UTILISATION DE BIOESSAIS AVEC DES ALGUES POUR L'ETUDE DES REPERCUSSIONS LIEES A LA MISE EN EAU DES RESERVOIRS¹

par R. VAN COILLIE², S. A. VISSER³ et P. COUTURE⁴

Des bioessais effectués avec des algues (*Selenastrum capricornutum* et *Chlorella vulgaris*) ont été utilisés pour simuler l'influence de la mise en eau d'un réservoir d'eau potable en milieu mésotrophe (rivière Bulstrode, Victoriaville, Québec) et d'un réservoir hydroélectrique en milieu oligotrophe (rivière Desaulniers, baie James, Québec). Les résultats obtenus montrent :

1) que les sols décapés sont moins favorables que la couche de surface pour la productivité biologique et que les fonds de sable limoneux décapés occasionnent un effet écotoxicologique sur les algues et, à un niveau moindre, sur les poissons ;

2) que la matière organique dissoute provenant en majorité des terres inondées s'avère peu propice à la croissance de *Selenastrum capricornutum*, lequel effet inhibiteur résultant probablement d'une complexation des nutriments inorganiques, principalement du phosphore.

Des paramètres biochimiques tels que la protéosynthèse et la photosynthèse traduisent mieux ces impacts que la croissance cellulaire.

Use of algal bioassay for the study of the repercussions connected with the release of water into a reservoir.

Algal bioassay with *Selenastrum capricornutum* and *Chlorella vulgaris* was used to simulate the effects of a discharge into a reservoir of drinking water in a mesotrophic environment (R. Bulstrode, Victoriaville, Quebec) and a hydroelectric reservoir in an oligotrophic environment. It showed: 1) that the scoured soils are less favourable than the surface layer for biological productivity, the bottoms of muddy sand being able to cause an ecotoxic effect on the algae and, at a smaller level, on the fish; 2) that the dissolved organic matter chiefly arising from the flooded earth is less favourable for the growth of *S. capricornutum*, the inhibiting effect resulting probably from a complex of inorganic nutrients, chiefly phosphorus.

Biochemical parameters such as proteosynthesis and photosynthesis reflect these shocks better than cellular growth.

1. Cette recherche a été effectuée à l'Institut National de la Recherche Scientifique, Université du Québec.

2. C-I-L, Eco-Recherches, 121, boulevard Hymus, Pointe-Claire, Québec, H9R 1E6.

3. Département des Sols, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Sainte-Foy, Québec, G1K 7P4.

4. Institut National de la Recherche Scientifique, Université du Québec, C. P. 7500, Sainte-Foy, Québec, G1V 4C7.

1. — INTRODUCTION

L'utilisation des algues pour l'étude des répercussions environnementales présente les avantages suivants :

a. elle ne nécessite qu'un petit volume à tester et n'exige point d'installations coûteuses, contrairement aux bioessais réalisés avec des poissons ;

b. elle révèle davantage la présence d'une toxicité de nature inorganique par rapport à l'emploi d'autres organismes cibles tels que les daphnies (Couture et Visser 1978) ;

c. elle apparaît moins dépendante d'une diversité fonctionnelle et génétique que les tests effectués avec des bactéries ;

d. elle traduit les effets potentiels d'un toxique sur le premier maillon de la chaîne alimentaire qui constitue la base de toute la communauté aquatique.

Bien qu'un test avec les algues s'avère moins rapide que d'autres types de bioessais, il ajoute aux quatre avantages précédents celui d'une sensibilité à certaines répercussions qui se détectent plus directement et facilement chez les producteurs primaires qu'à d'autres niveaux. Le présent article vise à montrer cette sensibilité pour deux facteurs reliés à la création de réservoirs : les effets d'un décapage des sols et ceux de l'exhaussement des eaux.

2. — METHODOLOGIE

2.1. Mesure de la croissance

Selon les procédures préconisées par l'EPA (1971), les eaux à tester étaient stérilisées et ensuite normalement filtrées ($0,45\ \mu\text{m}$) avant de recevoir un inoculum de *Selenastrum capricornutum* ou *Chlorella vulgaris* (5 000 algues/l). L'incubation en triplicata des cultures durait 21 jours à $24\ ^\circ\text{C} \pm 2^\circ$ avec agitation continue et photopériode quotidienne de 16 heures (5 400 lux). Le dénombrement cellulaire final était fait avec un compteur de particules (Coulter Counter, TA). Les intervalles de confiance des valeurs obtenues en triplicata ne dépassaient généralement pas 10 à 15 % de leur moyenne.

2.2. Mesure de la photosynthèse

Au lieu de dénombrements des cultures de *Selenastrum capricornutum*, on quantifiait l'assimilation de CO_2 à partir de bicarbonate

radioactif ($\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$) selon la méthode de Parsons et Strickland (1972). Après un temps de contact de 2 heures et une acidification-aération pour éliminer le radiocarbone non fixé, la quantité de ^{14}C incorporé dans les algues était déterminée en milieu aquasol à l'aide d'un compteur à scintillation (Picker Liquimat 20003).

2.3. Mesure du taux de protéosynthèse

Un acide aminé radioactif, la L-leucine radiomarkée à tous ses atomes de carbone (activité spécifique : 342 mci/mM), était ajouté ($5 \mu\text{ci/ml}$) à des cultures de *Chlorella vulgaris* (5 000 algues/ml) ayant incubé durant 5 jours dans des eaux préalablement stérilisées et filtrées.

Tel que vérifié, cet acide aminé s'incorporait assez rapidement (60 minutes) et spécifiquement (90 % de la radioactivité fixée) dans la fraction protéique. Après ce radiomarkage sélectif, on concentrait les cellules par centrifugation et on les homogénéisait ensuite à 0°C en tampon Tris à pH 7.0. Une précipitation des protéines au trichloro-acétate (TCA) suivait selon la méthode de Mans et Novelli (1971). Finalement, la concentration des protéines et celle du radiocarbone qui s'y trouvait incorporé étaient déterminées grâce à un dosage spectrophotométrique (Lowry et al. 1951) et à un comptage en scintillation avec aquasol effectué en parallèle.

3. — RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Effets d'un décapage des sols

Cette étude fut réalisée dans le cadre du projet de création d'un réservoir d'eau potable sur la rivière Bulstrode près de Victoriaville au Québec. Afin de tenter de prévoir l'influence de l'inondation sur la qualité de l'eau, on a voulu préciser les effets de l'exhaussement des eaux vis-à-vis des sols intacts ou décapés présents dans la cuvette du futur réservoir. Quatorze bacs expérimentaux (5 m diamètre $\times$ 1,2 m hauteur) furent installés *in situ* par paires avec des fonds différents selon le protocole suivant (Campbell et al. 1976) :

	Limons	Argile	Sable
1) Fond de limon argileux, surface*	45 %	38 %	17 %
2) Fond de limon argileux, après décapage**	53 %	32 %	17 %
3) Fond de limon sablonneux, surface	41 %	34 %	25 %
4) Fond de limon sablonneux, après décapage	22 %	56 %	22 %
5) Fond de sable limoneux, surface	30 %	23 %	47 %
6) Fond de sable limoneux, après décapage	26 %	24 %	50 %
7) Fond témoin (sans sol)	—	—	—

* les premiers 30 cm de la surface.

** le sol minéral situé à 30 cm sous la surface.

Chacun des bacs renfermait 17 500 litres d'eau provenant de la rivière Bulstrode ; leur débit de renouvellement simulait celui du futur réservoir, soit 0,36 m³/24 heures. Dans chaque bac, on ajouta 40 poissons *Notropis cornutus* (espèce piscicole la plus abondante dans la Bulstrode) immatures, âgés de 2 ans (scalimétrie) et ayant une longueur à la fourche de 5-6 cm et un poids global de 92 g (Meunier 1976).

3.1.1. CROISSANCE DES ALGUES

Au 64^e jour de l'expérimentation, des échantillons d'eau furent prélevés dans chacun des bacs. La croissance des algues fut testée selon le protocole décrit précédemment. Les résultats rassemblés aux tableaux I et II apportent trois indications :

a. la croissance des 2 espèces d'algues est stimulée par la présence

TABLEAU I. — Croissance de *Selenastrum capricornutum* dans des eaux issues de réservoirs mis en eau avec sols intacts et décapés.

* moyenne des valeurs acquises sur 6 mesures pour chaque paire de bacs.

		Nombre de cellules/ μ l après 21 jours d'incubation*	Coefficient de variation
1) Limon argileux	surface	381	22
2) —	décapé	144	11
3) Limon sablonneux	surface	258	26
4) —	décapé	129	21
5) Sable limoneux	surface	150	76
6) —	décapé	49	58
7) Témoin (sans sol)		91	52

TABLEAU II. — Croissance de *Chlorella vulgaris* dans des eaux issues de réservoirs mis en eau avec sols intacts et décapés.

* moyenne des valeurs acquises sur 6 mesures pour chaque paire de bacs.

		Nombre de cellules/ μ l après 21 jours d'incubation*
1) Limon argileux	surface	628
2) —	décapé	330
3) Limon sablonneux	surface	541
4) —	décapé	276
5) Sable limoneux	surface	347
6) —	décapé	89
7) Témoin (sans sol)		183

des sols, sauf dans le cas du sable limoneux décapé qui est détavable : (1 à 5) > témoin > (6)

b. les sols intacts sont plus propices à la croissance des algues que les sols décapés :

(1, 3, 5) > (2, 4, 6)

c. l'influence des sols s'exerce au niveau de la croissance des algues selon l'ordre décroissant suivant :

$$(1, 2) > (3, 4) > (5, 6).$$

3.1.2. PROTÉOSYNTÈSE DES ALGUES

Lorsqu'on fait des bioessais avec les algues, il faut normalement un délai assez long (21 jours dans le cas présent) avant d'obtenir des résultats concluants sur la croissance de ces organismes. Ceci s'avère un désavantage reconnu ; l'obtention d'une réponse analogue avec un délai plus court en choisissant d'autres paramètres que la multiplication cellulaire constituerait une amélioration importante dans l'utilisation des tests. C'est ce que nous avons cherché à établir en optant pour un paramètre anabolique, à savoir la protéosynthèse qui initie le cycle cellulaire des algues avec un à plusieurs cycles d'avance (Cameron 1966). A cette fin, parallèlement à la mesure de croissance *Chlorella vulgaris* déterminée dans les échantillons d'eau des différents bacs, un test similaire avec cette algue était réalisée en limitant la période d'incubation à 5 jours. On déterminait par la suite l'incorporation de L-leucine marquée dans la fraction protéique. Les résultats anaboliques sont rassemblés au tableau III.

TABLEAU III. — Protéosynthèse de *Chlorella vulgaris* dans des eaux issues de réservoirs mis en eau avec sols intacts et décapés.

N. B. — Les valeurs stipulées sont des moyennes avec intervalles de confiance (P : 0,95 ; n = 8) n'excédant pas 17 % de leur valeur.

* $\mu\text{Ci } ^{14}\text{C/h/mg protéines/g poids sec.}$

			^{14}C incorporé*
1) Limon argileux	surface		1 186
2) —	décapé		550
3) Limon sablonneux	surface		1 048
4) —	décapé		410
5) Sable limoneux	surface		701
6) —	décapé		126
7) Témoin (sans sol)			339

Les trois indications qu'ont procurées les tests sur la croissance des algues ressortent encore mieux ici. Le degré de protéosynthèse constitue donc pour les bioessais avec les algues un paramètre plus rapide et tout aussi sensible que la croissance cellulaire. Certes, ces deux avantages peuvent également être offerts par d'autres méthodes telles que la mesure de l'assimilation protosynthétique de radiocarbone sous forme de $^{14}\text{CO}_2$, de la bioluminescence en présence d'ATP (Adénosine-Tri-Phosphate) et de la fluorescence *in vivo* de la chlorophylle (Berland et al. 1972 ; Samuelson et Oquist 1977) mais l'interprétation de leurs résultats fait souvent appel à plusieurs variables. En étant plus directement reliée à la croissance cellulaire, la protéosyn-

thèse nous semble un paramètre particulièrement pertinent (Van Coillie et Rousseau 1974). De plus, les implications techniques et financières de l'étude de ce paramètre ne sont guère plus exigeantes, nonobstant les apparences, que celles de plusieurs méthodes de dosage couramment employées pour les algues.

3.1.3. COMPARAISON AVEC LA CROISSANCE DES POISSONS

Les différents types de sols envoyés tels quels ou après le décapage n'avaient pas d'effets létaux à court terme (96 heures) sur le poisson *Notropis cornutus*. Il était toutefois opportun de vérifier s'ils exerçaient une influence à long terme sur celui-ci. Pour cela, au 64^e jour de l'expérimentation, on reprenait à la seine dans chaque bac les poissons qui y avaient été placés et qui y avaient été nourris tous les 2 jours avec du foie de bœuf. On a pu estimer, à partir des pourcentages de recouvrement par rapport à ceux obtenus chez les témoins, que les taux de mortalité se situaient bien en dessous du seuil reconnu de signification (50 %).

TABLEAU IV. — Caractéristiques physiologiques de *Notropis cornutus* dans des réservoirs mis en eau avec sols intacts et décapés.

N. B. — Les valeurs stipulées sont des moyennes avec intervalles de confiance (P : 0,95 ; n = 32 à 72) inhérents à 12 % de leur valeur.

* poids sec.

** longueur à la fourche.

*** coefficient de condition : $(P/L^{3f}) \times 100$.

		P*	Lf**	K***
A) INITIALEMET				
—		2,3 g	5,5 cm	1,38
B) APRÈS 64 JOURS				
1) Limon argileux	surface	4,9 g	6,7 cm	1,63
2) —	décapé	3,9 g	6,3 cm	1,56
3) Limon sablonneux	surface	2,6 g	5,7 cm	1,41
4) —	décapé	4,8 g	6,6 cm	1,67
5) Sable limoneux	surface	3,9 g	6,2 cm	1,64
6) —	décapé	4,2 g	6,3 cm	1,68
7) Témoin (sans sol)		2,7 g	5,9 cm	1,32

Il fallait toutefois déterminer si, durant les 64 jours, les différents sols des bacs pouvaient occasionner d'autres effets chez les poissons. Rappelons qu'au niveau de la croissance des cultures d'algues, ils induisaient des effets nets précédemment mis en évidence. Afin de vérifier si des influences analogues pouvaient se rencontrer avec les poissons, on a étudié leur accroissement en poids et en longueur. De plus, les teneurs en calories furent déterminées à l'aide d'une bombe microcalorimétrique (Paine 1971) et le dosage des lipides fut effectué après extraction au micro Soxhlet. Les résultats apparaissent aux tableaux IV et V et ils révèlent que :

a. la croissance des poissons en poids et longueur est plus prononcée en présence des sols et leur coefficient de condition apparaît alors aussi plus élevé :

(1 à 6) > témoin.

b. les teneurs calorimétriques et lipidiques des poissons sont également favorisées par les sols, excepté le sable limoneux décapé qui les abaisse :

(1 à 5) > témoin > (6).

c. les effets des sols intacts sur l'accroissement des poissons et leurs teneurs calorimétriques ou lipidiques ne semblent guère supérieurs ou inférieurs à ceux des sols décapés ;

d. les influences des différents sols sur le poids et la longueur des poissons décroissent comme suit :

(1, 4) > (6) > (2, 5) > (3)

e. les influences des sols présentent un ordre quelque peu différent de (d) pour le coefficient de condition :

(4, 6) > (1, 5) > (2) > (3)

f. les effets des sols décroissent de façon différente de (d) et (e) pour les teneurs calorimétriques et lipidiques :

(3) > (1,5) > (4) > (2) > (6).

TABLEAU V. — Teneurs calorimétriques et lipidiques* de *Notropis cornutus* dans des réservoirs mis en eau avec sols intacts et décapés.

* en terme de poids sec.

** moyennes avec intervalles de confiance (P : 0,95 ; n = 32 à 72) ne dépassant pas 11 % de leur valeur.

			Calories**	Lipides**
A) INITIALEMENT			5 545 cal/g	4,5 %
—				
B) APRÈS 64 JOURS				
1) Limon argileux	surface		5 445 cal/g	4,5 %
2) —	décapé		5 426 cal/g	—
3) Limon sablonneux	surface		5 542 cal/g	7,5 %
4) —	décapé		5 439 cal/g	3,7 %
5) Sable limoneux	surface		5 452 cal/g	4,8 %
6) —	décapé		5 392 cal/g	2,8 %
7) Témoin (sans sol)			5 424 cal/g	3,6 %

Si on compare ces 6 constatations avec celles fournies par les bio-essais avec les algues, les points suivants peuvent être mis en évidence :

- le présence des sols avantage les algues comme les poissons, sauf celle du sable limoneux décapé (6) qui exerce un effet défavorable écotoxicologique chez les deux types d'organismes ;
- les sols intacts ont un effet plus bénéfique sur la productivité biologique que les sols décapés, mais ceci ressort surtout au niveau des algues ;

-- les influences des différents types de sol apparaissent cohérentes chez les algues tandis qu'il est difficile de les intégrer pour les poissons (hormis le cas du limon sablonneux intact (3) qui, chez ces derniers, favorise plus les teneurs calorimétriques et lipidiques et moins leur accroissement).

Ce qui précède soutient que l'utilisation des algues apporte plus d'indications intégrales que l'emploi des poissons pour préciser l'impact d'inondation et de décapage des sols lors de la création d'un réservoir.

Signalons aussi ici qu'une étude comparative faite par Joubert (1981) à l'aide d'algues, de bactéries, de crustacés et de poissons sur différents effluents a révélé que les tests effectués avec *Selenastrum capricornutum* avaient la meilleure sensibilité pour détecter la présence de substances toxiques.

3.2. Effets d'un exhaussement des eaux

Dans le cadre de l'aménagement du réservoir hydroélectrique LG 2 sur la rivière La Grande à la Baie James au Québec, la rivière Desaulniers fut coupée par une digue ; à partir du 26 mai 1977, il s'ensuivit un exhaussement progressif de ses eaux et la formation d'une retenue d'eau destinée à être incluse dans le réservoir LG 2. Des échantillonnages d'eau furent alors effectués à différents moments et à divers sites afin d'évaluer sa qualité et son potentiel pour la vie aquatique. Parmi les nombreux résultats qu'apportèrent les études faites à ce

* 138 m par rapport au niveau de la mer

FIG. 1. — Fluctuations du niveau d'eau au site G2-129 durant la période juin-décembre 1977.

sujet (Boucher et *al.* 1978 ; Couture et *al.* 1981 ; Sylvestre 1979), nous ne présentons ici que ceux acquis à partir des eaux prélevées au site G 2-129 (2 km en amont de la digue) les 20 juin, 11 juillet, 19 septembre et 12 décembre 1977 car ils permettent d'expliciter les effets d'une variation de l'exhaussement des eaux. C'est d'ailleurs à ce site que les fluctuations du niveau des eaux (*fig.* 1) furent maximales.

3.2.1. CROISSANCE DES ALGUES

L'un des principaux effets de l'exhaussement des eaux étant l'apport de matière organique (M.O.) à partir des sols inondés, la croissance des algues dans les eaux prélevées a été étudiée en fonction de la M.O. dissoute présente. Pour cela, cette dernière (poids moléculaire > 200) a été extraite des eaux par ultrafiltration (Amicon UMO5¹) et ensuite lyophilisée ; sa concentration moyenne étant voisine de 25 ppm, on considéra cette teneur comme représentative de la concentration naturelle.

Les effets de la M.O. sur la croissance de l'algue *Selenastrum capricornutum* furent testés pour les concentrations suivantes :

0X : Absence de M.O. dissoute (0 ppm M.O.)

1X : Présence de M.O. dissoute (25 ppm M.O.)

3X : M.O. dissoute présente en concentration amplifiée 3 fois (75 ppm M.O.)

9X : M.O. dissoute présente en concentration amplifiée 9 fois (225 ppm M.O.).

TABLEAU VI. — Croissance de *Selenastrum capricornutum* dans des eaux issues d'un site touché par un exhaussement des eaux avec interruption passagère.

* matière organique dissoute enlevée (0X), rajoutée (1X) ou amplifiée en concentrations (3X = 75 ppm et 9X = 225 ppm).

Date de prélèvement	Nombre de cellules μ /l après 21 jours d'incubation			
	MO* (0X)	MO* (1X)	MO* (3X)	MO* (9X)
20 juin 1977	34	41	46	45
11 juillet 1977	32	35	—	—
19 septembre 1977	19	40	58	120
12 décembre 1977	36	29	26	28

Les résultats présentés au tableau VI indiquent les teneurs d'algues mesurées lorsque les diverses concentrations de M.O. sont redissoutes dans les eaux ultrafiltrées du site G2-129. En examinant ces résultats

1. Selon la compagnie Amicon (Lexington, U.S.A.), ce filtre retient des molécules dont le poids moléculaire excède environ 200.

en relation avec les niveaux d'eau aux dates de prélèvement, on remarque que :

a. en absence de M.O. dissoute (0X), le potentiel des eaux pour favoriser la croissance des algues était plus fort pour les échantillons de juin, juillet et décembre que pour celui de septembre. Il semblerait donc que, lorsque les eaux atteignent des sols nouvellement inondés, il en résulterait un enrichissement de celles-ci en M.O. à très faible poids moléculaire (< 200) ou encore en nutriments inorganiques (phosphates, nitrates, oligoéléments, etc.).

b. les eaux contenant la M.O. dissoute (1X) avaient un potentiel pour la croissance des algues qui régressait durant le remplissage du réservoir et qui s'amplifiait durant une interruption de ce processus ;

c. si, pour expliciter l'influence de la M.O. dissoute présente, on augmentait sa concentration (3X et 9X), le potentiel des eaux pour la productivité d'algues s'affaiblissait nettement pour les eaux prélevées lors de l'exhaussement du réservoir et devenait beaucoup plus élevé pour celles prises suite à un arrêt ou un recul de la mise en eau.

3.2.2. PHOTOSYNTÈSE DES ALGUES

En déterminant l'assimilation photosynthétique du radiocarbone chez *Selenastrum capricornutum*, on a obtenu les mêmes indications que celles décrites avec les mesures de croissance ; toutefois, les écarts étaient plus prononcés entre les valeurs. Les résultats de cette étude sont exposés au tableau VII.

TABLEAU VII. — Photosynthèse de *Selenastrum capricornutum* dans des eaux issues d'un site touché par un exhaussement des eaux avec interruption passagère.

* dpm $^{14}\text{C/g}$.

** matière organique dissoute enlevée (0X), rajoutée (1X : 25 ppm) ou amplifiée en concentrations (3X : 75 ppm et 9X : 225 ppm).

Date de prélèvement	^{14}C incorporé*			
	MO** (0X)	MO** (1X)	MO** (3X)	MO** (9X)
20 juin 1977	260	740	—	2 900
11 juillet 1977	730	690	—	1 200
19 septembre 1977	110	1 510	1 760	5 100
12 décembre 1977	880	610	590	470

3.2.3. FACTEURS IMPLIQUÉS

Lors du remplissage du réservoir, l'inondation des terres périphériques favorise l'apport dans ce dernier d'une M.O. « allochtone » par rapport à la M.O. « autochtone » produite dans la rivière. Les résultats permettent de penser que la première peut exercer un effet écotoxicologique sur les algues alors que la seconde est favorable à leur

croissance. En plus de l'apport organique, il y a un enrichissement en nutriments inorganiques (phosphates, nitrates, oligoéléments) durant la mise en eau, lequel stimule les algues comme le montrent les bioessais réalisés sans la M.O. dissoute (0X).

Les deux types d'apport (M.O. versus substances inorganiques) présentent donc durant le remplissage des effets contraires sur la productivité d'algues. Les effets inhibiteurs de la M.O. dans les eaux de la rivière Desaulniers suite au remplissage du réservoir furent traités par Visser et Couture (1981) : on pense que ces effets seraient liés au fait que la M.O. pourrait compétitionner avec les algues pour la bio-disponibilité du phosphore.

4. — CONCLUSIONS

1) Au cours des premières semaines d'inondation, dans un milieu mésotrophe comme la rivière Bulstrode, les sols décapés pourraient avoir une influence moins favorable que les sols non décapés sur la productivité des eaux surnageantes. Ce phénomène a été démontré par simulation *in situ* avec plus d'évidence à l'aide de bioessais faits avec des algues (*Selenastrum capricornutum* ou *Chlorella vulgaris*) qu'à l'aide de tests avec des poissons (*Notropis cornutus*).

2) Pendant le remplissage d'un réservoir d'eaux oligotrophes telles que celles de la rivière Desaulniers, l'inondation des sols périphériques entraîne de la matière organique dissoute défavorable à la productivité d'algues (*Selenastrum capricornutum*). On pense que ces effets peuvent être liés à une compétition entre la M.O. et les algues pour la disponibilité du phosphore.

3) Pour préciser les impacts précédents, l'utilisation de paramètres anaboliques comme la protéosynthèse ou la photosynthèse lors des bioessais réalisés avec les algues a donné des résultats plus départagés que l'emploi du critère de la croissance cellulaire.

De plus soulignons que la détermination du degré de protéosynthèse des cultures d'algues a montré plus rapidement que les mesures de croissance des différences significatives entre les échantillons testés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux organismes qui ont subventionné cette recherche : Ministère de l'Environnement du Gouvernement du Québec et Société d'Énergie de la Baie James.

TRAVAUX CITES

- BERLAND (B.R.), BONIN (D.J.), MAESTRINI (S.Y.) et POINTIER (J.P.). 1972. — Etude de la fertilité des eaux marines au moyen de tests biologiques effectués avec des cultures d'algues. I. Comparaison des méthodes d'estimation. *Inter. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 57 : 933-944.
- BOUCHER (R.), GUAY (G.) et LEMIRE (R.). 1978. — Description générale du bassin de la rivière Desaulniers et des stations échantillonnées à partir de 1976. Direction Environnement, Société d'Energie de la Baie James, Montréal, Programme 75. 29 p.
- CAMERON (I.). 1966. — *Cell synchrony* Academic Press Inc., New York. 189 p.
- CAMPBELL (P.), BOBEE (B.), CAILLE (A.), DEMALSY (M.J.), DEMALSY (P.), SASSEVILLE (J.L.), VISSER (S.A.), COUTURE (P.), LACHANCE (M.), LAPOINTE (R.) et TALBOT (L.). 1976. — Effets du décapage de la cuvette d'un réservoir sur la qualité de l'eau emmagasinée : élaboration d'une méthode d'étude et application au réservoir Victoriaville (rivière Bulstrode, Québec). Rapport scientifique Institut National de la Recherche Scientifique-Eau, Université du Québec, Québec, 37. 309 p.
- COUTURE (P.) et VISSER (S.A.). 1978. — Evaluation de la toxicité des eaux du bassin versant de la rivière Kinojevis (Québec) à l'aide de deux bioessais : test de fertilité et test daphnie. Rapport scientifique Institut National de la Recherche Scientifique-Eau, Université du Québec, Québec, 94. 21 p.
- COUTURE (P.) et VISSER (S.A.). 1981. Etude à l'aide d'un bioessai (*Selenastrum capricornutum*) des variations dans les caractéristiques nutritionnelles d'une rivière suite à l'implantation d'un barrage. *Water Poll. Res. J. of Canada*, 15 : 233-254.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1971. — Algal Assay Procedure : Bottle test. U.S. Environmental Protection Agency, National Eutrophication Research. Program, Washington. 82 p.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1978. — The *Selenastrum capricornutum* Printz algal assay bottle test. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Corvallis, EPA-600/9-78-018. 125 p.
- GIESE (A.C.). 1966. — Lipids in the economy of marine vertebrates. *Physiol. Rev.*, 46 : 244-298.
- JOUBERT (G.). 1981. — Etude comparative des réactions à la toxicité entre la truite *Salmo gairdneri* et quatre autres intégrateurs biologiques sur 36 cas de bioessais statiques. Proceedings of the seventh annual aquatic toxicity workshop, November 1980, Montréal, Québec. (sous presse).
- LOWRY (O.H.), ROSENBROUGH (N.J.), FARR (A.L.) et RANDALL (R.J.). 1951. — Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 265-275.
- MANS (R.J.) et NOVELLI (D.E.) 1971. — Measurement for the incorporation of amino acids into protein by a filter paper disk method. *Arch. Biochem. Biophys.*, 94 : 48-59.
- MEUNIER (P.). 1976. — Relations biochimiques, calorimétriques et écologiques de cyprinidés gardés en bassins expérimentaux. Thèse de Maîtrise, Institut National de la Recherche Scientifique-Eau, Université du Québec, Québec. 77 p.
- PAINE (R.T.). 1971. — The measurement and application of the calorie to ecological problems. *Ann. Rev. Ecology System.*, 2 : 145-164.
- PARSONS (T.R.) et STRICK (J.). 1972. — Practical handbook of seawater analyses. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*. 310 p.
- SAMUELSON (G.) et OQUIST (G.). 1977. — A method for studying photosynthetic capacities of unicellular algae based on *in vivo* chlorophyll fluorescence. *Physiologic Plant.*, 40 : 315-319.

- SYLVESTRE (A.). 1979. — Etude de l'évolution du potentiel de fertilité lors de la mise en eau d'un réservoir. Thèse de Maîtrise, Institut National de la Recherche Scientifique-Eau, Université du Québec, Québec. 131 p.
- VAN COILLIE (R.) et ROUSSEAU (A.). 1974. — Reduction of protein synthesis in an experimental ecosystem during addition of organic pollutants. Proc. 9th Meet. Fed. Biochem. Soc., 4, F6b : 18.
- VISSER (S.A.) et COUTURE (P.). 1981. — Les effets de la matière organique dissoute d'une eau douce sur la croissance de l'algue *Selenastrum capricornutum*. *Water Res.* (sous presse).
-