

CSL-4020
SC0405 H83a
2-EX...
27-2-96

**Addition du critère
"Intégrité des écosystèmes naturels"
dans la régularisation du niveau dans le
Bassin Saint-Laurent-Grands Lacs.**

Sommaire de la présentation faite par

Environnement Canada (Région du Québec)

à la Séance publique du
Conseil International de Contrôle du Fleuve Saint-Laurent
(Commission Mixte Internationale)

tenue au Marché Bonsecours, Montréal le 7 Novembre 1995

document préparé par
Christiane Hudon et Alain Armellin, Centre Saint-Laurent
105 McGill, Montréal, P.Q. Canada H2Y 2E7
(514) 283-7000

CENTRE DE DOCUMENTATION CSL
105, MCGILL, 2^{ème} étage
MONTREAL (Québec) H2Y 2E7
Tél.: (514) 283-2762
Fax: (514) 283-9451

Introduction

La régularisation du niveau des Grands Lacs repose depuis 1963 (Plan 1958-D) sur des critères axés sur:

- a) la production hydroélectrique dans le bassin;
- b) la navigation commerciale;
- c) les dommages aux propriétés riveraines.

En 1993, l'Étude du renvoi sur les niveaux (CÉTRN, 1993) présentée à la Commission Mixte Internationale (CMI) énumérait les principes directeurs pour la gestion du réseau Saint-Laurent Grands Lacs, parmi lesquels on énonçait que «Toute initiative approuvée ou prise doit être soutenable par l'environnement et respecter l'intégrité de l'écosystème du réseau du fleuve Saint-Laurent et des Grands Lacs». L'addition du critère d'intégrité des écosystèmes naturels dans cette étude était cependant qualitative et utilisait les terres humides comme indicateur de santé globale du milieu aquatique du bassin des Grands Lacs.

Tout en reconnaissant le bien fondé de cette initiative par la CMI, Environnement Canada (Région du Québec) recommande la poursuite des efforts pour inclure ce critère de façon formelle dans le processus de gestion des niveaux d'eau du bassin Saint-Laurent-Grands

Lacs. Le présent rapport documente certains des impacts environnementaux de la régularisation du niveau et du débit du Saint-Laurent sur les écosystèmes fluviaux.

Variations historiques de débit et de niveau du fleuve Saint-Laurent

Dans les conditions naturelles, les rivières et les fleuves de milieux tempérés connaissent d'importantes variations saisonnières de niveau et de débit. Les valeurs sont minimales en hiver, sous couvert de glace et le dégel printanier est responsable d'un épisode de crue, entraînant la formation d'une plaine d'inondation, dont la superficie et la durée d'existence varient selon les années. La diminution du ruissellement estival favorise le retrait progressif des eaux à leur niveau d'étiage, qui peut persister jusqu'à l'hiver, ou être suivi d'une seconde crue automnale de moindre importance que celle du printemps.

Dans le Saint-Laurent, de nombreux ouvrages et modifications physiographiques ont été effectués en amont du Lac Saint-Louis depuis la construction, en 1924, du premier barrage hydroélectrique au fil de l'eau à Les Cèdres. Ces ouvrages ont entraîné des altérations importantes du débit et du niveau du fleuve. Certaines années (p. ex. 1973, 1990) ont affiché un patron de fluctuation saisonnier conforme aux conditions « dites naturelles » décrites ci-dessus, tandis que d'autres années (1964, 1995) ont eu un patron saisonnier nettement différent (Fig. 1). En 1995, le débit à Cornwall est resté relativement stable de mars à octobre, tandis que les fluctuations de débit de l'Outaouais à Carillon, qui s'y additionnent à la confluence, étaient responsables des changements mensuels de débit (Fig. 2).

En plus des différences de patron saisonnier, on observe des changements (à échelle de la décennie) de niveau moyen annuel et d'amplitude annuelle des variations de niveau. Depuis la mise en service du barrage R.H. Saunders (1958), le niveau du lac Saint-François est stabilisé à un marnage < 10 cm, oscillant autour d'un niveau annuel moyen constant à 46.5 cm (Fig. 3). Avant la construction de cet ouvrage (1919-1958), le marnage du lac Saint-François était de l'ordre de 30 cm, avec un niveau annuel moyen variable. À la station de Sorel, le niveau moyen subit des changements cycliques dont l'amplitude saisonnière est de l'ordre de 2 m (Fig. 4). Cette amplitude élevée permet la formation d'une importante plaine d'inondation au Lac Saint-Pierre à chaque printemps. Ces variations maintiennent une grande diversité de milieux humides (Fig. 5), qui constituent une vaste zone de transition entre la terre ferme, où domine la végétation terrestre, et le milieu purement aquatique. Outre leur intérêt intrinsèque comme sites de grande biodiversité et de forte production biologique, ces habitats riverains sont utilisés par une variété de vertébrés aquatiques (Fig. 6).

La persistance d'une plaine d'inondation semble donc jouer un rôle important dans le maintien des habitats riverains, des organismes qui l'utilisent et, par ricochet, de plusieurs types d'usagers (humains) qui en tirent des bénéfices socio-économiques (Fig. 7).

Impacts sur les habitats riverains et ses habitants

Un survol de la littérature scientifique permet d'identifier plusieurs compartiments biologiques et processus susceptibles d'être affectés par des changements au régime saisonnier de débit et de niveau du Saint-Laurent.

Milieux humides. L'effet des fluctuations du niveau sur la superficie des milieux humides a été étudié au Lac Michigan (Jaworski *et al.* 1979, Lyon & Drobney 1984), au Lac Saint-François (Jean & Bouchard 1991, 1993), au Lac Saint-Louis (Jean *et al.* 1992) et dans l'estuaire fluvial (Grondines) (Bégin 1990) du Saint-Laurent. La régularisation du niveau du Lac Saint-François pourrait expliquer les changements de composition, de distribution et d'abondance des plantes aquatiques rapportés entre 1960 et 1973 (Owen & Wile, 1975). Selon la pente du littoral, la superficie des milieux humides peut être accrue ou diminuée en fonction du niveau annuel (Jean *et al.* 1992, Bergeron & Picard 1992, Lavoie *et al.* 1991). Il convient cependant de noter que le maintien des milieux humides repose sur la fluctuation saisonnière du niveau d'eau, dont l'amplitude totale et le timing (hautes eaux au printemps et étiage estival) doivent être respectés pour assurer leur maintien. La fluctuation saisonnière des niveaux d'eau augmente la superficie des milieux humides ainsi que la diversité des types de végétation et des espèces (Keddy & Reznicek 1986). La production biologique des milieux humides, la chimie des sols et le cycle de l'azote et du phosphore sont aussi fortement influencés par le niveau d'eau (Kelley *et al.* 1985; Lyon *et al.* 1985).

Poissons. Le timing saisonnier et la superficie des habitats de la plaine d'inondation sont critiques pour le frai, l'alevinage et la nutrition de nombreuses espèces de poissons (Therrien *et al.* 1991). Par exemple, la dévalaison des larves de l'Esturgeon jaune (LaHaye & Fortin 1990) et du Poulamon (Fortin *et al.* 1990) dans le fleuve et ses affluents coïncide avec certains épisodes de forts débits.

À la fin des années 1980, le Poulamon Atlantique du fleuve Saint-Laurent a montré d'importantes modifications de paramètres de population et de ses effectifs. Les structures de taille et d'âge des mâles et de femelles sont déséquilibrées et la croissance des Poulamons a augmenté. Plusieurs facteurs environnementaux expliqueraient ces variations des classes d'âge du Poulamon : le débit et le niveau du fleuve en hiver (décembre et janvier) au cours de la montaison du Poulamon et la température de l'eau en juillet dans l'habitat estival, situé dans le moyen estuaire, des larves et jeunes (Mailhot *et al.*, 1988).

Les zones de gravier à courant rapide sont utilisées pour le frai et l'alimentation des salmonidés et du Doré, tandis que les herbiers et la plaine d'inondation sont utilisés par la Perchaude et le Brochet (Scott & Crossman 1974). Fortin *et al.* (1982) ont mis en évidence la relation la température de l'air et les hauts niveaux durant l'été et la force des cohortes du Grand Brochet dans le Richelieu. Le maintien artificiel d'un haut niveau d'eau sur la frayère multispécifique de la rivière aux Pins a permis une production accrue d'alevins de Grand Brochet et d'autres espèces d'eau chaude (Massé *et al.*, 1986). Les variations de niveau et du milieu physique (incluant la superficie d'habitat disponible) affectent donc potentiellement la production globale de plusieurs espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial (Dutil *et al.* 1982, Mailhot 1984, Robitaille *et al.* 1988).

Sauvagine et oiseaux de rivage. Le timing saisonnier, l'amplitude totale de variation et la superficie des habitats de la plaine d'inondation sont critiques pour la nidification, l'élevage des jeunes et l'alimentation de plusieurs espèces de sauvagine (canards) et d'autres espèces d'oiseaux de rivage. Les milieux humides sont utilisés par un grand nombre d'oiseaux pour l'alimentation, la nidification et l'élevage des couvés. Chacun de ces milieux : herbier aquatique, marais, marécage et prairie humide, sont utilisés à tour de rôle pour répondre à divers besoins. Ainsi chez les canards barboteurs, la prairie humide est utilisée lors de la nidification tandis que le marais est utilisé pour l'élevage des canetons.

Les variations de niveau d'eau se traduiraient par des pertes ou des gains en superficie des différents types de milieux humides et pourraient ainsi favoriser ou nuire à certaines espèces (Mousseau, 1995). Les variations de niveau d'eau sont susceptibles de modifier la diversité végétale et animale des habitats humides, réduisant ainsi leur attrait, entraînant une diminution du nombre d'espèces et du nombre d'oiseaux. Des effets directs du niveau d'eau peuvent être observés chez les espèces nicheuses; par exemple, une brusque augmentation du niveau d'eau peut entraîner une inondation du nid et la perte d'oeufs ou d'oisillons. (MLCP, 1983). Les variations de niveau pourraient donc contrôler indirectement la production et la survie annuelle des jeunes canards dans les zones littorales du Saint-Laurent (Mailhot, 1984; Bélanger, 1989).

Amphibiens. Il existe peu d'études sur la biologie et la dynamique des populations d'amphibiens de la vallée du Saint-Laurent.

Ces vertébrés sont étroitement associés aux milieux humides et au fleuve Saint-Laurent où ils trouvent les conditions environnementales favorables pour leur reproduction, leur croissance et leur alimentation. Toutefois, leur dépendance vis-à-vis l'eau varie selon les espèces; ainsi, le crapaud est considéré comme terrestre et n'utilise les milieux humides que pour sa reproduction, d'autres comme le Necture tacheté sont entièrement aquatiques et accomplissent une grande partie de leur cycle de vie dans l'eau (Bider & Matte, 1994).

Certains milieux humides du Saint-Laurent, particulièrement dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre, abritent d'importantes concentrations d'amphibiens. Toutefois depuis quelques années leur abondance serait en déclin (Marcotte, 1981). Cette diminution serait due à la perte d'habitat suite à l'assèchement de la plaine inondable (Benoit *et al.*, 1987). Finalement, plusieurs de ces espèces sont considérées comme rares, menacées ou vulnérables au Québec, et font donc l'objet d'attention particulière par plusieurs ministères fédéral et provincial.

Reptiles. Les reptiles du Québec sont représentés par deux ordres : les Testudines et les Squamates (Cook, 1984). La plupart de ces reptiles sont terrestres, cependant plusieurs espèces sont aquatiques et fréquentent les milieux humides du fleuve Saint-Laurent où ils s'alimentent. Leur reproduction est terrestre, utilisant un nid creusé à proximité de l'eau dans le sable ou un substrat mou. Plus de sept espèces de tortues et deux espèces de serpents sont associées aux milieux humides. L'importance des populations n'est pas connue de façon précise, quoique la Chelydre serpentine et la Tortue peinte soient considérées comme communes. Les autres espèces sont rares et leur distribution limitée au sud-ouest de la province (Bider & Matte, 1994). La plupart des populations de reptiles du Québec sont considérées comme menacées suite à la destruction de leur habitat, la pollution ou la destruction gratuite (Bouchard & Millet, 1993; MLCP, 1992).

Plusieurs reptiles : Tortue géographique, Tortue mouchetée, Tortue molle à épines et autres espèces de reptiles sont aussi l'objet d'une attention particulière de la part des ministères fédéraux et provinciaux.

Rat musqué. Le Rat musqué est un mammifère semi-aquatique abondant dans le fleuve Saint-Laurent et ses affluents. Ce animal est très recherché pour le trappage : 75 p. 100 des trappeurs axent leur effort de trappe sur le Rat musqué (Blanchette, 1989).

Ce mammifère construit des huttes ou des terriers pour y habiter et s'alimenter; les entrées de ces abris sont sous le niveau de l'eau. Les modifications du niveau d'eau : assèchement ou inondation ont des conséquences importantes sur les populations de Rat musqué particulièrement lorsque ces événements se produisent lors de la saison hivernale ou au printemps lors de la mise bas (Bélanger, 1986). Par ailleurs, l'abandon des huttes ou des terriers, par les rats musqué, aurait comme conséquences d'accroître la vulnérabilité à la prédation, d'entraîner la migration des individus et d'augmenter les conflits intra-spécifiques (Bélanger, 1986; Blanchette, 1989; 1987).

Autres impacts

Outre la persistance des milieux humides et des vertébrés aquatiques utilisant cet habitat, les modifications de débit, de niveau et de vitesse de courant sont aussi susceptibles d'exercer des impacts sur d'autres compartiments de l'écosystème Saint-Laurent (Fig. 8).

Qualité de l'eau. La concentration de certains types de matériel particulaire et dissous (incluant certains contaminants) peut varier en relation positive ou négative avec le débit du fleuve, selon le mécanisme contrôlant l'apport de chaque type de substance. Par exemple, la concentration de matières en suspension totales s'accroît avec le débit fluvial suite à la resuspension des sédiments, de l'érosion des berges et des apports par ruissellement (Frenette *et al.*, 1989). Par contre, certains types de contaminants d'origine anthropique sont dilués en conditions de fort débit. En condition de faible débit, le faible taux de renouvellement des eaux dans les lacs fluviaux favorise la prolifération et l'accumulation de certains types d'algues entraînant des problèmes esthétiques sur les rives (e.g. *Cladophora*, Auer *et al.* 1982), de goût, d'odeur ou de colmatage aux stations municipales de filtration et de traitement des eaux. La plus faible dilution des effluents municipaux chargés de coliformes fécaux (Lamarche, 1992) aggrave la perte de l'usage des rives pour la récréation (baignade, navigation de plaisance, éco-tourisme).

Dynamique des sédiments contaminés. La sédimentation et la rétention des particules contaminées sont accrues en conditions de faible débit fluvial (Carignan *et al.*, 1994). En conjonction avec l'augmentation de biomasse et l'accumulation de plantes mortes se produisant aussi lors de faible débit, ces conditions pourraient augmenter le transfert des contaminants organiques dans la chaîne alimentaire fluviale. En période de fort débit ainsi que lors de la débâcle printanière, les sédiments et les plantes mortes sont resuspendus du fond vers la colonne d'eau et entraînés vers l'aval (Carignan *et al.*, 1995).

Benthos. L'abondance et le degré de contamination de plusieurs espèces d'organismes benthiques associés aux plantes aquatiques submergées (amphipodes, gastéropodes, décapodes)

pourrait varier en fonction des conditions prévalentes dans leur habitat (Pinel-Alloul *et al.*, 1993), et témoigner de façon indirecte des variations de niveau/débit du fleuve. De plus, la distribution et l'abondance de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) dans le Saint-Laurent reposent sur la dérive planctonique des larves et leur fixation à un substrat (Lapierre *et al.*, 1994). Des études récentes (de Lafontaine, CSL, données non publiées) suggèrent que les années caractérisées par un faible débit fluvial correspondent aux forts succès de recrutement annuel de cette espèce.

Plantes aquatiques submergées. La croissance et l'accumulation de biomasse des plantes aquatiques (Saint-Cyr *et al.*, 1992; Fortin *et al.*, 1993) sont favorisées par les conditions de bas niveau (qui augmente la pénétration lumineuse en profondeur), les faibles valeurs de débit et de vitesse de courant (qui permettent aux plantes mortes de s'accumuler). La teneur en matière organique des sédiments des zones peu profondes se trouverait par le fait même accrue, augmentant la dégradation bactérienne anaérobie et la probabilité d'odeurs fétides dues à la production de méthane. Par ailleurs, l'accroissement de la densité de végétation et l'accumulation de débris organiques pourraient exercer des impacts majeurs en entravant la navigation de plaisance (Owen & Wile 1975).

Ajout du critère « Intégrité des écosystèmes naturels »

Les compartiments biologiques et les impacts potentiels énumérés ci-dessus ne constituent pas une liste exhaustive, mais représentent plutôt une série d'exemples pour lesquels les connaissances acquises permettent d'envisager un impact. Cette brève revue indique que la persistance d'un cycle saisonnier de niveau, incluant une crue printanière et un étiage estival, est essentielle à la survie des organismes dont le cycle vital est basé sur ces fluctuations saisonnières. Plusieurs des écosystèmes du Saint-Laurent subsistent encore, malgré les nombreuses modifications qu'ont subi le niveau et le débit du Saint-Laurent depuis 70 ans. La protection et la mise en valeur de ces habitats ont pris une place croissante dans les préoccupations publiques, donnant lieu à d'importants efforts (PASL, SLV-2000) pour l'amélioration de l'environnement fluvial.

L'utilisation future du critère "intégrité des écosystèmes naturels" par la Commission Mixte Internationale repose cependant sur (Fig. 9):

- 1) La compréhension des mécanismes d'interaction du débit avec le biota
- 2) L'identification de certains compartiments biologiques-clef pouvant servir d'indicateurs
- 3) L'évaluation quantitative de la réponse de ces indicateurs aux variations de débit (modèles prédictifs)
- 4) L'établissement de limites "acceptables" de débit/niveau pour chacun des indicateurs

Cette démarche requiert l'utilisation des connaissances déjà disponibles, quoique l'acquisition de nouvelles connaissances soit nécessaire pour combler certaines lacunes. Les informations acquises par le Centre Saint-Laurent (Environnement Canada) sont mises à la disposition de la CMI pour l'élaboration de critères environnementaux spécifiques pour le fleuve Saint-Laurent (voir la liste en annexe).

L'inclusion d'un critère d'intégrité des écosystèmes naturels dans le processus de gestion du niveau permettrait de tenir compte de la préservation de la diversité biologique lors de la prise de décision de gestion des niveaux, pour permettre d'en prévoir les conséquences environnementales sur le milieu fluvial. Le poids devant être alloué au patrimoine naturel dans les situations de conflits entre les usagers devrait cependant être évalué autrement que sur la base socio-économique traditionnellement utilisée.

Conclusions

Le rapport final présenté à la CMI concernant les fluctuations du niveau d'eau (Au courant Vol. No. 8, 31 Mars 1993), fait état de 42 recommandations pour la gestion des niveaux dans le bassin Saint-Laurent-Grands Lacs. Or, ces mesures traitent principalement de conditions de forte hydrolicité et de régime de crue, qui ont longtemps représenté les conditions les plus préoccupantes pour le maintien des infrastructures publiques et des propriétés privées situées le long des rives.

Par ailleurs, l'impact des changements climatiques pourrait être une diminution des précipitations sur le bassin des Grands Lacs, engendrant des conflits entre les usagers et les différentes parties du bassin pour la rétention et l'usage de la ressource « eau ». L'année 1995 représente un exemple récent des impacts multiples d'une carence naturelle en eau, et des difficiles décisions auxquelles sera confrontée la CMI si cette situation se perpétue. La régulation du niveau, l'élimination des fluctuations saisonnières et la réduction globale du débit pourraient exercer un impact cumulatif important sur la santé des écosystèmes fluviaux du Saint-Laurent. Dans ce contexte, il est crucial d'accorder aux impacts environnementaux une place importante dans le processus de gestion des niveaux.

Références

- Auger, D., Bureau, J., Dubé, Y., J. Leclerc, G. Lépine, M. Léveillé, P. Ragault & M. Rousseau. 1984. La faune et son habitat : problématique, synthèse des études et des éléments de solution. Rapport technique. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service Archipel.
- Auer, M.T., R.P. Canale, H.C. Grunler & Y. Matsuoka. 1982. Ecological studies and mathematical modeling of *Cladophora* in lake Huron; I. Program description and field monitoring of growth dynamics. J. Great Lakes Res. 8: 73-83
- Bégin, Y. 1990. The effects of shoreline transgression on woody plants, Upper St. Lawrence estuary, Quebec. J. Coast. Res. 6: 815-827.
- Bélanger, R. 1986. Influence de faibles hausses de niveau d'eau sur les populations de Rats musqués dans le sud-ouest du Québec pour le Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 35 p.

Bélanger, L. 1989. Potentiel des Iles du Saint-Laurent dulcicole pour la sauvagine et plan de protection. Environnement Canada, Service Canadien de la Faune, Région de Québec. 34 pp.

Bellrose & Low 1943. Influence of flood and low water levels on the survivals muskrats J. of Mammal. 24 : 173 - 188.

Benoît, J., Bergeron, R., Bourgeois, J.-C., Desjardins, S., Picard, J., 1987. Les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre : synthèse des connaissances, Ministère du loisir, chasse et pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, 123 p.

Bergeron, P. & F. Picard. 1992. Cartographie des zones inondables: Rivière Matapédia à Causapscal. - Québec: Ministère de l'Environnement et Environnement Canada. Plan d'Action Saint-Laurent.

Bergeron, L. 1995. Les niveaux extrêmes d'eau dans le Saint-Laurent: ses conséquences économiques et l'influence des facteurs climatiques. Rapport présenté à Environnement Canada, Direction de l'environnement atmosphérique. 70 p. + 2 ann.

Bider, R.J. & S. Matte .1994. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et Ministère de L'Environnement et de la faune, Direction de la faune et de habitats.

Blanchette, P. 1989. Effets des inondations sur une population de Rat musqué au sud-ouest du Québec Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 59 p.

Blanchette, P. 1987. Problématique de la conservation des habitats de Rat musqué au Québec pour le Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 15 p.

Bouchard, H. & P. Millet.1993. Le Saint-Laurent: milieux de vie diversifiés. Bilan Saint-Laurent. Centre Saint-Laurent.

Carignan, R., S. Lorrain & K. Lum. 1994. A 50-yr record of pollution by nutrients, trace metals and organic chemicals in the St.Lawrence River. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1088-1100.

Carignan, R., S. Lorrain & K. Lum. 1995. Sediment dynamics in the fluvial lakes of the St.Lawrence River: Accumulation rates and residence time of mobile sediments. Geochim. Cosmochim. Acta (sous presse):

CÉTRN (Conseil d'étude aux termes du renvoi sur les niveaux). 1993. Étude du renvoi sur les niveaux du Bassin du Saint-Laurent et des Grands Lacs. Présentée à la Commission Mixte Internationale, le 31 Mars 1993. ISBN 1-895085-51-9. 114 p. + 5 ann.

Dutil, J.-D., M. Fortin & Y. Vigneault. 1982. L'importance des zones littorales pour les ressources halieutiques. Rapp. Man. Can. Sc. Aquat. Halieut. 1653: 28 pp.

Fortin, G., L. Saint-Cyr & M. Leclerc. 1993. Distribution of submerged macrophytes by echosounder tracings in Lake Saint-Pierre, Québec. *J. Aquat. Plant Management* 31: 232-240.

Fortin, R., C. Léveillé, P. Laramée & Y. Mailhot. 1990. Reproduction and year-class strength of the Atlantic tomcod (*Microgadus tomcod*) in the Sainte-Anne River, at La Pêrade, Québec. *Can. J. Zool.* 68: 1350-1359.

Fortin, R., P. Dumont, H. Fournier, C. Cadieux & D. Villeneuve. 1982. Reproduction et force des classes d'âge du Grand Brochet (*Esox lucius*) dans le Haut-Richelieu et la baie Missisquoi. *Can. J. Zool.* 60 : 227-240

Frenette, M., C. Barbeau & J.-L. Verrette. 1989. Aspects quantitatifs, dynamiques et qualitatifs des sédiments du Saint-Laurent. Rapport déposé par Hydrotech In. pour Environnement Canada et le Gouvernement du Québec. Projet de mise en valeur du Saint-Laurent. 185 p. + ann.

Jaworski, E., C.N. Raphael, P.J. Mansfield & B.B. Williamson. 1979. Impact of Great Lakes water level fluctuations on coastal wetlands. Report prepared for the Office of water resources and technology (OWRT), U.S. Dept. of Interior. 351 pp.

Jean, M., M. D'Aoust, L. Gratton & A. Bouchard. 1992. Impact of water level fluctuation on wetlands: Lake Saint-Louis case study. Rapport présenté à la Commission Mixte Internationale. Étude des niveaux de référence. 79 p.

Jean, M. & A. Bouchard. 1991. Temporal changes in wetland landscapes of a section of the St. Lawrence River, Canada. *Environm. Manag.* 15: 241-250.

Jean, M. & A. Bouchard. 1993. Riverine wetland vegetation: importance of small-scale and large-scale environmental variation. *J. Veget. Sci.* 4: 609-620.

Keddy, P.A. & A.A. Reznicek. 1986. Great Lakes vegetation dynamics: the role of fluctuating water levels and buried seeds. *J. Great Lakes Res.* 12: 25-36.

Kelley, J.C., T.M. Burton & W.R. Enslin. 1985. The effects of natural water level fluctuations on N and P cycling in a Great Lakes marsh. *Wetlands* 4: 159-175.

LaHaye, M. & R. Fortin. 1990. caractérisation de l'habitat de frai et de l'habitat des juvéniles de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la région de Montréal: Rapport de recherches pour le Plan d'Action Saint-Laurent. 81 p. + ann.

Lamarche, A. 1992. Quality of water for direct human consumption. Assessment of St. Lawrence river water. Cornwall-Ile d'Orléans section, 1978-1988. Rapport du Centre Saint-Laurent. Plan d'Action Saint-Laurent. 89 pp. + ann.

Lapierre, L., J. Fontaine & B. Cusson. 1994. Distribution spatiale des larves et stades fixés de la moule zébrée, *Dreissena polymorpha*, dans le Saint-Laurent au cours de 1991. Rapport scientifique du Centre Saint-Laurent. 66 p. + ann.

Lavoie, A. F. Boivin & B.G. Béné. 1991. Cartographie quantitative des macrophytes du lac Saint-Pierre avec le capteur MEIS-II. Rapport scientifique du Centre Saint-Laurent. 41 p. + ann.

Lyon, J.G. & R.D. Drobney. 1984. Lake level effects as measured from aerial photos. J. Surveying Engin. 110: 103-111.

Lyon, J.G., R.D. Drobney & C.E. Olson Jr. 1986. Effects of Lake Michigan water levels on wetland soil chemistry and distribution of plants in the Straits of Mackinac. J. Great Lakes res. 12: 175-183.

Mailhot, Y. 1984. L'importance de la plaine de débordement du Lac Saint-Pierre pour la faune... et pour nous tous. 21 p. Brochure du Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (Direction régionale de Trois-Rivières et Direction générale de la Faune), Service Canadien de la Faune et Corporation pour la mise en valeur du Lac Saint-Pierre.

Mailhot, Y., J. Scorsati & D. Bourbeau 1988. La population du Poulamon Atlantique de La Pérade : Bilan, État de la situation actuelle en 1988 et nouveaux aspects de l'écologie de l'espèce. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de Trois-Rivières, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.

Marcotte, A. 1981. L'exploitation des grenouilles au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, rapport technique n° 06-34, 75 p.

Massé, G., R. Fortin, P. Dumont & J. Ferraris 1986. Étude et aménagement de la frayère multispécifiques de la rivière aux Pins et dynamique de la population de Grand Brochet, *Esox lucius* L., du fleuve Saint-Laurent, Boucherville, Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de Montréal, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche 1992. Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. MLCP, Direction générale de la ressource faunique, 107 p.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche 1983. La protection des habitats fauniques au Québec, les activités d'altération des milieux et leurs répercussions sur la faune dans Sarrazin (éd), Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, 175 p.

Mousseau, P. 1995. Communication personnelle. Biologiste conseil.

Owen, G. & I. Wiles. 1975. Causes, consequences and control of excessive plant growths in Lake St. Francis. Rapport manuscrit du Ministère de l'environnement de l'Ontario. 34 p. + ann.

Pinel-Alloul, B., P. Campbell & J. Hubert. 1993. Prédiction de la bioaccumulation des métaux lourds chez les organismes phytophiles des lacs fluviaux du Saint-Laurent. Rapport de recherche présenté au Centre Saint-Laurent et au CRSNG. 10 p.

Robitaille, J.A., Y. Vigneault, G. Shooner, C. Pomerleau & Y. Mailhot. 1988. Modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales. Données complémentaires sur les pêches commerciales en eau douce au Québec. Rapport Statistique Canadien des Sciences Halieutiques et Aquatiques 697:

Saint-Cyr, L., P. Campbell & K. Guertin. 1992. Évaluation de la biomasse et du contenu en métaux traces des plantes aquatiques submergées du Lac Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent. Rapport de l'INRS-Eau pour le Centre Saint-Laurent. 226 pp. + ann.

Scott, W.B. & E.J. Crossman. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Bulletin 184. 1026 p.

Therrien, J., H. Marquis & G. Shooner. 1991. Caractérisation des habitats recherchés pour la fraie des principales espèces de poisson du fleuve Saint-Laurent (Cornwall à Montmagny). Rapport scientifique par le Groupe Environnement Shooner pour le Centre Saint-Laurent. 16 pp. + ann.

Légende des figures

1. Fluctuations saisonnières de débit cumulatif aux stations de LaSalle et du Canal de la Rive Sud (Voie Maritime à Côte Sainte-Catherine), au cours des années 1964, 1973, 1990 et 1995. La valeur correspondante du niveau (relativement au zéro des cartes - Chart Datum) est indiquée sur l'axe de droite, pour fins de comparaison. Données d'Environnement Canada, Direction de l'Environnement Atmosphérique.
2. Valeurs journalières cumulées de débit à Cornwall (zone hachurée) et à Carillon (zone claire) du 1er Mars au 15 Octobre 1995, dont la somme correspond au débit du Saint-Laurent dans la région montréalaise. Données d'Environnement Canada, Direction de l'Environnement Atmosphérique.
3. Niveaux d'eau moyens mensuels à la station de Coteau-Landing (1919-1994), Lac Saint-François (Tiré de Bergeron 1995, données du Ministère des Pêches et des Océans, Service hydrographique du Canada).
4. Niveaux d'eau moyens mensuels à la station de Sorel (1919-1994), à l'entrée du Lac Saint-Pierre (Tiré de Bergeron 1995, données du Ministère des Pêches et des Océans, Service hydrographique du Canada).
5. Cartographie des milieux humides du Lac Saint-Pierre, faite à partir de l'image LANDSAT-TM du 26 Août 1986. Données d'Environnement Canada, Centre Saint-Laurent.
6. Principales utilisations par la faune des différents types de végétation du Lac Saint-Louis. Adapté de Auger et al. 1984.
7. Diagramme des relations entre les modifications du milieu physique, les compartiments biologiques et les usagers, faisant intervenir le patron saisonnier de crue et d'étiage.
8. Diagramme des relations entre les modifications du milieu physique, les compartiments biologiques et les usagers, faisant intervenir le débit, le niveau de l'eau et la vitesse du courant.
9. Sommaire des conditions requises pour l'ajout du critère « Préservation des écosystèmes naturels » et considérations additionnelles.

Fluctuations saisonnières de débit LaSalle + CRS

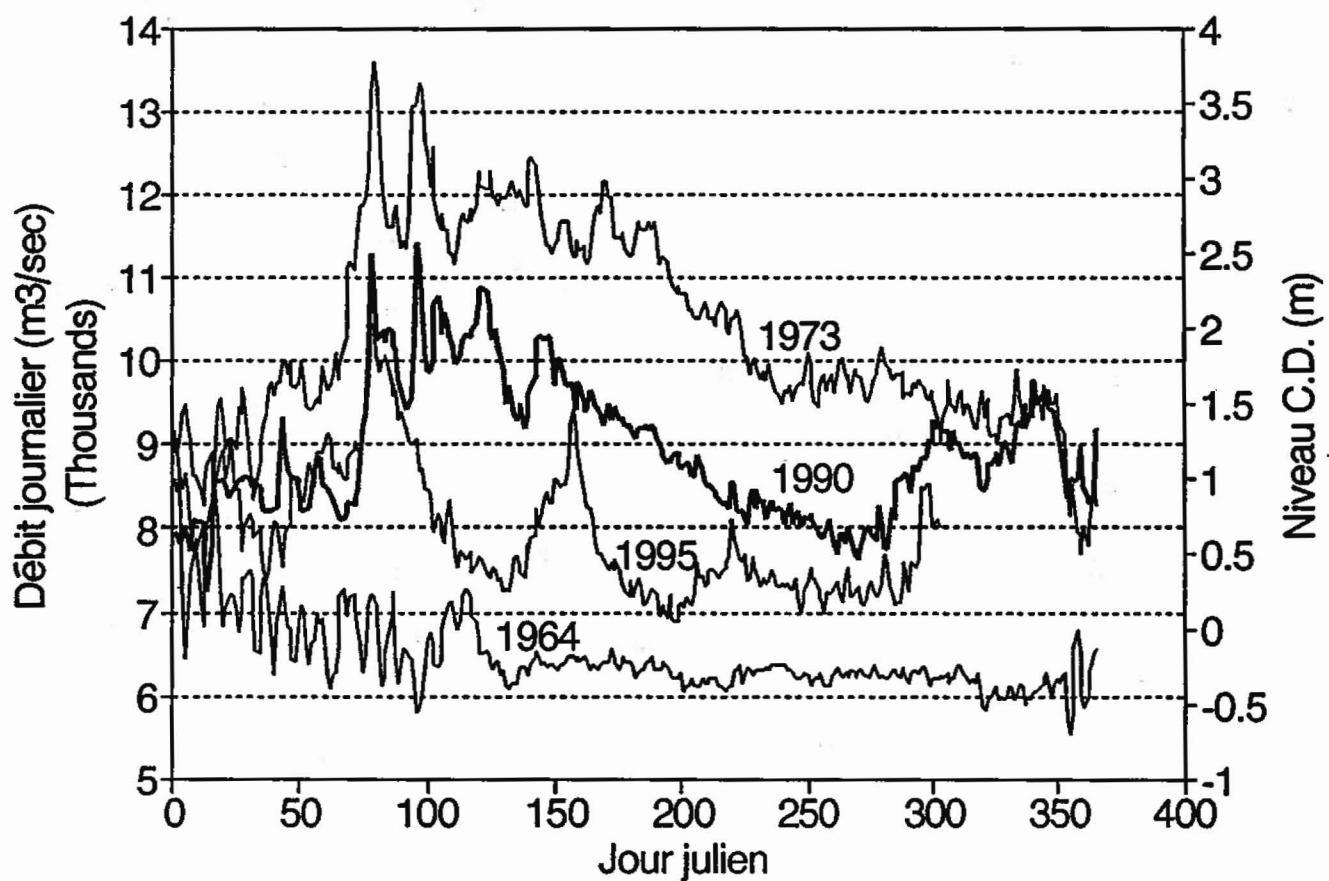


Figure 1

Débit à Cornwall et à Carillon en 1995

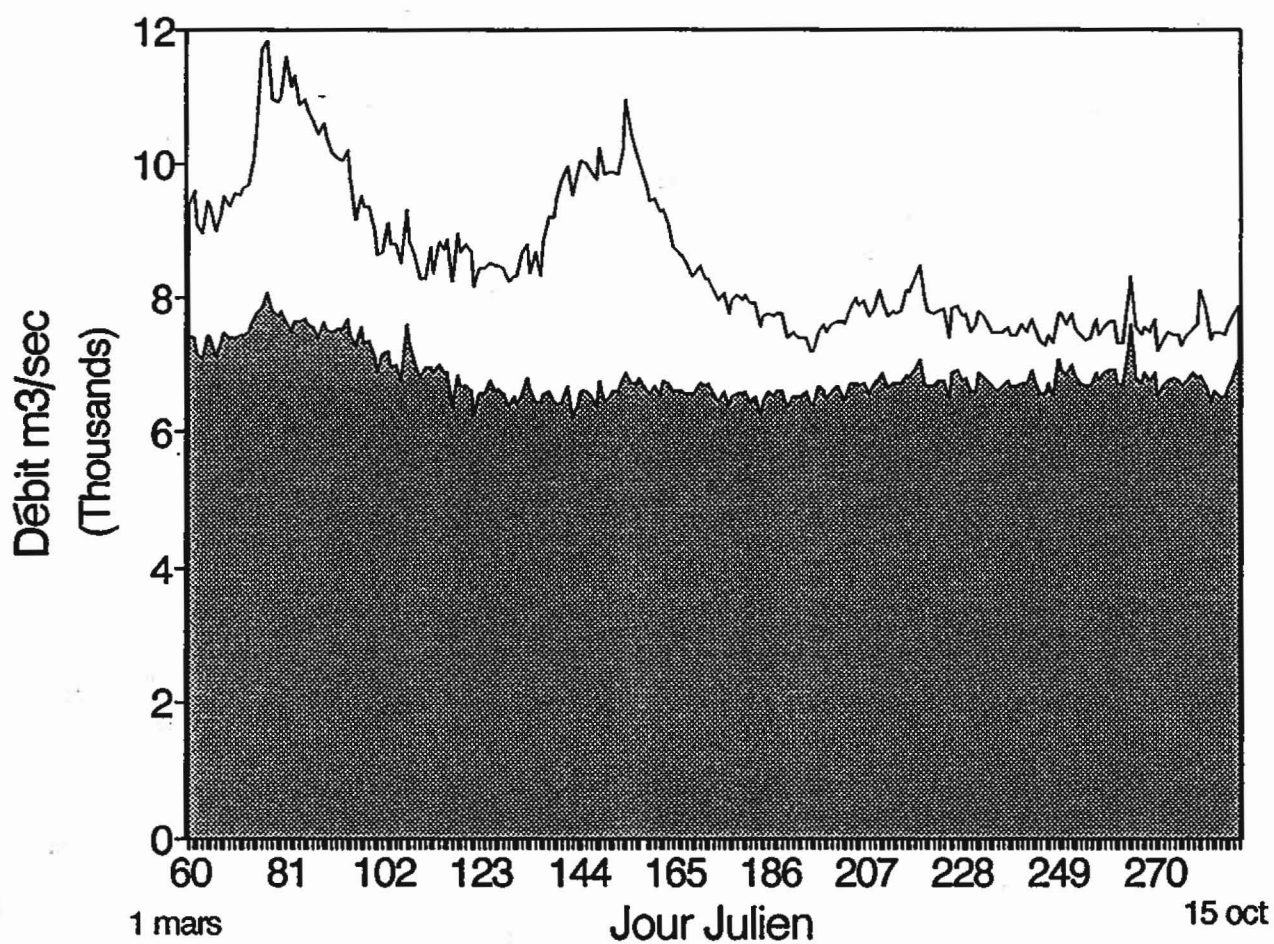
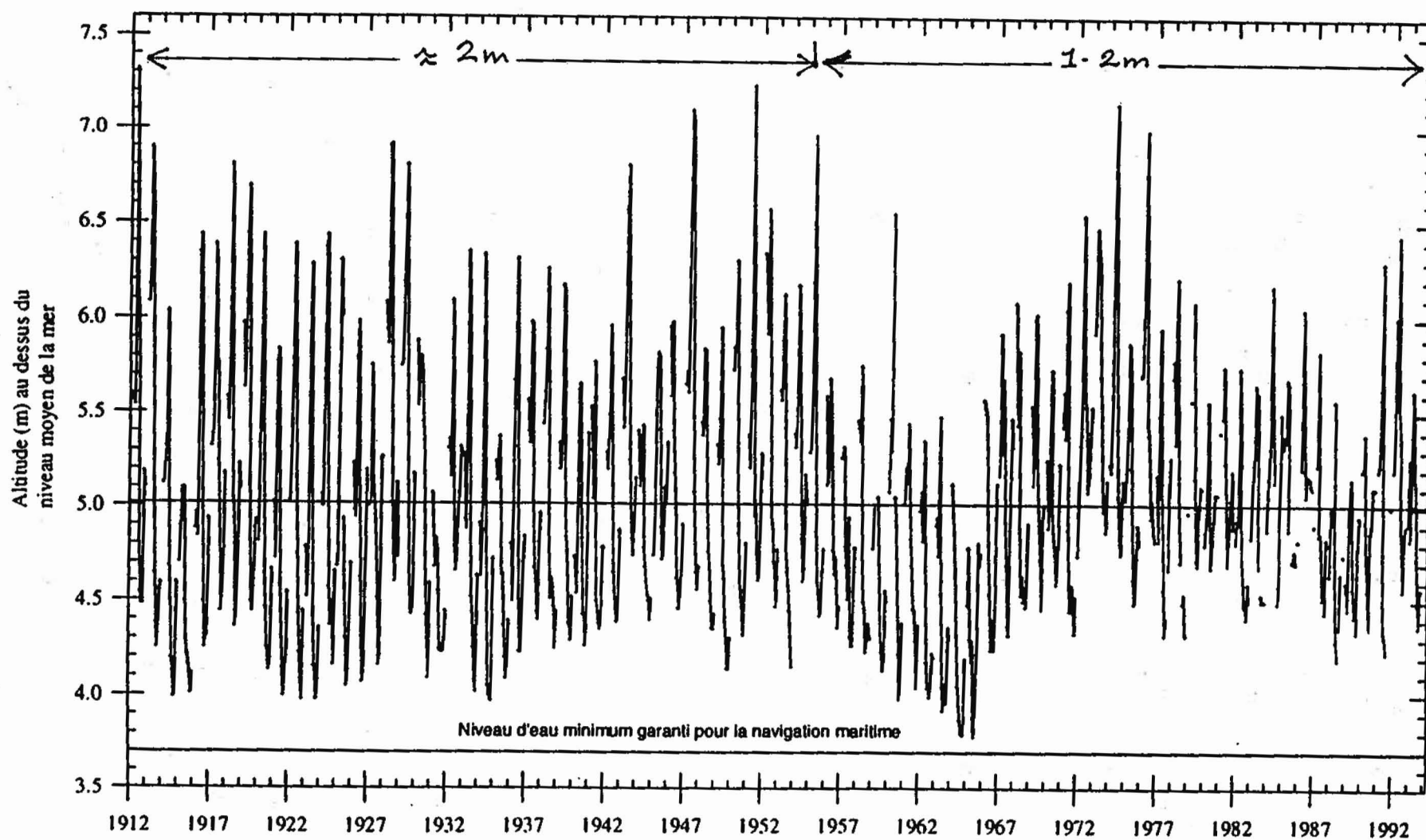


Figure 2

Figure 4 - Niveaux d'eau moyens mensuels à la station de Sorel (1912 - 1993)

Source: Ministère des Pêches et des Océans.



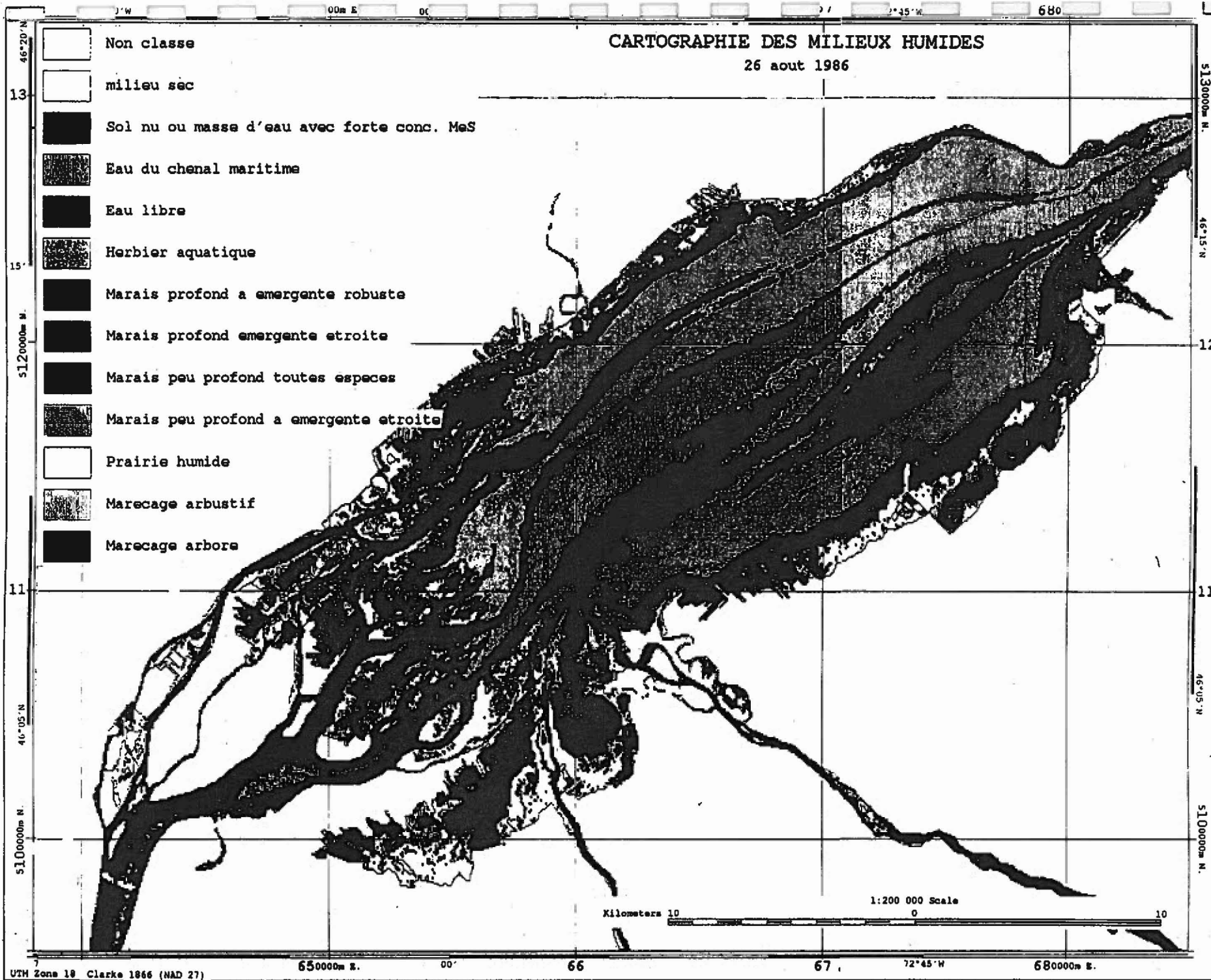


Figure 5

CARTOGRAPHIE DES MILIEUX HUMIDES

26 août 1986

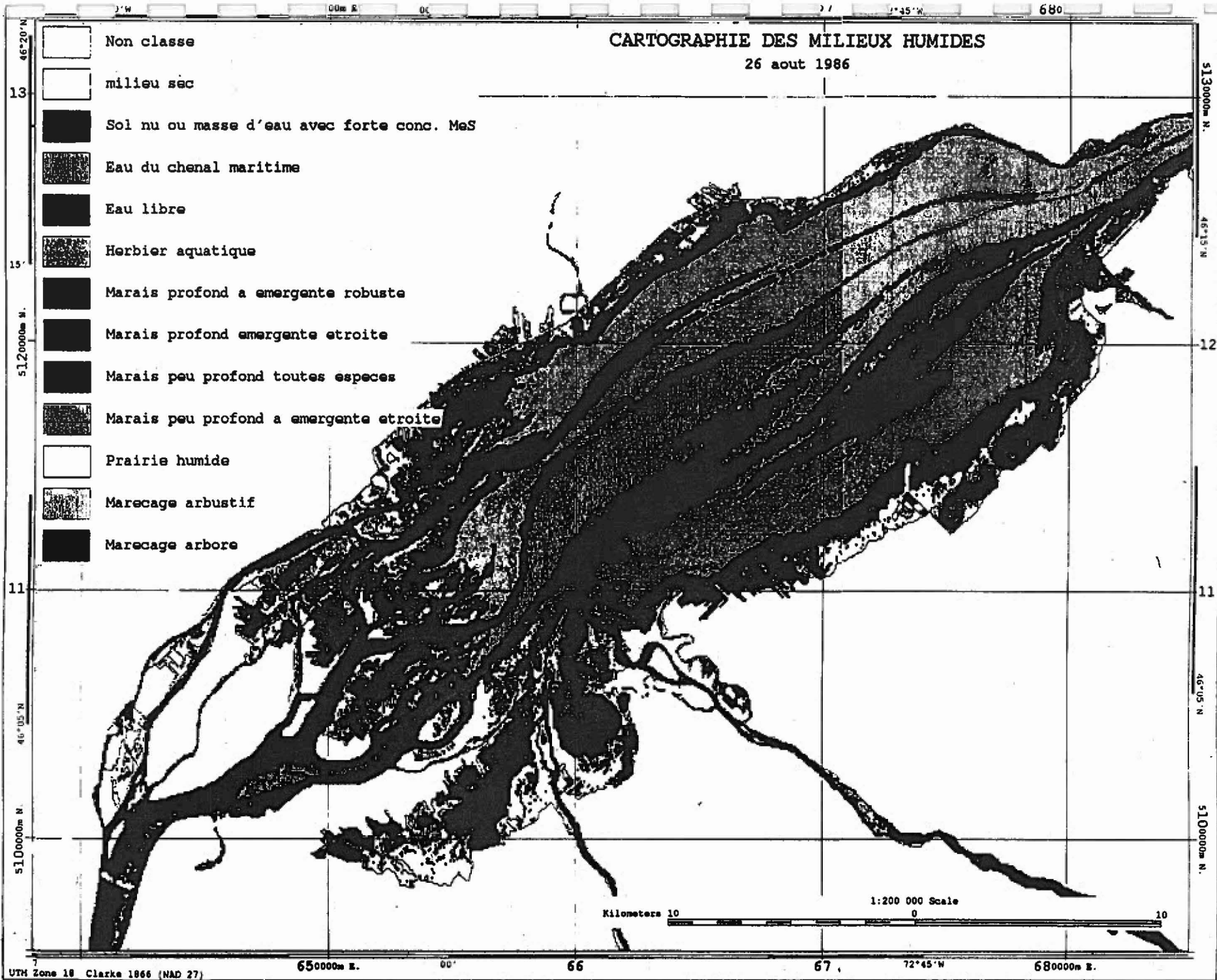
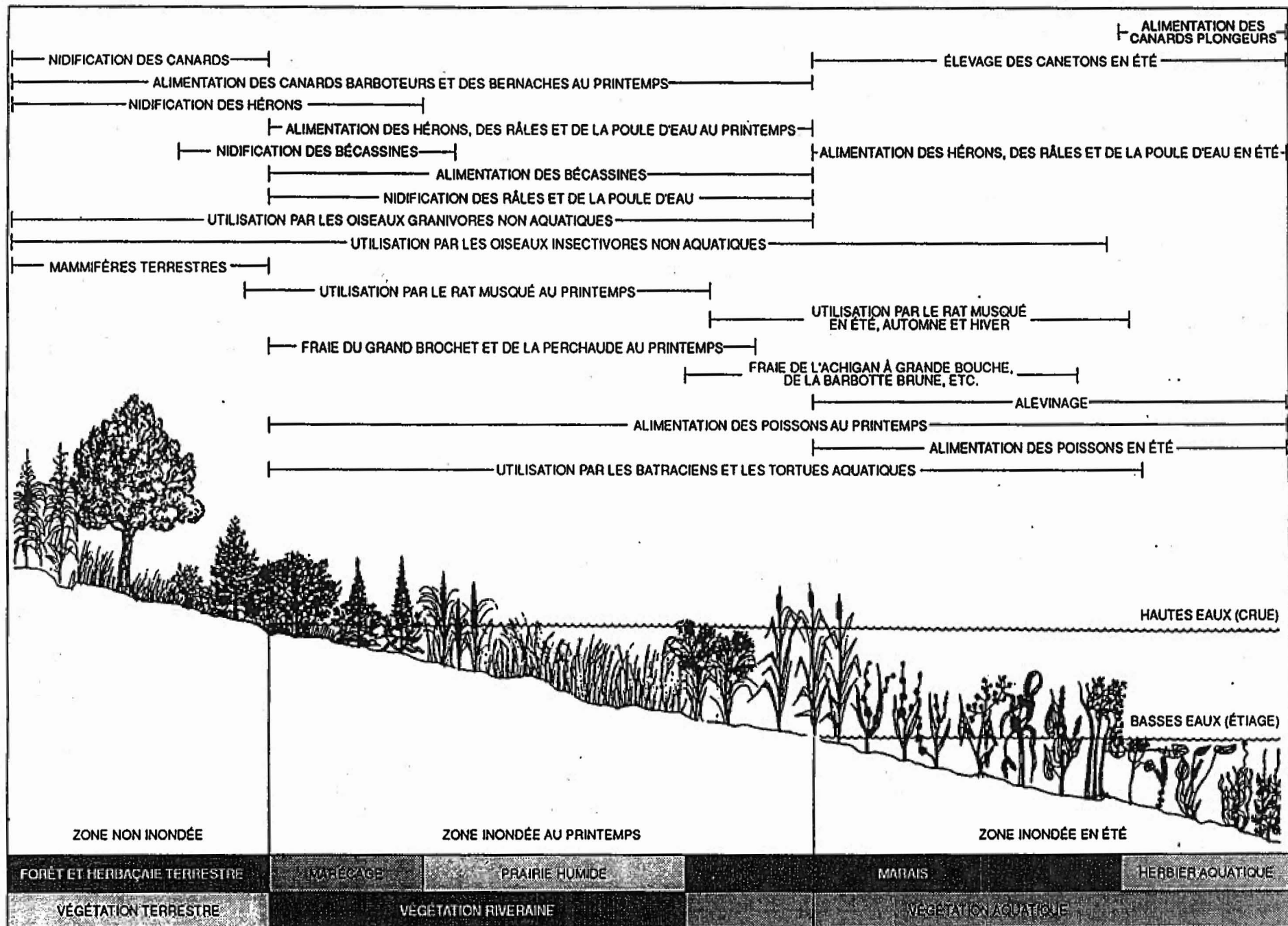


Figure 5



Source : Adapté de Auger et al., 1984.

Figure 6 Principales utilisations par la faune des différents types de végétation du lac Saint-Louis

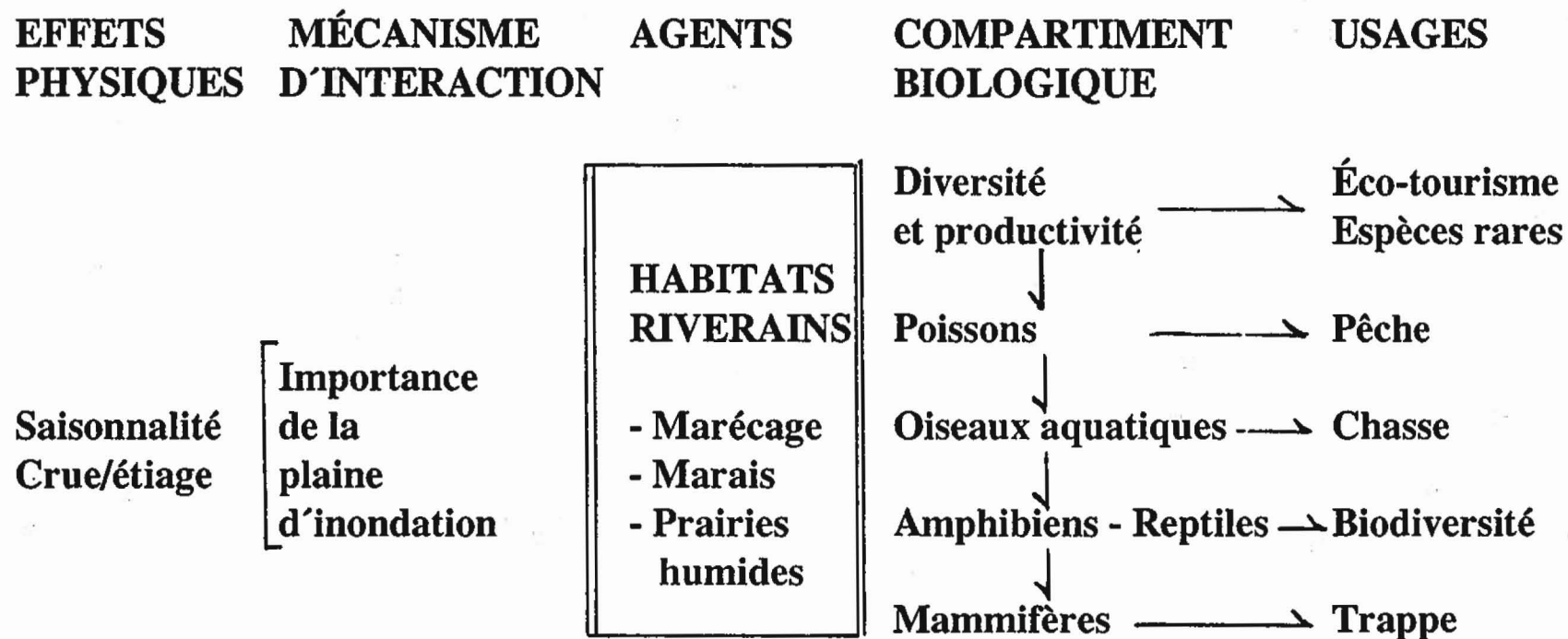


Figure 7

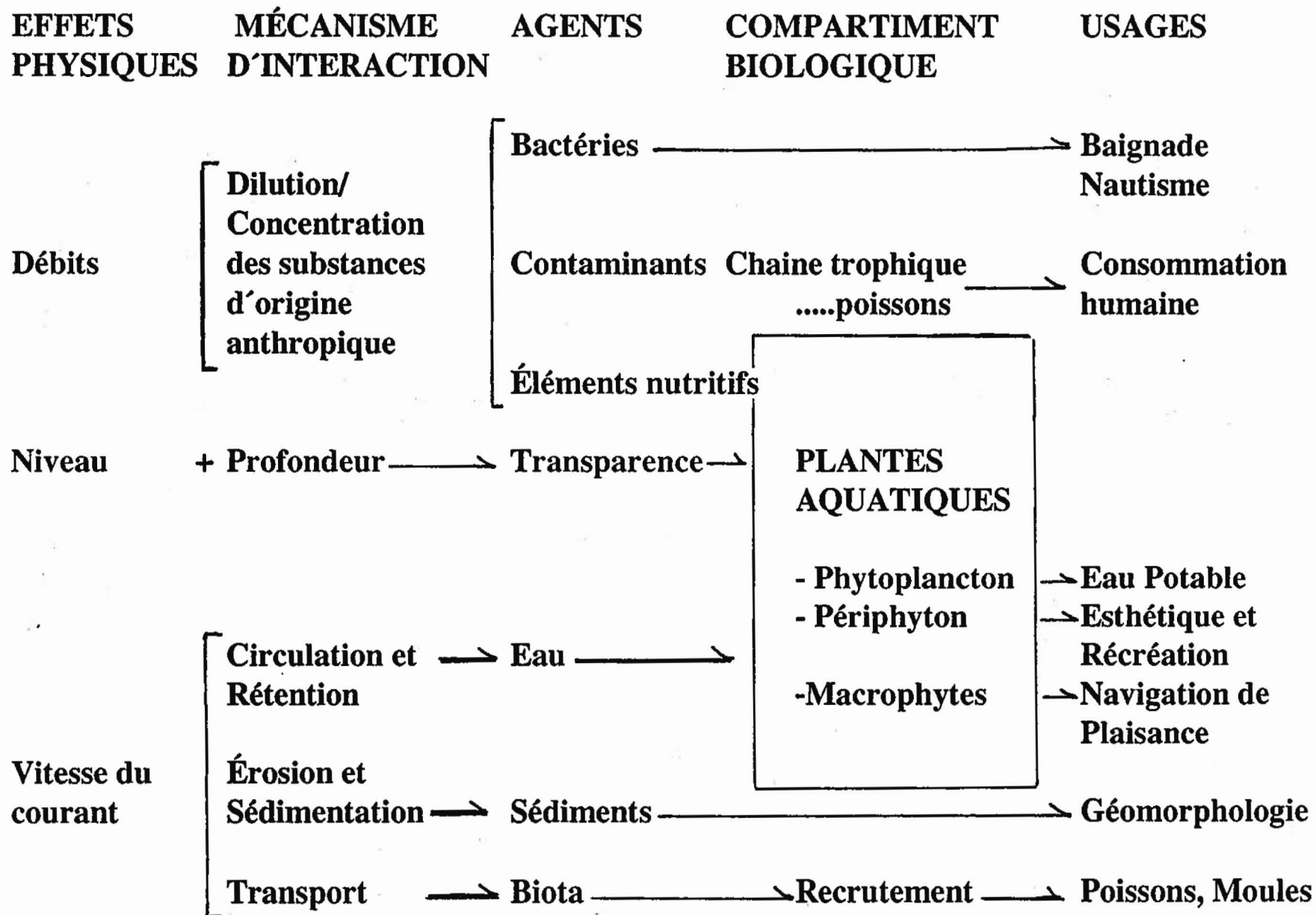


Figure 8

PRÉREQUIS POUR L'AJOUT DU CRITÈRE "PRÉSERVATION DES ÉCOSYSTÈMES NATURELS"

- 1) Comprendre les mécanismes d'interaction du débit avec le biota**
- 2) Identifier certains compartiments biologiques-clef servant d'indicateurs**
- 3) Évaluer quantitativement la réponse de ces indicateurs aux variations de débit (modèles prédictifs)**
- 4) Établir des limites "acceptables" de débit pour chacun des indicateurs**

Tout en étant conscient que:

- Les conditions favorables à différents types d'organismes peuvent être en conflit**
- Le débit du Saint-Laurent a été modifié à divers degrés depuis 70 ans**
- D'importants efforts (PASL, SLV-2000) sont en cours pour l'amélioration de l'environnement fluvial**
- La réponse des organismes doit être connue pour prévoir l'impact des décisions de gestion de débit**
- Les données d'Environnement Canada (Région du Québec) sont disponibles pour d'éventuelles études d'impact**

Figure 9

**PRINCIPALES INFORMATIONS
D'ENVIRONNEMENT CANADA (RÉGION DU QUÉBEC)
ET DE SES PARTENAIRES
SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT**

NOVEMBRE 1995

A. PRINCIPALES INFORMATIONS

Information	Description	Organisme responsable	Collaborateurs	Commentaires
Atlas sur l'état du fleuve Saint-Laurent	Base de données cartographiques sur les aspects socio-économiques et biophysiques du fleuve.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Pour information sur les sources de données, consulter le rapport concernant l'atlas sur l'état de l'environnement du fleuve Saint-Laurent.
Frayères et modifications des habitats du poisson de 1945 à 1988	Tous les sites de reproduction des différentes espèces de poissons et types de modification d'habitats.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Cartes : frayères potentielles, frayères réelles, habitat du poisson (site et modification). Echelle de saisie 1 : 50 000.
Végétation des terres humides	Différents types de milieux humides	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Echelle d'entrée 1 / 66 949
Bathymétrie du fleuve Saint-Laurent de Melocheville à Lavaltrie	Bathymétrie avec isolignes aux 3 pi.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Echelle d'entrée: 1 / 12 000 à 1 / 36 000
Bathymétrie du lac Saint-Pierre	Bathymétrie du lac Saint-Pierre avec isolignes aux 3 pi.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Echelle d'entrée: 1 : 36 000
Les oiseaux rares	Distribution (par espèce) d'environ 70 oiseaux rares, très rares ou extrêmement rares au Québec	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la conservation et du patrimoine écologique	Distribution spatiale de 70 espèces pour un nombre total de 828 observations.
Bathymétrie du lac Saint-François	Bathymétrie du lac Saint-François avec isolignes aux 3 pi.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Echelle d'entrée: 1 / 25 000
Délimitation des rives du fleuve Saint-Laurent	Rives du Saint-Laurent de Cornwall à Havre Saint-Pierre avec principaux tributaires, jusqu'à 10 km à l'intérieur des terres.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Echelle de saisie variant de 1 / 600 à 1 / 50 000
Masses d'eau du Saint-Laurent		Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		Délimitation générale des masses d'eau
Biocénoses	Étude synthèse sur les caractérisations physico-chimiques des grands	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Service canadien de la faune	

	groupes d'espèces animales et végétales et les régions biogéographiques du Saint-Laurent			
Montréal	Utilisation du sol de 1981 et 1986 dans la région de Montréal	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		
ZIP du lac St-Louis	Plusieurs données biophysiques et géographiques de la ZIP du lac Saint-Louis	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		
Indicateurs sous-léaux	Analyses des oxydases à fonction mixte (MFO) dans les poissons - 1989.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	
Téledétection - Hydrodynamique et dynamique sédimentaire du lac Saint-François	Cartographie de la température de surface, de la concentration en sédiments en suspension et de la végétation aquatique à l'aide d'image Landsat-TM	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Le format du fichier (.PIX ou .PCX) ainsi que le nombre de thèmes ou les dates désirées déterminent la dimension du fichier.
Téledétection - Milieux humides	Cartographie des herbiers, marais et marécages à l'intérieur du premier km de rive à l'aide du capteur aéroporté MEIS-II	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	La superficie du territoire désiré ainsi que le format de fichier (.PIX, .PCX, etc.) déterminent la dimension du fichier.
Téledétection - Rejets hydriques et masses d'eau	Cartographie des panaches hydriques des rejets industriels et municipaux et des masses d'eau du fleuve de Cornwall à Québec	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	La superficie du territoire désirée ainsi que le format de fichier (.PIX, .PCX, etc.) déterminent la dimension du fichier.
Téledétection - Macrophytes	Cartographie des macrophytes submergés du lac Saint-Pierre avec le calcul de la biomasse totale ainsi que de la superficie occupée	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	La superficie du territoire désiré ainsi que le format du fichier (.PIX, .PCX, etc.) déterminent la dimension du fichier
Téledétection - Utilisation riveraine du sol	Cartographie de l'utilisation riveraine des sols pour les premiers 10 km de rives de Cornwall à Tadoussac.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Les données de téledétection ont été transférées en format pour le traitement sur SPANS. L'affectation des sols comprend 14 classes. La base de données totalise 12 Mo dans SPANS.

NAQUADAT-CSL	111 stations d'échantillonnage sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		
Communautés benthiques du lac Saint-François	Identification taxonomique des organismes benthiques, physico-chimie de l'eau, granulométrie dans 16 stations du lac Saint-François.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	
Poissons adultes	Contaminants dans les chairs et foies de poissons.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	
Projet Archipel	Données physico-chimiques, benthos, zooplancton, périphyton, végétation, télémétrie, sports et loisirs, projet archipel 1981-83.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Contamination du milieu aquatique	Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec,	
Communautés de poissons	Données de poissons (Mongeau).	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information		
Téledétection - Qualité de l'eau	Cartographie des variables de qualité des eaux tels le carbone organique dissous, la chlorophylle, les matières en suspension, la turbidité et la couleur	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Chaque fichier PIX représentant un thème occupe 1 Mo d'espace-disque. En format PCX, la dimension est moindre
Oiseaux coloniaux et de rivages	Localisation et dénombrement des oiseaux coloniaux et de rivages.	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Service canadien de la faune	25 espèces d'oiseaux coloniaux. 25 à 30 espèces d'oiseaux de rivage. Les données proprement dites viennent du Service Canadien de la Faune (Québec: André Bourget).
Limites administratives et affectation du sol	Limites des municipalités, des M.R.C. et affectations du sol pour quelques zones d'intervention prioritaire	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gestion et diffusion de l'information	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Gest. et diffusion de l'info.	60 municipalités riveraines entre Cornwall et Trois-Rivières

B. AUTRES INFORMATIONS

Il existe de nombreuses autres banques de données

- ◆ sur la qualité de l'eau :

- Banque de données provinciales (BQMA)
- Banque de données municipales (RSÉ de la CUM; CUQ)
- Banque de données du bilan massique du CSL
- Contaminants (Quémérais et al., 1994a; 1994b)

- ◆ des sédiments :

- Données historiques sur l'ensemble du fleuve Saint-Laurent (Sérode, 1978)
- Données sur la caractérisations des zones portuaires
 - Zone portuaire de Montréal, 1989-1992 (Environnement III., 1990)
 - Zone portuaire de Trois-Rivière, 1989 et 1992 (Procéan, 1990)
 - Zone portuaire de Québec, 1989-1991
- Études de caractérisation des seteurs lacustres du fleuve par le CSL
 - Lac Saint-François (Lorrain et al., 1992; Sloterdijk, 1985)
 - Lac Saint-Louis (Champoux et Sloterdijk, 1988; SNC-Procéan, 1992)
 - Bassin de La Prairie (Hardy et al., 1991)
 - Lac Saint-Pierre (Hardy et al., 1990)

- ◆ sur la contamination du poisson :

- dans les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent
- dans la Perchaude (en collaboration avec le MEF, région de Montréal)
- dans le Poulamona Atlantique (en collaboration avec le MEF, région de Trois-Rivières).

- ◆ sur la communauté ichtyenne et les pathologie du poissons :

- pêche fixe de Saint-Nicolas (en collaboration avec le MEF et l'École de médecine vétérinaire de l'université de Montréal.

C. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Champoux, L. et Sloterdijk, H. (1988) *Étude de la qualité des sédiments du lac Saint-Louis, 1984-1985*. Rapport technique no. 1. Géochimie et contamination, 177 p.
- Environnement Ill. (1990) *Caractérisation de la qualité des sédiments du Port de Montréal*. Rapport préparé pour Environnement Canada, direction de la Protection de l'Environnement.
- Hardy, B., Champoux, L., H. Sloterdijk et J. Bureau (1990) *Caractérisation des sédiments de fond du lac Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent*. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, version préliminaire, 66p.
- Hardy, B., Champoux, L., H. Sloterdijk et J. Bureau (1991) *Caractérisation des sédiments de fond du petit bassin La Prairie, fleuve Saint-Laurent*. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, version préliminaire, 66p.
- Lorrain, S., V. Jarry et K. Gretin (1992) *Répartition spatiale et évolution temporelle des biphényles polychlorés et du mercure dans les sédiments du lac Saint-François, 1979-1989*. Environnement Canada, Conservation et protection, Région du Québec, Centre Saint-Laurent, Montréal.
- Procéan (1990) *Caractérisation de la qualité des sédiments du port de Québec*. Pour Environnement Canada, Conservation et protection, Région du Québec.
- Quémerais, B., C. Lemieux et K.R. Lum (1994a) « Temporal variation of PCB concentrations in the St.Lawrence River (Canada) and four of its tributaries » *Chemosphere* 29 (5) : 947-959
- Quémerais, B., C. Lemieux et K.R. Lum (1994b) « Concentrations and sources of PCBs and organochlorine pesticides concentrations in the St.Lawrence River (Canada) and four of its tributaries » *Chemosphere* 28 (3) : 591-610
- Sérode, J.B. (1978) *Qualité des sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Montmagny*. Environnement Canada, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, Rapport technique no. 15, 467 pages.
- Sloterdijk, H. (1985) *Substances toxiques dans les sédiments du lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent, Québec)*. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Région du Québec.
- SNC-Procéan (1992) *Caractérisation physico-chimique des sédiments du lac Saint-Louis*. Environnement Canada, Conservation et Protection, Région du Québec, Centre Saint-Laurent, rapport d'étude-pilote.