

#112900 (BIBHZ)

TD 227  
C66  
no 6  
1977  
TU 2077.5  
C66  
no 6  
1977

TD  
227  
.52  
C66  
no 6  
1977

Rapport soumis au

COMITE D'ETUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT

par

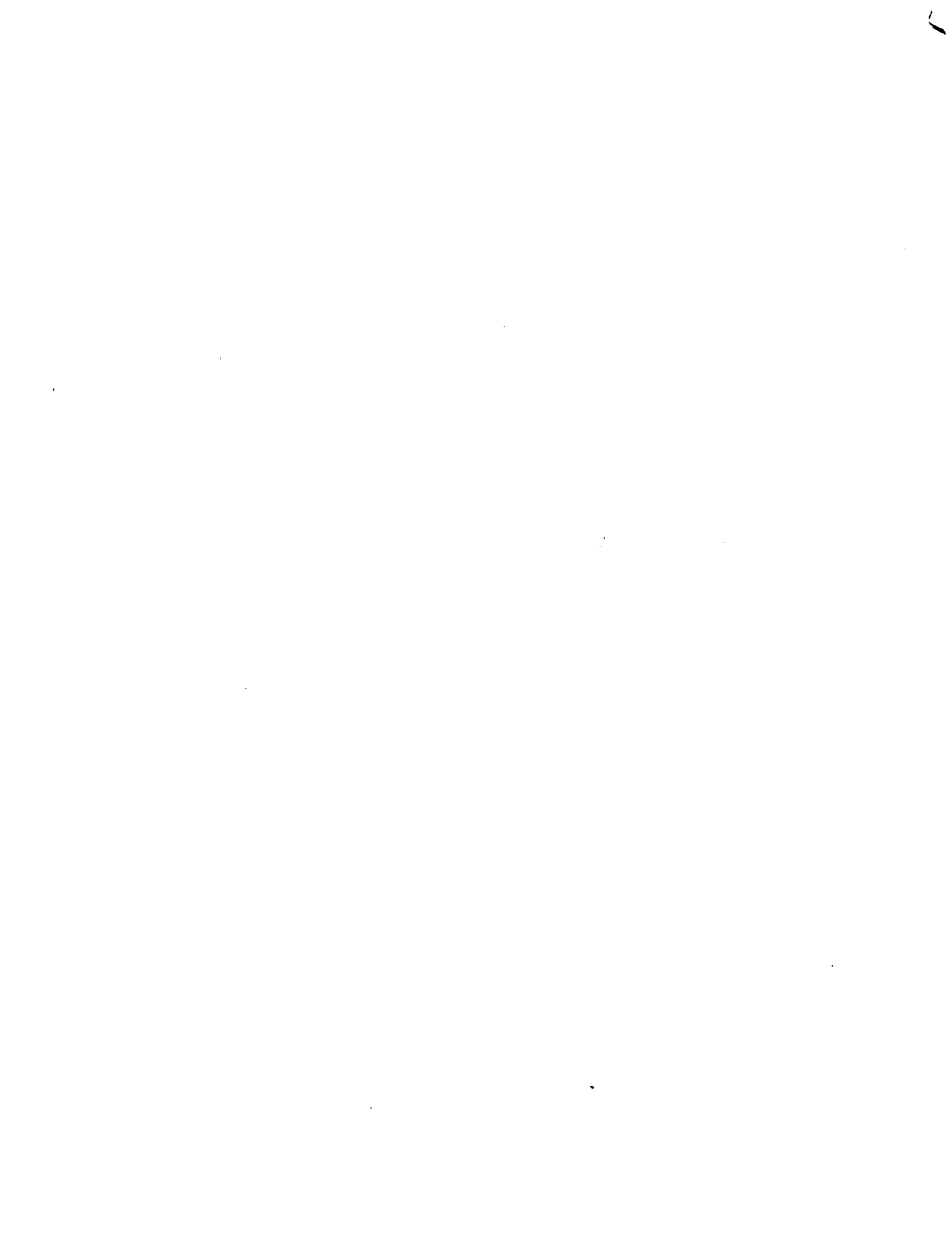
PECHES ET ENVIRONNEMENT CANADA

RAPPORT TECHNIQUE NO 6

Caractérisation du niveau d'enrichissement et de la toxicité  
des eaux du bassin du fleuve Saint-Laurent

Edric KEIGHAN, biologiste

Décembre 1977



## TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
LISTE DES TABLEAUX .....	5
LISTE DES FIGURES .....	9
LISTE DES PARTICIPANTS .....	11
RESUME .....	13
Chapitre I - Introduction .....	19
Chapitre II - Problématique .....	23
Chapitre III - Description des travaux .....	27
3.1 Echantillonnage .....	29
3.2 Méthodes .....	30
3.2.1 Potentiel de fertilité .....	30
3.2.2 Toxicité .....	31
3.2.3 L'élément chimique contrôlant la productivité primaire .....	34
Chapitre IV - Les résultats .....	43
Chapitre V - Résultats et discussion .....	71
5.1 Expériences préliminaires .....	73
5.1.1 Précision .....	73
5.1.2 Efficacité .....	73
5.2 Caractérisation du niveau d'enrichissement des eaux du fleuve et de ses tributaires .....	74
5.2.1 Le chenal de navigation .....	79
5.2.2 Les berges .....	80
5.2.3 Les tributaires .....	82

	<u>PAGE</u>
5.2.4 Les effluents industriels et les égouts sanitaires	87
5.3 Toxicité des eaux .....	88
5.3.1 Le chenal de navigation .....	90
5.3.2 Les berges .....	94
5.3.4 Les effluents industriels et les égouts sanitaires	96
5.4 Le facteur chimique contrôlant la productivité primaire .....	102
5.4.1 Le chenal de navigation .....	102
5.4.2 Les berges .....	109
5.4.3 Les tributaires .....	109
Chapitre VI - Conclusion .....	115
Chapitre VII - Recommendations .....	133
Annexe Tableaux indiquant les dates de prélèvement des échantillons provenant de stations situées dans le fleuve Saint-Laurent et sur ses tributaires ...	137
BIBLIOGRAPHIE .....	151

## LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	<u>Page</u>
3.2.2.1. Mise en évidence de la présence de substances toxiques à l'aide du rapport Pft/PF.....	41
4.1. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité des stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.....	47
4.2. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.....	49
4.3. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.....	51
4.4. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées dans un effluent industriel, ou un égout sanitaire, ou dans leur zone d'influence.....	55
5.1.1.1. Comparaison des valeurs mesurées du potentiel de fertilité dans un même milieu de culture (PAAP 30%)...	75
5.2.3.1. Evaluation de la qualité de l'eau de grands tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir du niveau d'enrichissement moyen.....	83
5.2.3.2. Evaluation de la qualité de l'eau de petits tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir du niveau d'enrichissement moyen.....	84
5.2.4.1. Evaluation de la qualité de l'eau des effluents industriels et des égouts sanitaires à partir du niveau d'enrichissement moyen.....	87
5.3.1.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des stations du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".....	93
5.3.2.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des stations situées sur la berge du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".....	95
5.3.3.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau de grands tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".....	97

	<u>Page</u>
5.3.3.2. Evaluation du degré de toxicité de l'eau de petits tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".....	98
5.3.4.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des effluents industriels et les égouts sanitaires du fleuve Saint-Laurent.....	99
5.3.4.2. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de métaux.....	103
5.3.4.3. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries alimentaires.....	104
5.3.4.4. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de chimie organique.....	105
5.3.4.5. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de pâtes et papiers.....	106
5.3.4.6. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les raffineries et les industries textiles.....	107
5.4.1. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire des stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.....	108
5.4.2. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.....	111
5.4.3. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire de l'eau des stations situées sur les grands tributaires du fleuve Saint-Laurent.....	113
5.4.4. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire de l'eau des stations situées sur les petits tributaires du fleuve Saint-Laurent.....	114

	<u>Page</u>
6.1. Valeurs moyennes des concentrations métalliques obtenues dans l'eau du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.....	123
1.0. Date de prélèvement des échantillons provenant de stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.....	139
2.0. Date de prélèvement des échantillons provenant des stations situées sur les berges du fleuve Saint- Laurent.....	141
3.0. Date de prélèvement des échantillons provenant de stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.....	143
4.0. Date de prélèvement des échantillons provenant des effluents industriels ou des égouts sanitaires le long du fleuve Saint-Laurent.....	147





## LISTE DES FIGURES

Figure	<u>Page</u>
3.2.2.1. Distribution des valeurs du rapport PFt/PF des échantillons d'eau prélevés dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 60% de l'ensemble des valeurs.....	35
3.2.2.2. Distribution des valeurs du rapport PFt/PF des échantillons d'eau prélevés sur les berges du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 74% de l'ensemble des valeurs.....	37
3.2.2.3. Distribution des valeurs du rapport PFt/PF des échantillons d'eau prélevés dans les tributaires du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 82% de l'ensemble des valeurs.....	39
4.0. Sectorisation du fleuve.....	61
4.1. Localisation des stations situées dans le chenal de navigation.....	63
4.2. Localisation des stations situées sur les berges....	65
4.3. Localisation des tributaires.....	67
4.4. Localisation des effluents industriels et sanitaires	69
5.1.2.1. Relation entre la mesure du potentiel de fertilité et la concentration en phosphore d'un milieu de culture synthétique (PAAP, 30%).....	77
5.3.1. Etablissement d'une norme d'interprétation des valeurs de "toxicité relative" à partir de la fréquence cumulée (%) de l'ensemble des échantillons recueillis et de leur valeur de "toxicité relative".....	91
6.1. L'effet des ajouts de cuivre ( $\text{Cu}^{++}$ ), sur la mesure du potentiel de fertilité, dans un échantillon d'eau de la rivière Châteauguay prélevé le 6 janvier 1976, concentration en mg/l: (A, contrôle: 0; B: 4; C: 8; D: 16; E: 32; F: 64; G: 128).....	125
6.2. Capacité de complexation des différentes concentrations de EDTA vis-à-vis l'ion cuivre ( $\text{Cu}^{++}$ ).....	127

6.3.	L'effet des différents ajouts, sur la mesure du potentiel de fertilité, à l'eau d'un milieu de culture synthétique (PAAP, N/4 et P/4) (A, contrôle: pas d'ajout; B, azote: 0.70 mg/l; C, phosphore: 0.062 mg/l; D, azote et phosphore: 0.70, 0.062 mg/l; E, EDTA: 100 µmoles; F, EDTA: 10 µmoles).....	129
6.4.	L'effet des différents ajouts, sur la mesure du potentiel de fertilité, à un échantillon d'eau de la rivière Châteauguay prélevé le 15 mars 1976 (1A, contrôle: pas d'ajout; 1B, EDTA: 10 µmoles; 2A, cuivre: 65 µg/l; 2B, cuivre EDTA: 65 µg/l, 10 µmoles, 3A, cuivre: 130 µg/l; 3B, cuivre EDTA: 130 µg/l, 10 µmoles).....	131

LISTE DES PARTICIPANTS:

BERMINGHAM Norman (P.E.)

BOILARD Johanne (P.E.)

CARDIN Richard (P.E.)

COUTURE Pierre (consultant)

KEIGHAN Edric (P.E.)

MORIN Renée (P.E.)



## RESUME

On constate deux types de dégradation de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires.

Le premier type de dégradation est lié à la présence de substances toxiques dans nos eaux. Le deuxième type de dégradation de la qualité de l'eau peut se résumer à la présence de substances nutritives (azote et phosphore principalement) en excès dans ces eaux. Ces deux types de dégradation furent évalués à l'aide d'une bioanalyse en laboratoire; l'organisme utilisé pour la bioanalyse est une algue, Selenastrum capricornutum. En effet l'algue se montre très sensible à la présence dans l'eau de ces deux groupes de substances (nutritives et toxiques). Une eau riche en substances nutritives a pour effet de permettre une croissance excessive de cette algue, alors qu'une eau fortement toxique inhibe la croissance de l'algue, même si l'eau est riche en substances nutritives. Les résultats présentés ici sont basés sur une évaluation des effets des concentrations respectives (substances nutritives et toxiques); pour certaines interprétations complémentaires, il sera essentiel de connaître les débits aux stations d'échantillonnages afin d'évaluer l'importance des apports (la charge) des deux types de dégradation ci-haut mentionnés.

En ce qui regarde le premier type de dégradation, c'est-à-dire celui lié à la présence de substances toxiques, les résultats obtenus indiquent qu'il y a présence de substances toxiques non seulement dans

une eau directement influencée par un rejet industriel, mais, de plus, dans l'eau de la voie navigable du Saint-Laurent laquelle est considérée comme ayant la meilleure qualité de l'eau du fleuve. Il est à noter que cette toxicité doit être considérée comme une menace pour la qualité de la vie aquatique, mais ne peut en aucun cas être interprétée directement comme une menace pour la santé publique. Cette toxicité, plus importante au niveau des lacs Saint-François et Saint-Louis, se fait sentir principalement dans le chenal de navigation du fleuve et elle est effective jusqu'à Trois-Rivières. Le lac Saint-Pierre semble toutefois moins affecté par la présence de substances toxiques. Pour ce qui est des tributaires, les rivières Saint-Louis et Notre-Dame présentent une qualité de l'eau comparable à celle d'un rejet industriel par son effet fortement inhibiteur sur la croissance de l'algue lors des bioanalyses. La présence de substances toxiques se fait également sentir dans l'eau des tributaires suivants:

- rivière du Chicot, comté des Deux-Montagnes
- rivière Marguerie, comté de Nicolet
- rivière du Cap Rouge, comté de Québec
- rivière du Moulin, comté de Portneuf
- rivière Chaudière, comté de Lévis
- rivière Montmorency, comté de Montmorency
- rivière Saint-Charles, comté de Québec
- rivière du Petit Saut, comté de Lotbinière
- rivière Beaudet, comté de Soulanges
- rivière Saint-Charles, comté de Verchères
- rivière des Outaouais, comté de Vaudreuil
- rivière Delisle, comté de Soulanges
- rivière des Prairies, comté de L'Assomption

- rivière du Chêne, comté de Lotbinière
- rivière Bécancour, comté de Nicolet
- rivière Saint-Maurice, comté de Saint-Maurice
- rivière Champlain, comté de Champlain
- rivière Etchemin, comté de Lévis
- rivière Rigaud, comté de Vaudreuil
- rivière Saint-François, comté de Yamaska
- rivière Batiscan, comté de Champlain

Les résultats de la campagne d'échantillonnage indiquent aussi que certaines stations localisées sur les berges du fleuve (principalement sur la rive sud) présentent des signes évidents de toxicité.

Quant au deuxième type de dégradation mentionné, c'est-à-dire la présence de substances nutritives en excès, les résultats obtenus indiquent que les eaux provenant du lac Ontario, de même que celles provenant de la rivière des Outaouais, sont pauvres en substances nutritives. Cette "bonne" qualité de l'eau (au point de vue du niveau d'enrichissement seulement) se répercute au niveau des lacs Saint-François, Saint-Louis et des Deux Montagnes, et emprunte de façon générale le chenal de navigation du fleuve. Au contraire, la qualité de l'eau entourant l'île Jésus, de même que celle entourant l'île de Montréal, est très "mauvaise", puisque cette eau contient de fortes concentrations de substances nutritives. Les tributaires présentant une "mauvaise" qualité de l'eau (substances nutritives en fortes concentrations) sont nombreux:

- petite rivière du Loup,
- rivière Boyonne,
- rivière des Mille Îles, comté de L'Assomption et  
île Jésus

-	rivière des Prairies,	comté de L'Assomption
-	rivière Yamaska,	comte de Yamaska
-	rivière Mascouche,	comté de L'Assomption
-	rivière L'Assomption,	comté de L'Assomption
-	rivière Yamachiche,	comté de Saint-Maurice
-	rivière Rigaud,	comté de Vaudreuil
-	rivière Châteauguay,	comté de Châteauguay
-	rivière Champlain,	comté de Champlain
-	rivière Delisle,	comté de Soulanges
-	petite rivière du Chêne,	comté de Lotbinière
-	rivière Etchemin,	comté de Lévis
-	rivière Nicolet,	comté de Nicolet
-	rivière Marguerie,	comté de Nicolet
-	ruisseau Notre-Dame,	comté de Verchères
-	rivière Saint-Charles,	comté de Verchères
-	petite rivière Yamachiche,	comté de Saint-Maurice
-	rivière Beauport,	comté de Québec
-	rivière la Chaloupe,	comté de Berthier
-	rivière Rouge,	comté de Soulanges
-	rivière du Moulin,	comté de Nicolet
-	rivière aux Chiens,	comté de Terrebonne
-	rivière Saint-Régis,	comté de Laprairie
-	rivière du Chêne,	comté de Deux-Montagnes
-	rivière Saint-Louis,	comté de Beauharnois
-	ruisseau Bourret	comté de Lotbinière
-	rivière du Chicot,	comté de Deux-Montagnes
-	rivière aux Orignaux,	comté de Nicolet
-	rivière du Chicot,	comté de Berthier
-	ruisseau aux Glaises,	comté de Saint-Maurice



- rivière Beudet, comté de Soulanges
- rivière du Petit Saut, comté de Lotbinière
- rivière du Moulin, comté de Portneuf

De façon générale, les tributaires situés du côté nord du fleuve Saint-Laurent sont très riches en substances nutritives. Ce type de dégradation de la qualité de l'eau diminue considérablement en aval de Trois-Rivières, qu'il s'agisse d'une eau provenant des berges, du chenal de navigation ou des tributaires du fleuve.



CHAPITRE I

INTRODUCTION



## I - INTRODUCTION

En janvier 1975, contenus dans un mémoire de programme, le sous-comité de biologie du Comité Saint-Laurent (organisme provincial-fédéral) définissait les objectifs du projet B-7 (le potentiel de fertilité) en ces termes: définir un niveau d'enrichissement acceptable pour les eaux du fleuve.

Les activités de l'équipe impliquée dans la réalisation de ce projet débutèrent en juin 1975. Un laboratoire destiné à mesurer le niveau d'enrichissement des eaux à l'aide d'un test biologique (mesure de potentiel de fertilité) était dès lors mis en marche.

Quatre objectifs principaux ont depuis été poursuivis:

- caractérisation du niveau d'enrichissement des eaux en substances nutritives disponibles (azote et phosphore);
- identification des stations affectées par la présence de substances toxiques;
- identification du facteur chimique contrôlant la production primaire (azote ou phosphore);
- définition d'une norme de qualité de l'eau acceptable à partir des mesures du potentiel de fertilité et de l'indice de toxicité.



CHAPITRE II

PROBLEMATIQUE





## II - PROBLEMATIQUE

L'évolution des caractéristiques de l'écosystème aquatique a souvent été perçue par le biais de l'étude de ses composantes chimiques, physiques et biologiques. L'étude des composantes chimiques et physiques, bien qu'importante, devient cependant moins percutante à l'intérieur d'une politique de caractérisation de la ressource, si une étude des composantes biologiques n'est pas effectuée en même temps.

L'utilisation d'indicateurs biologiques s'est ainsi avérée, au cours des dernières années, un outil très efficace au niveau de l'investigation de la relation existant entre la composante biologique du milieu aquatique et la qualité de ce milieu. Toutefois, la diversité et l'efficacité relative des différents indicateurs invitent à beaucoup de prudence quant à leur choix. Ce choix doit avant tout être basé sur l'efficacité de l'indicateur à caractériser différents phénomènes, tels, l'apparition de concentrations excessives en substances nutritives et en substances toxiques à l'intérieur d'un cours d'eau: ces phénomènes étant habituellement identifiés comme les causes importantes des processus de dégradation de la qualité de la ressource.

Les bioessais, effectués en laboratoire (i.e., mesure du potentiel de fertilité), à l'aide d'une population d'algues (Selenastrum capricornutum Printz) se sont avérés des techniques très efficaces pour l'étude de ces phénomènes. L'efficacité de ces techniques repose sur le fait que les caractéristiques physiologiques et métaboliques des organismes utilisés sont intimement liées à la qualité du milieu aquatique. En effet ces organismes ne possèdent pas de systèmes de régulation interne comparable aux organismes pluricellulaires plus évolués, ainsi, par exemple, alors que l'analyse chimique d'un échantillon d'eau révèle la nature et la

concentration des éléments chimiques du milieu, la mesure du potentiel de fertilité en établit le degré de biodisponibilité. Dès lors, la qualité de la ressource peut être perçue à l'aide des effets de stimulation ou d'inhibition de croissance observés sur la population des algues utilisées.

Enfin, l'efficacité d'une politique de contrôle de la qualité de l'eau doit reposer sur l'utilisation d'indicateurs capables de définir des normes réalistes et fiables. La mesure du potentiel de fertilité, en caractérisant les différents niveaux de productivité du milieu aquatique, permet de préciser ces normes. Ces normes doivent cependant être appliquées en fonction des caractéristiques physiques et de l'utilisation de la ressource.

## CHAPITRE III

### DESCRIPTION DES TRAVAUX



### III - DESCRIPTION DES TRAVAUX

#### 3.1 Echantillonnage

Le projet appelé "potentiel de fertilité", tel que défini à la section I, comporte une étape d'échantillonnage intense, effectuée par les Services de protection de l'environnement (Québec) durant les années 1975 et 1976. Lors de cet échantillonnage du tronçon du fleuve Saint-Laurent, Cornwall-Québec, quatre types d'échantillons furent recueillis, ces différents échantillons provenaient:

- du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent;
- des berges du fleuve;
- des tributaires du fleuve;
- des effluents sanitaires et industriels se déversant directement ou indirectement dans le fleuve.

Quatorze stations étaient situées dans le chenal de navigation du fleuve, quarante-deux sur les berges, soixante-trois dans des tributaires et soixante-seize soit dans le rejet, soit dans la zone d'influence des rejets industriels et sanitaires. Sur les 1,170 échantillons reçus, les analyses effectuées cherchèrent à déterminer le niveau d'enrichissement de l'eau (potentiel de fertilité), la situation des stations affectées par la présence de substances toxiques, et l'identification de l'élément chimique qui contrôle la productivité primaire. L'information relative à la localisation de chacune des stations, au nombre des échantillons recueillis en chacune de ces stations, ainsi qu'au numéro du secteur qui

regroupe les stations, apparaît à la section IV (LES RESULTATS). L'information relative aux différentes périodes d'échantillonnages est présentée sous la forme d'un tableau à l'annexe I.

### 3.2 Méthodes

#### 3.2.1 Potentiel de fertilité

La mesure du potentiel de fertilité (PF) est effectuée selon une technique développée par "l'Environmental Protection Agency" des Etats-Unis (EPA, 1971). Le test consiste essentiellement à stériliser un échantillon d'eau et à yensemencer une souche d'algues (Selenastrum capricornutum Printz) à raison de 5,000 algues/ml. Les cultures d'algues sont repiquées à toutes les semaines et seules les cultures en phase de croissance exponentielle servent d'inoculum. Les échantillons d'eau inoculés sont incubés pendant vingt-et-un jours. Les conditions d'incubation sont les suivantes: seize heures de photo-période, 5,380 lux,  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , et agitation manuelle des échantillons tous les jours. La population d'algues produites est mesurée après vingt-et-un jours à l'aide d'un compteur de particules (coulter counter, modèle TA-11, cellule de 70  $\mu$ ). La quantité d'algues ainsi obtenue constitue la mesure du potentiel de fertilité de l'échantillon d'eau analysé (PF).

Cette mesure (nombre de cellules/ml) est par la suite transformée en une mesure de biomasse (mg/litre). Cette transformation s'effectue à l'aide d'une constante établie grâce à un échantillon témoin (milieu de culture PAAP<sup>1</sup>) à l'intérieur duquel est mesuré le nombre de cellules

---

<sup>1</sup> "Provisional algal assay procedure"

obtenues. La biomasse de l'échantillon-témoin<sup>1</sup> est calculée à partir de la relation établie par Green et al. (1974). Le rapport "biomasse/ nombre de cellules" du témoin identifie la constante de transformation.

### 3.2.2 Toxicité

La présence de substances toxiques à l'intérieur d'un échantillon d'eau provoque une inhibition de croissance de la population des algues utilisées. Cette inhibition s'observe lorsque la valeur mesurée du potentiel de fertilité est inférieure à la valeur théorique. La valeur théorique est calculée à partir des concentrations de l'élément chimique contrôlant la productivité primaire (voir section 3.2.3: L'élément chimique contrôlant la productivité primaire).

Une telle approche a déjà été utilisée par Miller et al. (1974-1975), Green et al. (1974, 1975, 1976) et Payne (1975), pour mettre en évidence la présence d'un facteur, autre que l'azote et le phosphore, susceptible de limiter la fertilité d'un échantillon d'eau. A partir de cette technique d'interprétation, une nouvelle méthodologie, basée sur une interprétation statistique du rapport "valeurs théoriques/valeurs mesurées" du potentiel de fertilité a été développée par nous.

La mise en évidence de la présence de substances toxiques a donc été effectuée à l'aide de l'étude du rapport  $PF_t/PF$ . Il s'agit d'établir la valeur du potentiel de fertilité théorique ( $PF_t$ ) à partir des équations développées par Greene, d.c., et al. (1974) où:

---

<sup>1</sup> La biomasse utilisée ici = 80 mg d'algues/l

$$PF_t = FNT_i \text{ ou } FPT_i$$

$FNT_i$  = potentiel de fertilité calculé à partir des concentrations en azote total inorganique;

$FPT_i$  = potentiel de fertilité calculé à partir des concentrations en phosphore total inorganique;

où:

$$FNT_i = (NT_i) \times 38;$$

$$FPT_i = (PT_i) \times 0.43;$$

$NT_i$  = azote total inorganique en mg N/l

$PT_i$  = phosphore total inorganique en ug P/l

Pour calculer la valeur de  $PF_t$ , le choix du paramètre à utiliser ( $FNT_i$  ou  $FPT_i$ ) est basé sur l'identification du facteur chimique de contrôle de la productivité primaire (voir section 3.2.3). Ainsi, par exemple, le  $PF_t$  d'une station, dont le facteur de contrôle a été identifié comme étant le phosphore, sera calculé à partir de la valeur calculée de  $FPT_i$ .

La présence de substances toxiques à l'intérieur d'un échantillon d'eau a pour effet de réduire la croissance de la population d'algues permise par la concentration de l'élément chimique limitatif. Nous



observons alors la relation suivante:

$$PF_t > PF,$$

et

$$PF_t/PF > 1.0.$$

L'utilisation du critère  $PF_t > PF$ , pour des fins d'identification de la présence de substances toxiques, amène toutefois l'utilisateur à concevoir une valeur au-dessus de laquelle l'identification du phénomène doit être considérée comme valable. Cette norme est définie ici à partir de l'étude des rapports  $PF_t/PF$  présentés par les figures 3.2.2.1, 3.2.2.2 et 3.2.2.3.

La norme utilisée doit tenir compte d'une certaine marge d'erreur associée et inhérente à l'établissement des valeurs de  $PF_t$  et de  $PF$ . L'analyse des modes de distribution des valeurs du rapport  $PF_t/PF$  (fig. 3.2.2.1, 3.2.2.2 et 3.2.2.3) suggère la présence de deux groupes de valeurs, liées à des phénomènes différents:

- les valeurs groupées à l'intérieur du mode de distribution normale d'où absence du phénomène de toxicité;
- les valeurs groupées à l'extérieur du mode de distribution normale d'où présence du phénomène de toxicité.

La valeur du rapport  $PF_t/PF$ , pour les stations situées à l'intérieur de la distribution normale, varie entre 0.2 et 5.0 (c'est l'écart le plus élevé pour les trois types de stations présentés par les figures 3.2.2.1, 3.2.2.2 et 3.2.2.3). La valeur du rapport est  $> 5.0$  pour les stations situées à l'extérieur de cette distribution. Cette augmentation de la

valeur du rapport serait associée à la présence de substances qui viennent interférer et minimisent la valeur du PF; pour les fins de cette étude, la présence de substances toxiques à l'intérieur d'un échantillon d'eau a été caractérisée par la relation suivante:

$$PF_t/PF > 5.0.$$

La validité de cette norme a été vérifiée lors d'expériences visant à déterminer la valeur du rapport  $PF_t/PF$  de certains échantillons provenant d'effluents industriels où de fortes concentrations de substances toxiques avaient été détectées. Les fortes valeurs des rapports présentés au tableau 3.2.2.1 sont nettement supérieures à la norme (>5) et traduisent la présence d'éléments toxiques.

### 3.2.3 L'élément chimique contrôlant la productivité primaire

L'élément chimique (N ou P), qui limite la production primaire des échantillons d'eau, est identifié à l'aide d'un test développé par l'EPA (1971). Le test permet de mesurer la stimulation de croissance obtenue à l'aide d'ajouts d'azote ou de phosphore à l'échantillon d'eau. Globalement, la technique consiste à diviser l'échantillon d'eau à analyser en trois sous-échantillons et à ajouter au premier sous-échantillon de l'azote (0.7 mg N/l;  $NaNO_3$ ), au second du phosphore (0.062 mg P/l;  $K_2HPO_4$ ) et au troisième un mélange d'azote et de phosphore (0.7 mg N/l + 0.062 mg P/l). Les différents sous-échantillons sont incubés et agités à la main tous les jours. La population d'algues est mesurée après vingt-et-un jours, et, l'élément (N ou P), qui provoque la meilleure stimulation de croissance de la population d'algues, identifie l'élément chimique qui contrôle la productivité de l'échantillon d'eau analysé.

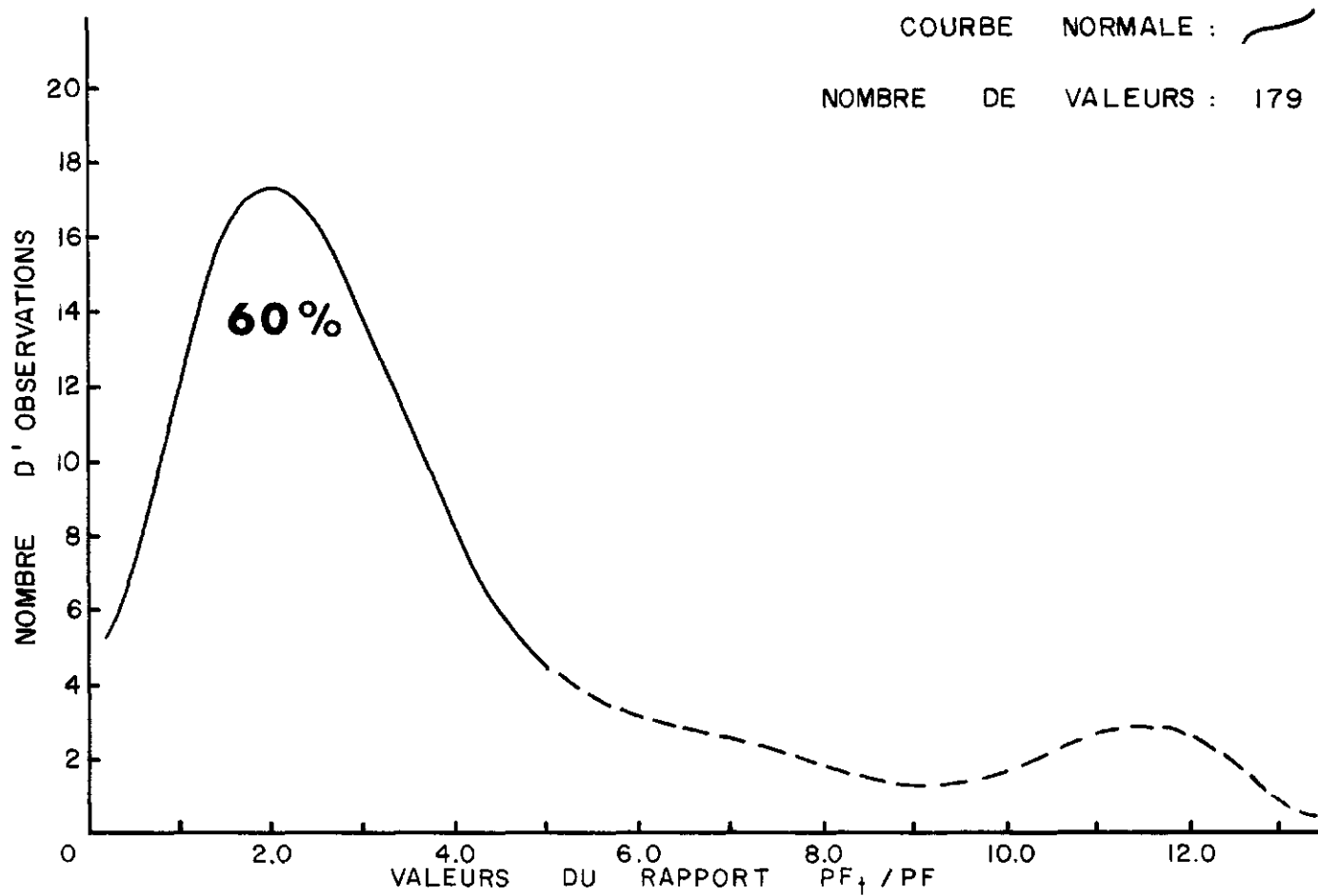


Fig. 3.2.2.1 Distribution des valeurs du rapport  $PF_t / PF$  des échantillons d'eau prélevés dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 60% de l'ensemble des valeurs.



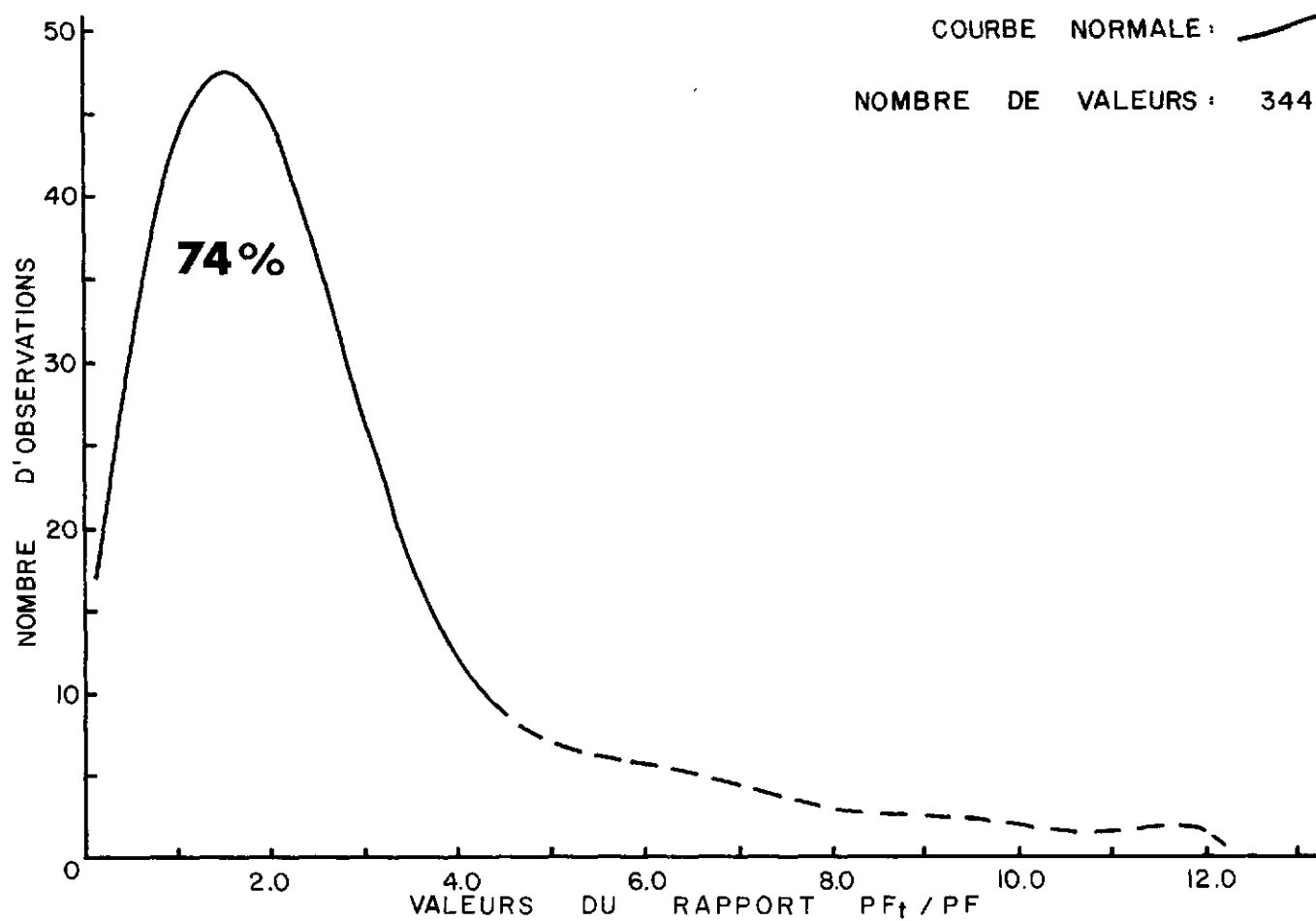


Fig. 3.2.2.2 Distribution des valeurs du rapport  $PF_t / PF$  des échantillons d'eau prélevés sur les berges du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 74% de l'ensemble des valeurs.



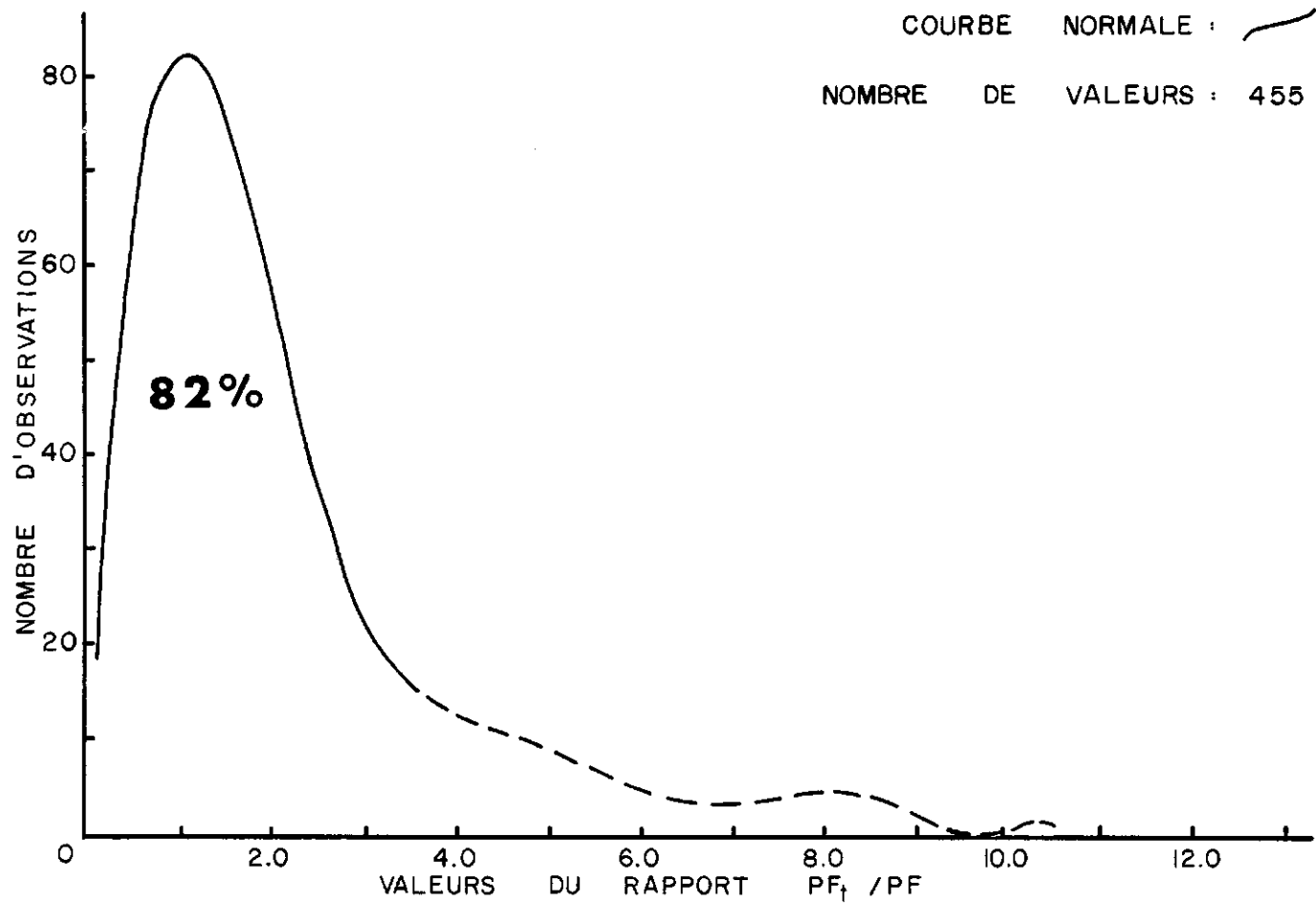


Fig. 3.2.2.3 Distribution des valeurs du rapport  $PF_t / PF$  des échantillons d'eau prélevés dans les tributaires du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 82% de l'ensemble des valeurs.





TABLEAU 3.2.2.1. Mise en évidence de la présence de substances toxiques à l'aide du rapport PFt/PF.

ECHANTILLONNAGE 27-06-75	PF <sup>1</sup>	PFt <sup>2</sup>	PFt/PF
Source de déversement de Tioxyde du Canada	0.3	17.0	57
Aval du déversement	0.2	8.6	43
Source de déversement de Québec Iron and Titanium	0.2	8.6	43
Aval du déversement	0.2	7.3	37

1 potentiel de fertilité mesuré (mg algues/l).

2 potentiel de fertilité théorique (mg algues/l) à partir des concentrations de PTi (phosphore total inorganique).



## CHAPITRE IV

### LES RESULTATS



#### IV - LES RESULTATS

Les résultats sont présentés par type d'échantillons d'eau recueillis (voir section 3.1: Echantillonnage) et insérés à l'intérieur de tableaux (4.1, 4.2, 4.3 et 4.4). Chaque tableau comporte:

- un numéro de secteur;
- un millage (sauf pour les tributaires);
- l'endroit de la station échantillonnée;
- le nombre d'échantillons recueillis par stations;
- un numéro correspondant à la localisation de la station sur une carte du fleuve Saint-Laurent;
- le potentiel de fertilité moyen mesuré ( $\overline{PF}$ ) et théorique ( $\overline{PF}_t$ ), ainsi que l'écart-type respectif pour chacun  $S_{\overline{PF}}$  et  $S_{\overline{PF}_t}$ ;
- l'inhibition moyenne ( $\overline{INB.}$ ), et son écart-type ( $S_{\overline{INB.}}$ ), de même qu'une valeur de toxicité relative;
- le facteur chimique limitatif présenté en % de P, de N ou de NP.

La sectorisation du fleuve Saint-Laurent a pour but de délimiter, de l'amont vers l'aval, les tronçons qui sont distincts du point de vue biophysique. La délimitation de ces secteurs apparaît à la figure 4.0. On trouvera, dans le rapport provisoire du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1977, le détail des caractéristiques biophysiques rattaché à chacun des secteurs.



TABLEAU 4.1. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité des stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	NOMBRE D'ÉCH.	LOC. DE STATION	$\overline{PF}$	$S_{PF}$	$PF_t$	$S_{PF_t}$	$\overline{INB}$	$S_{INB}$	TOX. REL.	L'ÉLÉMENT CHIMIQUE LIMITATIF		
											% P	% N	% N
2	L. St-François	15	1	0.54	0.46	4.0	1.7	14.3	15.6	47	100	0	0
"	L. St-François	20	2	1.5	2.2	4.3	1.9	7.5	9.1	25	95	0	0
"	Beauharnois	6	3	1.5	0.7	4.3	2.2	4.7	2.3	17	100	0	0
3	L. St-Louis	6	4	1.0	0.7	4.6	1.9	10.5	14.5	28	100	0	0
"	L. St-Louis	21	5	0.9	0.7	4.3	1.8	10.4	10.8	38	100	0	0
"	Amont des Rapides de Lachines	6	6	1.1	0.9	8.7	10.4	26.8	37.1	44	100	0	0
6	Verchères	6	7	1.4	0.6	4.2	0.9	5.3	6.5	11	100	0	0
"	Tracy	21	8	1.2	0.9	4.5	1.9	10.0	15.2	25	100	0	0
"	Montréal	19	9	1.4	1.3	4.9	2.9	8.6	13.4	23	95	0	5
"	I. Ste-Thérèse	6	10	2.0	2.6	7.0	7.6	8.5	11.9	28	100	0	0
7	L. St-Pierre	6	11	2.0	1.2	4.7	1.7	3.1	2.3	5	100	0	0
8	Trois-Rivières	16	12	2.0	1.6	5.9	2.7	18.8	31.6	31	100	0	0
"	Leclercville	6	13	2.5	1.5	4.3	1.3	2.3	1.7	5	100	0	0
9	Québec	22	14	3.0	1.9	5.4	1.6	5.4	13.4	8	95	5	0





TABLEAU 4.2 Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	NOMBRE D'ECH.	LOC. DE STATION	$\bar{PF}$	$S_{\bar{PF}}$	$PF_t$	$S_{\bar{PF}_t}$	$\bar{INB.}$	$S_{\bar{INB.}}$	TOX. REL.	L'ELEMENT CHIMIQUE LIMITATIF		
											% P	% N	% N
1	Parc d'Oka	13	1	2.0	1.2	5.1	1.2	8.8	21.8	10	100	0	0
"	Pte Parsons	10	2	2.0	1.0	6.0	3.6	20.2	55.8	13	90	10	0
2	L. St-François (S)	3	3	0.4	0.2	1.9	0.8	5.3	2.2	11	100	0	0
"	B. St-Anicet	12	4	1.4	1.0	2.7	1.2	3.5	3.4	11	92	8	0
"	L. St-François (N)	3	5	1.6	1.2	4.2	1.4	3.1	1.0	0	100	0	0
"	Parc Sauvé	13	6	1.8	2.1	3.8	2.1	3.3	2.2	5	84	8	8
"	B. St-François	3	7	1.8	1.4	3.3	3.2	1.7	0.6	0	100	0	0
3	I. à l'Ours	14	8	1.4	1.5	3.8	2.5	7.5	12.2	19	100	0	0
"	Chenal Perdu	3	9	19.6	6.4	2.5	0.9	0.1	0.1	0	100	0	0
"	I. aux Plaines	3	10	1.4	0.8	1.7	0.5	1.3	0.4	0	67	0	33
"	Pte du Moulin	13	11	1.1	1.0	4.9	2.6	8.3	9.5	28	100	0	0
"	I. St-Bernard	14	12	0.9	0.6	3.8	1.6	13.1	21.7	26	100	0	0
"	Entrée de l'Aqueduc de Montréal	12	13	3.3	1.7	6.3	2.0	2.3	1.4	3	58	42	0
"	Presqu'î. à Boquet	13	14	1.4	1.3	5.6	2.5	9.8	13.9	28	100	0	0
"	Bassin Laprairie	3	15	1.9	5.7	6.3	7.0	0.7	0.5	0	33	33	33
"	I. Perrot (S)	3	16	6.6	1.9	6.6	1.9	1.0	0.0	0	33	67	0
"	I. Perrot (N)	2	17	7.1	-	7.1	-	1.0	-	0	0	0	100
"	Pte Charlebois	13	18	5.0	3.7	8.1	3.4	7.2	17.5	10	62	31	7
"	B. de Valois	3	19	10.4	5.3	7.8	5.4	0.8	0.4	0	33	67	0

TABIEAU 4.2 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.

6	Boucherville	13	20	3.8	2.4	9.4	4.0	3.9	2.9	10	69	15	15
"	L. St-Laurent	13	21	4.4	3.7	8.4	2.1	2.6	1.3	0	69	8	23
"	L. Ste-Thérèse	3	22	1.6	1.0	4.7	0.9	4.5	3.8	11	100	0	0
"	l. Bouchard	13	23	1.5	1.2	4.2	1.9	5.0	4.8	15	92	0	8
"	Contrecoeur	3	24	2.3	0.8	5.6	1.4	2.8	1.8	0	100	0	0
"	L. St-Ours	13	25	1.8	1.7	4.5	2.2	5.0	4.8	18	92	0	8
"	Bangar N° 68	13	26	2.5	1.1	6.1	2.3	3.2	2.8	5	92	8	0
"	Aval des raffineries	3	27	6.1	2.3	6.1	0.8	1.1	0.2	0	33	33	33
"	L. de Lavaltrie	12	28	3.7	1.7	7.6	2.1	2.7	1.8	5	83	8	9
"	Lavaltrie	3	29	11.9	6.4	11.9	6.4	1.0	0.0	0	0	67	33
7	L. St-Pierre (S)	12	30	2.6	1.4	5.8	5.1	2.4	1.8	8	58	17	25
"	L. aux Ours	13	31	3.6	2.2	8.8	3.7	6.6	12.6	15	85	0	15
"	L. St-Pierre (N)	3	32	9.7	7.1	9.7	7.1	1.0	0.0	0	0	100	0
"	Pte du Lac	13	33	7.0	5.6	11.3	5.2	2.8	2.8	5	69	23	8
8	Battures de Gentilly	4	34	3.2	0.9	6.0	1.4	1.9	0.3	0	100	0	0
"	Gentilly	3	35	2.1	2.0	2.7	2.0	2.8	2.9	11	67	33	0
"	Ste-Croix	13	36	1.6	1.2	5.6	2.9	11.3	19.7	23	77	8	15
"	Trois-Rivières	3	37	7.3	5.2	7.8	5.0	1.1	0.2	0	0	100	0
"	L. à Valdor	13	38	2.0	2.0	3.3	1.3	4.6	6.6	15	69	8	23
"	Portneuf	13	39	2.4	1.9	5.0	1.5	8.0	19.7	10	85	8	9
9	Pont de Québec	12	40	2.8	1.7	4.9	2.5	3.3	5.3	6	75	8	17

TABLEAU 4.3. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N°	ENDROIT DE LA STATION	NOMBRE D'ECH.	LOC. DE STATION	$\overline{PF}$	$S_{\overline{PF}}$	$PF_t$	$S_{PF_t}$	$\overline{INB.}$	$S_{\overline{INB.}}$	TOX. REL.	L'ELEMENT CHIMIQUE LIMITATIF		
											% P	% N	% N
1	Riv. du Nord	10	*	6.9	3.3	7.0	3.8	1.3	0.8	0	90	10	0
"	Riv. des Outaouais	10	*	2.2	1.4	3.9	1.7	3.0	2.8	7	100	0	0
"	Riv. à la Raquette	3	*	8.9	6.4	24.2	20.7	2.4	1.3	0	100	0	0
"	Riv. Rigaud	6	*	5.2	2.6	16.8	13.3	3.2	1.8	5	66	22	...
2	Riv. Delisle	5	*	6.2	4.1	12.3	9.5	2.4	2.5	7	20	80	0
"	Riv. Rouge	3	*	19.8	9.7	30.4	31.0	1.3	0.9	0	67	33	0
"	Riv. Beaudet	3	*	2.9	1.8	10.4	9.7	4.7	4.5	11	100	0	0
3	Riv. St-Louis	14	*	1.7	1.8	13.6	8.1	20.7	18.5	57	57	57	6
"	Riv. Châteauguay	10	*	15.8	7.8	22.9	14.9	1.5	0.5	0	20	60	20
"	Riv. St-Régis	3	*	15.0	9.6	36.5	34.4	1.9	1.5	0	100	0	0
"	Riv. de la Tortue	3	*	8.8	5.5	15.0	12.3	1.5	1.2	0	67	33	0
4	Riv. des Prairies	3	*	12.5	3.4	8.8	3.8	0.8	0.4	a	33	33	33
"	Riv. des Prairies	14	-	6.7	2.7	13.7	6.3	2.6	1.8	a	71	21	8
"	Riv. des Prairies	1	-	58.9	-	76.6	-	1.3	-	a	-	-	-
"	Riv. des Prairies	2	-	41.1	-	211.8	-	6.0	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	1	-	26.0	-	213.5	-	8.2	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	1	-	33.4	-	157.0	-	4.7	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	2	-	63.9	-	321.7	-	5.1	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	3	-	51.4	46.5	111.6	49.0	3.7	2.8	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	1	-	20.7	-	180.0	-	8.7	-	a	0	100	0

TABIEAU 4.3 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

4	Riv. des Prairies	1	-	26.0	-	231.7	-	8.9	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	2	-	38.9	-	35.3	-	1.0	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	1	-	41.1	-	24.7	-	0.6	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	1	-	14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Riv. des Prairies	1	-	28.0	-	184.6	-	6.6	-	a	0	100	0
"	Riv. des Prairies	11	-	3.5	3.1	7.2	3.9	3.2	2.0	a	99	0	1
5	Riv. des Mille Iles	3	*	13.4	7.6	11.8	5.9	1.0	0.5	b	0	67	33
"	Riv. des Mille Iles	14	-	6.0	2.8	11.6	2.8	2.6	1.3	b	57	29	14
"	Riv. des Mille Iles	1	-	54.6	-	92.8	-	1.7	-	b	0	100	0
"	Riv. des Mille Iles	1	-	57.6	-	97.9	-	1.7	-	b	0	100	0
"	Riv. des Mille Iles	1	-	59.5	-	154.6	-	2.6	-	b	0	100	0
"	Riv. des Mille Iles	12	-	5.8	3.5	9.2	3.5	2.2	2.0	b	50	25	25
"	Riv. du Chicot, cté de Deux-Montagnes	3	*	1.2	0.2	11.5	12.0	9.1	9.2	33	100	0	0
"	Riv. du Chêne, cté de Deux-Montagnes	3	*	13.8	14.8	39.2	39.9	2.6	0.9	0	67	33	0
"	Riv. aux Chiens	3	*	16.4	10.6	23.3	10.8	2.3	2.2	0	100	0	0
"	Riv. Mascouche	9	*	21.2	14.7	27.4	14.6	1.4	0.4	0	12	66	22
6	Riv. St-Charles, cté de Verchères	3	*	12.0	3.7	40.7	38.1	4.2	4.7	11	33	67	0
"	Ruiss. Notre-Dame	3	*	6.7	8.5	45.3	16.2	29.9	33.5	67	67	0	33
"	Riv. St-Jacques	3	*	8.4	3.9	5.6	1.8	0.8	0.5	0	0	33	67
"	Riv. St-Jean	3	*	5.6	2.5	11.6	4.8	2.4	1.2	0	100	0	0
"	Riv. L'Assomption	10	*	17.8	13.2	19.7	6.9	1.3	0.5	0	20	80	0
7	Riv. Richelieu	10	*	7.0	5.3	9.2	4.9	1.7	1.0	0	70	20	10
"	Riv. St-Joseph	3	*	5.5	3.4	14.2	4.3	2.9	1.1	0	67	33	0
"	Riv. Yamaska	10	*	23.5	13.7	31.7	15.0	1.4	0.4	0	10	60	30

TABLEAU 4.3 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

7	Riv. St-François	10	*	3.8	3.7	6.8	3.2	2.6	1.4	3	50	40	10
"	Riv. Nicolet	9	*	10.7	8.5	14.0	6.6	1.8	1.0	0	33	55	12
"	Riv. Marguerie	3	*	21.7	20.7	49.1	23.5	91.3	156.0	33	0	67	33
"	Riv. la Chaloupe	3	*	21.7	7.2	44.4	11.0	2.2	0.9	0	33	33	33
"	Riv. Bayonne	10	*	43.4	26.3	38.4	15.4	1.0	0.5	0	10	60	30
"	Riv. du Chicot, cté de Berthier	3	*	11.0	6.2	18.1	14.2	1.5	0.4	0	33	67	0
"	Riv. Maskinongé	10	*	6.0	3.8	8.1	3.8	1.8	1.3	0	50	30	20
"	Petite riv. du Loup	3	*	47.7	29.6	108.9	69.7	2.2	0.5	0	0	67	33
"	Riv. du Loup, cté de Maskinongé	10	*	8.9	8.6	12.6	9.5	1.8	0.9	0	30	30	0
"	Petite riv. Yamachiche	3	*	38.5	6.1	66.9	49.9	1.7	1.1	0	0	67	0
"	Riv. Yamachiche	10	*	17.6	13.9	16.7	7.4	1.4	0.8	0	50	30	30
"	Ruiss. aux Glaises	3	*	10.5	12.9	9.8	4.0	2.0	1.6	0	100	0	0
8	Ruiss. Bourret	3	*	12.9	1.8	18.9	7.4	1.5	0.5	0	33	67	0
"	Riv. Auneuse	3	*	9.4	2.6	14.2	4.1	1.6	0.8	0	67	33	0
"	Riv. du Moulin, cté de Nicolet	3	*	16.8	10.2	20.3	7.0	1.4	0.8	0	33	33	33
"	Riv. du Petit Saut	2	*	4.8	-	10.1	-	3.7	-	17	50	50	0
"	Riv. la Chevrotière	3	*	8.7	4.0	10.9	3.8	1.3	0.2	0	0	67	33
"	Riv. du Chêne, cté de Lotbinière	10	*	3.6	2.5	9.4	6.2	3.5	2.4	7	60	20	20
"	Petite riv. du Chêne	7	*	4.3	3.5	11.7	5.6	6.6	8.8	19	57	45	0
"	Riv. Bécancour	10	*	2.9	1.8	5.6	2.7	3.2	2.7	7	80	0	20
"	Riv. Gentilly	9	*	6.6	3.7	9.0	6.1	1.7	1.3	0	17	77	16
"	Riv. aux Orignaux	2	*	11.3	-	12.2	-	1.1	-	0	0	0	100
"	Riv. St-Maurice	10	*	1.8	1.3	3.4	1.5	3.0	2.4	7	60	10	20
"	Riv. Champlain	10	*	9.7	8.9	13.0	8.9	3.0	3.7	7	60	20	20
"	Riv. Batiscan	10	*	2.2	1.0	5.7	2.1	2.2	2.3	3	60	20	20

TABLEAU 4.3 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

8	Riv. Ste-Anne	10	*	2.9	2.1	4.1	3.4	1.7	1.1	0	90	10	0
"	Riv. Portneuf	10	*	8.1	6.1	10.5	6.7	1.8	1.1	0	70	20	10
"	Riv. Jacques-Cartier	10	*	3.8	3.9	4.0	3.5	1.5	1.0	0	90	0	10
"	Riv. Cap Rouge	3	*	3.3	3.6	7.5	1.1	14.4	21.6	33	67	33	0
"	Riv. Belle Isle	2	*	4.5	-	10.9	-	2.2	-	0	50	0	50
9	Riv. Chaudière	10	*	3.0	1.6	9.4	4.8	6.2	8.9	20	90	0	10
"	Riv. Etchemin	10	*	6.3	4.2	10.8	6.1	3.1	5.0	7	70	20	10
"	Riv. St-Charles cté de Québec	9	*	9.9	8.1	11.0	5.4	2.0	1.6	0	55	45	0
"	Riv. St-Charles (Loretteville)	6	*	1.3	0.9	5.5	4.3	5.2	3.8	17	83	17	0
"	Riv. du Moulin, cté de Portneuf	3	*	3.2	2.7	10.1	1.0	7.8	9.2	22	100	0	0
"	Riv. Montmorency	9	*	1.7	1.7	5.0	4.3	5.4	6.1	18	100	0	0
"	Riv. Beauport	3	*	21.9	9.2	30.4	11.5	1.4	0.1	0	33	0	67

\*: le nom du tributaire sert à localiser la station (voir figure 4.3).

a: la lettre alphabétique utilisée dans l'espace réservée à la toxicité relative indique qu'il y a regroupement des stations (voir 5.3.4: Toxicité des eaux).  
Toutes les stations, ayant, comme valeur de toxicité relative, la même lettre alphabétique, sont regroupées. Nous avons donc une seule valeur pour toutes ces stations.

b: idem.

N.B.: les valeurs de toxicité relative pour les différentes lettres alphabétiques sont: a = 14  
b = 1.

TABIEAU 4.4. Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées dans un effluent industriel, ou un égout sanitaire, ou dans leur zone d'influence.

SECTEUR N°	ENDROIT DE LA STATION	NOMBRE D'ECH.	LOC. DE STATION	$\bar{PF}$	$S_{\bar{PF}}$	$PF_t$	$S_{\bar{PF}_t}$	$\bar{TNB.}$	$S_{\bar{TNB.}}$	TOX. REL.	L'ELEMENT CHIMIQUE LIMITATIF		
											% P	% N	% N
1	Gulf + G.S.M. + R.C.A.	3	1	16.8	12.6	40.5	31.7	2.5	1.9	8	-	-	-
"	La Trappe	1	2	17.1	-	42.9	-	2.5	-	8	-	-	-
"	St-Lawrence Columbian	1	3	1.6	-	8.8	-	5.4	-	8	-	-	-
2	Allied Chemicals	6	4	< 0.1	-	3.3	2.1	> 32.8	-	80	-	-	-
"	Valleyfield	3	5	70.9	67.1	48.7	29.5	3.6	3.8	7	-	-	-
"	Valleyfield	2	6	38.5	-	69.0	-	2.0	-	7	-	-	-
"	Distillerie Schenley	2	7	< 2.2	-	5.2	-	> 1.2	-	> 0	-	-	-
"	St-Lawrence Fertilisers	1	8	< 0.1	-	95.4	-	> 954.0	-	100	-	-	-
"	Valleyfield	4	9	< 2.5	-	7.5	3.3	> 36.8	-	> 38	-	-	-
"	Valleyfield	4	10	< 3.7	-	12.2	1.6	> 28.3	-	> 38	-	-	-
"	CH.	4	11	< 1.1	-	22.9	26.4	> 96.8	-	75	-	-	-
3	Union Carbide (01)	3	12	< 0.1	-	1.7	0.4	> 17.3	-	> 59	-	-	-
"	Union Carbide (02)	3	12	< 0.7	-	5.4	2.2	> 14.4	-	> 59	-	-	-
"	Union Carbide (03)	3	12	2.0	1.9	13.5	8.1	37.1	52.9	> 59	-	-	-
"	General Latex & Che. LTD (01)	6	13	< 0.7	-	12.8	13.4	> 128.0	-	83	-	-	-
"	General Latex & Che. LTD (02)	3	13	< 10.7	-	131.0	222.3	> 21.6	-	83	-	-	-
"	Dontar	3	14	< 0.1	-	17.4	19.2	> 173.0	-	70	-	-	-
"	Dontar	3	15	< 0.1	-	5.1	5.2	> 50.7	-	70	-	-	-
"	Standard Chemicals	1	16	< 0.1	-	8.4	-	> 84.2	-	70	-	-	-
"	Standard Chemicals	3	17	< 0.7	-	6.2	1.5	> 28.0	-	70	-	-	-

TABLEAU 4.4 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées dans un effluent industriel, ou un égout sanitaire, ou dans leur zone d'influence.

3	Aluminium du Canada	3	18	< 1.0	-	14.4	-	> 144.0	-	70	-	-	-
"	Chromium Mining	3	19	< 0.7	-	4.4	1.2	> 27.6	-	70	-	-	-
"	Egout Sanitaire 36 po.	1	20	47.3	-	151.4	-	3.2	-	0	-	-	-
"	Egout Sanitaire 20 po.	1	21	24.6	-	32.0	-	1.3	-	0	-	-	-
"	Egout Pluvial 66 po.	1	22	7.1	-	7.1	-	1.0	-	0	-	-	-
"	Egout Pluvial 24 po.	1	23	13.6	-	28.5	-	2.1	-	0	-	-	-
"	Egout Sanitaire 24 po.	1	24	9.5	-	36.5	-	3.8	-	0	-	-	-
"	Egout Sanitaire 24 po.	1	25	15.2	-	32.0	-	2.1	-	0	-	-	-
6	Pratt & Whitney	3	26	6.4	3.7	39.8	11.3	5.1	-	17	-	-	-
"	Canadian Vichers LTD (02)	3	27	68.1	30.2	182.6	82.9	3.5	3.2	11	-	-	-
"	Erco (01)	4	28	< 10.2	-	22.9	3.6	> 88.1	-	50	-	-	-
"	Erco (02)	2	28	< 0.5	-	2.7	-	> 26.6	-	50	-	-	-
"	Canadian Titanium Pigments	2	29	1.8	-	4.2	-	3.5	-	50	-	-	-
"	Dow Chemicals LTD	4	30	< 9.1	-	66.0	79.0	> 83.4	-	50	-	-	-
"	Steel Co. LTD	2	31	< 0.1	-	4.4	-	> 44.4	-	100	-	-	-
"	Sydbec & Dosco LTD	1	32	< 0.1	-	4.9	-	> 49.1	-	100	-	-	-
"	Tioxide du Canada	3	33	< 0.1	-	1.7	0.7	> 15.7	-	67	-	-	-
"	Gulf + Com. Alcohol +	3	34	3.0	1.7	12.1	7.1	7.2	8.4	42	-	-	-
"	Com. Alcohol	2	35	< 0.1	-	13.0	-	> 130.0	-	42	-	-	-
"	Building Products	1	36	3.2	-	13.1	-	4.1	-	22	-	-	-
"	Monsanto	2	37	3.7	-	16.1	-	4.4	-	22	-	-	-
"	St-Pierre (01)	3	38	42.9	39.5	39.5	-	1.8	-	22	-	-	-
"	Canal de Lachine	3	39	< 2.7	-	6.3	1.7	> 36.3	-	22	-	-	-
"	Canada Galting	2	40	3.0	-	10.6	-	3.6	-	22	-	-	-
"	Hangar N° 25	1	41	< 0.1	-	5.3	-	> 53.3	-	100	-	-	-
"	Dominion Textiles	2	42	20.9	-	25.7	-	3.0	-	33	-	-	-
"	Hydro-Québec	1	43	1.0	-	10.2	-	9.9	-	33	-	-	-
"	Montréal Transport Commission	1	44	0.2	-	9.8	-	41.7	-	33	-	-	-



TABIEAU 4.4 (suite) Potentiel de fertilité, toxicité et facteur limitatif de la productivité de l'eau des stations situées dans un effluent industriel, ou un égout sanitaire, ou dans leur zone d'influence.

6	Egout Combiné 66 po.	2	45	6.8	-	10.8	-	1.6	-	0	-	-	-
"	Egout Combiné 48 po.	2	46	20.6	-	49.8	-	2.3	-	0	-	-	-
"	Egout Combiné 14 po.	1	47	20.0	-	80.7	-	3.1	-	0	-	-	-
"	British Petroleum	3	48	( 2.7	-	9.4	2.8	) 23.3	-	45	-	-	-
"	Met. Petroleum	1	49	( 0.1	-	4.9	-	) 49.1	-	45	-	-	-
"	Texaco	4	50	( 3.7	-	6.5	3.1	) 15.0	-	45	-	-	-
"	Imperial Oil	4	51	6.5	5.3	9.0	3.5	1.9	0.9	45	-	-	-
"	Imperial Oil	1	52	( 0.1	-	3.9	-	) 39.3	-	45	-	-	-
"	Imperial Oil	2	53	( 0.1	-	4.5	-	) 44.9	-	45	-	-	-
"	Shell Oil (01)	1	54	43.8	-	83.3	-	1.9	-	45	-	-	-
"	Shell Oil (02)	3	54	( 8.9	-	39.6	28.5	) 12.9	-	45	-	-	-
"	Gulf Oil	1	55	( 0.1	-	3.9	-	) 39.3	-	45	-	-	-
"	Petrofina (01)	2	56	( 0.8	-	4.5	-	) 21.5	-	45	-	-	-
"	Petrofina (02)	3	56	( 0.8	-	5.8	1.4	) 34.7	-	45	-	-	-
7	Great Lakes Carbon Corp.	1	57	20.0	-	30.0	-	1.5	-	0	-	-	-
"	Québec Iron and Titanium	3	58	( 0.3	-	3.9	0.6	) 26.6	-	78	-	-	-
"	Kruger	1	59	3.2	-	3.2	-	1.0	-	0	-	-	-
"	Kruger	1	60	10.9	-	10.9	-	1.0	-	0	-	-	-
8	Consolidated Bathurst	3	61	( 0.4	-	2.1	0.3	) 11.0	-	) 34	-	-	-
"	Domtar (01)	3	62	( 0.8	-	3.8	-	) 2.2	-	) 60	-	-	-
"	Domtar (02)	3	62	( 1.1	-	3.3	0.8	) 14.4	-	) 60	-	-	-
"	Domtar (03)	3	62	( 0.1	-	3.1	0.4	) 31.2	-	) 60	-	-	-
"	Consolidated Bathurst (01)	1	63	( 0.1	-	8.7	-	) 87.0	-	100	-	-	-
"	Consolidated Bathurst (02)	1	63	( 0.1	-	2.3	-	) 22.8	-	100	-	-	-
9	Golden Eagle Canada LTD	2	64	( 0.1	-	3.9	-	) 38.6	-	100	-	-	-
"	Anglo Canadian Pulp	4	65	( 0.4	-	5.0	-	) 13.3	-	) 67	-	-	-

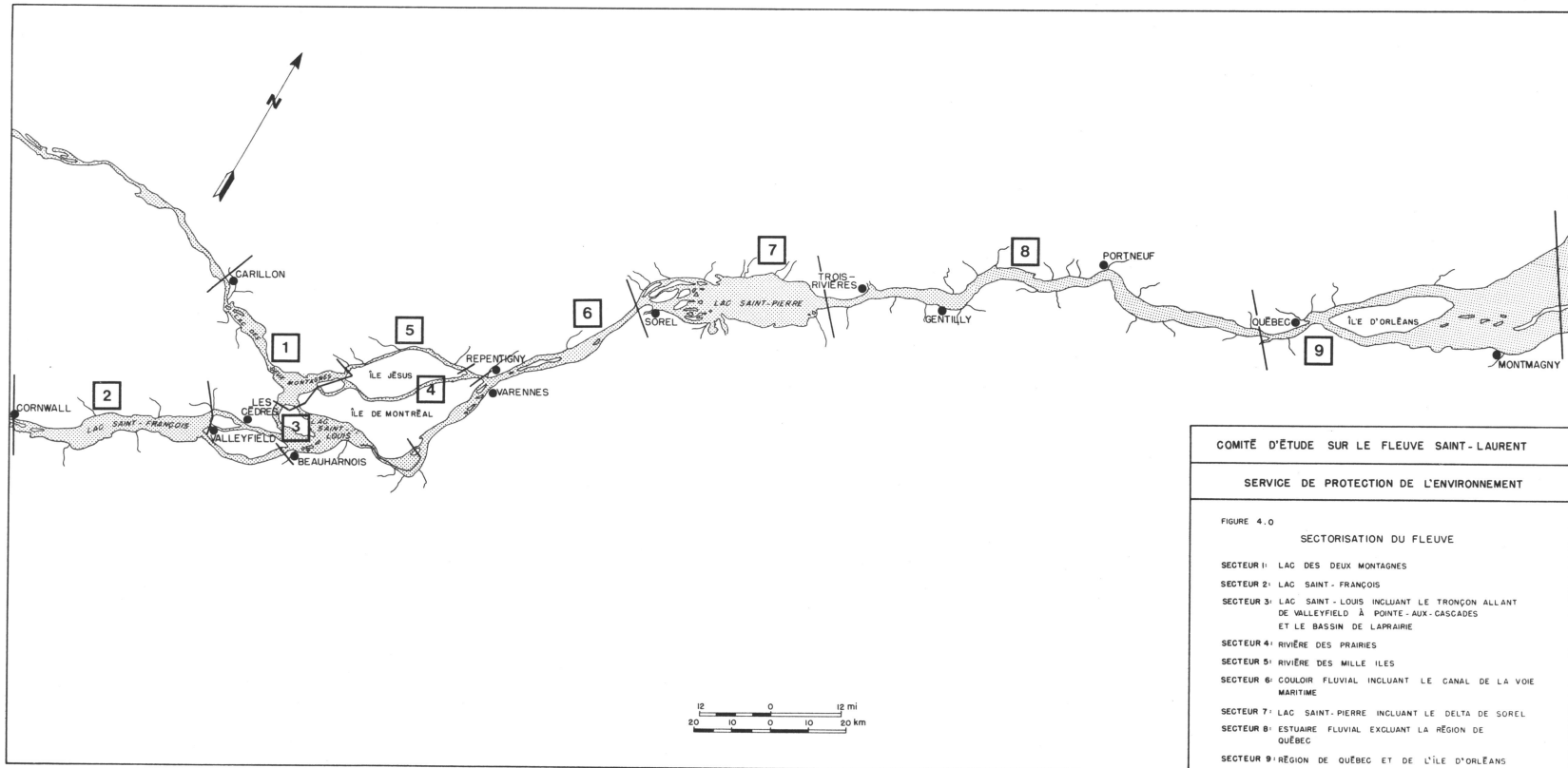


Le millage servait d'indicateur quant à la localisation des stations lors du prélèvement des échantillons en hélicoptère. Le millage fut établi, d'amont en aval, de Cornwall (millage = 0) à Québec.

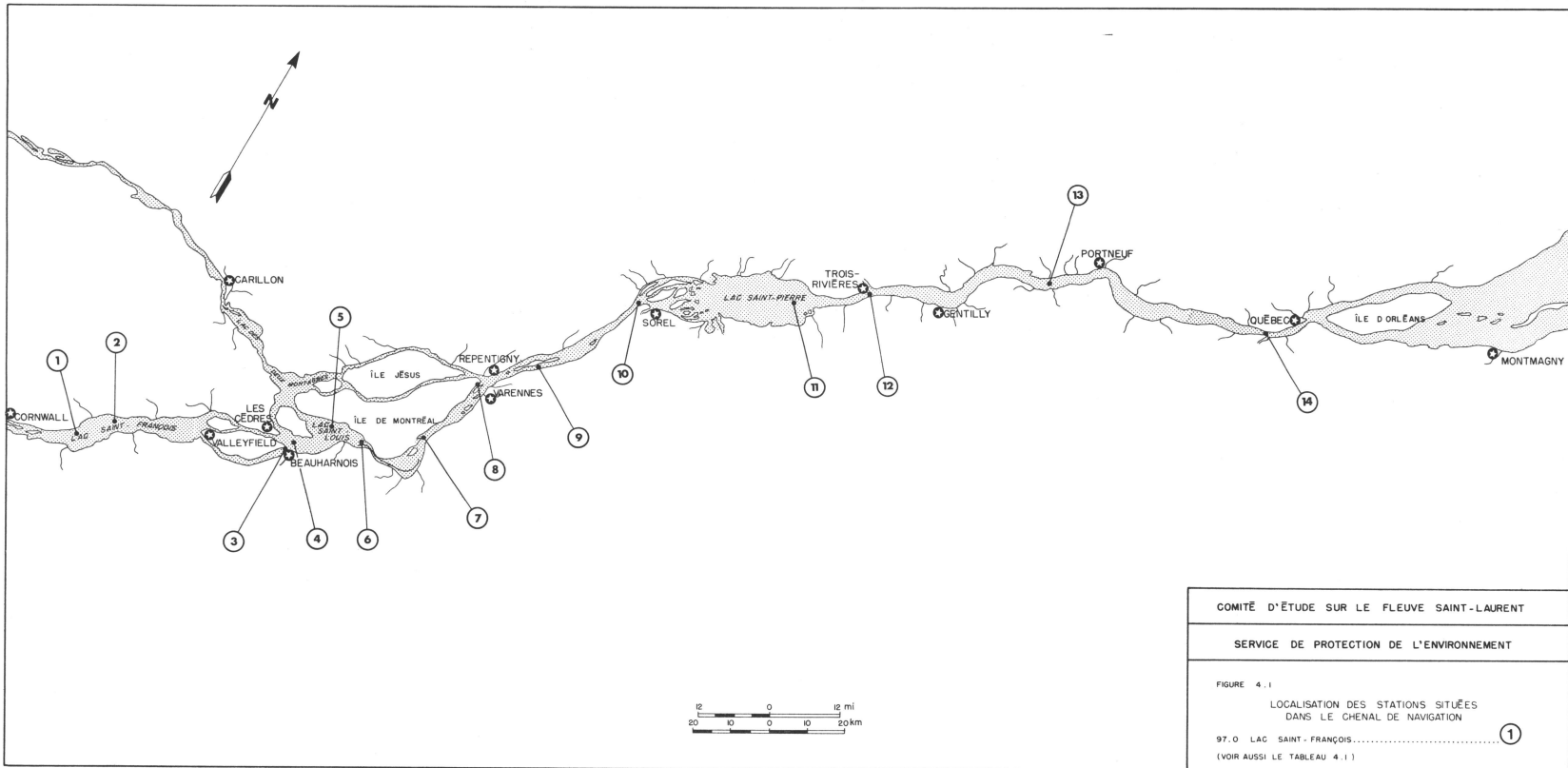
Selon le type d'échantillons d'eau recueillis (voir section 3.1), les valeurs présentées aux tableaux 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 correspondent à la localisation sur carte des stations échantillonnées. (Fig. 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4).

La valeur de toxicité relative tient compte de toutes les valeurs d'inhibition enregistrées à une station donnée, et en établit l'importance sur une échelle de 0 à 100.





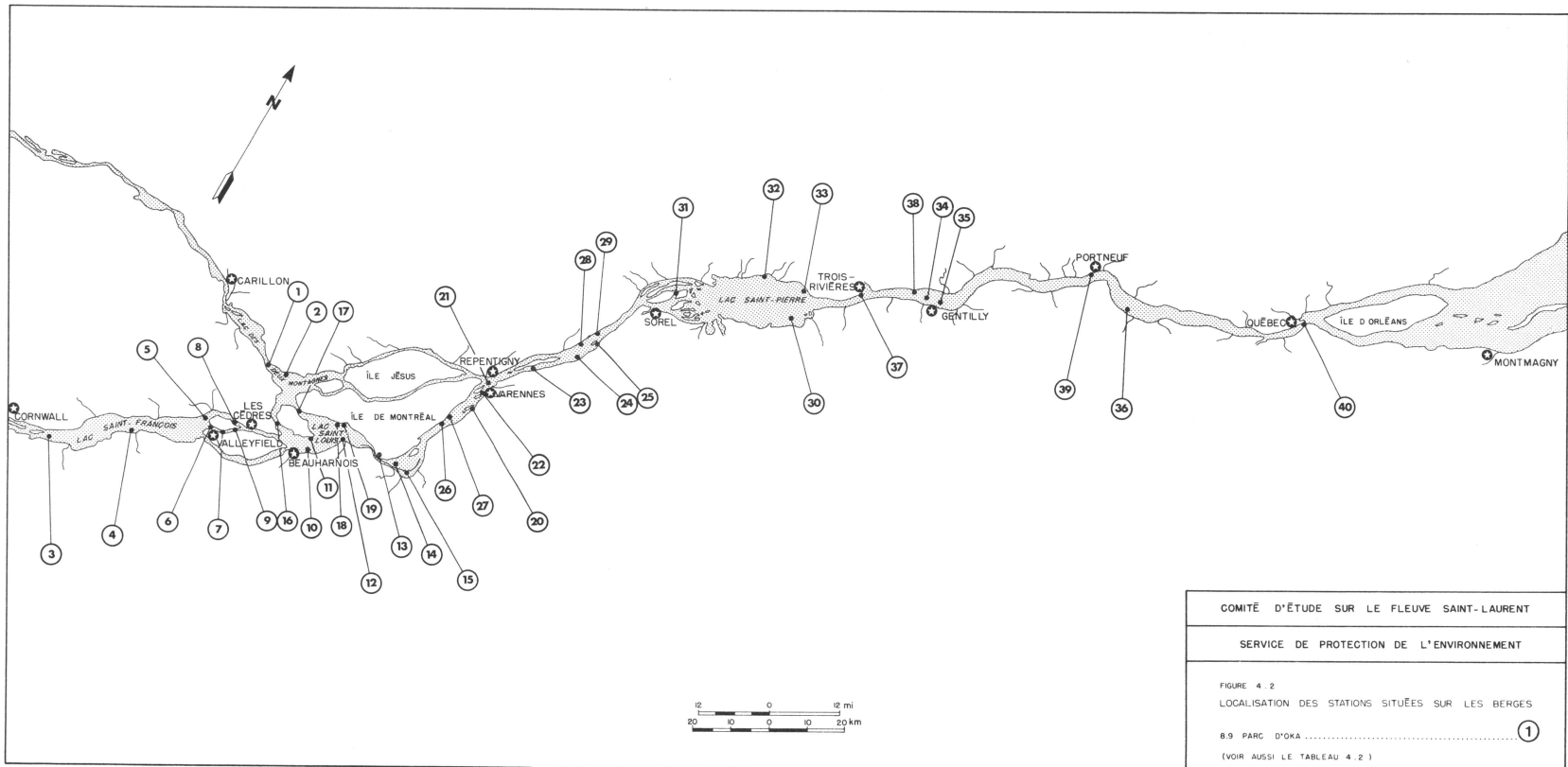




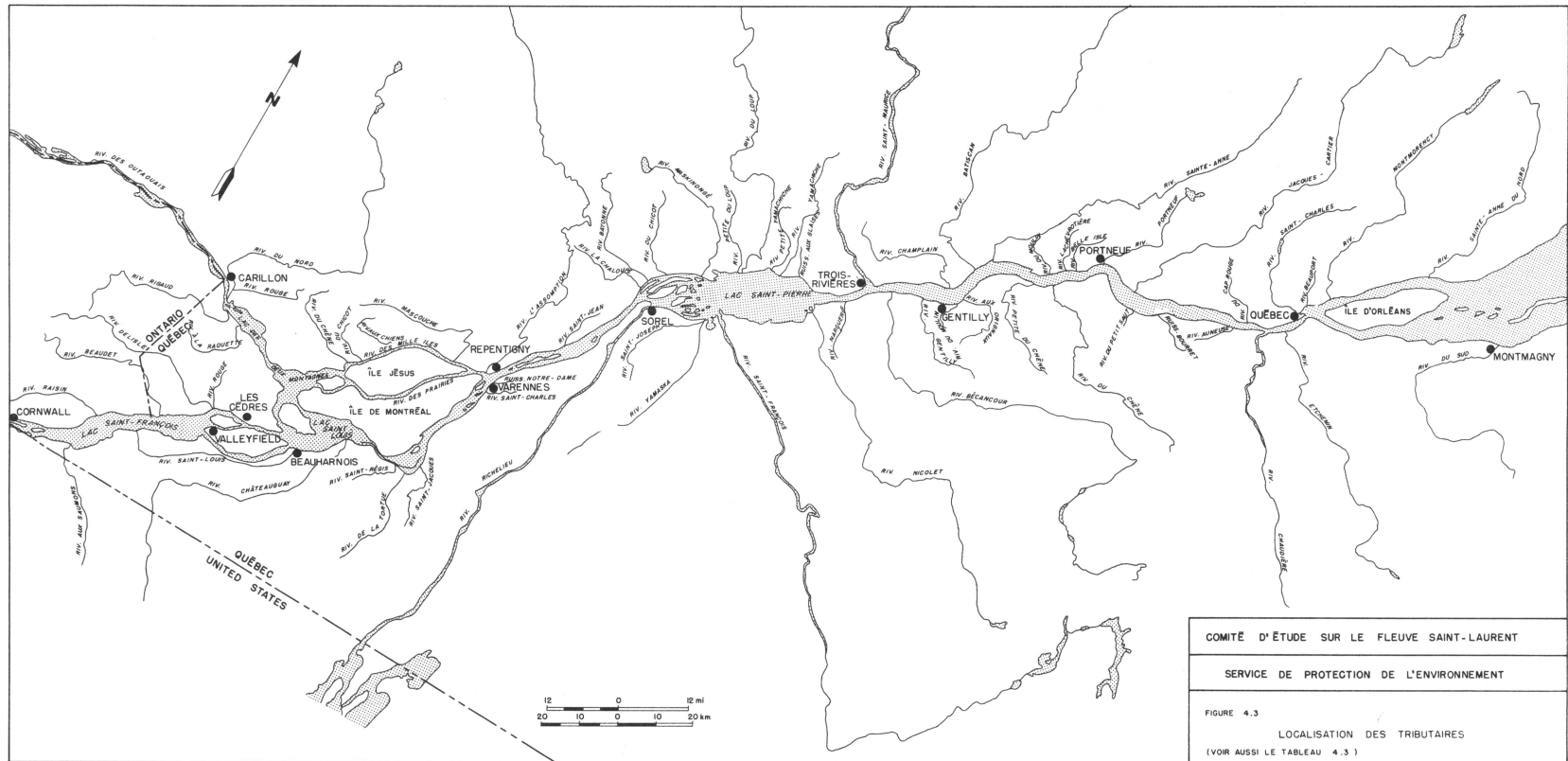
COMITÉ D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT
SERVICE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
FIGURE 4.1
LOCALISATION DES STATIONS SITUÉES DANS LE CHENAL DE NAVIGATION
97.0 LAC SAINT-FRANÇOIS..... ①
(VOIR AUSSI LE TABLEAU 4.1)





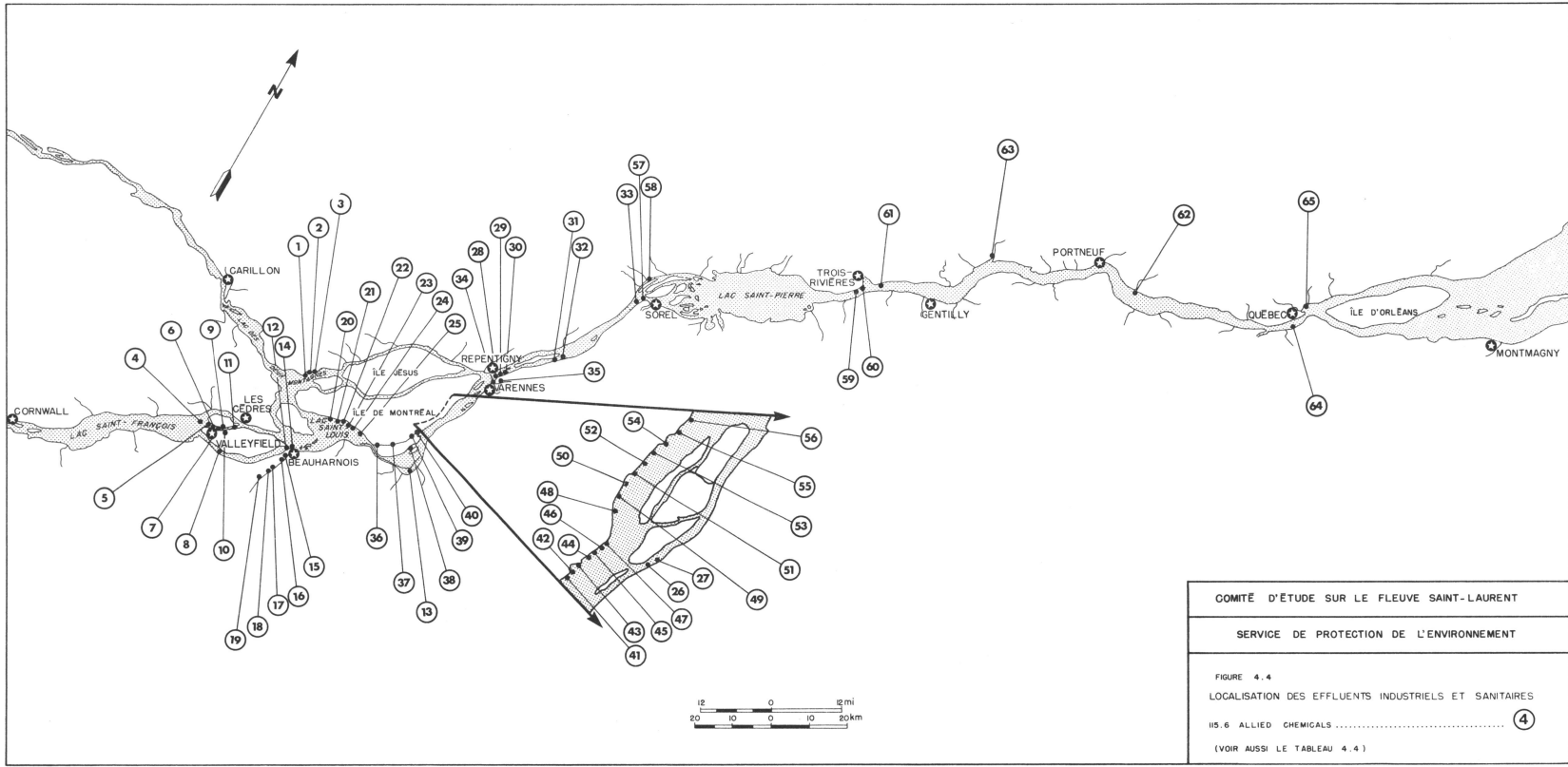






12 0 12 mi  
20 10 0 10 20 km





COMITÉ D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT	
SERVICE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	
FIGURE 4.4	
LOCALISATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS ET SANITAIRES	
115.6 ALLIED CHEMICALS .....	④
(VOIR AUSSI LE TABLEAU 4.4)	



## CHAPITRE V

### RESULTATS ET DISCUSSION





## V - RESULTATS ET DISCUSSION

Avant d'entreprendre l'analyse des échantillons d'eau prélevés dans le bassin du fleuve Saint-Laurent, nous avons fait quelques expériences préliminaires afin de vérifier la précision et l'efficacité de la mesure du potentiel de fertilité.

### 5.1 Expériences préliminaires

#### 5.1.1 Précision

En 1970, à l'intérieur d'un programme de contrôle de la qualité des données, l'EPA établit à  $\pm 15\%$  la limite de précision du test. Un tel degré de précision est d'ailleurs considéré, par différents utilisateurs, comme étant acceptable, pour un test biologique (EPA, 1971).

La précision des mesures faites au cours des expériences préliminaires, à l'intérieur de notre laboratoire, est conforme à la précision exigée. Le tableau 5.1.1.1 nous montre en effet que les coefficients de variation calculés (SPE: 13%; EPA: 13%) sont inférieurs aux coefficients de variation requis (15%).

#### 5.1.2 Efficacité

L'efficacité du test biologique utilisé ici se perçoit en fonction de sa capacité à caractériser le niveau d'enrichissement en substances nutritives. Cette efficacité est définie à l'aide d'une étude de la relation qui existe entre la mesure du potentiel de fertilité et la concentration en substances nutritives disponibles.

La figure 5.1.2.1 montre l'importance de la relation qui existe entre la mesure du potentiel de fertilité (mg d'algues/l) et la concentration en phosphore d'un milieu de culture synthétique (PAAP 30%). La droite de régression définit un coefficient de corrélation ( $R = 0.99$ ) qui traduit une excellente concordance entre les deux paramètres. En effet la constante de 0.38 obtenue du rapport  $FPT_i/PT_i$  dans cette régression se compare favorablement à la valeur de 0.43 (voir section 3.2.2) obtenue par Greene, d.c., et al. (1974). Une relation semblable a de plus été mise en évidence par Greene, d.c., et al. (1974) pour des concentrations en azote.

## 5.2 Caractérisation du niveau d'enrichissement des eaux du fleuve et de ses tributaires

La norme servant à l'interprétation des valeurs mesurées du potentiel de fertilité est basée sur deux critères distincts. Cette norme est en premier lieu basée sur une étude de O'Shaughnessy et al. (1973), lequel résumait les suggestions de différents auteurs quant aux concentrations limites d'azote et de phosphore à tolérer afin d'éviter la prolifération massive d'algues. Cette norme est en second lieu basée sur des observations généralement admises, relatives aux valeurs absolues du potentiel de fertilité et citées par Katko (1975), Miller et al. (1974), et Miller, E.W., et al. (1975). Ces observations montrent que l'azote limite habituellement la productivité primaire des échantillons d'eau dont les valeurs du potentiel de fertilité sont très élevées (milieu eutrophe) alors que le phosphore limite la productivité des échantillons d'eau dont les valeurs du potentiel de fertilité sont faibles (milieu oligotrophe).

TABLEAU 5.1.1.1. Comparaison des valeurs mesurées du potentiel de fertilité dans un même milieu de culture (PAAP 30%).

Potentiel de fertilité <sup>1</sup>							
	A <sup>3</sup>	B	C	D	E	$\bar{X}$ <sup>4</sup>	CV <sup>5</sup>
SPE <sup>1</sup>	9.85	9.49	9.49	12.51	9.36	10.14	13
EPA	7.49	7.14	8.96	9.86	8.58	8.40	13

1: identification des laboratoires où les mesures ont été faites:

SPE: Service de protection de l'environnement (Canada).

EPA: Environmental Protection Agency (Etats-Unis).

2: potentiel de fertilité:  $\frac{\text{nombre de cellules} \times 10^6}{\text{ml}}$ .

3: identification des différents échantillons.

4:  $\bar{X}$ : moyenne arithmétique des échantillons.

5: CV: coefficient de variation (%),  $CV = \frac{(\text{écart-type})}{\bar{X}} 100$ .



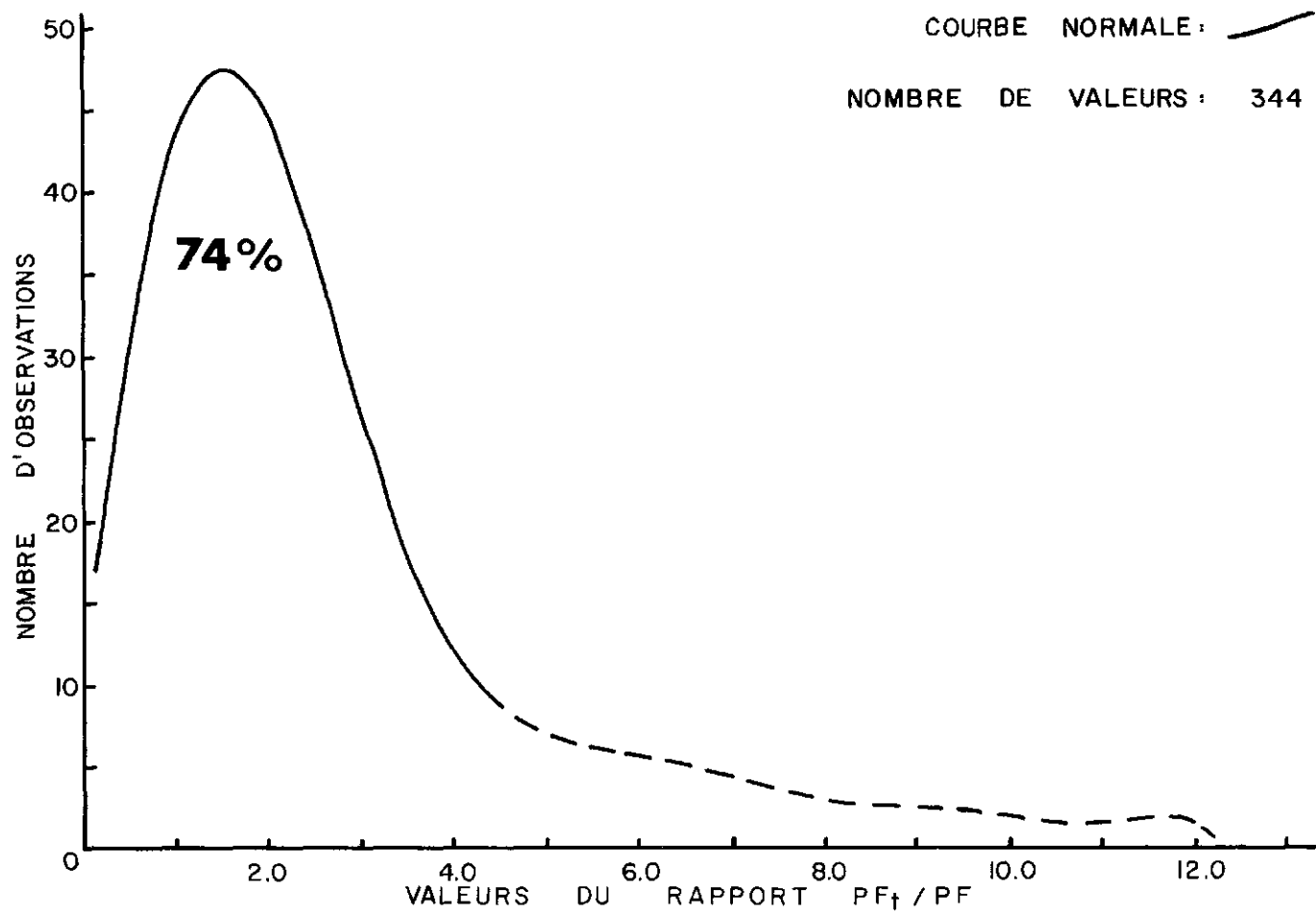


Fig. 3.2.2.2 Distribution des valeurs du rapport  $PF_t/PF$  des échantillons d'eau prélevés sur les berges du fleuve Saint-Laurent; la portion de droite qui correspond à la "courbe normale" représente 74% de l'ensemble des valeurs.



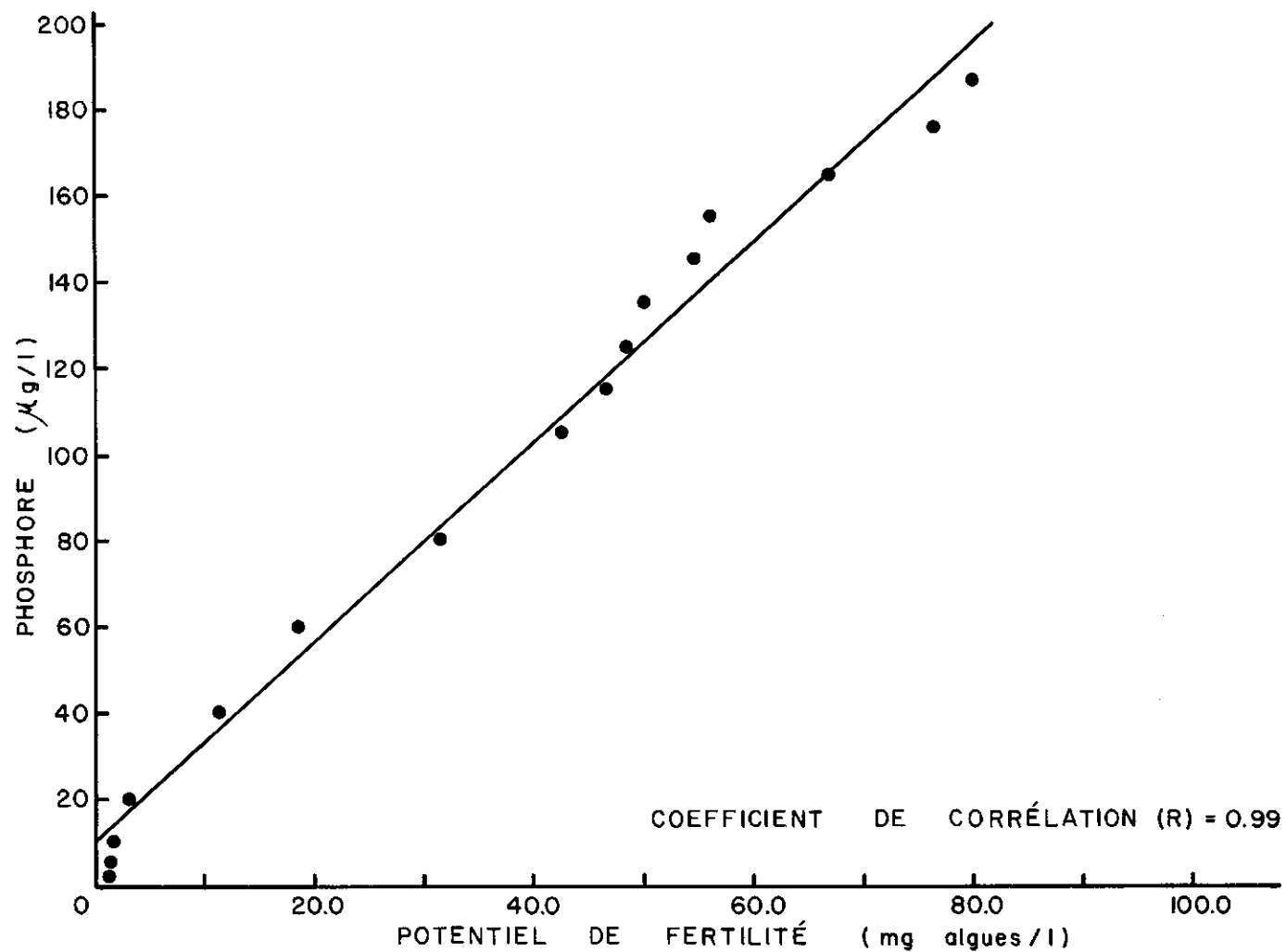


Fig. 5.1.2.1 Relation entre la mesure du potentiel de fertilité et la concentration en phosphore d'un milieu de culture synthétique (PAAP, 30%).





Trois groupes de stations sont ainsi caractérisés en fonction de la valeur de leur potentiel de fertilité; ces trois groupes de stations sont par la suite associés à trois degrés de qualité:

- "bonne",  $PF < 5$  mg d'algues/l;
- "douteuse",  $PF = 5$  à  $10$  mg d'algues/l;
- "mauvaise",  $PF > 10$  mg d'algues/l.

#### 5.2.1 Le chenal de navigation

L'ensemble des mesures du potentiel de fertilité des stations situées dans le chenal de navigation montre des niveaux d'enrichissement faibles en substances nutritives. En effet toutes les valeurs de  $\overline{PF}$  (voir tableau 4.1) sont inférieures à 5 mg d'algues/l.

Toutefois, les valeurs de "toxicité relative" enregistrées (voir tableau 4.1) suggèrent la présence d'un facteur capable de voiler le véritable niveau d'enrichissement (toxicité relative  $> 0$ ) de l'eau de ces stations (voir section 5.3.1: Toxicité); le véritable niveau d'enrichissement est alors représenté par le potentiel de fertilité théorique ( $\overline{PF}_t$ ). Un test de T pour des observations paires montre que les valeurs de  $\overline{PF}$  sont significativement différentes des valeurs de  $\overline{PF}_t$  ( $t = 9.43$ ); ce qui se traduit par une inhibition significative.

Compte tenu de cette inhibition, nous pouvons remarquer que l'ensemble des valeurs du potentiel de fertilité théorique, présentent un niveau d'enrichissement faible lequel est associé à une "bonne" qualité

de l'eau. Seules les stations situées respectivement à Trois-Rivières et à Québec présentent un niveau d'enrichissement moyen associé à une qualité de l'eau "douteuse". Quant aux stations situées aux millages 145.0 et 174.2, l'écart-type lié au potentiel de fertilité théorique est très élevé, et traduit la présence de valeurs extrêmes pouvant affecter la valeur moyenne du  $PF_t$  considérablement. En effet, il est difficile de se prononcer pour ces deux stations puisque dans les deux cas une seule valeur sur six est responsable des hautes valeurs de  $\overline{PF}_t$  et de  $S\overline{PF}_t$  observées.

### 5.2.2 Les berges

Les chiffres du tableau 4.2 indiquent que les valeurs de "toxicité relative" sont très élevées (toxicité relative  $> 0$ ) pour certaines stations, et qu'elles masquent le véritable niveau d'enrichissement de l'eau de ces stations (voir section 5.3.2). Tout comme précédemment, le niveau d'enrichissement de l'eau de ces stations sera évalué par le potentiel de fertilité théorique ( $PF_t$ ).

De l'ensemble des stations situées sur les berges 42% des stations présentent une "bonne" qualité de l'eau ( $\overline{PF}$  ou  $\overline{PT}_t < 5$  mg d'algues/l). Ces stations sont groupées dans les secteurs (voir figure 4.0 : sectorisation du fleuve Saint-Laurent) suivants:

- secteur 2      lac Saint-François
  
- secteur 3      lac Saint-Louis, côté sud
  
- secteur 6      couloir fluvial entre l'île des Soeurs et Sorel,  
côté sud

- secteur 8 estuaire fluvial, excluant la région de Québec
- secteur 9 région de Québec et de l'île d'Orléans

La qualité de l'eau de 47% des stations situées sur les berges, est considérée comme "douteuse" ( $5 < \overline{PF}$  ou  $\overline{PF} < 10$ ). Ces stations sont regroupées dans les secteurs suivants:

- secteur 1 lac des Deux Montagnes
- secteur 3 lac Saint-Louis, côté nord principalement
- secteur 6 couloir fluvial entre l'île des Soeurs et Sorel, côté nord principalement
- secteur 7 lac Saint-Pierre, incluant le delta de Sorel,
- secteur 8 estuaire fluvial, excluant la région de Québec

Finalement, de l'ensemble de ces stations (situées sur les berges) 11% présentent une qualité de l'eau "mauvaise" ( $\overline{PF}$  ou  $\overline{PF}_t > 10$  mg d'algues/l). Ces stations sont localisées principalement du côté nord du fleuve Saint-Laurent et sont regroupées dans les secteurs suivants:

- secteur 3 lac Saint-Louis, côté nord
- secteur 6 couloir fluvial entre l'île des Soeurs et Sorel, côté nord
- secteur 7 lac Saint-Pierre, incluant le delta de Sorel, côté nord

### 5.2.3 Les tributaires

Tout comme pour certaines stations situées sur les berges ou dans le chenal de navigation, les échantillons d'eau de certains tributaires (tableau 4.3) présentent des signes évidents d'inhibition (voir section 5.3.3: Toxicité) du potentiel de fertilité mesuré (Toxicité relative  $> 0$ ). Pour les stations présentant ces évidences d'inhibition, le niveau d'enrichissement, tel que cité précédemment, est basé sur les valeurs du potentiel de fertilité théorique moyen ( $\overline{PF}_t$ ).

Les tributaires sont regroupés selon l'importance de la superficie de leur bassin:

- les grands tributaires,  $> 100 \text{ mi}^2$ ;
- les petits tributaires,  $< 100 \text{ mi}^2$ .

Les résultats montrent que 18% des grands tributaires ont une "bonne" qualité de l'eau, 36% une qualité de l'eau "douteuse", et 45% une "mauvaise" qualité de l'eau (tableau 5.2.3.1).

De la même façon, les petits tributaires affichent respectivement la qualité de l'eau suivante: "bonne", 3%; "douteuse", 28%; et "mauvaise", 69% (tableau 5.2.3.2).

Notons que la qualité de l'eau des petits tributaires est plus détériorée, en ce qui a trait au niveau d'enrichissement, que celle des grands tributaires.

TABLEAU 5.2.3.1. Evaluation de la qualité de l'eau de grands tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir du niveau d'enrichissement moyen.

NOM DES TRIBUTAIRES	NIVEAU D'ENRICHISSEMENT <sup>1</sup>	SUPERFICIE DU BASSIN (MI <sup>2</sup> )	QUALITE DE L'EAU
Rivière Sainte-Anne	2.9 ± 2.1	1,040	Bonne
Rivière Saint-Maurice	3.4 ± 1.5	16,700	"
Rivière Batiscan	3.7 ± 2.1	1,810	"
Rivière Jacques-Cartier	3.8 ± 3.9	971	"
Rivière des Outaouais	3.9 ± 1.7	9,080	"
Rivière Montmorency	4.9 ± 4.2	425	"
Rivière Saint-Charles, cté de Québec <sup>2</sup>	5.5 ± 4.3	198	Douteuse
Rivière Bécancour	5.6 ± 2.7	1,010	"
Rivière Maskinongé	6.0 ± 3.8	440	"
Rivière Gentilly	6.6 ± 3.7	116	"
Rivière Saint-François	6.8 ± 3.2	3,950	"
Rivière du Nord	6.9 ± 3.3	855	"
Rivière Richelieu	7.0 ± 5.3	9,150	"
Rivière Portneuf	8.1 ± 6.1	140	"
Rivière du Loup, cté de Maskinongé	8.9 ± 8.6	590	"
Rivière Chaudière	9.4 ± 4.8	2,580	"
Rivière du Chêne, cté de Lotbinière	9.4 ± 6.2	310	"
Rivière Saint-Charles, cté de Québec	9.9 ± 8.1	198	"
Rivière Nicolet	10.7 ± 8.5	1,320	Mauvaise
Rivière Etchemin	10.8 ± 6.1	563	"
Petite rivière du Chêne	11.7 ± 5.6	175	"
Rivière Delisle	12.3 ± 9.5	151	"
Rivière Champlain	13.0 ± 8.9	123	"
Rivière Châteauguay	15.8 ± 7.8	982	"
Rivière Rigaud	16.8 ± 13.3	206	"
Rivière Yamachiche	17.6 ± 13.9	106	"
Rivière L'Assomption	17.8 ± 13.2	1,630	"
Rivière Mascouche	21.2 ± 14.7	146	"
Rivière Yamaska	23.5 ± 13.7	1,870	"
Rivière des Prairies	28.2 ± -	-	"
Rivière des Mille Iles	32.8 ± -	-	"
Rivière Bayonne	43.4 ± 26.3	134	"
Petite rivière du Loup	47.7 ± 29.6	590	"

1: le niveau d'enrichissement est représenté par la valeur moyenne (mg d'algues/l) du potentiel de fertilité et son écart-type ( $\pm$  l'écart-type). Le potentiel de fertilité peut être théorique ( $\overline{PF}_t$ ) ou mesuré ( $\overline{PF}$ ), selon qu'il y a ou non inhibition du potentiel de fertilité mesuré.

2: échantillonné au niveau de la ville de Loretteville.

TABLEAU 5.2.3.2. Evaluation de la qualité de l'eau de petits tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir du niveau d'enrichissement moyen.

NOM DES TRIBUTAIRES	NIVEAU D'ENRICHISSEMENT <sup>1</sup>	SUPERFICIE DU BASSIN (MI <sup>2</sup> )	QUALITE DE L'EAU
Rivière Belle Isle	4.5 ± 2.6	16.7	Bonne
Rivière Saint-Joseph	5.5 ± 3.4	21.4	Douteuse
Rivière Saint-Jean, cté de Berthier	5.6 ± 2.5	26.4	"
Rivière Saint-Jacques, cté de Laprairie	8.4 ± 3.9	52.2	"
Rivière Cap Rouge	7.5 ± 1.1	30.3	"
Rivière Lachevrotière	8.7 ± 4.0	37.3	"
Rivière de la Tortue	8.8 ± 5.5	66.5	"
Rivière à la Raquette	8.9 ± 6.4	53.7	"
Rivière Auneuse	9.4 ± 2.6	28.2	"
Rivière du Moulin, cté de Portneuf	10.1 ± 1.0	15.5	Mauvaise
Rivière du Petit Saut	10.1 ± -	11.9	"
Rivière Beaudet	10.4 ± 9.7	76.6	"
Ruisseau aux Glaises	10.5 ± 12.9	12.6	"
Rivière du Chicot, cté de Berthier	11.0 ± 6.2	76.4	"
Rivière aux Orignaux	11.3 ± 3.6	55.0	"
Rivière du Chicot, cté de Deux-Montagnes	11.5 ± 12.0	31.3	"
Ruisseau Bourret	12.9 ± 1.8	35.8	"
Rivière Saint-Louis	13.6 ± 8.1	56.6	"
Rivière du Chêne, cté de Deux-Montagnes	13.8 ± 14.8	70.2	"
Rivière Saint-Régis	15.0 ± 9.6	40.2	"
Rivière aux Chiens, cté de Terrebonne	16.4 ± 10.6	34.2	"
Rivière du Moulin, cté de Nicolet	16.8 ± 10.2	14.9	"
Rivière Rouge, cté de Soulanges	19.8 ± 9.7	23.2	"
Rivière la Chaloupe, cté de Berthier	21.7 ± 7.2	52.0	"
Rivière Beauport	21.9 ± 9.2	10.7	"
Petite rivière Yamachiche	38.5 ± 6.1	34.7	"
Rivière Saint-Charles, cté de Verchères	40.7 ± 38.1	34.0	"
Ruisseau Notre-Dame, cté de Verchères	45.3 ± 16.2	34.0	"
Rivière Marguerie	49.1 ± 23.5	27.8	"

1: le niveau d'enrichissement est représenté par les valeurs moyennes (mg d'algues/l) du potentiel de fertilité et son écart-type ( $\pm 1$ 'écart-type). Le potentiel de fertilité peut être théorique ( $\overline{PF}_t$ ) ou mesuré ( $\overline{PF}$ ), selon qu'il y a ou non inhibition du potentiel de fertilité mesuré.

#### 5.2.4 Les effluents industriels et les égouts sanitaires

Les valeurs de "toxicité relative" présentées au tableau 4.4 indiquent une forte inhibition (toxicité relative  $> 0$ ) du potentiel de fertilité des échantillons d'eau d'effluents industriels (voir section 5.3.4). Tel que cité antérieurement, le niveau d'enrichissement de l'eau des stations présentant des signes d'inhibition est basé sur les valeurs du potentiel de fertilité théorique moyen ( $\overline{PF}_t$ ). Pour l'eau des stations ne présentant aucun signe d'inhibition, le niveau d'enrichissement est basé sur les valeurs mesurées du potentiel de fertilité moyen ( $\overline{PF}$ ).

Une évaluation de la qualité de l'eau, de l'ensemble des stations d'effluents industriels et des égouts sanitaires, à partir de ce niveau d'enrichissement, est présentée au tableau 5.2.4.1. Dans ce tableau nous avons jugé bon de regrouper plusieurs stations afin d'obtenir une meilleure compréhension des résultats. Ces regroupements sont motivés premièrement par un nombre parfois insuffisant d'échantillons par station, et par la proximité de certaines stations entre elles, rendant parfois impossible la localisation exacte de l'effluent que l'on devait théoriquement échantillonner.

Au premier abord on serait tenté de considérer les stations présentant une qualité de l'eau "mauvaise" (tableau 5.2.4.1) comme ayant peu d'influence sur la qualité générale des eaux du fleuve Saint-Laurent; toutefois même si le débit de ces effluents ne peut se comparer à celui de tributaires importants caractérisés aussi par une "mauvaise" qualité de l'eau (tableau 5.2.3.1), des effets locaux importants peuvent se manifester (développement excessif d'algues ou/et de macrophytes). A la limite, un regroupement d'effluents caractérisés par cette qualité de l'eau donne une qualité de l'eau comparable à celle de la rivière

Des Prairies, l'actuel récepteur de la moitié des égouts sanitaires (domestiques) de la ville de Montréal, ce qui n'est pas peu dire à titre de comparaison.

### 5.3 Toxicité des eaux<sup>1</sup>

Les données des tableaux 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4, montrent que les valeurs moyennes de l'indice d'inhibition ( $\overline{\text{INB}}$ ) pour certaines stations sont très élevées. Toute valeur moyenne supérieure à 5 ( $\overline{\text{INB}} > 5$ ) indique une inhibition évidente (voir section 3.3.2). Cependant les écarts-types ( $S_{\overline{\text{INB}}}$ ) élevés, fréquemment observés, tout en indiquant la présence de valeurs extrêmes à l'intérieur des échantillons, pour une station donnée, donnent peu de précision sur ces valeurs extrêmes et rendent difficile l'interprétation de la valeur moyenne de l'inhibition ( $\overline{\text{INB}}$ .)

Nous avons donc développé une méthode d'interprétation des valeurs d'inhibition selon les caractéristiques suivantes:

- elle tient compte de toutes les valeurs d'inhibition obtenues à une station donnée et non pas seulement d'une moyenne;
- elle donne un poids plus grand aux valeurs élevées d'inhibition;
- elle donne comme résultat une valeur absolue comparable pour l'ensemble des échantillons recueillis sur une échelle uniforme 0-100.

---

<sup>1</sup> L'ajout d'oligo-éléments aux bioessais indique que l'inhibition observée n'est pas due à un manque d'éléments nutritifs mais plutôt à la présence de substances toxiques.



TABLEAU 5.2.4.1. Evaluation de la qualité de l'eau des effluents industriels et des égouts sanitaires à partir du niveau d'enrichissement moyen.

IDENTIFICATION DE L'EFFLUENT	NIVEAU D'ENRICHISSEMENT <sup>1</sup>	QUALITE DE L'EAU
Tioxide du Canada	1.7 ± 0.7	Bonne
Consolidated Bathurst	2.1 ± 0.3	"
Allied Chemicals	3.3 ± 2.1	"
* Domtar (01), (02), (03)	3.4 ± 0.4	"
Golden Eagle Canada	3.9 ± 0.1	"
Québec Iron & Titanium	3.9 ± 0.6	"
Steel Co. Ltd	4.4 ± 0.7	"
Sydbec & Dosco Ltd	4.9 ± -	"
Anglo Canadian Pulp	5.0 ± -	Douteuse
Distellerie Schenley	5.2 ± -	"
Hangar N° 25	5.3 ± -	"
* Consolidated Bathurst (01), (02)	5.5 ± 4.5	"
* Union Carbide (01), (02), (03)	6.9 ± 6.0	"
Egout Pluvial 66 po.	7.1 ± -	"
* Kruger, Kruger	7.1 ± 5.4	"
* Domtar, Domtar, Standard Chemicals, Standard Chemicals, Aluminium du Canada, Chromium Mining	9.3 ± 5.4	"
Egout Sanitaire 24 po.	9.5 ± -	"
* Valleyfield, Valleyfield	9.9 ± 3.3	"
* Gulf + Commercial Alchool +, Commercial Alchool	12.6 ± 0.6	Mauvaise
Egout Pluvial 24 po.	13.6 ± -	"
* Dominion Textiles, Hydro-Québec, Montréal Transport Commission	15.2 ± 9.1	"
Egout Sanitaire 24 po.	15.2 ± -	"
* British Petroleum, Met. Petroleum, Texaco, Imperial Oil, Imperial Oil, Imperial Oil, Shell Oil (01), (02), Gulf Oil, Petrofina (01), (02)	15.9 ± 24.6	"
* Building Products, Monsanto, St-Pierre, Canal de Lachine, Canada Galting	17.1 ± 13.0	"
Great Lakes Carbon Corporation	20.0 ± -	"
CIL	22.9 ± 26.4	"
* Erco (01), (02), Canadian Titanium Pigments, Dow Chemicals Ltd	24.0 ± 29.5	"
Egout Sanitaire 20 po.	24.6 ± -	"
* Gulf + G.S.M. + R.C.A., La Trappe, St-Lawrence Columbiun	30.7 ± 19.0	"
Pratt & Whitney	39.8 ± 11.3	"

* Egout Combiné 66 po., Egout Combiné 48 po., Egout Combiné 14 po.	47.1 ± 35.0	"
Egout Sanitaire 36 po.	47.3 ± -	"
* Valleyfield, Valleyfield	58.9 ± 14.4	"
* General Latex & Chemicals Ltd (01), (02)	71.9 ± 83.6	"
St-Lawrence Fertilisers	95.4 ± -	"
Canadian Vickers	182.6 ± 82.9	"

---

\*: la valeur du "niveau d'enrichissement" est une valeur moyenne pour l'ensemble des stations identifiées par un astérisque (\*) (voir aussi le tableau 4.4, et la figure 4.4.1).

1: le niveau d'enrichissement est représenté par les valeurs moyennes (mg d'algues/l) du potentiel de fertilité et son écart-type ( ± l'écart-type). Le potentiel de fertilité peut être théorique ( $\overline{PF}_t$ ) ou mesuré ( $\overline{PF}$ ) selon qu'il y a ou non inhibition du potentiel de fertilité mesuré.

Cette méthode consiste à:

- établir quatre classes d'inhibition (0-5, 5-10, 10-20 et > 20);
- enregistrer le nombre d'observations dans chacune des classes pour une station donnée;
- déterminer le pourcentage de ces observations dans chacune des classes pour une station donnée sur le nombre total d'observations;
- attribuer un poids à chacune des classes (multiplier le pourcentage de chacune des classes respectives par les valeurs suivantes: 0, 0.33, 0.67 et 1.0);
- faire la sommation des résultats obtenus de la multiplication pour chacune des classes. Le résultat de cette sommation porte le nom de "toxicité relative".

L'exemple qui suit permet de mieux comprendre la démarche effectuée:

Endroit de la station : rivière Saint-Louis  
Nombre de valeurs d'inhibitions: 14  
Valeurs d'inhibitions obtenues : 3.4, 5.9, 4.4, 5.5, 15.7, 13.8, 44.2,  
1.7, 4.8, 25.6, 57.0, 37.2, 26.1, 44.2.

CLASSES D'INHIBITION	< 5	> 5, < 10	> 10, < 20	> 20
Nombre d'observations	4	2	2	6
Pourcentage (%)	29	14	14	43
Inhibition relative	0	5	10	43

Toxicité relative = 57

Après avoir obtenu une valeur de "toxicité relative" pour chaque station, nous avons tracé la figure 5.3.1. Quatre groupes de stations sont ainsi caractérisés en fonction de la valeur de "toxicité relative":

toxicité relative = 0;  
toxicité relative > 1 et < 15;  
toxicité relative > 15 et < 37;  
toxicité relative > 37.

Ces quatre groupes de stations sont par la suite associés à trois degrés de qualité:

toxicité "absente", toxicité relative = 0;  
toxicité "faible", " " > 1 et < 15;  
toxicité "moyenne", " " > 15 et < 37;  
toxicité "forte", " " > 37.

### 5.3.1 Le chenal de navigation

Le chenal de navigation est sans contredit le milieu présentant, de façon généralisée, le degré de toxicité le plus élevé. En effet sur l'ensemble des échantillons prélevés dans le chenal de navigation, 29% des stations montrent une toxicité "faible", 50%, une toxicité "moyenne", et 21% des stations présentent une toxicité "forte".

Au tableau 5.3.1.1, on note que la plus "forte" toxicité enregistrée se situe au niveau des lacs Saint-Louis et Saint-François.

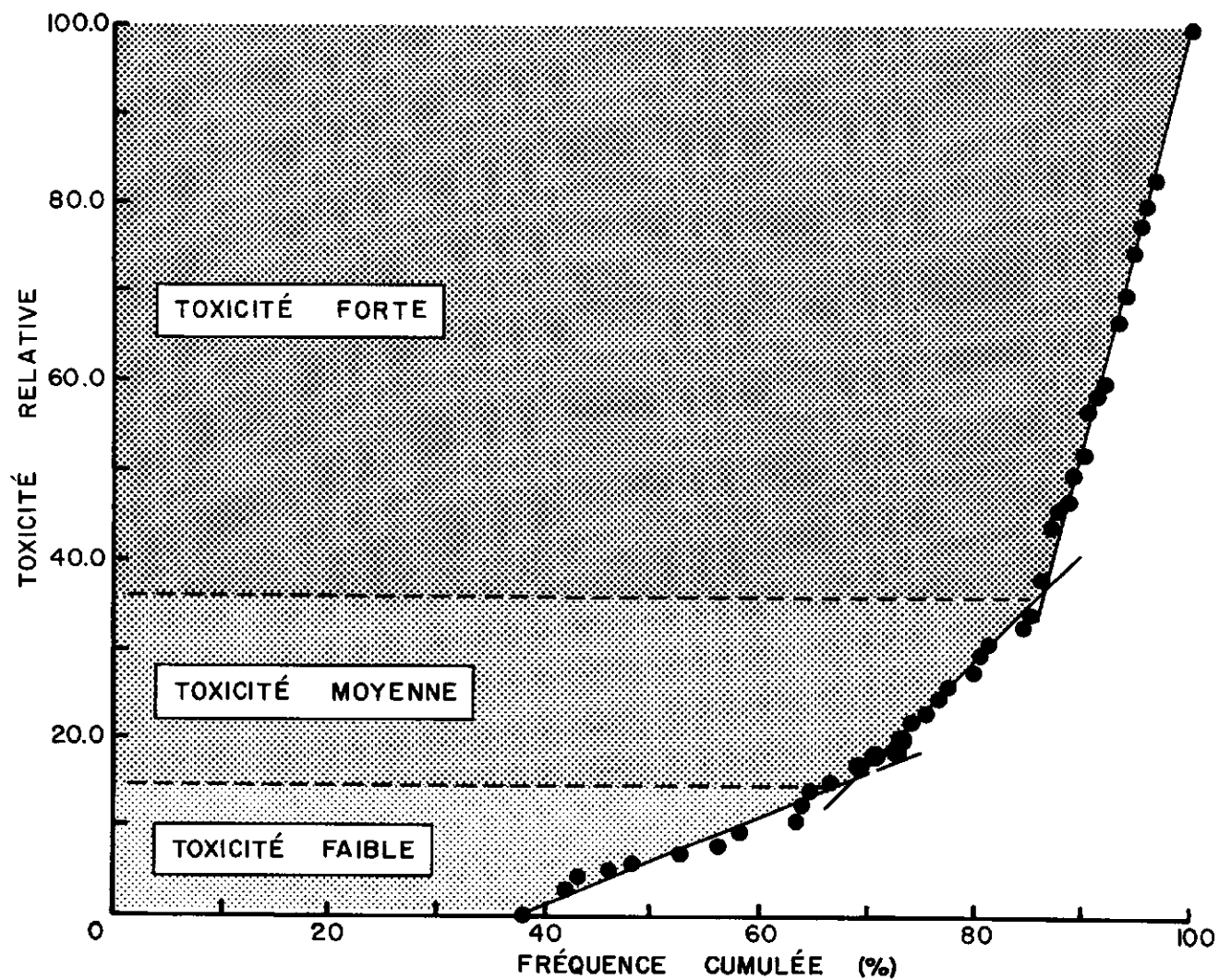


Fig. 5.3.1 Établissement d'une norme d'interprétation des valeurs de "toxicité relative" à partir de la fréquence cumulée (%) de l'ensemble des échantillons recueillis et de leur valeur de "toxicité relative".



TABLEAU 5.3.1.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des stations du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".

SECTEUR N°	ENDROIT DE LA STATION	TOXICITE RELATIVE <sup>1</sup>	DEGRE DE TOXICITE
7	Lac Saint-Pierre	5	Faible
8	Leclercville	5	"
9	Québec	8	"
6	Verchères	11	"
2	Beauharnois	17	Moyenne
6	Montréal	23	"
6	Tracy	23	"
2	Lac Saint-François	25	"
6	Ile Sainte-Thérèse	28	"
3	Lac Saint-Louis	28	"
8	Trois-Rivières	31	"
3	Lac Saint-Louis	38	Forte
3	Amont des rapides de Lachine	44	"
2	Lac Saint-François	47	"

1: la valeur de toxicité relative se situe à l'intérieur d'une échelle 0-100 (voir la section 5.3: Toxicité des eaux).

### 5.3.2 Les berges

Contrairement à la situation existant dans le chenal de navigation, la toxicité sur les berges, est moins forte, moins fréquente, et plus localisée. Le niveau de toxicité le plus élevé rencontré est le niveau 'moyen'. Ce niveau de toxicité se manifeste surtout dans les secteurs suivants:

- secteur 3      lac Saint-Louis, côté sud
- secteur 6      couloir fluvial, entre l'île des Soeurs et Sorel, côté sud

Tel que présenté au tableau 5.3.2.1, le degré de toxicité de l'ensemble des stations est respectivement: toxicité 'absente', 38%; toxicité 'faible', 40%; toxicité 'moyenne', 22%.

### 5.3.3 Les tributaires

Parmi les quatre types d'eau échantillonnés (voir section 3.1), les tributaires présentent, dans l'ensemble, le degré de toxicité le plus faible.

Tout comme lors de l'évaluation du 'niveau d'enrichissement', l'évaluation du 'degré de toxicité', est effectuée après avoir regroupé les tributaires selon l'importance de la superficie de leur bassin:

- les grands tributaires,  $> 100 \text{ mi}^2$ ;
- les petits tributaires,  $< 100 \text{ mi}^2$ .



TABLEAU 5.3.2.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des stations situées sur la berge du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	TOXICITE RELATIVE <sup>1</sup>	DEGRE DE TOXICITE
2	Lac Saint-François (nord)	0	Absente
2	Baie Saint-François	0	"
3	Chenal Perdu	0	"
3	Île aux Plaines	0	"
3	Bassin de Laprairie	0	"
3	Ile Perrot (sud)	0	"
3	Ile Perrot (nord)	0	"
3	Baie de Valois	0	"
6	Île Saint-Laurent	0	"
6	Contrecoeur	0	"
6	Aval des raffineries, Montréal	0	"
6	Lavaltrie	0	"
7	Lac Saint-Pierre (nord)	0	"
8	Battures de Gentilly	0	"
8	Trois-Rivières	0	"
3	Entrée de l'Aqueduc de Montréal	3	Faible
2	Parc Sauvé	5	"
6	Hangar N <sup>o</sup> 68, Montréal	5	"
6	Île de Lavaltrie	5	"
7	Pointe-du-Lac	5	"
9	Pont de Québec	6	"
7	Lac Saint-Pierre (sud)	8	"
1	Parc d'Oka	10	"
3	Pointe Charlebois	10	"
6	Boucherville	10	"
8	Portneuf	10	"
2	Lac Saint-François (sud)	11	"
2	Baie de Saint-Anicet	11	"
6	Île Sainte-Thérèse	11	"
8	Gentilly	11	"
1	Pointe Parsons	13	"
6	Ile Bouchard	15	Moyenne
7	Ile aux Ours	15	"
8	Ile à Valdor	15	"
6	Ile Saint-Ours	18	"
3	Ile à l'ours	19	"
8	Sainte-Croix	23	"
3	Ile Saint-Bernard	26	"
3	Pointe du Moulin	28	"
3	Presqu'île à Boquet	28	"

1: la valeur de toxicité relative se situe à l'intérieur d'une échelle 0-100 (voir la section 5.3: Toxicité des eaux).

La qualité de l'eau des grands tributaires est la suivante: toxicité "absente", 55%; toxicité "faible", 36%; toxicité "moyenne", 9%.

Pour ce qui est des petits tributaires, on observe la distribution suivante: toxicité "absente", 69%; toxicité "faible", 7%; toxicité "moyenne", 17%; toxicité "forte", 7%.

Les grands et les petits tributaires présentant ces diverses qualités de l'eau apparaissent respectivement aux tableaux 5.3.3.1 et 5.3.3.2.

#### 5.3.4 Les effluents industriels et les égouts sanitaires

Les résultats présentés au tableau 5.3.4.1 pour les effluents sanitaires et/ou pluviaux ne révèlent aucune toxicité. Par contre il n'est pas surprenant de trouver un fort degré de toxicité dans les effluents industriels.

L'ensemble des effluents (sanitaires et industriels) se comportent comme suit: toxicité "absente", 28%; toxicité "faible", 8%; toxicité "moyenne", 11%; toxicité "forte", 53%.

Les données du tableau 5.3.4.1 montrent cependant que cette méthode d'analyse (PAAP 30%, N/20 et P/20)<sup>1</sup> présente certaines lacunes. En effet certaines valeurs de "toxicité relative" sont précédées du signe > (plus grand que), ce qui indique le manque de précision de la méthode pour certains échantillons d'effluents industriels.

---

<sup>1</sup> Milieu de culture synthétique (PAAP 30%) dont les concentrations d'azote et de phosphore sont réduites de 20 fois. Ce nouveau milieu de culture fut ajouté à tous les échantillons d'effluents industriels pour que l'inhibition enregistrée ne soit pas due à un manque d'éléments nutritifs.

TABLEAU 5.3.3.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau de grands tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".

NOM DES TRIBUTAIRES	TOXICITE RELATIVE <sup>1</sup>	SUPERFICIE DU BASSIN (MI <sup>2</sup> )	DEGRE DE TOXICITE
Rivière Sainte-Anne	0	1,040	Absente
Rivière Jacques-Cartier	0	971	"
Rivière Maskinongé	0	440	"
Rivière Gentilly	0	116	"
Rivière du Nord	0	855	"
Rivière Richelieu	0	9,150	"
Rivière Portneuf	0	140	"
Rivière du Loup, cté de Maskinongé	0	590	"
Rivière Saint-Charles, cté de Québec	0	198	"
Rivière Nicolet	0	1,320	"
Petite rivière du Chêne	0	175	"
Rivière Châteauguay	0	982	"
Rivière Yamachiche	0	106	"
Rivière L'Assomption	0	1,630	"
Rivière Mascouche	0	146	"
Rivière Yamaska	0	1,870	"
Rivière Bayonne	0	134	"
Petite rivière du Loup	0	590	"
Rivière des Mille-Iles	1	—	Faible
Rivière Batiscan	3	1,810	"
Rivière Saint-François	3	3,950	"
Rivière Rigaud	5	206	"
Rivière Saint-Maurice	7	16,700	"
Rivière des Outaouais	7	9,080	"
Rivière Bécancour	7	1,010	"
Rivière du Chêne, cté de Lotbinière	7	310	"
Rivière Etchemin	7	563	"
Rivière Delisle	7	151	"
Rivière Champlain	7	123	"
Rivière des Prairies	14	—	"
Rivière Saint-Charles, cté de Québec <sup>2</sup>	17	198	Moyenne
Rivière Montmorency	18	425	"
Rivière Chaudière	20	2,580	"

1: la valeur de toxicité relative se situe à l'intérieur d'une échelle 0-100 (voir la section 5.3: Toxicité des eaux)

2: échantillonné au niveau de la ville de Loretteville

TABLEAU 5.3.3.2. Evaluation du degré de toxicité de l'eau de petits tributaires du fleuve Saint-Laurent, à partir des valeurs de "toxicité relative".

NOM DES TRIBUTAIRES	TOXICITE RELATIVE <sup>1</sup>	SUPERFICIE DU BASSIN (MI <sup>2</sup> )	DEGRE DE TOXICITE
Rivière Belle Isle	0	16.7	Absente
Rivière Saint-Joseph	0	21.4	"
Rivière Saint-Jean, cté de Berthier	0	26.4	"
Rivière Saint-Jacques, cté de Laprairie	0	52.2	"
Rivière Lachevrotière	0	37.3	"
Rivière de la Tortue	0	66.4	"
Rivière à la Raquette	0	53.7	"
Rivière Auneuse	0	28.2	"
Ruisseau aux Glaises	0	12.6	"
Rivière du Chicot, cté de Berthier	0	76.4	"
Rivière aux Orignaux	0	55.0	"
Ruisseau Bourret	0	35.8	"
Rivière du Chêne, cté de Deux-Montagnes	0	70.2	"
Rivière Saint-Régis	0	40.2	"
Rivière aux Chiens, cté de Terrebonne	0	34.2	"
Rivière du Moulin, cté de Nicolet	0	14.9	"
Rivière Rouge, cté de Soulanges	0	23.2	"
Rivière la Chaloupe, cté de Berthier	0	52.0	"
Rivière Beauport	0	10.7	"
Petite rivière Yamachiche	0	34.7	"
Rivière Beaudet	11	76.6	Faible
Rivière Saint-Charles, cté de Verchères	11	34.0	"
Rivière du Petit Saut	17	11.9	Moyenne
Rivière du Moulin, cté de Portneuf	22	15.5	"
Rivière du Cap Rouge	33	30.3	"
Rivière du Chicot, cté de Deux-Montagnes	33	31.3	"
Rivière Marguerie	33	27.8	"
Rivière Saint-Louis	57	56.6	Forte
Ruisseau Notre-Dame, cté de Verchères	67	34.0	"

1: la valeur de toxicité relative se situe à l'intérieur d'une échelle 0-100 (voir la section 5.3: Toxicité des eaux).

TABLEAU 5.3.4.1. Evaluation du degré de toxicité de l'eau des effluents industriels et les égouts sanitaires du fleuve Saint-Laurent.

IDENTIFICATION DE L'EFFLUENT	TOXICITE RELATIVE <sup>1</sup>	DEGRE DE TOXICITE
Distillerie Schenley	) 0	Absente
Egout Pluvial 66 po.	0	"
* Kruger, Kruger	0	"
Egout Sanitaire 24 po.	0	"
Egout Pluvial 24 po.	0	"
Egout Sanitaire 24 po.	0	"
Great Lakes Carbon Corporation	0	"
Egout Sanitaire 29 po.	0	"
Egout Combiné 14 po.	0	"
Egout Sanitaire 36 po.	0	"
* Valleyfield, Valleyfield	7	Faible
* Gulf + G.S.M. + R.C.A., La Trappe, St-Lawrence		
Columbium	8	"
Canadian Vickers	11	"
Pratt & Whitney	17	Moyenne
* Canal de Lachine, Canada Galting	22	"
* Dominion Textiles, Hydro-Québec, Montréal		
Transport Commission	33	"
Consolidated Bathurst	) 34	"
* Valleyfield, Valleyfield	) 38	Forte
* Gulf + Commercial Alchool +, Commercial		
Alchool	42	"
* British Petroleum, Met. Petroleum, Texaco,		
Imperial Oil, Imperial Oil, Imperial Oil,		
Shell Oil (01), (02), Gulf Oil, Petrofina		
(01), (02)	45	"
* Erco (01), (02), Canadian Titanium Pigments,		
Dow Chemicals Ltd	50	"
* Union Carbide (01), (02), (03)	) 59	"
* Domtar (01), (02), (03)	) 60	"
Tioxide du Canada	) 67	"
Anglo Canadian Pulp	) 67	"
* Domtar, Domtar, Standard Chemicals, Standard		
Chemicals, Aluminium du Canada, Chromium		
Mining	70	"
CIL	75	"
Québec Iron and Titanium	78	"
Allied Chemicals	80	"
* General Latex & Chemicals Ltd (01), (02)	83	"

St-Lawrence Fertilisers	100	"
Golden Eagle Canada	100	"
Steel Co. Ltd	100	"
Sidbec & Dosco Ltd	100	"
Hangar N° 25	100	"
Consolidated Bathurst (01), (02)	100	"

---

\*: la valeur de "toxicité relative" est une valeur globale pour l'ensemble des stations identifiées par un astérisque (\*) (voir aussi le tableau 4.4, et la figure 4.4.1).

1: la valeur de "toxicité relative" se situe à l'intérieur d'une échelle 0-100 (voir la section 5.3: Toxicité des eaux).

Nous avons donc développé une méthode "de dilution" semblable à celle employée lors des bioessais utilisant des poissons, sauf qu'au lieu d'obtenir un  $LT_{50}$  (une concentration létale pour 50% de la population de poissons), nous obtenons un  $CE_{50}$  (concentration effective 50%); c'est une concentration qui inhibe 50% de la croissance d'une population d'algues. Cette méthode a pour avantage de nous donner une idée de la "concentration" toxique de l'effluent. De plus, connaissant le débit de l'effluent, on obtient une charge de produits toxiques, rejetée par l'industrie.

Nous avons donc appliqué cette méthode sur un certain nombre d'échantillons, prélevés directement dans le rejet des industries regroupées par types de production:

- les industries de métaux;
- les industries alimentaires;
- les industries de chimie organique;
- les industries de pâtes et papiers;
- les raffineries et les industries textiles.

Les résultats, présentés aux tableaux 5.3.4.2, 5.3.4.3, 5.3.4.4, 5.3.4.5 et 5.3.4.6 montrent l'importance de connaître la "charge toxique" des effluents industriels. En effet, au tableau 5.3.4.2, les industries Héroux Ltée et Union Carbide possèdent une "concentration toxique" similaire, alors que la "charge toxique" est 172 fois supérieure pour l'Union Carbide ( $3.450 \times 10^6$  GC UT/J). Ces résultats montrent également que,

pour les échantillons analysés, les produits toxiques rejetés par les industries de métaux représentant une charge beaucoup plus grande, dans le fleuve Saint-Laurent, que ceux qui y sont rejetés par les autres types d'industries. Viennent ensuite les industries de pâtes et papiers, les raffineries et industries de textiles, les industries de chimie organique et, en dernier lieu, les industries alimentaires.

#### 5.4 Le facteur chimique contrôlant la productivité primaire

Les résultats présentés dans cette section doivent être interprétés comme un effet obtenu sur la productivité primaire et résultant d'un ajout soit d'azote, soit de phosphore. Il faut toutefois se rappeler que les tests furent effectués en laboratoire et que les facteurs physiques peuvent, dans de nombreux cas, limiter davantage la productivité primaire que les facteurs chimiques. Une méthodologie, basée sur le potentiel de fertilité (PF) et sur les valeurs de la chlorophylle "a" mesurées dans le milieu, est développée par Provencher, M. (1977), afin de distinguer entre les facteurs physiques et chimiques, lesquels peuvent être limitants quant à la productivité primaire.

##### 5.4.1 Le chenal de navigation

Les valeurs du tableau 5.4.1 montrent que la toxicité est le facteur limitatif primaire pour l'ensemble des stations du chenal de navigation; la présence d'un facteur limitatif secondaire (le phosphore) indique qu'en l'absence d'un facteur physique limitatif, il y aurait augmentation de la productivité primaire suite à des apports de phosphore dans le chenal de navigation. Nous devons cependant mentionner, qu'une stimulation de croissance ne veut pas dire que la "toxicité" a disparu.



TABLEAU 5.3.4.2. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de métaux.

IDENTIFICATION DE LA STATION	CONCENTRATION TOXIQUE <sup>1</sup> CE <sub>50</sub> % v/v	DEBIT DE L'EFFLUENT <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> GI/J	CHARGE TOXIQUE <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> GI UT/J
Steel Co. (Contrecoeur)	nd <sup>4</sup>	0.005	< 0.01
Chromasco Ltée (Beauharnois)	nd	0.8	< 0.8
Québec Iron & Titanium (Sorel)	nd	1.5	< 1.5
Erco (Varennes)	3	0.72	2.3
Noranda Metals (Montréal)	30	1.0	3.3
Crucible Steel (Tracy)	nd	3.5	< 3.5
Canadian Copper Refiners (Montréal)	nd	4.8	< 4.8
Standard Chemicals (Beauharnois)	nd	7.0	< 7.0
Union Carbide (Beauharnois)	nd	7.7	< 7.7
Pratt & Withney (Longueuil)	8	0.9	11.3
Canadian Copper Refiners (Montréal)	4	0.48	12.0
Héroux Ltée (Longueuil)	1	0.2	20.0
Québec Iron & Titanium (Sorel)	22	33.5	152.0
Tioxide du Canada (Tracy)	1	3.5	350.0
Canadian Copper Refiners (Montréal)	1	4.8	480.0
Canadian Titanium Pigments (Varennes)	1	9.0	900.0
Union Carbide (Beauharnois)	1	34.0	3400.0

1: la "concentration toxique" est la concentration effective 50% (CE<sub>50</sub>), c'est-à-dire la valeur en pourcentage (v/v) qui inhibe 50% de la croissance (Selenastrum capricornutum) attendue dans un échantillon d'effluents industriels enrichi (PAAP 30%, N/20 et P/20), après 21 jours.

2: le débit est exprimé en millions de gallons canadiens.

3: la "charge toxique" exprimée en millions de gallons impériaux d'unités toxiques par jour (10<sup>6</sup> GI UT/J) est évaluée à partir des CE<sub>50</sub> (concentration effective 50%) et du débit de l'effluent selon la relation suivante:

$$\frac{100\%}{CE_{50}} \times \text{débit de l'effluent}$$

4: l'abréviation nd (non détectable) signifie que la toxicité est inférieure à 50% d'inhibition de croissance et par conséquent non détectable par ce type de bioessai.

TABLEAU 5.3.4.3. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries alimentaires.

IDENTIFICATION DE LA STATION	CONCENTRATION TOXIQUE <sup>1</sup> CE <sub>50</sub> ‰ v/v	DEBIT DE L'EFFLUENT <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> GI/J	CHARGE TOXIQUE <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> GI UT/J
Coop. Agricole (St-Guillaume)	nd <sup>4</sup>	0.01	0.01
Liberty Brand Products (Brossard)	27	0.005	0.02
Purity Ice Cream Co. Ltd (Montréal)	3	0.001	0.03
Produits Laitiers (Marieville)	nd	0.086	0.1
Abattoir Laplante (St-Valérien)	10	0.01	0.1
Aliments Pierre Foods (St-Denis sur le Richelieu)	30	0.16	0.5
Abattoir Bienvenue (St-Valérien)	14	0.05	0.6
Walter Lowneys (Montréal)	10	0.09	0.9
Sydner & Sons (Bedford)	9	0.25	2.8
Coop. Agricole (Gramby)	2	0.35	18.5
Industrial Grain Products (Candiac)	1	0.43	43.0

1: idem tableau 5.4.3.2

2: " " "

3: " " "

4: " " "

TABLEAU 5.3.4.4. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de chimie organique.

IDENTIFICATION DE LA STATION	CONCENTRATION TOXIQUE <sup>1</sup> CE <sub>50</sub> % v/v	DEBIT DE L'EFFLUENT <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> GI/J	CHARGE TOXIQUE <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> GI UT/J
Dow Chemicals (Varenes)	nd <sup>4</sup>	0.04	0.04
Reichold Chemical (Ste-Thérèse)	nd	0.2	0.2
Gulf Chemical (Montréal)	7	0.2	1.6
Gulf Chemical (Varenes)	50	1.0	2.0
Commercial Alcohols Ltd (Varenes)	5	0.12	2.4
Gulf Chemical (Varenes)	25	1.0	4.0
Gulf Chemical (Montréal)	13	0.2	7.0
Gulf Chemical (Montréal)	3	0.45	11.3
Allied Chemicals (Valleyfield)	17	4.3	25.4
Allied Chemicals (Valleyfield)	5	1.3	26.0

1: idem tableau 5.3.4.2

2: " " "

3: " " "

4: " " "

TABLEAU 5.3.4.5. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les industries de pâtes et papiers.

IDENTIFICATION DE LA STATION	CONCENTRATION TOXIQUE <sup>1</sup> CE <sub>50</sub> % v/v	DEBIT DE L'EFFLUENT <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> GI/J	CHARGE TOXIQUE <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> GI UT/J
Domtar (Beauharnois)	10	2.0	20.0
Perkin's Paper (Candiac)	2	0.5	27.0
Thurso Pulp & Paper (Thurso)	28	12.4	44.6
Gaspésia Pulp & Paper (Chandler)	25	11.4	45.6
Consolidated Bathurst (Portage du Fort)	28	31.0	112.0
Québec Paper (Baie-Comeau)	7	27.2	389.0

1: idem tableau 5.3.4.2.

2: " " "

3: " " "

TABLEAU 5.3.4.6. Evaluation de la concentration et de la charge toxique rejetée dans le fleuve Saint-Laurent par les raffineries et les industries textiles.

IDENTIFICATION DE LA STATION	CONCENTRATION TOXIQUE <sup>1</sup> CE <sub>50</sub> % v/v	DEBIT DE L'EFFLUENT <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup> GI/J	CHARGE TOXIQUE <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> GI UT/J
Raffinerie BP (Montréal)	80	1.8	2.3
Texaco (Montréal)	nd <sup>4</sup>	22.0	22.0
Dominion Textiles (Beauharnois)	nd	1.0	1.0
Dominion Textiles (Beauharnois)	3	1.0	34.6

1: idem tableau 5.3.4.2

2: " " "

3: " " "

4: " " "

TABLEAU 5.4.1. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire des stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	LE FACTEUR CHIMIQUE LIMITANT LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE	
		FACTEUR LIMITATIF PRIMAIRE	FACTEUR LIMITATIF SECONDAIRE
2	Lac Saint-Louis	t <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>
"	Lac Saint-François	t	P
"	Beauharnois	t	P
3	Lac Saint-Louis	t	P
"	Lac Saint-Louis	t	P
"	Amont des rapides de Lachine	t	P
6	Verchères	t	P
"	Tracy	t	P
"	Montréal	t	P
"	Ile Sainte-Thérèse	t	P
7	Lac Saint-Pierre	t	P
8	Leclercville	t	P
"	Trois-Rivières	t	P
9	Québec	t	P

1: toxicité

2: phosphore

#### 5.4.2 Les berges

Les valeurs du tableau 5.4.2 montrent que la toxicité représente le facteur limitatif primaire à de nombreuses stations. Tout comme pour le chenal de navigation, le phosphore a provoqué une stimulation de la croissance, lors des bioessais. Un apport de phosphore pourrait donc, en l'absence d'un facteur physique limitatif provoquer une augmentation de la productivité primaire en de nombreux endroits. Tel que vu au tableau 5.4.2 l'azote pourrait, de la même façon, stimuler la croissance, en certains endroits. Dans certains cas la présence et de l'azote et du phosphore est nécessaire pour provoquer une augmentation significative de la productivité primaire.

#### 5.4.3 Les tributaires

Ainsi que déjà posé, les tributaires sont regroupés selon l'importance de la superficie de leur bassin:

- les grands tributaires,  $> 100 \text{ mi}^2$ ;
- les petits tributaires,  $< 100 \text{ mi}^2$ .

Les résultats présentés aux tableaux 5.4.3 et 5.4.4 indiquent qu'en l'absence d'un facteur physique limitatif, la productivité primaire des grands tributaires est beaucoup plus limitée par la toxicité (facteur limitatif primaire) que celle des petits tributaires. Un apport de phosphore, ou d'azote, ou d'azote et phosphore, selon le cas, provoque une augmentation significative de la productivité primaire.





TABLEAU 5.4.2. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	LE FACTEUR CHIMIQUE LIMITANT LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE	
		FACTEUR LIMITATIF PRIMAIRE	FACTEUR LIMITATIF SECONDAIRE
1	Parc d'Oka	t <sup>2</sup>	p <sup>2</sup>
"	Pointe Parsons	t	P
2	Lac Saint-François (sud)	t	P
"	Baie Saint-Anicet	t	P
"	Lac Saint-François (nord)	P	-
"	Parc Sauvé	t	P
"	Baie Saint-François	P	-
3	Ile à l'ours	t	P
"	Chenal Perdu	P	-
"	Ile aux Plaines	P	-
"	Pointe du Moulin	t	P
"	Ile Saint-Bernard	t	P
"	Entrée de l'Aqueduc de Montréal	t	P
"	Presqu'île à Boquet	t	P
"	Bassin Laprairie	NP <sup>4</sup>	-
"	Ile Perrot (sud)	N <sup>3</sup>	-
"	Ile Perrot (nord)	NP	-
"	Pointe Charlebois	t	P
"	Baie de Valois	N	-
6	Boucherville	t	P
"	Ile Saint-Laurent	P	-
"	Ile Sainte-Thérèse	t	P
"	Ile Bouchard	t	P
"	Contrecoeur	P	-
"	Ile Saint-Ours	t	P
"	Hangar N <sup>o</sup> 68, Montréal	t	P
"	Aval des raffineries, Montréal	NP	-
"	Ile de Lavaltrie	t	P
"	Lavaltrie	N	-

7	Lac Saint-Pierre (sud)	t	P
"	Ile aux Ours	t	P
"	Lac Saint-Pierre (nord)	N	-
"	Pointe du Lac	t	P
8	Battures de Gentilly	P	-
"	Gentilly	t	P
"	Sainte-Croix	t	P
"	Trois-Rivières	N	-
"	Ile à Valdor	t	P
"	Portneuf	t	P
"	Pont de Québec	t	P

- 
- 1: toxicité
  - 2: phosphore
  - 3: azote
  - 4: azote et phosphore

TABLEAU 5.4.3. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire de l'eau des stations situées sur les grands tributaires du fleuve Saint-Laurent.

NOM DES TRIBUTAIRES	LE FACTEUR CHIMIQUE LIMITANT LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE	
	FACTEUR LIMITATIF PRIMAIRE	FACTEUR LIMITATIF SECONDAIRE
Rivière Sainte-Anne	P	-
Rivière Saint-Maurice	t <sup>1</sup>	P
Rivière Batiscan	t	P
Rivière Jacques-Cartier	p <sup>2</sup>	-
Rivière des Outaouais	t	P
Rivière Montmorency		
Rivière Saint-Charles, cté du Québec <sup>1</sup>	t	P
Rivière Bécancour	t	P
Rivière Maskinongé	P	-
Rivière Gentilly	N <sup>3</sup>	-
Rivière Saint-François	t	P
Rivière du Nord	P	-
Rivière Richelieu	P	-
Rivière Portneuf	P	-
Rivière du Loup, cté de Maskinongé	N	-
Rivière Chaudière	t	P
Rivière du Chêne, cté de Lotbinière	t	P
Rivière Saint-Charles, cté de Québec	P	-
Rivière Nicolet	N	-
Rivière Etchemin	t	P
Petite rivière du Chêne	t	P
Rivière Delisle	t	N
Rivière Champlain	t	P
Rivière Châteauguay	N	-
Rivière Rigaud	t	P
Rivière Yamachiche	P	-
Rivière L'Assomption	N	-
Rivière Mascouche	N	-
Rivière Yamaska	N	-
Rivière des Prairies	t	N
Rivière des Mille Îles	t	N
Rivière Bayonne	N	-
Petite rivière du Loup, cté de Maskinongé	N	-

1: toxicité  
2: phosphore  
3: azote

TABLEAU 5.4.4. Caractérisation des facteurs chimiques, primaire et secondaire, limitant la productivité primaire de l'eau des stations situées sur les petits tributaires du fleuve Saint-Laurent.

NOM DES TRIBUTAIRES	LE FACTEUR CHIMIQUE LIMITANT LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE	
	FACTEUR LIMITATIF PRIMAIRE	FACTEUR LIMITATIF SECONDAIRE
Rivière Belle Isle	P	-
Rivière Saint-Joseph	P	-
Rivière Saint-Jean	P	-
Rivière Saint-Jacques	NP	-
Rivière Cap Rouge	t	P
Rivière Lachevrotière	N	-
Rivière de la Tortue	P	-
Rivière à la Raquette	P	-
Rivière Auneuse	P	-
Rivière du Moulin, cté de Portneuf	t	P
Rivière du Petit Saut	t	NP
Rivière Beaudet	t	P
Ruisseau aux Glaises	P	-
Rivière du Chicot, cté de Berthier	N	-
Rivière aux Orignaux	NP	-
Rivière du Chicot, cté des Deux-Montagnes	t	P
Ruisseau Bourret	N	-
Rivière Saint-Louis	t	P
Rivière du Chêne, cté des Deux-Montagnes	P	-
Rivière Saint-Régis	P	-
Rivière aux Chiens, cté de Terrebonne	P	-
Rivière du Moulin, cté de Nicolet	NP	-
Rivière Rouge	P	-
Rivière la Chaloupe	NP	-
Rivière Beauport	NP	-
Petite rivière Yamachiche	P	-
Rivière Saint-Charles, cté de Verchères	t	N
Ruisseau Notre-Dame	t	P
Rivière Marguerie	t	N

CHAPITRE VI

CONCLUSION



## VI - CONCLUSION

L'utilisation du bioessai, effectué en laboratoire, à l'aide d'une population d'algues, (Selenastrum capricornutum) s'avère, tel que présenté dans la section II (Problématique), un outil très efficace pour caractériser le niveau d'enrichissement de l'eau (substances nutritives en excès) et le degré de toxicité de cette eau. En effet ces organismes, de par leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques, sont intimement liés à la qualité du milieu aquatique, et par conséquent réagissent à de multiples interventions produites sur la composition chimique de ce milieu.

Le niveau d'enrichissement, pour l'ensemble des échantillons prélevés dans le bassin du fleuve Saint-Laurent, peut être caractérisé de la façon suivante:

tributaires ) berges ) chenal de navigation

Cette séquence régressive est très heureuse pour la qualité générale du fleuve Saint-Laurent (du point de vue niveau d'enrichissement) et s'explique de la façon suivante: l'eau en provenance de la rivière des Outaouais, de même que celle en provenance du lac Ontario, caractérisée par une "bonne" qualité de l'eau (en ce qui concerne le niveau d'enrichissement) constitue, de par leur débit, un pouvoir de dilution impressionnant, dans les zones de mélange des eaux. Une détérioration généralisée, par ce type de pollution, n'est donc pas à prévoir. En effet, aucun accroissement significatif du niveau d'enrichissement n'a été décelé dans le chenal de navigation, depuis l'amont vers l'aval, malgré l'enrichissement progressif apporté par les tributaires le long du parcours. Cependant des effets locaux (sur les rives) importants

se produisent, dans les zones où il n'y a pas de mélange des eaux, et particulièrement dans les secteurs suivants:

- secteur 3      lac Saint-Louis, côté nord
- secteur 4      rivière des Prairies
- secteur 5      rivière des Mille Iles
- secteur 6      couloir fluvial, côté nord
- secteur 7      lac Saint-Pierre, incluant le delta de Sorel,  
excluant le chenal de navigation.

Ces secteurs sont principalement affectés par deux types de rejets: les rejets domestiques et agricoles.

Le contrôle des rejets domestiques (canalisation et épuration) étant techniquement réalisable, les zones ci-haut mentionnées des secteurs 3 et 4, principalement affectées par des rejets domestiques, peuvent être restaurées à volonté, selon le degré de traitement appliqué sur les rejets.

Le contrôle des rejets agricoles étant plus difficile à réaliser (canalisations souvent inexistantes) il serait utopique présentement de songer à restaurer entièrement les zones ci-haut mentionnées des secteurs 5, 6 et 7, affectées conjointement par des rejets domestiques et agricoles.

A la lumière des résultats, il appert que le côté nord du secteur 6 en aval de l'île de Montréal, et l'amont du secteur 7 (le delta de Sorel),



sont des zones potentielles d'activité biologique intense. De plus, compte tenu des apports importants en matière organique des secteurs 3, 4, 5, et 6 ci-haut mentionnés (principalement les égouts de la ville de Montréal), d'une part et de la présence dans le secteur 7 d'une productivité secondaire très élevée (550,000 lbs/an de poissons; 36,000 oiseaux jr/mi<sup>2</sup>), d'autre part, nous devons considérer le secteur 6, en aval de l'île de Montréal, et l'amont du secteur 7 (le delta de Sorel), comme un milieu semblable à celui du traitement secondaire dans une usine d'épuration. Pour cette raison, il serait essentiel de connaître le niveau trophique évolutif du lac Saint-Pierre, afin de ne pas surcharger, s'il ne l'est pas présentement, la zone servant au traitement biologique naturel et protéger ainsi un milieu biologiquement riche qu'est le lac Saint-Pierre. En effet, un apport toujours plus grand de matières organiques, provenant principalement des égouts sanitaires, détruira inévitablement ce milieu biologiquement riche qu'est le lac Saint-Pierre.

Une attention particulière devra être apportée au secteur 3 (lac Saint-Louis, côté sud), dont la productivité primaire est en partie contrôlée par la présence de produits toxiques. L'élimination de ces produits toxiques pourrait provoquer une prolifération accélérée d'algues, alimentée par l'eau des tributaires Saint-Louis et Châteauguay. Une attention spéciale devra être portée de façon générale à tous les tributaires dont la productivité primaire est contrôlée par des produits toxiques, en l'absence d'un facteur physique limitatif, et dont le niveau d'enrichissement est élevé, c'est-à-dire, associé à une qualité de l'eau 'mauvaise', tels:

- la rivière Etchemin
- la rivière Delisle
- la rivière Champlain

- la rivière Rigaud
- la rivière des Prairies
- la rivière Beaudet
- la rivière Saint-Charles, cté de Verchères
- la rivière du Petit Saut
- la rivière du Moulin, cté de Portneuf
- la rivière du Chicot, cté de Deux-Montagnes
- la rivière Marguerie
- la rivière Saint-Louis
- la rivière Notre-Dame

Le degré de toxicité, pour l'ensemble des échantillons prélevés dans le bassin du fleuve Saint-Laurent, peut être caractérisé de la façon suivante:

effluents industriels ) chenal de navigation ) berges ) tributaires.

Cette séquence, du degré de toxicité est, à première vue, très surprenante; en effet il est très étonnant de constater, dans le chenal de navigation (une eau considérée par plusieurs comme ayant la meilleure qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent) une aussi forte toxicité.

Cette toxicité peut être causée par deux types de produits: les produits organiques, largement répandus dans l'environnement (herbicides, insecticides et autres), et les produits inorganiques, en particulier les métaux, connus pour leurs actions surtout au niveau enzymatique. Les composés organiques relevant d'une sphère d'activité très spécialisée et très complexe à la fois, nous avons choisi arbitrairement d'examiner d'abord la possibilité d'une toxicité par les métaux.

La figure 6.1 montre l'effet des différents ajouts de  $\text{Cu}^{++}$  à l'eau de la rivière Châteauguay. En effet, l'ajout de 64 ppb de  $\text{Cu}^{++}$  inhibe la croissance de la population d'algues de plus de 60%, alors qu'un ajout de 128 ppb inhibe la croissance de plus de 90%. Un ajout de 64 ppb de  $\text{Cu}^{++}$  peut-il avoir le même effet dans l'eau du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent? Selon Kunkel et Manahan (1973), Gächter et al. (1973) et Chau et al. (1974, 1976), une eau possède une capacité de former des complexes, c'est-à-dire qu'elle peut lier des atomes d'un métal et le rendre ainsi non toxique envers les algues. Cette complexation s'effectue par l'intermédiaire des composés organiques. La figure 6.2 illustre ce fait, et montre qu'une Mole de EDTA (acide éthylène-diamine tétracétique) forme un complexe avec une Mole de  $\text{Cu}^{++}$ . Nous constatons également que plus il y a de molécules organiques (EDTA), plus il y a de cuivre complexé, c'est-à-dire non toxique. A la suite de cette expérience, nous avons donc décidé d'ajouter à tous nos échantillons, une certaine concentration de EDTA, dans le but de former des complexes avec les métaux toxiques (s'il y a toxicité par les métaux), et d'atteindre ainsi le niveau de croissance espéré en comparant les résultats avec ceux obtenus sans l'ajout. Cette expérience ne fut cependant pas très concluante; la très forte concentration de EDTA ajoutée (100 u Mole), au lieu d'enlever l'inhibition, a pu contribuer elle-même à inhiber la croissance, tel que montré à la figure 6.3. Les résultats des concentrations de certains métaux, obtenus par Gouin, D. et Malo, D. (1977), et présentés au tableau 6.1 suggèrent que la toxicité observée dans le chenal de navigation n'est pas d'origine métallique.

Toutefois, compte tenu de l'importance de la charge toxique rejetée par certaines industries métalliques (voir le tableau 5.3.4.2), de l'effet fortement inhibiteur de certains métaux à faible concentration (voir la figure 6.1), nous pensons qu'une toxicité métallique pourrait se

manifester sur les berges du fleuve et davantage dans les endroits où il y a peu de matières organiques (de fortes concentrations en matières organiques pouvant former des complexes avec les métaux et réduire ainsi la toxicité). Cette hypothèse est renforcée par le fait que nous pouvons démontrer que l'eau, échantillonnée le 15 mars 1976 dans la rivière Châteauguay, montrait des signes évidents d'une toxicité métallique (figure 6.4). Cette même figure montre que l'ajout de 65 et 130 ppb de  $\text{Cu}^{++}$  inhibe fortement la croissance de la population d'algues, et que dans les deux cas, l'ajout du EDTA (10 u Mole) ne peut ramener le potentiel de fertilité (niveau d'enrichissement) à son niveau normal, sans toxicité (environ 28 ppm), parce que l'échantillon d'eau est devenu trop toxique.

TABLEAU 6.1. Valeurs moyennes<sup>1</sup> des concentrations métalliques obtenues dans l'eau du chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	MILLAGE	ENDROIT DE LA STATION	METAUX (ppb)						
			Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Cu	Hg
2	97.0	Lac Saint-François	9.0	0.1	1.3	5.6	1.6	1.8	0.02
"	102.7	Lac Saint-François	10.0	0.1	0.8	5.0	0.7	1.1	0.02
3	138.6	Lac Saint-Louis	9.0	0.1	1.4	5.0	1.0	3.7	0.03
6	162.2	Port de Montréal	10.0	0.1	1.6	5.0	1.1	1.7	0.02
"	202.5	Tracy	21.0	0.2	1.4	5.0	2.2	1.5	0.02
8	242.0	Trois-Rivières	13.0	0.1	1.3	5.0	4.5	1.5	0.02
9	311.8	Québec	15.0	0.1	3.0	5.0	1.5	2.9	0.03

N.B. Données obtenues par les Services de Protection de l'Environnement du Québec.

<sup>1</sup> Pour chacun des éléments cités, la valeur enregistrée provient de la moyenne arithmétique des résultats d'analyse de cinq échantillons par station.



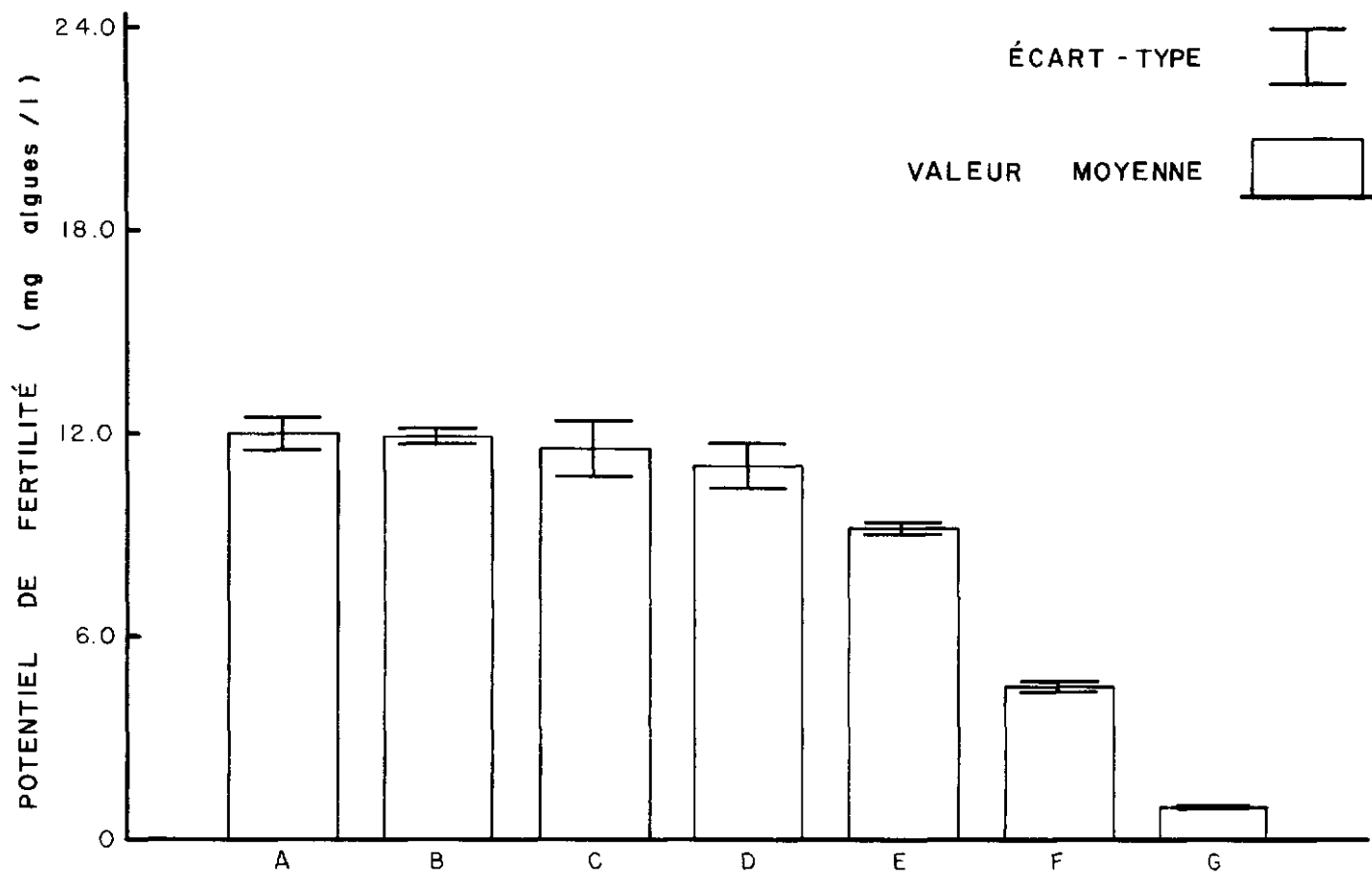


Fig. 6.1 L'effet des ajouts de cuivre ( $\text{Cu}^{++}$ ), sur la mesure du potentiel de fertilité, dans un échantillon d'eau de la rivière Châteauguay prélevé le 6 janvier 1976, concentration en mg/l: (A, contrôle: 0; B: 4; C: 8; D: 16; E: 32; F: 64; G: 128).





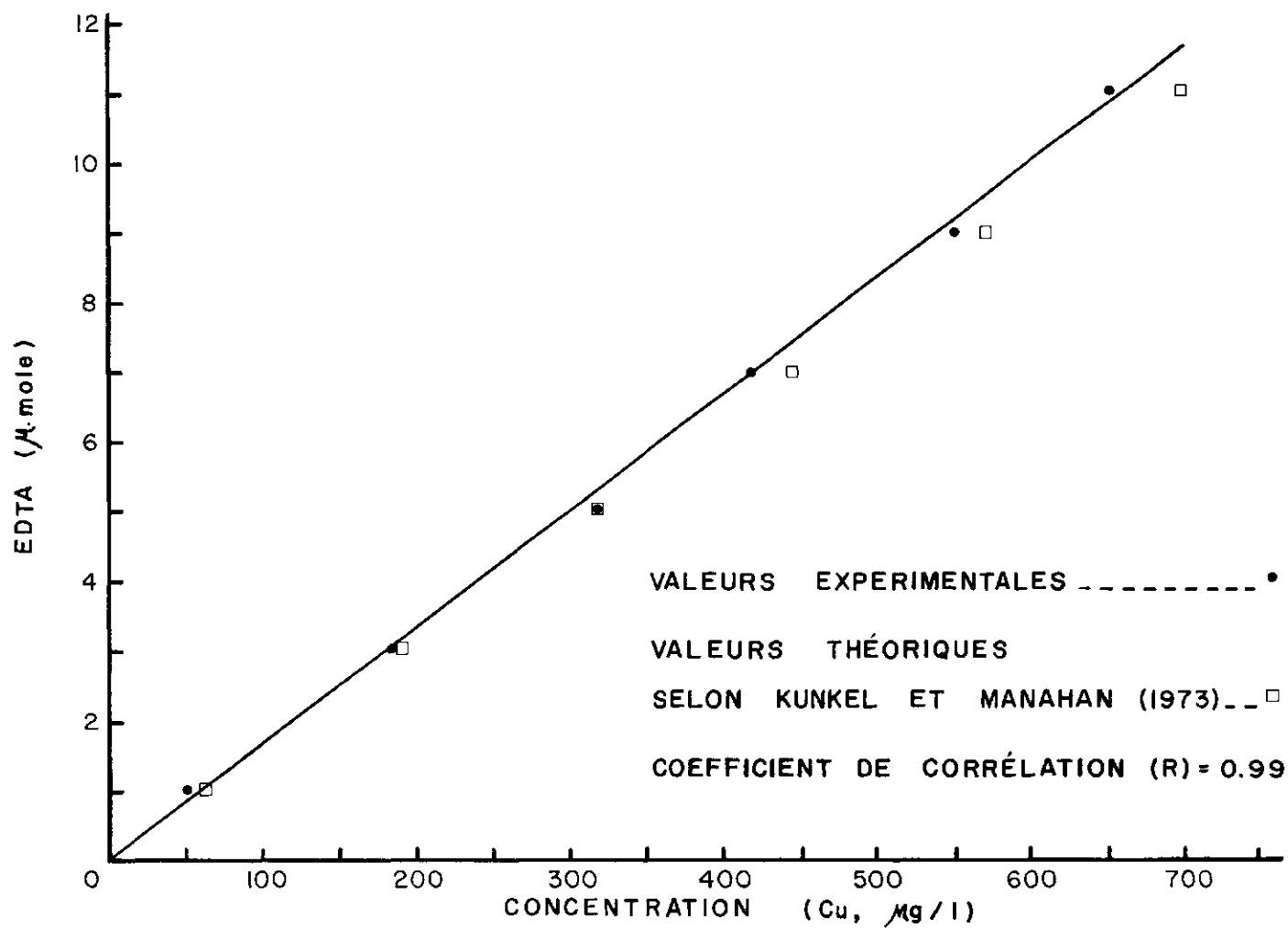


Fig. 6.2 Capacité de complexation des différentes concentrations de EDTA vis-à-vis l'ion cuivre ( $\text{Cu}^{++}$ ).



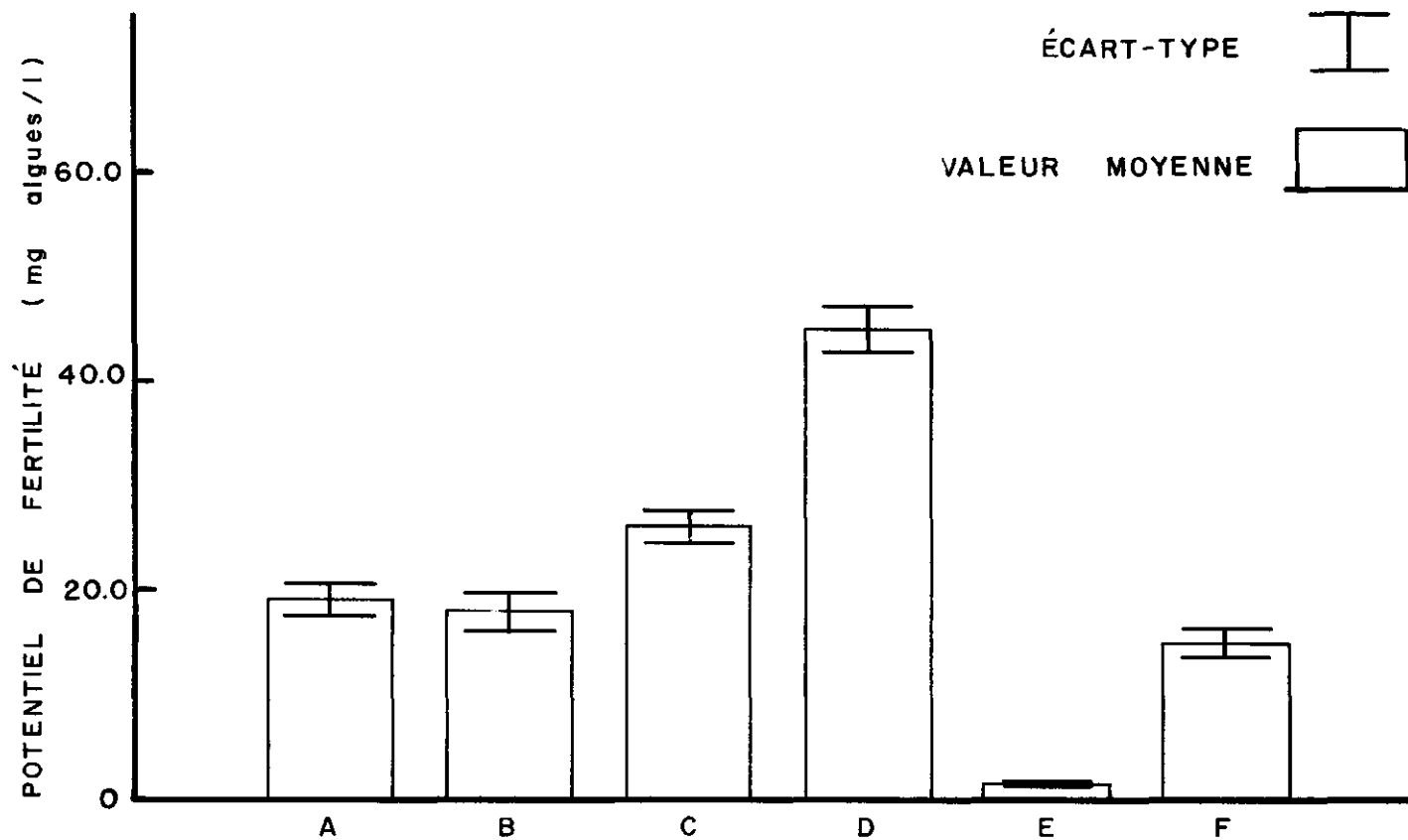


Fig. 6.3 L'effet des différents ajouts, sur la mesure du potentiel de fertilité, à l'eau d'un milieu de culture synthétique (PAAP, N/4 et P/4) (A, contrôle: pas d'ajout; B, azote: 0.70 mg/l; C, phosphore: 0.062 mg/l; D, azote et phosphore: 0.70, 0.062 mg/l; E, EDTA: 100  $\mu$ moles; F, EDTA: 10  $\mu$ moles).



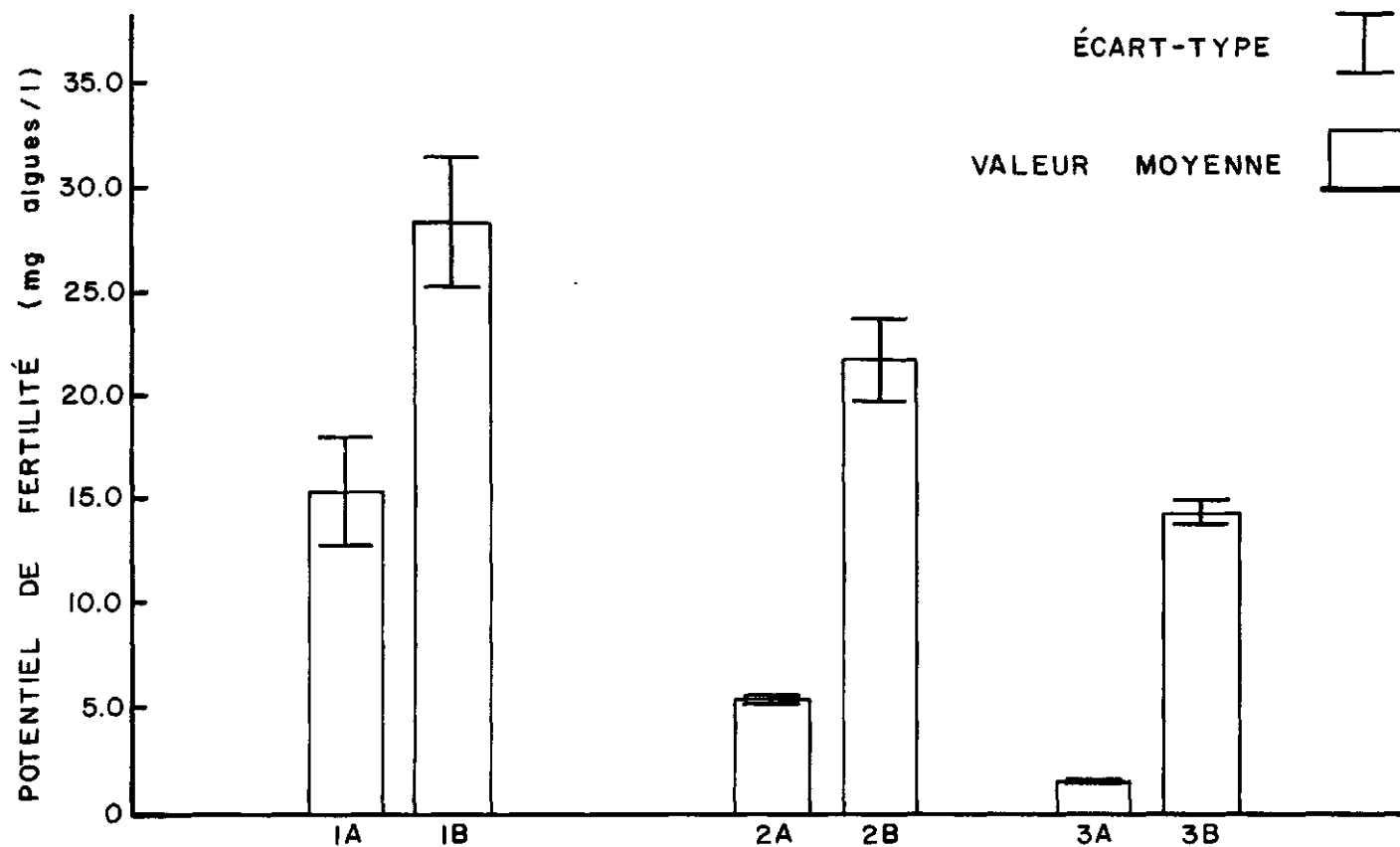


Fig. 6.4 L'effet des différents ajouts, sur la mesure du potentiel de fertilité, à un échantillon d'eau de la rivière Châteauguay prélevé le 15 mars 1976 (IA, contrôle: pas d'ajout; IB, EDTA: 10  $\mu$ moles; 2A, cuivre: 65  $\mu$ g/l; 2B, cuivre + EDTA: 65  $\mu$ g/l, 10  $\mu$ moles; 3A, cuivre: 130  $\mu$ g/l; 3B, cuivre + EDTA: 130  $\mu$ g/l, 10  $\mu$ moles).



CHAPITRE VII

RECOMMANDATIONS





## VII - RECOMMANDATIONS

La qualité de l'eau qu'on cherchera à obtenir dans le fleuve Saint-Laurent doit être pensée en fonction de l'utilisation probable de la ressource. Nous recommandons cependant:

1. de s'assurer que la qualité générale de l'eau du fleuve Saint-Laurent demeure à un niveau d'enrichissement faible, soit, tel que ce qui a été appelé une "bonne" qualité de l'eau: 11.0 ppb de phosphore (P-ortho-phosphate);
2. de respecter, pour les tributaires du fleuve, les normes suivantes, afin d'éviter une prolifération massive d'algues:
  - 300 ppb d'azote ( $N-NO_2 + NO_3 + NH_3$ )
  - 25 ppb de phosphore (P-ortho-phosphate).

Les concentrations d'azote et de phosphore supérieures à cette norme correspondent à une qualité de l'eau "mauvaise", tel que présenté à la section 5.2. Selon Pierre Couture (communication personnelle), ces normes sont très réalistes;

3. de favoriser et contrôler certains milieux dont la vocation ne peut être qu'une productivité biologique intense, tels, le lac des Deux Montagnes, le lac Saint-François et le lac Saint-Pierre;
4. de réduire les apports en substances nutritives, par épuration des eaux dans les secteurs suivants:

- secteur 3        lac Saint-Louis, côté nord
- secteur 4        rivière des Prairies
- secteur 5        rivière des Mille-Iles.

Ce travail d'épuration serait accéléré par l'arrivée en amont d'une eau de "bonne" qualité (en ce qui regarde le niveau d'enrichissement). En effet, l'eau en provenance du lac Ontario et de la rivière des Outaouais est associée à une "bonne" qualité de l'eau;

5. d'inventorier et d'éliminer les apports de produits toxiques, dans tous les tributaires identifiés et principalement dans les secteurs suivants, en exerçant un contrôle sur les rejets:

- secteur 3        lac Saint-Louis, côté sud
- secteur 6        couloir fluvial entre l'île des Soeurs et Sorel, côté sud;

6. d'étudier en détail la qualité de l'eau dans le chenal de navigation afin de connaître les effets d'une telle toxicité sur la productivité biologique du fleuve Saint-Laurent;
7. d'aménager adéquatement les bassins-versants, en contrôlant l'épandage des engrais, dans les bassins-versants où l'activité agricole est intense, et d'épurer l'eau des rejets municipaux selon le cas;
8. d'instaurer les essais biologiques, en utilisant différents organismes, tels l'algue, la daphnie et le poisson, comme organismes intégrateurs de la qualité de l'eau.

ANNEXE



TABLEAU 1.0. Date de prélèvement des échantillons provenant de stations situées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	ANNEE ET MOIS DE L'ECHANTILLONNAGE													
		1975						1976							
		JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.
2	L. St-François										1	3	3	4	4
"	L. St-François	1	1	1	1	1	1				1	3	3	4	4
3	Canal de Beauharnois									1	1	1	1	1	1
"	L. St-Louis	1	1	1	1	1	1								
"	L. St-Louis	1	1	1	1	1	1				1	3	3	4	4
"	Amont des Rapides Lachines	1	1	1	1	1	1	1							
6	Verchères	1	1	1	1	1	1	1							
"	Tracy	1	1	1	1		1	1			3	3	2	4	4
"	Montréal	1	1	1	1	1	1	1			1	3	1	4	4
"	I. Ste-Thérèse	1	1	1	1	1	1	1							
7	L. St-Pierre	1	1	1	1	1	1	1							
8	Trois-Rivières										3	3	2	4	4
"	Leclercville	1	1	1	1	1	1	1	1						
9	Québec	1		1	1	1	1	1			3	3	2	4	4



TABLEAU 2.0. Date de prélèvement des échantillons provenant des stations situées sur les berges du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	ANNEE ET MOIS DE L'ECHANTILLONNAGE													
		1975						1976							
		JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT	SEPT.
1	Parc d'Oka										2	3	2	3	3
"	Pte Parsons											2	1	3	3
2	L. St-François (S)		1	1	1										
"	B. St-Anicet									2	2	2	3	3	
"	L. St-François (N)		1	1	1										
"	Parc Sauvé									3	2	2	3	3	
"	B. St-François		1	1	1										
3	I. � l'Ours									3	3	2	3	3	
"	Chenal Perdu		1	1	1										
"	I. aux Plaines		1	1	1										
"	Pte du Moulin									2	3	2	3	3	
"	I. St-Bernard									3	3	2	3	3	
"	Entrée de l'Aqueduc de Montréal									2	3	2	3	3	
"	Presqu'�. � Boquet									2	3	2	3	3	
"	Bassin Laprairie		1	1	1										

3	I. Perrot (S)	1	1	1					
"	I. Perrot (N)	1	1	1					
"	Pte Charlebois					2	3	2	3 3
"	B. de Valois	1	1	1					
6	Boucherville					3	3	1	3 3
"	I. St-Laurent					3	3	1	3 3
"	I. Ste-Thérèse	1	1	1					
"	I. Bouchard					3	3	1	3 3
"	Contrecoeur	1	1	1					
"	I. St-Ours					3	3	1	3 3
"	Hangar N° 68					3	3	1	3 3
"	Aval des raffineries	1	1	1					
"	I. de Lavaltrie					2	3	1	3 3
"	Lavaltrie	1	1	1					
7	Longue Pointe	1	1	1		3	3		3
"	I. aux Ours					3	3	1	3 3
"	L. St-Pierre	1	1	1					
"	Pte du Lac					3	3	1	3 3
8	Battures de Gentilly	2	1	1					
"	Gentilly	1	1	1					
"	Ste-Croix					3	3	1	3 3
"	Trois-Rivières	1	1	1					
"	I. à Valdor					3	3	1	3 3
"	Portneuf					2	3	1	3 3
9	Pont de Québec					2	3	1	3 3

---



TABLEAU 3.0. Date de prélèvement des échantillons provenant de stations situées sur les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR N <sup>o</sup>	ENDROIT DE LA STATION	ANNEE ET MOIS DE L'ECHANTILLONNAGE													
		1975						1976							
		JUILL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOÛT	SEPT.
1	Riv. du Nord		1	1	1	1				1	1	1	1	1	1
"	Riv. des Outaouais		1	1	1	1				1	1	1	1	1	1
"	Riv. à la Raquette									1		1		1	
"	Riv. Rigaud									1	1	1	1	1	1
2	Riv. Delisle									1	1	1	1		1
"	Riv. Rouge									1			1	1	
"	Riv. Beaudet									1			1	1	
3	Riv. St-Louis		1	1	1	1				1	2	1	2	2	2
"	Riv. Châteauguay		1	1	1	1				1	1	1	1	1	1
"	Riv. St-Régis									1			1	1	
"	Riv. de la Tortue									1			1	1	
4	Riv. des Prairies		1	1	1										
"	Riv. des Prairies										2	3	2	3	4
"	Riv. des Prairies														1
"	Riv. des Prairies														1
"	Riv. des Prairies														2

4	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										2
"	Riv. des Prairies									1	2
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										2
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies										1
"	Riv. des Prairies					1	3	2	3		3
5	Riv. des Mille Îles	1	1	1							
"	Riv. des Mille Îles						2	3	2	3	4
"	Riv. des Mille Îles										1
"	Riv. des Mille Îles										1
"	Riv. des Mille Îles										1
"	Riv. des Mille Îles						1	3	2	3	3
"	Riv. du Chicot, cté de Deux-Montagnes					1			1	1	
"	Riv. du Chêne cté de Deux-Montagnes					1			1	1	
"	Riv. aux Chiens					1			1	1	
"	Riv. Mascouche	1		1	1	1	1	1	1	1	1
6	Riv. St-Charles, cté de Verchères					1			1	1	

6	Ruiss. Notre-Dame					1			1	1	
"	Riv. St-Jacques					1			1	1	
"	Riv. St-Jean					1			1	1	
"	Riv. L'Assomption	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Riv. Richelieu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. St-Joseph					1			1	1	
"	Riv. Yamaska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. St-François	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Nicolet	1	1	1		1	1	1	1	1	1
"	Riv. Marguerie					1			1	1	
"	Riv. la Chaloupe					1			1	1	
"	Riv. Bayonne	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. du Chicot					1			1	1	
"	Riv. Maskinongé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Petite riv. du Loup					1			1	1	
"	Riv. du Loup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Petite riv. Yamachiche					1			1	1	
"	Riv. Yamachiche	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Ruiss. aux Glaises					1			1	1	
8	Riv. Bourret					1			1	1	
"	Riv. Auneuse					1			1	1	
"	Riv. du Moulin, cté de Nicolet					1			1	1	
"	Riv. du Petit Saut								1	1	
"	Riv. la Chevrotière					1			1	1	

8	Riv. du Chêne, cté de Lotbinière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Petite riv. du Chêne				1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Bécancour	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Gentilly	1	1	1		1	1	1	1	1	1
"	Riv. aux Orignaux					1			1		
"	Riv. St-Maurice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Champlain	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Batiscan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Ste-Anne	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Portneuf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Jacques-Cartier	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Cap Rouge					1			1	1	
"	Riv. Belle Isle					1			1	1	
9	Riv. Chaudière	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. Etchemin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Riv. St-Charles, cté de Québec	1	1	1		2	1	1	1		1
"	Riv. St-Charles, (Loretteville)					1	1	1	1	1	1
"	Riv. du Moulin, cté de Portneuf					1				1	1
"	Riv. Montmorency	1	1	1		1	1	1	1	1	1
"	Riv. Beauport					1			1	1	

TABLEAU 4.0. Date de prélèvement des échantillons provenant des effluents industriels ou des égouts sanitaires le long du fleuve Saint-Laurent.

SECTEUR No	ENDROIT DE LA STATION	ANNEE ET MOIS L'ECHANTILLONNAGE												
		1975						1976						
		JUILL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUILL.	AOUT
1											1		1	1
"											1			
"											1			
2	Allied Chemicals										1	1		4
"	Valleyfield										1	1		1
"	Distillerie Schenley												1	1
"	St-Lawrence Fertilisers											1		
"	Valleyfield										1	1		2
"	Valleyfield										1	1		2
"	CIL											1	1	1
"	Valleyfield										1	1		
3	Union Carbide (01)													3
"	Union Carbide (02)													3
"	Union Carbide (03)													3
"	General Latex & Che. LTD (01)										1	1	1	3

3	General Latex & Che. LTD (02)	1		2
"	Domtar	1	1	1
"	Domtar			3
"	Standard Chemicals	1		
"	Standard Chemicals			1
"	Aluminium du Canada			1 2
"				1
"	Chromium Mining		1	1 1
"	Egout Sanitaire 36 po.			1
"	Egout Sanitaire 20 po.			1
"	Egout Pluvial 66 po.			1
"	Egout Pluvial 24 po.			1
"	Egout Sanitaire 24 po.			1
"	Egout Sanitaire 24 po.			1
6	Pratt & Whitney		1	2
"	Canadian Vickers LTD (02)		1	2
"	Erco (01)		1	1 2
"	Erco (02)			2
"	Canadian Titanium Pigments			2
"	Dow Chemicals LTD		1	1 2
"	Steel co. LTD	1		1
"	Sydbec & Dosco LTD	1		
"	Tioxide du Canada	1	1	1
"	NDME 0.0		1	2
"	NDME 1.2		1	1

6	Building Products			1
"	Monsanto			2
"	St-Pierre (01)		1	2
"	Canal de Lachine		1	2
"	Canada Galting	1	1	
"	Hangar N° 25	1		
"	Dominion Textiles	1		1
"	Hydro-Québec	1		
"	Montréal Transport Commission	1		
"	Egout Combiné 66 po.			2
"	Egout Combiné 48 po.			2
"	Egout Combiné 14 po.			1
"	British Petroleum	1		2
"	Met. Petroleum	1		
"	Texaco	1	1	2
"	Imperial Oil	1	1	3
"	Imperial Oil	1		
"	Imperial Oil	1	1	
"	Shell Oil (01)	1	1	
"	Shell Oil (02)	1	1	1
"	Gulf Oil	1		
"	Petrofina (01)	1		1
"	Petrofina (02)	1	1	1
7	Great Lakes Carbon Corp.	1		
"	Québec Iron and Titanium	1		

7	Kruger	1			
"	Kruger	1			
8	Consolidated Bathurst	1	1		1
"	Domtar (01)	1	1		1
"	Domtar (02)	1	1		1
"	Domtar (03)	1	1		1
"	Consolidated Bathurst (01)	1			
"	Consolidated Bathurst (02)	1			
"	Crino		1		
"	Crino		1		
9	Golden Eagle Canada LTD	1	1		
"	Anglo Canadian Pulp	1			1 2

---



## BIBLIOGRAPHIE

- Chau, Y.K., R. Gächter and K. Lum-Shue-Chan, 1974. Determination of the Apparent Complexing Capacity of Lake Waters. J. Fish. Res. Board Can., 31 (9): 1515-1519.
- Chau, Y.K. and K. Lum-Shue-Chan, 1974. Determination of labile and strongly bound metals in lake water. Water Research, 8 (6): 383-388.
- Chau, Y.K. and P.T.S. Wong, 1976. Complexation of metals in natural waters. Canada center for Inland Waters Burlington, Ontario. Communication personnelle.
- Gächter, R., K. Lum-Shue-Chan and Y.K. Chau, 1973. Complexing capacity of the nutrient medium and its relation to inhibition of algal photosynthesis by copper. Schweizerische Zeitschrift Für Hydrologie, vol. 35, fasc. 2, pp. 253-261.
- Gouin, D. et D. Malo, 1977. La qualité générale des eaux du bassin du fleuve Saint-Laurent. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Les Services de Protection de l'Environnement du Québec. Manuscrit.
- Greene, J.C., W.E. Miller and T. Shiroyama, 1974. The pacific northwest basin algal assay survey. The Snake river drainage system. Publication interne, communication personnelle.
- Greene, J.C., W.E. Miller, T. Shiroyama and T.E. Maloney, 1975a. Utilisation of algal assays to assess the effects of municipal, industrial and agricultural waste water effluents upon phytoplankton production in the Snake River System. Water Air and Soil Pollution, 4: 415-434.

- Greene, J.C., W.E. Miller, T. Shiroyama, R.A. Soltero and K. Putnam, 1976. Use of laboratory culture of Selenastrum, Anabaena and the indigenous isolate Sphoerocystis to predict effects of nutrient and zinc interactions upon phytoplankton in Long Lake, Washington. International Symposium on Experimental Use of Algal Cultures in Limnology, October 26-28, Sandefford, Norway, pp. 1-11.
- Katko, A., 1975. Algal assays for the national eutrophication survey. Proc. Biostimulation - Nutrient Assessment Workshop, October 16-18, 1973. U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon. EPA-660/3-75-034, pp. 44-52.
- Kunkel, R. and S.E. Manahan, 1973. Atomic absorption analysis of strong heavy metal chelating agents in water and wastewater. Anal. Chem. Soc. (London): 3192-3210.
- Miller, W.E., T.E. Maloney and J.C. Greene, 1974. Algal productivity in 49 lake waters as determined by algal assays. Water Research, 8 (9): 667-679.
- Miller, W.E., J.C. Greene, T. Shiroyama and E. Merwin, 1975. The use of the algal assay to determine effects of waste discharges in the Spokane River System. Proc. Biostimulation - Nutrient Assessment Workshop, October 16-18, 1973. U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon. EPA-660/3-75-034, pp. 113-131.
- O'Shaughnessy, J.C. and A.J. McDonnell, 1973. Criteria for estimating limiting nutrients in natural streams. Institute for Research on Land and Water Resources, Pennsylvania State University, Research Publication No. 75.

Payne, A.G., 1975. Application of the algal assay procedure in biostimulation and toxicity testing. Proc. Biostimulation and Nutrient Assessment Workshop, September 10-12, 1975, Utah Water Research Laboratory, Logan. PRWG168-1, pp. 3-27.

Provencher, M., 1977. Etude du phytoplancton du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires: 1- évaluation des productions et de l'inhibition in situ; 2- détermination de la qualité de l'eau. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Manuscrit. Ministère des Richesses Naturelles.

Shiroyama, T., W.E. Miller and J.C. Greene, 1975. The effect of nitrogen phosphorus on the growth of Selenastrum capricornutum Printz. Proc. Biostimulation - Nutrient assessment Workshop, October 16-18, 1973. U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon. EPA-660/3-75-034, pp. 132-142.

United States, Environmental Protection Agency, 1971. Algal assay procedure: Battle test. National Eutrophication Research Program, Corvallis, Oregon, pp. 82.



**Achévé d'imprimer à  
Québec en janvier 1978, sur  
les presses du service de la Reprographie  
du Bureau de l'Éditeur officiel  
du Québec.**

