

Le 6 janvier 1983

Monsieur Yvon Bureau
Directeur de l'exploitation
Port de Québec
10, rue de Quercy
Québec, QC

OBJET: Étude des répercussions environnementales
de l'extension du port de Québec - Aspects
biophysiques (N/Réf.: 2694)

Monsieur,

Veillez trouver ci-joint la liste partielle des références bibliographiques concernant l'étude mentionnée en titre, ainsi qu'un exemplaire de la version préliminaire de la section relative à la qualité de l'eau.

Nous espérons le tout à votre satisfaction et nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les plus distingués.



Jacques Bérubé
Biologiste

JB/tc
c.c. monsieur Claude Saint-Charles
p.j.



2.2 QUALITE DES EAUX

2.2.1 Introduction

Dans les estuaires de nos latitudes, offrir une description adéquate de la qualité des eaux nécessite un programme d'échantillonnage permettant de faire ressortir les principaux cycles de variabilité de la qualité des eaux. Ceci permet d'identifier les écarts ponctuels de la composition physico-chimique des eaux. L'impact de la climatologie sur les eaux de l'estuaire Saint-Laurent induit un cycle de variabilité non négligeable de période annuelle. Ainsi, la fréquence d'échantillonnage utilisée doit permettre d'établir une moyenne générale de la qualité des eaux tout en soulignant les périodes critiques où l'on observe un écart significatif à cette moyenne. Dans les environs de Beauport on observe en plus le cycle de la marée semi-diurne. Il constitue un cycle de plus courte période mais, de par l'amplitude marégraphique, peut produire des oscillations significatives de la qualité des eaux.

Cependant, lorsqu'il est difficile de couvrir directement ces périodes (annuelle et semi-diurne) d'échantillonnage, l'alternative est de réconcilier les données des travaux effectués antérieurement par d'autres auteurs dans la zone d'étude en vue de reconstituer une image de la tendance générale. Puisque notre échéancier ne nous permettait pas de couvrir le cycle annuel de la qualité physico-chimique des eaux de la batture de Beauport, nous avons intégré dans cette section les résultats obtenus par Janson et Sloterdijk (1982), le Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent et Eco-Recherches ltée (1974).

2.2.2 Méthodologie

Aucun échantillon d'eau n'a été prélevé dans la zone de la batture de Beauport pour la présente étude. Tel que mentionné dans l'introduction, une mesure ponctuelle des variables physico-chimiques ne permet pas d'ajouter aux études citées précédemment un élément supplémentaire dans l'établissement de la tendance générale.

Par ailleurs, les processus de mélange de cette région de l'estuaire (voir section hydrologie) sont tels que, sur une échelle temporelle variable, une mesure prise en face de Québec (par exemple) n'est pas significativement différente d'une mesure prise directement sur les battures de Beauport.

La figure no - montre la localisation des différentes stations d'échantillonnage du secteur. Les stations no 9037, 9025 et 9023 forment une radiale entre Québec et Lévis. Ces stations ont été visitées par Janson et Sloterdijk entre juillet 1977 et août 1979 alors que les stations de prélèvement des autres auteurs ont fait l'objet de prélèvements ponctuels. Les stations 26 et 27 (Eco-Recherches, 1974) sont les seules stations localisées sur la batture de Beauport alors que les stations 22, 23, 24 et 25 constituent un prolongement des stations 26 et 27 vers l'Anse aux Sauvages. La zone 23 (Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent, 1978) constitue la zone amont de la batture de Beauport le long de la rive nord.

2.2.3 Résultats

Le seuil de qualité physico-chimique de l'eau est défini à partir des critères de plein usage de l'eau soit: permettre l'alimentation en eau potable, la baignade et le maintien des ressources biologiques essentielles. Ces critères ainsi que les valeurs obtenues dans la région sont présentés au tableau 2.1.

Les problèmes de turbidité de l'eau ont été observés par le C.E.F.S.L. (1978) pour la zone 23 alors qu'aux stations 9037, 9025 et 9023 cette variable rencontre les critères de plein usage. Il est donc suggéré que les problèmes de turbidité de l'eau soit circonscrit à cette section et que le chenal de navigation en soit exempt. Puisque les battures sont essentiellement inondées lors du flot (voir hydrologie), il appert que la turbidité des eaux submergeant la zone de Beauport est inférieure à celle de la zone 23. Les seules périodes prévisibles de forte turbidité pour la batture sont les périodes de vagues induites par le vent.

Les bactéries coliformes s'avèrent être le paramètre dépassant le plus souvent le critère de plein usage. Ce seuil de qualité est dépassé tant au niveau des coliformes totaux qu'au niveau des coliformes fécaux. Cependant, les battures de Beauport (station no 26 et 27) sembleraient contenir moins de coliformes fécaux que la région couverte par les stations 22, 23, 24 et 25. Les coliformes totaux, quant à eux, varient beaucoup d'une station à l'autre sans présenter un patron de distribution spatial très cohérent.

TABLEAU 2.1: PHYSICO-CHEMIE DE L'EAU

	22	23	24	25	26	27	ZONE			9023	PLEIN USAGE
							23	23	23		
Turbidité (U.T.J.)	-	-	-	-	-	-	1	6,1	3,5	6,2	11,5
pH	7,5	7,7	7,6	7,4	7,4	7,4	7,5	-	-	-	6,5-9
% Sat. O ₂	81	63	60	61	64	88	-	-	-	-	-
Coliformes totaux (nb/100 ml)	1 100	24 000	1 500	9 300	4 600	9 300	1	-	-	-	1 000
Coliformes fécaux (nb/100 ml)	460	1 500	430	9 300	210	240	1	-	-	-	200
Nitrites + Nitrates (mg/l)	-	-	-	-	-	-	3	0,068	0,078	0,067	0,28
Phosphore total (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	0,064	0,071	0,066	0,1
Cadmium t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	2	<0,001	<0,001	<0,001	0,004
Chrome t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	4	0,002	0,002	0,001	0,05
Cuivre t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	3	0,006	0,025	0,003	0,005
Fer t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	1	0,888	0,715	0,924	0,3
Mercure t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	4	0,16	0,02	0,02	0,0002
Nickel t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	4	0,003	0,003	0,003	0,025
Plomb t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	4	0,001	0,002	0,002	0,025
Zinc t (mg/l)	-	-	-	-	-	-	4	0,009	0,027	0,01	0,03

Le pourcentage de saturation de l'oxygène entre les stations 22 à 27 varie entre 60% et 88%. Selon les données d'Eco-Recherches Ltée (1974) les eaux du chenal de navigation (stations no 24 et 25) seraient moins saturées en oxygène que les eaux des battures (stations no. 26 et 27). Le rapport surface/volume des eaux étant plus important au niveau des battures qu'au niveau du chenal il en résulte une meilleure diffusion de l'oxygène pour les eaux de Beauport. De plus, les hauts-fonds de Beauport favorisent un mélange turbulent des eaux, permettant de maintenir un pourcentage relativement élevé de saturation.

Au niveau des métaux, le cuivre dépasse le critère de plein usage par un facteur 5 à la station 9025. Par contre, aux stations 9037 et 9023, il est du même ordre de grandeur que le plein usage suggéré. Ces différences de concentration expriment bien la complexité du patron de distribution des cations dans l'eau. De façon générale, on peut suggérer que les eaux submergeant les battures de Beauport peuvent contenir, durant des périodes indéterminées, des concentrations en cuivre dépassant le critère de plein usage. Pour l'instant, il est impossible d'identifier les sources de contamination sporadique due à l'hétérogénéité de la distribution.

Par contre, le fer et le mercure dépassent le critère de plein usage sur tout le transect soit aux stations 9037, 9025 et 9023. Dans le cas du fer, celui-ci ne devrait pas se retrouver dans des concentrations dépassant le critère de plein usage au niveau de la batture. Comme il a été démontré par

le modèle hydraulique, les eaux passant la radiale Québec-Lévis s'écoulent par le bras sud de l'Ile d'Orléans sans pénétrer de façon significative sur la batture lors du jusant. La zone des battures est submergée lors du flot par les eaux du bras nord de l'Ile d'Orléans. Par conséquent, les eaux des battures proviennent de l'estuaire moyen du Saint-Laurent qualifié de zone de mélange et d'eaux saumâtres par El Sabh (1979). Aston et Chester (1973) ont démontré que le fer précipitait lorsque la charge ionique de l'eau augmentait (augmentation de la salinité). De plus, Holliday et Liso (1976) ont démontré que cette précipitation augmentait de façon exponentielle par rapport à la salinité. Ces auteurs ont observé que 80% du fer soluble précipitait entre une salinité de 0 à 5⁰/oo. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, Bewers et Teats (1979) ont également démontré que le fer dissous précipitait dans la zone d'intrusion saline mais que le comportement du fer était aussi affecté par la zone de turbidité maximum.

Ce que ces travaux apportent à notre interprétation du fer dissous sur la batture de Beauport est que le fer est susceptible de précipiter dans la zone aval de l'Ile d'Orléans avant que les eaux ne viennent submerger les battures. Evidemment, il demeure du fer dissous transport sur les battures mais la concentration devrait être inférieure à celle mesurée en face de Québec.

La concentration en mercure est d'un ordre de grandeur supérieur au critère de plein usage aux stations 9037, 9025 et 9023. Selon de Groot et al. (1976), le mercure se retrouve

généralement associé à la matière organique particulaire en suspension. Son comportement ne s'apparente pas à celui du fer, c'est-à-dire qu'il ne précipite pas en eaux saumâtres. A partir des données et des informations que nous possédons, il est raisonnable de suggérer que les concentrations en mercure dissous au niveau de la batture devraient être comparables à celles mesurées aux stations 9037, 9025 et 9023 et qu'elles soient supérieures au critère de plein usage.

2.2.4 Conclusion

A partir des mesures indirectes obtenues, les eaux de la batture de Beauport sont de qualité moyenne. Les problèmes de qualité sont dûs, en particulier, à la présence de coliformes et de mercure dissous. Il est possible qu'à certaines périodes de l'année, d'autres variables dépassent le critère de plein usage. A cet effet, la turbidité peut devenir une variable importante lors de la crue printanière.

MORPHO-SEDIMENTOLOGIE

DIONNE, J.C., 1968. Morphologie et sédimentologie glacielle, littoral sud du Saint-Laurent. Zeitsch. Géomorph., Sp. Bd., 7: 56-84.

DIONNE, J.C., 1970. Aspects morpho-sédimentologiques du glacial, en particulier des côtes du Saint-Laurent. Québec, Env. Canada, Rapport d'information Q-FX-39, 324 p.

DIONNE, J.C., 1981. Données préliminaires sur la charge sédimentaire du couvert de glace dans la baie de Montmagny, Québec. Géographie physique et Quaternaire, 1981, vol. XXXV, no 2, p. 277-282, 9 fig.

GAUTHIER, B., 1978. Détermination de la slikke et application au benthos Laurentien, Isle-Verte, Québec. Géogr. phys. Quat., 1978, vol. XXXII, no 4, p. 333-349.

SAINT-JULIEN, P. et F.F. OSBORNE, 1973. Géologie de la région de la ville de Québec. Min. des Richesses Naturelles du Québec, rapp. DP-205, 30 p.

SERODES, J.B., 1980. Etude de la sédimentation intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Région du Québec, Direction de la planification et Gestion; 28 p.

VEGETATION

- BAILLARGEON, G., 1981. Zonation et modification de la composition de la flore vasculaire dans une région urbaine: la colline de Québec. Université Laval, Québec. Thèse de maîtrise, 206 p.
- DORAN, M.A., 1978. Etude écologique de la végétation et de son utilisation par la Grande Oie blanche (Anser caerulescens atlanticus) dans le marais intertidal de la Réserve nationale de la faune de Cap Tourmente, Rapport final, Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune, contrat KL-105-7-0196.
- DRYADE, Le groupe, 1980 a. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Rapport présenté au Service canadien de la faune. Environnement Canada, Région de Québec, 66 pages + dossier cartographique.
- DRYADE, Le groupe, 1980 b. L'aménagement des lits exondés des rivières Eastmain et Opinaca, Territoire de la Baie James, Québec. Enoncé d'envergure. Etude présentée à la direction environnement de la S.E.B.J. 57 p. + annexes.
- FASSETT, N.C. 1957. A Manual of Aquatic Plants; with Revision Appendix by Engene C. Ogden. The University of Wisconsin Press, 405 p.

- GAUTHIER, B. 1972. Recherches floristiques et écologiques sur l'hydrolittoral de l'archipel de Montmagny. Mémoire de maîtrise, U. Laval. 174 p.
- GAUTHIER, B. et V. LAVOIE, 1975. Limites hydrobiologiques au niveau de l'archipel de Montmagny, estuaire du Saint-Laurent. Naturaliste canadien 102: 653-662.
- HILL, M. 1973. Etude de la croissance de Scirpus americanus à Cap Tourmente, Sainte-Anne de Beaupré et Montmorency. Service canadien de la Faune. 71 p.
- LACOURSIERE, E. et M.M. GRANDTNER, 1971. Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'Ile d'Orléans. Naturaliste canadien 98: 443-459.
- LACOURSIERE, E. et M.M. GRANDTNER, 1972. Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaye, Ile d'Orléans, Québec. Naturaliste canadien 99: 469-507.
- LEMIEUX, L. 1973. Etude de la densité du Scirpus americanus sur les battures de Cap Tourmente. Service canadien de la faune. 42 p.
- PLURAM INC. 1981. Etude des répercussions environnementales de l'extension du Port de Québec. Volume 1 - Inventaires et analyses des sites. 364 p.
- WHIGHAM, D.F., J. McCORMICK, R.E. GOOD and R.L. SIMPSON, 1978. Biomass and Primary Production in Freshwater Tidal Wetlands of the Middle Atlantic Coast. In: Freshwater wetlands ed. by R.E. Good, D.F. Whigham, R.L. Simpson. Academic Press, N.Y., San Francisco, London.

FAUNE BENTHIQUE

- DEMERS, R., 1976. Le benthos, Phase I. Dir. de la Connaissance de la qualité du milieu (S.P.E.Q.). Etude sur le fleuve Saint-Laurent. 46 pp.
- DOYON, D., G. METHOT et R. McNEIL, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: la faune d'invertébrés benthiques des lagunes et leur importance pour les oiseaux de rivage. Dir. des Etudes Bio-Physiques. Office de la Planification et de Développement du Québec. OPDQ CREM-CRSE. 181 p. + 20 annexes.
- ECO-RECHERCHES LTEE, 1974. Etude planctonique et benthique. Etude du fleuve Saint-Laurent, tronçon Varennes-Montmagny. Environnement Canada, Transports Canada, SPEQ et MRNQ. 164 p.
- EDMONDSON, W.T., (éd.) 1971. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. IBP Handbook no 17. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 354 p.
- EPA, 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. Environmental Monitoring Series: EPA-670/4-73-001. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati.

- HYNES, H.B.N., 1972. The Ecology of Running Waters. University of Toronto Press, Suffolk, G.B., 218 p.
- HYNES, H.B.N., 1974. The Biology of Polluted Waters. University of Toronto Press, Cambridge, 190 p.
- LEVASSEUR, H., 1977. Etude du benthos du fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no 10. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. SPE. 201 p. + Annexes.
- MYERS, J.P., S.L. WILLIAMS et F.A. PITELKA, 1980. An experimental analysis of prey availability for sanderling (Aves: Scolopacidae) feeding on sandy beach crustaceans. Can. J. Zool. 58: 1564-1574.
- PLURAM INC., 1981. Etude des répercussions environnementales de l'extension du Port de Québec. Conseil des Ports Nationaux. Volume I. Inventaires et Analyses des sites. 364 p.
- SANDERS, H.L., E.M. GOODSMIT, E.L. MILLS et G.E. HAMPSON, 1962. A study of the intertidal fauna of Barnstable Harbor, Massachusetts. Limn. and Oceanogr. 7: 63-79.
- U.S. DEPT OF INTERIOR, 1967. Biology of Water Pollution. A collection of Selected Papers on Stream Pollution Waste Water and Water Treatment. FWPCA. 290 p.
- VADER, W.J.M., 1964. A preliminary investigation into the reactions of the infauna of the tidal flats to tidal fluctuations in water level. Neth. Jour. of Sea Research 2(2): 189-222.

FAUNE AVIENNE

A.B.Q., 1978. Les battures de Beauport. Mémoire présenté par l'Association des Biologistes du Québec aux Audiences Publiques concernant la construction de l'autoroute 440 sur les battures de Beauport. 58 pp. + annexe.

ARSENAULT, G., 1974. Industrial development in the metro-Quebec area and its impact on waterfowl. In: Canadian Wildlife Service Waterfowl Studies in Eastern Canada, 1969-73. ed by H. Boyd. Can. Wildlife Service Report Series Number 29. pp. 80-83.

BAKER, M.C., 1977. Shorebird food habits in the Eastern Canadian Arctic. The Condor 79: 56-62.

BOURGET, A., 1974. Migrations de la sauvagine dans la région de Québec. In: Canadian Wildlife Service Waterfowl Studies in Eastern Canada, 1969-73. ed by H. Boyd. Can. Wildlife Service Report Series Number 29. pp. 66-72.

BOURGET, A., M. CANTIN, G. CHAPDELAIN, P. DUPUIS, S. LEMIEUX, S.G. CURTIS et L. ALLEN, 1976. Description des zones sensibles pour les oiseaux migrateurs au Québec. Cartes des zones sensibles pour les oiseaux migrateurs du Québec. Canada, Env. Canada, Serv. Can. Faune, 198 pp.

BROUSSEAU, P., 1981. Distribution et abondance des oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent. Section Cornwall - La Pocatière. Environnement Canada. Service Canadien de la Faune.

C.O.Q., 1979. Le Dernier Mille. Dossiers sur l'environnement: les battures de Beauport. Club des Ornithologues du Québec Inc. 59 pp. + annexes.

DOYON, D., G. METHOT ET R. McNEIL, 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: La faune d'invertébrés benthiques des lagunes et leur importance pour les oiseaux de rivage. PIREDIM. Document produit par le CREM et le CERSE pour l'OPDQ. 181 pp.

DRYADE, 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Rapport présenté au Service Canadien de la Faune, Environnement Canada. 66 pp. + dossier cartographique.

DUPOIS, P. et A. BOURGET, 1978. Inventaires et importance des oiseaux aquatiques dans l'estuaire et la Haute Côte-Nord du Saint-Laurent. Rapport soumis au Comité d'Etude sur le fleuve Saint-Laurent par le Service canadien de la faune. 26 pp.

FORTIN, L., S.P. SAVARD et C. AUBERT, 1978. Etude des populations d'oiseaux de la région de Québec. Cahiers d'ornithologie Victor Gaboriault No: 2. Club des Ornithologues du Québec Inc., 201 pp.

GAUTHIER, J. et D. LEHOUX, 1978. Battures de Beauport (rapport préliminaire). Environnement Canada. Service Canadien de la Faune.

GAUTHIER, J., D. LEHOUX et J. ROSA, 1979. Intérêt floristique, entomologique du bassin D-4 sur les battures de Beauport. Environnement Canada. Service Canadien de la Faune. 29 pp.

MORRISON, R.I.G. et B.A. HARRINGTON, 1979. Critical Shorebird Ressources in James Bay and Eastern North America. In: Transaction of the 44th North American Wildlife and Natural Ressources Conference 1979, Wildlife Management Institute, Washington, D.C., pp. 498-507.

PECHES ET ENVIRONNEMENT CANADA, 1978. Mémoire soumis aux audiences publiques sur le projet d'autoroute 440 sur les battures de Beauport. 52 pp.

RECHER, H.F., 1966. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. Ecology 47(3): 393-407.

POTENTIEL D'EPURATION

ALLEN, G.W., 1976. Estuarine destruction, a monument to progress. Twenty-ninth north American Wildlife Conference Washington. pp. 324-331.

BEST, 1981. Les méthodes d'analyse du cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb et zinc dans l'eau, les sédiments, les milieux biologiques et l'air. Ministère de l'Environnement du Québec. Rapport no 29, 184 p.

BOYD, C.E., 1978. Chemical composition of wetland plants. In: Freshwater wetlands, Good R.E., D.F. Whigham, R.L. Simpson (eds.). Academic Press, New-York. pp. 155-168.

CHICK, H., 1908. J. Hyg. 8: 92

CONOVER, R., 1978. The transformation of organic water. In:

COOTE, A.R. et P.A. YEATS, 1979. Distribution of nutrients in the Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Board Can. 36: 122-131.

COUTURE, R., 1979 a. Distribution estivale du seston dans un estuaire à hauts-fonds en marge du détroit de Northumberland. Univ. du Québec à Rimouski, Thèse de M.Sc. 70 p.

- COUTURE, R., 1979 b. Relation protéine-glucide-lipide dans le matériel particulaire et chez Eurytemora herdmarie en fonction des substances de réserve. Proposition de thèse de Ph.D., Marine Sciences Center, Univ. McGill. 38 p.
- DARNELL, R.M., 1967. Organic detritus in relation to the estuarine ecosystem. In: Estuaries. Lauff, G.H. (ed.). American Association for the Advancement of Science, Washington D.C. pp. 376-382.
- DRAPEAU, G., 1980. Appréciation préliminaire de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent dans le contexte des aménagements de bassins des principales rivières de la Côte-Nord. Rapport pour la Direction de l'Environnement de l'Hydro-Québec. 46 p.
- DRYADE, Le groupe, 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs le long des rives de la rivière Richelieu, de la rivière Outaouais, du fleuve Saint-Laurent, de l'estuaire du Saint-Laurent, de la Côte Nord du Golfe Saint-Laurent, de la péninsule de Gaspé et des Iles de la Madeleine. Rapport présenté au Service canadien de la faune, Environnement Canada. Annexe cartographique.
- EL-SABH, M.I., 1979. The lower St. Lawrence estuary as a physical oceanographic system. Nat. Can. 106: 55-73.

- FLOODGATE, G.D., 1972. The mechanism of bacterial attachment to detritus in aquatic systems. In: Detritus and its role in aquatic ecosystems. Melchiorri-Santolini, U. et J.W. Hopton (eds.). Mémoire Dell'Instituto Italiano Di Idrobiologia. Pollanza, Italie. pp. 309-324.
- FORSTNER, U., 1979. Metal concentrations in river, lake and ocean waters. In: Förstner, U. et G.T.W. Wittmann (eds.). Metal pollution in the aquatic environment Springer-Verlag, New-York. pp. 71-109.
- GAUTHIER, J., D. LEHOUX et J. ROSA, 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada. Service canadien de la faune. 91 p.
- GOUIN, D. et D. MALO, 1977. Qualité générale de l'eau à proximité des berges. Rapport du Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no 39. 313 p.
- GRANT, R.R. et R. PATRICK, 1970. Tinicum marsh as a water purifier. In: Two studies of Tinicum Marsh, Delaware and Philadelphia Countries, PA. McCormick, J., RR. Grant et R.R. Patrick (eds.) (Washington: The Conservation Foundation).
- HARTLAND-ROW, R., 1973. Use of swampland as a natural sink for receipt of sewage effluent. Environmental-Social Committee, Northern Pipelines, Task Force on Northern Oil Development. Report no 73-15, 52 p.

- HASSAN, M.E., 1975. Some effects of river regulation on marginal seas. *Ocean Management* 2: 333-344.
- I.N.R.S.-Eau, 1975. Aspects physiques, chimiques et biologiques du Saint-Laurent sur le tronçon Cornwall-Montmagny. Annexe cartographique. Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent.
- JANSON, M. et H. SLOTERDIJK, 1982. Données sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada, Direction Générale des eaux intérieures, Ottawa. 159 p.
- KRANCK, K., 1979. Dynamics and distribution of suspended particulate matter in the St. Lawrence estuary. *Nat. Can.* 106: 163-173.
- MALO, D., 1978 a. Les sources de polluants. In: Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent. Rapport d'étude sur le tronçon en aval de Montmagny, volume 4, chapitre 10. pp. 810-882.
- MALO, D., 1978 b. Qualité de l'eau dans l'estuaire. In: Comité d'Etude sur le Fleuve Saint-Laurent. Rapport d'étude sur le tronçon en aval de Montmagny, volume 3, pp. 465-485.
- MAUN, K.H., 1972. Macrophyte production and detritus food chains in coastal waters. In: Detritus and its role in aquatic ecosystems. *Proc. IBP-UNESCO Symp.* 29: 37-53.

- McINTIRE, G.L. et W.M. DUNSTAN, 1976. Seasonal measurements of carbon, nitrogen, ash, iron, carbohydrates and pigments from geographically different Spartina alterniflora marshes in the southeast. Georgia Mar. Sci. Center Tech. Rep. Ser. no 76-5. 21 p.
- McIVER, A., 1972. Primary and secondary production in Malpeque Bay (P.E.I.) compared with one of its tributaries area the nearly Gulf of St. Lawrence. Univer. McGill, Thèse de M.Sc. 83 p.
- NIXON, S.W. et C.A. OVIATT, 1973. Ecology of New England salt marsh. Ecol. Monogr. 43: 463-498.
- ODUM, E.P. et A.A. DE LA CRUZ, 1967. Particulate organic detritus in a Georgia salt marsh - estuarine system. In: Estuaries. Lauff, G.H. (ed.). Publ. Amer. Ass. Adv. Sci. 83: 383-388.
- POULET, S.A., 1973. Grazing of Pseudocalanus minutus on naturally occurring particulate matter. Limnol. Oceanogr. 18: 564-573.
- REDFIELD, A.C., 1972. Development of New England salt marsh. Ecol. Monogr. 42: 201-237.
- SINCLAIR, M., 1977. Phytoplankton distributions in the lower St. Lawrence estuary. Ph.D. thesis, Univ. California. 200 pp.

- SINCLAIR, M., M.I. EL-SABH et J.R. BRINDLE, 1976. Seaward nutrient transport in the lower St. Lawrence estuary. J. Fish. Res. Board Can. 33: 1271-1277.
- STEVEN, D.M., 1974. Primary and secondary production in the Gulf of St. Lawrence. Mar. Sc. Center Manus. Rep. no 26: 116 pp.
- TEAL, J.M., 1962. Energy flow in the saltmarsh ecosystem of Georgia. Ecology 43: 614-624.
- TEAL, J. et M. TEAL, 1969. Life and death of a saltmarsh. Atlantic Monthly Press Book, Boston. 278 pp.
- THAYER, G.W., 1974. Identity and regulation of nutrients limiting phytoplankton production in the shallow estuaries near Beaufort, N.C. Ecologia 14: 75-92.
- TSIVOGLOU, E.C., 1967. Tracer measurement of stream reaeration. Federal water pollution control administration. U.S. department of the interior, Washington. D.C. 86 pp.
- VELZ, C.J., 1970. Applied stream sanitation. Wiley-Interscience, New York. 619 pp.
- WHIGHAM, D.F., J. McCORMICK, R.E. GOOD et R.L. SIMPSON, 1978. Biomass and primary production in freshwater tidal wetlands of the middle Atlantic coast. In: Freshwater wetlands. Good, R.E., D.F. Washington et R.L. Simpson (eds). Academic Press, New-York, pp. 3-20.

WILLIAMS, R.B., 1966. Annual phytoplankton production in a system of shallow temperate estuaries. In: Barnes, H. (ed.) Some Contemporary studies in marine science. pp. 699-716. George Allen and Unwin Ltd., London.