

Record Number: 940
Author, Monographic: Couture, P./Visser, S. A.
Author Role:
Title, Monographic: Évaluation de la toxicité des eaux du bassin versant de la rivière Kinojévis
à l'aide de deux bioessais : test de fertilité et test daphnie
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1978
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: 21
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 94
Location/URL:
ISBN: 2-89146-091-X
Notes: Rapport annuel 1978-1979
Abstract: Rapport rédigé pour le Bureau d'étude sur les substances toxiques des Services
de protection de l'environnement du Québec
10.00\$
Call Number: R000094
Keywords: rapport/ ok/ dl

Evaluation de la toxicité des eaux du bassin
versant de la rivière Kinojévis à l'aide de
deux bio-essais: test de fertilité et test
daphnie

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 94
1978

Rapport rédigé pour
Le bureau d'étude sur les substances toxiques des
Services de protection de l'environnement du Québec

par
P. Couture, S.A. Visser

**LECTURE SUR
PLACE SEULEMENT**

INRS - Eau

ISBN 2-89146-091-X

DEPOT LEGAL 1978

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1978 - Institut national de la recherche scientifique

TABLE DES MATIERES

	PAGE
LISTE DES TABLEAUX	ii
RESUME	iii
CHAPITRE 1	1
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2	2
METHODES	2
2.1 Test avec <i>Selenastrum capricornutum</i>	2
2.2 Test avec <i>Daphnia magna</i>	4
CHAPITRE 3	6
DISCUSSION DES RESULTATS	6
3.1 <i>Selenastrum</i>	6
3.2 <i>Daphnia</i>	9
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	18

LISTE DES TABLEAUX

		Page
1	Schéma des différentes étapes suivies lors de la réalisation du test de fertilité	10
2	Procédé de nettoyage de la verrerie	11
3	Biomasse d'algues calculée ou mesurée après 14 jours d'incubation (série de février 1978)	12
4	Biomasse d'algues calculée ou mesurée après 14 jours d'incubation (série de mai 1978)	13
5	Identification des stations présentant un symptôme d'intoxication (+) à partir de l'analyse des rapports B_c/B et B_{edta}/B (série de février 1978)	14
6	Identification des stations présentant un symptôme d'intoxication (+) à partir de l'analyse des rapports B_c/B et B_{edta}/B (série de mai 1978)	15
7	Comparaison des niveaux de toxicité mis en évidence avec les deux tests biologiques	16
8	Bilan des observations: la toxicité des eaux	17

RESUME

Des échantillons d'eau en provenance de la région de Rouyn-Noranda sont soumis à des tests biologiques. Ces tests sont effectués soit à partir de cultures d'algues (*Selenastrum capricornutum*), soit à partir d'une souche de daphnies (*Daphnia magna*).

En ce qui concerne les algues, les eaux de 16 stations sur un total de 34 ont présenté les symptômes d'une intoxication pour la première série d'échantillon (février 1978):

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1- lac Dester | 13- lac Dufault |
| 3- ruisseau Vauze | 14- rivière Dufault |
| 5- lac Duprat | 17- lac Trémoy-sud |
| 7- lac Dufault | 19- rivière Trémoy |
| 9- rivière Duprat | 26- lac Pelletier |
| 10- lac Dufault | 27- rivière Séguin |
| 11- lac Dufault | 29- rivière Kinojévis |
| 12- lac Dufault | 35- lac La Bruère |
| | 36- lac Kinojévis |

Pour la deuxième série (mai 1978), 27 stations sur 41 ont démontré la présence d'une toxicité:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1- lac Dester | 13- lac Dufault |
| 3- ruisseau Vauze | 14- rivière Dufault |
| 5- lac Duprat | 15- lac Trémoy |
| 7- lac Dufault | 16- lac Trémoy-nord |
| 8- rivière Kinojévis | 17- lac Trémoy-sud |
| 10- lac Dufault | 20- lac Rouyn |
| 12- lac Dufault | 21- lac Routhier |

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 24- rivière Hélène | 32- lac Beauchastel |
| 26- lac Pelletier | 35- lac La Bruère |
| 27- rivière Séguin | 36- lac Kinojévis |
| 29- rivière Kinojévis | 42- (non identifiée) |
| 30- lac Beauchastel | 44- lac Caron |
| 31- lac Beauchastel | 46- lac Caron |

En ce qui concerne les daphnies, les expériences ont été réalisées à partir de 11 stations seulement sur 34 pour la première série. Aucune toxicité a été mise en évidence. Pour la seconde série, 7 stations, parmi les 11 étudiées, ont révélé une faible toxicité:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 5- lac Duprat | 12- lac Dufault |
| 6- rivière Duprat | 13- lac Dufault |
| 7- lac Dufault | 14- rivière Dufault |
| 11- lac Dufault | |

Chapitre 1

INTRODUCTION

L'utilisation du test de fertilité développé par l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis (EPA, 1970; 1971a; b) s'est révélé, au cours des dernières années, un outil efficace à l'intérieur de plusieurs études relatives à la pollution des eaux. Certaines ont concerné l'impact des substances nutritives sur l'environnement aquatique (Miller et Maloney, 1971; Maloney *et al.*, 1973; Sturm et Payne, 1973; Chiaudani et Vighi, 1974; Miller *et al.*, 1974; Payne, 1975; Greene *et al.*, 1975; INRS-Eau, 1976; 1977a; b; 1978) alors que d'autres étaient axées sur les substances toxiques (Johnson *et al.*, 1970; Maloney et Miller, 1975; Klotz *et al.*, 1975; Greene *et al.*, 1976; Shiroyama *et al.*, 1976; INRS-Eau, 1976; 1977c; Keighan, 1977; Hendricks, 1978).

Le test *daphnie* est aussi utilisé lors d'études concernant les substances toxiques (Duncan, 1975; Galbraith, 1975; Buikema *et al.*, 1976; Winner *et al.*, 1977; INRS-Eau, 1977c). Etant donné la sensibilité de cet organisme vis-à-vis un grand nombre de toxiques, il est bien adapté pour servir comme indicateur biologique dans des bioessais. A cette fin, il est utilisé comme tel dans plusieurs parties du monde.

Ces deux bioessais (test de fertilité, test daphnie) sont utilisés ici pour détecter la présence de substances toxiques; ils sont employés sur des échantillons d'eau provenant d'une région où les activités minières sont importantes (Rouyn-Noranda: bassin de la rivière Kinojévis).

Chapitre 2

METHODES

Les échantillons d'eau sont prélevés par une équipe des Services de protection de l'environnement et sont acheminés, à 4°C, à l'intérieur de glacières, vers le laboratoire de bioessai de l'INRS-Eau.

2.1 Test avec *Selenastrum capricornutum*

Les tests de fertilité effectués sur ces prélèvements sont réalisés selon la technique décrite par APHA *et al.* (1975). Les différentes étapes de la méthode apparaissent aux tableaux 1 et 2. Mentionnons qu'essentiellement la technique utilisée consiste à prendre un échantillon d'eau stérilisée puis filtrée (0.45 µ) et à y ensemer une souche d'algues (*Selenastrum capricornutum*: ~ 1,000 algues/ml). La souche utilisée ici provient du "Pacific Northwest Water Laboratory," Corvallis, Oregon. La souche est repiquée à toutes les semaines et seules les cultures en phase de croissance exponentielle servent d'inoculum. Les conditions d'incubation des échantillons d'eau sont les suivantes: 24 heures de photo-période (5,400 lux), 24 ± 2°C. Les échantillons inoculés sont agités constamment et la population d'algues est mesurée aux jours 2, 4, 10 et 14 à l'aide d'un compteur de particules (Coulter Counter Model TA, cellule de 70 µm).

Afin de déterminer la précision de chaque mesure, la mesure du potentiel de fertilité requiert un test effectué en triplicata où les coefficients de variation (CV) sont calculés. Pour un CV < 15%, la valeur du potentiel de fertilité est établie d'après la moyenne arithmétique des trois mesures. Pour un CV ≥ 15%, une sélection de deux mesures est faite afin de ramener le CV à une valeur de < 15%; si, malgré cette opération, le CV reste ≥ 15%, les trois mesures sont rejetées (APHA *et al.*, 1975).

La valeur obtenue exprime le nombre de cellules/millilitre présentes dans l'échantillon d'eau; elle est par la suite transformée en biomasse

(mg/litre) en appliquant une constante (INRS-Eau, 1976).

Toxicité

La mise en évidence d'un phénomène d'intoxication est faite ici à partir d'une approche développée à l'INRS-Eau (1976) et basée sur les observations faites par Miller *et al.* (1974) et Greene *et al.* (1975).

La toxicité d'un échantillon d'eau est observée lorsque le rapport

$$\frac{B_c}{B} > 1.3$$

où

B_c = biomasse d'algues calculée (mg/l) à partir des concentrations du facteur chimique (N ou P) contrôlant la production primaire de l'échantillon d'eau (potentiel de fertilité calculé)

B = biomasse d'algues mesurée (mg/l) après 14 jours d'incubation (potentiel de fertilité mesuré)

Considérant la précision du test de fertilité ($\pm 15\%$) ainsi que les observations faites par Berland *et al.* (1974)¹, une valeur > 1.3 pour le rapport B_c/B indique que la valeur du potentiel de fertilité calculée est supérieure à celle mesurée. Une telle situation traduit la présence d'un phénomène d'intoxication (Miller *et al.*, 1974; Greene *et al.*, 1975; INRS-Eau, 1976).

Une caractérisation de la nature des substances toxiques (organiques ou inorganiques) peut être tentée à partir d'expériences réalisées à l'aide d'ajout d'EDTA. Cette substance capable de former des complexes avec les

¹ Ces auteurs considèrent qu'un écart de 15% entre deux mesures est significatif.

éléments toxiques inorganiques diminue et même élimine l'effet de toxicité du milieu vis-à-vis les algues. Un tel phénomène est observé lorsque le rapport

$$\frac{B_{\text{edta}}}{B} > 1.3$$

où

B_{edta} = biomasse d'algues mesurée (mg/l) dans les échantillons enrichis d'EDTA

B = biomasse d'algues mesurée (mg/l) dans l'échantillon d'eau sans ajout (potentiel de fertilité).

Cette méthode comportant des ajouts d'EDTA est d'ailleurs utilisée par plusieurs auteurs (Morris et Russel, 1973; Fitzgerald *et al.*, 1973; INRS-Eau, 1976; Greene *et al.*, 1976; Shiroyama *et al.*, 1976; Miller *et al.*, 1976).

2.2 Test avec *Daphnia magna*

La méthode utilisée est celle de l'Association française de normalisation (AFNOR). Cette méthode utilise comme indicateur de toxicité l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* Strauss. L'essai est basé sur la détermination dans des conditions définies de la dilution de l'eau qui en 24 heures, immobilise 50% des daphnies mises en expérimentation. Cette dilution est désignée par CI 50 - 24 h.

L'essai est conduit en deux étapes:

- un essai préliminaire qui donne une indication approximative de la CI 50 - 24 h et sert à déterminer la gamme des concentrations définitives;

- un essai définitif dont le résultat est seul retenu.

Pour l'essai préliminaire, les effets de 9 dilutions comprises entre 1.11x et 10,000x furent étudiés. Le pH des échantillons d'eau avait été ajusté à 8.0 ± 0.2 à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ou d'hydroxyde de sodium, tandis que l'eau de dilution était la même que celle utilisée dans la culture des daphnies (eau du robinet filtrée sur charbon activé).

Les daphnies utilisées furent élevées dans le laboratoire selon les méthodes décrites par Lundahl (1974) et AFNOR (1974). Leur taille était telle que les individus pouvaient passer à travers un tamis d'ouverture de mailles 800 μm mais étaient retenus sur un tamis d'ouverture de maille 560 μm .

Leur sensibilité (CI 50 - 24 h) avait été vérifiée en utilisant une série de solutions de bichromate de potassium à concentrations connues. Les daphnies incapables de se déplacer dans les 15 secondes qui suivaient une légère agitation étaient considérées comme étant immobilisées.

Dans l'essai définitif, les pourcentages de daphnies immobilisées en 24 h dans 10 dilutions différentes de l'eau examinée furent évalués. Les 10 dilutions avaient été choisies de manière à recouvrir et à déborder de part et d'autre l'intervalle des dilutions qui lors de l'essai préliminaire faisaient passer le pourcentage d'immobilisation de 0 à 100%. Pour chaque dilution, 4 tubes à essais furent préparés contenant chacun 5 daphnies.

Chapitre 3

DISCUSSION DES RESULTATS

3.1. Selenastrum

Les valeurs de B , B_c et B_{edta} présentées au tableaux 3 et 4 servent à établir un premier diagnostic relatif à la toxicité des échantillons d'eau. Les mesures de B et B_{edta} sont celles obtenues après 14 jours de croissance de l'algue alors que celles de B_c sont des valeurs calculées pour une période de 14 jours d'incubation.

Le calcul des valeurs B_c est fait à partir des concentrations en N ou en P inorganique de l'échantillon d'eau selon que l'un ou l'autre est considéré comme étant le facteur de contrôle de la production primaire. La sélection s'effectue d'après la valeur du rapport N/P (en équivalent atomique); les valeurs > 20 identifient P comme facteur de contrôle alors que celles qui sont < 10 traduisent un milieu où N serait limitatif (Chiaudani et Vighi, 1974).

Pour la série d'échantillons prélevés en février 1978 (tableau 3), l'analyse des résultats révèle que chez la plupart des stations affectées, des substances inorganiques seraient responsables de la toxicité des eaux. Pour les stations de la rivière Trémoy (19), du lac Pelletier (26) et de la rivière Séguin (27), il reste difficile de déterminer s'il s'agit de substances inorganiques ou de composés organiques; en effet, l'absence de stimulation aux ajouts d'EDTA peut signifier soit la présence d'une trop forte concentration de substances toxiques inorganiques, soit la présence de toxiques organiques.

Pour la série de mai 1978 (tableau 4), le test s'est révélé positif sur un plus grand nombre de stations, soit 66% par rapport à 50% pour février. Comme pour la première série, les eaux du lac Duprat (5), de la rivière Dufault (14), de la rivière Kinojévis (29), du lac La Bruère (35) et du lac Kinojévis (36) présentent les caractéristiques d'une intoxication de

nature inorganique. Ce type d'intoxication est aussi rencontré pour les eaux du ruisseau Vauze (3), du lac Beauchastel (30), du lac Kinojévis (37) et enfin celles de la station 42. Pour les autres stations où une toxicité a été mise en évidence, il nous fut impossible d'en caractériser la nature à cause de l'absence de stimulation aux ajouts d'EDTA. Signalons, parmi ces dernières, celles du lac Pelletier (26) et de la rivière Séguin (27) qui, comme lors de la première série, se retrouvent dans ce dernier groupe.

Des indices de toxicité ont aussi été développés à partir de l'analyse des rapports B_c/B et B_{edta}/B (tableaux 5 et 6). Les valeurs des rapports B_{edta}/B sont calculées pour différents temps d'incubation. Cet indice est une évaluation relative de la toxicité; il tente de définir le niveau de toxicité présent dans l'échantillon d'eau. Trois niveaux de toxicité sont évalués; ces niveaux se rattachent aux considérations suivantes.

L'indice 1 est caractérisé par les rapports suivants: $B_{edta}/B > 1.3$ et $B_c/B < 1.3$. Un tel phénomène traduit la présence de substance toxique inorganique dans l'échantillon d'eau. Le niveau de toxicité serait faible puisque les ajouts de substances complexantes (EDTA à 3 ou 100 μm) sont suffisants pour éliminer la toxicité des éléments présents dans les eaux des échantillons suivants:

première série (février)		deuxième série (mai)
5- lac Duprat	11- lac Dufault	42- (non identifiée)
7- lac Dufault	12- lac Dufault	
9- rivière Duprat	13- lac Dufault	
10- lac Dufault	14- rivière Dufault	

L'indice 2 est caractérisé par un rapport $B_{edta}/B > 1.3$ et un rapport $B_c/B > 1.3$; il traduit aussi la présence de substance toxique inorganique. Le niveau de toxicité serait plus élevé que l'indice 1 puisque le rapport

B_c/B traduit aussi la présence de substances toxiques. Cette situation se rencontre aux stations suivantes:

première série (février)	deuxième série (mai)
1- lac Dester	5- lac Duprat
3- ruisseau Vauze	14- rivière Dufault
17- lac Trémoy-sud	30- lac Beauchastel
29- rivière Kinojévis	35- lac La Bruère
35- lac La Bruère	36- lac Kinojévis
36- lac Kinojévis	37- lac Kinojévis

L'indice 3 est caractérisé par un rapport $B_{edta}/B \leq 1.3$ et un rapport $B_c/B > 1.3$. Cette situation se traduit soit par la présence de forte concentration de substances toxiques inorganiques, soit par la présence de substances toxiques organiques. Dans les deux cas, les concentrations d'EDTA présentes dans les milieux enrichis sont inaptes à stimuler la croissance des algues ou encore à diminuer l'effet des substances toxiques présentes. Cet indice caractérise les stations suivantes:

première série (février)	deuxième série (mai)
19- rivière Trémoy	1- lac Dester 17- lac Trémoy-sud
26- lac Pelletier	3- ruisseau Vauze 20- lac Rouyn
27- rivière Séguin	7- lac Dufault 21- lac Routhier
	8- rivière Kinojévis 24- rivière Hélène
	10- lac Dufault 26- lac Pelletier
	12- lac Dufault 31- lac Beauchastel
	13- lac Dufault 32- lac Beauchastel
	15- lac Trémoy 44- lac Caron
	16- lac Trémoy-nord 46- lac Caron

3.2 Daphnia

Ce test a été réalisé sur un nombre restreint de stations, soit 11 sur 34 pour les prélèvements de février, et 11 sur 41 pour l'échantillonnage de mai.

La série prélevée en février n'a pas révélé la présence de toxiques. Il faut signaler qu'avec les algues, la toxicité à ces stations était soit faible, soit absente (tableau 7). Pour la série prélevée en mai, les stations suivantes ont montré les caractéristiques d'une intoxication:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 5- lac Duprat | 12- lac Dufault |
| 6- rivière Duprat | 13- lac Dufault |
| 7- lac Dufault | 14- rivière Dufault |
| 11- lac Dufault | |

Deux niveaux de toxicité sont évalués selon l'intervalle des pourcentages de dilution où l'immobilisation des organismes est observée:

- relativement faible (62% - 90%);
- extrêmement faible (90% - 100%).

A l'aide d'une comparaison des résultats obtenus à partir des deux tests, des indications sont obtenues quant à la nature de la toxicité; cet exercice nous permet de mieux évaluer l'importance des substances inorganiques pour l'indice 3 déterminé à l'aide du test de fertilité (tableau 8).

Les eaux de quatre stations seraient probablement contaminées par la présence de toxiques inorganiques:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 7- lac Dufault | 13- lac Dufault |
| 10- lac Dufault | 24- rivière Hélène |
| 12- lac Dufault | |

TABEAU 1: Schéma des différentes étapes suivies lors de la réalisation du test de fertilité

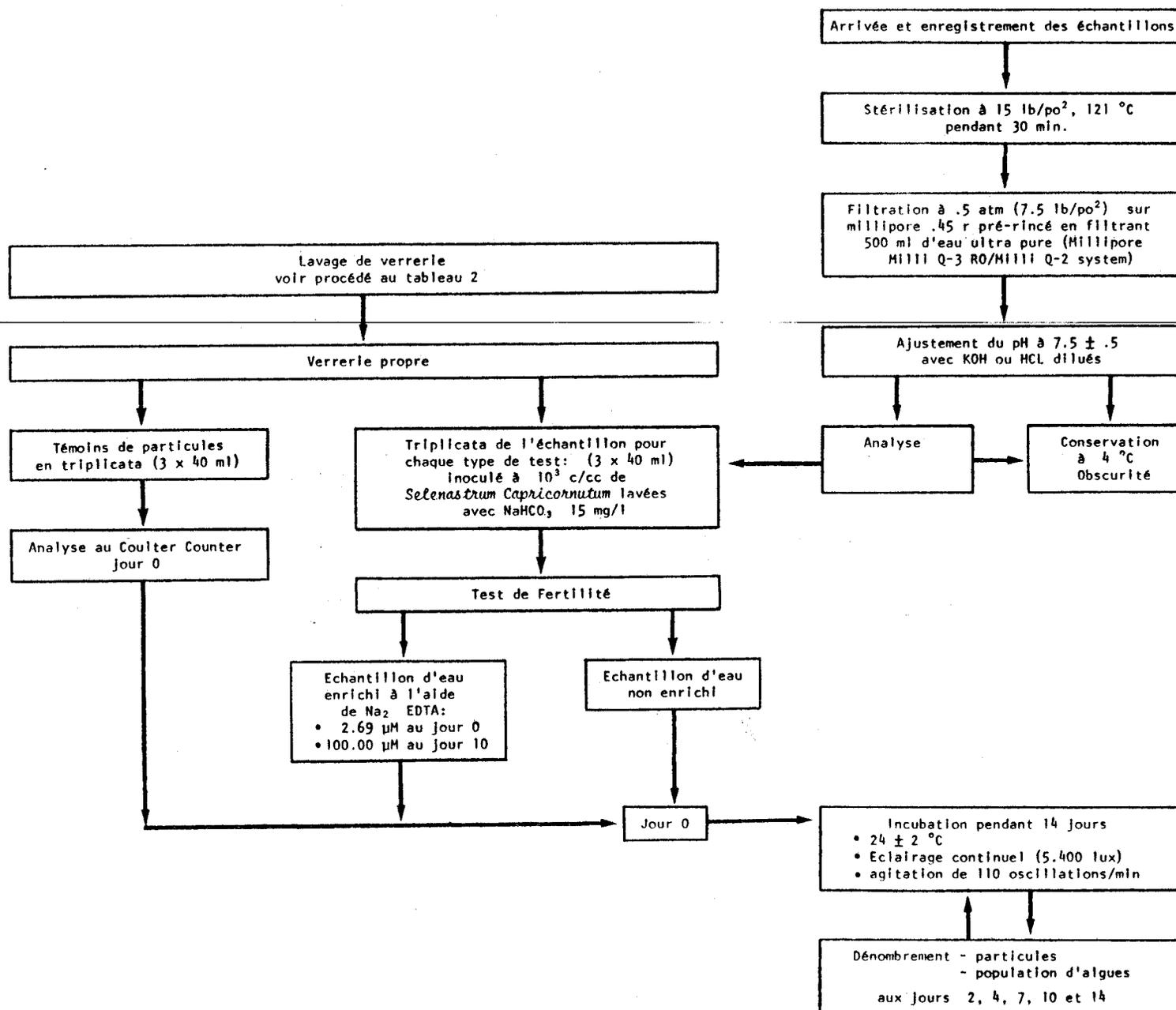


TABLEAU 3.2 Procédé de nettoyage de la verrerie

Les différents contenants utilisés sont soumis aux étapes suivantes:

- 1) trempage 30 minutes
dans solution de Decon'75¹, 10% bouillant
- 2) brossage
- 3) cycles de lavage:
 - pré-rinçage (eau du robinet)
 - lavage (eau du robinet)
 - rinçage (eau du robinet)
 - rinçage (eau déminéralisée)
- 4) rinçage à l'acide:
 - HCL 10%
 - agitation
 - trempage 30 minutes
- 5) rinçage consécutif à l'eau déminéralisée
(7 fois)
- 6) séchage (100°C; 30 minutes)

¹ L'étude de Bradshaw (1970) a établi l'efficacité de cet agent tensio-actif.

TABEAU 3: Biomasse d'algues calculée ou mesurée après 14 jours d'incubation (série février 1978)

No STATION	B ¹	B _c ²	B _{edta} ³	DIAGNOSTIC
1	0.46	0.7*	0.66	T _i ⁴
2	0.37	<0.2*	0.43	
3	0.06	28.9**	0.13	T _i
4	0.53	<0.2*	0.60	
5	0.43	<0.2*	0.62	T _i
6	0.32	<0.2*	0.38	
7	0.09	<0.2*	0.22	T _i
8	0.47	0.5*	0.53	
9	0.03	<0.2*	0.21	T _i
10	0.10	<0.2*	0.15	T _i
11	0.08	<0.2*	0.31	T _i
12	0.03	<0.2*	0.11	T _i
13	<0.02	<0.2*	0.15	T _i
14	0.15	<0.2*	0.20	T _i
17	0.14	0.3*	0.38	T _i
18	<0.02	<0.2*	<0.02	
19	<0.02	0.2*	<0.02	T ⁵
20	<0.02	<0.2*	<0.02	
22	6.96	8.1*	6.15	
23	1.49	0.7*	0.81	
24	33.13	26.2**	29.94	
25	0.10	0.2*	0.03	
26	0.02	0.2*	<0.02	T
27	0.09	0.9*	<0.02	T
28	0.44	0.5*	0.14	
29	0.37	0.9*	0.58	T _i
30	0.75	1.0*	0.85	
31	0.72	0.7*	0.83	
32	0.61	0.7*	0.73	
33	0.43	0.4*	0.52	
35	0.37	0.7*	0.58	T _i
36	0.41	0.7*	0.52	T _i
37	0.49	0.5*	0.45	
39	1.00	1.0*	0.99	

¹B : Biomasse d'algues mesurée (mg/l) après 14 jours d'incubation (potentiel de fertilité)

²B_c : Biomasse d'algues calculée (mg/l) à partir des concentrations du facteur chimique de contrôle de la production

* valeur calculée à partir des concentrations en phosphore total inorganique

** valeur calculée à partir des concentrations en azote total inorganique.

³B_{edta} : Biomasse d'algues mesurée (mg/l) dans les échantillons enrichis d'EDTA (100 µM) après 14 jours d'incubation

⁴T_i : Toxicité de nature inorganique

⁵T : Toxicité de nature inorganique ou organique.

TABLEAU 4: Biomasse d'algues calculée ou mesurée après 14 jours d'incubation (série mai 1978)

No Station	B ¹	B _c ²	B _{edta} ³	DIAGNOSTIC
1	0.13	0.88 [*]	0.17	T ⁴
3	2.52	7.02 [*]	2.97	T ⁵
5	0.11	0.33 [*]	0.24	T _i
6	0.18	0.36 [*]	- ⁶	
7	0.11	4.47 [*]	0.12	T
8	0.15	7.40 [*]	0.17	T
9	0.23	0.23 [*]	0.17	
10	0.19	4.47 [*]	0.24	T
11	0.12	0.16 ^{**}	0.09	
12	0.11	0.49 [*]	0.12	T
13	0.11	0.33 [*]	0.14	T
14	0.12	0.46 [*]	0.18	T _i
15	0.11	0.33 ^{**}	0.13	T
16	< 0.02	0.55 [*]	0.02	T
17	0.11	0.33 ^{**}	0.12	T
18	8.93	4.47 [*]	8.51	
19	0.85	0.46 [*]	0.47	
20	0.14	0.30 [*]	0.05	T
21	0.17	6.84 ^{**}	0.23	T
22	-	2.77 [*]	-	
24	9.43	20.33 [*]	10.86	T
25	0.20	0.16 [*]	0.14	
26	0.16	0.33 ^{**}	0.12	T
27	< 0.02	0.16 [*]	< 0.02	T
28	3.68	0.85 [*]	2.74	
29	0.20	0 ⁷	0.28	T _i
30	0.10	10.36 [*]	0.16	T _i
31	1.90	9.25 [*]	1.81	IT
32	1.13	7.44 [*]	1.32	T
33	-	4.77 [*]	0.24	
34	-	6.32 [*]	0.18	
35	0.11	6.02 ^{**}	0.18	T _i
36	0.12	9.98 [*]	0.19	T _i
37	0.12	7.98 ^{**}	0.16	T _i
39	-	9.12 ^{**}	0.31	
40	-	3.80 ^{**}	0.32	
41	6.34	0.85 [*]	5.09	
42	0.44	0.46 [*]	0.96	T _i
43	-	1.52 ^{**}	2.32	
44	0.18	9.25 [*]	0.14	T
46	0.13	0.72 [*]	0.14	T

¹ B: Biomasse d'algues mesurée (mg/l) après 14 jours d'incubation (potentiel de fertilité)

² B_c: Biomasse d'algues calculée (mg/l) à partir des concentrations du facteur chimique de contrôle de la production

* valeur calculée à partir des concentrations en phosphore total inorganique

** valeur calculée à partir des concentrations en azote total inorganique

³ B_{edta}: Biomasse d'algues mesurée (mg/l) dans les échantillons enrichis d'EDTA (100 µm) après 14 jours d'incubation

⁴ T: Toxicité de nature inorganique ou organique

⁵ T_i: Toxicité de nature inorganique

⁶ -: Valeurs rejetées: le coefficient de variation est ≥ 15%

⁷ 0: Analyse chimique non disponible.

TABEAU 5: Identification des stations présentant un symptôme d'intoxication (+)¹ à partir de l'analyse des rapports B_c/B et B_{edta}/B (série février 1978)

No Station	B_c^2/B^3	B_{edta}^4/B					INDICE ⁵
		2	4	7	10	14	
1	+					+	2
2							
3	+		+			+	2
4							
5			+	+	+		1
6						+	
7			+	+	+	+	1
8							
9						+	1
10						+	1
11			+	+	+	+	1
12			+	+	+	+	1
13			+		+	+	1
14			+		+	+	1
17	+		+	+	+	+	2
18				+			
19	+						3
20							
22			+				
23							
24							
25					+		
26	+						3
27	+						3
28							
29	+					+	2
30							
31							
32							
33							
35	+		+	+	+		2
36	+		+	+	+	+	2
37							
39							

¹+ : $B_c/B > 1.3$ ou $B_{edta}/B > 1.3$

² B_c : Biomasse d'algues calculée (mg/l) pour 14 jours d'incubation

³ B : Biomasse d'algues mesurée après 14 jours d'incubation

⁴ B_{edta} : Biomasse d'algues mesurée dans l'échantillon d'eau enrichi d'EDTA; les mesures sont faites après 2, 4, 7, 10 et 14 jours d'incubation

⁵Indice: - toxicité inorganique faible
2- toxicité inorganique moyenne
3- toxicité inorganique élevée ou encore présence de substances toxiques organiques.

TABLEAU 6: Identification des stations présentant un symptôme d'intoxication (+)¹ à partir de l'analyse des rapports B_c/B et B_{edta}/B (série mai 1978)

No Station	B_c^2/B^3	B_{edta}^4/B					INDICE ⁵
		2	4	7	10	14	
1	+						3
3	+						3
5	+					+	2
6	+		+			* ⁶	
7	+						3
8	+						3
9							
10	+						3
11				+			
12	+						3
13	+			+			3
14	+					* +	2
15	+					+	3
16	+						3
17	+						3
18							
19					*		
20	+						3
21	+				+		3
22	*					* *	
24	+						3
25							
26	+						3
27	+				+		3
28				+			
29	<u>0</u> ⁷		*			+	
30	+		+			+	2
31	+						3
32	+						3
33	*						
34	*		*	+			
35	+			+	+		2
36	+		+		+	+	2
37	+			+	+	+	2
39	*				+	*	
40	*				+		
41				+			
42						+	1
43	*		*	*			
44	+						3
46	+						3

¹ + : $B_c/B > 1.3$ ou $B_{edta}/B > 1.3$

² B_c : Biomasse d'algues calculée (mg/l) pour 14 jours d'incubation (potentiel de fertilité)

³ B : Biomasse d'algues mesurée après 14 jours d'incubation

⁴ B_{edta} : Biomasse d'algues mesurée dans l'échantillon d'eau enrichi d'EDTA, les mesures sont faites après 2, 4, 7, 10 et 14 jours d'incubation

⁵ Indice: 1 - toxicité inorganique faible 2 - toxicité inorganique moyenne

3 - toxicité inorganique élevée ou encore présence de substances toxiques organiques

⁶ * : La valeur B ou B_{edta} est rejetée: coefficient de variation des répliques est $\geq 15\%$

⁷ 0 : Analyse physico-chimique non disponible

TABLEAU 3.7: Comparaison des niveaux de toxicité mis en évidence avec les deux tests biologiques

No DE STATION	<i>Daphnia magna</i>	<i>Selenastrum capricornutum</i>
5	- ¹	faible
6	-	-
7	-	faible
9	-	faible
10	-	-
11	-	faible
12	-	-
13	-	faible
14	-	faible
24	-	-
39	-	-

¹-: absence de toxicité

TABLEAU 8: Bilan des observations: la toxicité des eaux

Station	Pourcentage toxicité — DAPHNIA —	Indice toxicité — SELENASTRUM —	Diagnostic: toxicité générale
5	relativement faible (62-80) ¹	2	toxicité, relativement faible
6	extrêmement faible (90-100)	— ²	toxicité, extrêmement faible
7	relativement faible (80-90)	3	toxique, surtout dû aux substances inorganiques
9	non-toxique	0	non toxique
10	non-toxique pour <i>Daphnia</i>	3	probabilité de toxicité due aux substances inorganiques
11	relativement faible (80-90)	0	toxicité, très faible
12	relativement faible (80-90)	3	toxique, surtout dû aux substances inorganiques
13	échantillon le plus toxique de la série (37-48)	3	toxique, probablement dû surtout à des substances inorganiques
14	extrêmement faible (90-100)	2	toxicité relativement faible
24	non toxique pour <i>Daphnia</i>	3	probabilité de toxicité due aux substances inorganiques
39	non toxique	—	non toxique

¹: L'intervalle des pourcentages de dilution des échantillons d'eau où on commence à observer une immobilisation des organismes.

²: Les valeurs ont été rejetées: coefficient de variation du test $\geq 15\%$

ANNEXE

LACS	RESULTATS INRS-Eau			RESULTATS 'BEST'	REMARQUES
	DAPHNIA	ALGUE (passe hivernale)	ALGUE (passe printanière)		
1 Dester	n.d.	++	+++	? [m.o]	dû aux activités forestières antérieures
2 Nora	n.d.	-	n.d.	-	
5 Duprat	+	+	++	[(Cu, Zn, Hg)]	
7 Dufault	+	+	+++	+++ [Cu, Zn(Cd, Hg)]	
10 Dufault	-	+	+++		
11 Dufault	+	+	-		
12 Dufault	+	+	+++		
13 Dufault	++	+	+++		
16 Trémoy (nord)	n.d.	n.d.	+++	+++ [Cu, Zn, Cd, CN, Pb]	
17 Trémoy (sud)	n.d.	++	+++		
18 Trémoy (centre)*	n.d.	-	-		
20 Rouyn	n.d.	- ¹	+++	+++ [Cu, Cd, Zn, Hg]	
21 Routhier	n.d.	n.d.	+++	[(Cu, Zn)]	
26 Pelletier	n.d.	+++	+++	+++ [Cu, Zn, Cd]	conc. 26 > conc. 28
28 Pelletier	n.d.	-	-		
30 Beauchastel	n.d.	- ¹	++		
31 Beauchastel	n.d.	- ¹	+++	+++ [Cu, Hg, Cd, m.o.(Zn)]	
32 Beauchastel	n.d.	- ¹	+++		
34 La Bruyère (centre)*	n.d.	n.d.	-	+++ [Cu, Zn, (Hg)]	
35 La Bruyère	n.d.	++	++		
36 Kinojévis	n.d.	++	++	+++ [As, Cu, Zn]	
37 Kinojévis	n.d.	- ¹	++		
38 Montbeillard	n.d.	n.d.	n.d.	- [(Hg)]	
39 Montbeillard	-	-	-		
40 Fréchette	n.d.	n.d.	-	- [(Cu)]	
41			-		
42 Charge du lac Routhier		n.d.	+	+++ [Cd, Cu, Zn]	
43			-		
44 Caron		n.d.	+++		
45			n.d.	+ [Cu(Zn, Hg)]	
46 Caron		n.d.	+++		

* Suite à l'absorption de certaines substances toxiques par les sédiments ou encore par la matière organique dissoute, la qualité de l'eau dans certains lacs n'apparaît pas homogène.

¹

Cette hétérogénéité se manifeste surtout en période hivernale.

N.B.: Voir à la page suivante pour la définition des symboles.

RIVIERES	RESULTATS INRS-Eau			RESULTATS 'BEST'	REMARQUES
	DAPHNIA	ALGUE (passe hivernale)	ALGUE (passe printanière)		
3 Vauze	n.d.	++	+++	++ [(Cu, Zn)]	Cu:conc hiv. < conc. print. complexation? complexation? conc. hiv. < conc. print.
4 Dufresnoy	n.d.	-	n.d.	-	
6 Duprat	(+)	-	-	? [Cu, Zn]	
8 Kinojévis	n.d.	-	+++	++ [Cu(As, Zn)]	
9 Duprat	-	+	-		
14 Dufault	(+)	+	++	++ [Cd, Cu, Zn]	
15 Ville de Noranda	n.d.	n.d.	+++		
19 Trémoy	n.d.	+++	-		
22 Pelletier	n.d.	+	-	+ [Cu, Zn, Cd]	
23 Adéline	n.d.	+	n.d.	-	
24 Hélène	-	+	+++	? (pesticides)	
25 Pelletier	n.d.	+	-	+ [Cu, Zn, Cd]	
27 Séguin	n.d.	+++	- ²	+++ [Co, Cu, Zn, Cn]	
29 Kinojévis	n.d.	++	-	+++ [Cu, As, Zn]	
33 Beauchastel	n.d.	-	-	[(Cu)]	

n.d.	non-déterminé
-	non toxique
+	} toxicité en ordre croissante
++	
+++	
?	incertain

² Erreur dans l'échantillonnage au dans l'analyse?

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR. (1974).
Essais biologiques des eaux: détermination de l'inhibition de la motilité *Daphnia magna* Strauss (Crustacée, Cladocère). Norme expérimentale T 90-301.
- APHA - AWWA - WPCF. (1975).
Standard methods for the examination of water and wastewater. 14th edition, 1193 p.
- BERLAND, B.B., P.J. BONIN et S.Y. MAESTRINI. (1974).
Mise en évidence de facteur réglant la productivité du phytoplancton des eaux de surface dans la partie nord occidentale de la mer Méditerranée au moyen de tests biologiques. Ann. Inst. Oceanogr., Paris, 50(1): 5-25.
- BRADSHAW, J.R. (1970).
Comparison of surface-active agents. Process Biochemistry, 5(11): 19-20.
- BUIKEMA, A.L., D.R. LEE et J. CAIRNS Jr. (1976).
A screening bioassay using *Daphnia pulex* for refinery wastes discharged into freshwater. J. Test. Eval., 4(2): 119-125.
- CHIAUDANI, G. and M. VIGHI. (1974).
The N:P ratio and test with *Selenastrum* to predict eutrophisation in lakes. Water Research, 8: 1063-1069.
- DUNCAN, A. (1975).
Production and biomass of three species of *Daphnia* co-existing in London reservoirs. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 2858-2867.
- EPA. (1970).
Provisional algal assay procedures. First annual report. Sanitary Engineering Research Laboratory, College of Engineering and School of Public Health, University of California, Berkeley, SERL Report No 70-8.
- EPA. (1971a).
Provisional algal assay procedures. Final report. Sanitary Engineering Research Laboratory, College of Engineering and School of Public Health, University of California, Berkeley, SERL Report No 71-6.
- EPA. (1971b).
The interlaboratory precision test. An eight laboratories evaluation of the provisional algal assay procedure bottle test. Department of Environmental Sciences and Engineering School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill.

- FITZGERALD, G.P., S.L. FAUST and C.R. NADLER. (1973).
Correlations to evaluate the effects of wastewater phosphorus on receiving waters. Water Sewage Works, January 1973, p. 49-55.
- GALBRAITH, M.G. Jr. (1975).
The use of large *Daphnia* as indices of fishing quality for rainbow trout in small lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 2485-2492.
- GREENE, J.C., W.E. MILLER and T. SHIROYAMA. (1975).
Utilization of algal assays to assess the effects of municipal, industrial and agricultural wastewater effluents upon phytoplankton production in the Snake River system. Water, Air and Soil Pollution, 4: 415-434.
- GREENE, J.C., W.E. MILLER and T. SHIROYAMA. (1976).
Use of algal assay to assess the effects of municipal and smelter wastes upon phytoplankton production. Proceedings of the Symposium on Terrestrial and Aquatic Ecological Studies of the Northwest, March 26-27, 1976, p. 327-335.
- HENDRICKS, A.C. (1978).
Response of *Selenastrum capricornutum* to zinc sulfides. J.W.P.C.F., 50(1): 163-168.
- INRS-Eau. (1976).
Etude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska. Volume 2: Secteur des substances nutritives. INRS-Eau, rapport scientifique No 52, 127 p., 108 T., 52 F., 8 annexes. (Pour le ministère des Richesses naturelles, Québec).
- INRS-Eau. (1977a).
Réseau de surveillance écologique: choix de paramètres pour le monitoring de la production microbiologique des eaux douces du territoire de la baie James, Québec. INRS-Eau, rapport scientifique No 75, 322 p. (Pour la Société d'énergie de la baie James).
- INRS-Eau. (1977b).
Le potentiel de fertilité: paramètre de contrôle de la qualité des eaux de la rivière Desaulniers. INRS-Eau, rapport scientifique No 73, 53 p., 1 annexe. (Pour la Société d'énergie de la baie James).
- INRS-Eau. (1977c).
Impact de flottage du bois sur les eaux du lac Talbot: évaluation à l'aide de tests biologiques. INRS-Eau, rapport scientifique No 77, 37 p. (Pour les Services de protection de l'environnement du Québec).
- INRS-Eau. (1978).
Evaluation à l'aide d'un bioessai de l'effet de facteurs environnementaux sur la fertilité potentielle des eaux de la rivière Desaulniers, baie James. INRS-Eau, rapport scientifique no 86, 75 p., 1 annexe. (Pour la Société d'énergie de la baie James).

- JOHNSON, J.M., O.R. RUSEMMEYER, T.O. ODLAUG, Y.A. OLSON. (1970).
Algal bioassay potential primary productivity studies of the lower St-Louis River, Minnesota. Int. Association on Water Poll. Res. Proc. of the Fifth Intern. Conf. San Francisco, and Hawaii, p. HA-18/1 à HA-18/10.
- KEIGHAN, E. (1977).
Caractérisation du niveau d'enrichissement et de la toxicité des eaux du bassin du fleuve Saint-Laurent. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, rapport technique, août 1977.
- KLOTZ, R.L., J.R. CAIN and F.R. TRAINOR. (1975).
A sensitive algal assay: an improved method for analysis of freshwaters. J. Physiol., 11: 411-414.
- LUNDAHL, P. (1974).
Contribution à l'étude de la pollution des eaux par les substances toxiques; propriétés biologiques de quelques agents de surface anioniques. Thèse de doctorat, Université de Paris.
- MALONEY, T.E., W.E. MILLER, N.L. BLIND. (1973).
Use of algal assays in studying eutrophication problems. Advances in Water Pollution Research, Proceedings: Sixth Int. Conf., June 8-23, 1972, Jerusalem, Israel, Pergamon Press, N.Y., p. 205-214.
- MALONEY, T.E. and W.E. MILLER. (1975).
Algal assays: development and application. Amer. Soc. for Testing and Materials (ASTM), STP 573, p. 344-355.
- MILLER, W.E. and T.E. MALONEY. (1971).
Effects of secondary and tertiary wastewater effluents on algal growth in a lake-river system. J.W.P.C.F., 43(12): 2361-2365.
- 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: 667-679.
- MILLER, W.E., J.C. GREENE and T. SHIROYAMA. (1976).
Use of algal assays to define trace-element limitation and heavy metal toxicity. Proceedings of the Symposium on Terrestrial and Aquatic Ecological Studies of the Northwest, March 26-27, 1976, p. 317-325.
- MORRIS, O.P. and G. RUSSEL. (1973).
Effect of chelation on toxicity of copper. Marine Pollution Bulletin, 4(10): 159-160.
- PAYNE, A.G. (1975).
Responses of the three test algae of algal assay procedure: bottle test. Water Research, 9: 937-955.
- SHIROYAMA, T., W.E. MILLER, J.C. GREENE and C. HIGIHARA. (1976).
Growth response of *Anabaena flosaquae* (Lyngb) De Brebisson in waters collected from Long Lake reservoir, Washington. Proceeding of the Symposium on Terrestrial and Aquatic Ecological Studies of the Northwest, March 26-27, 1976, p. 267-274.

- STURM, R.N. and A.G. PAYNE. (1973).
Environmental testing of trisodium nitrotriacetate: bioassays for aquatic safety and algal stimulation. In: Bioassay Technique and Environmental Chemistry. Glass, G.E. (ed). Ann Arbor, Ann Arbor Science Publishers Inc., p. 403-424.
- WINNER, R.W., T. KEELING, R. YEAGER and M.P. FARRELL. (1977).
Effect of food type on the acute and chronic toxicity of copper to *Daphnia magna*. Freshwater Biology, 7: 343-349.