25	4.71	123	203.0	5	6.22	5.19	83	3.34	15.43
20	-20.0	4	6.61	1.24	19	5.15	8.09	72	141.3	5	4.03	3.93	93	1.87	11.02	124	209.6	2	3.19	0.30	10	2.97	3.40
21	-21.0	4	3.18	2.40	75	1.28	6.68	73	144.9	4	3.33	3.20	84	1.56	8.58	125	210.5	4	7.24	5.91	82	2.75	15.67
22	-22.0	4	4.68	5.12	109	1.47	12.30	74	148.2	4	4.49	3.73	83	1.72	9.86	126	210.9	4	6.92	6.13	89	3.12	15.03
23	-23.0	4	9.29	13.25	143	1.31	29.13	75	152.0	2	1.94	0.13	7	1.84	2.63	127	211.9	4	5.35	5.95	111	2.19	14.27
24	-24.0	4	2.61	1.92	74	1.39	5.37	76	154.0	3	4.81	5.40	112	1.19	11.02	128	219.5	3	6.66	7.31	111	1.87	15.02
25	-25.0	4	5.25	4.68	89	2.34	12.21	77	2.8	5	2.35	1.73	73	1.12	5.15	129	225.7	3	9.74	12.45	128	1.55	24.07
26	-26.0	4	2.72	0.68	25	2.12	3.47	78	5.5	5	2.36	1.62	70	0.91	4.59	130	225.9	3	6.77	8.39	124	1.47	16.45
27	-27.0	4	6.63	4.20	63	3.08	11.54	79	9.0	5	2.53	1.41	56	1.22	4.71	131	231.9	3	7.73	8.92	115	2.16	18.01
28	-28.0	4	9.83	4.85	49	4.43	18.11	80	12.0	5	2.25	1.21	54	1.06	4.25	132	232.0	4	27.21	18.95	70	1.22	46.64
29	-29.0	4	6.74	4.04	60	2.65	12.24	81	14.3	5	3.36	3.15	94	1.28	8.90	133	233.4	4	21.85	14.96	68	0.84	20.81
30	-30.0	4	4.20	1.97	47	2.56	8.99	82	17.5	4	1.93	1.45	75	1.08	4.09	134	235.0	4	10.57	9.06	86	2.28	23.26
31	-31.0	4	1.62	1.28	72	0.59	3.47	83	22.5	5	1.99	1.13	57	0.94	3.50	135	242.0	4	8.61	5.79	66	3.84	16.30
32	-32.0	3	3.06	1.35	44	2.22	4.62	84	29.7	5	2.70	0.97	36	1.44	3.81	136	250.2	5	6.17	4.86	79	2.43	14.30
33	2.1	5	7.11	7.47	105	2.19	20.17	85	2.5	5	4.07	4.62	114	1.03	12.05	137	252.2	5	6.95	4.99	72	3.81	15.09
34	4.7	5	7.92	9.54	120	2.15	24.32	86	7.2	5	5.09	2.73	55	2.47	8.30	138	252.9	5	4.58	4.72	104	1.69	12.29
35	6.0	5	16.33	12.59	77	2.65	35.59	87	10.7	5	3.21	2.34	73	0.94	7.18	139	263.3	5	5.57	6.57	118	1.94	17.29
36	8.9	5	8.38	8.61	103	1.53	23.07	88	14.7	4	2.76	1.31	48	1.16	4.37	140	272.3	5	6.13	5.57	91	3.21	16.08
37	10.0	4	4.89	3.51	72	1.90	9.93	89	13.9	3	2.52	0.17	7	2.34	2.68	141	273.5	5	8.93	12.93	144	2.78	31.87
38	10.1	5	7.71	5.12	66	4.43	16.39	90	21.5	5	3.07	1.84	60	1.90	6.27	142	288.0	5	6.12	3.67	60	3.34	12.46
39	13.8	5	6.38	1.89	38	3.96	3.02	91	24.0	5	9.02	6.94	77	2.37	18.98	143	298.0	5	8.96	6.90	85	3.25	13.48
40	14.9	5	7.51	6.35	85	3.93	18.82	92	150.0	4	5.43	5.43	100	2.25	13.52	144	243.0	4	2.98	1.72	58	1.23	5.12
41	17.5	3	2.03	0.73	36	1.37	2.81	93	160.5	4	4.84	3.12	64	2.15	9.30	145	245.2	4	5.76	6.39	111	2.06	15.30
42	18.0	4	2.75	1.25	46	1.94	4.62	94	169.1	5	4.70	4.23	91	1.31	11.99	146	249.5	5	6.11	4.73	77	2.15	13.95
43	94.7	5	4.30	3.20	74	1.59	9.71	95	174.1	4	4.47	5.22	117	1.78	12.30	147	253.0	5	5.90	5.69	96	2.90	16.05
44	95.0	5	3.46	3.12	90	0.53	7.59	96	175.5	5	1.99	4.43	90	1.40	12.46	148	266.1	5	5.72	5.45	95	1.75	15.05
45	97.0	3	4.13	0.45	11	3.81	4.65	97	177.3	4	5.86	6.56	115	1.72	15.76	149	271.5	5	4.59	4.90	104	1.65	13.24
46	98.5	5	2.89	1.72	59	1.12	4.96	98	178.5	5	5.59	5.08	89	2.58	14.70	150	282.0	5	7.47	8.60	115	2.62	22.32
47	102.7	3	5.11	4.27	84	1.81	9.93	99	180.0	4	3.15	0.45	14	2.72	3.62	151	297.8	5	3.47	2.23	64	2.22	7.43
48	104.2	4	1.65	1.67	101	3.53	4.12	100	184.2	5	4.99	5.00	100	2.47	13.92	152	311.8	5	8.17	7.56	92	3.65	21.63
49	104.4	5	4.95	3.47	70	2.47	10.61	101	189.7	5	4.97	5.92	119	1.37	15.48	153	315.3	5	7.60	6.99	92	2.59	19.73
50	112.2	5	2.55	1.44	56	0.69	4.65	102	193.0	5	6.02	4.39	73	3.03	13.27	154	317.2	5	6.79	5.85	86	3.09	16.96
51	112.4	5	3.44	2.68	78	1.75	8.18	103	200.2	3	3.01	1.09	36	2.19	4.25	155	318.2	4	3.46	0.77	22	2.90	4.56
52	114.8	5	2.86	1.65	58	1.47	5.24	104	202.5	5	5.62	4.51	80	2.87	13.64	156	318.5	5	7.00	4.14	59	4.12	14.11

Tableau B-2

STATISTIQUES ANNUELLES/STATION  
PARAMETRES : BIOMASSE

NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX
1	-1.0	2	568	33	6	545	591	53	115.3	1	188	0	0	0	0	105	161.2	2	280	92	32	223	353
2	-2.0	2	538	156	29	427	648	54	115.7	0	0	0	0	0	0	106	162.2	0	0	0	0	0	0
3	-3.0	2	423	287	68	220	626	55	116.3	2	456	291	64	250	662	107	164.5	1	157	0	0	0	0
4	-4.0	2	257	17	7	245	269	56	117.2	2	553	366	66	294	812	108	165.9	2	260	135	52	164	355
5	-5.0	2	1286	1541	120	196	2375	57	117.5	2	305	60	20	262	347	109	167.0	1	146	0	0	0	0
6	-6.0	2	6621	6435	97	2070	11171	58	121.0	2	604	224	37	445	762	110	168.7	2	570	525	92	199	941
7	-7.0	2	797	223	28	639	955	59	125.7	1	404	0	0	0	0	111	173.1	0	0	0	0	0	0
8	-8.0	2	662	201	42	463	860	60	138.6	2	314	136	43	216	410	112	175.2	1	208	0	0	0	0
9	-9.0	2	404	303	75	190	618	61	139.4	1	319	0	0	0	0	113	176.0	2	178	13	7	169	187
10	-10.0	2	506	432	95	165	847	62	141.1	2	221	122	55	134	307	114	176.5	2	406	366	90	147	664
11	-11.0	2	1897	78	4	1842	1952	63	143.8	1	370	0	0	0	0	115	190.0	2	410	261	64	225	594
12	-12.0	2	1561	303	19	1347	1775	64	130.5	2	284	45	16	252	316	116	197.1	1	339	0	0	0	0
13	-13.0	2	3093	3630	117	526	5659	65	131.0	2	336	363	108	79	593	117	205.5	1	194	0	0	0	0
14	-14.0	2	112	6	5	108	116	66	132.1	2	153	49	32	113	187	118	219.3	2	361	326	90	130	591
15	-15.0	2	278	199	72	137	419	67	132.9	2	675	614	91	241	1109	119	225.6	2	390	391	100	113	666
16	-16.0	2	424	279	66	227	621	68	135.7	2	365	358	90	112	618	120	228.3	2	874	986	113	176	1571
17	-17.0	2	1658	1061	64	908	2403	69	137.3	2	306	35	12	281	331	121	228.8	1	722	0	0	0	0
18	-19.0	2	255	199	78	114	396	70	139.0	2	257	224	87	98	415	122	233.0	1	140	0	0	0	0
19	-19.0	2	491	108	22	414	567	71	140.0	1	152	0	0	0	0	123	203.0	1	454	0	0	0	0
20	-20.0	2	1579	241	15	1408	1749	72	141.3	2	423	146	34	320	526	124	209.8	2	579	339	59	339	819
21	-21.0	2	194	156	80	84	304	73	144.9	2	354	194	55	217	491	125	210.5	2	474	139	29	376	572
22	-22.0	2	250	42	17	220	280	74	148.2	2	701	42	6	671	731	126	210.9	2	545	120	22	460	630
23	-23.0	2	128	23	18	112	144	75	152.0	2	381	245	64	207	554	127	211.9	1	338	0	0	0	0
24	-24.0	2	160	61	36	126	212	76	154.0	1	185	0	0	0	0	128	219.5	2	757	756	100	222	1201
25	-25.0	2	226	112	49	147	305	77	2.8	2	134	13	10	124	143	129	225.7	2	449	332	74	214	664
26	-25.0	2	139	12	9	130	147	78	5.5	0	0	0	0	0	0	130	225.9	2	574	494	86	224	623
27	-27.0	2	1890	1246	74	809	2571	79	9.0	1	217	0	0	0	0	131	231.9	1	403	0	0	0	0
28	-28.0	2	1074	331	31	840	1308	80	12.0	0	0	0	0	0	0	132	232.0	2	3039	2391	79	1348	4729
29	-29.0	0	0	0	0	0	0	81	14.8	1	187	0	0	0	0	133	233.4	2	1165	731	63	648	1682
30	-30.0	2	649	131	20	556	741	82	17.5	0	0	0	0	0	0	134	235.0	1	851	0	0	0	0
31	-31.0	2	59	7	12	54	64	83	22.5	1	74	0	0	0	0	135	242.0	2	492	395	80	212	771
32	-32.0	1	337	0	0	0	0	84	29.7	1	202	0	0	0	0	136	250.2	2	682	173	25	560	004
33	2.1	2	829	841	102	234	1424	85	2.5	2	256	153	60	147	364	137	252.2	1	737	0	0	0	0
34	4.7	1	3597	0	0	0	0	86	7.2	0	0	0	0	0	0	138	252.9	1	233	0	0	0	0
35	9.0	1	823	0	0	0	0	87	10.7	0	0	0	0	0	0	139	268.3	2	756	598	78	343	1100
36	3.9	2	833	345	39	639	1127	88	14.7	1	437	0	0	0	0	140	272.3	2	621	494	80	271	970
37	10.0	1	272	0	0	0	0	89	18.0	1	400	0	0	0	0	141	273.0	2	845	796	94	282	1408
38	10.1	1	717	0	0	0	0	90	21.5	1	436	0	0	0	0	142	288.0	2	605	493	82	253	957
39	13.3	2	299	127	42	209	388	91	24.0	1	2226	0	0	0	0	143	290.0	1	395	0	0	0	0
40	14.9	0	0	0	0	0	0	92	150.0	2	537	511	95	175	998	144	243.0	2	385	414	108	92	677
41	17.5	0	0	0	0	0	0	93	160.5	1	697	0	0	0	0	145	245.2	2	765	380	50	406	1033
42	13.0	1	220	0	0	0	0	94	169.1	2	477	535	112	99	855	146	249.5	2	690	28	4	660	691
43	94.7	2	481	380	79	212	750	95	174.1	1	151	0	0	0	0	147	253.0	1	692	0	0	0	0
44	95.0	1	136	0	0	0	0	96	175.5	0	0	0	0	0	0	148	266.1	0	0	0	0	0	0
45	97.0	2	602	472	78	263	936	97	177.3	2	431	409	95	142	720	149	271.5	1	219	0	0	0	0
46	98.5	2	107	71	66	57	157	98	178.5	0	0	0	0	0	0	150	282.0	2	1133	476	42	795	1469
47	103.7	2	572	376	66	306	833	99	180.0	2	650	745	115	123	1176	151	297.8	2	200	54	27	162	230
48	104.2	1	177	0	0	0	0	100	184.2	2	494	498	101	142	846	152	311.8	2	1230	104	8	1206	1353
49	104.4	1	238	0	0	0	0	101	189.7	1	209	0	0	0	0	153	315.3	2	740	383	52	409	1010
50	112.2	0	0	0	0	0	0	102	193.0	2	534	533	100	157	911	154	317.2	1	400	0	0	0	0
51	112.4	2	461	232	50	297	625	103	200.2	1	207	0	0	0	0	155	318.2	1	200	0	0	0	0
52	114.8	2	348	370	106	86	609	104	202.5	2	618	557	90	224	1012	156	318.5	2	623	426	68	321	524

Tableau B-3

STATISTIQUES ANNUELLES/STATION  
PARAMETRES : DIVERSITE-SHANNON

NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX	NO	STAT.	N	MOY.	S	CV	MIN	MAX
1	-1.0	2	2.09	0.90	43	1.45	2.72	53	115.3	1	2.62	0.00	0	0.00	0.00	105	161.2	2	2.01	0.35	12	2.66	2.16
2	-2.0	2	2.67	0.40	15	2.39	2.95	54	115.7	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	106	162.2	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3	-3.0	2	2.60	2.15	83	1.08	4.12	55	116.3	2	2.35	0.20	8	2.21	2.49	107	164.5	1	3.34	0.00	0	0.00	0.00
4	-4.0	2	3.03	1.08	36	2.26	3.79	56	117.2	2	2.12	0.04	2	2.09	2.14	108	165.9	2	2.51	0.08	3	2.45	2.57
5	-5.0	2	3.46	0.95	27	2.79	4.13	57	117.5	2	2.44	1.46	60	1.41	3.47	109	167.0	1	2.51	0.00	0	0.00	0.00
6	-6.0	2	0.89	0.39	44	0.61	1.16	58	121.0	2	2.37	0.33	11	2.64	3.10	110	168.7	2	3.38	0.33	25	2.79	3.97
7	-7.0	2	2.00	1.02	51	1.28	2.72	59	126.7	1	2.52	0.00	0	0.00	0.00	111	173.1	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
8	-8.0	2	3.44	1.10	32	2.66	4.21	60	138.6	2	2.48	0.13	5	2.38	2.57	112	175.2	1	2.40	0.00	0	0.00	0.00
9	-9.0	2	3.39	1.44	43	2.37	4.41	61	139.4	1	1.70	0.00	0	0.00	0.00	113	176.0	2	3.54	1.34	38	2.59	4.49
10	-10.0	2	2.13	0.15	7	2.02	2.23	62	141.1	2	2.61	0.27	10	2.42	2.80	114	176.5	2	2.76	0.55	20	2.37	3.15
11	-11.0	2	2.67	1.24	46	1.79	3.54	63	143.8	1	1.03	0.00	0	0.00	0.00	115	190.0	2	3.28	0.40	12	2.99	3.56
12	-12.0	2	1.91	0.43	25	1.57	2.25	64	130.5	2	3.04	0.31	27	2.47	3.61	116	197.1	1	2.29	0.00	0	0.00	0.00
13	-13.0	2	2.45	0.33	13	2.22	2.60	65	131.0	2	3.49	1.31	39	2.47	4.32	117	205.5	1	2.67	0.00	0	0.00	0.00
14	-14.0	2	3.34	0.66	20	2.37	3.81	66	132.1	2	2.21	0.31	37	1.63	2.78	118	219.3	2	2.30	0.37	13	2.53	3.05
15	-15.0	2	3.09	0.37	12	2.83	3.35	67	132.9	2	1.81	0.31	45	1.24	2.38	119	225.6	2	1.75	1.34	77	0.30	2.70
16	-16.0	2	2.19	1.22	56	1.32	3.05	68	135.7	2	2.10	0.33	15	1.87	2.33	120	223.3	2	3.52	1.29	37	2.61	4.43
17	-17.0	2	2.72	0.90	33	2.08	3.35	69	137.3	2	2.46	0.00	0	2.46	2.46	121	228.8	1	1.37	0.00	0	0.00	0.00
18	-18.0	2	1.88	0.69	37	1.39	2.37	70	139.0	2	2.96	0.95	32	2.28	3.63	122	233.0	1	1.31	0.00	0	0.00	0.00
19	-19.0	2	1.72	0.30	17	1.51	1.93	71	140.0	1	2.61	0.00	0	0.00	0.00	123	203.0	1	2.94	0.00	0	0.00	0.00
20	-20.0	2	1.43	0.14	10	1.33	1.53	72	141.3	2	1.75	0.94	48	1.15	2.34	124	209.8	2	2.42	0.91	37	1.78	3.05
21	-21.0	2	3.16	0.70	22	2.66	3.65	73	144.9	2	3.42	0.71	21	2.91	3.92	125	210.5	2	3.20	0.97	30	2.81	3.08
22	-22.0	2	3.09	2.10	68	1.60	4.57	74	148.2	2	2.52	0.32	13	2.29	2.74	126	210.9	2	3.22	1.24	36	2.34	4.00
23	-23.0	2	2.38	1.80	75	1.10	3.65	75	152.0	2	3.27	0.71	22	2.77	3.77	127	211.9	1	2.64	0.00	0	0.00	0.00
24	-24.0	2	3.16	1.83	59	1.86	4.45	76	154.0	1	2.50	0.00	0	0.00	0.00	128	219.5	2	2.48	0.20	8	2.34	2.62
25	-25.0	2	2.98	2.01	67	1.56	4.40	77	2.8	2	3.59	1.57	44	2.43	4.70	129	225.7	2	3.77	1.77	47	2.51	5.02
26	-26.0	2	2.87	1.89	66	1.53	4.20	78	5.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	130	225.9	2	2.60	0.47	18	2.26	2.93
27	-27.0	2	2.04	0.92	45	1.39	2.69	79	9.0	1	1.93	0.00	0	0.00	0.00	131	231.9	1	2.04	0.00	0	0.00	0.00
28	-28.0	2	0.98	0.52	53	0.61	1.34	80	12.0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	132	232.0	2	2.67	2.80	107	0.64	4.69
29	-29.0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	81	14.3	1	2.39	0.00	0	0.00	0.00	133	233.4	2	2.44	1.72	71	1.22	3.65
30	-30.0	2	3.22	1.46	46	2.18	4.25	82	17.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	134	235.0	1	0.93	0.00	0	0.00	0.00
31	-31.0	2	3.36	1.69	50	2.16	4.55	83	22.5	1	2.27	0.00	0	0.00	0.00	135	242.0	2	2.83	0.62	22	2.39	2.26
32	-32.0	1	2.73	0.00	0	0.00	0.00	84	29.7	1	2.19	0.00	0	0.00	0.00	136	250.2	2	2.99	0.64	22	2.53	3.44
33	-2.1	2	3.38	1.61	43	2.24	4.52	85	2.5	2	3.33	0.86	26	2.72	3.94	137	252.2	1	2.65	0.00	0	0.00	0.00
34	4.7	1	1.80	0.00	0	0.00	0.00	86	7.2	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	138	252.9	1	2.13	0.00	0	0.00	0.00
35	6.0	1	1.37	0.00	0	0.00	0.00	87	10.7	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	139	253.3	2	1.95	0.47	24	1.62	2.28
36	8.9	2	3.45	0.92	27	2.80	4.10	88	14.7	1	1.91	0.00	0	0.00	0.00	140	272.3	2	3.47	0.83	24	2.83	4.05
37	10.0	1	2.02	0.00	0	0.00	0.00	89	13.0	1	2.48	0.00	0	0.00	0.00	141	273.6	2	3.23	0.95	29	2.56	3.90
38	10.1	1	1.53	0.00	0	0.00	0.00	90	21.5	1	2.28	0.00	0	0.00	0.00	142	288.0	2	2.69	0.35	13	2.44	2.94
39	13.8	2	3.49	2.42	69	1.78	5.20	91	24.0	1	1.17	0.00	0	0.00	0.00	143	293.0	1	1.93	0.00	0	0.00	0.00
40	14.9	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	92	150.0	2	2.64	0.65	25	2.18	3.10	144	243.0	2	3.42	0.13	4	3.32	3.51
41	17.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	93	160.5	1	1.96	0.00	0	0.00	0.00	145	245.2	2	4.12	1.44	35	3.10	5.13
42	18.0	1	2.13	0.00	0	0.00	0.00	94	169.1	2	2.55	0.72	28	2.04	3.05	146	249.5	2	3.58	0.69	19	3.09	4.07
43	94.7	2	2.96	0.11	4	2.88	3.03	95	174.1	1	2.67	0.00	0	0.00	0.00	147	253.0	1	2.85	0.00	0	0.00	0.00
44	95.0	1	2.45	0.00	0	0.00	0.00	96	175.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	148	266.1	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
45	97.0	2	2.29	0.30	13	2.07	2.50	97	177.3	2	2.70	0.39	14	2.42	2.97	149	271.5	1	3.46	0.00	0	0.00	0.00
46	98.5	2	1.84	0.32	17	1.61	2.06	98	178.5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	150	282.0	2	2.06	0.93	45	1.40	2.72
47	102.7	2	2.04	0.57	28	1.63	2.44	99	180.0	2	2.97	0.32	11	2.74	3.19	151	297.8	2	3.35	0.83	25	2.76	3.93
48	104.2	1	1.68	0.00	0	0.00	0.00	100	184.2	2	2.40	0.11	4	2.32	2.47	152	311.8	2	2.61	0.31	12	2.39	2.83
49	104.4	1	2.62	0.00	0	0.00	0.00	101	189.7	1	2.25	0.00	0	0.00	0.00	153	315.3	2	2.73	0.69	25	2.24	3.21
50	112.2	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	102	193.0	2	2.84	1.33	47	1.90	3.78	154	317.2	1	1.84	0.00	0	0.00	0.00
51	112.4	2	2.64	0.30	11	2.43	2.85	103	200.2	1	2.38	0.00	0	0.00	0.00	155	318.2	1	1.92	0.00	0	0.00	0.00
52	114.8	2	2.12	0.57	27	1.71	2.52	104	202.5	2	2.07	0.08	4	2.01	2.12	156	316.5	2	2.24	0.59	26	1.82	2.65

Tableau B-4

STATISTIQUES SECTORIELLES  
PARAMETRE : CHLOROPHYLLE

SECTEUR		15-16-17 JUN	13-25-26 JUILLET	2-9-11 AOÛT	23-24 AOÛT	20-21-23 SEPTEMBRE	TOTAL
1	N	18.51 7	5.48 10	7.03 10	5.54 10	3.71 9	7.47 46
	CV	5.62 30.4	4.01 73.2	10.18 144.9	3.32 60.0	1.75 47.1	7.38 98.9
2	N	7.75 13	5.46 13	2.00 13	2.35 14	3.01 15	4.05 68
	CV	3.12 40.2	2.69 49.2	0.99 49.5	1.65 70.1	1.63 54.2	3.00 74.0
3a	N	11.55 6	5.41 5	3.07 4	3.36 4	2.97 6	5.59 25
	CV	0.93 8.1	1.78 32.8	1.00 32.6	2.26 67.2	1.63 54.8	3.81 68.1
3b	N	12.40 11	5.70 11	3.56 9	2.55 13	2.09 13	5.11 57
	CV	3.48 28.1	5.50 96.6	1.89 53.2	1.30 51.1	0.98 47.0	4.82 94.2
4	N	4.88 8	2.65 7	1.49 8	1.59 8	1.63 8	2.44 39
	CV	1.71 35.0	0.82 31.0	0.59 39.7	0.31 19.8	0.82 50.5	1.61 65.9
5	N	8.03 5	4.38 6	3.84 7	4.85 7	1.95 7	4.40 32
	CV	2.39 29.7	1.83 41.7	4.20 109.5	6.28 129.4	0.72 37.1	4.00 90.9
6a	N	13.30 11	3.57 11	2.63 11	3.12 12	2.81 13	4.98 58
	CV	1.81 13.6	1.08 30.3	1.62 61.7	0.86 27.6	0.64 22.7	4.25 85.5
6b	N	12.40 11	5.14 11	1.78 11	2.88 12	2.34 11	4.87 56
	CV	2.10 16.9	2.98 58.0	0.37 21.0	0.92 32.0	0.38 16.4	4.25 87.2
7a	N	17.96 6	4.00 1		3.45 6	2.03 1	9.60 14
	CV	9.63 53.6			1.54 44.7		9.65 100.5
7b	N	21.89 11	11.96 7	4.00 1	7.50 12	2.33 12	10.38 43
	CV	10.37 47.4	12.19 101.9		9.12 121.6	0.98 41.8	11.22 108.0
8a	N	17.39 9	5.43 9	3.58 8	3.41 9	3.68 9	6.77 44
	CV	5.85 33.6	2.99 55.0	1.59 44.6	0.71 20.8	0.62 16.8	6.23 92.1
8b	N	13.43 8	4.56 8	2.70 6	2.80 8	2.41 8	5.31 38
	CV	5.79 43.1	1.30 28.5	0.86 31.9	0.86 30.7	0.91 37.7	5.07 95.5
9	N	18.11 4	5.52 5	4.04 5	4.84 5	3.43 5	6.73 24
	CV	3.28 18.1	1.23 22.4	1.24 30.7	1.48 30.5	0.59 17.1	5.47 81.2
TOTAL	N	13.48 110	5.35 104	3.19 93	3.68 120	2.67 117	5.68 544
	CV	6.87 51.0	4.47 83.4	3.85 120.7	3.77 102.4	1.20 44.8	5.95 104.8

Tableau B-8 STATISTIQUES SECTORIELLES  
PARAMÈTRE : MICHASSE

SECTEUR		15-16-17 JUN	13-25-26 JUILLET	2-9-11 AOÛT	23-24 AOÛT	20-21-23 SEPTEMBRE	TOTAL
1	N	3		8			11
	X	523		908			803
	CV	99.9		128.7			127.2
2	N	9		13			22
	X	626		221			387
	CV	43.5		30.8			69.6
3a	N	3		6			9
	X	493		315			374
	CV	48.4		37.6			47.0
3b	N	11		13			24
	X	452		295			367
	CV	68.7		57.2			68.5
4	N	1		5			6
	X	124		165			158
	CV			35.1			34.3
5	N	1		5			6
	X	364		731			670
	CV			115.6			115.0
6a	N	8		10			18
	X	889		163			486
	CV	17.3		24.8			79.4
6b	N	6		10			16
	X	513		200			317
	CV	53.9		28.7			71.9
7a	N	4		5			9
	X	888		151			478
	CV	51.7		22.2			100.4
7b	N	8		12			20
	X	864		858			860
	CV	35.0		149.9			115.7
8a	N	6		9			15
	X	976		392			626
	CV	30.6		56.6			61.4
8b	N	5		7			12
	X	691		540			603
	CV	84.4		42.7			66.1
9	N	3		5			8
	X	1096		519			735
	CV	20.7		76.4			59.8
TOTAL	N	68		108			176
	X	697		416			524
	CV	52.9		146.9			104.3

Tableau B-6

STATISTIQUES SECTORIELLES  
PARAMETRE : DIVERSITE-SHANNON

SECTEUR		15-16-17 JUN	13-25-26 JUILLET	2-9-11 AOÛT	23-24 AOÛT	20-21-23 SEPTEMBRE	TOTAL
1	N X S CV	3 4.61 0.56 12.0		8 1.96 0.45 22.9			11 2.68 1.32 49.1
2	N X S CV	9 2.35 0.63 26.7		13 2.29 0.45 19.5			22 2.31 0.51 22.2
3a	N X S CV	3 2.82 0.27 9.4		6 2.12 0.62 29.5			9 2.35 0.62 26.5
3b	N X S CV	11 2.93 0.99 33.9		13 2.37 0.46 19.4			24 2.62 0.79 30.0
4	N X S CV	1 4.70		5 2.25 0.21 9.4			6 2.66 1.02 38.2
5	N X S CV	1 3.94		5 2.11 0.60 28.6			6 2.42 0.92 38.1
6a	N X S CV	8 2.43 0.60 24.8		10 2.61 0.45 17.4			18 2.53 0.52 20.4
6b	N X S CV	6 3.33 0.84 25.1		10 2.73 0.34 12.3			16 2.96 0.63 21.2
7a	N X S CV	4 2.42 1.65 68.4		5 2.36 0.59 25.1			9 2.39 1.09 45.9
7b	N X S CV	8 3.46 1.20 34.6		12 2.20 0.82 37.4			20 2.70 1.15 42.6
8a	N X S CV	6 3.12 0.93 29.8		9 2.48 0.33 13.4			15 2.73 0.69 25.3
8b	N X S CV	5 3.61 1.37 38.0		7 3.04 0.28 9.3			12 3.28 0.90 27.5
9	N X S CV	3 2.47 0.70 28.3		5 2.30 0.44 19.0			8 2.36 0.51 21.5
TOTAL	N X S CV	68 3.02 1.06 35.2		108 2.38 0.54 22.8			176 2.63 0.84 32.0

Tableau B-7 Liste des principales espèces d'algues  
identifiées en 1976 et leur valeur indicatrice.

<u>Genre ou espèce</u>	<u>Numéro de référence (sp)</u>	<u>Niveau trophique</u>
<i>Achnantes</i>	2	Mésotrophe
<i>Actinatrum</i>		Eutrophe
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1	Eutrophe
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	1	Eutrophe
<i>Asterionella formosa</i>	1	Oligo-eutrophe
<i>Ceratoneis arcus</i>	1	Oligotrophe
<i>Chlamydomonas</i>	2	Eutrophe
<i>Cocconeis pediculus</i>	1	Oligo-mésotrophe
<i>C. placentula</i>	2	Oligo-mésotrophe
<i>Coelastrum</i>	1	Méso-eutrophe
<i>Cosmarium</i>	1	Méso-eutrophe
<i>Crucigenia</i>	0	Méso-eutrophe
<i>Cryptomonas</i>	1 et 2	Mésotrophe
<i>Cyclotella stelligera</i>	1	Mésotrophe
<i>Cyclotella</i>	2	Eutrophe
<i>C. menighiana</i>	5	Eutrophe
<i>Cymbella</i>	1, 5, 8	Méso-eutrophe
<i>Diatoma elongatum</i>	1	Oligo-mésotrophe
<i>D. vulgare</i>	2	Eutrophe
<i>Dictyosphaerium</i>		Méso-eutrophe
<i>Dinobryon sertularia</i>	2	Oligotrophe
<i>D. bavaricum</i>	3	Oligotrophe
<i>Euchlorophycée</i>	14	Méso-eutrophe

<u>Genre ou espèce</u>	<u>Numéro de référence (sp)</u>	<u>Niveau trophique</u>
<i>Fragilaria crotonensis</i>	3	Mésotrophe
<i>Gomphonoma parvulum</i>	9	Eutrophe
<i>Gomphosphaeria</i>		Eutrophe
<i>Lepocinclis</i>	1	Eutrophe
<i>Lyngbia</i>	1	Eutrophe
<i>Melosira granulata</i>	1	Mésotrophe
<i>M. binderana</i>	6	Eutrophe
<i>M. Varians</i>	9	Eutrophe
<i>Melosira</i>	7, 11, 14, 18,	Méso-eutrophe
<i>Meridion circulare</i>	1	Oligotrophe
<i>Merismopedia</i>		Méso-eutrophe
<i>Navicula</i>	1, 3, 4, 5, 6, 8, 10 11, 15	Méso-eutrophe
<i>Nitzschia</i>	3, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17.	Méso-eutrophe
<i>Oscillatoria</i>	5	Eutrophe
<i>Pandorina morum</i>	1	Eutrophe
<i>Pediastrum</i>		Eutrophe
<i>Rhodomonas minuta</i>	1	Oligo-mésotrophe
<i>Rhizosolenia</i>		Oligotrophe
<i>Seenedesmus</i>	7 et 10	Eutrophe
<i>Stephanodiscus niagarae</i>	1	Méso-eutrophe
<i>Strombomonas</i>	1	Méso-eutrophe
<i>Surirella robusta</i>	3	Méso-eutrophe
<i>Surirella</i>	2	Méso-eutrophe
<i>Synedra ulna</i>	3	Eutrophe
<i>Synedra</i>	1, 4, 6, 9, 11, 13, 14	Eutrophe
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	Oligotrophe
<i>T. flocculosa</i>	2	Oligotrophe
<i>Ulothrix</i>		Eutrophe

TABLEAU B8: Indices d'inhibition par les facteurs physiques pour les stations de berge et de voie maritime. (L = indice de limitation, T = niveau trophique maximal).

STATION	Juin	Juillet	Août(début)	Août(fin)	Septembre	Ind. moy.
	L, T	L, T	L, T	L, T	L, T	L, T
8.9	1.0,9.0	3.1,4.3	5.2,4.0	2.4,5.9	5.4,2.3	3.4,5.1
13.8	2.3,5.5	3.9,3.9	2.6,5.6	2.6,5.7	2.5,4.3	2.8,5.0
97.0			1.9,3.9		0.3,4.3	1.1,4.1
102.7	1.1,6.3		6.4,3.3		1.9,3.7	3.2,4.4
117.2	1.0,6.6	3.4,6.0		2.4,3.5	5.8,1.8	3.1,4.5
121.0	1.1,7.1	4.5,5.3		8.0,3.2	1.4,4.9	3.8,5.1
104.2		4.0,4.0			2.3,1.7	3.2,2.9
138.6	1.1,7.0	3.5,4.4			1.1,3.0	1.9,4.8
141.1	1.3,6.5	8.3,10	3.6,2.7	3.0,4.2	1.6,2.5	3.6,5.2
135.7	0.9,7.3	4.9,4.0	3.3,2.8	3.0,2.5	1.3,2.7	2.7,3.9
139.0	2.5,7.7	6.3,6.5	4.0,2.9	0.0,2.0	7.1,4.0	4.0,4.6
148.2	3.1,6.3	7.2,7.2		4.5,2.7	6.8,3.6	5.4,5.0
2.8	4.4,4.5	6.8,5.1	7.7,3.5	8.4,5.9	8.6,5.9	7.2,5.0
29.7	3.4,3.8	5.6,4.0	5.7,3.8	7.3,4.8	5.7,2.3	5.6,3.7
2.5	2.7,6.9	6.4,5.5	8.1,4.0	6.9,3.0	8.1,6.2	6.4,5.1
24.0	4.4,5.1	5.2,4.2	2.9,7.2	2.8,8.4	7.4,5.4	4.4,6.1
150.0	1.6,7.3	5.5,4.1		6.2,3.7	0.3,2.8	3.4,4.5
169.1	4.0,6.9	2.4,4.3	8.2,5.1	5.0,2.5	5.4,4.0	5.0,4.6
184.2	1.1,7.3	3.2,3.3	5.8,3.5	3.1,3.2	2.5,3.1	3.1,4.1
193.0	1.4,7.2	2.7,3.4	2.8,5.4	3.5,3.7	1.5,3.3	2.4,4.6
202.5	2.6,7.3	2.6,3.7			1.2,4.0	2.1,5.0
162.2		2.1,3.6	5.4,3.1		1.7,2.8	3.1,3.2
165.9	2.1,7.0	2.7,3.2	5.7,2.9	3.6,4.0	5.5,2.6	3.9,4.0
176.5	3.8,6.4	3.1,4.7	6.5,3.1	6.6,4.6	7.3,4.9	5.4,4.7
190.0	3.1,7.0	2.5,4.6	6.2,3.0	6.5,4.2	6.9,4.8	5.0,4.7
228.3	1.1,9.2			5.2,3.7		3.2,6.4
209.8				5.9,4.1	6.3,4.8	6.1,4.4
232.0	3.2,10	2.4,10		1.4,9.9	8.1,4.5	3.8,8.6
242.0	2.3,7.9	1.8,6.5			5.1,4.4	3.1,6.2
288.0	2.0,7.0	3.9,4.1	2.5,4.9	3.2,3.5	2.0,4.2	2.7,4.8
249.5	2.1,7.3	2.3,5.3	4.3,3.9	5.9,3.2	2.3,3.6	3.4,4.7
282.0	1.7,9.0	3.1,4.1	4.5,3.0	4.9,3.9	5.2,3.9	3.9,4.8
311.8	2.2,8.8	3.5,4.7			3.9,3.7	3.2,5.7
318.5	3.2,7.4	1.1,4.0	2.7,4.8	2.8,5.3	5.1,4.1	3.0,5.1



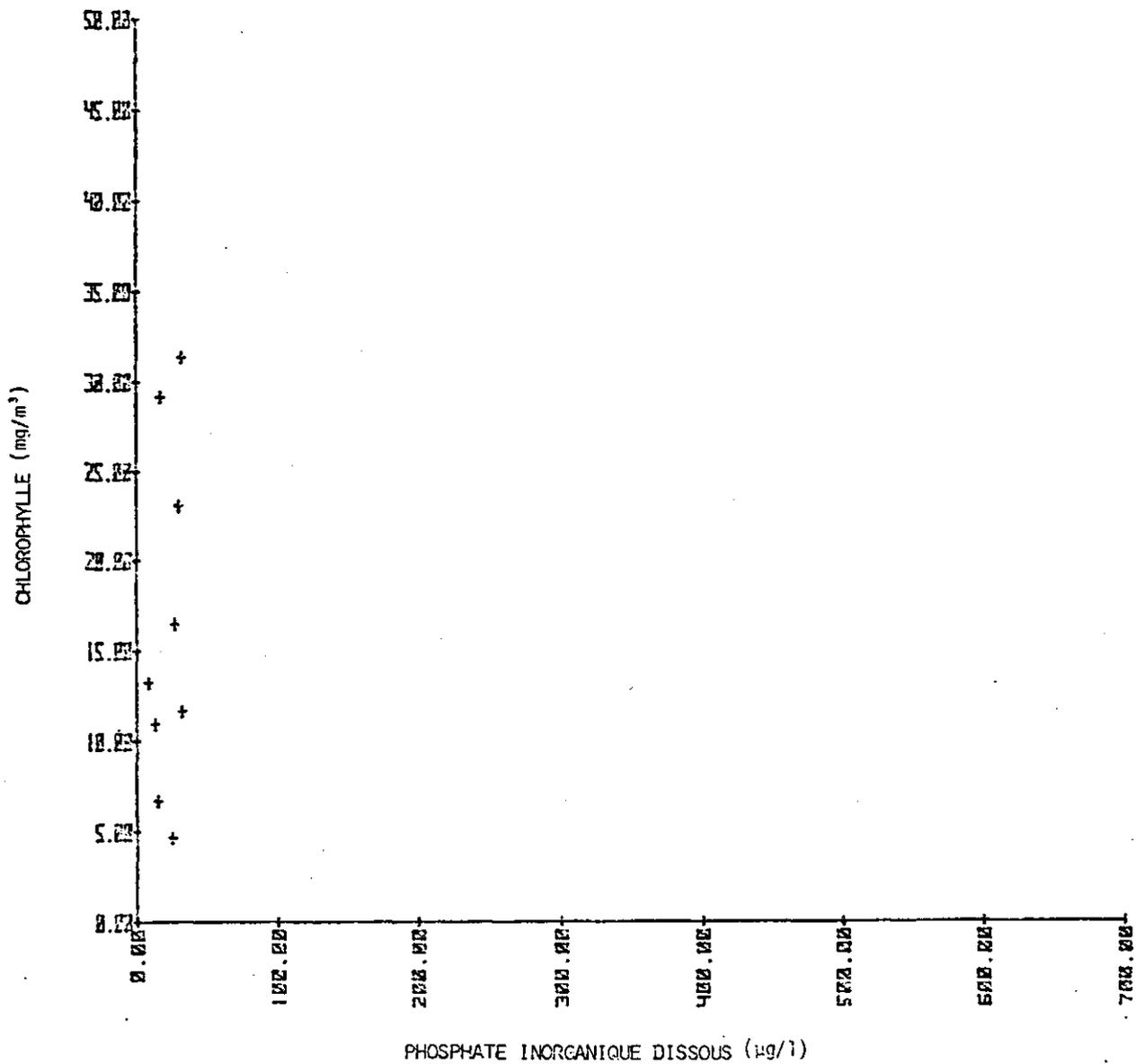


FIGURE B-1 : RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 0-1.



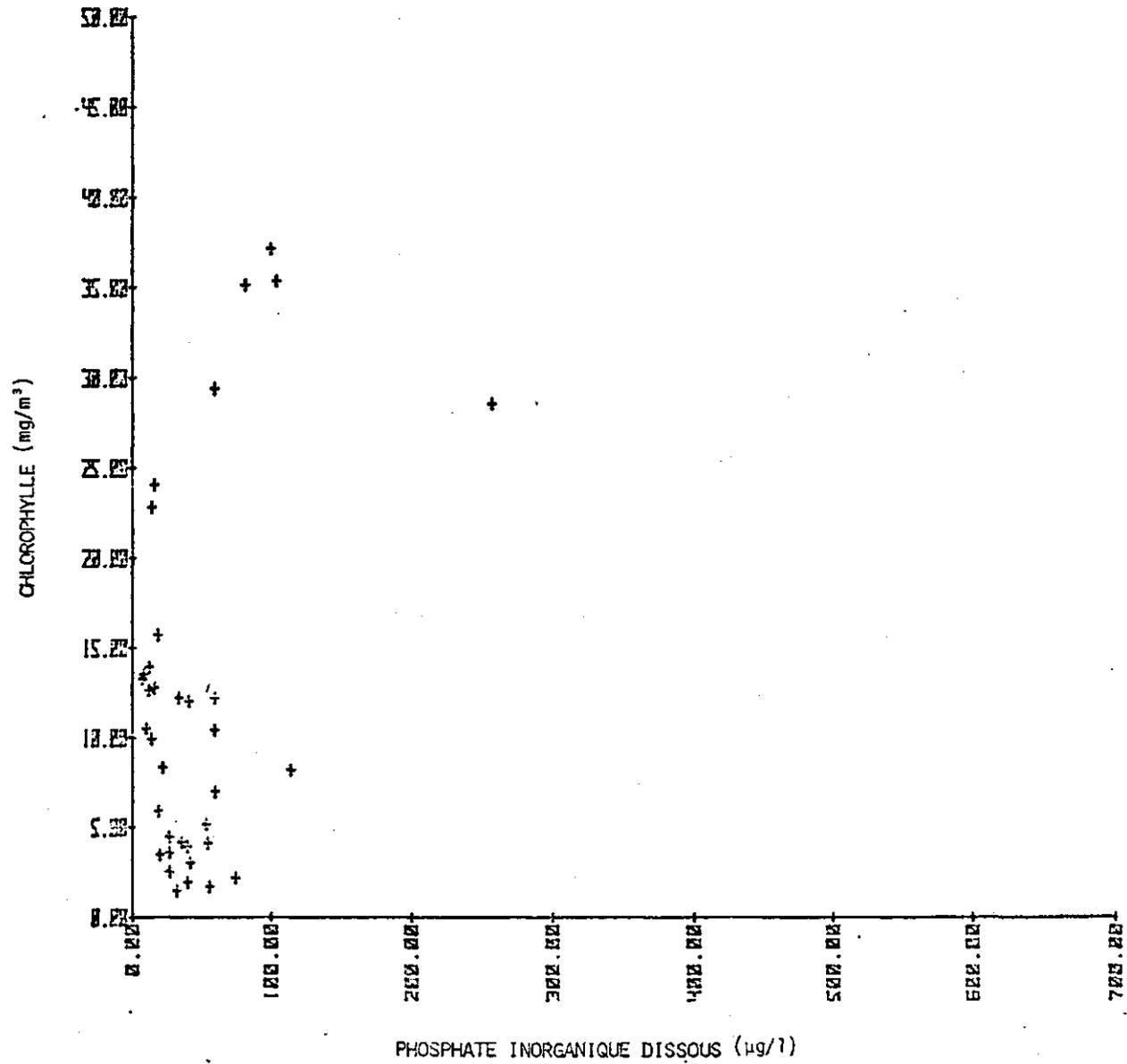


FIGURE B-2. RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 1-2



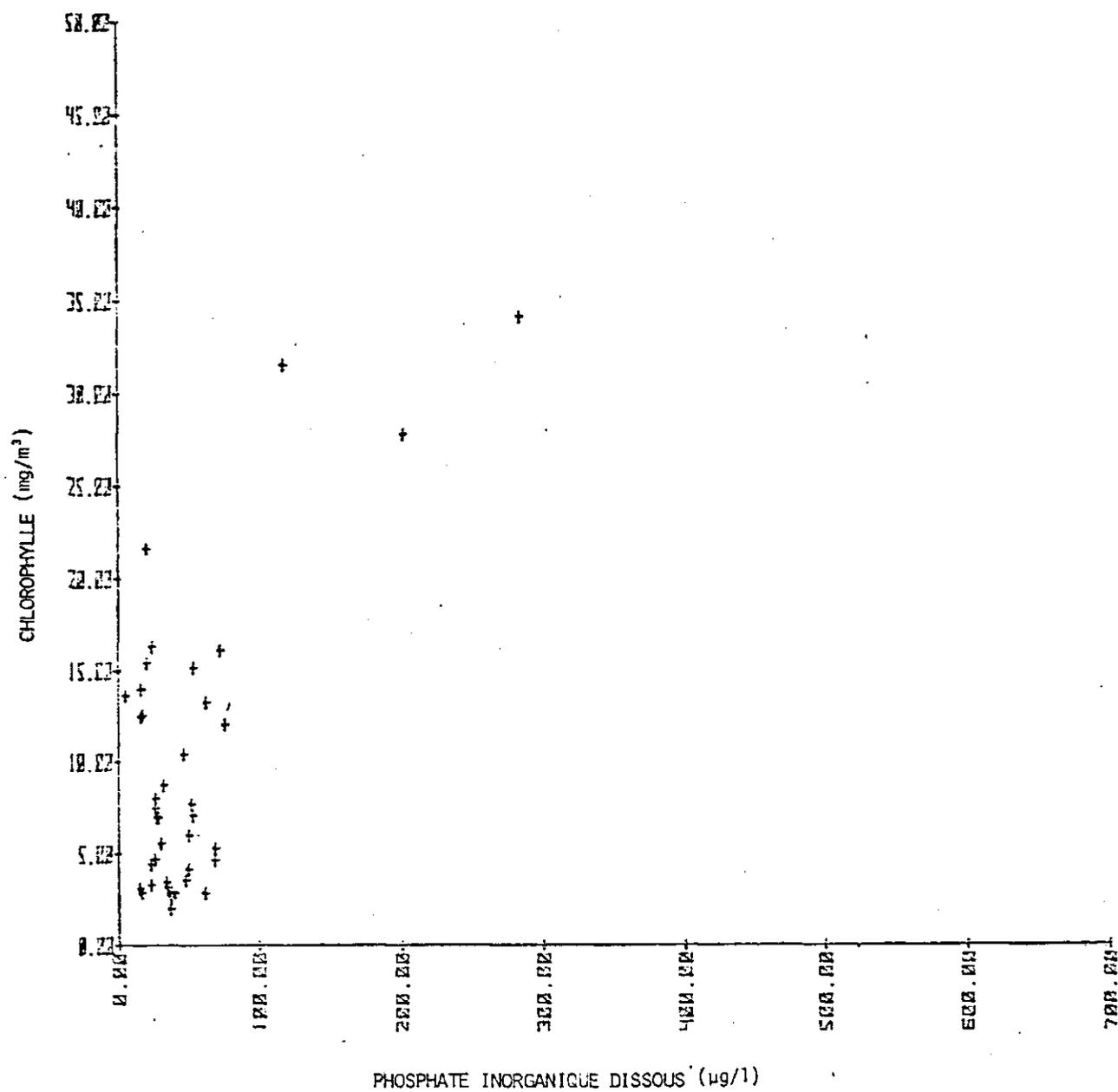


FIGURE B-3. RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 2-3



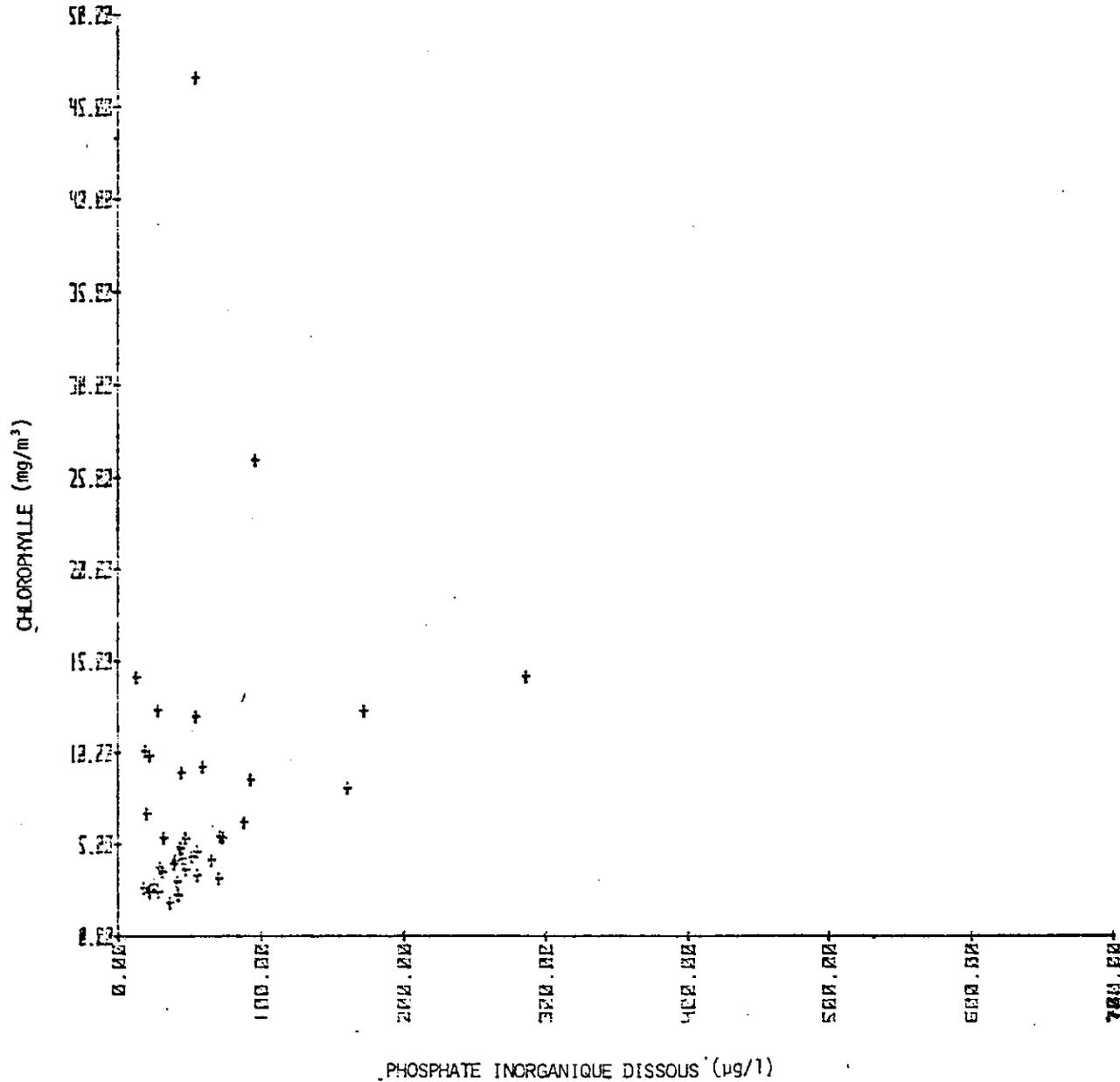
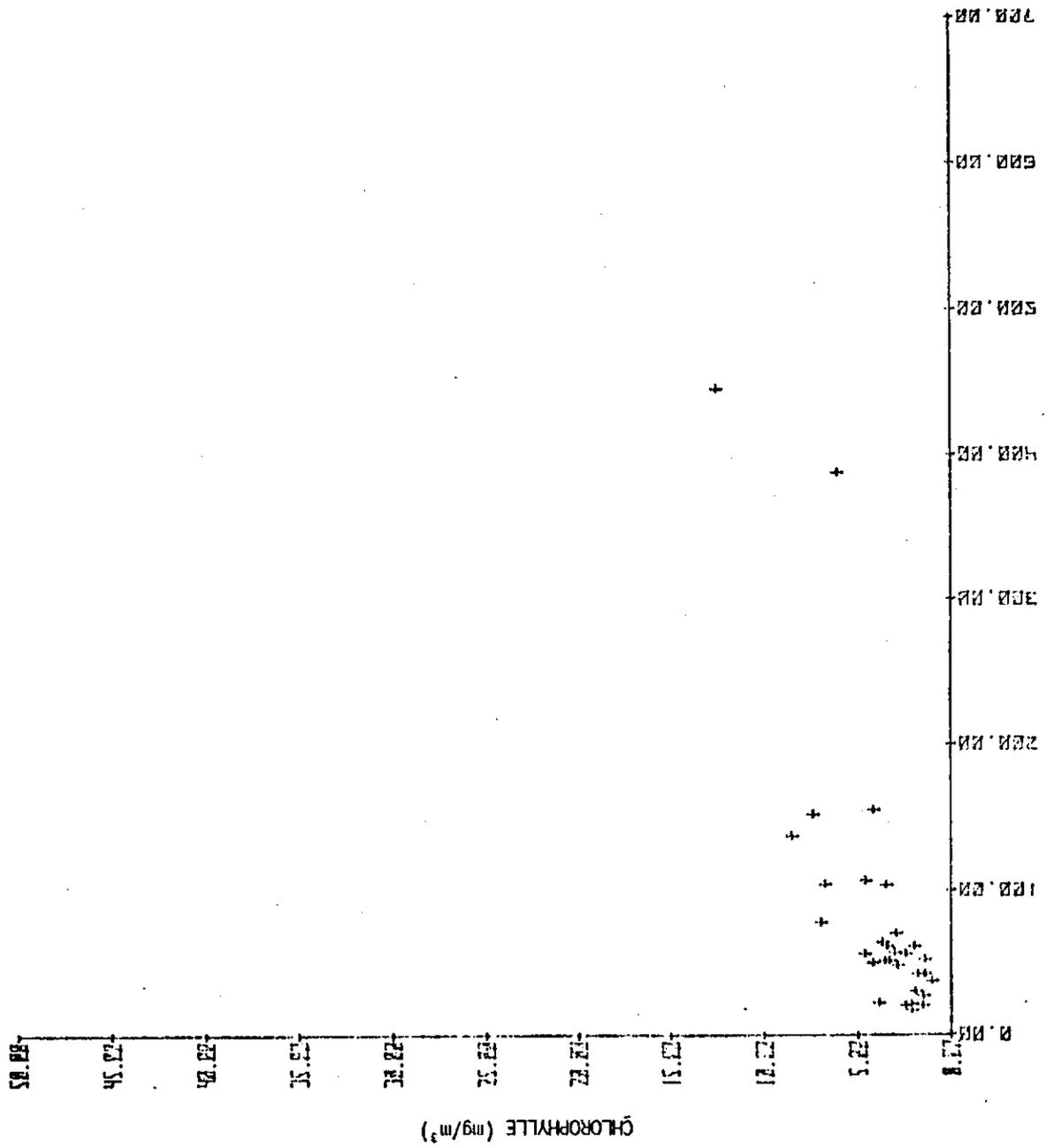


FIGURE B-4 RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 3-4









PHOSPHATE INORGANIQUE DISSOUS (µg/l)  
 FIGURE B-6: RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 5-6



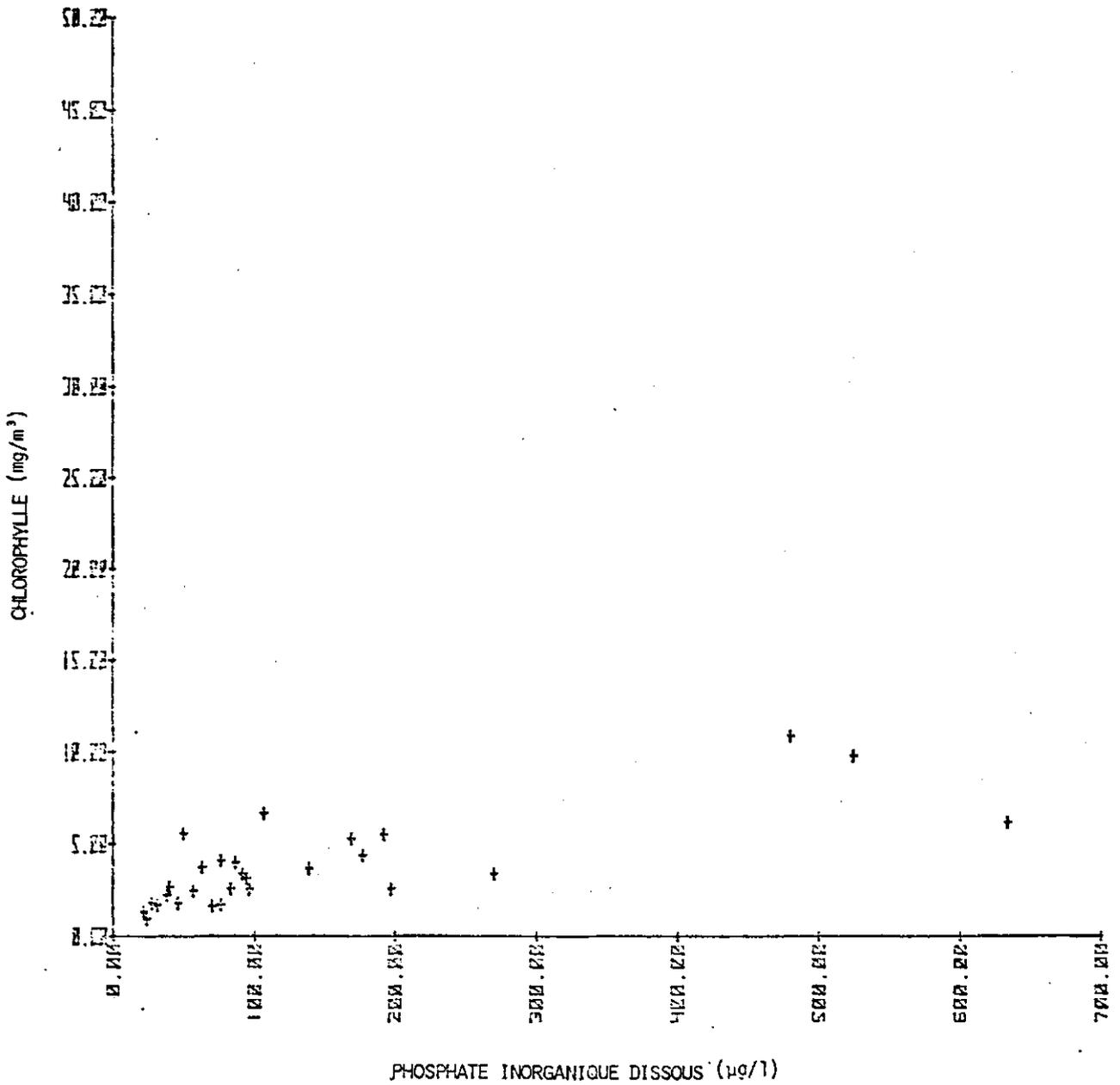


FIGURE B-7: RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 6-7



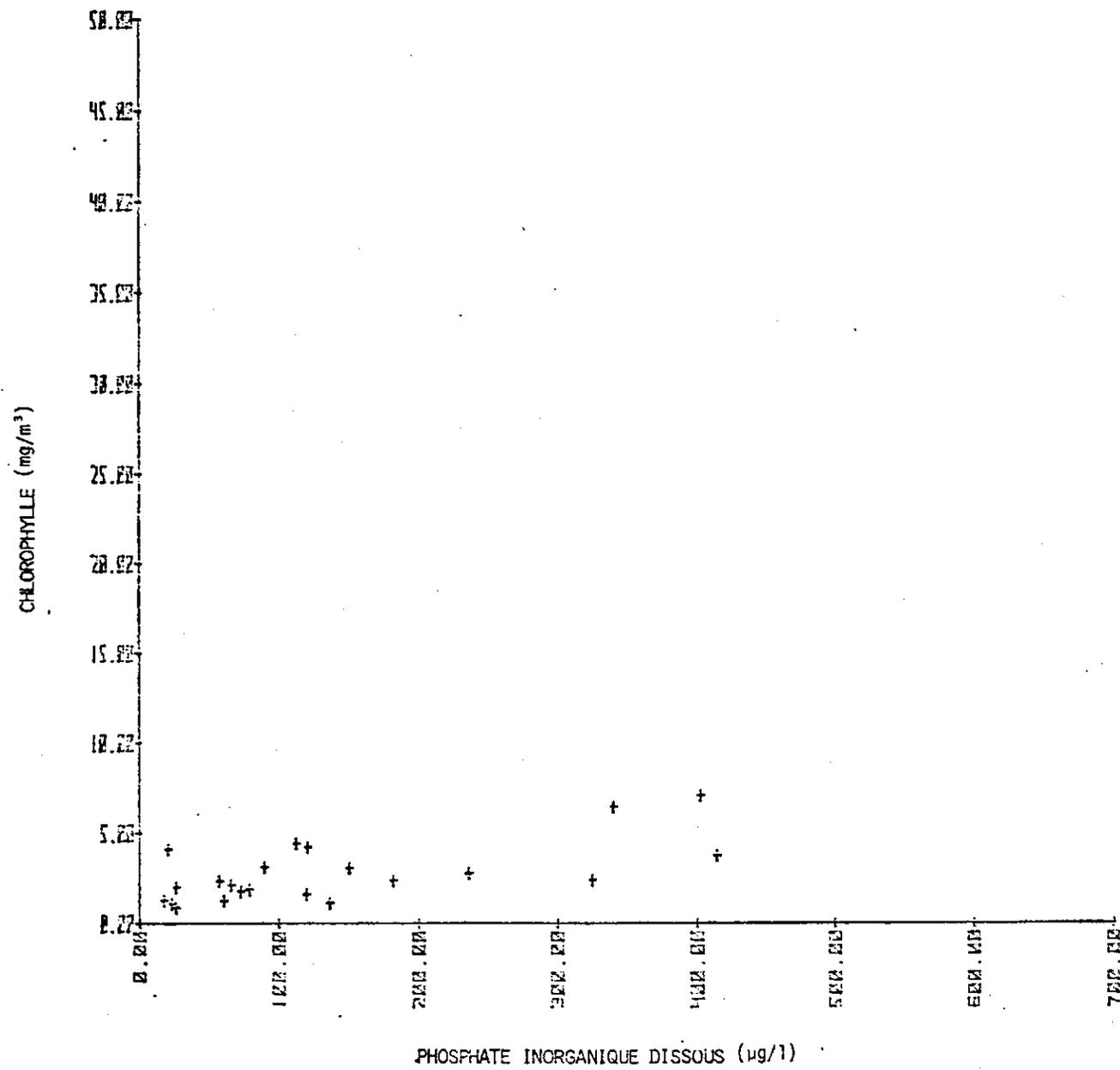


FIGURE B-8: RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 7-8



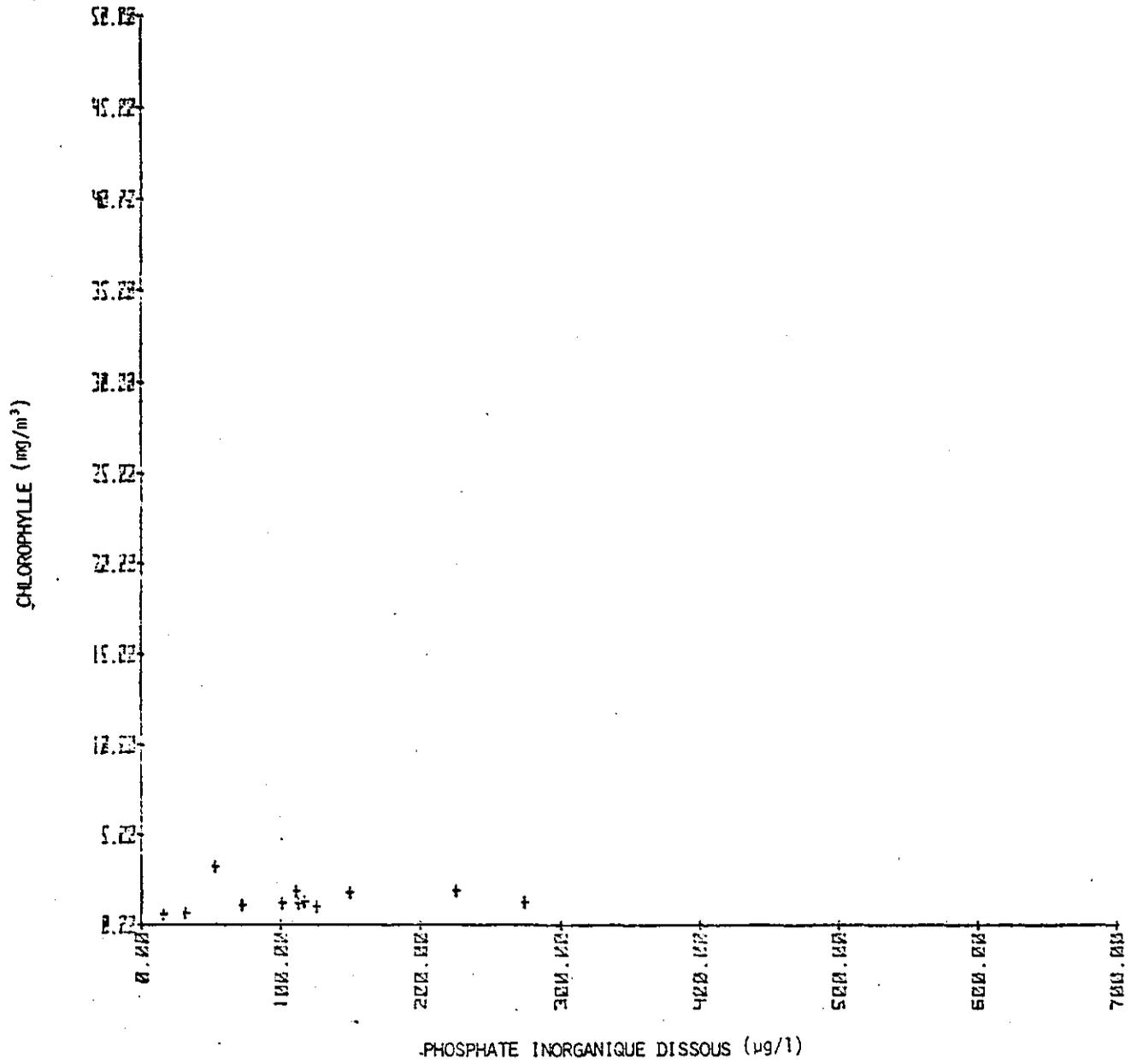


FIGURE B-9: RELATION CHLOROPHYLLE - PHOSPHORE POUR LA CLASSE D'INHIBITION 8-9



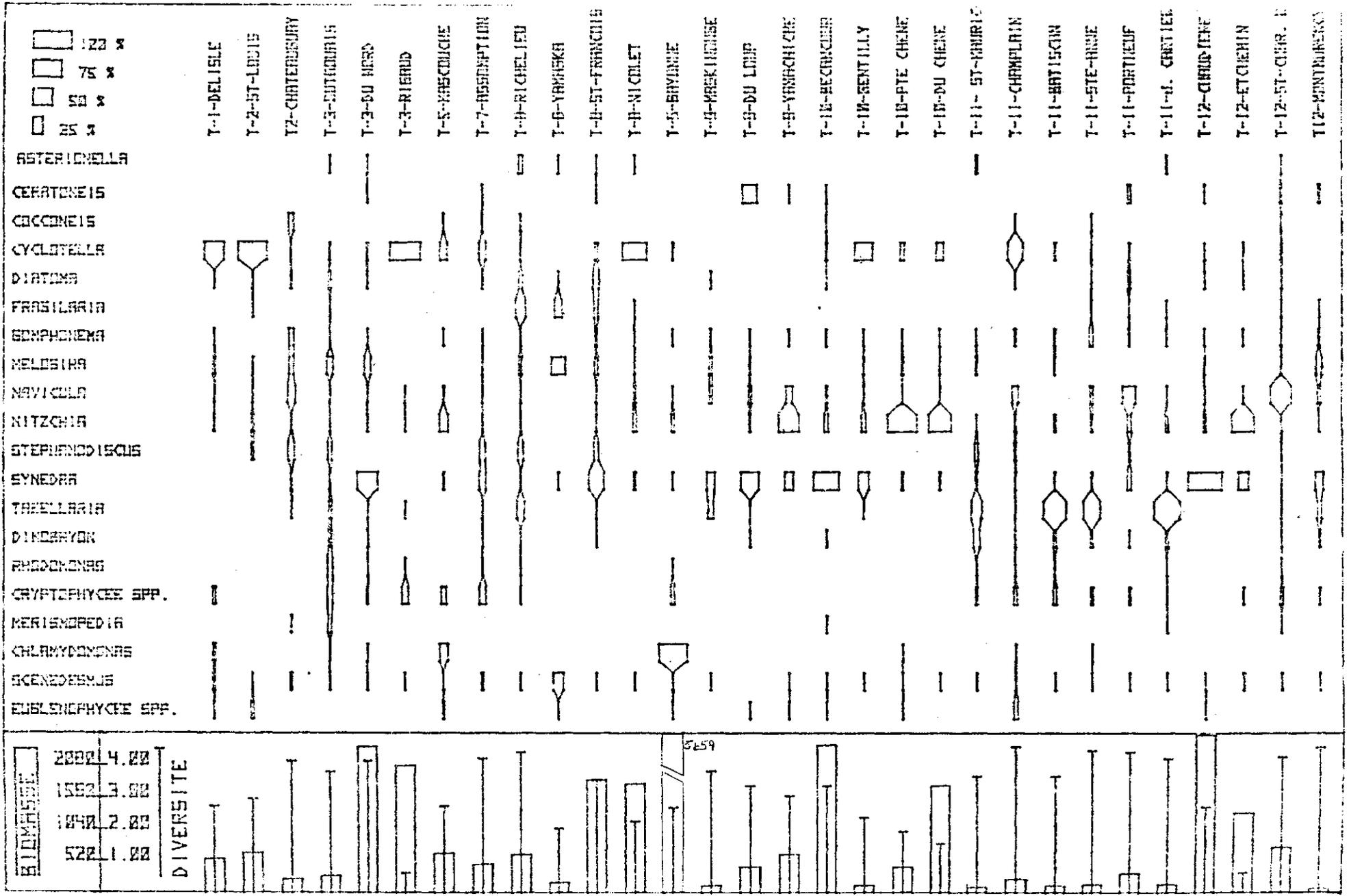


Figure B-10: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale. Tributaires, juin 1976.



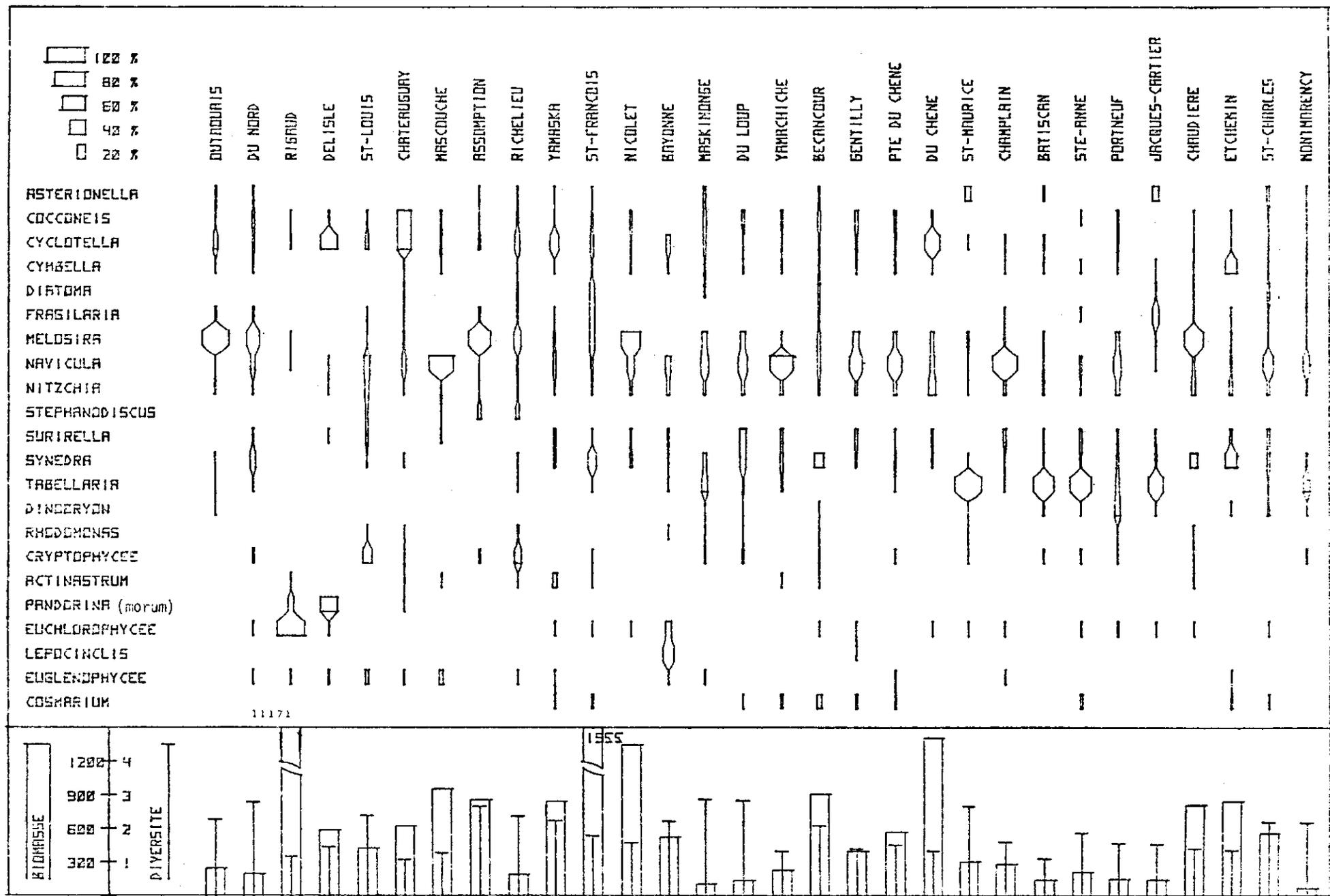


Figure B-11: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Tributaires, août 1976.



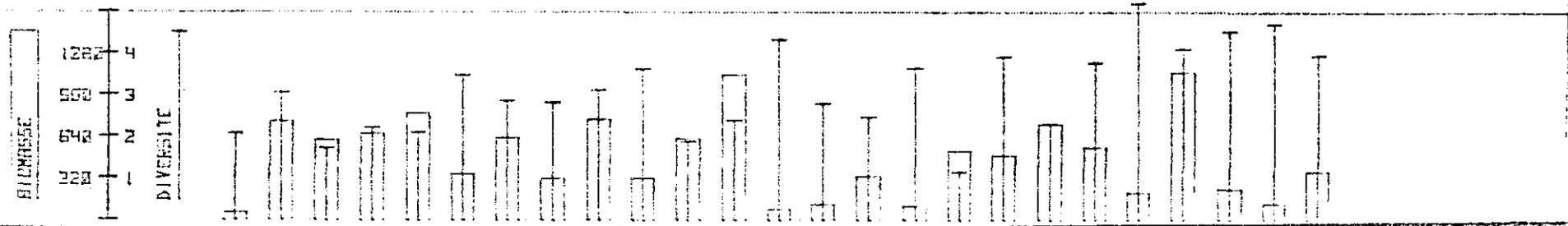
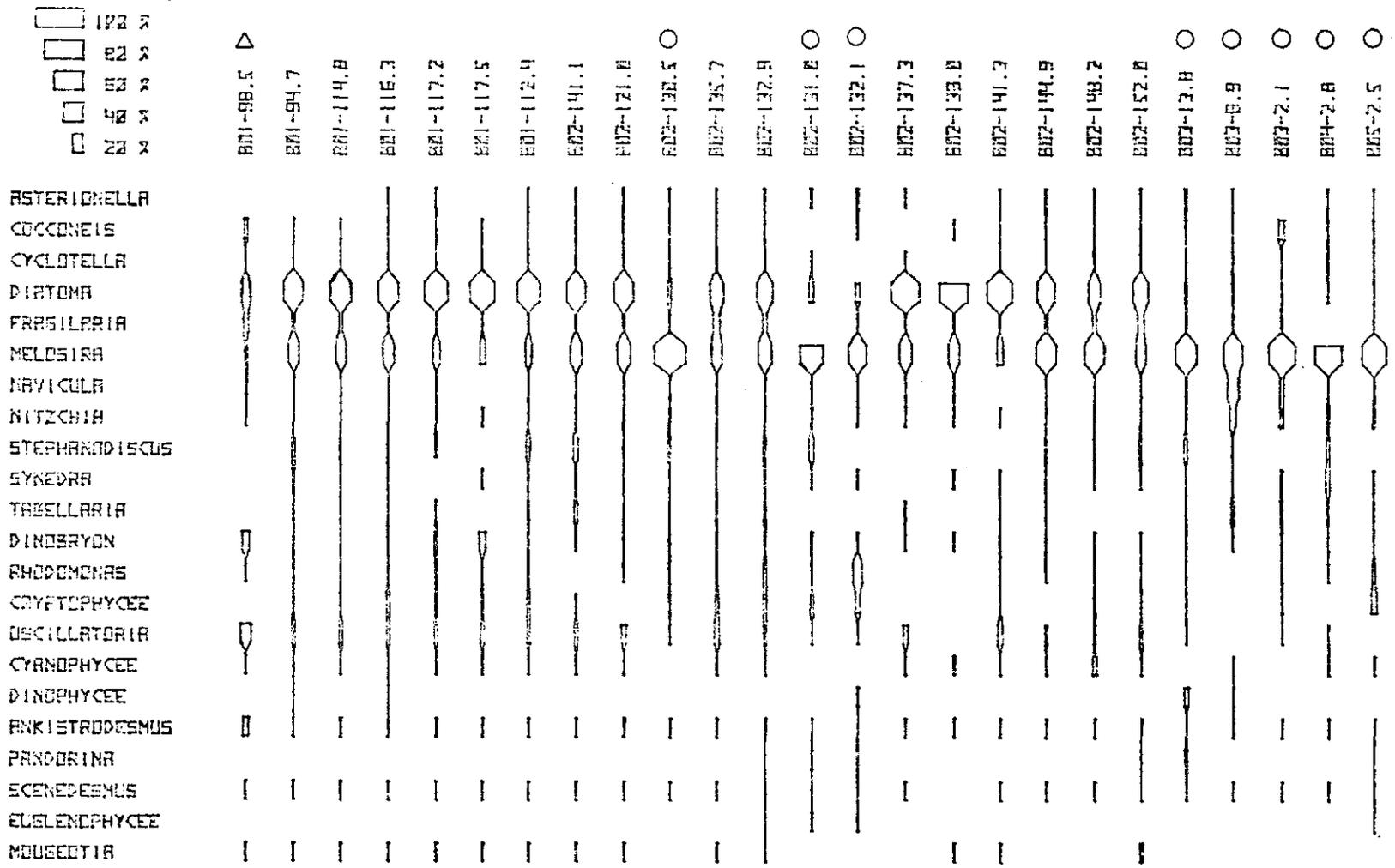


Figure B-12: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges, juin 1976.



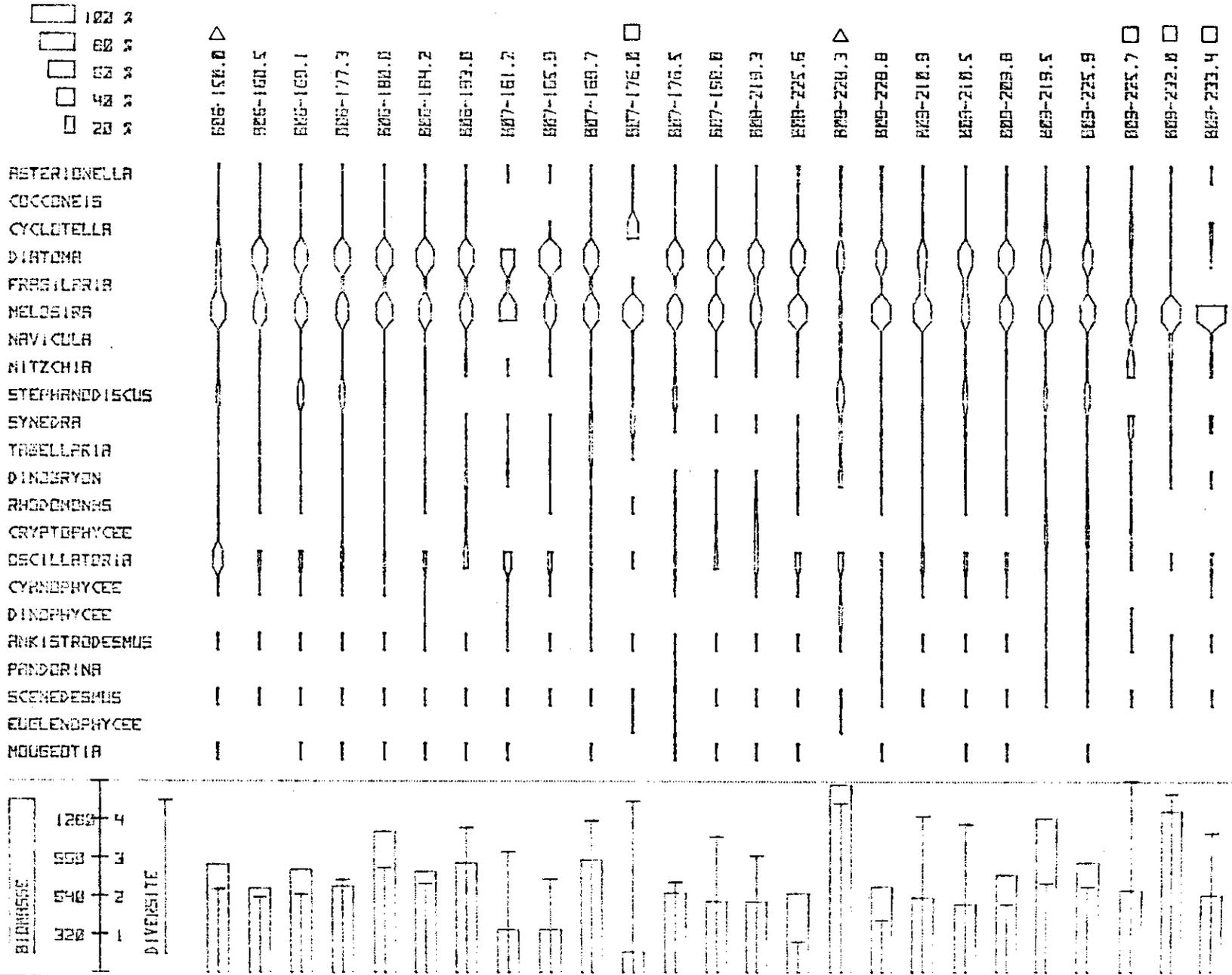


Figure B-13: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges, juin 1976.



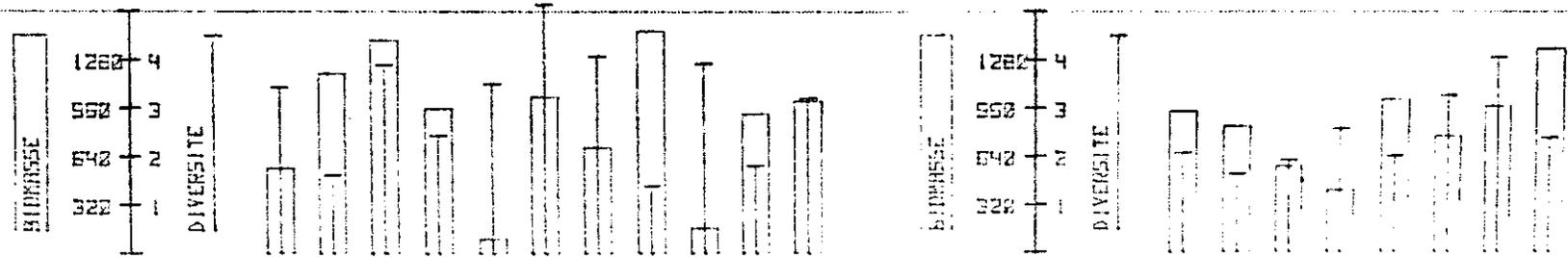
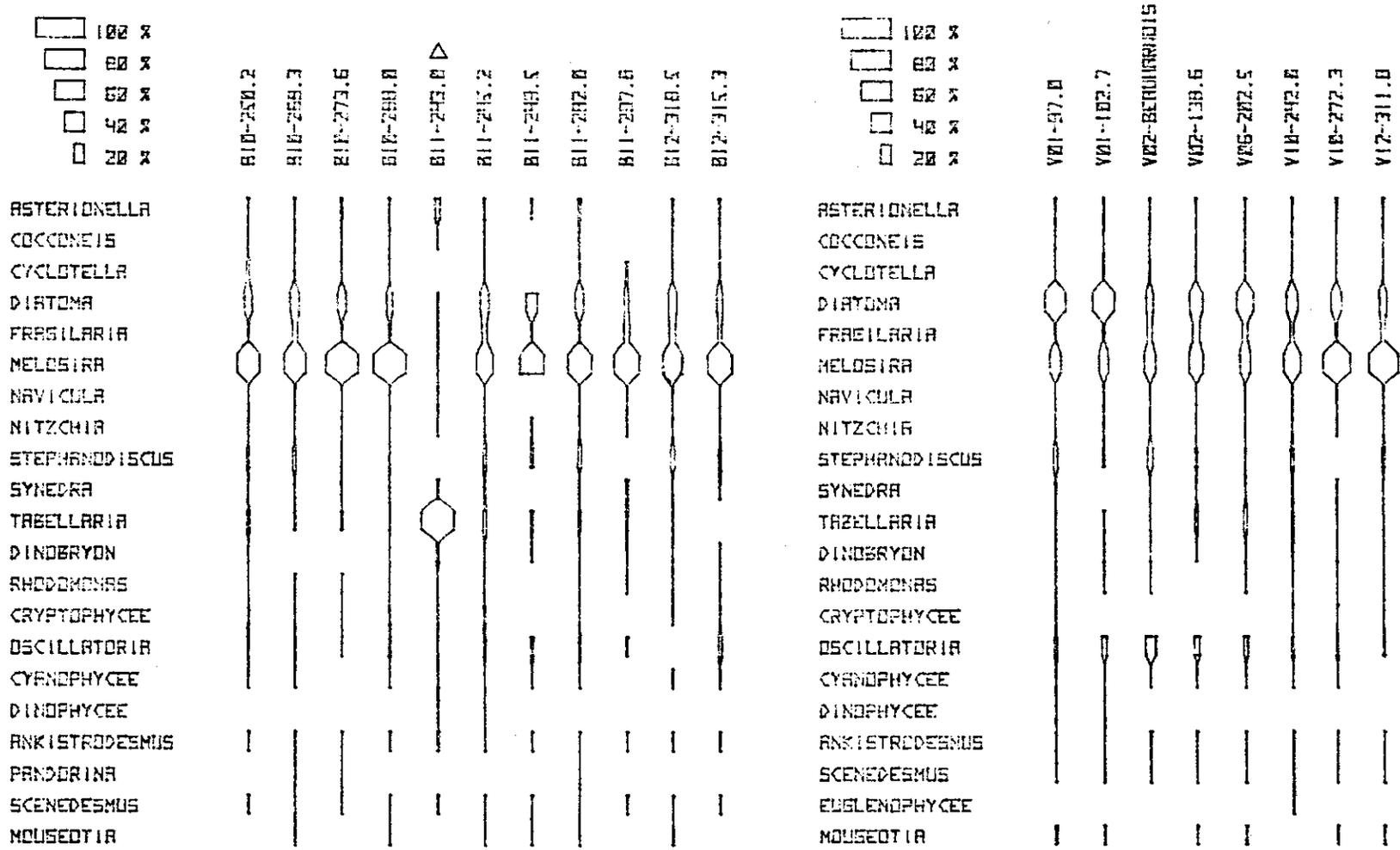


Figure B-14: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges et voie maritime, juin 1976.



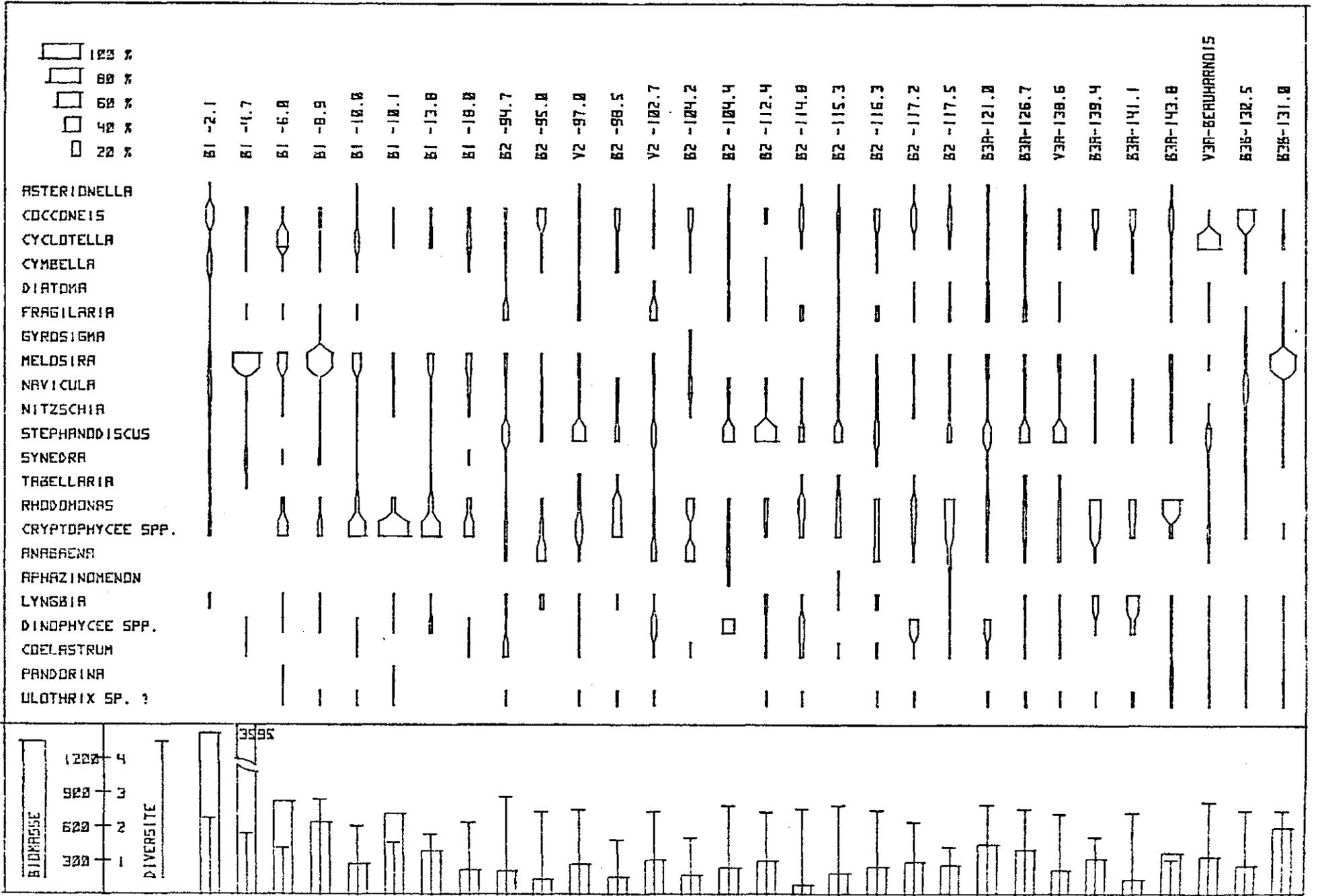


Figure B-15: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges et voie maritime, août 1976.



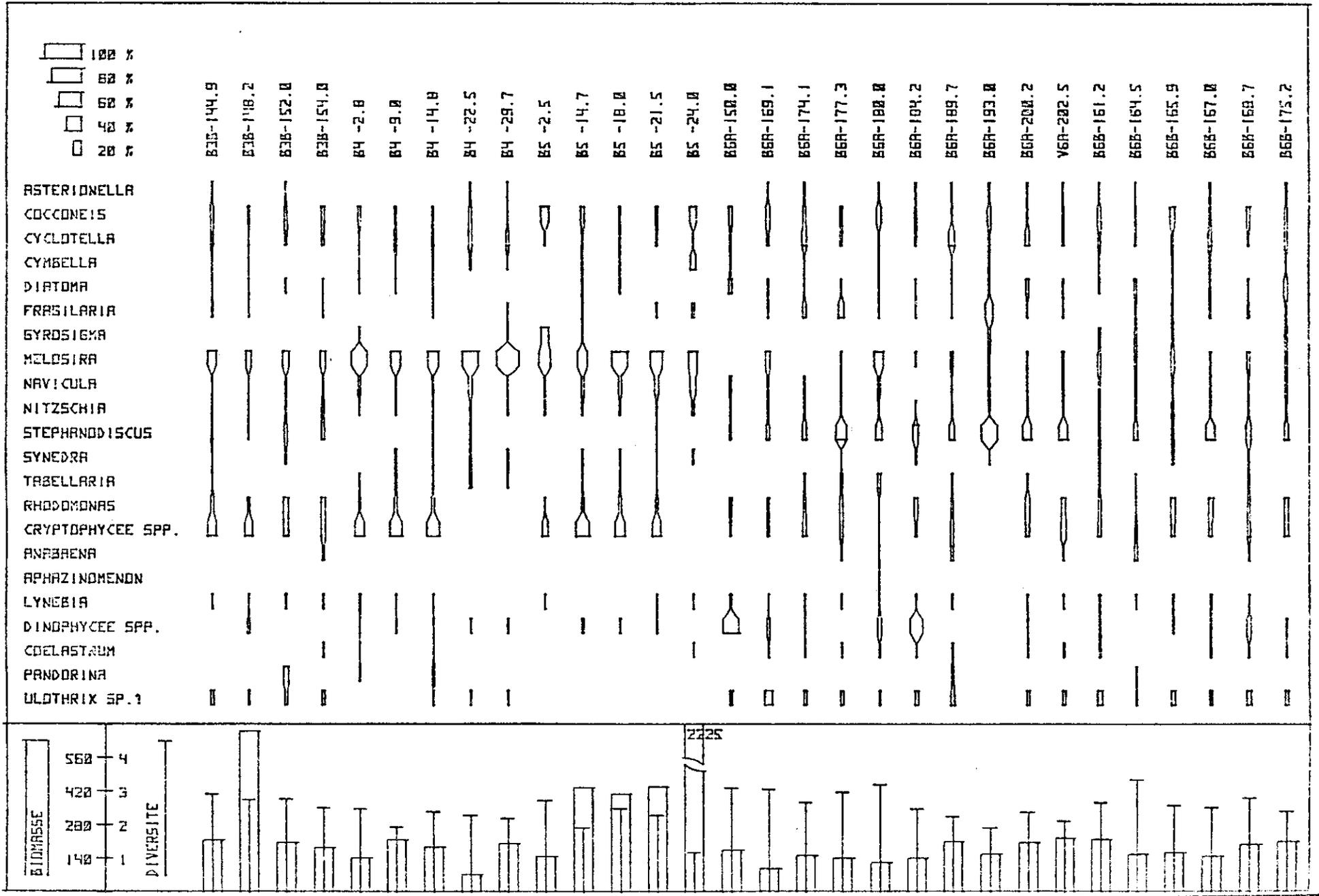


Figure B-16: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges et voie maritime, août 1976



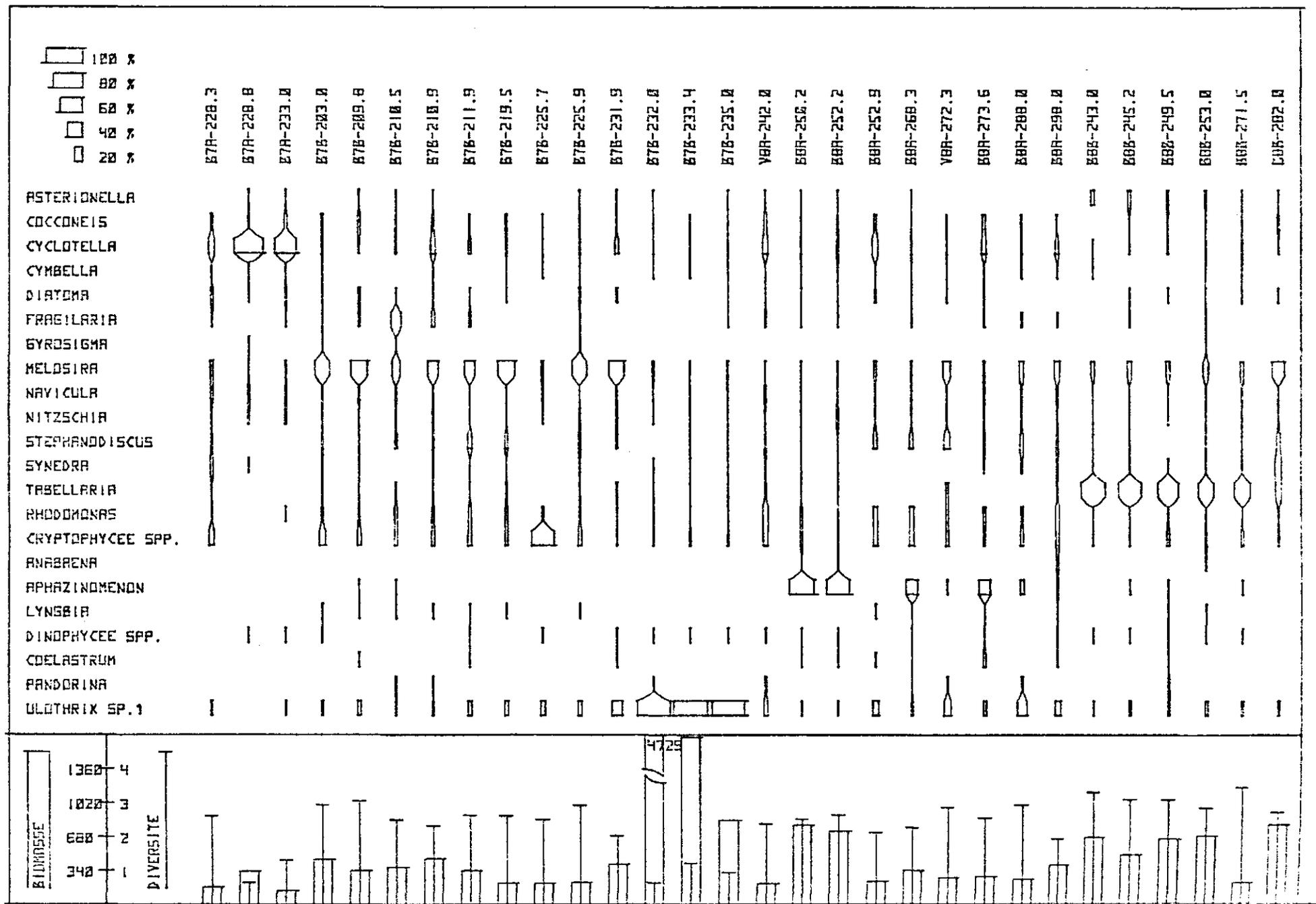


Figure B-17: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale  
Berges et voie maritime, août 1976



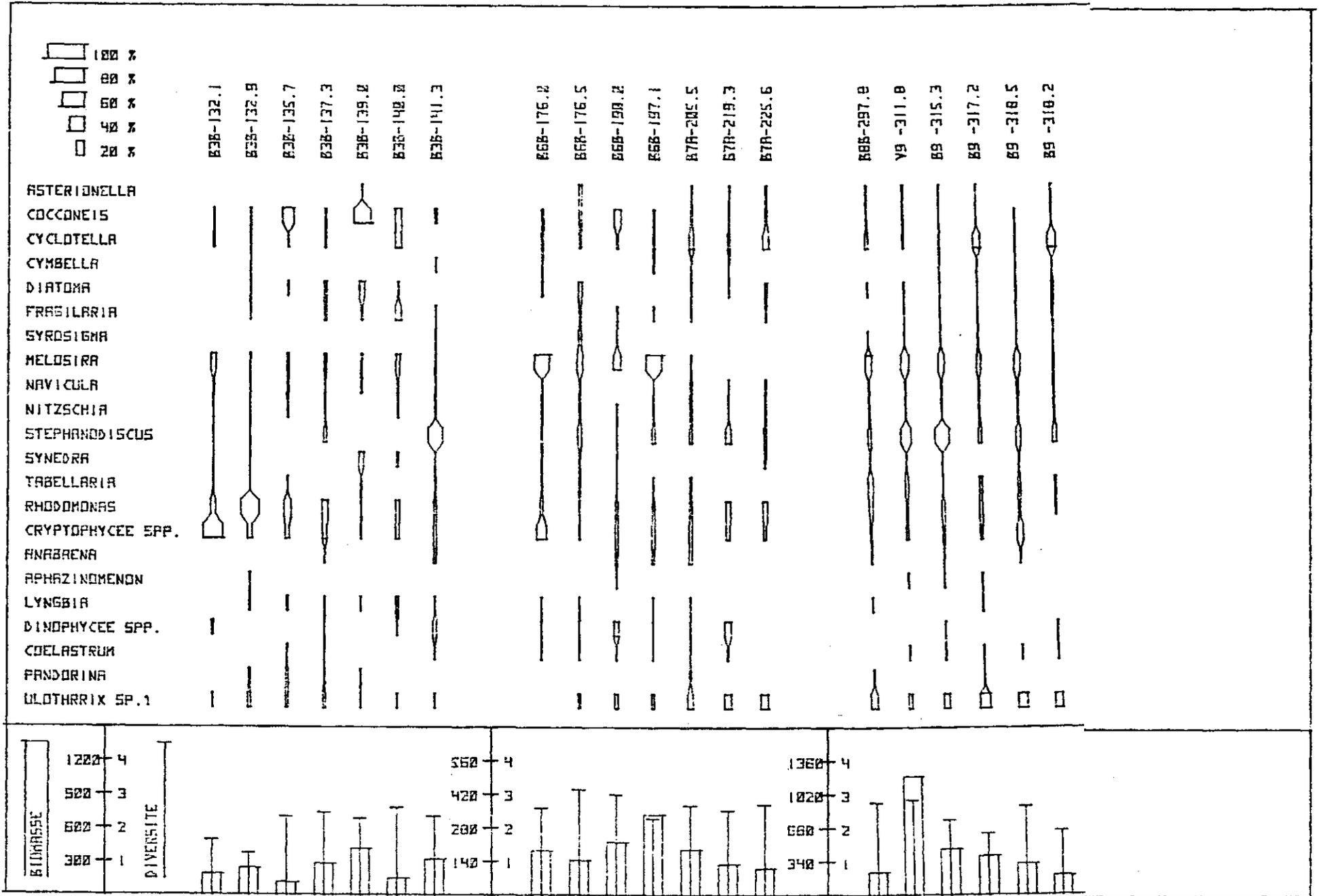


Figure B-18: Distribution des genres selon le pourcentage de la biomasse totale Berges et voie maritime, août 1976.



## B I B L I O G R A P H I E

1. BOZNIAK, E.J. et KENNEDY, L., 1969, "Periodicity and Ecology of Phytoplankton in an Oligotrophic and Eutrophic Lake", *Can. J. Bot.*, 46 : 1259-1271.
2. DOBSON, H.F.H., GILBERTSON, M. et SLY, P.G., 1974, "A Summary and Comparison of Nutrients and Related Water Quality in Lakes Erie, Ontario, Huron and Superior", *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 31 : 731-738.
3. EVANS, D. et STOCKNER, J.G., 1971, "Attached Algae on Artificial and Natural Substrates in Lake Winnipeg, Manitoba", *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29 : 31-44.
4. FEUILLADE, J. et FEUILLADE, M., 1972, "Distribution et corrélations des principales variables hydrobiologiques dans un lac eutrophe (Nantua, 1969 à 1972)", 2ième colloque sur la pollution et la protection des eaux de la région Rhin-Alpes, Lyon : 185-212.
5. GRANDBERG, K., 1973, "The Eutrophication and Pollution of Lake Payanne, Central Finland", *Am. Bot. Fenn.*, 10 : 267-308.
6. HUTCHINSON, G.E., 1967, "A Treatise on Limnology", Vol. II, John Wiley and Sons, Inc. (éd.), New York, 1115 pages.
7. JARNEFELT, H., 1952, "(Suomafaisen tiedeaktemian toimituskia) Le plancton comme indicateur des états trophiques des lacs", *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A, Helsinki* : 1-29.
8. KEIGHAN, E., 1977, "Caractérisation du niveau d'enrichissement et de la toxicité des eaux du bassin du Saint-Laurent", Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent,
9. KLING, H.J. et HOLMGREN, S.K., 1972, "Species Composition and Seasonal Distribution in the Experimental Lakes Area, Northwestern Ontario", *Fish. Res. Bd. Canada, Technical Report No. 337*.
10. LOWE, R.J., 1974, "Environmental Requirements and Pollution Tolerance of Freshwater Diatoms", Bowling Green State University, National Technical Information Service, PB 239 490 : 333 pages.

11. LUND, J.W.G., 1962, "Phytoplankton from some Lakes in Northern Saskatchewan and from Great Lakes", *Can. J. Bot.*, 40: 1499-1514.
12. LUND, J.W.G., KIPLING, C. et LE CREN, E.D., 1958, "The Inverted Microscope Method of Estimating Algal Numbers and the Statistical Basis of Estimation by Counting", *Hydrobiologia* 11 (2) : 144-170.
13. MILLER, W.E., MALONEY, T.E. et GREENE, J.C., 1974, "Algal Productivity in 49 Lake Waters as Determined by Algal Essays", *Water Research*, 8: 667-679.
14. MUNAWAR, M. et BURNS, N.M., 1976, "Relationships of Phytoplankton Biomass with Soluble Nutrients, Primary Production and Chlorophyll 'a' in Lake Erie", 1970, *J. Fish. Res. Bd Can.*, 33: 601-611.
15. MUNAWAR, M. et MUNAWAR, I.F., 1976, "A Lakewide Study of Phytoplankton Biomass and its Species Composition in Lake Erie", Apr'1 - December 1970, *J. Fish Res. Bd Can.* 33 : 581-600.
16. PALMER, C.M., 1962, "Algae in Water Supplies", U.S. Dept. of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Publication No 657 : 88 pages.
17. PALMER, C.M., 1969, "A Composite Rating of Algae Tolerating Organic Pollution", *J. Phyc.* 5 : 78 82.
18. PROVENCHER, M., 1976, "Etude du périphyton et du phytoplancton de la Voie Maritime du Saint-Laurent". Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, projet B-10 et B-11.
19. RAWSON, D.S., 1956, "Algal Indicators of Trophic Lake Types", *Limnol. and Ocean.*, 1 : 18-25.
20. STRICKLAND, J.D.H. et Parsons, T.R., 1972, "A Practical Handbook of Seawater Analysis", 2nd ed. *Bull. Fish Bd Can.*, 167 : 310 pages.
21. VOLLENWEIDER, R.A., MUNAWAR, M. et STADELMAN, P., 1974, "A Comparative Review of Phytoplankton and Primary Production in the Laurentian Great Lakes", *J. Fish.Res. Bd Can.*, 31 : 739-762.
22. WILLIAMS, L.G., 1972, "Plankton Diatoma Species Biomasses and the Quality of American Rivers and the Great Lakes", *Ecology*, 53 (6).

**Achévé d'imprimer à  
Québec en février 1978, sur  
les presses du Service de la reprographie  
du Bureau de l'Éditeur officiel  
du Québec**