

328.732

FC
2759
.P2
A85
2001

AVIS SCIENTIFIQUES
SUR LE
SAINT-LAURENT

31 mai 2001

328.732

TABLE DES MATIÈRES

AVIS SCIENTIFIQUES SUR LE SAINT-LAURENT (28 mai 2001)

TEXTE	AUTEUR	CHAMP D'EXPERTISE
1	Bernard Rondeau	eau
2	Jean Morin - Jean-François Cantin	hydrologie
3	Vincent Jarry	érosion - dragage
4	Denis Lehoux et Serge Lepage	sédiments et érosion
5	Martin Jean et Denis Lehoux	milieux humides
6	Luc Bélanger - Jean-François Bibeault	habitats et utilisation du territoire
7	Gaétan Daudelin	agriculture
8	Christiane Hudon	plancton, périphton, macrophytes
9	Alain Armelin	faune aquatique
10	Jean-Luc Desgranges	biodiversité
11	Gilles Chapdelaine	oiseaux marins et coloniaux
12	Jean Rodrigue	sauvagine
13	Pierre Laporte	espèces en péril
14	Christian Blaise	toxicologie aquatique
15	Louise Champoux	toxicologie faunique
16	Christian Gagnon - Hassan Sabik	stress chimiques
17	Réjean de Ladurantaye - Claude Langlois	contaminants
18	Thao Pham - Pierre Sylvestre	pollution industrielle
19	Laurier Poissant	toxiques aéroportés
20	Gérald Vigeant (texte absent)	changements climatiques
21	Alain Gosselin	pollution atmosphérique
22	Yves deLafontaine	espèces exotiques
23	David Marcogliese	parasitisme et OGM

Avis scientifique sur le Saint-Laurent :

Question No 1: Quel est l'état du Saint-Laurent en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Les connaissances portant sur le fleuve ont beaucoup progressé au cours des deux dernières décennies. Les nouvelles informations acquises depuis 20 ans ont permis d'accroître notre compréhension des variations spatiales de la qualité de l'eau du fleuve (Germain et Janson, 1984 ; Désilet et Langlois, 1989 ; Rondeau, 1993) de même que les variations saisonnières, les sources et le transport des contaminants dans le fleuve (Proulx, 1993 ; Quémerais et al. 1994 ; Cossa et al. 1998 ; Quémerais et al. 1999 ; Rondeau et al. 2000 ; Pham et al. 2000). Cependant, l'évaluation des tendances temporelles des concentrations de contaminants depuis les 20 dernières années est difficile à réaliser pour différentes raisons. L'évolution des techniques d'échantillonnage et d'analyse permet maintenant de détecter des contaminants à des concentrations qui n'étaient pas détectable il y a 20 ans. De plus, l'avènement de techniques dites 'propres' au début des années 1990 a mis en évidence la contamination de nombreux paramètres par les méthodes standards utilisées auparavant. L'analyse de tendances temporelles repose également sur un échantillonnage régulier sur une échelle de temps suffisamment longue pour permettre la détection de telle tendance. Dans le cas du Saint-Laurent, la station de référence à Québec est en opération depuis 1995 et ne permet donc pas d'évaluer de telle tendance sur 20 ans.

Néanmoins, il est possible d'établir certains constats. Depuis 20 ans de nombreuses actions ont été entreprises afin de réduire les apports de contaminants dans l'écosystème aquatique. Les efforts entrepris dans le cadre des différents plans d'action Saint-Laurent ont permis de réduire la charge de toxiques des effluents industriels. De même le Programme Québécois d'Assainissement des Eaux (PAEQ) a permis des interventions d'assainissement dans les milieux urbain, industriel et agricole. Des législations visant le contrôle à la source des émissions de certaines substances toxiques persistantes ont été adoptées par les divers gouvernements. L'ensemble de ces actions ont permis d'améliorer la qualité des eaux localement et probablement à l'échelle de tout le fleuve. Des études laissent entrevoir certaines tendances concernant l'évolution de la qualité de l'eau dans le fleuve et dans le lac Ontario (principal source d'eau du Saint-Laurent). Une baisse de la concentration en phosphore a été observée dans le lac Ontario (Sylvestre 1987). Cette diminution semble être reliée aux programmes des apports en phosphore mis de l'avant durant les années 1970 dans le bassin des Grands Lacs. L'Italien (1998) recommande cependant de poursuivre la surveillance de ce paramètre puisque l'augmentation constante de la population sur les berges du lac risque d'entraîner une nouvelle augmentation de la concentration en phosphore. Dans le Saint-Laurent, les teneurs en phosphore ont diminuées entre 1990 et 1997 (Hébert, 1999). Par contre, Désilet et Langlois (1989) ont noté une augmentation des nitrates dans le fleuve entre 1978 et 1986 qui est liée à l'utilisation accrue des engrais en agriculture. Cette augmentation c'est poursuivie au cours des années 1990 (Hébert, 1999). Des carottes de sédiments prélevées dans les lacs Saint-Louis et Saint-François révèlent une réduction des concentrations de plusieurs métaux depuis les années 1960 (Carignan et al. 1993, Rukavina 1990). Cette tendance est également observée dans les sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent (Gobeil et Cossa 1993 ; Gobeil, 1995). Dans les eaux du lac Ontario, les contaminants organiques, en particulier les BPC, HAP et organochlorés, affichent une diminution des concentrations depuis 1990. Par contre les concentrations de pesticides ont augmentées au cours de la même période (Merriman, 1998). Ce phénomène est lié à l'augmentation de leurs utilisation dans le domaine agricole.

Les informations ne concernent que les contaminants dit 'classique'. Plusieurs autres contaminants, présent dans le milieu aquatique, n'ont presque pas été analysés. Les nouveaux développements technologique permettent maintenant l'analyses de contaminants moins conventionnel mais probablement néfaste pour l'écosystème aquatique. Cet aspect sera développé dans les prochaines pages. La station de référence à Québec est un bon outil pour l'étude de l'évolution des concentrations de contaminants. Les informations recueillies permettront bientôt de statuer sur les différentes tendances observables. Par exemple, les figures 1 et 2 permettent de mettre en évidence des séries temporelles de deux contaminants (le pesticide atrazine et les HAP) dans les eaux à Québec.

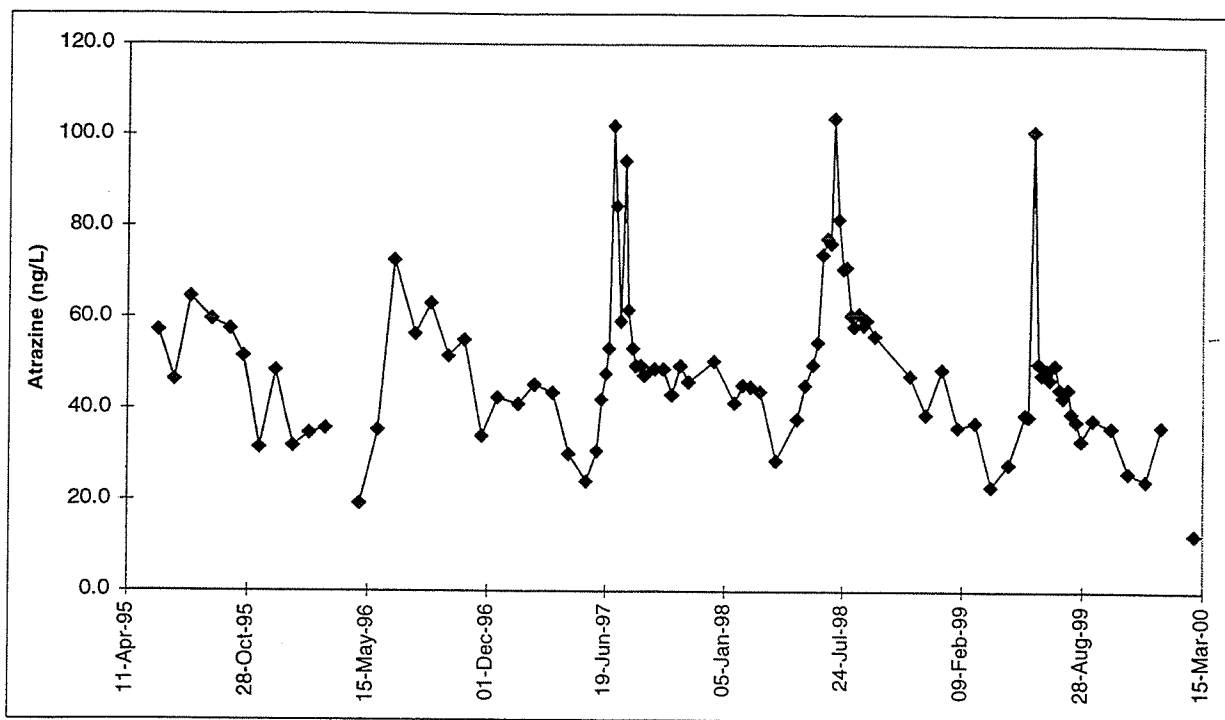


Fig 1 : Évolution des concentrations d'atrazine dans le fleuve Saint-Laurent à Québec (1995-2000)

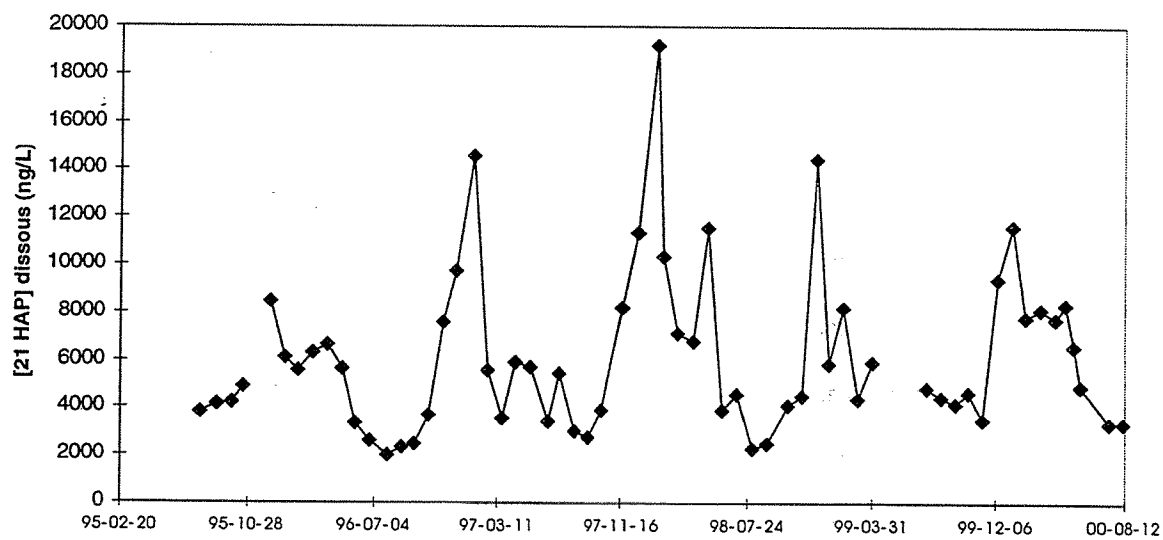


Fig 2 : Évolution des concentrations de HAP dissous dans le Saint-Laurent à Québec (1985-1990)

Question 2 : *Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?*

L'avis scientifique porte ici encore sur les problèmes touchant la qualité de l'eau. Si les actions entreprises depuis 20 ans ont visées la réduction des rejets de contaminants provenant des effluents urbains et industriels, la problématique de la contamination d'origine diffuse est encore très présente. Parmi l'ensemble des pressions exercées sur le Saint-Laurent, quatre enjeux semblent des facteurs importants pouvant entraîner la dégradation de la qualité de l'eau du fleuve : les effluents urbains, les activités agricoles, les changements climatiques et les apports de contaminants via l'atmosphère. Cette liste n'est pas exhaustive, par exemple, un déversement d'hydrocarbures ou de produits toxiques serait un problème potentiellement très néfaste sur l'écosystème du Saint-Laurent.

Les rejets municipaux déversent de nombreux contaminants dans le Saint-Laurent. Plusieurs de ces contaminants sont souvent associées aux perturbations du système endocrinien des organismes exposés aux rejets. Nous avons peu d'information sur les niveaux de concentrations de ces contaminants (surfactants, stéroïdes, médicaments, hormones ect.) dans le fleuve et les effluents. De plus, les rejets urbains n'étant pas désinfectés, ceux-ci sont une source importante de contamination bactérienne. Enfin, lors de précipitation importante une grande quantité d'eaux usées sont rejetées au fleuve sans aucun traitement.

Les activités agricoles entraînent des effets néfastes sur la qualité des eaux. Lors des précipitations, le ruissellement sur les terres agricoles peut provoquer des apports importants de sédiments (érosion), de nutriments (eutrophication) et de pesticides (contaminants). Les apports de sédiments et l'eutrophication affectent particulièrement les tributaires agricoles des basses terres du Saint-Laurent. Par contre, les pesticides retrouvés dans les tributaires du fleuve affectent le Saint-Laurent (Fig 1 et Pham et al. 2000). L'élevage intensif tel que la production porcine présente également une menace pour l'écosystème aquatique. L'épandage de lisier sur les terres agricoles entraîne, par lessivage et ruissellement, une contamination des cours d'eau par les nutriments, les hormones et antibiotiques ainsi qu'une contamination bactériologique. L'utilisation de culture modifiée génétiquement est une autre problématique émergente. La culture de maïs transgénique, résistant au pesticide glyphosate, peut conduire à une utilisation plus grande de ce produit et à une contamination des cours d'eau.

Les changements climatiques peuvent produire une modification substantielle de l'hydrologie du fleuve Saint-Laurent. Des niveaux plus faibles ou plus élevés changeront l'hydrodynamisme du fleuve et la dynamique sédimentaire. Ceux-ci sont étroitement liés au transport de contaminants dans le Saint-Laurent. De plus, des événements climatiques violents (par exemple une très forte crue) risquent de remettre en suspension des sédiments contaminés et altérer la qualité de l'eau.

Le transport de contaminants aéroportés n'est pas une source négligeable d'apport de contaminants dans les basses terres du Saint-Laurent (Bergeron et Poissan, 2000 ; Simonetti et al. 2000). Le nouveau plan énergétique élaboré aux États-Unis prévoit la construction de nombreuses centrales thermiques et une plus grande utilisation du charbon. Ceci pourrait entraîner une augmentation des précipitations acides et une augmentation de la déposition de contaminants tel que le mercure.

Question 3 : *Quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires ?*

L'avis scientifique porte ici sur les problèmes touchant la qualité de l'eau dans le Saint-Laurent. Les tributaires ont souvent des problématiques locales. La contamination bactérienne dans le fleuve (source urbaine et agricole) est une problématique importante. Cet enjeu prend encore plus d'importance suite au cas de contamination des eaux potables à Walkerton. Certes les eaux brutes sont traitées mais le risque de contamination est plus important lorsque les eaux brutes sont de mauvaise qualité. De plus, la contamination bactériologique dans le fleuve limite les activités de contact (baignade). La perception du public envers le fleuve (qui n'est pas très bonne) n'évoluera pas beaucoup tant que la baignade sera limitée en aval de la région de Montréal. Cette problématique est liée aux effluents urbains et aux activités agricoles et concerne particulièrement la santé humaine.

La contamination du fleuve par les surfactants, stéroïdes, hormones, pesticides ect. est très peu connue. De nouvelles méthodes analytiques permettent maintenant de les détecter à de faibles niveaux de concentrations. L'acquisition de données sur le niveau de concentrations de ces produits et les effets sur les organismes aquatiques dans le fleuve me

semble prioritaire compte tenu de la menace pour la santé de l'écosystème. Cette problématique est liée aux effluents urbains et aux activités agricoles.

Question 4 : *Comment faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires.*

Les programmes de réduction des contaminants à la source sont les principaux moyens de résoudre les problèmes de contamination présentés à la question 3. Cette réduction peut se faire dans le cadre de plan d'action ou de législation. La désinfection des rejets urbains devrait également être entreprise. La problématique des rejets liés aux activités agricoles est plus compliquée car les sources de contamination sont diffuses. La solution repose alors sur la modification des méthodes de cultures utilisées (épandage de pesticides, engrais et fumier). Dans le cadre de problématique plus globale, tel que les changements climatiques et le transport de polluants aéroportés, la solution repose sur des accords internationaux visant la réduction de contaminants à la source. De plus des programmes d'étude portant sur des problématiques de contamination doivent être réalisés en support à la prise de décision.

Un suivi de la qualité de l'eau couvrant les contaminants problématiques dans le fleuve est nécessaire pour rendre compte de l'évolution de qualité de l'eau du Saint-Laurent. Le suivi permet ainsi de rendre compte des améliorations ou des détériorations de la qualité de l'eau liées aux grands enjeux énoncés ainsi qu'aux mesures d'atténuations qui auront été entreprises.

Bernard Rondeau
Spécialiste en géochimie fluviale
Chimie de l'environnement
Centre Saint-Laurent

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Hydrologie

Du point de vue strictement hydrologique, le fleuve d'il y a 20 ans est très semblable au fleuve actuel si on tient compte des fluctuations naturelles dans les précipitations sur le bassin versant. Depuis 20 ans, la gestion des débits n'a pas été modifiée de façon significative. Les grandes fluctuations dans les apports en eau ont une période de 15 à 30 ans ; ces cycles font partie de l'écosystème et ils sont même essentiels au maintien de la diversité de l'habitat et des espèces. Limiter l'analyse du bilan de santé du fleuve à cette période de référence de 20 ans (moins d'un cycle) restreint le diagnostic aux problèmes à court terme, puisque plusieurs des problèmes fondamentaux du fleuve trouvent leur origine dans des modifications antérieures.

Par exemple, les grands changements dans le système liés à la régularisation des débits de la rivière Outaouais et aux Grands-Lacs sont en place depuis au moins 1960 (rétention du débit printanier et son relâchement en période estivale). Il a été récemment montré que, comparée aux conditions « naturelles », la régularisation de la rivière Outaouais a un impact 10 fois supérieur à la régularisation des Grands-Lacs en période printanière à Sorel, qui consiste en une réduction du débit moyen de près de 3000 m³/s. Pour les changements dans les niveaux d'eau, la même conclusion peut être tirée, soit que les changements dans la configuration du chenal maritime sont en place depuis 1959 et dans une moindre mesure depuis environ 1973. Les dragages récents liés au surcreusement du chenal n'ont eu qu'un impact mineur sur les niveaux d'eau du fleuve.

Quant aux autres aspects de la physique du fleuve, les connaissances sur les courants, les vagues, la lumière et la sédimentation, les connaissances sont encore embryonnaires pour les conditions actuelles, et on est donc encore loin de pouvoir examiner tous les changements intervenus dans le système depuis 20 ans.

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Les changements climatiques peuvent avoir des effets importants sur le système, bien que les grandes fluctuations dans les apports en eau soient intrinsèques au système. La modification de la fréquence de ces cycles et la réduction du débit moyen à long terme peuvent mettre en danger la stabilité des populations et des habitats. La réduction des débits associée à une exportation massive à partir des Grands-Lacs doit être considérée. La canalisation du Saint-Laurent, débutée il y a plus de 150 ans, a eu et aura un impact sur l'écosystème, entre autres en modifiant la physique et en perturbant l'équilibre sédimentaire des berges et du lit mineur. En association avec la présence du chenal de navigation, les déversements accidentels sont une préoccupation importante, et bien que les probabilités d'un déversement majeur soient relativement faibles, l'impact d'un tel déversement sur l'écosystème serait catastrophique. Nous sommes d'avis que la préparation à une telle éventualité est essentielle. Les rejets urbains, principalement ceux de la CUM, ont un impact important sur l'écosystème en aval de Montréal et probablement jusqu'à Québec, et ceci est vrai tant pour les rejets en temps de pluie que pour l'effluent principal. Ces impacts sont directement liés à la santé humaine par le biais des prises d'eau municipales et par la baignade. La réhabilitation du fleuve, c'est à dire la réappropriation du fleuve par les citoyens des

activités de baignade, de navigation et de pêche sportive, ainsi que le retour des espèces disparues du système (ex : Bar rayé) sont une excellente façon d'impliquer la population dans le maintien de la santé de l'écosystème. De plus, il y a plusieurs manques dans la connaissance du fleuve, entre autres 1) du point de vue spatial : les secteurs du lac des Deux Montagnes, des bassins de la Prairie, et de la partie en aval de Trois-Rivières, et 2) du point de vue temporel : l'impact des conditions hivernales sur le devenir de l'écosystème.

Question 3 : Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires?

La qualité de l'effluent de la CUM sur celle des eaux du fleuve et sur la santé humaine est problématique. En effet, la moitié des eaux usées du Québec qui sont rejetées au fleuve le sont via cet effluent (jusqu'à 72 m³/s). La CUM a reçu une piètre cote pour la qualité du traitement de ses eaux usées, l'une des pires au pays, principalement en raison de l'absence de désinfection. Les activités de navigation commerciale et de plaisance requièrent aussi une attention particulière. Ces activités à forte rentabilité économique augmenteront en intensité dans le futur, mais comportent des effets dommageables pour l'écosystème : l'érosion des berges, les déversements (pétroliers et autres) et l'impact direct sur l'habitat dû au passage des navires.

Comprendre l'impact potentiel des changements climatiques sur la physique fluviale et en estimer les modifications de l'écosystème qui y sont associés sont également des activités prioritaires.

Les habitats de la plupart des communautés biologiques sont fonction des variables physiques comme les niveaux, courants, température, clarté de l'eau etc. et pourraient changer dramatiquement. La qualité des eaux, le potentiel récréo-touristique, l'ampleur et la fréquence des événements extrêmes seront affectés aussi ; il devient alors critique de **quantifier** ces changements ainsi que les adaptations qui en découlent pour être en mesure de prendre les décisions appropriées.

A plus long terme, il serait essentiel de comprendre le fleuve en hiver. On ne connaît à peu près rien des habitats, de la distribution des espèces et des conséquences des rejets municipaux sous un couvert de glace et encore moins lorsque l'on examine les impacts des fluctuations du niveau d'eau.

Question 4 : Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

D'abord, nous croyons qu'il faut laisser de côté la manière classique d'aborder les questions environnementales qui consiste à les traiter comme étant des problématiques distinctes pouvant être réglées une-à-une, et évoluer vers une vision écosystémique du fleuve intégrant la physique, la chimie, la biologie et les aspects socio-économiques.

Il est important de rassembler et d'intégrer les informations disponibles au ministère dans un système géoréférencé permettant à la fois de décrire l'écosystème dans l'espace et dans le temps, mais qui permet aussi de passer en mode prédictif. Ce système permettrait d'évaluer l'impact de différents scénarios de changements possibles. Il faut aussi orienter nos actions vers la **quantification** des impacts à l'échelle de l'écosystème (connaissance et compréhension quantitative des processus).

Il faut acquérir des connaissances, tant sur la physico-chimie que sur le biota, dans les secteurs du fleuve où il y a des manques flagrants (bassins de la Prairie, lac des Deux Montagnes et à l'aval de Trois-Rivières). De plus, il importe de commencer à établir une base de connaissance sur le

fonctionnement du système en période de couvert de glace. Également, on doit aborder les problèmes liés à l'effluent de la CUM en fonction des impacts sur l'ensemble du système en utilisant les possibilités de la modélisation spatiale des panaches, tout ceci dans l'optique de proposer des scénarios de réhabilitation qui tiennent compte des impératifs économiques et des limitations sur les charges absorbables par le système afin d'en préserver le plus possible son intégrité. La quantification des charges absorbables est aussi un défi majeur.

Un fossé important existe actuellement entre la production scientifique de notre organisation et la capacité de la gestion à utiliser cette information. Les changements attendus, qu'ils proviennent du climat, de l'exportation d'eau vers l'étranger ou d'autres modifications apportées par l'homme, pourraient avoir des impacts importants sur les différentes composantes inter-reliées de l'écosystème du fleuve Saint-Laurent qu'il faut quantifier. Pour fournir à la gestion des outils efficaces de prise de décision, nous croyons qu'il faut intégrer et synthétiser l'information tout en conservant sa valeur scientifique. Pour atteindre ce résultat, il faut les connaissances scientifiques acquises localement et ponctuellement dans les différents créneaux de recherche, et parvenir à les modéliser dans l'espace et le temps pour ensuite passer en mode prédictif.

Jean Morin et Jean-François Cantin
Service météorologique du Canada

Environnement Canada
Environment Canada

Région du Québec
Quebec Region

NOTE DE SERVICE / MEMORANDUM

À TO	Albin Tremblay Directeur régional Direction de la conservation de l'environnement	AUTEUR/AUTHOR # TEL.	V. Jarry
DE FROM	Vincent Jarry Chef Section interventions et restauration	N/R V/R SÉCURITÉ/SECURITY	DATE 28 mai 2001
OBJET SUBJECT	Avis scientifique sur le Saint-Laurent		

Bonjour

Vous trouverez ci-joint ma contribution personnelle dans la réflexion régionale sur l'état du Saint-Laurent et les priorités d'actions. Faute de temps et d'espace, j'ai volontairement pris le parti de présenter ma réflexion sur l'angle unique des sédiments contaminés. Certains y verront un acharnement de ma part, d'autres un parti pris et certains se rappelleront que j'ai commencé ma carrière scientifique sur la problématique écotoxicologique des sédiments du Lac St-Louis. Je conviens volontiers que bien d'autres volets du St-Laurent méritent notre attention et nos interventions (niveau d'eau, pollution agricole, effluents municipaux...) mais je laisse à d'autres le soin d'élaborer sur ces sujets. Les sédiments contaminés sont trop souvent orphelins, à défaut de leur trouver un parent, disons que je veux bien être leur parrain pour ces quelques lignes.

J'ai commencé à travailler sur le Saint-Laurent sur le fleuve il y a bientôt 20 ans (!) et, il m'apparaît évident que la qualité chimique de l'eau s'est grandement améliorée. Bien que nous ayons accompli de grandes réussites vers une diminution significative et constante des rejets toxiques industriels via entre autres les PASL, il reste encore bien des lègues négatives dans le Saint-Laurent d'une industrialisation sans conscience-environnementale.

Lors des deux premiers plans (PASL) nous avons acquis et consolidé une quantité impressionnante de connaissances sur les sédiments du fleuve. Plusieurs articles scientifiques et rapports techniques ont été publiés et ont démontré le danger que peuvent représenter les contaminants ainsi accumulés dans l'écosystème fluvial. Un de ses rapports : « rapport multipartite sur les sites contaminés du Saint-Laurent susceptibles d'avoir un impact sur le béluga » dit le rapport Béluga a fait selon moi une synthèse pertinente de la problématique des sédiments contaminés du fleuve St-Laurent. Ce rapport identifie clairement le passif environnemental que représente les sédiments contaminés du fleuve St-Laurent.

Ce rapport identifie une quarantaine de sites contaminés potentiellement dangereux pour les écosystèmes du fleuve. On retrouve de ces sites contaminés de Cornwall au Golfe Saint-Laurent et certains de ces sites pourraient représenter, en cas de relargage une source importante de toxiques qui sont par ailleurs quasiment éliminés des effluents industriels.

Le ministère a joué un rôle de leadership dans l'élaboration et la conception du rapport Béluga, mais force est de constater que peu de chose ont été accompli pour assurer un suivi des recommandations du rapport. Fautes de ressources et de financements seulement deux de ces sites ont fait l'objet de réalisation de la part de nos spécialistes : Secteur 103 du Port de Montréal et Rivière Saint-Louis. Dans ces deux cas, nous avons pu « arracher » des engagements financiers de la part des industries concernées pour la mise en oeuvre de plans de restauration concrets qui seront réalisés d'ici quelques années. Il faut reconnaître que dans ces deux cas, la part orpheline de la contamination est assez restreinte pour convaincre les industries à prendre leurs responsabilités sans apport financier pour réaliser la restauration. Ces deux cas « non-orphelins » ne sont pas représentatifs de la situation pour l'ensemble des sites aquatiques contaminés du fleuve qui sont tout au temps néfastes pour les écosystèmes du fleuve.

Les sites contaminés ont gagné beaucoup d'intérêt dans l'opinion publique depuis la dernière année (Valcartier, Sept-Îles, Bagotville, Portion sud du Lac Saint-Pierre). Cette tendance risque de s'accroître dans les prochains mois lorsque le Conseil du Trésor rendra publique l'inventaire des sites contaminés fédéraux au Québec. Certains de ses sites pourraient être dans ou très près du fleuve St-Laurent. Quelle sera la réponse du gouvernement fédéral à cette problématique ? Pouvons nous nous contenter de dire que l'absence de preuve irréfutable des impacts négatifs sur les écosystèmes et sur la santé humaine justifie de ne pas prendre action ?

De plus, un autre axe mérite d'être développé, celui des sites qui ont un impact au Fleuve ex: Technoparc qui constitue un apport de contaminant au fleuve (résultat de la lixiviation), la Baie des anglais qui ne cause pas actuellement de problème de contamination mais qui demeure une source potentielle de contamination, ainsi que tous les autres non répertoriés qui bordent le fleuve ou ses tubulaires.

Il devient donc critique, pour maintenir la crédibilité du ministère en matière de protection de l'environnement, que nous développions un véritable plan d'action. Ce plan devra utiliser des outils scientifiques pour prioriser les sites où nous devons intervenir et de se doter de moyens financiers pour initier des projets de restauration. Ne nous le cachons pas, les actions en matière de restauration demandent des investissements importants. Le fédéral n'a pas à payer la facture seul, cependant, si nous voulons mettre en place des partenariats fructueux pour réaliser des projets, nous ne pouvons plus nous contenter d'offrir uniquement un support scientifique. La part orpheline dans la majorité des sites contaminés du fleuve Saint-Laurent est trop grande pour espérer des réalisations concrètes sans un apport monétaire du fédéral. La mise en place d'un fond de restauration, comme il en existe déjà un pour les grands lacs, sera essentielle dans un avenir rapproché. Seul un tel fond nous permettra d'initier des actions concrètes et ainsi maintenir la crédibilité et la visibilité du ministère.

En conclusion, maintenant que nous avons su réduire considérablement les sources de contaminations chimiques, et que la qualité du fleuve St-Laurent va en s'améliorant, il serait dommage que les énormes efforts déjà consentis ne soient gâchés par la présence de sites contaminés lègues d'un passé industriel peu conscientisé de l'importance des écosystèmes.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT
Contamination des sédiments et érosion

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

En ce qui a trait à la contamination des sédiments, il n'y a aucun doute que la situation a évolué de façon positive depuis 20 ans suite à la modification de certains procédés industriels et à la diminution des rejets toxiques dans le Saint-Laurent. Bien que des données ponctuelles obtenues par carottage dans les différents lacs fluviaux du Saint-Laurent le démontrent (CSL, 1996 ; Loiselle et coll., 1997), il n'y a pas eu de couverture systématique de la contamination dans les secteurs de sédimentation du fleuve, si ce n'est dans le lac Saint-François où les sédiments de surface ont été échantillonnés en 1979-81, en 1989 et en 1999 afin de comparer les teneurs en mercure et en BPC. Pour les deux contaminants, les résultats analytiques montrent une baisse quantifiable pour les deux périodes étudiées (98-79 et 99-89) (Lorrain et coll., 1993 ; Lepage, 2001 - présentation à la DCE élargie). Par ailleurs, des zones dites "points chauds" ou "hot spots", où l'on retrouve des contaminants en fortes concentrations dans les sédiments, sont toujours présentes dans le fleuve : le secteur Cornwall-Massena, l'embouchure de la rivière Saint-Louis, le port de Montréal, le petit bassin de la Prairie, le port de Québec.

Pour ce qui est du phénomène d'érosion, celui-ci est plus ou moins intense selon les secteurs du fleuve situés entre Cornwall et l'estuaire du Saint-Laurent. Des variables naturelles telles que les fluctuations des débits et niveaux, les vents et les vagues, les périodes de gel-dégel et les alternances de temps sec et d'épisodes de pluie interviennent dans les processus d'érosion aussi bien que des facteurs anthropiques tels que la mise en place d'ouvrages de régularisation des débits/niveaux, le creusement de la voie navigable, la circulation maritime, la navigation de plaisance, l'anthropisation des rives et les usages associés à cette anthropisation. Ce phénomène se serait accentué au cours du vingtième en relation avec l'augmentation du trafic maritime et l'augmentation de la dimension des navires (et l'agrandissement de la voie navigable) qui circulent dans le Saint-Laurent. Le secteur le plus touché est celui compris entre Montréal et le lac Saint-Pierre, là où 80 % des rives sont à moins de 800 m de la voie navigable.

Des travaux effectués récemment par le Service canadien de la faune semblent démontrer que l'érosion aurait diminué au cours de la période 1983-1997 comparativement à la période 1964-1983 (Dauphin, 2000). Une hypothèse pour expliquer cette situation serait que le niveau moyen du fleuve aurait été plus bas pendant la seconde période que pendant la première. Des travaux du Centre Saint-Laurent en cours dans le secteur de Verchères (projet Érosion) montrent également que l'érosion semble diminuer lorsque les niveaux d'eau sont bas et qu'ils n'atteignent pas le pied des talus (automne 2000). Par contre, les mêmes travaux démontrent qu'aux niveaux normalement rencontrés au printemps et en été, l'érosion est toujours importante dans ce secteur, étant reliée à la nature même des matériaux argileux constituant la berge (Lepage, 2001- présentation à la DCE élargie).

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Bien que les sources de contamination pouvant affecter les sédiments ont grandement diminués depuis 20 ans, elles n'ont pas été complètement éliminées. Les points chauds mentionnés à la réponse précédente peuvent, comme c'est le cas du secteur de Massena pour les BPC, être responsables d'une redistribution des contaminants présents dans les sédiments de surface. Dans de telles circonstances, une amélioration substantielle des conditions de contamination demandent des mesures de réhabilitation comme le confinement du site ou l'enlèvement par dragage des matériaux contaminés. Quels sont les effets sur la santé de l'écosystème d'une telle redistribution des contaminants ? Il est difficile de le dire, bien que l'on puisse affirmer que là où des contaminants se retrouvent à des concentrations supérieures aux seuils d'effets mineurs et d'effets néfastes déterminés dans les Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent, il y a un risque accru pour que les organismes benthiques soient affectés par ces contaminants.

Les points chauds du Saint-Laurent en ce qui a trait aux contaminants ont pour la plupart été caractérisés, mais dans certains cas, des études plus détaillées seraient requises pour mieux caractériser l'étendue et l'ampleur de la contamination que l'on y retrouve. Dans d'autres sites potentiellement contaminés, comme la marina de Valleyfield, les chenaux entourant les îles de Boucherville et de Varennes, le delta de Sorel, il y aurait lieu de faire une vérification pour connaître l'état de la situation. Aussi, il y a des substances, comme l'argent, les surfactants et les organo-étain, pour lesquelles il existe très peu de données dans les sédiments et qu'il serait pertinent d'évaluer.

Relativement au phénomène d'érosion, rappelons qu'une étude de Rondeau et coll. (2000) a démontré que celui-ci pouvait constituer un apport de matières en suspension se situant entre 50 et 65 % du total exporté vers l'estuaire à Québec, soit de 3,5 à 4,5 millions de tonnes métriques. Compte tenu que les taux de recul des berges les plus élevés pour le Saint-Laurent fluvial sont retrouvés dans le secteur situé entre Montréal et le lac Saint-Pierre, il est possible d'avancer qu'une grande proportion des MES exportées à Québec proviennent de ce secteur. Il importe donc de bien comprendre les mécanismes naturels et anthropiques qui régissent l'érosion des talus constitués de matériaux argileux afin d'évaluer les actions ou les mécanismes qui pourraient être entrepris afin d'atténuer les uns et de contrer les autres.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

Relativement à la contamination des sédiments, la réhabilitation des sites contaminés impliquant du dragage, du traitement et/ou du confinement, implique toujours des coûts très élevés et ce sont souvent ces coûts prohibitifs qui font avorter de tels projets. Depuis plusieurs années, la Direction de la protection de l'environnement travaille dans le domaine de la réhabilitation et cette Direction a mis beaucoup d'effort pour mettre en place des partenariats financiers afin de procéder à la réhabilitation de sites fortement contaminés. Les efforts commencent à porter fruit dans le cas du quai 105 du port de Montréal et de l'embouchure de

la rivière Saint-Louis. Présentement, ce sont d'ailleurs les spécialistes de la DPE qui possèdent les plus récentes informations sur les sites fluviaux contaminés reliés au secteur industriel. La Conservation se doit de suivre ces dossiers de réhabilitation menés par la DPE et d'autres agences telles que la USEPA (à Massena). La recherche de solutions de partenariat financier constitue la meilleure approche qui peut donner des résultats intéressants quant à la réhabilitation des sites contaminés les plus susceptibles de disséminer des substances toxiques rejetés dans l'écosystème fluvial du Saint-Laurent il y a de nombreuses années mais qui sont toujours présents dans les sédiments superficiels.

La réduction des taux d'érosion dans le secteur du Saint-Laurent compris entre Montréal et Québec passe par une meilleure compréhension des variables régissant ce phénomène. Il importe donc de poursuivre les travaux de recherche afin de mieux quantifier l'importance relative de ces variables (vagues de vent, vagues de batillage, gel-dégel, variations des débits et des niveaux d'eau, etc.) dans les processus d'érosion. Par ailleurs, une grande importance devrait être accordée aux discussions avec les intervenants du milieu maritime et nautique afin de faire comprendre à ces intervenants le rôle qu'ils sont à même de jouer dans le dossier érosion par le biais de la réduction de la vitesse des navires et d'un comportement adéquat des plaisanciers. De telles discussions ont été entreprises dans le cadre du présent Plan d'Action (volet navigation) et ont déjà porté fruit. L'industrie maritime a accepté de s'auto-réglementer et de prôner une réduction de vitesse dans des secteurs ciblés du tronçon Varennes-Sorel. Néanmoins, il est certain que l'érosion va continuer d'affecter les rives du Saint-Laurent et la protection de certains tronçons de rives affectées par des taux de recul très élevés demeurera probablement l'une des seules solutions efficace pour contrer ce problème. La priorisation des berges qui devraient faire l'objet de mesures de protection a été amorcée par le Service canadien de la faune, mais cette priorisation ne tient compte présentement que d'éléments biologiques. Il faudrait poursuivre le travail amorcé en tenant compte de toutes les variables qui peuvent avoir de l'importance dans ce dossier, que ce soit des éléments biophysiques, patrimoniaux ou socio-économiques.

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Dans le domaine de la contamination des sédiments et de l'érosion, la résolution des problèmes prioritaires implique en premier lieu une bonne connaissance des secteurs problématiques et des mécanismes en jeu, autant pour la redistribution des contaminants dans le système fluvial que pour l'érosion des berges. Dans un cas comme dans l'autre, la résolution des problèmes passe par la collaboration entre les différentes directions d'Environnement Canada de même qu'avec les autres partenaires gouvernementaux et l'industrie privée. Le PASL offre un cadre idéal pour la poursuite des discussions déjà amorcées, d'autant plus que le Volet Navigation, qui a vu le jour lors du troisième Plan d'Action, prendra certainement de l'ampleur dans le prochain Plan. La collaboration inter agences et le partenariat financier sont les clés qui permettront de réhabiliter les sites contaminés problématiques et de diminuer quelque peu la pression sur l'écosystème engendrée par le phénomène d'érosion.

Serge Lepage
Sédimentologue
Centre Saint-Laurent

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT - LAURENT (et ses tributaires)

**Denis Lehoux
biologiste
Environnement Canada
Service canadien de la faune**

1. État actuel du Saint-Laurent en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans

Les milieux humides

Il y a 20 ans, certains milieux humides étaient plus abondants qu'aujourd'hui. Il faut se rappeler que c'est à la fin des années 70 et au début des années 80 que les projets d'endiguement des marais à spartines au profit de l'agriculture ont été très dévastateurs. Même si nous n'avons pas de données très précises sur ces pertes, on peut penser que ces projets d'endiguement nous ont fait perdre de 200 à 300 ha de marais à spartine étalée et d'herbaciaie salée (Les consultants en environnement Argus, 1998). Le drainage des terres agricoles sises dans la portion supérieure des marais à spartines a, de plus, assécher par le drainage, des centaines de marelles typiques de ces marais.

Alors que les marais à spartines se voyaient amputer de quelques centaines d'hectares, les zostérais semblaient, par contre, récupérer de la maladie (champignon) qui l'avait presque complètement fait disparaître de son aire de distribution tant le long de la côte atlantique qu'en Europe. On pense qu'une bonne partie de cette récupération s'est effectuée durant les 20-30 dernières années au point que maintenant l'espèce occupe près de 6 000 ha (Lemieux et Lalumière, 1995).

Le faciès des milieux humides est fort probablement différent de ce qu'il était il y a 20 à 30 ans. Les espèces envahissantes comme le phragmite commun et la salicaire commune sont deux exemples d'espèces qui ont délogées des espèces plus bénéfiques pour la faune. Un inventaire aérien réalisé entre Montréal et la rivière Saint-François en 1997 révèle la présence de la salicaire sur au delà de 1 000 ha et celle du phragmite sur près de 100 ha (Gratton, 1998). Il nous est difficile de savoir quels étaient les superficies occupées par de telles espèces au début des années '80. Une étude réalisée sur la RNF du cap Tourmente révèle cependant qu'entre 1978 et 1994, la salicaire a presque quintuplé sa superficie, ce qui se veut un bon indice de son agressivité et du fait qu'elle peut devenir rapidement problématique (Lehoux et al, 1997).

Les plaines inondables

Il y a 20 ans, la portion fluviale du Saint-Laurent, notamment la région du lac Saint-Pierre pouvait encore, durant la saison printanière, compter sur de vastes plaines inondables non perturbées totalisant près de 15 000 ha. Les différents projets d'aménagement qui y ont été réalisés au cours des deux dernières décennies ont soustrait quelque 500 ha d'habitats aux effets des inondations printanières (Dombrowski et al, 2 000).

Les milieux insulaires

Le tronçon du Saint-Laurent compris entre Cornwall et Montmagny a été soumis à un processus d'érosion particulièrement actif au cours des dernières décennies. On estime en effet que les différents agents érosifs (vagues de vent, vagues de battage, courants, marées..) couplés à des niveaux d'eau encore particulièrement élevés, nous ont fait perdre en moyenne 20 ha d'habitats par année depuis le début des années '80, soit quelque 400 ha. Cette érosion a été particulièrement notable dans les milieux insulaires du tronçon Montréal-Sorel, où près de 70% des pertes d'habitats y furent enregistrées (Dauphin, en préparation).

Les milieux riverains

Il est difficile d'estimer les pertes de milieux riverains imputables à l'anthropisation au cours des 20 dernières années. Sachons toutefois que près de 50% des rives retrouvées entre Cornwall et Montmagny sont maintenant artificialisées, comparativement à 28% pour l'ensemble des rives du Saint-Laurent (Les consultants en environnement Argus, 1996 ; Picard et al., 1997). Cette artificialisation comprend notamment la présence de zones habitées de quais ou de toutes autres structures construites et la disparition par le fait même de la frange végétée.

Les tributaires

Le programme de drainage qui fut mis de l'avant à la fin des années '70 par le Ministère de l'agriculture du Québec a entraîné une modification importante du réseau hydrographique du Québec. En effet, près de 40 000 km de cours d'eau ont été redressés afin de favoriser le drainage des terres agricoles avoisinantes et en augmenter le rendement (Bélanger et al., 1997).

Conclusion

Le Saint-Laurent et ses tributaires se veulent, à l'aube du 21^{ème} siècle, beaucoup plus dégradés qu'ils l'étaient à la fin des années '70 parce que peu a été fait pour minimiser les impacts des multiples perturbations notées durant cette période. On doit toutefois admettre que de nos jours, les empiétements sont globalement de moindre envergure, que la connaissance de nos habitats s'est améliorée (distribution, facteurs

d'impacts) et que des techniques de restauration ont été développées qui permettent de minimiser certains des effets négatifs.

2. Problématiques actuels et leurs effets sur l'écosystème

Les niveaux d'eau et les changements climatiques

Les statistiques historiques de niveaux d'eau du Saint-Laurent pour les 80 dernières années révèlent des variations cycliques de niveau saisonnier moyen allant jusqu'à 1 mètre de plus ou de moins que le niveau actuel. Certaines périodes ont été marquées par de très bas niveaux comme celle comprise entre 1957 et 1966 alors que d'autres furent affectées par de très hauts niveaux comme celle de 1972 à 1981. Que ce soit en raison d'un changement climatique ou d'une modification à la baisse des modalités de gestion des débits à la sortie des Grands Lacs, il semble toutefois de plus en plus évident que nous nous acheminons inéluctablement vers un abaissement des niveaux d'eau dans la portion fluviale du Saint-Laurent et des changements de salinité dans la portion estuarienne. Des changements aussi importants dans les débits (jusqu'à 40% au port de Montréal) et la salinité, si ils se concrétisaient, devraient entraîner des impacts importants sur l'environnement. Parmi ces impacts on note :

- une diminution sensible de la superficie des milieux humides actuels retrouvés dans le tronçon fluvial, notamment des marais profonds. Les milieux humides de ce tronçon du Saint-Laurent représentent actuellement près de 75% des milieux humides de l'ensemble du Saint-Laurent (Gratton et Dubreuil, 1990) ;
- en envahissement marqué des milieux plus terrestres ;
- un envahissement encore plus rapide d'espèces indésirables comme le phragmite et la salicaire dans le tronçon fluvial ;
- une diminution notable de l'érosion ;
- une évolution des groupements herbacés (4 000 ha) retrouvés dans les milieux insulaires du tronçon Montréal-Sorel vers des milieux plus arbustifs et arborescents et, dès lors, une diminution importante de la capacité de support de ces milieux pour notamment la sauvagine (50% de la population nicheuse de canards barboteurs se retrouvent dans le tronçon Montréal-Sorel et 70% de ces derniers sont associés aux prairies hautes (Lehoux et *al.*, 1995 ; Bélanger et *al.*, 1989)) ;
- une diminution des zones de rapides et ainsi des espèces de poissons qui leur sont associés ;
- une diminution des accès aux sites de fraie et d'alevinage ;
- un empiètement des riverains dans les zones nouvellement asséchées, notamment dans l'archipel de Berthier-Sorel ;
- une augmentation du dragage de la voie maritime et des différentes marinas dans le tronçon Montréal-Sorel ;
- une remontée du front salin dans l'estuaire et ainsi un déplacement des marais à spartines vers l'amont, une diminution des marais à scirpe, un changement dans la zone de turbidité avec un impact possible sur les larves de poissons.

À court terme cependant, les niveaux d'eau actuels continueront d'engendrer une érosion qui risque de dégrader certains habitats de grande valeur le long du Saint-Laurent. Une étude présentement en cours dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent révèle encore des taux de reculs de rives de l'ordre de 1 à 2 mètres dans le tronçon Montréal-Sorel. Les impacts anticipés par l'érosion sont les suivants :

- perte de 1 500 ha d'habitats au cours des trois ou quatre dernières décennies et perte additionnelle de quelque 10 à 20 ha par année;
- disparition à court et à moyen terme de quelques îles du Saint-Laurent dont certaines de grande valeur biologique;
- disparition possible de plusieurs marais émergents et submergés présentement sécurisés des effets néfastes des vagues et des courants par les îles avoisinantes;
- perte de 40 000 nids de sauvagine au cours des 35 dernières années;
- perte de sites d'alimentation pour la sauvagine et la fraie;
- pertes possibles d'espèces de plantes désignées menacées ou vulnérables.

Le volet agricole

Le drainage agricole réalisé au cours des 20 dernières années continuera d'engendrer des effets particulièrement néfastes sur les écosystèmes. On peut regrouper la problématique du drainage à l'intérieur des deux thématiques suivantes :

1. Impacts du drainage des marais à spartines

L'endiguement des marais à spartines à des fins agricoles (cas des marais endigués mais non encore transformés à des fins agricoles) engendre de multiples impacts dont:

- crée une barrière physique qui limite les échanges avec le milieu ambiant via le jeu des marées et qui diminue les quantités de matières organiques exportés qui contribuent à la chaîne alimentaire de l'estuaire ;
- transformation graduelle du milieu humide en milieu plus xérique et changements dans la composition spécifique des plantes ;
- assèchement des marelles qui caractérisent le marais ;
- disparition de sites d'alimentation pour de nombreuses espèces avifauniques (Oies, canards barboteurs, hérons et bruants... dont une espèce à répartition limitée soit le bruant de Nelson) et d'ichtyofaune.

La région côtière comprise entre Kamouraska et l'Isle-verte regroupe près de 1 000 ha de marais endigués (non transformés par l'agriculture) et où les fonctions originales ont été perturbées (Les consultants en environnement Argus, 1998).

Les canaux de drainage sont omniprésents dans le paysage des marais à spartines. Leur seule présence entraîne deux impacts importants au milieu environnant :

- un assèchement saisonnier de centaines de marelles et ainsi de sites d'alimentation pour la faune ;
- un assèchement général du milieu, la disparition de multiples espèces végétales et une diminution importante de la biodiversité dans ces secteurs.

La région côtière comprise entre Kamouraska et Rimouski est la région qui englobe le plus de canaux de drainage à l'intérieur même des marais. On y en dénombre près d'une quarantaine (Les consultants en environnement Argus, 1998).

2. Impacts du drainage dans les tributaires

Les 40 000 km de cours d'eau qui ont été redressés, reprofilés et surcreusés dans les principaux tributaires du Saint-Laurent au cours des 30 dernières années, ont entraîné des impacts marqués sur l'écosystème aquatique tels que rapportés en partie par Bélanger et al (1997):

- augmentation de la vitesse de rétention et d'écoulement des eaux ;
- pertes importantes des habitats riverains humides pour la faune et la flore ;
- augmentation de l'érosion ;
- mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité ;
- diminution de la qualité de l'eau.

La disparition de la bande riveraine, la disparition des milieux humides et les pratiques agricoles actuelles ont engendré, d'autre part, une augmentation substantielle de la pollution dans les tributaires qui contribuent par le fait même à une augmentation de la pollution dans le Saint-Laurent. Dans certains bassins versants à vocation fortement agricole, soit ceux des rivières l'Assomption, chaudière et Yamaska, on a estimé qu'en moyenne 50% de la charge en phosphore total et 55% de la charge en azote totale était attribuable à l'activité agricole (Bertrand, com. pers.). De façon générale, les principales substances rejetées en excès sont la matière organique (DBO), les éléments nutritifs, les matières en suspension et les pesticides. Par exemple, les apports en azote dans le seul bassin de la rivière Chaudière sont évalués à 20kg/ha, dont 16kg/ha originent de la pollution agricole diffuse.

Le volet biodiversité

Les quelque 700 km de berges anthropisées (la majorité enrochées), retrouvées entre Cornwall et Montmagny et, entre autres, la coupe importante des franges arborescente et arbustive sur près de 50% des marais intertidaux à spartines diminuent considérablement la biodiversité du Saint-Laurent. L'anthropisation des rives a été particulièrement néfaste pour la portion supérieure des hydrosères représentés par les marécages. Près d'une vingtaine de groupements arborescents et une dizaine de groupements arbustifs ont, dès lors, possiblement été complètement irradiés de certains secteurs du Saint-Laurent, notamment des les secteurs les plus fortement urbanisés comme ceux des lacs Saint-François et Saint-Louis et du tronçon Montréal-

Sorel. Il en serait possiblement de même de certaines espèces de plantes rares, d'oiseaux, de poissons, de mammifères et d'amphibiens qui sont étroitement associés aux habitats riverains. Ainsi, plus d'une quarantaine d'espèces d'oiseaux, telles la Paruline jaune, la Paruline masquée, le Bruant des marais, les Bruant chanteur et le Carouge à épaulettes ont sûrement diminuées significativement en abondance et même ont probablement complètement disparues des régions les plus urbanisées. Certaines espèces de poissons, notamment la perchaude qui pond des œufs en larges rubans qu'elle accroche sur les branches d'arbustes inondés qu'elle accroche aux branches d'arbustes inondés, pourraient particulièrement souffrir de la disparition systématique de ce type de couvert aux abords des rives. Chez les mammifères, une vingtaine d'espèces, parmi lesquelles le

Rat musqué, la Moutette rayée, le Raton laveur, le Vison d'Amérique et la Belette à longue queue, seraient aussi en relation plus ou moins étroite avec les habitats riverains et auraient, dans une certaine mesure, pu être aussi touchés par les différentes modifications riveraines.

La protection d'habitats de grande valeur

Les 28% (1 400 km) de rives qui ont été anthropisés le long de l'ensemble du Saint-Laurent ont laissé, nul doute, des séquelles importantes sur les milieux ripicoles. Ainsi, il ne resterait plus maintenant qu'une quarantaine de sites sur tout l'ensemble des rives du fleuve, de l'estuaire et du golfe qui présenteraient encore des hydrosères non perturbées, représentatives d'une région donnée (Picard et al., 1997). Ces milieux peuvent encore disparaître sous les effets de l'empiétement ou, à tout le moins, perdre leur intégrité.

3. Priorisation des problématiques

La priorité à accorder aux différentes problématiques qui impactent les *habitats* du Saint-Laurent et qui pourraient éventuellement concerner plus particulièrement le Service canadien de la faune, serait la suivante :

Priorité 1 (volet agricole)

Drainage des cours d'eau et pollution diffuse retrouvées dans quelques tributaires du Saint-Laurent notamment les rivières l'Assomption, Chaudière et Yamaska.

Priorité 2 (niveaux d'eau)

Les niveaux d'eau et les modifications des sites de nidification et des sites d'élevage des canards barboteurs dans le tronçon fluvial Montréal-Sorel.

Priorité 3 (volet agricole)

Le drainage et l'endiguement des marais à spartines dans le tronçon estuarien compris entre Kamouraska et Rimouski.

Priorité 4 (protection d'habitats)

La *précarité des hydrosères* non encore perturbées retrouvées dans les secteurs suivants : le lac Saint-François (5) ; lac Saint-Louis (1) ; Montréal-Sorel (3) ; lac Saint-Pierre (6) ; Pointe du lac à Grondines (1) ; Grondines à Québec (1) ; estuaire moyen (8) ; estuaire maritime (5) ; baie des Chaleurs (2) ; îles de la Madeleine (4) ; haute Côte nord (1) ; moyenne Côte nord (1).

Priorité 5 (niveaux d'eau)

Les niveaux d'eau et l'érosion dans le tronçon Montréal-Sorel incluant les îles de la Paix

Priorité 6 (biodiversité)

La *faible productivité et biodiversité* des milieux riverains particulièrement dans le tronçon fluvial lac Saint-François/Sorel et en périphérie de certains marais intertidaux à spartines de l'estuaire maritime.

Priorité 7 (niveaux d'eau)

Les *niveaux d'eau* et l'envahissement de certaines espèces indésirables notamment dans l'archipel de Sorel et la baie de Maskinongé.

4. Solutions envisagées

Priorité 1

Afin de diminuer l'impact du drainage et de la pollution diffuse, nous suggérons de réaliser un projet (pilote) à l'intérieur d'un des bassins versants les plus contaminés (ex : Chaudière) ou à l'intérieur du bassin versant de la Rivière Boyer où cette approche a été, en partie du moins, expérimentée. Les étapes recommandées seraient les suivantes :

1. Identification des sites d'intervention

En collaboration avec les organismes du milieu et le MAPAQ, localiser un endroit dans le bassin où la contamination est importante et où l'efficacité des mesures mises en place pourront être facilement documentées.

2. Végétalisation d'une bande riveraine

À l'aide des techniques bio-végétales développées dans le cadre du plan d'Action Saint-Laurent, implantation d'une végétation riveraine le long des rives du secteur retenu.

3. Identification du meilleur système de traitement

La végétation riveraine se veut une bonne façon de réduire l'érosion et d'augmenter la biodiversité. Toutefois son efficacité à filtrer et à épurer les eaux de surface en milieu agricole demeure assez limitée dans les conditions québécoises ; les largeurs maintenues étant insuffisantes. C'est pourquoi nous préconisons la mise en place d'un marais épurateur (projet pilote) qui tout en épurant les eaux de surface originant du milieu agricole aurait un impact majeur sur la faune. Les milieux marécageux favorise la sédimentation des particules en suspension qui transportent une fraction importante de la pollution. Il existe une variété de systèmes naturels de traitement des eaux qui pourraient possiblement être applicables en milieux agricoles. On devra donc déterminer parmi les différents systèmes existants, ceux les mieux adaptés à traiter la pollution diffuse tout en servant d'habitats fauniques. Parmi les systèmes possibles, on note: les marais à écoulement de surface, les marais à écoulement souterrain, les marais constitués principalement de plantes aquatiques, les étangs de sédimentation et les prairies humides. On tentera de plus de trouver une solution à la problématique du phosphore en phase dissoute.

4. Mise en place d'un marais épurateur

À cette étape, on tentera, en collaboration avec les organismes impliqués dans ce dossier, de déterminer les meilleurs emplacements pour réaliser le projet pilote. Le choix de l'emplacement devra très bien refléter les problématiques les plus souvent rencontrées dans ces milieux. Il devra être apte à servir de projets de démonstration pour d'éventuels projets similaires.

5. Suivi

Un programme de suivis sera nécessaire pour vérifier l'efficacité des mesures utilisées sur la qualité de l'eau du sous-bassin

6. Modélisation du régime hydrologique

Cette modélisation permettrait d'identifier les débits dans chacun des sous-bassins, et ainsi les endroits où des interventions (stabilisation et mise en place de marais) seraient les plus avantageuses pour réduire à la fois l'érosion et les impacts de la pollution diffuse (diminution des matières en suspension, des pesticides et de la quantité de phosphore) *sur l'ensemble du bassin*. Le modèle gypse développé par l'INRS-eau permettrait ce genre d'analyse.

7. Promotion

Publiciser les résultats obtenus auprès des organismes des autres bassins versants où la problématique de pollution diffuse est importante.

Priorité 2

Afin de s'assurer que les sites du tronçon Montréal-Sorel qui se veulent les plus productifs pour les canards barboteurs de tout le système du Saint-Laurent ne soient pas éventuellement mis en danger par d'éventuels diminutions de niveaux d'eau, nous recommandons :

1. Modélisation des impacts

La modélisation des impacts de bas niveaux d'eau sur l'évolution de la végétation dans les milieux insulaires de plus grande capacité de support pour la nidification de la sauvagine (environ 30 îles) du tronçon Montréal-Sorel et dans les marais les plus importants (Contrecoeur, archipel de Berthier-Sorel, lac Saint-Pierre et îles de la Paix), pour l'élevage des couvées à l'aide de données d'élévation de terrain fournies par le laser aéroporté.

2. Validation du modèle

À l'aide de données existantes, de travaux de terrain et de laboratoire, s'assurer que les prédictions du modèle sont valables (arpentage sur le terrain, pédologie, test de germination en laboratoire) et ajustement du modèle en conséquence.

3. Identification des sites les plus perturbés

Localisation des îles et des marais où l'évolution de la végétation et les changements hydrologiques risquent de modifier et de rendre moins attrayants les sites de nidification et d'élevage

3. Développement de mesures de compensation

Identification à l'aide de revue de littérature et de rencontres avec des spécialistes québécois dans le domaine (Canards Illimités, Parcs Canada, FAPAQ) des mesures de restauration les plus aptes à maintenir le couvert végétal à des stades permettant une bonne productivité de sauvagine en dépit de changements hydrologiques envisagés..

4. Réalisation de projets pilotes

Évaluation des techniques de compensation recommandées (coupes sélectives de végétation, ensemencement d'espèces mieux adaptées aux nouvelles conditions hydrologiques, brûlage, pâturage, création de mares et de rigoles dans les marais...) afin d'en déterminer les coûts, les inconvénients et les modalités d'application.

5. Programme de suivis

Mise en place d'un programme de suivis aux endroits où la végétation risque de changer d'une façon importante dans les prochaines années pour vérifier la validité du modèle et du temps requis pour que les changements prennent place et nécessitent des interventions.

Priorité 3

Afin de restaurer les marais à spartines dégradés dont les superficies sont très réduites au Québec et leur redonner leurs fonctions originales, nous recommandons :

1. Validation de l'information existante

Les travaux réalisés dans le cadre du Plan Saint-Laurent 3 ont permis de localiser par photos interprétation les marais endigués et ceux drainés. Des visites sur le terrain sont requises pour bien localiser les sites.

2. Travaux de terrain

Des travaux d'arpentage et d'inventaires permettront de récolter les données de base permettant de décider de la meilleure approche pour permettre 1. aux sites endigués de subir à nouveau les effets de l'inondation (à l'aide d'un système de pompage ou de brèches dans les digues existantes) et 2. d'identifier précisément les canaux de drainage où des travaux correcteurs seraient de mise pour réduire les impacts sur le marais (mise en eau du canal principal ou mise en place de seuils sur les canaux secondaires).

3. Plans et devis

Réalisation de plans et devis décrivant les travaux à réaliser, la machinerie recommandée, les coûts et les délais de construction

4. Programme de restauration

Mise en place d'un programme de restauration des marais à spartines en collaboration avec Canards Illimités.

Priorité 4

Les 38 sites qui présentent des hydrosères non perturbés ont été identifiés à l'aide notamment des travaux réalisés par Dryade (1980). Ces informations méritent dès lors d'être actualisés avant de décider des interventions possibles. Les travaux à réaliser seraient les suivants :

1. Actualisation des données

Cette actualisation pourrait se faire avec les cartes de végétation du CSL (données MEIS) et à l'aide de visites sur le terrain. Elle permettrait de déterminer si les sites sont encore de grande valeur, de déterminer précisément leurs superficies, d'estimer les risques de perturbation à court ou moyen terme, de les prioriser.

2. Évaluation des mesures de protection

Les mesures de protection les plus appropriées pour chacun des sites (acquisition, ententes, zonage...) devraient être recommandées et des actions prises.

Priorité 5

Afin de minimiser les pertes d'habitats imputables à l'érosion, il serait pertinent de mettre sur pied un programme de protection des rives à la fois les plus perturbées et de plus grande valeur biologique. Dans le cadre du plan d'Action Saint-Laurent Vision 2000, des mesures ont été prises pour réduire l'érosion imputable au batillage des navires commerciaux. Toutefois, près de 10 km de rives réparties sur 15 sites demeurent encore en érosion active dans le tronçon Montréal-Sorel (incluant les îles de la Paix). Ce faisant les travaux suivants seraient requis

1. Plans et devis

Visites sur le terrain et travaux d'arpentage pour identifier la technique de protection la plus appropriée à chacun des sites et évaluation des coûts

2. Travaux de stabilisation

Mise sur pied d'un programme de stabilisation de berges. Étant donné les coûts élevés reliés à la stabilisation, priorisation des sites et intervention aux endroits de plus grande valeur.

Priorité 6

Afin d'augmenter la biodiversité de certains milieux riverains du Saint-Laurent, il serait intéressant d'encourager un programme de végétalisation des rives et ce, de la façon suivante ;

1. Projets de démonstration

Localisation de sites de démonstration (terres publiques : quai, marinas, parcs riverains..) pour réaliser des projets de démonstration faisant la promotion de la végétalisation de berges enrochées et de la végétalisation des rives dénudées dans le tronçon lac Saint-François/Sorel et dans l'estuaire maritime.

2. Promotion

Sensibilisation du public et des municipalités à la problématique des rives *via* internet, des guides, des rencontres.

3. Programme de financement

Soutien financier aux organismes désirant s'impliquer dans la végétalisation des berges.

Priorité 7

Afin de contrer l'envahissement de certains habitats par les espèces végétales indésirables, nous recommandons :

1. Priorisation

Identification des sites parmi les 1 100 ha d'habitats où le phragmite et la salicaies sont dominantes où un contrôle serait de mise.

2. Contrôle

En collaboration avec CI, démarrage d'un programme d'éradication des ces espèces.

Pour que ces différents projets puissent se réaliser dans le cadre d'un autre plan d'Action Saint-Laurent, il faudrait compter sur trois types de financement :

- 1. un programme de financement pour effectuer de la recherche et développer de nouveaux outils d'aménagement (ex : marais épurateur)*
- 2. un programme de financement permettant de réaliser des projets de restauration à grande échelle sur des terres publiques en collaboration avec des organismes comme Canards Illimités(ex : restauration d'aboiteaux)*
- 3. un programme de financement (genre interactions communautaires) permettant de réaliser des projets à l'intérieur de créneaux bien définis (ex ; végétalisation de berges)*

5. Littérature consultée

Bélanger, L., C. Maisonneuve et L. Major, 1997. La bande riveraine en milieu agricole pour la conservation de la biodiversité des sols et de l'eau. Habitats, vo. 7(3) : p. 1-2

Bélanger, L., D. Lehoux et C. Grenier, 1989. Propositions d'aménagement des îles du fleuve Saint-Laurent pour la sauvagine à partir de matériaux de dragage. Environnement Canada, 125 p.

Dombrowski, P., D. Dolan et D. Lehoux, 2 000. Étude sur les fluctuations des niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent : niveaux d'eau printaniers favorisant la sauvagine au lac Saint-Pierre. Rapport présenté au Service canadien de la faune, 78 p. + annexes.

Gratton, L., 1998. Inventaire aérien de la salicaire commune et du phragmite commun le long du Saint-Laurent de l'île Verte (Longueuil) à la rivière Saint-François. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 11 p.

Gratton, L. et C. Dubreuil, 1990. Portrait de la végétation et de la flore du Saint-Laurent. Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Ministère de l'Environnement, Québec, 56 p.

Lehoux, D., J. Landry et C. Grenier, 1997. Plan d'aménagement de la réserve de faune du cap Tourmente. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 110 p.

Lehoux, D., L. Bélanger, L.G. de Repentigny et J.C. Bourgeois, 1995. La sauvagine et les oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent. Dans : Gauthier, J. et Y. Aubry (sous la direction de), 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoises des groupes ornithologiques, Société de protection de oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, 1 295 p. (1207-1213).

Lemieux, C. et R. Lalumière, 1995. Répartition de la Zostère marine (*Zostera marina*) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans la baie des Chaleurs (1994). Rapport présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune, 58 p. + annexes.

Les consultants en environnement Argus, 1998. Perspectives d'aménagement et de restauration des marais à spartines du Québec. Rapport présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune, à Pêches et Océans Canada, au Ministère des transports du Québec et à Canards Illimités inc., 123 p. + annexes.

Les consultants en environnement Argus, 1996. Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et l'île d'Orléans. Rapport présenté à Environnement Canada, au Ministère des transports du Québec, à la Société d'Énergie de la baie James et à Canards Illimités inc., 220 p. + annexes.

Picard, M., D. Lehoux, R. Langevin et C. Grenier, 1997. État des rives et protection des milieux humides du fleuve Saint-Laurent : synthèse des connaissances actuelles. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 68 p.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Contexte :

Dans le cadre de la planification d'une suite aux trois plans d'action sur le Saint-Laurent, le comité de gestion régionale a besoin d'obtenir de la part des scientifiques du ministère, un avis éclairé sur les questions suivantes :

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique , quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?
2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?
3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?
 - Si cela s'avère pertinent, pouvez-vous spécifier dans quels secteurs géographiques du Saint-Laurent ces problèmes sont-ils prioritaires ? (Où devrions-nous intervenir en premier ?)
4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Thématiques :

Dans une perspective de conservation de l'environnement et de la biodiversité, les principales composantes du l'écosystème du Saint-Laurent sont analysées: eau, sédiments, habitats et biodiversité. Des personnes ressources sont sollicitées pour formuler une partie de cet avis scientifique, en fonction de leur domaine d'expertise.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Contexte :

Dans le cadre de la planification d'une suite aux trois plans d'action sur le Saint-Laurent, le comité de gestion régional a besoin d'obtenir de la part des scientifiques du ministère, un avis éclairé sur les questions suivantes :

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Il est difficile de dire si la végétation des milieux humides est mieux ou pire qu'il y a 20 ans. Elle est différente. Ce constat en soi n'a rien d'étonnant car les milieux humides sont des écosystèmes très dynamiques.

Il y a 20 ans, la période sombre des grandes conversions des milieux humides au profit de l'agriculture et de l'urbanisation était chose du passé. Les milieux humides se remettaient cependant d'une période de hauts niveaux survenus au milieu des années 1970. Les données disponibles montrent que plusieurs milieux ont changé, notamment les grands marécages du lac Saint-Louis dominés par l'érable argentée qui sont devenus des marais. Ailleurs? Je ne connais pas de données me permettant de statuer (les projets de suivi par télédétection et l'analyse historique du tronçon Repentigny-Trois-Rivières devraient nous apporter bientôt des éléments de réponse).

Il y a 20 ans, on avait une assez bonne connaissance de la dimension statique (floristique et écologie des communautés) des milieux humides, surtout grâce à des générations de botanistes et, plus récemment, aux travaux du groupe Dryade. À la même époque débuta l'intérêt pour le dynamisme de ces milieux, et plusieurs travaux furent publiés surtout dans le cadre du projet Archipel (Couillard et al. 1985; Dryade, 1983; Lamoureux et Olivier, 1982). Depuis, bien peu a été fait afin de mieux comprendre la dynamique des milieux humides et les principaux agents qui façonnent leur évolution dans le temps et l'espace.

1. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Aujourd'hui, les milieux humides du Saint-Laurent sont sujet à une période de bas niveaux d'eau et il semblerait que des épisodes extrêmes et des modifications brusques dans le régime hydrique soient plus fréquents dans le futur. Conséquences : difficile à dire pour le moment. On note une augmentation de la présence et de l'abondance de certaines plantes envahissantes (par exemple : *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*). On note également que la végétation des milieux humides ne réagit pas de façon linéaire avec les niveaux d'eau. Pour preuve, on peut noter l'absence de recolonisation par les arbres des zones qui étaient des marécages arborés même si les territoire jadis occupés sont toujours présents. La perturbation de ces sites a permis l'implantation d'espèces à caractères envahissants qui ont occupé l'espace et empêcher la germination de semis d'arbres. Certains auteurs affirment que ce processus serait à l'origine des prairies humides le long du Saint-Laurent. La situation est donc complexe. On recommence à travailler depuis quelques années sur les aspects dynamiques car nous n'en savons pas beaucoup plus qu'il y a vingt ans. Ce qui est fort intéressant cependant, c'est le fait que l'on attaque la question à plusieurs échelles de perception (réservoir de graines, productivité primaire, changement de composition à court et moyen terme). Les effets sont évidents : des pertes d'habitats.

1. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

La perte d'habitats par des actions humaines directes (par exemple le remblayage) a beaucoup diminuée (sans avoir complètement été enrayée) depuis les années 60. Toutefois, l'érosion des rives, particulièrement entre le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre, détruit des hectares de territoire, dont des milieux humides.

L'abondance de plantes envahissantes est préoccupante car cela peut indiquer une modification importante dans le régime de perturbations. Le visage des milieux humides du Saint-Laurent changent et il n'est pas possible aujourd'hui de revenir à l'état du début du siècle. Les conditions et le contexte ont changés. Ce qui rend d'autant difficile le suivi de ces milieux humides car l'on peut se demander alors qu'elle est notre référence?

La perspective des changements climatiques constitue une menace encore plus importante. L'éventualité d'importantes modifications dans le régime climatique (et par extension le régime hydrologique) pourrait rendre notre compréhension et notre «contrôle» (en terme d'aménagement) des milieux humides encore plus difficile. Une baisse marquée des débits et niveaux, une augmentation de la température, un allongement de la saison de croissance, une augmentation d'événements inhabituels (voire catastrophiques) sont autant de facettes qui modifieront considérablement le régime de perturbation observés jusqu'à présent. En plus du fait que les changements climatiques auront des répercussions sur les problèmes mentionnés plus haut; c'est le système dans son ensemble qui risque de changer!

1. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Dans le cas de l'érosion, il faudrait d'abord clairement identifier les agents causant l'érosion des rives (évolution naturelle du cours d'eau, fluctuations inhabituelles des niveaux et débits, bas niveaux, navigation commerciale, etc.). Ensuite, l'examen des principales causes et de nos objectifs (conservation des superficie, d'un type d'habitat, d'une population, d'un usage, etc.) devraient nous permettre de déterminer pourquoi et comment nous devons intervenir.

L'envahissement des espèces est difficile à contrôler. On ne pourra vraisemblablement pas éliminer toute nouvelle introduction. Cependant, lorsqu'elles surviennent, il faut agir rapidement et mettre des programmes agressifs d'éradication en parallèle avec des programmes de sensibilisation auprès de la population (qui facilite souvent la propagation des espèces exotiques) sur les effets néfastes d'introduction de nouvelles espèces. Il faudrait également mieux comprendre les mécanismes qui faut en sorte qu'une plante exotique aura un comportement envahissant ou pas en fonction des caractéristiques écologiques des habitats récepteurs (c'est problématique fait actuellement l'objet d'un projet de recherche).

Au niveau des changements climatiques, notre marge de manœuvre est bien mince! Le Ministère a un rôle important pour la prise de conscience et les changements de mentalité et de comportement qui sont nécessaires pour atténuer les effets des changements climatiques. Ce leadership, le Ministère le prend-il vraiment? Exerce-t-il suffisamment de pressions dans le but de favoriser des changements de comportement au niveau de la population?

Au niveau de la recherche sur le Saint-Laurent, les programmes de suivi en cours et à venir permettront de voir venir les changements au sein des écosystèmes. Mais serons-nous en mesure d'intervenir pour en diminuer les impacts? Pour ma part, la question reste ouverte...

Martin Jean

Références citées:

Couillard, L., P. Grondin et J. Millet (1985). Étude complémentaire de la végétation du lac Saint-Louis et du lac des Deux Montagnes, Archipel de Montréal: groupes écologiques de la plaine de débordement et de la zone aquatique, patrons d'inondation, clés de végétation potentielle et plans de gestion. Le Groupe Dryade pour le Min. du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et le Secrétariat Archipel.

Dryade (1983). Étude de la végétation aquatique et riveraine du lac des Deux Montagnes et de la rivière des Prairies: suivi écologique. Service Archipel et Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.

Lamoureux, J.-P. et L. Olivier (1982). Étude de la végétation de la plaine de débordement du lac Saint-Louis et du bassin de Laprairie, Québec. Dimension Environnement pour Hydro-Québec, Direction de l'environnement.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Volet Habitats (milieux naturels)

Luc Bélanger, Ph.D.

AVANT-PROPOS

Avant d'aborder les diverses questions posées, il m'a semblé essentiel de préciser certains éléments encadrant mon évaluation de l'état actuel du Saint-Laurent et des prochains enjeux et secteurs prioritaires :

- Le terme « habitat » est très large car tout autant un boisé qu'une terre agricole peut être un habitat (définit comme un lieu qui offre couvert et nourriture). Ainsi, j'ai préféré abordé ce thème sous l'aspect de « milieu naturel » tel que considéré d'ailleurs lors du premier bilan environnemental sur le St-Laurent réalisé en 1996. Cependant, il va de soi que mes commentaires recouperont ainsi certains aspects des thèmes « milieux humides » et « utilisation des rives/du sol » traités par d'autres collègues aussi consultés,
- Le Saint-Laurent est un fleuve...mais aussi une vallée ! Dans l'optique d'une nouvelle vision plus élargie du fleuve (au sens géographique mais aussi de sa problématique), j'ai opté de traiter ce volet en considérant tant le fleuve sous son axe ou découpage longitudinale avec ses 3 sections (A :fleuve, B :estuaire, C : golfe) que sous son axe transversale avec cette fois encore, 3 sections (a : île/marais riverain, b : rives et zones inondables, c : plaine intérieure et bassins versants).
- La perte de milieux naturels ne s'évalue pas uniquement en terme de superficie mais aussi en terme de pertes de fonctions et d'usages par la faune et la flore. C'est sous ces divers aspects que j'ai jugé de l'état et du devenir des milieux naturels. Dans le précédent bilan environnement de 1996, c'est ce que les auteurs nommaient les processus écologiques associés aux milieux naturels.
- Le Saint-Laurent n'est assurément pas en comparaison à la majorité des autres grands fleuves du monde, l'un des plus pollués et dégradés. Je crois qu'il est important de garder cela en tête lors de notre analyse des enjeux et pressions, question de mieux apprécier l'état réel du fleuve. Comme beaucoup de travail de synthèse avait été réalisé lors de cette exercice, j'ai fixé le point de départ de mon évaluation et analyse au bilan environnemental réalisé en 1996 suite au PASL I et II et à mi-plan de SLV-2000,
- J'ai tenté d'exprimer mes solutions aux problèmes prioritaires en fonction de programmes plutôt que de projets individuels. En effet, le programme NIVODO dans le cadre du PASL et celui malheureusement moins connu de l'Initiative des basses terres de l'Est dans le cadre du PCHE réunissant des scientifiques du SCF, de la FAPAQ et du CI, prouvent selon moi l'efficacité de cette formule de travail qui permet de concilier les forces (en terme d'expertise mais aussi de \$ investi) dans une approche coordonnée et intégrée en amont plutôt qu'en aval du problème.

ÉTAT ACTUEL DU SAINT-LAURENT

S'il est vrai que la vallée du Saint-Laurent a connu un déboisement massif au moment de la colonisation au début du siècle, puis à l'occasion de l'ère industrielle de l'après-guerre, on constate depuis la fin des années 60, que son paysage s'est aussi grandement transformé dans certains secteurs, suite à l'intensification de certaines activités agricoles, au développement industriel et à l'étalement urbain. Le tout s'est traduit par des pertes importantes en terme de milieux naturels. Ainsi, par exemple, plus de 4 000 ha de marais ont été perdus ou fortement dégradés le long du fleuve Saint-Laurent au cours des 40 dernières années. Dans le secteur des basses terres de la vallée du Saint-Laurent, les pertes encourues le long des tributaires, bien que difficiles à chiffrer, sont probablement encore plus importantes puisque plus de 45 000 km de cours d'eau y ont été redressés et plus de 1,5 millions d'ha de terres drainées (ces chiffres n'incluent pas les travaux non subventionnés et fait par les agriculteurs eux-mêmes). Par ailleurs,

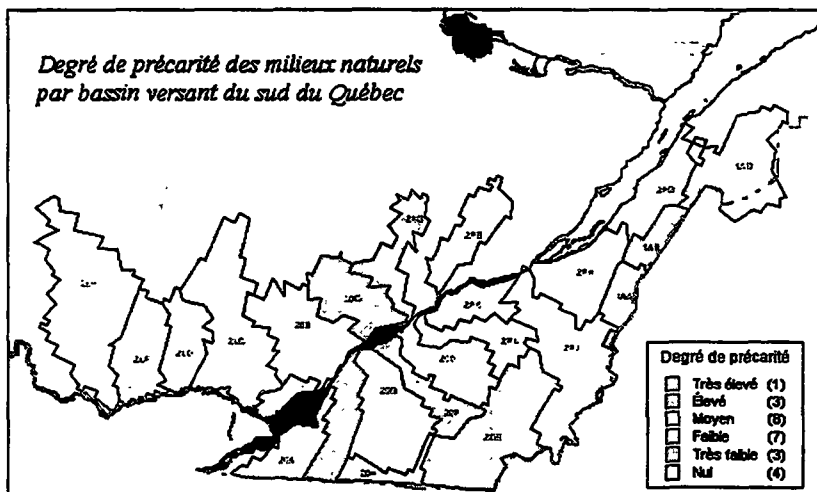
la venue de nouvelles pratiques culturelles et l'intensification de l'agriculture québécoise en général, ont entraîné une diminution importante des milieux forestiers dans le sud du Québec : près du tiers des MRC du sud-ouest du Québec ont une couverture forestière inférieure à 30%, soit sous le seuil de fragmentation où des effets néfastes sont causées à la faune et la flore (Bélangier et Grenier, sous presse).

Lors du premier bilan environnemental (Anon. 1996), la superficie des milieux protégés a été utilisé à titre d'indicateur ; on considérait alors que c'était le 4^{ème} en importance des 8 caractéristiques les plus importantes du fleuve. Il est mentionné que près de 335,810 ha de milieux naturels étaient sous protection le long du fleuve dont près de 3,000 km² par les gouvernements et plus de 8,000 ha par les ONGs. Plus de 12,000 ha d'habitats prioritaires ont ainsi été protégés dans le cadre du PASL I et II entre 1988 et 1998. Cependant, les constats suivants ont été faits :

- Il existait une grande discordance entre la localisation des superficies protégées de milieux naturels et la distribution des espèces fauniques et floristiques en difficulté. Peu d'actions de protection avaient été réalisées en proportion dans le tronçon fluvial (fleuve) et l'estuaire fluvial, ce qui en faisait deux secteurs problématiques,
- La superficie des milieux protégés comme indicateur n'était malheureusement pas pondéré selon le statut, la type, la diversité, la qualité des sites et l'abondance de la faune et de la flore tandis que l'on s'entendait pour dire que le fait de se voir attribuer un statut de protection ne voulait pas dire que le site était protégé de toutes menaces.
- On concluait que la superficie des milieux protégée avait augmenté significativement (par plus de 12,000 ha), ce qui représentait une nette amélioration mais que pour les modifications en rives, le statut demeurerait indéterminé.
- Plus de 75% des sites protégés inclut des terres humides et la majorité des sites se localisait sur des îles lors du PASL I tandis qu'ils étaient situés sur la rive (rive/zones inondables) dans le cas du PASL II.

Par la suite, les données du rapport biennal (1998-2000) laisse entrevoir une accroissement additionnelle de plus de 4,500 ha (en attente d'un chiffre en date de mai 2001 du bureau de la coordination) sur un objectif de 120,000 ha à atteindre pour le 31 mars 2003. Ainsi, l'on peut assurément conclure que la superficie des milieux protégée a augmenté de façon substantielle tandis qu'on note une amélioration pour ce qui est des mesures de protection des milieux naturels en rives, bien que l'on ne puisse en chiffrer la valeur car on ne possède toujours pas de facteurs de

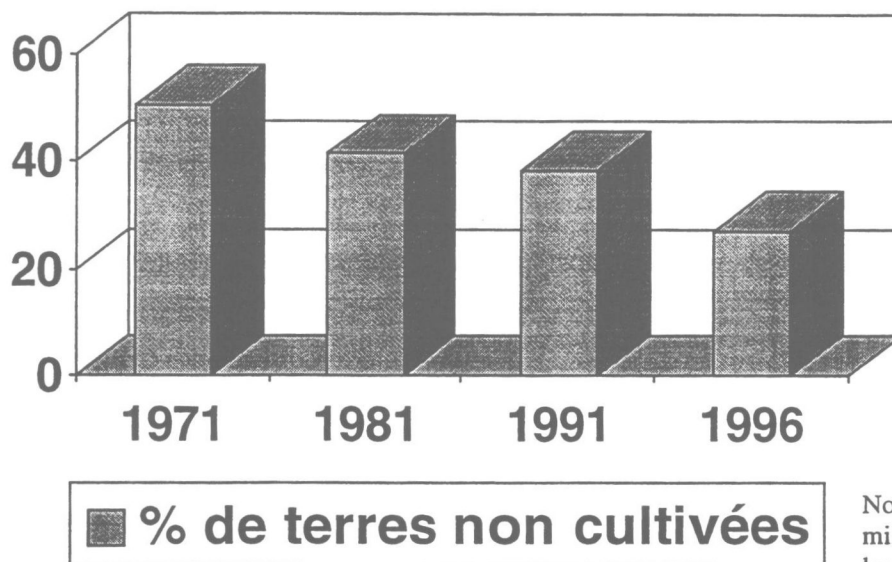
pondération (voir ci-haut) de nos actions de protection.



On note également tout au cours des divers phases du PASL, qu'un effort a été mis pour protéger des sites dans les divers tronçons longitudinaux du système St-Laurent mais que d'une manière générale, aucun effort de protection des milieux naturels dans la plaine du St-Laurent (le long des divers

bassins versants) n'a été réalisé tout au moins dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent.

Pourtant, le degré de précarité des milieux naturels dans la vallée du Saint-Laurent est souvent très précaire, tout particulièrement dans les secteurs du tronçon fluvial et de l'estuaire fluvial, là où la majorité de la population est regroupée et où l'agriculture est la plus intensive (Bélanger et al. 2000, Bilan des habitats et de l'occupation du sol dans le sud du Québec). D'ailleurs, le graphique suivant montre un déclin des habitats (exprimé en % de la superficie totale non cultivée) sur les fermes selon les diverses MRCs au cours de la période 1971-1996 dans la plaine du Saint-Laurent.



PROBLEMES ACTUELS (ENJEUX - PRESSIONS) ET EFFETS SUR L'ECOSYSTEME DU SAINT-LAURENT

Afin de réduire et simplifier le texte, j'ai regroupé sous forme de tableaux les divers secteurs du Saint-Laurent (à la fois sous la rubrique Secteur et à l'intérieur de la rubrique Enjeu/Pression), les principaux enjeux et pressions et leur effet sur les milieux naturels. Évidemment, cette dernière section aurait pu être davantage explicitée (références à divers travaux réalisés ici ou ailleurs) mais le format actuel de l'avis demandé ne le permettait pas.

Secteur	Enjeu/pression	Effet sur les milieux naturels
Îles/marais riverain	Accroissement des activités de plein-air (nautique) et de villégiature ; tronçon fluvial et estuaire fluvial et maritime	Perte d'habitats et dérangement accru de la faune (réduction du temps d'alimentation, mortalité directe et indirecte, etc.) ; perte de fonctions/usages et érosion des berges dans certains secteurs
	Intensification des activités agricoles (grandes cultures ; polluants, OGMs) ; tronçon fluvial	Pertes de superficie, transformation de l'habitat (couvert végétal), réduction du potentiel pour la faune et la flore
	Arrêt des activités traditionnelles	Vieillessement (succession) des communautés végétales

	agricoles ou autres (feu, pâturage communal, etc.) ; tronçon fluvial	(perte du potentiel faunique d'origine c-a-d au moment de l'acquisition des sites)
	Introduction d'espèces exotiques ou invasives (salicaires, phragmites, etc.) ; tronçon fluvial et estuaire fluvial	Transformation des communautés végétales indigènes et pertes de potentiel faunique et floristique
	Introduction de prédateurs ; tronçon fluvial, estuaire fluvial et maritime	Réduction du potentiel pour la faune (oiseaux coloniaux)
	Régularisation des niveaux d'eau ; tronçon fluvial	Transformation des communautés de macrophytes, déplacement de la toposéquence végétale caractéristique ; impact faunique et floristique à confirmer
Rives et zones inondables	Accroissement des activités de plein-air et de villégiature en rives ; tronçon fluvial	Perte d'habitats et dérangement accru de la faune (réduction du temps d'alimentation, mortalité directe et indirecte, etc.) ; perte de fonctions/usages et transformation des communautés végétales riveraines dans certains secteurs
	Intensification des activités agricoles (grandes cultures ; OGMs), urbanisation et industrialisation en rives ; tronçon fluvial	Pertes de superficie, transformation de l'habitat surtout forestier (couvert végétal), réduction du potentiel pour la faune et la flore, fragmentation et perte de connectivité
	Introduction d'espèces exotiques ou invasives (salicaires, phragmites, etc.) ; tronçon fluvial et estuaire fluvial	Transformation des communautés végétales indigènes et pertes de potentiel faunique et floristique
	Régularisation des niveaux d'eau ; tronçon fluvial	Accentuation (empiétement) des activités agricoles, urbanisation et industrialisation en rives ; pertes et transformations des communautés végétales riveraines, notamment les forêts jadis inondées ; perte du rôle des plaines inondables (frayère, halte migratoire, etc.)
Plaine et bassins versants	Intensification des activités agricoles (grandes cultures ; OGMs), urbanisation et industrialisation des rives des principaux cours d'eau ; tronçon fluvial et estuaire fluvial	Pertes de superficie, transformation de l'habitat surtout forestier et milieux humides (marais et tourbières), réduction du potentiel pour la faune et la flore, fragmentation et perte de connectivité

PROBLEMES ET SECTEURS PRIORITAIRES DU SAINT-LAURENT

Le tableau ci-dessous résume les principaux enjeux (pressions) et où elles causeraient un impact le plus prononcé sur les milieux naturels, leurs fonctions et usages par la faune et la flore. En fait, ces derniers peuvent être regroupés en trois grandes catégories à savoir, ceux causant la perte directe de superficie, ceux occasionnant une perte de fonction ou d'intégrité écologique et ceux limitant leur usage par la faune et la flore. D'une façon générale, ces trois types d'enjeux se retrouvent présents en majorité dans les secteurs du tronçon fluvial (fleuve) et de l'estuaire.

Enjeu/pression	Fleuve			Estuaire			Golfe		
	île	rive	plaine	île	rive	plaine	île	rive	plaine
Accroissement des activités de plein-air (nautique) et de villégiature	X	X	X	X	X		X		
Intensification des activités agricoles (grandes cultures)	X	X	X		X	X			
Arrêt des activités traditionnelles agricoles ou autres (feu, pâturage)	X	X							

communal, etc.)									
Introduction d'espèces exotiques ou invasives (salicaire, phragmite, etc.)	X	X	X						
Introduction de prédateurs				X			X		
Régularisation des niveaux d'eau	X	X							
Intensification de l'urbanisation et de l'industrialisation	X	X	X		X				

SOLUTIONS AU PROBLEMES PRIORITAIRES

Les volets passés du PASL ont mis l'emphase sur la protection (surtout par acquisition) de sites de milieux naturels partout le long du système Saint-Laurent mais en adressant tout particulièrement la problématique de la conservation des îles, marais riverains et habitats en rives immédiates du Saint-Laurent. Un éventuel PASL IV s'harmonisant avec une des recommandations majeures issues des travaux de la Table-Nature, devrait donc maintenant visé à assurer l'intégrité écologique de ces sites en favorisant leur saine gestion écologique (**plan de gestion des îles du Saint-Laurent** incluant contrôle des espèces invasives, etc.), en y minimisant les activités anthropiques néfastes (**étudier et y réduire les effets néfastes du dérangement de la faune, analyser et restaurer les sites dégradés**), en s'assurant d'établir des liens écologiques entre ces derniers (**établissement de corridors écologiques**) et en favorisant au pourtour, une gestion intégrée du territoire (**zones-tampons**) et en accord avec les efforts de protection des milieux naturels tant au niveau des processus écologiques que des espèces dont la protection est visée. Toutes ces activités ou orientations devraient être regroupées sous un **programme** intitulée **Intégrité écologique des milieux naturels**. Ce programme aurait aussi comme objectif d'allouer un plus effort que par le passé pour assurer la protection des milieux naturels en zones inondables et dans la plaine du Saint-Laurent quoiqu'à ce niveau, l'acquisition de sites ne soit peut-être pas la meilleure approche. La sensibilisation des propriétaires, des ententes légales ou de gré-à-gré avec les petits et grands propriétaires terriens et de meilleures politiques d'utilisation du territoire seraient des outils à privilégier dans une approche davantage préventive et extensive. Cela permettrait aussi un rapprochement entre le PASL et les autres plans majeurs de conservation nationaux et internationaux (PNAGS, NABCI, EMAN) en ciblant l'un des écozones nord-américains les plus menacés actuellement en vertu du nombre et de la diversité des pressions environnementales.

Une des recommandations issues du premier bilan environnemental sur le Saint-Laurent était que la superficie des milieux protégés comme indicateur d'état n'était pas pondéré selon le statut, la type, la diversité, la qualité des sites et l'abondance de la faune et de la flore. Suite aux travaux de synthèses du *Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent et du Bilan des habitats et de l'occupation du sol dans le sud du Québec*, on serait à même de développer une tel **système d'aide à la conservation des milieux naturels** pour s'assurer que les prochaines actions de protection de sites se feront dans les secteurs les plus prioritaires et viseront les espèces les plus en difficulté. En parallèle à un tel système, il faudrait se doter à partir des nouvelles technologies (géomatique) d'un **mécanisme (indicateur) de suivi des habitats** et pas seulement des terres humides. Il est fort à parier que des enjeux comme la régularisation des niveaux d'eau, l'intensification des pratiques agricoles et autres, causeront un empiétement beaucoup plus important sur les milieux naturels résiduels dans les secteurs des zones inondables et de la plaine

intérieure que dans les secteurs immergés où plutôt un déplacement de la toposéquence végétale est à prévoir. Pourtant, ces changements le long du fleuve et des divers bassins versants (déforestation, pratiques agricoles plus polluantes, etc.) auront par exemple, des conséquences majeures sur la ressource eau du système Saint-Laurent.

Finalement, il me semble essentiel que davantage de ressources (humaines et financières) soient allouées dans le futur pour mieux prioriser et orienter nos actions de protection des milieux naturels (particulièrement du point de vue du rôle des organismes fédéraux), fournir aux intervenants gouvernementaux et non gouvernementaux les connaissances scientifiques et outils technologiques pour le faire et non le faire pour eux (définition même d'une action extensive-préventive de conservation). De moins en moins de ressources sont disponibles à l'interne du ministère tandis que l'on offre de plus en plus de moyens aux intervenants du milieu pour agir (ce qui est cependant bien en soi). Il faut que d'une part, les scientifiques puissent générer et diffuser (internet, colloque, etc.) les informations nécessaires pour agir aux meilleurs endroits et de la meilleure façon possible. D'autre part, il faut aussi que les programmes actuels de financement tiennent compte des orientations de conservation fournies par nos experts, concentrent les actions dans les secteurs névralgiques plutôt que de soupoudrer les efforts à la grandeur du territoire. **Un meilleur couplage recherche interne et financement externe est impératif.** A ce titre, en terme d'urgence de protection et de restauration de milieux naturels, les secteurs du tronçon fluvial et de l'estuaire me semblent prioritaires et devraient faire l'objet de davantage d'attentions sans pour autant que les autres secteurs soient cependant complètement négligés mais fasse l'objet d'actions plus ciblées (îles, barachois, tourbières, etc.).

6

Environnement
Canada

Environment
Canada

Note de service - Memorandum

A/To Jean Burton
Aviser scientifique
Centre Saint-Laurent

**PRÉPARÉ PAR/
PREPARED BY :**

**SÉCURITÉ/
SECURITY :**

SANSCLASSIFICATION

**DE/
FROM** Jean-François Bibeault
Spécialiste des usages
État du Saint-Laurent

**DOSSIER/
FILE :**

DATE : 25 mai 2001

**Objet/
Subject :** Avis scientifique sur le Saint-Laurent.

Voici sous forme succincte une réponse aux quatre questions centrales posées lors du dernier atelier (11 avril 2001) portant sur l'évaluation scientifique de l'état du Saint-Laurent. Le texte qui suit est présenté sur les trois pages annexées. Les questions no. 2 et 3 sont traitées dans un même bloc dans la mesure où les secteurs prioritaires font partie de l'identification des problèmes.

J.F. Bibeault, Ph. D. Aménagement

c.c. Hélène Bouchard

1. L'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a vingt ans.

L'occupation du territoire riverain (rives)

A) L'intensification du développement résidentiel et urbain

De manière générale et à la lumière des divers rapports ZIP qui ont été publiés au cours des dernières années, on peut faire le constat que l'occupation humaine le long du Saint-Laurent s'est intensifiée (croissance démographique), particulièrement en périphérie de la région montréalaise (ex. rive sud, Laval, couronne nord). Plusieurs terres en friche ont ainsi été transformées en aires résidentielles, souvent sans que l'on en connaisse la valeur écologique. L'impact s'est fait sentir à la fois au sein des municipalités riveraines (données des rapports ZIP) que dans l'arrière pays (selon les constats de diverses recherches en études urbaines ou en géographie).

B) La présence agricole

Sur le plan de l'occupation des sols, l'agriculture le long du Saint-Laurent n'a pas évolué beaucoup (selon les données sélectionnées provenant de Statistique Canada). On note plutôt une intensification des pratiques agricoles sur des territoires déjà occupés (ex. utilisation de pesticides). Certes, l'effet du cycle économique se fait remarquer (données du recensement de 1986 indiquent souvent une réduction de l'activité (superficies cultivées) alors que les recensements suivants, 1991 et 1996 indiquent une reprise). Également, on compte moins d'exploitants pour une même superficie cultivée. Il y a une rationalisation des exploitants, une tendance que l'on peut noter en fait depuis les années 1960 et même avant avec l'industrialisation de l'agriculture (et des coûts en capitaux que cela suppose).

C) Récupération de sites à vocation industrielle

En ce qui a trait à l'utilisation industrielle des sols, on note dans plusieurs cas une récupération des sols (en anglais on parle de «brownfields» qui dans certains cas est un équivalent). C'est particulièrement notable en ce qui a trait aux grands espaces portuaires (Montréal, Trois-Rivières et Québec). De fonction industrielle, ces espaces sont devenus au cours des années 1980 et début 1990, de nouveaux lieux récréatifs permettant par ailleurs la multiplication de nouveaux services de ce type (ex. croisières, je boat, navettes, etc.). Il y a eu un effet de levier économique notable associé à cette récupération des sols (ex. étude économique 1992, pour le Vieux Port de Montréal).

D) La connaissance du milieu insulaire

Pour ce qui est du milieu insulaire, le portrait est plus difficile à établir (outre les premiers m de rives, voir D. Lehoux). Outre les conflits ponctuels des dernières années (ex. les îles près des rapides de Lachine), peu de données fiables et récentes existent quant à leur occupation. Des problèmes de détermination de la propriété des terres, d'activités ad hoc (ex. dépôts de dragage) sur certaines îles et de l'occupation informelle des terres (squatters, par exemple sur l'île Sainte-Thérèse à Varennes, véliplanchistes dans la baie de Beauport) nous empêchent d'en bien connaître l'état.

E) La protection, la conservation et le développement

Au cours des dernières années (surtout depuis 1990), on connaît (ou en peu en faire l'estimé), les pertes de milieux humides sur le territoire par la comparaison de photos aériennes ou de photos satellites (photo-interprétation). Cela dit, on n'a pas de données équivalentes analysées qui nous permettent de statuer sur le degré de conversion des terres (la friche, le bâti, y compris les accès sous forme de pistes cyclables, parcs, etc.).

2 et 3. Enjeux actuels et effets sur l'écosystème du Saint-Laurent et priorisation

Le développement urbain (occupation et utilisation des sols) constitue toujours une menace dans la mesure où les espaces boisés et les îles sont l'objet de possibles développements (ex. boisés dans la MRC LaJemmerais, les îles dans la perspective de la récente société Croissant de L'est soutenue par la ministre des Affaires Municipales et de la Métropole). Le type de développement récréatif favorisé pourrait s'avérer critique (un choix sera à faire entre des activités récréatives plus près d'un écotourisme respectueux du support biophysique du milieu ou un développement plus classique de type récréo-touristique avec infrastructures lourdes).

Le développement industriel qui tend plutôt vers le secteur des services ne devrait pas être négligé. De nouvelles activités économiques favorisées par les politiques industrielles actuelles (ex. biotechnologies et pharmaceutique) pourrait générer des impacts qu'il sera difficile de suivre et de mesurer. Leur concentration dans des villes où les réseaux d'égouts sont bien implantés fait en sorte qu'il est difficile de suivre la toxicité relative de leurs rejets à l'égout qui sont dilués avec ceux des autres industries. C'est aussi une problématique liée au secteur des PME tel qu'on le connaît actuellement.

Également, le développement urbain implique le développement d'activités récréatives dont plusieurs se font à proximité du fleuve ou directement en rives. C'est le cas par exemple, de la multiplication des services nautiques et des infrastructures à venir tel le canal Lachine et Soulanges. Cet enjeu pourrait devenir plus critique dans le contexte des changements climatiques et d'une baisse généralisée possible du niveau d'eau. On peut alors anticiper une pression politique en faveur d'autorisations de draguer en plusieurs endroits les plans d'eau entre le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre.

Enfin, le contrôle des surverses en milieu urbain devient critique dans la mesure où les efforts d'assainissement, d'abord concentrés sur les infrastructures de raccordement et de traitement (stations d'épuration) doivent maintenant se porter sur la gestion des opérations du réseau (la pression sur le milieu aquatique a partiellement été maîtrisée par la mise en place des stations d'épuration au cours des années 1980 et 1990 par la province). Bien qu'il existe plusieurs avenues sur le plan de cette gestion (contrôle en temps réel, bassins de rétention, etc.), notre attention doit se porter sur l'efficacité environnementale des mesures actuelles ou à venir (ex. traitement des eaux usées).

Pour ce qui est de l'agriculture, cela représente surtout un problème à l'intérieur des bassins se déversant en direction du fleuve. Il y a d'une part un problème récurrent pour les grands bassins comme la Yamaska, la rivière l'Assomption et la Chaudière, piliers d'une agriculture industrielle au Québec. Ces territoires font encore l'objet d'une pression importante sur le plan des pesticides, des fertilisants organiques (résidus de porcheries) et potentiellement des OGM (cultures de maïs et soya, particulièrement abondantes dans le bassin de la Yamaska). Cela dit, on ne doit pas négliger les bassins de moindre superficie tels les rivières Saint-Régis à proximité du fleuve. Le petit bassin La prairie constitue à cet égard un territoire potentiellement critique, d'autant plus qu'il est un lieu d'usages assez important pour la communauté de la rive sud de Montréal (Sainte-Catherine, La Prairie et Brossard notamment). Les efforts entrepris, par exemple au niveau de la rivière Boyer, devraient être analysés et utilisés comme un possible exemple de récupération (et de gestion) de rivières en milieu agricoles. Il existe un autre cas mis de l'avant par le comité ZIP Saguenay qui pourrait aussi servir de projet pilote.

4. Options ou solutions pour résoudre les problèmes prioritaires

A) Les espaces boisés et les îles

Préalablement à une intervention, il faudrait avoir une connaissance des superficies actuelles à l'état «naturel» couplées avec les superficie projetées de développement (ex. à partir de la nouvelle génération de schémas d'aménagement et des projets de développements à venir, non inscrits dans les schémas) et les superficies protégées (officiellement, mais aussi par le biais de l'intendance des terres) ou récupérées (ex. aménagement fauniques comme Canards Illimitée). Cela permet deux choses, de suivre l'évolution du territoire mais aussi et surtout, d'anticiper les conflits d'occupation et d'utilisation du territoire et d'intervenir (ou nous offre à tout le moins cette opportunité) de manière préventive et de consolider les acquis (ex. appuyer l'intendance des terres).

B) Les espaces industriels

La première étape est de mieux connaître la nature, le type et la quantité de rejets de ces industries de manière à apprécier si les stations municipales sont suffisantes à atténuer les impacts potentiels. Dans ce profil on doit aussi tenir compte des efforts des industries (ex. pré-traitements, recirculation et recyclage) à limiter leurs rejets. En fait, on reprend la démarche classique de caractérisation appliquée aux grands secteurs industriels à ces nouveaux secteurs. Pour ce faire, il y a lieu d'utiliser les données disponibles (ex. par le biais de l'Inventaire national de rejets des polluants ou INRP) et de procéder à une enquête préliminaire avant de passer à la caractérisation chimique qui pourrait se limiter à quelques cas type (voir avec la DPE).

C) Les services nautiques et les infrastructures

À partir des connaissances sur les infrastructure disponibles (été 1999 et 2000), il est possible d'envisager une stratégie d'intervention en lien avec la comité Navigation ou ce qui pourra être un équivalent après la fin du plan III. Il s'agit de saisir cette pression dans son ensemble en tenant compte des enjeux économiques et sociaux et de la diversité des impacts sur le territoire, mais aussi au niveau de la qualité de l'eau (ex. rejets liquides et pétroliers qui en principes, devraient fait l'objet d'un suivi par la Garde côtière et MPO, ou encore par la DPE dans le cadre de la LCPE).

D) Les surverses

Certes le programme de suivi des rejets urbains doit être poursuivi. Toutefois, il faudrait aussi tenir compte des rejets sporadiques le long du réseau de la CUM (et de la rive sud) qui sont aussi susceptibles d'avoir une incidence sur la santé des usagers (baigneurs et plaisanciers, pêcheurs de poissons) du lac Saint-Louis, de la rivière des Prairies, du Grand bassin La Prairie et du fleuve en direction de l'est de l'île. Idéalement (et peut-être plus tard), les autres grands centres urbains et industriels tels Trois-Rivières, Québec et Valleyfield devraient aussi être visés.

E) L'agriculture

Les bilans agro-environnementaux sont un acquis. Toutefois, ce qu'il faut maintenant c'est d'utiliser des exemples d'interventions efficaces qui peuvent se multiplier sur le territoire. Les «success story» Boyer (si c'est le cas) et autres, méritent d'être analysés et rapportés pour stimuler l'innovation locale. Les comités de bassins qui se multiplient sur le territoire peuvent ainsi devenir des portes d'entrée privilégiées à cette action. Des terrains d'essai pour de nouvelles initiatives de gestion fermière et de gestion par groupe d'exploitants seront aussi possiblement nécessaires.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT VOLET AGRICOLE SMC - Québec

L'implication du Service météorologique du Canada (SMC) dans le volet agricole du SLV-2000 est récente (1998). Le SMC - Québec, plus particulièrement la Division de la météorologie, joue un rôle de soutien fondamental dans les stratégies phytosanitaires et de développement durable de ses partenaires. Ils sont : Agriculture Canada, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le ministère de l'Environnement du Québec et l'Union des producteurs agricoles (UPA). Le SMC - Québec aura besoin de tous les appuis pour faire reconnaître auprès des intervenants la contribution environnementale des services météorologiques.

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique (météorologie), quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans?

La Division de la météorologie n'a pas l'expertise comme telle afin de porter un jugement scientifique sur l'état du Saint-Laurent. Son rôle premier est de supporter ses différents partenaires fédéraux, provinciaux ou privés dans la réalisation d'études permettant de poser un diagnostic sur l'état du Saint-Laurent.

Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance quels en sont les effets sur les écosystèmes du Saint-Laurent? Quels sont ceux qui sont prioritaires? (Questions 2 et 3 combinées).

Je m'inspire ici du rapport technique réalisé en 1998 par Jean Nolet, Philippe Nolet, Louis Roy, René Drolet et Serge Villeneuve. Les enjeux et pressions présentés au tableau 5.1 du rapport technique demeurent d'actualité.

Les pressions sont :

- répartition géographique,
- intensité (concentration des cultures et/ou production animale par bassin versant - tributaires du Saint-Laurent,
- importance économique de l'agriculture,
- effet sur la qualité de l'eau,
- effets sur les habitats, le biote et la santé humaine.

Ces pressions sont fonction :

- de la production animale,
- de la fertilisation (phosphore/azote),
- des pesticides,
- grandes cultures,
- aménagements hydro-agricoles.

Comme il est mentionné dans le rapport technique, les effets des différents éléments sur l'écosystème du Saint-Laurent sont très variables. De plus, les effets ne sont pas nécessairement directs sur l'écosystème du Saint-Laurent mais davantage sur les affluents de celui-ci. Les enjeux principaux sont : la problématique du phosphore et l'utilisation massive de pesticides.

L'enjeu est donc de travailler à améliorer l'état de santé des tributaires du Saint-Laurent, en fonction des enjeux cités, afin d'éviter d'accentuer le déversement des surcharges de ceux-ci dans l'écosystème fluvial. Dans ce cas, le travail du Service météorologique du Canada consiste à appuyer les différentes organisations dans l'atteinte de leurs objectifs respectifs tels que définis dans les différents plans quinquennaux de développement durable. Ces plans attaquent directement les enjeux mentionnés notamment pour les bassins des rivières : Châteauguay, Richelieu, Yamaska, Saint-François, Nicolet, Bécancour, Chaudière, Etchemin, Boyer et l'Assomption.

Nous devons ajouter et intégrer l'enjeu des changements climatiques et l'influence (pression à la hausse ou à la baisse) sur l'utilisation de pesticides. Par exemple, un climat plus clément permettrait plus d'une récolte et donc une utilisation plus intensive de fertilisants et de pesticides.

4. Que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires?

L'enjeu relié au phosphore et à l'azote relève principalement du MENQ, du MAPAQ, d'Agriculture Canada et de l'UPA. Des mesures ont été mises en place (structure de rétention des fumiers, plan de fertilisation, etc.) dans la phase actuelle du SLV-2000. Il serait important dans un autre plan que ce travail de contrôle soit achevé.

L'enjeu des pesticides est relié directement au climat. Il est le catalyseur. Le développement et l'évolution d'un ravageur en agriculture dépend du régime climatique. De tous les paramètres climatiques, l'humidité et les précipitations sont ceux qui ont le plus d'influence sur le développement d'un ravageur. Dans la phase actuelle du SLV-2000, un outil de soutien très intéressant (CIPRA) a été mis à la disposition des responsables de la stratégie phytosanitaire du MAPAQ. Il a amené une évolution importante dans la gestion de l'utilisation de pesticides dans différentes cultures. Il intègre à la fois le biologique et la météorologie, et ce, en temps quasi réel (quelques heures) comparativement à plusieurs jours, il y a de cela cinq ans seulement. Déjà, des modes de régie plus «environnementaux» des cultures ont permis d'éliminer jusqu'à 60 pour cent des applications de pesticides dans la pomme de terre par exemple. Ces résultats for intéressants ont été atteints malgré le fait que la communion du biologique et de la météorologie n'est pas encore à sa pleine maturité.

Pour atteindre une plus grande efficacité au niveau de la répression des ravageurs, il faut diriger particulièrement les efforts vers la détection, l'analyse et la diffusion des données de précipitations. Un enjeu important est déjà notable au niveau de la pérennité et de la qualité des données du réseau de surface de mesure de paramètres météorologiques. Il s'agit du réseau du SMC ainsi que ceux gérés par nos partenaires. Pour soutenir adéquatement toute démarche utile en phytoprotection dans un plan futur, il faudra assurer de fournir des intrants météorologiques et biologiques de la meilleure qualité possible. Les intrants sont la «nourriture» des modèles biologiques que les avertisseurs en phytoprotection utilisent pour poser leur diagnostic, établir l'évolution probable du ravageur pour ensuite proposer un horaire d'intervention dans les champs. Cette méthode est nettement plus environnementale que celle encore utilisée aujourd'hui, c'est-à-dire, traiter à périodes fixes sans aucune vérification au préalable. Cette méthode pourrait s'étendre à l'ensemble de l'horticulture ornementale des villes bordant le Saint-Laurent.

La méthode de régie intégrée n'est pas encore très répandue, à cause des programmes de soutien du revenu agricole, qui tarde à reconnaître ou à s'adapter aux modes cultureux plus respectueux de l'environnement. Dans un nouveau plan, que cet aspect soit réglé afin que les programmes mis en place aient une portée plus grande et ce, le plus rapidement possible.

Gaétan Deaudelin
Service météorologique du Canada
Région du Québec
Le 24 mai 2001

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Christiane Hudon, 23 mai 2001

1. Quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

En bref :

- Les teneurs en métaux ont diminué dans les macrophytes submergées (*Vallisneria americana*) entre 1976 et 1996 (Hudon 1998)
- Les fluctuations de niveau d'eau depuis 1912 ont engendré des variations très importantes de superficie et de biomasse de plantes aquatiques émergentes et submergées dans le fleuve, avec des gains et des pertes importantes selon les périodes ; les extrêmes ont favorisé l'invasion d'espèces exotiques (Hudon 1997).
- Les secteurs du fleuve où les effluents urbains sont les plus concentrés coïncident avec la présence de la cyanophycée *Plectonema notatum* (Vis et al. 1998a).
- La composition des algues attachées à des substrat (périphyton) n'a pas changé de façon notable entre 1973, 1982 et 1994 malgré la diminution importante de phosphore total provenant du Lac Ontario ; cependant, les algues filamenteuses (*Cladophora* spp.) ont probablement diminué au cours de la même période (Vis et al. 1998b).
- Les variations de débit sortant du Lac Ontario semblent coïncider avec une plus grande proportion d'algues générant des goûts et odeurs de terre dans l'eau potable ; la perspective de niveaux bas chronique à la suite de changements climatiques laisse présager des problèmes organoleptiques plus intenses et fréquents aux stations de filtration de la région montréalaise (Hudon 2000).

Ces informations proviennent des travaux de mon équipe, qui ont été publiés dans la littérature scientifique et sont largement accessibles. Les résumés (présentés ci-dessous) des articles traitent de l'identification d'indicateurs biologiques de suivi de l'état du Saint-Laurent, incluant des exemples de comparaisons pour les 20 dernières années. Les passages soulignés sont les plus pertinents. Des graphiques et des informations additionnelles sont disponibles dans 2 présentations Power Point que j'ai faites sur le sujet des indicateurs (Métaux Vallisnérie et Indicateurs).

Hudon, C. 1998. Metal accumulation in American wildcelery (*Vallisneria americana* Michx.) in the St. Lawrence River : Effects of water depth and exposure to current. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 : 2317-2328.

The sensitivity of *Vallisneria americana* as an indicator species of metal concentrations was assessed through the examination of its spatial (between- and within-site) and temporal (short- and long-term) variability. Eight macrophyte beds located in the St. Lawrence and Ottawa rivers were selected to contrast metal concentrations found in plants exposed to different types of waters, upstream and downstream of their confluence, in the Greater Montreal urban area. Comparisons among sites revealed higher metal concentrations, both in water and in plant tissues, at sites exposed to Ottawa River "brown" waters than at sites exposed to St. Lawrence River "green" waters. Within each site, samples represented a broad range in terms of water depths, exposure to current, incident light intensity and total plant biomass. At all sites, metal

concentrations in plant tissues were lowest in the shallow water found in sheltered, dense beds of submerged aquatic vegetation, and increased in deep, open-water areas beyond the limits of dense vegetation. This persistent gradient may result from local differences in plant growth rates, exposure to currents and/or metal bioavailability. The use of a sampling strategy designed to control for within-site (depth-balanced) variability makes it possible to measure spatial and/or temporal differences on the order of 20%, whereas unbalanced sampling designs may lead to erroneous conclusions. Significant reductions in metal concentrations in plant tissue were observed between both 1994-1996 (Fe, Mn, Pb, Zn, N) and between 1976-96 (Cd, Cr, Pb, Zn, N). Particular care must be given to sampling design if *V. americana* is to be used as a biological indicator of further long-term reductions in metal concentrations.

Hudon, C. 1997. Impact of water-level fluctuations on St. Lawrence River aquatic vegetation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54 : 2853-2865.

Historical records of average seasonal water levels in the St. Lawrence River over the past 80 years reveal cyclic variations of up to 1 m above (1976) and 1 m below (1965) present levels. These variations are probably related to climatic conditions in the basin. Over the same period, the vertical range of seasonal water levels decreased from 2.2 to 1.5 m, as a consequence of discharge regulation. Exposure of new substrate during periods of extreme low water levels may facilitate the invasion of aggressive and/or exotic species. In Lake Saint-Pierre, a strong negative relationship was observed between seasonal water level and the percentage of emergent plant cover. Under low water levels, the lake becomes a large (387 km²) marshland which could support a high plant biomass (286 x 10³ t), whereas under high water levels, the lake shifts to a vast (501 km²) open-water body with a lower predicted plant biomass (117 x 10³ t). A model of the major anthropic and climatic forces acting on water levels is also presented here; it describes aquatic plant biomass allocation and species diversity under different conditions of water levels.

Vis, C., C. Hudon, A. Cattaneo, and B. Pinel-Alloul. 1998. Periphyton as an indicator of water quality in the St. Lawrence River (Quebec, Canada). Environm. Poll. 101 : 13-24.

The performance of various algal indices to document improvements in water quality across a low nutrient concentration gradient was assessed during 2 years in the St. Lawrence River (Quebec, Canada). Water-quality variables and periphyton samples were collected on navigational buoys near Montreal during spring, summer and fall of 1994 and 1995. Exposure to urban wastewater varied widely within the sector surrounding the island of Montreal, with some areas upstream receiving no direct effluents and areas further downstream receiving treated and untreated wastewater. Fecal coliform concentrations provided a good tracer of effluents and were significantly correlated to nutrient concentrations ($r = 0.33-0.72$, $p < 0.001$) and water transparency ($r = 0.70$, $p < 0.001$). Despite a strong gradient in fecal coliform concentration (< 2 to > 20000 UFC/100 mL), algal biomass and diversity did not reflect differences between sites with varying levels of urban wastewater. Taxonomic composition of periphyton communities, particularly the presence of the cyanophyte *Plectonema notatum* Schmidle, was related ($r = 0.48$, $p = 0.004$) to exposure to urban effluents. Variables describing seasonal changes (temperature, Julian day, river discharge, conductivity and NO_2NO_3) explained a large fraction of total variance (38-52% of total variance) and thus exerted the predominant influence on algal biomass and species composition in the St. Lawrence River. Variables describing the presence of effluents explained 1-22 % of the variance in compositional data. Subtle changes in periphyton species composition

were the only response to different levels of exposure to urban wastewater in the Montreal area, which represented relatively small differences in comparison to natural seasonal variability.

Vis, C. A. Cattaneo, and C. Hudon. 1998. Periphyton in the clear and coloured water masses of the St. Lawrence River (Quebec, Canada) : a 20-yr overview. J. Great Lakes Res. 24 : 105-117.

Periphyton was collected on navigational buoys in the Montreal island sector of the St. Lawrence River during 1994-95 to evaluate the influence of water mass (brown vs. clear waters) on attached algal biomass and species composition. The brown waters originating in the Ottawa River are characterized by low conductivity, low light penetration and high nutrient concentrations. By contrast, the green waters originating in the Great Lakes are clear, with high conductivity and varying levels of nutrients, depending on their exposure to urban effluent. Data from studies done in 1982 and 1973 in the same sector were reanalyzed to determine temporal changes in species composition and to generalize the conclusions on algal biomass and species assemblages characteristic of the two water masses. Periphyton biomass (chlorophyll a, ash free dry mass, density and biovolume) was lower in the brown waters than in the green waters, whereas the autotrophic index did not differ. The majority of species were present at all sites and no differences in diversity were observed between water mass. However, the dominant algal species varied between water mass and in time. Comparison with previous studies conducted in the same area during the last 20 years indicated no major shifts in algal species composition despite reductions in phosphorus loadings to the Great Lakes and the St. Lawrence R. during that same period. Rather, the results emphasize the importance of *Cladophora* as a key species in the St. Lawrence River.

Hudon, C. 2000. Phytoplankton assemblages in the St. Lawrence River, downstream of its confluence with the Ottawa River, Quebec, Canada. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57 : 16-30.

Consistent, year-round differences in physical, chemical and biological characteristics were observed along a 10-station transversal, cross-river section located 2 km downstream of the confluence of the Ottawa (average annual discharge 1980 m³/s) with the St. Lawrence River (average annual discharge 7000 m³/s). Water samples were collected monthly over a two-year period from May 1994 to May 1996, to compare seasonal variations in phytoplankton in both water masses and to relate them to river discharge and physical and chemical water characteristics. Phytoplankton sampled at stations under the influence of St. Lawrence River had a consistently lower biomass, smaller individual cell volume, lower chlorophyll *a* and lower taxa richness than did phytoplankton at stations influenced by Ottawa River. Stations influenced by St. Lawrence River waters showed regular seasonal changes in phytoplankton biomass and composition, reflecting the major influence of the stratification/mixing cycles observed in the Great Lakes. In comparison, stations influenced by Ottawa River waters showed month to month variations in biomass and composition correlated to temperature and water clarity, suggesting the effects of the watershed's morphology. A discharge reduction of 12% in the St. Lawrence and 46% in the Ottawa River, between summer 1994 and summer 1995, coincided, for stations in both water masses, with lower phytoplankton biomass and greater species richness, with an increase in taxa that generate noxious smells and odours. Phytoplankton are recommended for use in monitoring the biological impacts of changes in physical and chemical water characteristics resulting from human activities and climate change in the Great Lakes watershed.

Implications for monitoring long-term changes in water quality and quantity

The Great Lakes Basin has been the focus of a phosphorus load-reduction program (International Joint Commission 1969). This program led to a reduction in phosphorus and chlorophyll *a* concentrations in spring (Stevens and Neilson 1987), and to a shift in the relative abundance of major taxonomical groups of phytoplankton, lowering the contribution of Cyanobacteria and Chrysophyta from 20–30% in 1970 to less than 7% in 1982 (Gray 1987). Phytoplankton biomass and composition are promising for use in monitoring the biological impacts of global climate change on the Great Lakes and on the discharges of the St. Lawrence and Ottawa rivers (Levels Reference Study 1993). Climate change was hypothesized to result in a longer growing season, reduced water levels, lower inflow of dissolved substances, higher water transparency and deeper thermocline in Lake Ontario, all of which may alter phytoplankton biomass and composition (Magnuson et al. 1997). The extreme low discharge observed in the St. Lawrence and Ottawa rivers in 1995 had not been seen for the last 30 years (Environment Canada 1995). The results of the present study suggest that, although overall phytoplankton biomass and cell density decreased in both the St. Lawrence and Ottawa rivers, the low flow conditions of summer 1995 coincided with a rise in the proportion of taxa responsible for noxious odours and smells (Table 6). Since these two rivers supply drinking water to 33 municipalities in the Greater Montreal area (Ministère de l'Environnement du Québec 1989), water quality and mixing conditions have potentially major impacts on the local population. The phytoplankton in the St. Lawrence River is thus a powerful tool with which to gain greater insight into temporal changes in the water quality in watersheds where it occurs, for environmental as well as socio-economic purposes.

Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Les problèmes sont classés par ordre décroissant de priorité - j'ai indiqué les secteurs géographiques particulièrement sensibles le cas échéant

Variations de niveau d'eau (est-il nécessaire d'élaborer ?), comme la conséquence directe des variations climatiques dans l'est du continent nord américain. La plus faible disponibilité de l'eau va augmenter les demandes de diversion et d'exportation de l'eau du Bassin des Grands Lacs (pour subvenir aux besoins de nos amis les américains), aggravant d'autant la situation - Particulièrement au Lac Saint-Pierre

Les coliformes fécaux et les autres organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites) provenant des effluents urbains, pour les restrictions qu'ils exercent sur les usages anthropiques (eau potable, plages), particulièrement en aval de Montréal.

Les modifications physiques aux rives et au lit du fleuve (empiètement, dragage, remblayage, développement urbain et urbanisation sauvages, altération des rives) et la régularisation du débit résultant des activités humaines et se traduisant par une perte nette des habitats et/ou une modification de l'hydraulicité des habitats. Ces altérations sont en apparence minimales mais ont des impacts cumulatifs très importants, quoique jamais pris en compte dans les évaluations. Ceci se traduit par l'appauvrissement de la diversité et la disparition des espèces aquatiques et riveraines. Les îles de la région de Montréal (Île des Soeurs, Île Bizard et autres) sont particulièrement touchées.

Sources diffuses de polluants provenant des tributaires - particulièrement l'agriculture (éléments nutritifs, érosion, pesticides) avec des effets sur la productivité des plantes aquatiques Particulièrement au Lac Saint-Pierre

Espèces exotiques, provenant de l'introduction volontaire (Salicaire, salmonidés), involontaire (moule zébrée) et de l'extension d'aire des espèces du sud à la suite de changements climatiques, avec des effets sur la diversité des espèces, des populations et des habitats que cela engendre.

Que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Variations de niveau d'eau : Ce que nous faisons est déjà un bon début, mais je déplore la tangente que le CSL a pris cette année de compter sur la CMI pour le financement du programme Nivodo. En plus de notre rôle de leader auprès de la CMI, le CSL pourrait assumer un rôle de leader dans sa propre région, pour concerter les différents intérêts des usagers du Saint-Laurent - En mettant tout le monde (la navigation commerciale, les municipalités, les plaisanciers, l'hydroélectricité, les ZIP, etc.) autour de la même table pour réclamer l'eau des Grands Lacs avec une seule voix pour le Québec, nous aurions un poids nettement plus important...Quitte à ce que la discussion interne sur les détails se fasse plus tard. En cas de pénurie d'eau, les intérêts économiques pourraient devenir des alliés puissants pour assurer la disponibilité d'eau pour les besoins de l'environnement...qui ne feraient pas le poids tous seuls. Les enjeux d'importance sont selon moi surtout politiques et économiques - et le mieux à faire serait que le ministère aide les usagers à se préparer à s'adapter aux conséquences des changements climatiques.

Par exemple, l'adaptation et la protection des usagers et de l'environnement du Saint-Laurent, passe par une série de mesures (municipales, provinciales surtout, mais parfois aussi de ressort fédéral) à mettre en place en prévision des périodes pendant lesquelles le débit du fleuve sera très bas :

- la plaine inondable devrait être absolument respectée (en lui donnant un statut de parc) et protégée de l'empiétement.
- les projets de dragage additionnels devraient être défendus (pour la plaisance et la voie maritime)
- la qualité des eaux du fleuve devrait être maintenue à un niveau acceptable, en renforçant les exigences des rejets d'eaux usées industrielles et urbaines.
- les prises d'eau municipales devraient être surveillées étroitement pour les pathogènes et la qualité organoleptique.
- la demande en eau par le public devrait aussi être évaluée, suivie, voire rationnée - on devrait renforcer les programmes éducatifs (ex. Biosphère), par exemple pour éliminer le gazon par des couvre-sols moins fragiles et moins exigeants en eau et en pesticides.

Les coliformes fécaux et les autres organismes pathogènes : Ce problème ne peut être abordé de 2 manières :

- Avec le traitement (UV, Ozone) des rejets, ce qui demande beaucoup d'argent des municipalités ;
- Les secteurs de perte d'usage peuvent être mitigés si on peut connaître la distribution des panaches d'eau usées et localiser les usages en dehors de leur zone d'influence, via la modélisation hydrodynamique du fleuve.

Les modifications physiques aux rives et au lit du fleuve - Le ministère devrait quantifier les impacts cumulatifs des modifications physiques, de telle sorte que les promoteurs présents et futurs aient à leur charge de réparer les dégâts ou de mitiger les effets de leurs activités. Cela peut être fait en créant, restaurant, protégeant des habitats pour compenser les pertes . C'est le pollueur payeur, avec tous les risques et les insuffisances que cela comporte... mais quand même préférable (si appliqué) au régime actuel d'impunité totale.

Sources diffuses de polluants provenant des tributaires- Ce problème correspond à un retard de 20 ans du Québec par rapport à l'Ontario quant à la gestion intégrée de ses bassins versants et à la création d'agences de bassin réunissant tous les intéressés. L'agriculture intensive de maïs pour supporter la production porcine a un coût social exorbitant qui n'est pas absorbé par l'industrie agricole, se traduisant par la pollution des rivières et des lacs (phosphore, érosion) et de la nappe phréatique (NO₃, coliformes, pesticides). Cette situation risque de devenir catastrophique à moyen terme (10 ans), particulièrement dans un contexte de changements climatiques entraînant des réductions de précipitations et un accroissement de la demande en eau (de surface et souterraine) dans les bassins. Déjà l'Ontario se prépare à faire face à ce problème, contre lequel le Québec ne dispose même pas des outils élémentaires tels que les agences de bassins et une évaluation des ressources en eaux souterraines et des ponctions qui en sont faites. Le fleuve est à même de subir les conséquences de ces problèmes...mais encore une fois, le fleuve ne peut être restauré à moins que le problème ne soit résolu à la source, par la province et les municipalités (ridicule, non ?)

Espèces exotiques. Non seulement le ministère est plutôt démuné d'information à ce sujet (mis à part le « programme » sur ce sujet au CSL), mais nous ne disposons pas d'une vision corporative face à cette question, qui englobe la perspective plus générale de la diversité biologique (un des grands mandats du ministère, mais dont le CSL n'est pas mandataire). Le statut des espèces exotiques varie grandement selon qu'elles sont « utiles » (c'est-à-dire exploitables) ou « nuisibles ». Nous aurions avantage à revoir le rôle qu'entend jouer le ministère en matière de biodiversité, puisque ce domaine est divisé entre plusieurs groupes du ministère (SCF, CSL, DPE ?) et d'autres ministères fédéraux (MPO) et provinciaux (FAPAQ). C'est le chaos !

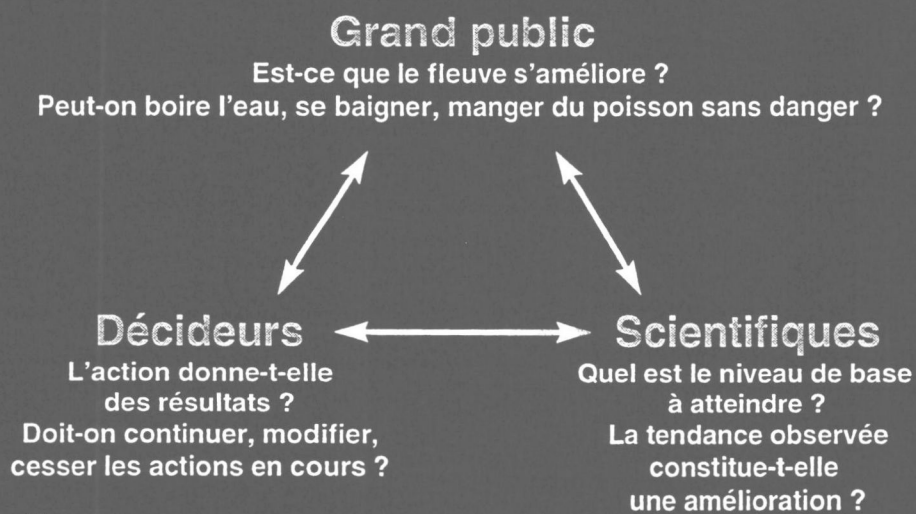
Christiane Hudon



Indicateurs biologiques de la santé de l'écosystème Saint-Laurent

Christiane Hudon
Centre Saint-Laurent
Environnement Canada

L'éternel triangle...



Évaluer les impacts dans un grand fleuve...

- ◆ Sources multiples de stress agissant simultanément
- ◆ Présence de plusieurs masses d'eau
- ◆ Effets physiques importants
- ◆ Absence de conditions témoins dans l'espace et dans le temps
- ◆ Milieu unique – pas de réplication possible...



Et si on jouait au docteur...

- ◆ L'état actuel du Saint-Laurent
- ◆ Bioindicateurs de santé des écosystèmes
- ◆ Quelques exemples :
 - Présence d'agents stressseurs
 - Effets des agents stressseurs
- ◆ L'écosystème Saint-Laurent est-il en bonne santé ?

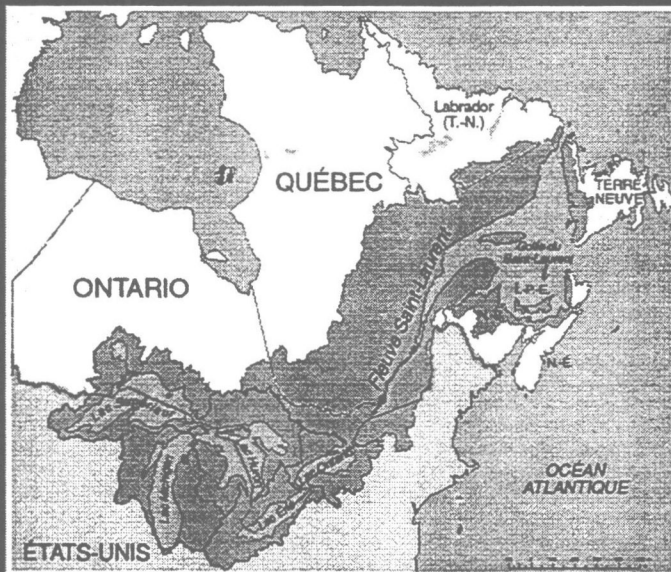


L'écosystème Saint-Laurent dans son état actuel

Caractéristiques hydrologiques,
physiques, chimiques et biologiques...
après 400 ans de « civilisation »



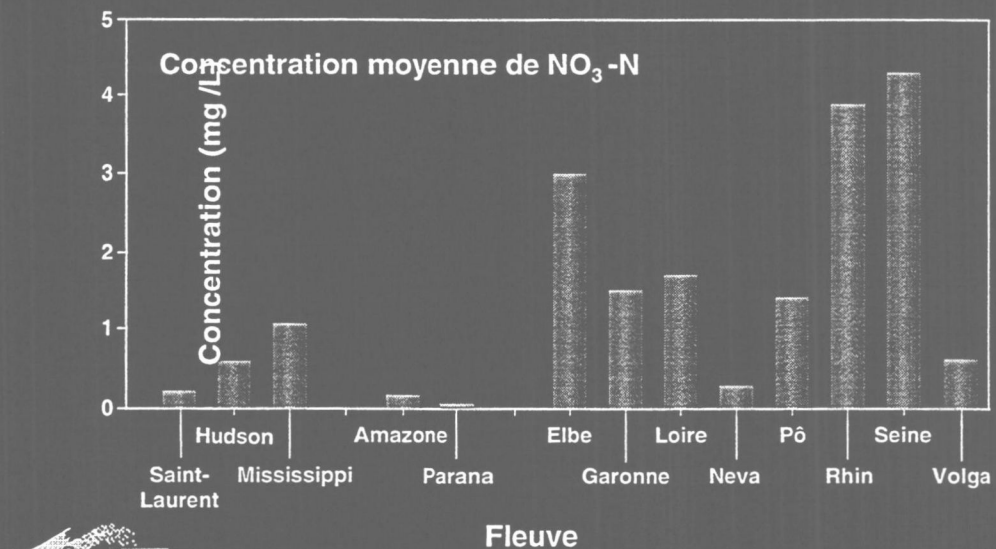
Le bassin versant Saint-Laurent–Grands Lacs



Bassin versant Saint-Laurent–Grands Lacs

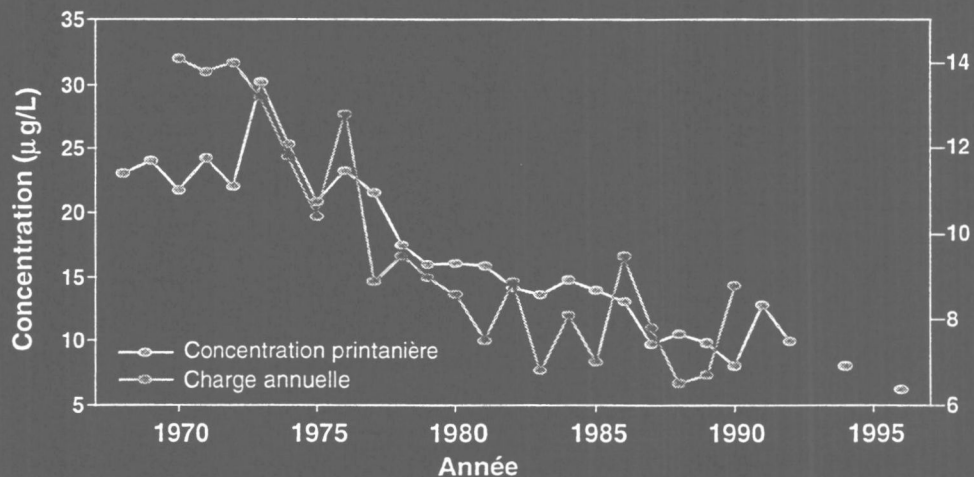
Le Saint-Laurent : un fleuve parmi d'autres...

Fraser, Meybeck et Ongley (1995)



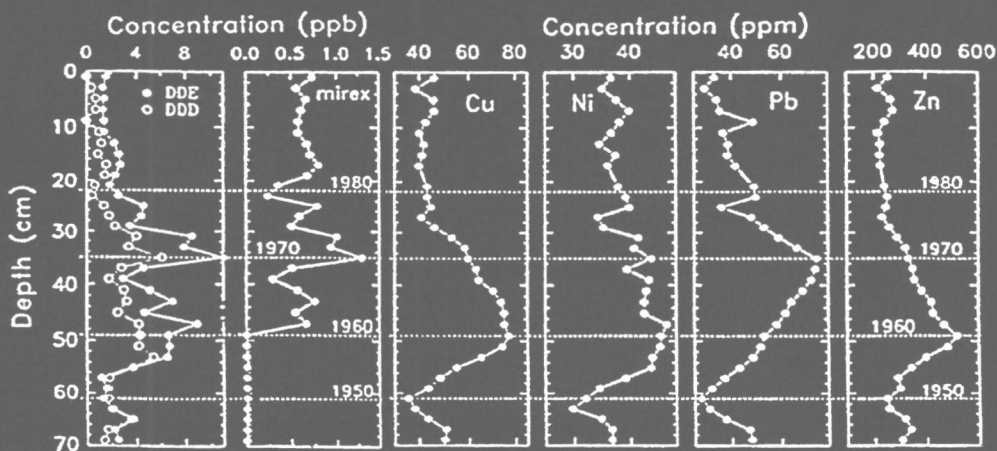
Tendances à long terme des teneurs printanières et des charges annuelles en phosphore total du Lac Ontario (1968-1996)

Stevens and Neilson (1987); Johengen, Johannsson, Pernie et Millard (1994); Environnement Canada (1997)



Tendances historiques de certains contaminants en provenance des Grands Lacs

Carignan, Lorrain et Lum 1994



En quoi consiste un bioindicateur ?

Des organismes, populations, communautés de nature végétale ou animale qui réagissent à un stress en altérant leur fonction, structure ou abondance

Comment définir la SANTÉ d'un écosystème?

◆ L'absence de maladie...

◆ Intégrité – état «normal», stable dans le temps en conditions exemptes de stress

◆ Résistance – maintien de l'état normal en conditions de stress

◆ Résilience – retour à l'état de base après l'interruption du stress



Vision 2000

Pourquoi utiliser des bioindicateurs ?

◆ Mesurer la présence d'agents stresseurs dans le milieu

◆ Évaluer l'exposition des organismes aux agents stresseurs

◆ Quantifier les effets des agents stresseurs sur les organismes

◆ Suivre l'évolution du système dans le temps



Vision 2000

Stress d'origine naturelle ou anthropique ?

- ◆ *Facteurs géologiques :*
identité des masses d'eau
- ◆ *Facteurs physiques :*
niveau, débit, courant
- ◆ *Facteurs chimiques :*
pH, Ca, N, P, COD
- ◆ *Facteurs biologiques :*
âge, physiologie, cycle vital, parasites
- ◆ Perte d'habitat
- ◆ Érosion-sédimentation
- ◆ Contaminants chimiques
- ◆ Agents toxiques
- ◆ Eutrophisation
- ◆ Pathogènes
- ◆ Espèces introduites-exotiques
- ◆ Exploitation



Vision 2000

Caractéristiques des bons indicateurs de la PRÉSENCE d'agents stressseurs

- ◆ Espèces-groupes-populations-communautés :
représentatives du milieu choisi, faciles à identifier, sédentaires, de grande tailles
- ◆ Distribution étendue et abondance élevée, récolte facile
- ◆ Tolérance et (ou) facteur de concentration élevés
- ◆ Potentiel de transfert aux maillons supérieurs de la chaîne trophique
- ◆ Absence de facteurs confondant l'interprétation



Vision 2000

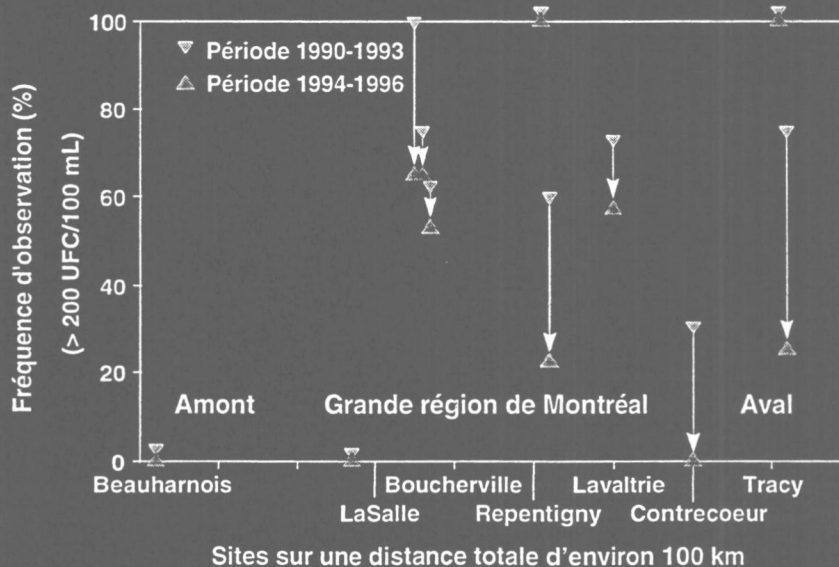
Bioindicateurs de la PRÉSENCE d'agents stresseurs

- Microfaune-flore
- Plantes
- Invertébrés
- Poissons
- Oiseaux
- Mammifères



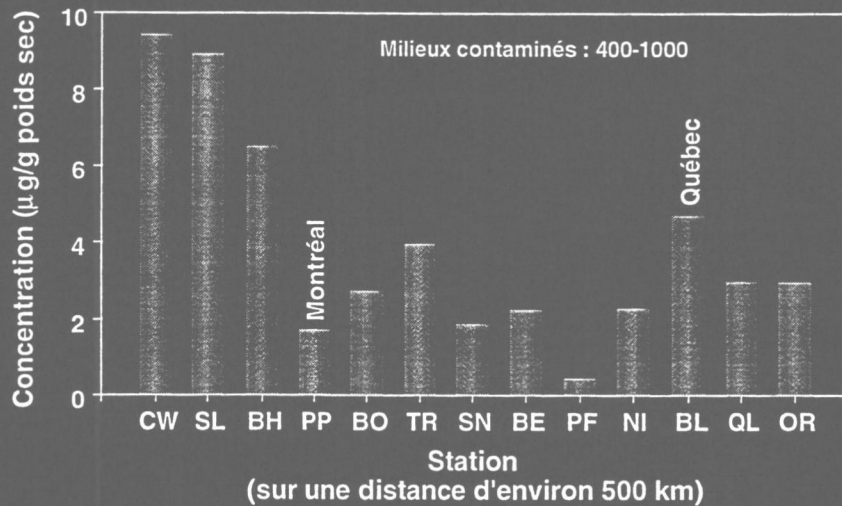
Les coliformes fécaux comme indicateurs de la présence d'effluents urbains

Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (1997)



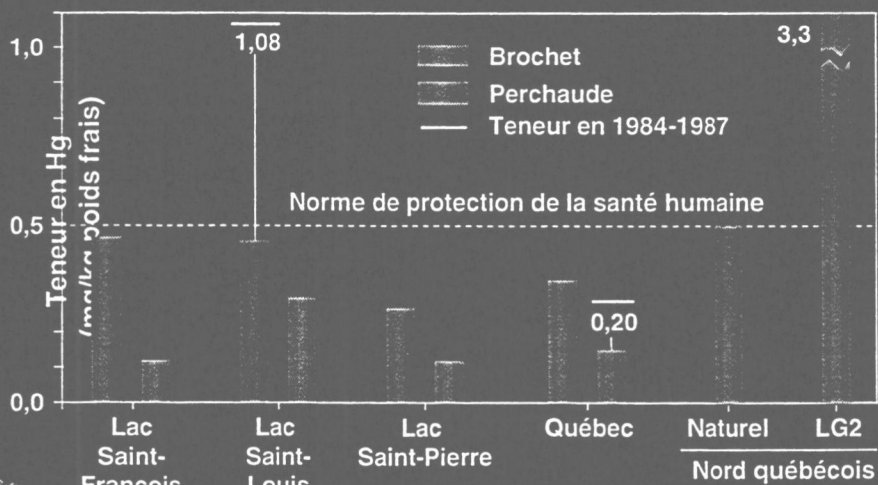
Teneurs en chrome dans la moule zébrée

de Lafontaine, Gagné, Blaise, Costan et Gagnon en préparation



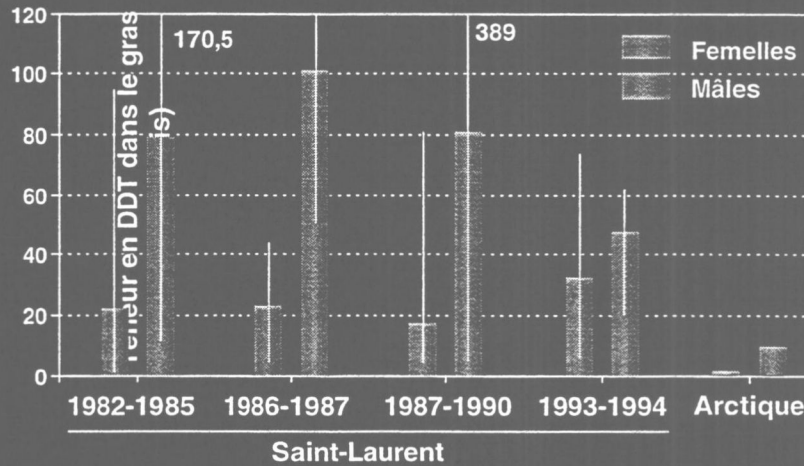
Teneurs en Hg dans le tissu musculaire de la perchaude et du brochet (1989-1996)

Centre Saint-Laurent (1996)



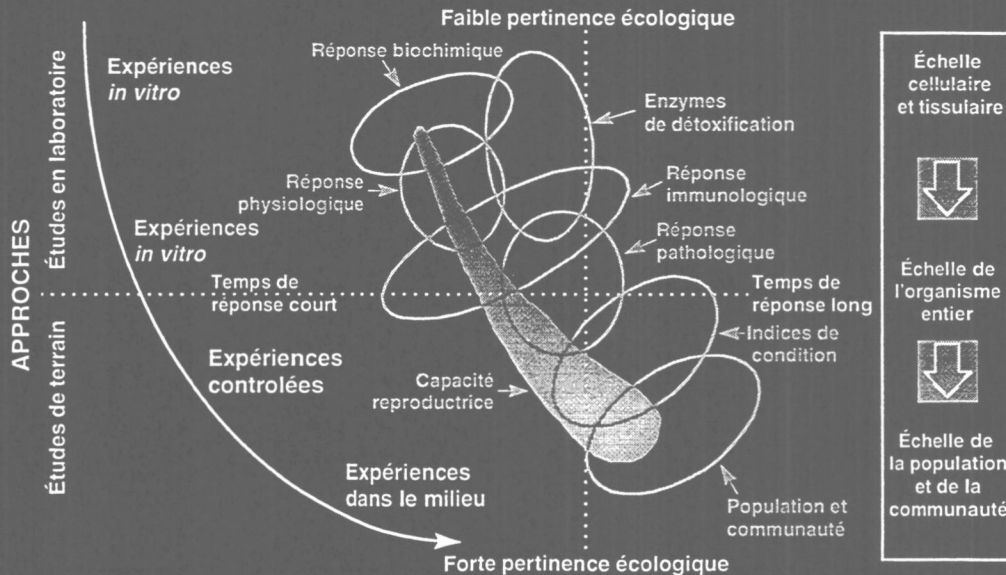
Teneurs moyennes (min.-max.) en DDT dans la graisse du béluga

Muir, Koczanski, Rosenberg et Béland (1996)

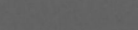


Réponses des organismes au stress

Adapté de Adams (1990)



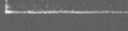
Bioindicateurs d'EFFETS des agents stressseurs : Associer la cause à l'effet

-  Lien dans le temps La cause précède-t-elle toujours l'effet ?
-  Force : La distribution des causes et des effets coïncident-ils ?
-  Consistance : L'association cause-effet a-t-elle été observée en différentes circonstances, lieux, par plusieurs observateurs ?
-  Cohérence : Le lien cause à effet est-il en accord avec des mécanismes biologiques connus ?
-  Spécificité : L'effet pourrait-il être dû à une autre cause ?
-  Pouvoir prédictif : Peut-on prédire les effets futurs à partir des observations ?



Vision 2000

Bioindicateurs de l'EFFET des agents stressseurs

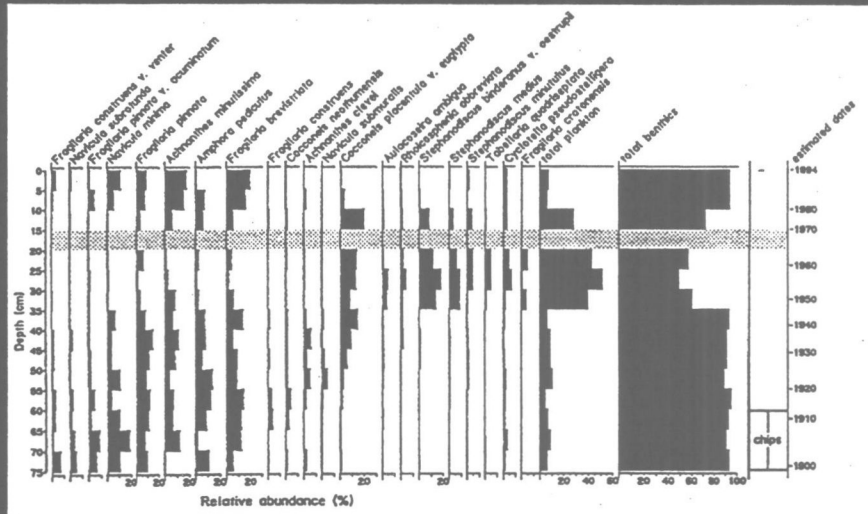
-  Habitats
-  Individus
-  Populations
-  Communautés



Vision 2000

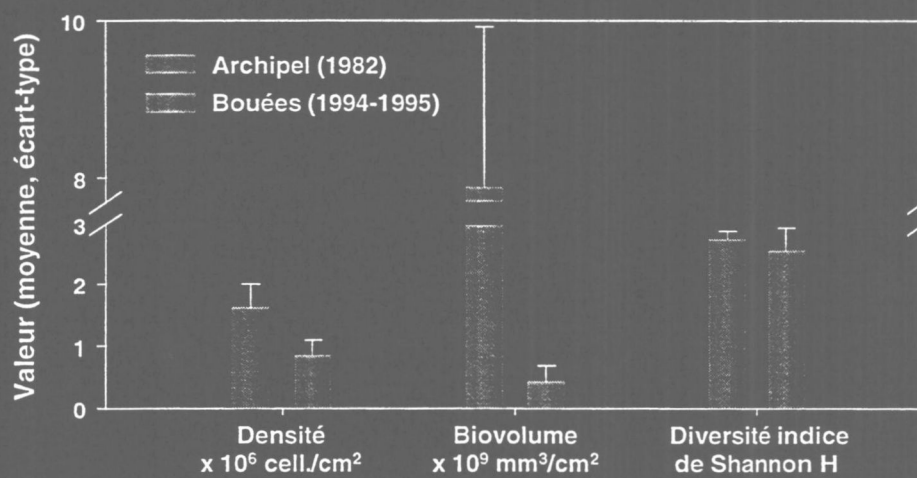
Reavie, Smol, Carignan et Lorrain (1998)

Reavie, Smol, Carignan et Lorrain (1998)



Vis, Cattaneo et Hudon (1997)

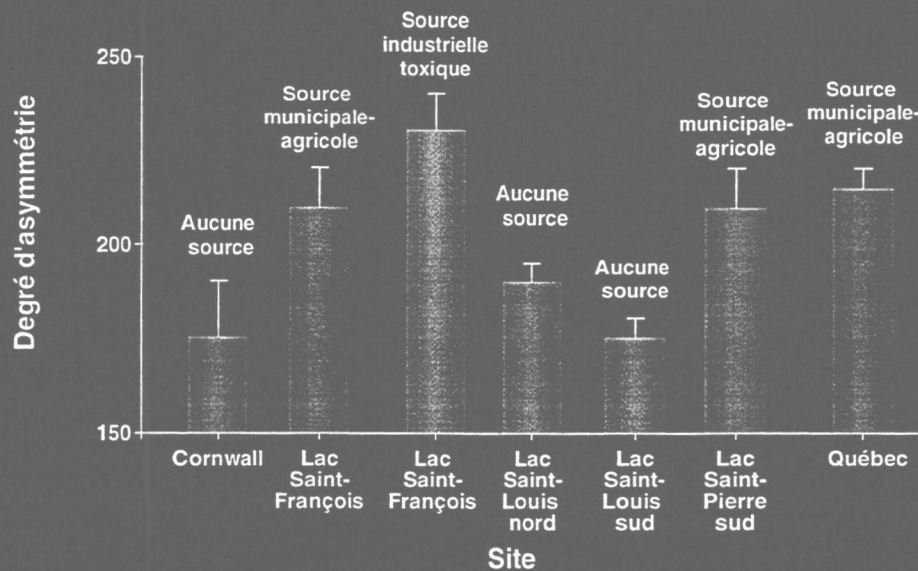
Vis, Cattaneo et Hudon (1997)



Caractéristiques du périphyton

Degré d'asymétrie de l'amphipode *Gammarus fasciatus*

Hogg, de Lafontaine et Eadie (1997)



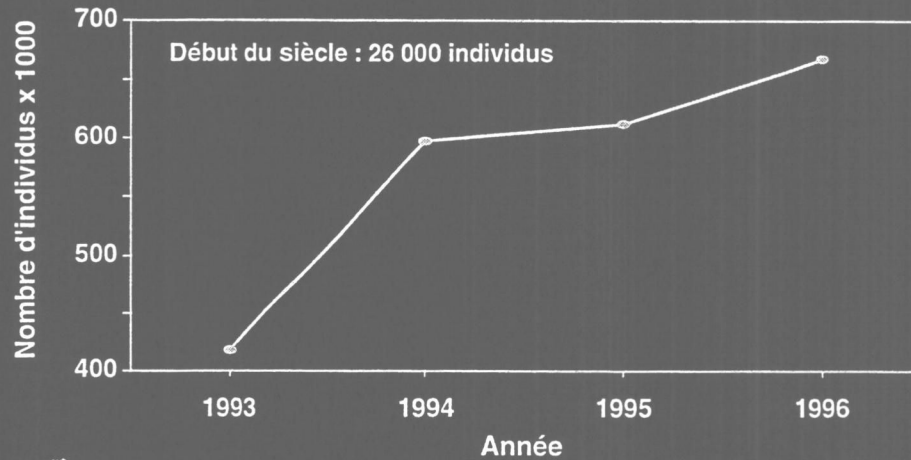
Pathologies des poissons identifiées comme indicatrices de la qualité du milieu à Saint-Nicolas, Québec (1994)

Lair et Martineau (1997)

Conditions	Spécificité	Prévalence
Tumeurs hépatiques	Élevée	Faible
Papillomes cutanés-Meunier noir	Modérée	Modérée (8,8 %)
Papillomes cutanés-Barbotte brune	Modérée	Non évaluable
Dermatite ulcéreuse-Barbue de rivière	Modérée	Modérée (7,7 %)
Érosion «chimique» des nageoires	Modérée	Absente
Déformation du squelette	Modérée	Faible (< 1 %)
Traumatisme	Faible	Élevée (15-50 %)

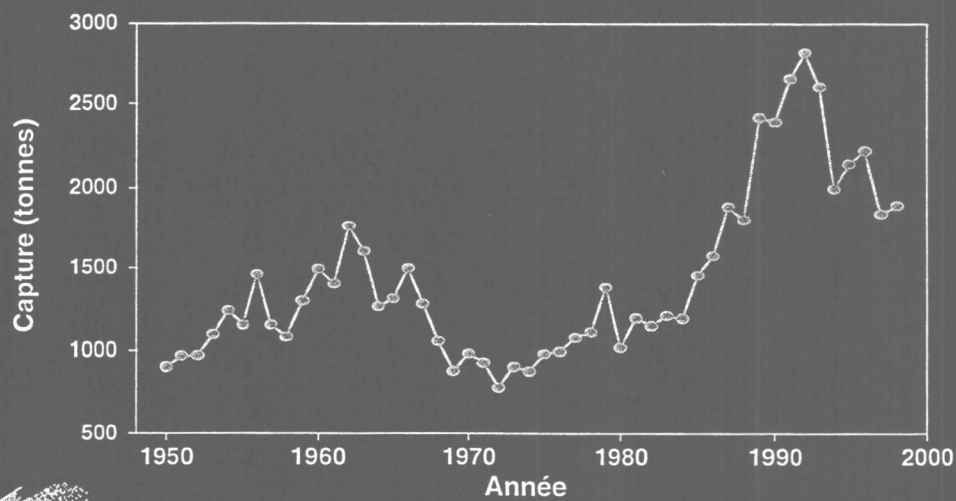
Nombre d'oies des neiges (x 1000) faisant halte sur les rives du Saint-Laurent au printemps

Reed (1997)



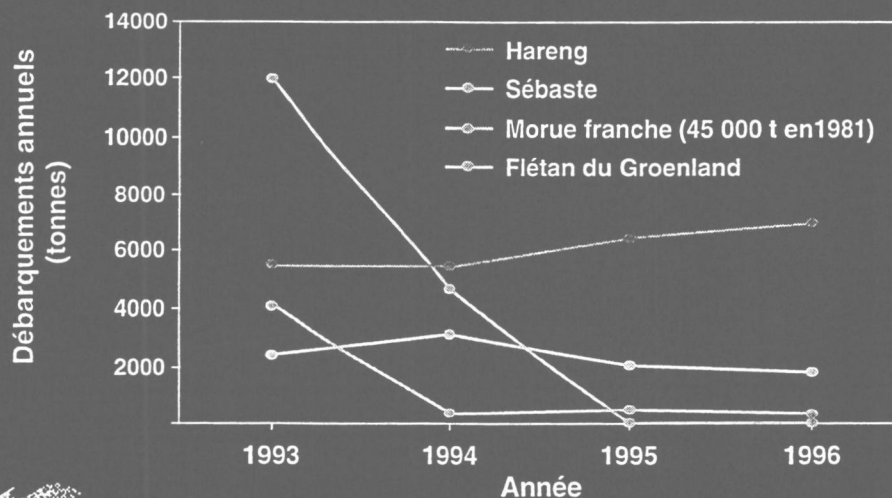
Captures de homard aux Îles de la Madeleine, Golfe du Saint-Laurent (1950-1998)

Pêches et Océans Canada (1998)



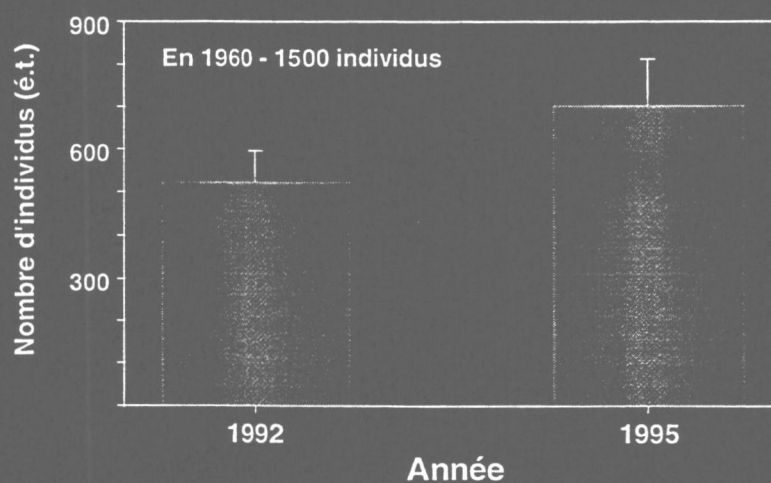
Débarquements de certains poissons marins de l'estuaire et du Golfe du Saint-Laurent

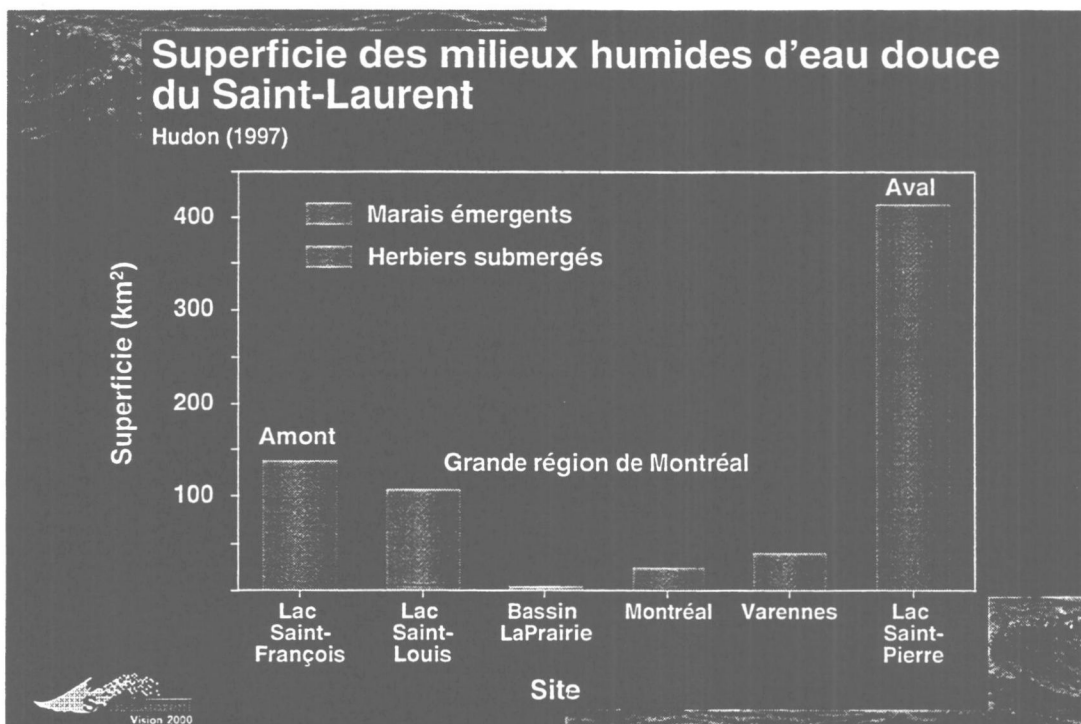
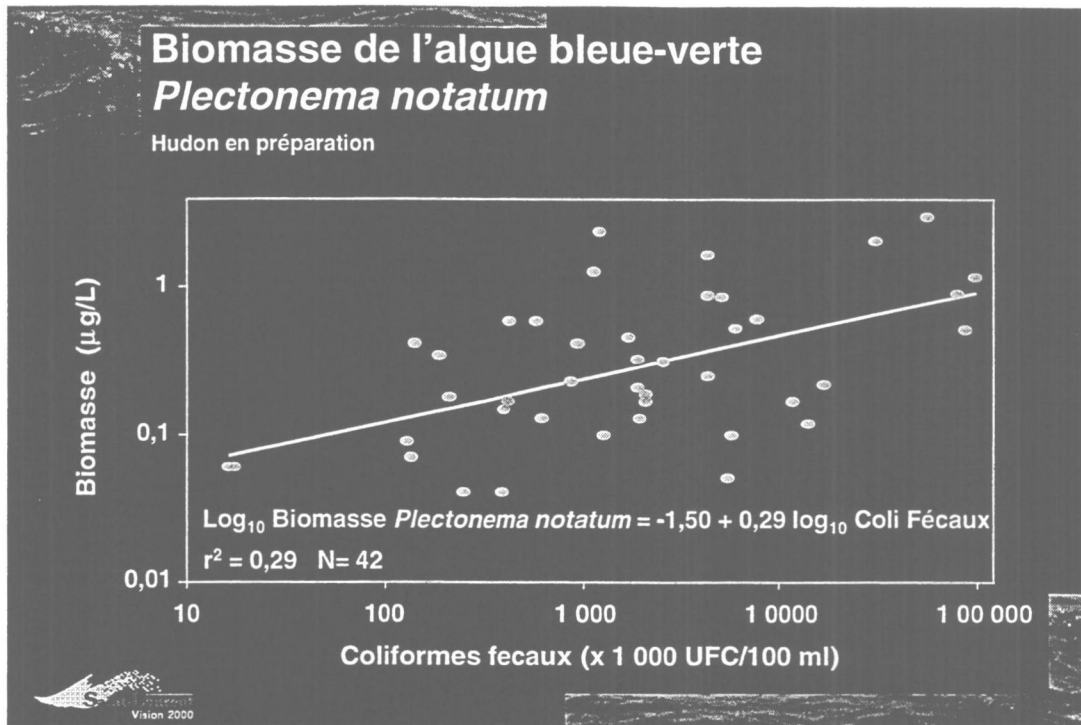
Pêches et Océans Canada (1996)



Population de Bélugas du Saint-Laurent

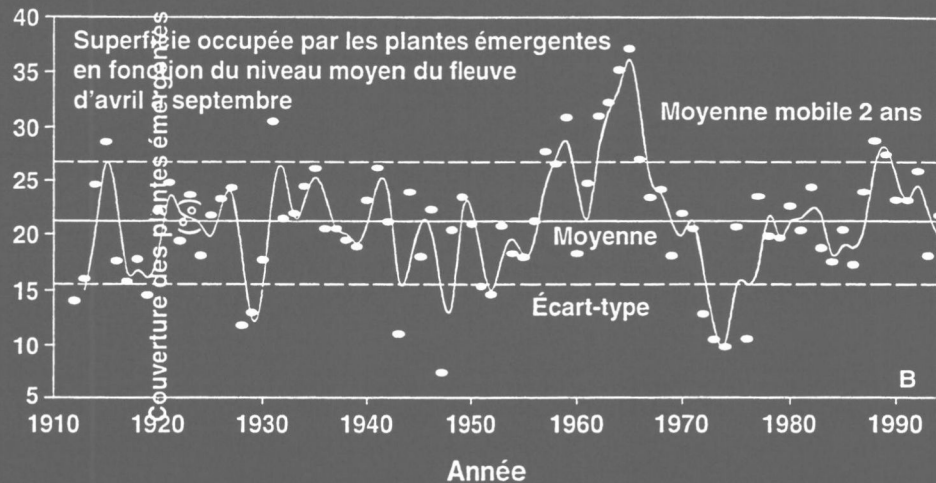
Kingsley (1996)





Superficie des milieux humides au lac Saint-Pierre

Hudon (1997)



Comment diagnostiquer l'état de santé de l'écosystème Saint-Laurent ?

- ◆ Connaître l'état de fonctionnement « normal » de l'écosystème – établir une référence de base
- ◆ Distinguer les sources de stress anthropiques des sources naturelles
- ◆ Tenir compte des variations spatiales et temporelles (saisonniers)
- ◆ Évaluer l'état de plusieurs caractéristiques de l'écosystème dont l'ensemble indique la « santé »

Les bioindicateurs : avantages et... difficultés

- ◆ Mesurent directement les effets des agents stressants *in situ*
- ◆ Intègrent les effets cumulés de l'ensemble des sources de stress
- ◆ Permettent la vérification ultérieure des relations de cause à effet
- ◆ Demandent une excellente connaissance du système à l'étude
- ◆ Sont difficiles à interpréter en présence de sources multiples de stress
- ◆ Requièrent la sélection d'organismes dont la réponse est spécifique



Sommaire des tendances de certains bioindicateurs de santé du Saint-Laurent

Présence d'agents stressants		Tendance
Coliformes	Eau	Amélioration
Métaux	Macrophytes	Amélioration
Métaux	Moules zébrées	Détection
Hg	Poissons	Amélioration
DDT	Bélugas	Amélioration



Sommaire des tendances de certains bioindicateurs de santé du Saint-Laurent

Effets des agents stresseurs	Tendance
Communauté des diatomées	Amélioration
Biomasse du périphyton	Amélioration
Algues bleues-vertes	Effet mesurable
Superficie des milieux humides	Effet mesurable
Asymétrie des amphipodes	Effet mesurable
Pathologies de poissons	Effet mesurable
Captures de poissons marins	Tendances mixtes
Captures de homard	« Amélioration »
Fréquentation par l'oie des neiges	« Amélioration »
Population de Béluga	Amélioration



Conclusions

- Le bioindicateur parfait n'existe pas
- Les contaminants diminuent dans le milieu et les organismes
- L'état de santé l'écosystème du Saint-Laurent varie selon les composantes examinées
- Certains secteurs restent problématiques





La Vallisnérie américaine comme indicateur des concentrations de métaux dans le Saint-Laurent et l'Outaouais

Christiane Hudon
Centre Saint-Laurent
Environnement Canada

Pourquoi utiliser la Vallisnérie comme indicateur biologique ?

- ✓ Les métaux dosés dans l'eau et les sédiments
ne sont pas forcément assimilables par
les organismes vivants
- ✓ Espèce abondante, tolérante, annuelle
- ✓ Plante de grande taille, feuilles rubanées, facile
à nettoyer et à broyer



Objectifs

Les concentrations de métaux
dans la Vallisnérie varient-elles

entre les masses d'eau ?

en amont et en aval de Montréal ?

selon les conditions environnementales ?

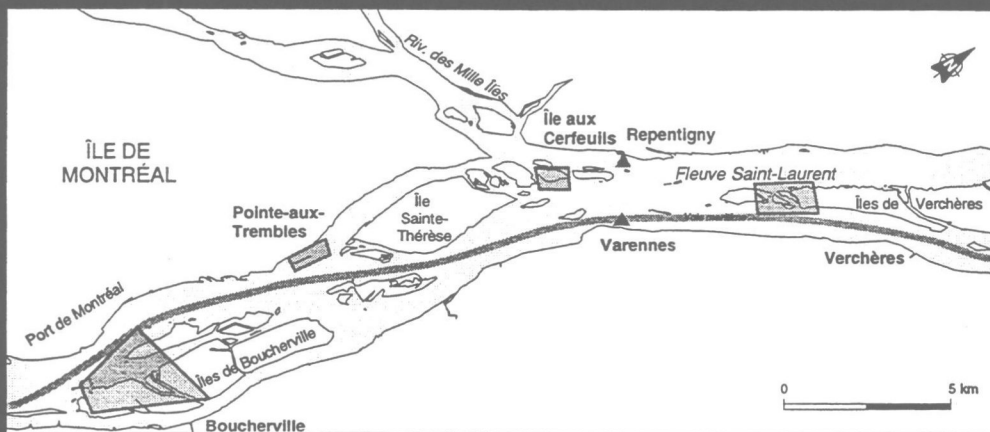
dans le temps ?



Sites d'étude en amont et aval de Montréal



Sites d'étude en aval de Montréal



Mesures

- ✓ Caractérisation des herbiers (1994-1996)
- ✓ Profondeur, biomasse, intensité lumineuse, exposition au courant, fetch
- ✓ Prélèvements de plantes (parties aériennes et souterraines) du bord jusqu'à la limite des plantes
- ✓ Dosage de N et P
- ✓ Dosage de métaux: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn

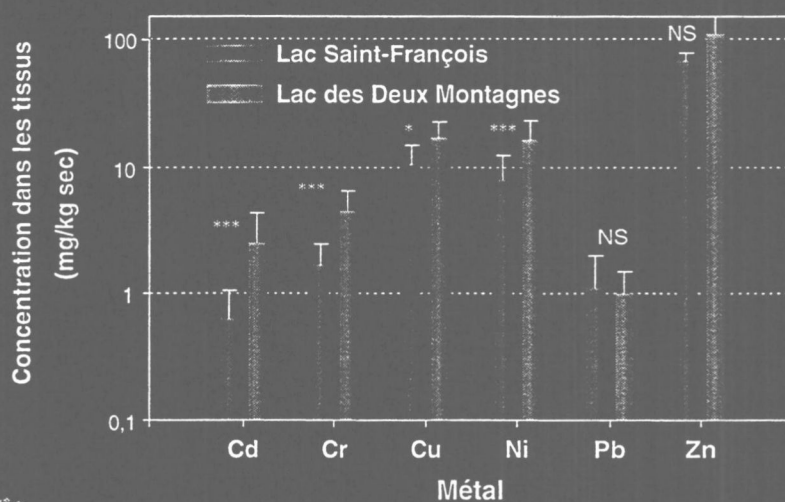
Caractéristiques physiques des sites

Site	Type d'herbier	Clarté de l'eau (Secchi)	Exposition aux vagues	Position du site
Lac Saint-François (2 sites)	Littoral	Très claire (5-7 m)	Forte	Amont - Eau verte
Lac des Deux Montagnes (2 sites)	Littoral	Très turbide (< 1 m)	Forte	Amont - Eau brune
Boucherville	Canal	Claire (2-3 m)	Modérée	Aval - Eau verte
Verchères	Canal	Claire (2-3 m)	Faible	Aval - Eau verte
Île aux Cerfeuil	Littoral	Turbide (1-2 m)	Modérée	Aval - Eau brune
Pointe-aux-Trembles	Littoral	Turbide (1-2 m)	Faible	Aval - Eau brune



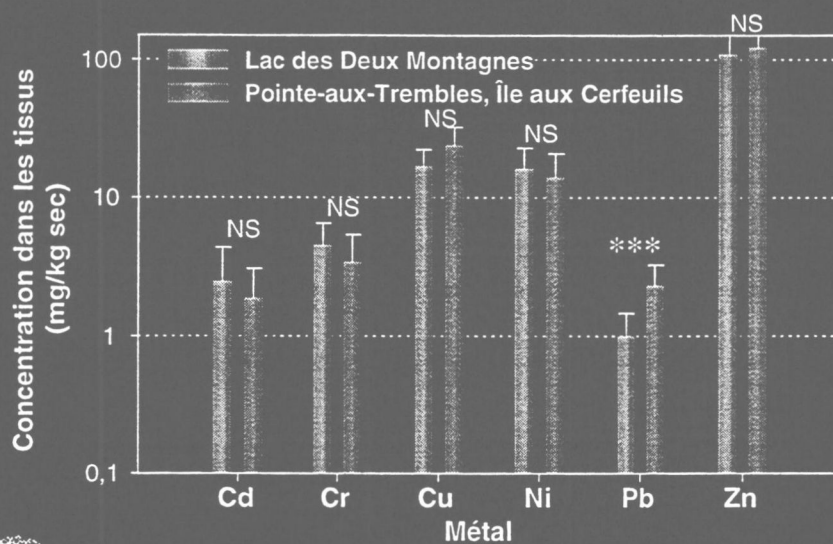
Vision 2000

Concentration de métaux dans la Vallisnérie dans le Saint-Laurent et l'Outaouais, en amont de Montréal

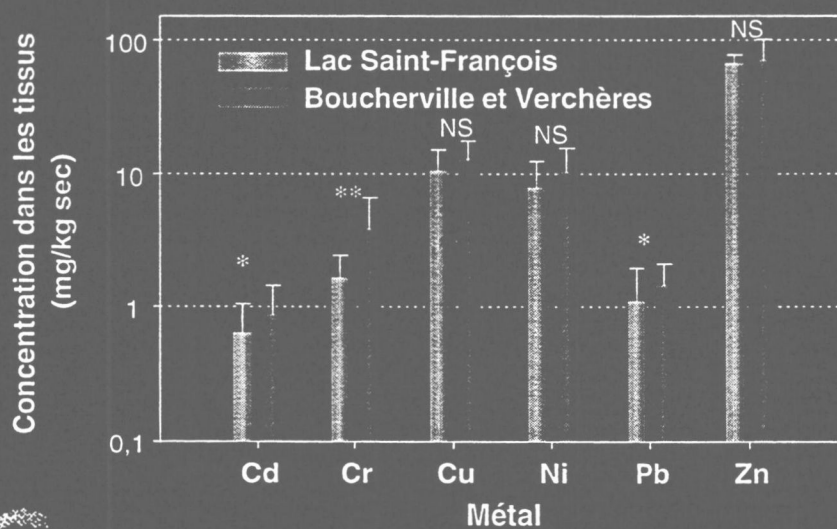


Vision 2000

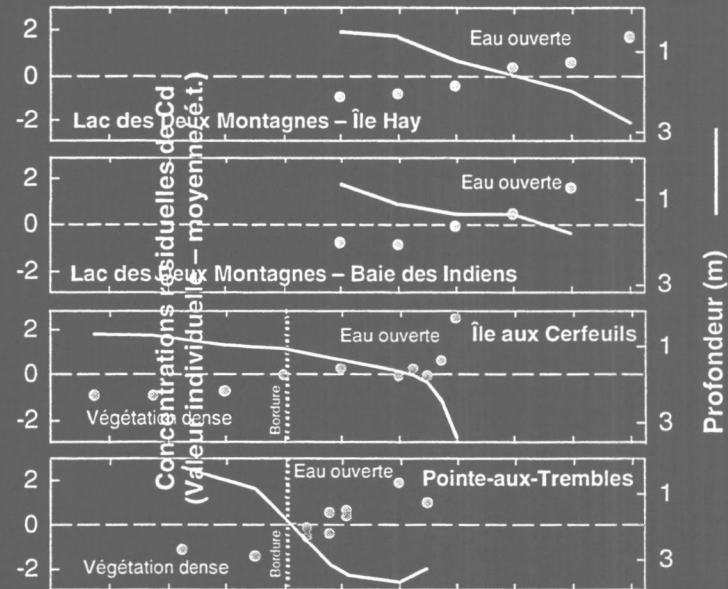
Concentration de métaux dans la Vallisnérie Outaouais, amont-aval de Montréal



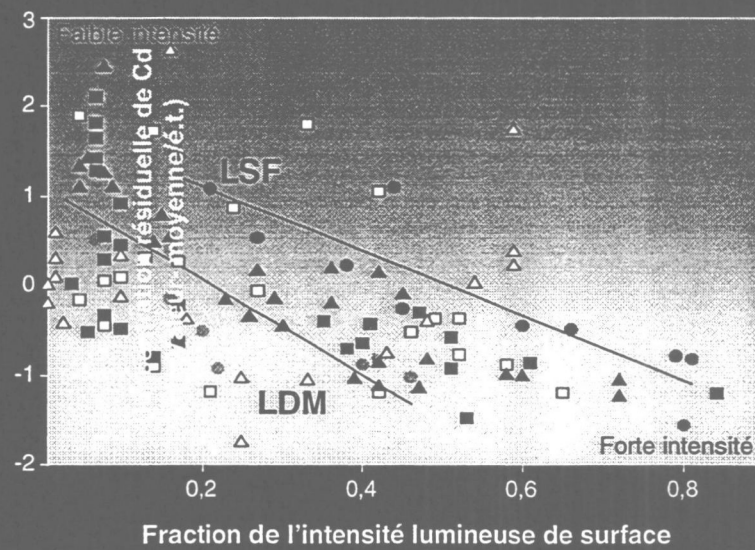
Concentration de métaux dans la Vallisnérie Saint-Laurent amont-aval de Montréal



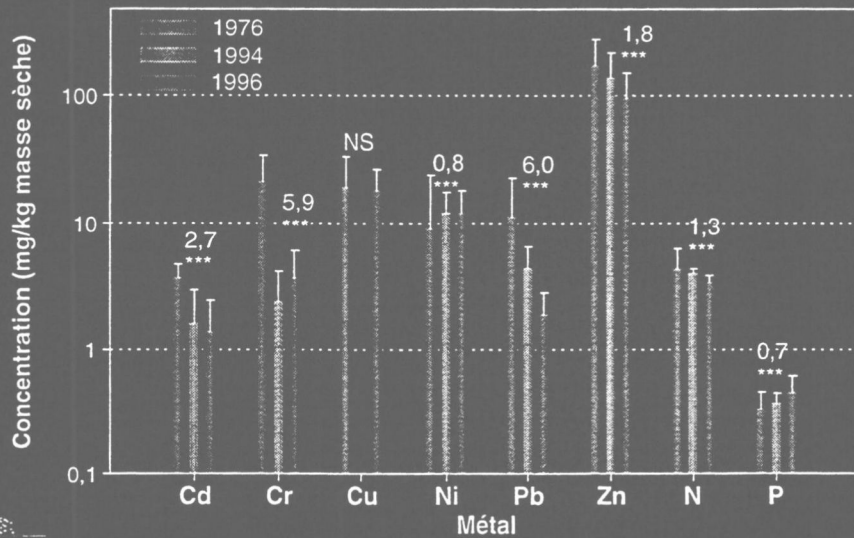
Concentration selon les conditions environnementales



Concentration selon les conditions environnementales



Concentration de métaux dans la Vallisnérie dans le Saint-Laurent en aval de Montréal en fonction du temps (1976-1994-1996)



Concentrations de métal total dans l'eau en 1995

Cd	LSF < LDM
Cr	non disponible
Cu	LSF < Aval = LDM < Aval
Ni	LSF < LDM
Pb	LSF < LDM
Zn	LSF = Aval = LDM < Aval

Concentration de métaux totaux en 1995

	dans l'eau	dans la Vallisnérie
 Cd	LSF < LDM	OUI
 Cr	non disponible	LSF < Aval = LDM = Aval
 Cu	LSF < Aval = LDM < Aval	LSF = Aval < LDM = Aval
 Ni	LSF < LDM	OUI
 Pb	LSF < LDM	OUI
 Zn	LSF = Aval = LDM < Aval	OUI



Conclusions

On observe des différences de concentrations
de métaux dans la Vallisnérie en fonction des :

 masses d'eau : Saint-Laurent < Outaouais (amont)

 positions (amont-aval de Montréal) :
 Saint-Laurent : Cd, Cr, Pb Amont < Aval
 Outaouais : Pb Amont < Aval

 conditions environnementales :
 profondeur, intensité lumineuse, courant (+)
 biomasse des plantes (-)

 années : Cd, Cr, Ni, Pb, Zn 1976 > 1996



AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

QUESTION NO. 1 – DANS LE CADRE DE VOTRE DOMAINE D'EXPERTISE SCIENTIFIQUE, QUEL EST L'ÉTAT ACTUEL DU SAINT-LAURENT EN COMPARAISON AVEC CE QU'IL ÉTAIT IL Y A 20 ANS ?

L'état du Saint-Laurent s'est amélioré de façon notable au cours des 20 dernières années. Toutefois, ces améliorations nous apparaissent limitées aux contaminants chimiques ou organiques. On a assisté à des réductions importantes de rejets dans le fleuve tant de la part des industries que des municipalités limitrophes. Ceci a permis une amélioration rapide de la qualité de l'eau, et plusieurs usages, comme la baignade, sont de nouveau possible dans le fleuve. Cette diminution des apports en substances toxiques se reflète aussi sur la contamination des principales espèces de poissons capturées par les pêcheurs sportifs et commerciaux : Perchaude, Barbotte brune ou meuniers. Cependant, la contamination chez les espèces piscivores demeure préoccupante. Mentionnons que l'on recommande encore aux jeunes enfants et aux femmes enceintes de ne pas consommer de l'anguille d'Amérique. Finalement, il faut noter que la pollution diffuse provenant des bassins versant où les activités agricoles sont importantes, demeure encore préoccupante.

Du point de vue de la biodiversité du Saint-Laurent, les interventions des deux dernières décennies se sont principalement limitées à l'acquisition de différents milieux riverains et insulaires. Les impacts positifs de ces acquisitions sur la préservation de la biodiversité, en général, et sur la faune aquatique, en particulier, sont difficilement évaluables. De fait, peu d'interventions semblent être ciblées spécifiquement les espèces prioritaires des plans d'action Saint-Laurent. Il faut noter quelques exceptions notables : le Chevalier cuivré, la population de Béluga de l'estuaire et la population d'Éperlan arc-en-ciel de la rivière Boyer. La désignation d'une espèce sur la liste prioritaire devrait amener les différents ministères et intervenants à produire un plan de réhabilitation dans le plus bref délai afin d'en protéger les habitats essentiels. Il nous semble équivoque que depuis vingt ans que

l'Esturgeon noir ait été désigné " espèce prioritaire " et que l'on ignore toujours son ou ses aires de reproduction ce qui nous empêche de les protéger adéquatement.

QUESTION NO. 2 -- QUELS SONT LES PROBLÈMES ACTUELS (ENJEUX -- PRESSIONS) ET, AU MEILLEUR DE VOTRE CONNAISSANCE, QUELS EN SONT LES EFFETS SUR L'ÉCOSYSTÈME DU SAINT-LAURENT ?

Beaucoup de problématiques abordées lors des plans d'action précédent restent d'actualité, pensons aux rejets urbains et à la pollution diffuse d'origine agricole. Les restrictions à la consommation de la chair de poissons chez les espèces piscivores (dorés, Brochet) montrent que malgré une nette amélioration au cours des dernières années, il est important de poursuivre les efforts entrepris.

Trois enjeux nous préoccupent particulièrement soit les changements climatiques, la fragmentation de l'habitat fluvial et la compréhension de l'importance réciproque des facteurs physiques (profondeur, température, vitesse de courant, etc.) sur la productivité de l'écosystème. La problématique des changements climatiques a été abordée par le biais des niveaux d'eau du fleuve lors du plan III. Toutefois, peu d'importance est apportée à l'aspect « température » dans la plupart des projets de recherche actuels. Or, la saison de croissance ou le cycle de vie des différentes espèces de plantes, de l'ensemble des invertébrés et certains vertébrés (poissons, amphibiens et reptiles) sont sous le contrôle de la température. A titre d'exemple, la maturation des gonades et l'activité de fraye des grands brochets soumis à l'influence du panache thermique de la centrale nucléaire de Gentilly précèdent de deux semaines celles des individus hors de cette zone d'influence. La fragmentation de l'habitat fluvial regroupe une série d'activité : assèchement, remblayage, etc., ayant lieu sur le fleuve directement, et sur ses rivières tributaires. Si l'on connaît bien les conséquences de ces activités sur la faune et la flore de la plaine inondable du Saint-Laurent, notre connaissance sur les conséquences des modifications du patron d'écoulement du fleuve, par les-quais et autres infrastructures en milieu aquatique sont mal connues. Il nous faut voir le fleuve comme un continuum horizontal

(amont-aval) et transversal (lit principal - plaine inondable). Plusieurs espèces de poisson utilisent l'ensemble du fleuve et les cours des affluents pour réaliser leur cycle de vie. Par exemple, les frayères connues d'esturgeon jaune sont presque toutes dans la région de Montréal et de certains affluents comme la rivière l'Assomption. Après l'éclosion, les larves d'esturgeons sont entraînées vers l'aval jusque dans l'estuaire supérieur. De là, les juvéniles ayant acquis une capacité natatoire suffisante remontent vers l'amont du fleuve vers les aires de gagnage (je simplifie). Ainsi, une modification localisée de l'hydrodynamisme fluvial peut avoir des répercussions importantes pour la population d'esturgeon. L'utilisation de l'ensemble du continuum fluvial ne semble pas être l'apanage exclusif de l'esturgeon comme les récents résultats du marquage des poissons à la pêche de Saint-Nicolas tendent à le montrer. Le Saint-Laurent supporte une importante pêcherie en eau douce dont la productivité est appuyée par un réseau trophique complexe. Notre compréhension des réseaux trophiques et de l'importance des facteurs abiotiques les régissant est très lacunaire. De grands groupes d'organismes n'ont jamais fait l'objet d'études : micro-organismes, invertébrés, espèces fourragères de poissons. De même, les flux de matière et d'énergie et l'efficacité trophique sont mal connues dans le Saint-Laurent.

QUESTION NO. 3 – PARMIS CES PROBLÈMES, QUELS SONT CEUX QUE VOUS CONSIDÉREZ COMME PRIORITAIRES ET POURQUOI SONT-ILS PRIORITAIRES (EN FONCTION TOUJOURS DES EFFETS POTENTIELS SUR L'ÉCOSYSTÈME OU SUR LA SANTÉ HUMAINE) ?

Les trois enjeux que nous avons décrits précédemment sont tous plus ou moins interreliés. Cependant, la fragmentation de l'habitat et la compréhension des conséquences des changements climatiques nous semblent les enjeux sur lesquels on peut obtenir des résultats tangibles. La compréhension de la productivité de l'écosystème Saint-Laurent, bien qu'essentielle, requiert un travail de longue haleine. Ces deux enjeux s'intégreraient parfaitement à un futur volet « Biodiversité ». Ainsi, une meilleure compréhension des effets de la fragmentation sur les communautés ichthyennes permettrait d'atténuer les impacts appréhendés de projets de construction d'infrastructures portuaires

ou autres, ou encore d'identifier les habitats essentiels à la réalisation des cycles de vie. . .
Finalement, il nous apparaît primordial de poursuivre les efforts d'assainissements
industriels et urbain. Et de l'étendre à la pollution diffuse d'origine agricole.

Alain Armellin

Biologie de l'Environnement
28 mai 2001

Avis sur les priorités en regard de la biodiversité du Saint-Laurent

Bilan actuel de la biodiversité du Saint-Laurent

La compilation des travaux d'inventaires réalisés le long du Saint-Laurent au Québec a permis de dénombrer quelque 6000 espèces dont la reproduction dans ce milieu est connue. Les calculs faits à partir des comparaisons de la faune et de la flore du Saint-Laurent avec celles du Canada et du monde entier permettent d'estimer l'importance numérique des différents types d'organismes qui vivent aujourd'hui dans le Saint-Laurent ou en bordure de celui-ci.

Ce nombre avoisinerait 27 000 espèces sauvages, dont près des trois quarts restent à décrire scientifiquement, sinon à découvrir. Ces espèces inconnues des taxinomistes sont, pour la plupart, des microorganismes (virus, bactéries et champignons) et des insectes, dont l'ensemble forme pourtant une énorme biomasse cachée et accomplit sans doute des fonctions écologiques essentielles à la conservation de la productivité et de la santé des écosystèmes (Mosquin et al., 1995).

Les pressions exercées par l'homme sur son environnement entraînent habituellement des modifications importantes dans la composition des communautés biotiques bien avant que les processus, comme la production biologique, la décomposition et le recyclage des éléments nutritifs, ne montrent des signes de défaillance (Schindler, 1987). C'est pour cela que de plus en plus d'écologistes croient que les changements observés dans la biodiversité constituent le meilleur système d'alerte pour détecter rapidement et contrer le plus efficacement possible les atteintes qui nuisent à l'intégrité des écosystèmes naturels.

Pour les chercheurs chargés de faire des évaluations environnementales, cela signifie qu'ils devront accorder de plus en plus d'importance à l'étude des espèces indicatrices du bon fonctionnement des écosystèmes, afin de prendre les mesures qui assurent le maintien de conditions propices au développement des populations de ces espèces « parapluies ». Leur bien-être est garant de celui d'une myriade d'espèces compagnes, dont l'étude individuelle serait irréaliste, compte tenu de la trop grande variété de formes vivantes et de la rareté des ressources humaines et financières.

L'état de la biodiversité du Saint-Laurent

De nos jours, 10 % de la flore vasculaire et 27 % de l'herpétofaune du Saint-Laurent sont en situation précaire. Dans le cas des reptiles et des amphibiens, la situation est d'autant plus préoccupante que les espèces les plus menacées vivent presque toutes dans un territoire restreint du corridor fluvial – le secteur le plus soumis à la pression du développement et où les terres publiques sont maintenant rares, ce qui rend difficile, par le fait même, la création d'aires protégées. La participation accrue d'organismes non gouvernementaux et de particuliers, par le mécanisme de l'intendance privée, est absolument requise pour parachever le réseau d'aires de conservation dans ce secteur du Saint-Laurent. Dans l'estuaire et le golfe, l'intégrité naturelle des habitats a beaucoup moins souffert de l'accroissement démographique du Québec. Le territoire est vaste, et des sites ont été identifiés afin de pallier aux carences du réseau actuel de sites protégés quant à la représentation de la biodiversité.

Le temps est venu d'agir. L'élaboration accélérée d'un plan de réseau de conservation de la biodiversité du Saint-Laurent ainsi que l'établissement d'un cheminement critique de réalisation constituent des priorités dans la stratégie de mise en oeuvre de la Convention sur la diversité biologique à laquelle le Québec a adhéré par décret du Conseil des ministres en novembre 1992.

La sauvegarde de la biodiversité du Saint-Laurent : un plan de conservation

Au cours de la dernière moitié du siècle, l'accroissement de la population québécoise et des activités humaines le long du fleuve a entraîné une détérioration, sinon la disparition, de vastes étendues d'habitats riverains, principalement dans l'archipel d'Hochelaga. Parallèlement à la diminution de la superficie des terres humides, on constatait le déclin de plusieurs espèces sauvages, tant et si bien qu'aujourd'hui, pas moins de 169 espèces de plantes vasculaires et 35 espèces de vertébrés sont considérées comme menacées de disparition de l'hydrosystème du Saint-Laurent. Bien que plusieurs de ces espèces fassent actuellement l'objet d'attentions particulières (voir le site Internet Saint-Laurent Vision 2000), leur grand nombre et la régularité avec laquelle de nouvelles espèces se retrouvent en situation précaire nous forcent à multiplier les efforts pour la sauvegarde de la biodiversité du Saint-Laurent.

Le parachèvement d'un réseau d'aires protégées représentant autant que possible tous les écopaysages régionaux du Saint-Laurent s'impose en tout premier lieu. Chaque portion significative de paysages que nous réussirons à conserver dans un état naturel ou semi-naturel deviendra un refuge pour les espèces connues et inconnues (dont plusieurs groupes d'invertébrés et de plantes invasives) qui y vivent (filtre grossier). Cette sélection devrait tenir compte de la complexité et de l'unicité des milieux physiques dans les différents secteurs du Saint-Laurent. En effet, il est généralement admis que les secteurs les plus hétérogènes et les plus contrastés du point de vue de leurs caractéristiques physiques revêtent une importance particulière pour la biodiversité. Cela tient au fait qu'une mosaïque complexe d'habitats, dont certains peuvent être rares à certaines échelles géographiques, est susceptible d'héberger une flore et une faune variées, comportant davantage d'espèces rares. Jusqu'à présent, les études portant sur les liens entre la biodiversité et la diversité des paysages ont mené à des conclusions contradictoires, en partie à cause des disparités d'échelles géographiques et des différences dans le choix des paramètres utilisés pour caractériser tant la diversité des paysages que la biodiversité (voir Biodiversity versus landscape diversity, compte rendu d'un atelier tenu lors de la conférence internationale Multifunctional Landscapes, 18-20 octobre 2000, Roskilde, Danemark).

Dans le cas du milieu terrestre, nous avons tenté de caractériser l'écodiversité des segments et des paysages littoraux. Bien qu'il ne semble pas y avoir de liens évidents entre l'écodiversité et la biodiversité selon l'approche méthodologique retenue, les informations générées sont tout de même utiles puisqu'elles identifient les secteurs qui présentent le plus d'intérêt pour leur diversité paysagère; ces secteurs pourraient représenter des sites de choix pour l'établissement de parcs naturels pittoresques.

Le long du Saint-Laurent, l'analyse de la biodiversité des groupes les mieux étudiés montre clairement l'importance des milieux humides, particulièrement ceux qui se trouvent à l'embouchure des rivières ou à l'intérieur d'archipels ou de complexes deltaïques (voir site Internet pour un plan d'action pour la conservation de la biodiversité du Saint-Laurent). C'est notamment le cas des groupes d'îles et de canaux situés aux extrémités de l'archipel d'Hochelaga, à la jonction du fleuve Saint-Laurent et des rivières des Outaouais, des Mille Îles, des Prairies et l'Assomption. Ces hydro-paysages sont le site d'une production biologique intense. Ils rassemblent dans une aire géographique restreinte les sites de reproduction, d'alevinage et d'alimentation d'un grand nombre de poissons et d'oiseaux aquatiques. Les conditions d'inondations variables, selon la durée saisonnière des crues ou la période quotidienne des marées, y créent une mosaïque complexe d'habitats humides. Ceux-ci hébergent un grand nombre d'espèces végétales et animales rares, compte tenu de la faible superficie des terres humides comparativement à celle des habitats terrestres.

À lui seul, le réseau d'aires protégées ne pourra suffire à maintenir l'ensemble de la biodiversité du Saint-Laurent. En plus de couvrir une superficie relativement restreinte, ce réseau connaîtra toujours des lacunes importantes, puisque des superficies adéquates d'habitats ne sont déjà plus disponibles pour la conservation dans les régions les plus fortement urbanisées. Bien qu'il s'y trouve quelques petits territoires qui assurent, in extremis, la protection d'habitats pour des populations résiduelles d'espèces menacées ou particulièrement rares à l'échelle québécoise (filtre fin), la superficie totale et le déploiement géographique de ces aires protégées sont nettement insuffisants pour permettre le maintien des processus écologiques régionaux. Or, ceux-ci sont responsables de l'établissement, de la reproduction et du développement de la végétation et des populations animales de ces secteurs.

Les communautés naturelles sont dynamiques. Elles subissent des transformations rapides lorsqu'elles sont soumises aux perturbations naturelles et se modifient progressivement sous l'effet de la succession végétale et des changements graduels du climat. Pour qu'il n'y ait pas de perte nette et irréversible de la biodiversité, il importe de protéger non seulement les espèces les plus vulnérables mais, plus encore, d'assurer également le maintien des conditions physiques et des processus écologiques des sites où l'ensemble des espèces a évolué. Pour cela, il faudra faire en sorte que les aires protégées soient entourées de territoires relativement « sauvages » et qu'elles soient reliées entre elles par des corridors nombreux et suffisamment larges pour englober des portions représentatives des écosystèmes régionaux. Ces corridors seront beaucoup plus vastes que les aires protégées (Noss, 1991). Outre le fait qu'ils sont nécessaires aux déplacements des espèces qui ont besoin de grands territoires pour survivre, ils sont également essentiels au flux génique entre populations. Cela permettra d'éviter l'enclavement, suivi de l'extirpation des populations d'espèces spécialistes, qui pourraient bien ne pas être adaptées aux conditions futures des sites qui les protègent actuellement.

Il est connu depuis longtemps qu'il est impossible de préserver durablement l'ensemble des organismes et des écosystèmes dans des conditions satisfaisantes, si leurs seuls refuges sont des aires protégées du type le plus classique, mais cette dernière formule est la seule qui ait été largement appliquée jusqu'à présent. Les zones de protection intégrale, en nous mettant à l'abri des défauts potentiels (actuel ou futurs, perçus ou non perçus) de nos modes d'exploitation des ressources biologiques et d'occupation du territoire, ne doivent pas représenter un effort ultime de conservation mais plutôt servir de clé de voûte au développement durable de notre société. En principe, rien ne s'oppose à l'exploitation durable des ressources contenues à l'intérieur des zones tampons et des corridors naturels qui relieront les aires protégées entre elles. Ce qui importe, c'est que l'on maintienne des corridors suffisamment larges pour comprendre en leur centre des habitats sauvages recherchés par les espèces les plus exigeantes, par exemple les grandes espèces de carnivores et de piscivores qui évitent les lisières et les habitats semi-naturels trop sujets aux dérangements humains. Les aires protégées ne couvriront jamais une proportion importante du territoire québécois, moins encore de la planète. Présentement au Québec, l'ensemble des milieux naturels de haut niveau d'intégrité protégés ou en voie de le devenir s'étend sur 4,2 % du territoire (Zinger, 1995). Cette proportion atteint 5,3 % à l'échelle du globe.

Pour assurer la conservation génétique des espèces en dépit des modifications naturelles ou artificielles de l'environnement, un système plus ouvert de conservation est nécessaire, où des zones d'écosystèmes naturels non perturbés peuvent être entourées d'aires où se pratiquent des modes d'utilisation conciliables et compatibles. Soyons réalistes, la majorité des animaux et des plantes vit déjà et pourrait bien se concentrer de plus en plus à l'extérieur des parcs, dans les zones exploitées pour l'agriculture, la foresterie ou les établissements humains (Pimentel et al., 1992). Aussi doit-on faire en sorte que les territoires exploités par l'homme puissent héberger le plus grand nombre d'espèces dont les populations soient viables. Dans les zones situées à proximité des villes, là où l'artificialisation du milieu est intense, l'adoption d'un mode de gestion territorial de type intensif en foresterie, en agriculture de même qu'en urbanisme aurait pour effet de diminuer la proportion du territoire requise pour soutenir le rendement économique et limiter l'étalement urbain. En agissant de la sorte, il devrait être possible d'accroître le nombre et la superficie des parcs et des corridors de conservation.

La démarche suivie ici a permis d'identifier des écosystèmes et des sites géographiques où se concentrent les éléments les plus importants de la biodiversité du Saint-Laurent. Des principes fondamentaux en biologie de la conservation, telle l'analyse de la viabilité des populations en péril, de la succession végétale et de la qualité des habitats liées au cycle vital complet des espèces migratrices, doivent être pris en considération pour décider de l'emplacement idéal et de la superficie optimale des aires à protéger. Par ailleurs, il faudra recourir à la restauration écologique et à la réintroduction des espèces extirpées là où, à cause du développement humain, il n'est désormais plus possible d'établir des sites protégés de superficie suffisante pour assurer le maintien de populations viables des espèces menacées. De plus en plus, on devra dépasser le niveau des actions, somme toute modestes et très localisées, qui visaient à sauvegarder des espèces en péril pour en venir à une gestion véritablement écologique des territoires, c'est-à-dire qui tienne compte des échelles biologiques, spatiales et temporelles où interviennent les processus-clés géomorphologiques, hydrologiques, écologiques et évolutifs responsables de la conservation et de la diversification des organismes vivants.

Étant donné la complexité de l'hydrosystème du Saint-Laurent, nous ne posséderons probablement jamais la connaissance complète des espèces et des communautés biologiques qui y vivent. Nous ne devons pas attendre d'avoir toutes ces données pour concevoir un réseau intégré d'aires protégées et pour adopter une approche de conservation davantage centrée sur les écosystèmes et la pratique du développement durable. Quand l'incertitude plane sur les risques encourus par des espèces vivantes, il vaut mieux emprunter la voie de la prudence et ne pas hésiter à protéger plus que moins. Une fois épuisées, les possibilités de conserver des terres ou d'en protéger l'intégrité écologique ne pourront, par après, être facilement recouvrées.

Jean-Luc DesGranges

Gilles Chapdelaine
Service canadien de la faune
Expertise : Oiseaux marins et coloniaux

État actuel des populations d'oiseaux marins en comparaison avec ce qu'elles étaient il y a 20ans et +

Les principales colonies d'oiseaux marins nichant dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont actuellement protégées par la loi, tant à l'échelle fédérale que provinciale. Bien que la plupart des populations d'oiseaux marins nichent à l'intérieur des Refuges d'Oiseaux Migrateurs (ROM), des Réserves Nationale de Faune (RNF) ou des parcs fédéraux (ex : Forillon) ou provincial (ex : Ile Bonaventure), les espèces ont connu au cours des 20 dernières années des hausses et des baisses.

Figure 1

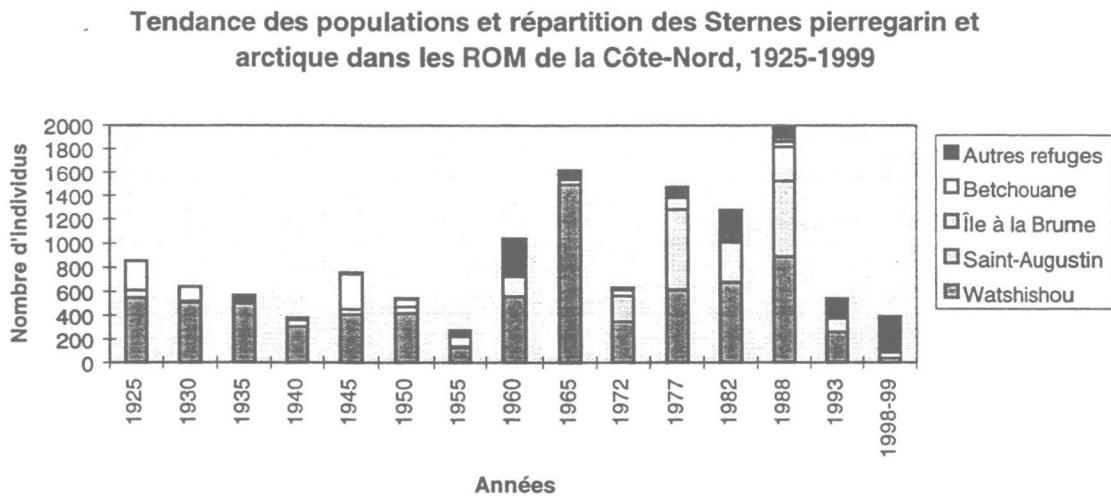
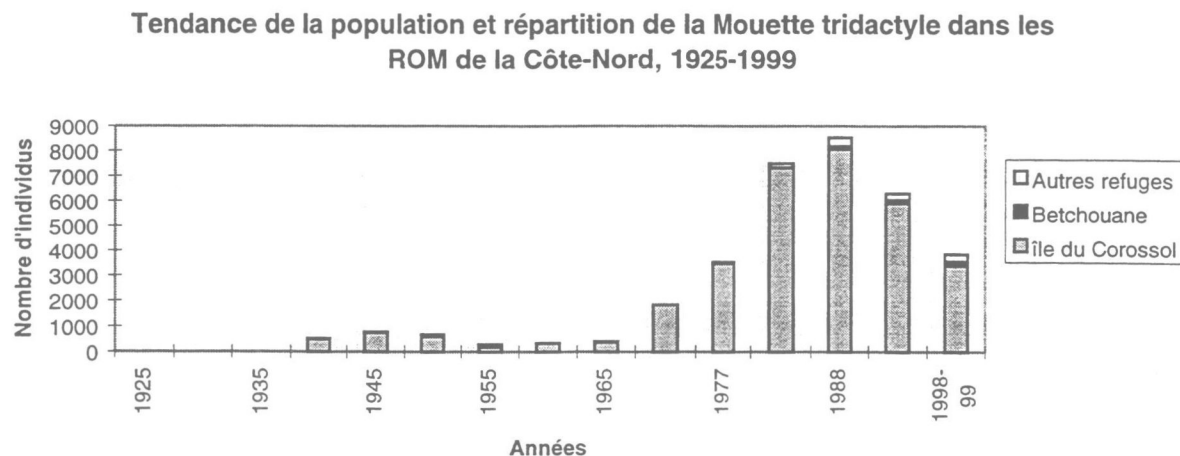
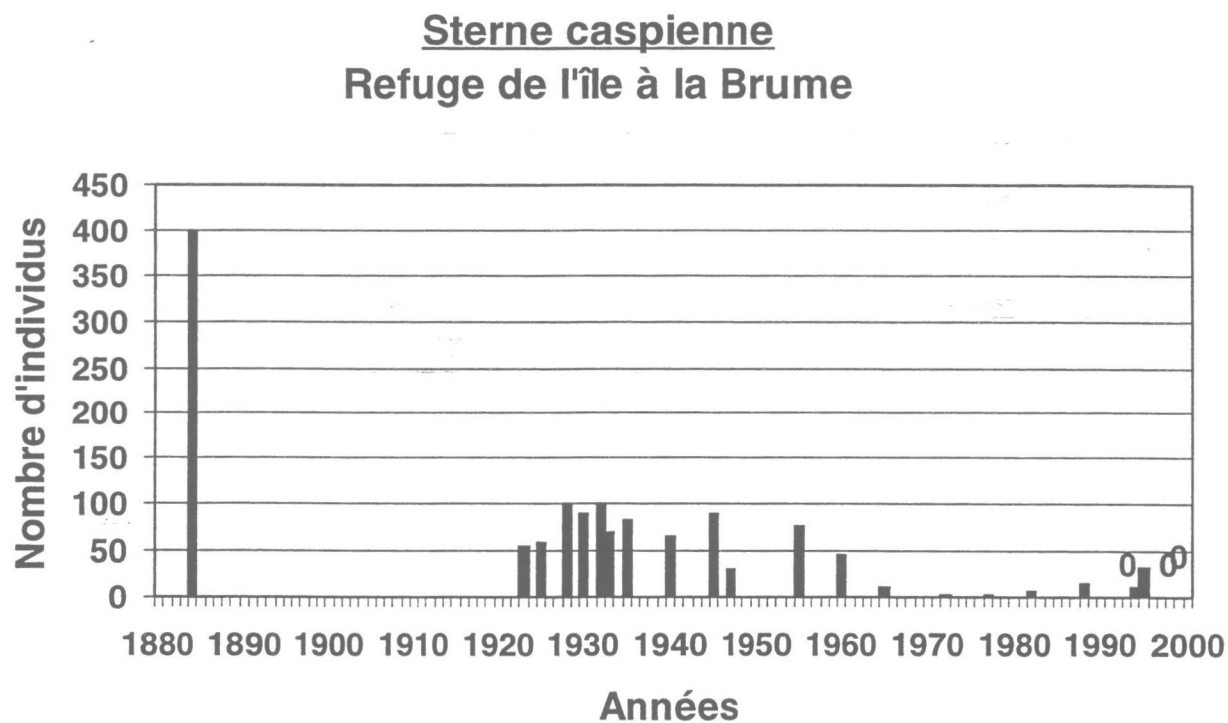


Figure 2



On a également enregistré la disparition d'une espèce soit la Sterne Caspienne qui nichait traditionnellement dans le refuge de l'Île à la Brume sur la Côte Nord (Figure 3).

Figure 3



Le suivi des oiseaux de mer du Saint-Laurent nous amène à conclure que certaines populations n'ont jamais recouvré les maximums enregistrés au cours du 20^e siècle et ceux rapportés par les naturalistes des siècles derniers (Figure 4).

Figure 4

**Tendance des populations et répartition du Macareux moine dans les
ROM de la Côte-Nord, 1925-1999**

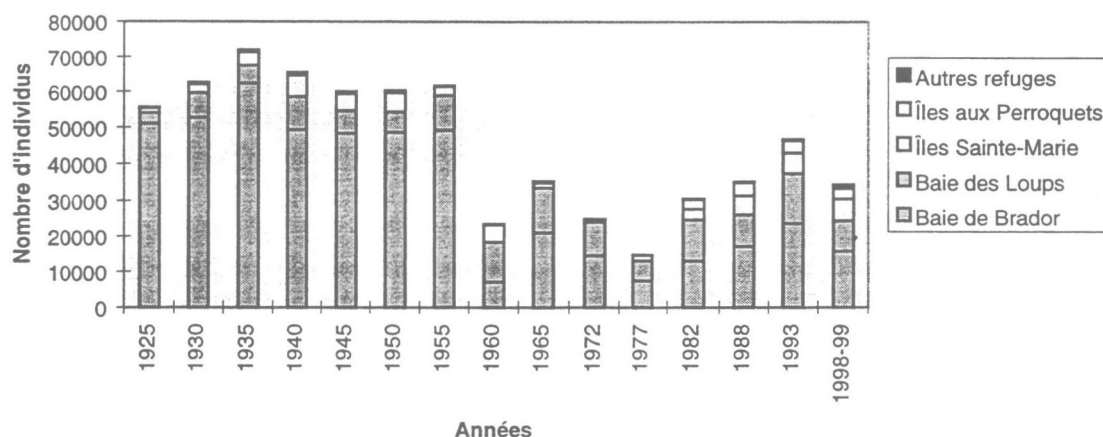
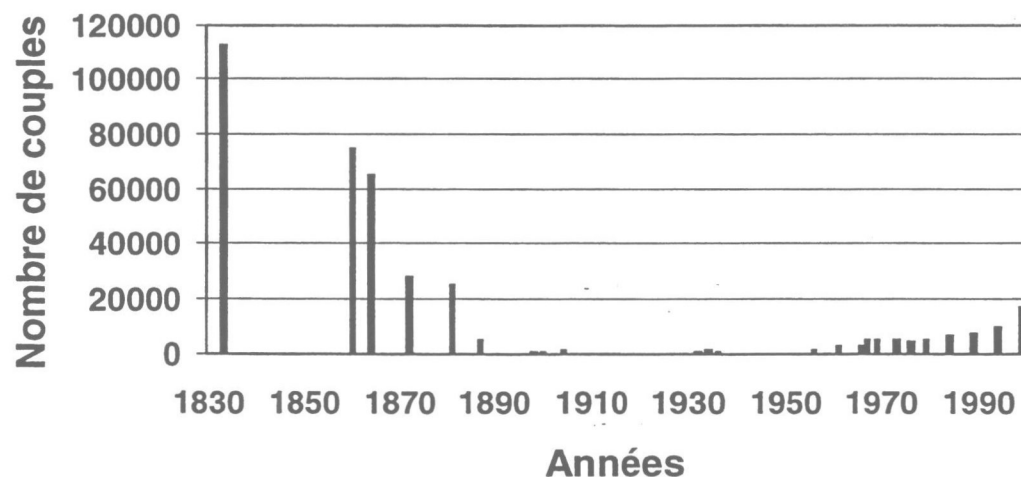


Figure 5

**Fou de Bassan
Rocher aux Oiseaux**

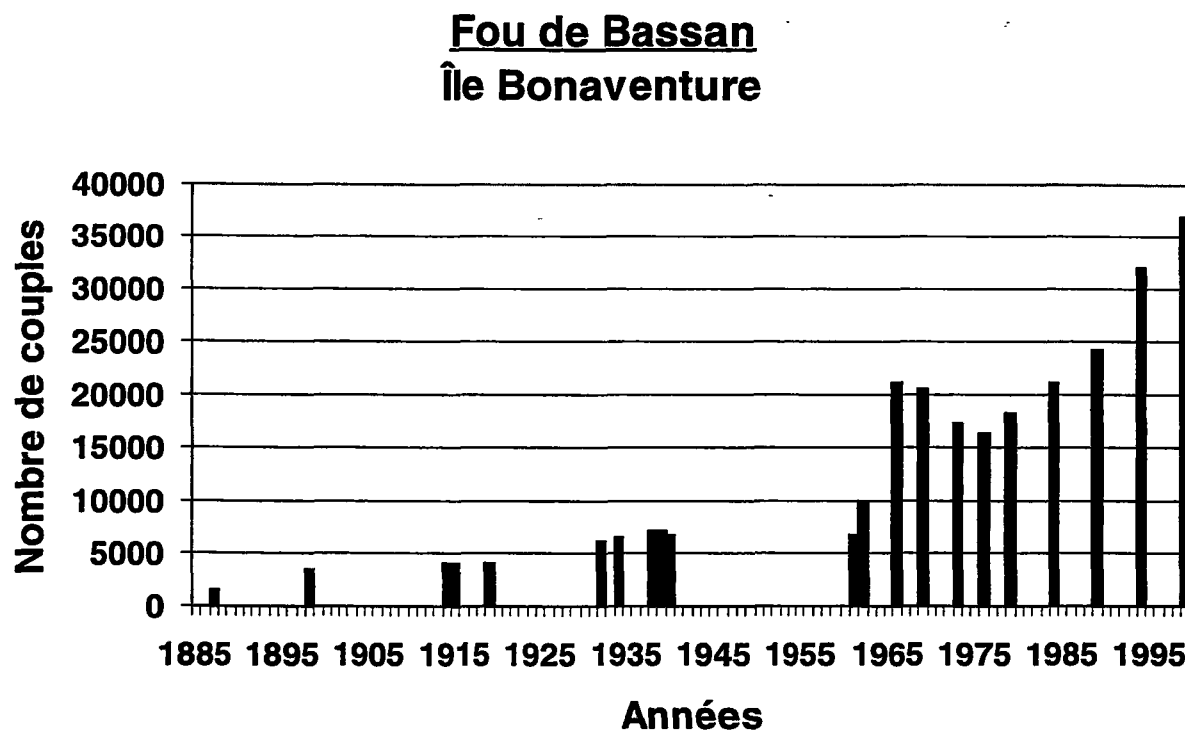


La diversité et l'abondance des oiseaux de mer que l'on retrouve dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent sont le fruit d'un processus évolutionniste qui n'est pas échelonné sur 20 ans mais sur plusieurs centaines et voire des milliers d'années. Il est notoire que les populations d'oiseaux de mer ont subi des dommages considérables au cours des trois derniers siècles. On récoltait les oiseaux et leurs œufs sans restrictions et ce, malgré le faible potentiel reproducteur des oiseaux de mer - plusieurs espèces ne pondent qu'un œuf par année -. Malgré la passation de la Loi sur les Oiseaux Migrateurs et l'établissement de refuges sur la Côte-Nord, l'habitude bien ancrée de faire la récolte des œufs et des oiseaux se manifeste encore de nos jours. Par exemple, depuis 1994, il y a eu un relâchement au niveau de l'application de la loi dans les refuges d'oiseaux migrateurs pour l'ensemble de la Côte-Nord. Ce n'est pas par hasard qu'on note depuis cette date une stagnation et même des diminutions de certaines espèces dans les refuges laissés sans surveillance ou si peu. Résultat : au cours des 20 dernières années les problèmes de braconnage et de dérangement dans les colonies d'oiseaux de mer de la Côte Nord du golfe Saint-Laurent, sont encore d'actualité à cause du relâchement de nos activités de mise en application de la loi sur les oiseaux migrateurs, de la recherche et de la sensibilisation des communautés locales depuis 1994.

Paradoxalement, il semble que les stocks de poissons fourrages seraient suffisamment abondants et auraient même augmenté au cours des 12 dernières années pour favoriser la reproduction des oiseaux marins. Toutefois une telle affirmation est hypothétique et risquée dans la mesure où ce maillon très important de la chaîne alimentaire du Saint-Laurent marin est très peu suivi par Pêches et Océans ainsi que par Environnement Canada. Actuellement, le suivi de la reproduction et du régime alimentaire chez les oiseaux de mer est le seul moyen dont on dispose pour connaître l'état de santé de ce niveau trophique si important non seulement pour tous les oiseaux de mer mais également pour les mammifères marins et les poissons prédateurs souvent exploités commercialement. Toutefois, le manque de ressource n'a pas permis au SCF de maintenir un tel suivi dans le cadre du PASL III.

Maintenant sur une note un peu plus positive, mentionnons que le problème des organochlorés (DDT) présents en quantité appréciable qui avaient causé la baisse de productivité et la diminution subséquente des populations de Fou de Bassan du golfe Saint-Laurent vers la fin des années 60 et 70, est maintenant chose du passé. La diminution des organochlorés dans les œufs de Fou de Bassan s'est traduit par un accroissement annuel de la population de l'ordre de 3% entre 1980-2000 (Figure 6). Il s'agit de la plus importante colonie de Fou de Bassan en Amérique du Nord. D'autres produits toxiques peuvent s'introduire dans l'écosystème, ce qui nous incite à maintenir le suivi de cette espèce comme indicatrice de l'état de santé du milieu marin.

Figure 6



En guise de conclusion de cette section: les oiseaux de mer représentent une caractéristique fondamentale de la biodiversité du Saint-Laurent marin. En assurer leur protection permet de les utiliser comme indicateurs de l'état de santé de l'écosystème marin et d'en connaître son fonctionnement.

Problèmes actuels (enjeux - pressions) et les effets sur l'écosystème / les oiseaux de mer

Le braconnage sous toutes ses formes et le dérangement humain qu'il soit intentionnel ou non risquent de faire disparaître des espèces et réduire des populations de mer à des niveaux irrécupérables. Le cas de disparition de la Sterne caspienne et les diminutions de certaines populations sont des pertes nettes du point de vue de la biodiversité. Il est impératif de cibler comme zone d'intervention le secteur incluant l'Île à la Brume jusqu'aux Îles Sainte-Marie pour assurer la protection du secteur le plus diversifié de la Côte Nord du point de vue des oiseaux de mer. Le refuge de Brador Bay (Blanc-Sablon) serait également à surveiller. **Hautement prioritaire.**

Les prédateurs en provenance du continent tels que le renard roux et le renard arctique peuvent annihiler tout effort d'aménagement et de conservation des oiseaux de mer. Les Îles de l'Estuaire du Saint-Laurent (particulièrement les RNFs) de même que les refuges des Îles Sainte-Marie et de

Brador Bay sont très vulnérables. Dans les RNFs de l'estuaire, où il s'y pratique une activité de collecte de duvet dont les revenus aident la Société Duvetnor à maintenir des activités de conservation, que le SCF ne peut réaliser lui-même, la prédation par les renards a un impact non seulement sur la biodiversité mais aussi sur les activités effectuées par cette société vouée à la conservation. Les populations de Sterne pierregarin et arctique des Îles-de-la-Madeleine de même que la Sterne de Dougall, espèce considérée menacée, sont particulièrement vulnérables à la prédation du renard roux. Des mesures de contrôle s'imposent. **Hautement prioritaire.**

Les prises accidentelles des oiseaux marins dans les filets de pêche sont reconnues comme étant un facteur de mortalité important chez les oiseaux de mer. Malheureusement, il n'existe pas de statistiques officielles sur le nombre d'oiseaux marins ainsi pris. De ne pas savoir où existe précisément ce problème dans le golfe du Saint-Laurent nous rend incapables d'adopter des mesures préventives ou de solutionner le problème. Il faut dire que l'obtention de cette information est difficile auprès des communautés de pêcheurs et qu'il s'agit d'un sujet plutôt tabou au sein de ce groupe. Dans les circonstances un monitoring des prises accidentelles avec Pêches et Océans est souhaitable. La Côte Nord devrait être particulièrement visée. **Priorité élevée**

Les causes des hausses et des baisses des populations d'oiseaux marins peuvent être nombreuses et nécessitent un réseau de surveillance tant du point de vue de la mise en application de la loi que de l'application des méthodes scientifiques pour en connaître les origines. Dans un contexte où les oiseaux marins ne sont pas perturbés par l'homme, les populations sont fortement régulées par la disponibilité, l'abondance et la qualité de la nourriture. D'autres facteurs opérant au sein de l'écosystème marin du Saint-Laurent peuvent aussi influencer les oiseaux de mer. Au cours du PASL II nous avons jeté les bases d'un programme de suivi d'une série de paramètres quantifiables tels que le budget d'activité, la productivité (succès d'éclosion, succès à l'envol, productivité nette), croissance des jeunes et le régime alimentaire de 6 espèces judicieusement sélectionnées. Le but de cette collecte de paramètres visait à les corrélés avec le plus grand nombre de changements environnementaux de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent. Que les facteurs occasionnant ces changements au sein de l'écosystème marin soient d'origine inconnue, naturelle - changements climatiques, perturbations océanographiques à grande ou petite échelle -, ou humaine - transport maritime, exploitation des ressources de la mer, pollution par le pétrole, contamination par les pesticides, les métaux lourds ou autres produits en provenance de l'industrie - nous devons maintenir un système de monitoring pour développer notre capacité de suivre l'évolution de l'écosystème marin du St-Laurent et d'en déterminer les mécanismes qui le régissent pour le mieux ou pour le pire. Sans cet outil il est impossible de donner l'heure juste quant à la question: quel est l'état du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?. **Hautement prioritaire.**

Identification des solutions envisageables pour chacun des problèmes prioritaires

- Renforcement de notre capacité de la mise en application de la loi sur les Oiseaux Migrateurs en matière de conservation tout particulièrement dans le secteur entre l'Île à la Brume et les îles Sainte-Marie de même qu'à Blanc-Sablon. Augmenter notre contribution dans les programmes d'éducation tout particulièrement dans le domaine de la conservation ce qui peut être assuré par des ONGs tels que la Quebec-Labrador Foundation. L'écotourisme devrait être encouragé dans la mesure où les ONGs et nos structures d'accueil offre la possibilité d'observer les oiseaux sans qu'il y ait de dérangement. La sollicitation pour la participation autochtone à la conservation des oiseaux marins sur la Côte Nord devrait être envisagée.
- Adopter une stratégie de contrôle des prédateurs là où la biodiversité des populations d'oiseaux de mer est en péril. Nous nous devons d'assumer cette responsabilité pour ce qui est des refuges de la Côte Nord et supporter Duvetnord et La Société Protectrice des Eiders de l'Estuaire Inc. pour effectuer les contrôles de renards dans les Îles de l'Estuaire du Saint-Laurent.
- Mise en place du réseau de suivi des 6 espèces d'oiseaux marins préalablement sélectionnées aux endroits suivants : Îles Sainte-Marie (ROM), Île du Corossol (ROM), Îles de l'Estuaire (RNF), île Bonaventure (ROM + Parc provincial). Parmi ces sites, les îles Sainte-Marie représente le site le plus important étant donné la diversité d'espèce qu'on y retrouve. Ce site offre également une opportunité pour y faire de la recherche sur les oiseaux marins du golfe St-Laurent en collaboration avec les universités. Le suivi pourrait être assuré en partie par nos partenaires universitaires. Je rappelle que cet endroit était la base de recherche pour le programme des oiseaux marin de la Région du Québec et reconnue comme étant importante pour le suivi des changements dans les écosystèmes marins à l'échelle nationale!. À ce sujet, je me permets d'émettre les commentaires émis par le CWS Waterbird Committee (29 Nov-1 Dec. 2000, Sackville, N.B) dans les minutes de son rapport soumis au comité des directeurs régionaux l'hiver dernier:... « Current trends in global warming and the concurrent changes in climate and oceanography are likely to have very significant effects on marine birds, some of which are already beginning to show up. We need good long-term monitoring data in order to predict the future changes. We hear a lot in the media about climate change effects and some CWS monitoring has been very prominent in these reports. Our Minister also talks about it a good deal. However, at the level of CWS regional management, we are getting little support for monitoring in relation of climate change and other ecosystem alteration. **In this context, it is unfortunate that the long-term study of seabird populations at St. Mary Islands in the Gulf of St. Lawrence, has been discontinued. The committee strongly recommends that this project be re-activated and the research base there maintained, as this is the only seabird monitoring in this important marine area.** » Un arrimage de ce projet devrait également être fait avec le programme des Zones de Protection Marine (ZPM). Le Service canadien de la faune participe activement à cet exercice avec Pêches et Océans et Parcs Canada. Il y a là une opportunité de collaboration pour l'établissement d'une ZPM dans le secteur des Îles Sainte-Marie. Un tel objectif ne serait-il pas souhaitable dans un futur Plan d'Action St-Laurent ?

Avis Scientifique sur le Saint-Laurent

1) Dans le cadre de votre domaineil y a 20 ans ?

Il est difficile de répondre à cette question car nous n'avons aucun programme d'inventaire de canards le long du fleuve Saint-Laurent. Une inventaire a été effectué entre 1990 et 1993, toutefois ce dernier devrait être refait afin d'obtenir une image plus précise sur les populations de sauvagine et leurs tendances.

A partir des informations éparses (bagueage, récolte, petits inventaires) dont nous disposons nous pouvons toutefois donner notre avis sur certaines populations de sauvagine. On observe donc que certaines populations sont en hausse, c'est le cas du Canard colvert et de la population de Bernache du Canada dites résidentes. La population de Canard colvert semblent aussi étendre son aire de répartition. On observe de plus en plus de Canards colverts dans l'est du Québec. Les Canards chipeau ont augmenté aussi considérablement au Québec entre 1950 et aujourd'hui. Les populations de Canards noirs sont soit en baisse ou se maintiennent le long du Fleuve Saint-Laurent mais à un niveau plus faible que durant les années 1970. A noter qu'il existe de grandes différences entre le nombre d'individus selon l'endroit où l'on se positionne sur le Saint-Laurent.

Il est donc difficile de statuer sur l'état des populations actuelles comparativement à ce qu'elle était il y a 20 ans. A cette époque, au début des années 1980, la plupart des endiguements ou empiétements sur le Saint-Laurent étaient terminés ou en voie d'être complétés. D'un autre côté, on observe un accès au fleuve plus facile qu'auparavant donc beaucoup plus de dérangement ; la diminution des espaces naturels a aussi amené une concentration des prédateurs aux endroits résiduels.

2) Quels sont les problèmes....du Saint-Laurent ?

On nous rapporte un changement au niveau des populations de canards plongeurs en migration. Oui, il existe un déclin de certaines espèces, notamment chez le Petit Fuligule. Toutefois en raison de la présence de la moule zébrée, il est possible que la migration d'une partie de la population ait été "déviée" vers des sites à fortes concentrations de moules zébrées. Dans les Grands-lacs cette situation a été documentée. A noter que la récolte américaine trop élevée est probablement responsable de la diminution de cette espèce.

En raison de la baisse des niveaux d'eaux et de l'augmentation de la navigation le long du Saint-Laurent il devient important d'avoir des connaissances sur la répartition de la sauvagine tout au long de son cycle de reproduction (ainsi que lors de la mue et des migrations). En cas d'un déversement de pétrole, les données qui sont utilisées présentement sont très anciennes. Les actions de protection pourraient, avec des données actualisées, alors être mieux ciblées le cas échéant.

On peut aussi considérer les effets de la navigation sur l'habitat (Je pense que Denis va mieux cibler cette problématique que moi).

Les changements au niveau de la végétation via l'envahissement de la Salicaire pourpre et de la Phragmite et de leurs impact sur les populations de sauvagine (couvert de nidification, insectes associés à ces plantes...). Comme ces espèces sont en progression et qu'ils semblent avoir un impact négatif sur la présence ou leur utilisation par la sauvagine, des études sur la distribution et de l'utilisation de ces habitats par la faune pourrait s'avérer intéressantes.

3) Parmi ces problèmes.....

Si je me concentre sur uniquement la sauvagine :

L'augmentation de la Bernache du Canada (population résidente) va être à la source de conflits avec les humains. Parmi ceux-ci mentionnons, des problèmes de cohabitation, de contamination de l'eau potable et des parcs urbains.

La plupart de ces problèmes sont en relation avec la santé humaine ou la sécurité. Des problèmes au niveau de la déprédation sont déjà appréhendés.

Si je considère la phrase ..des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine... les autres espèces subissent l'impact de l'invasion des espèces exotiques. Il est certain que des études pourraient être mises en place pour définir ou analyser les impacts de ces espèces sur la biodiversité

Si cela....

Dans la région de Montréal et du lac St-Pierre

4. Selon vous....

Il faut continuer à documenter la situation de la Bernache du Canada (inventaire des couples nicheurs et des oiseaux en mue) et informer les différents intervenants sur les moyens ou méthodes de contrôle ou prévention qui sont mis à leur disposition.

Le manque de connaissance au niveau des populations de sauvagine nichant dans le système du Saint-Laurent ou fréquentant ce dernier est important. Un inventaire effectué à un intervalle régulier pourra permettre de répondre à cette lacune. De plus, ces informations seront utilisées pour répondre à plusieurs demandes.

Préparé par Jean Rodrigue

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Les espèces menacées

État du Saint-Laurent avant/après

Il est difficile d'examiner objectivement la situation des espèces menacées avant la phase I du Plan Saint-Laurent et la situation présente. La raison est qu'en 1988, au moment où démarrait la phase I du Plan St.-Laurent, la cause des espèces menacées venait à peine de prendre son envol et l'état des connaissances sur la situation était embryonnaire. Des actions isolées, et non coordonnées venaient à peine d'être amorcées : premier inventaire systématique du Pluvier siffleur aux Îles-de-la-Madeleine (1987), en Gaspésie et sur la Basse-Côte-Nord (1988), préoccupation grandissante de la situation de la Pie-grièche migratrice ; le programme actif de lâcher de Faucon pèlerin avait eu ses heures de gloire et on en était à la phase, non pas moins importante, du suivi des résultats. Comparer la situation des espèces menacées avant la mise en œuvre du Plan Saint-Laurent avec la situation actuelle aboutirait simplement à faire le constat d'une amélioration de nos connaissances sur le sujet.

On peut être séduit d'utiliser la situation des espèces à l'aide des désignations du COSEPAC. Cependant, une telle comparaison demeure fortement sous le biais de l'approche de ce comité. Cette approche consiste en l'examen d'un rapport de situation, commandé sur une base « ad hoc ». Une telle comparaison aboutirait à constater une préoccupation plus poussée sur les espèces.

L'état des connaissances des espèces menacées au départ est illustrée par les actions de la première année du Plan Saint-Laurent. Afin d'avoir une image de l'état présent, deux bilans ont été commandés, un concernant les oiseaux dont la majorité des espèces sont sous la juridiction du gouvernement fédéral et un second bilan pour les autres espèces. Plus que la question de juridiction, la quantité et la qualité de l'information disponible dictaient une approche distincte pour ces deux bilans.

Le bilan concernant les autres espèces, qui a été transmis au gouvernement provincial lors que ce dernier s'est joint au Plan d'action Saint-Laurent l'année suivante, ne peut être utilisé pour effectuer une comparaison ; ce bilan faisait état de la disparité de la quantité et de la qualité d'information pour les différents groupes couverts.

Par contre, pour les oiseaux, le bilan peut nous permettre une certaine comparaison avec la situation actuelle. Le document produit à la fin de l'année, « *Les oiseaux menacés du Québec* », s'est avéré un document de base en présentant une évaluation systématique de la situation des espèces à l'aide des connaissances disponibles à l'époque. Ce bilan consistait à examiner de l'ensemble des espèces à l'aide des critères et des définitions du Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMD), renommé récemment le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Contrairement à l'approche du COSEPAC, ce bilan étudiait l'ensemble des espèces et leur catégorisation les unes par rapport aux autres. Ce bilan groupait douze (12) espèces dans la catégorie vulnérable (récemment renommé « préoccupante » par le COSEPAC), deux (2) dans la catégorie menacée et trois (3) dans la catégorie en danger de disparition (récemment renommé « en voie de disparition » par le COSEPAC), le tout pour un total de dix-sept espèces (17).

Une révision récente de ce bilan, effectuée en 1999, dans le cadre d'une harmonisation avec le gouvernement du Québec, établissait 19 espèces le total des espèces. S'ajoutait la Paruline à ailes dorées, le Bruant de Nelson et le Garrot d'Islande ; une espèce était retirée, l'Épervier de Cooper. L'exercice de cette révision n'a cependant pas été poussé jusqu'à une classification dans les différentes catégories du COSEPAC. Dans le bilan de 1989, la Paruline à ailes dorées avait été classée avec les espèces nicheuses d'apparition récente et son ajout dans la révision provient de la constance de sa présence aux cours des quinze dernières années. Quant aux l'ajouts des deux autres espèces et au retrait de l'Épervier de Cooper, elles sont plus la conséquence d'une amélioration des connaissances que d'un changement de la situation de l'espèce. Malgré que la comparaison de ces deux bilans, après plus de dix ans, se résulte pas l'ajout net de deux espèces, on ne peut conclure, dans l'ensemble, à une dégradation de la situation des espèces menacées.

On pourrait être tenté d'évaluer la situation des espèces à l'aide des listes d'espèces prioritaires établies par le sous-comité Espèces du Comité Concertation Biodiversité. Il faut cependant rappeler que ces listes, établies

conjointement avec les partenaires du Plan d'action Saint-Laurent, ont un caractère administratif ayant pour but de mesurer les progrès effectués dans le court laps de temps d'un plan, soit de cinq ans.

Sur un plan spécifique, la comparaison en terme de population est possible pour seulement quelques-unes des 17 espèces : le grèbe cornu, le faucon pèlerin, la Sterne de Dougall, la Pie-grièche migratrice et le Pluvier siffleur. À l'exception de la Pie-grièche migratrice, on ne peut démontrer statistiquement de tendance. Les graphiques joints illustrent deux exemples d'espèces pour lesquelles les données sont les plus nombreuses et les plus précises. Quant à la situation de la Pie-grièche, le faible nombre de couples reproducteurs en 1988, estimé à moins de 10, fait en sorte que, malgré les efforts d'inventaire déployés, nous ne pouvons confirmer sa reproduction au Québec depuis près de 5 ans.

Identifications des problèmes

Un des succès du programme des espèces menacées dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent a été d'éviter de délaisser l'approche espèce par espèce pour s'orienter vers des traitements globalisants tels que l'approche écosystémique ou l'écologie du paysage. Ce faisant, le programme a œuvré sur un nombre plus restreint d'espèces, mais a permis la réalisation plus concrète d'actions adaptées à la problématique spécifique à chacune d'elle. Il a permis d'éviter la dispersion des efforts et des ressources allouées.

Un des problèmes du programme des espèces menacées dans le cadre des trois phases du Plan d'action Saint-Laurent touche à la mesure de l'efficacité des actions. Anxieux de démontrer des résultats, certains gestionnaires ont tenté, dans une des phases du Plan d'action Saint-Laurent, de mesurer l'efficacité des actions entreprises pour le rétablissement du Pluvier siffleur en mesurant l'augmentation des effectifs de la population. Cette espèce bénéficie d'un ensemble de données les plus complètes et des plus précises s'étalant sur quinze (15) ans. Le graphique de la tendance de la population illustre une stabilité à long terme, même si certaines années (phase I du PASL) montrent une augmentation. **Il ne faut cependant pas conclure que les actions entreprises pour le rétablissement de cette espèce n'ont pas porté de fruits.** Ce que ce graphique illustre, c'est que la population de cette espèce est sujette à des variations annuelles environnementales qui font en sorte que le niveau de sa population oscille autour d'une moyenne. Ces variations naturelles sont liées à des facteurs tels que les conditions sur les aires d'hivernage, les facteurs météorologiques, les modifications naturelles de l'habitat de reproduction et d'autres facteurs imprévisibles de l'environnement. Il faut également rappeler que des actions énergiques de rétablissement pour cette espèce ont été initiées dès le début de la première phase du Plan d'action Saint-Laurent et que l'apparente stabilité observée dans le graphique est le résultat de ces actions.

Au niveau spécifique, les problèmes des différentes espèces menacées se regroupent sous deux thèmes : connaissances de base et moyens d'action pour le rétablissement. L'effectif réduit de la population, soit à la suite d'un déclin, soit à cause de ses caractéristiques écologiques, caractérise les populations d'espèces menacées. Les actions qui doivent être entreprises vont différer selon l'une ou l'autre de ces deux situations. L'initiative d'un suivi des sites de reproductions d'oiseaux menacés et la constitution de la banque de données sur les oiseaux menacés (BDOMQ) entreprise au cours de la première phase du Plan d'action Saint-Laurent avait pour but de répondre à cet aspect de cette problématique.

La déficience en connaissance de base sur la biologie et l'écologie des espèces menacées est une caractéristique intrinsèque de ces espèces. Souvent, les populations de ces espèces sont peu nombreuses et les chercheurs scientifiques sont souvent hésitants à se lancer dans un projet de recherche sur une espèce où la taille de l'échantillonnage menace la qualité statistique de leurs résultats.

Les actions de rétablissement des populations d'oiseaux menacés sont en partie tributaires du niveau des connaissances de base de ces espèces. Lorsque l'on traite d'une espèce gibier, cette dernière bénéficie de plusieurs décennies de développement de techniques d'aménagement. Pour les espèces ne faisant pas l'objet de récolte, de nouvelles techniques doivent être innovées et adaptées à leur situation particulière. L'utilisation de périmètres de sécurité et d'exclos chez le Pluvier siffleur constitue des exemples de développement de nouvelles techniques d'aménagement.

Les pressions environnementales sur les espèces menacées du corridor du Saint-Laurent n'ont pas changé depuis les 20 dernières années. Ces pressions se résument à des pertes d'habitat, pressions de chasse, augmentation de la prédation et dans des cas plus spécifiques contamination de l'environnement. L'effet de ces pressions constitue une menace à l'intégrité de la biodiversité de l'écosystème du Saint-Laurent. Les actions de rétablissement reliées aux espèces menacées constituent une contribution directe au maintien et à l'amélioration de la biodiversité.

Solutions et priorisation

Les actions de rétablissement entreprises sur les différentes espèces d'oiseaux menacées dans le cadre du plan Saint Laurent ont porté des fruits. Si un volet similaire devait être développé dans une éventuelle poursuite du Plan d'action Saint-Laurent, il faudrait améliorer deux volets du programme.

Relativement à la problématique du manque de connaissance, il est indispensable de maintenir un équilibre entre la récolte d'information de base sur les espèces visées et le développement d'actions et de techniques d'intervention. Cet équilibre est important si l'on veut mesurer des améliorations à la situation des espèces ciblées.

Il faudrait également veiller à harmoniser un éventuel programme sur les espèces menacées avec la mise en place de l'éventuelle Loi sur les espèces en péril (Projet de loi C-5). Cela implique que la structure du programme d'un éventuel Plan Saint-Laurent doit se plier aux rythmes et aux processus prévus par la législation. Cette harmonisation devrait également être respectée par tout les partenaires impliqués : Environnement Canada, Pêches et Océans, Agence Parc-Canada, ministère de l'Environnement du Québec, Société de la faune et des parcs du Québec.

L'utilisation des niveaux de population des espèces menacées comme indicateur de performance des actions de rétablissement devrait être modifiée afin de correspondre à une réalité plus concrète. L'exemple précédent du Pluvier siffleur illustre le problème d'un tel genre d'indicateurs sur une courte échelle de temps. Le développement d'une méthodologie d'analyse de risque offre une meilleure solution. Depuis quelques années, les spécialistes des espèces menacées utilisent une analyse de viabilité de population (PVA, population viability analysis) comme approche afin d'effectuer cette analyse de risque. L'objectif de cette technique est d'évaluer, sous l'angle de probabilités mesurables, les conséquences des différentes pressions environnementales et de diverses actions de rétablissement à l'aide d'un modèle qualitatif et quantitatif de cette population. Bien que l'utilisation de modèle démographique sur une base prédictive a été contestée à cause de l'incertitude des paramètres utilisés, une étude récemment publiée¹ démontre la supériorité de cette approche par rapport aux approches traditionnelles qui demeurent trop subjectives. Actuellement, une analyse de viabilité est en développement pour la population de Pluvier siffleur dans l'est du Canada à la demande de l'équipe de rétablissement de cette espèce.

Dans une perspective d'une contribution d'un programme sur les espèces menacées à la conservation de la biodiversité de l'écosystème du Saint-Laurent, un examen rapide de la liste des espèces de la révision du bilan de 1999 permet de dégager des priorités basées sur les caractéristiques de la situation présente.

Considérant le faible effectif de leur population et les menaces auxquelles elles ont à faire face, les espèces suivantes doivent être considérées comme prioritaires afin d'éviter une réduction de la biodiversité. La situation de ces espèces est bien connue et elles ont toutes un risque élevé d'extirpation de l'écosystème du Saint-Laurent : Pluvier siffleur, Pie-grièche migratrice, Sterne de Dougall, Grèbe cornu, Sterne caspienne. Pour ces espèces, des actions de rétablissements sont nécessaires. Sur la base des connaissances actuelles, les espèces suivantes pourraient rejoindre le groupe précédent, mais le niveau de connaissance de base doivent être accru afin d'améliorer les moyens d'intervention : Bruant sauterelle, Pic à tête rouge, Troglodyte à bec court, Petit Blongios et la Paruline azurée et Paruline à ailes dorées.

Les espèces suivantes ont un risque moindre d'extirpation en raison d'un effectif de population plus élevé que les précédentes, mais demeurent sous la pression importante de stress environnementaux : Râle jaune, Pygargue à tête blanche.

¹ Burgman, Mark A. 2000. Population Viability Analysis for Bird Conservation : Prediction, Heuristics, Monitoring and Psychology. EMU Vol. 100 : 347- 353.

Les espèces suivantes ont également des niveaux de populations plus élevées, mais les connaissances actuelles ne permettent pas d'évaluer adéquatement les pressions environnementales : Aigle royal, Dindon sauvage, Chouette lapone.

Il faut mettre à part le cas du Garrot de Barrow dont la population est la plus abondante des espèces listées et dont les connaissances de base actuelles permettent de développer des stratégies d'actions efficaces.

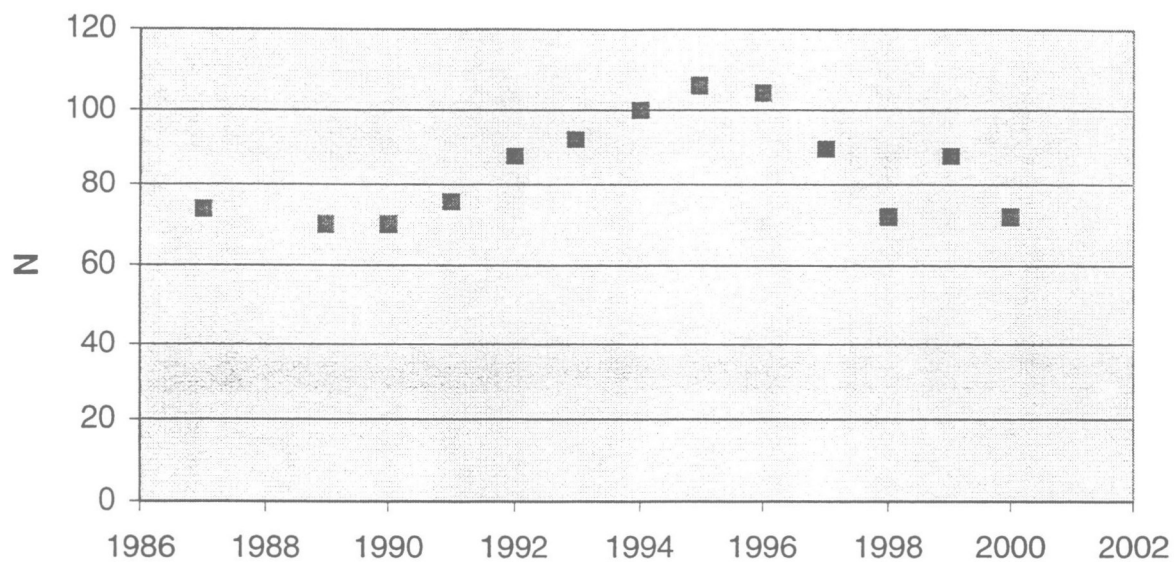
Le cas du Faucon pèlerin doit également être considéré séparément. Cette espèce, a fait l'objet d'actions énergiques de rétablissement. Bien que peu nombreuse, sa population actuelle représente probablement la capacité de support du milieu. Par contre, bien que les menaces sur cette espèce ont été réduites, certaines demeurent encore bien présentes et exigent une surveillance de la situation.

Tant qu'aux secteurs géographiques du Saint-Laurent où les problèmes se regroupent, les Îles-de-la-Madeleine se dégagent aisément de l'ensemble. Abritant trois oiseaux menacés, en plus de plusieurs plantes menacées, ce secteur insulaire demeure un point chaud qui devra être considéré dans une éventuelle prolongation d'un Plan d'action Saint-Laurent. Pour les autres espèces, la diversité des habitats utilisés et les régions différentes fréquentées ne permettent pas de dégager des secteurs d'intervention particulière.

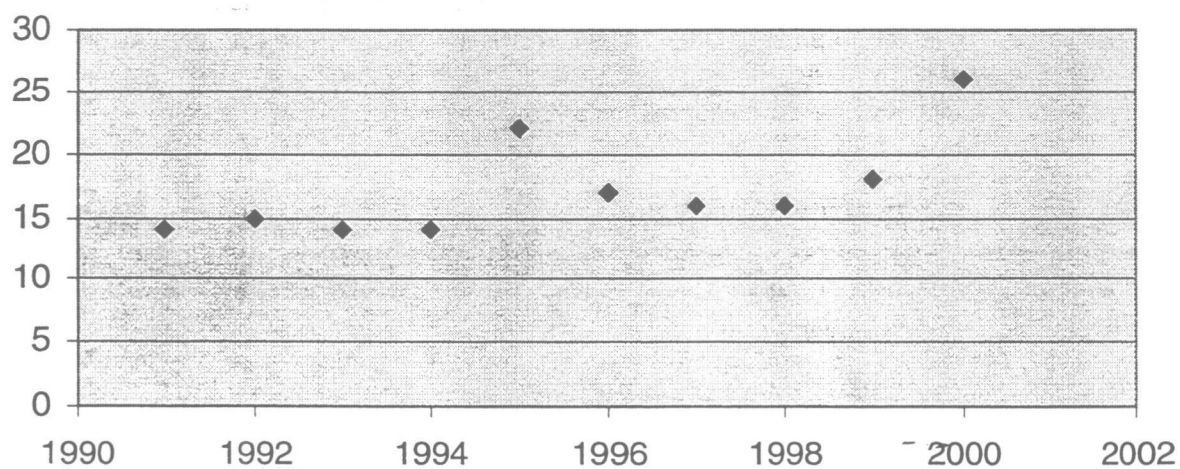
Pierre Laporte
Biologiste Sénior Espèces en péril
Service canadien de la faune

24 mai 2001

Population de Pluviers siffleur Îles-de-la-Madeleine



Population de Grèbe cornu Îles-de-la-Madeleine



**Avis scientifique sur le Saint-Laurent :
en considérant les aspects liés à la toxicologie aquatique**

1. Quel est l'état actuel du Saint-Laurent en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Un problème de premier ordre contribuant à l'écotoxicité du fleuve il y a 20 ans provenait incontestablement des rejets industriels (Sergy, 1987 ; Blaise et al., 1988). Pour démasquer leur potentiel toxique, diverses formes de stratégies intégrées, alliant des bioessais à des analyses chimiques, ont permis d'identifier les effets néfastes (bioanalyses) et les causes (analyses chimiques) y étant attribué. Ces études ont confirmé la nocivité des eaux usées industrielles - bien souvent déversées en milieu hydrique sans traitement à l'époque - et mis en cause les différentes classes de contaminants responsables d'effets toxiques (métaux, organochlorés, HAPs, etc.). La *toxicité aiguë* fut particulièrement évidente jusqu'à la fin des années 1980 alors que les rejets industriels de plusieurs secteurs se caractérisaient par des eaux très toxiques. Par exemple, certains rejets devaient être dilués plus de 1000 fois afin de ne plus exercer un effet toxique létal vis-à-vis de la truite arc-en-ciel y étant exposée durant 96 h (Blaise et Costan, 1987).

Ainsi, les études écotoxicologiques menées jusqu'à l'apparition du PASL I confirmèrent que l'état dégradé du fleuve - d'un point de vue de la contamination chimique - était imputable en grande partie aux rejets industriels, ce qui fut confirmé durant ce même plan par l'indice BEEP déterminé chez les effluents prioritaires du PASL I (Costan et al., 1993). Ainsi, il existait un grave problème de contaminants « il y a vingt ans » introduits à l'environnement fluvial par diverses sources de rejets industriels, capables de s'accumuler dans les différents maillons de la chaîne trophique aquatique, confirmé, par exemple, par l'accumulation de divers produits chimiques (*Persistent Organic Pollutants* + métaux) dans les organes/tissus des bélugas de l'estuaire.

En 2000, la toxicité létale aiguë ne fait essentiellement plus partie des préoccupations liées aux effluents industriels depuis l'installation de systèmes de traitement secondaires et de l'amélioration de procédés. Par exemple, chez l'industrie des papetières - longtemps reconnue comme problématique sur le plan de la toxicité aiguë (Blaise et al., 1987 ; Costan et al., 1991), le traitement secondaire a même généralement contribué à la diminution de la toxicité sublétales chronique tel que démontré par des bioessais réalisés avec des algues, des poissons et des micro-invertébrés (ESEE, Cycle 2, 2001). L'amélioration de la qualité des effluents industriels pour ce secteur apporte également des améliorations au niveau de la biodiversité faunique, ainsi que l'illustre la figure ci-après.

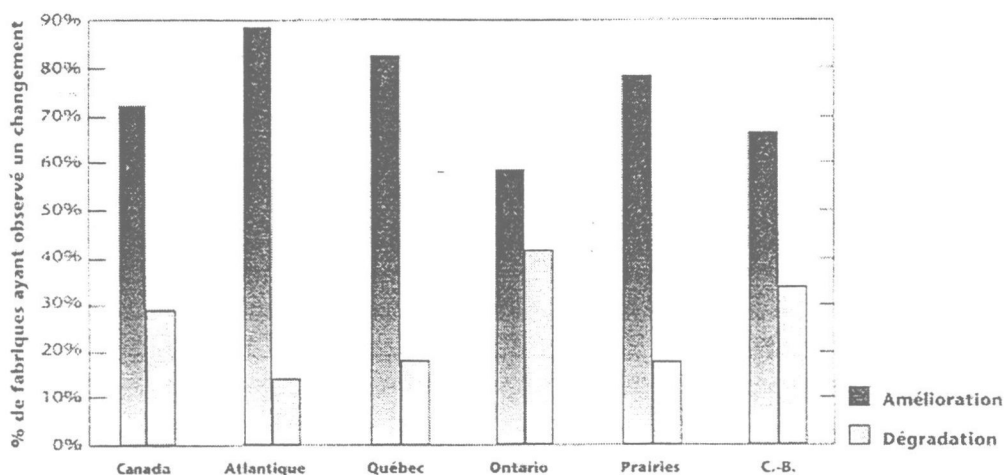


Figure 1 : Pourcentage des fabriques de pâtes et papiers ayant signalé une amélioration ou une dégradation des conditions dans les zones exposées depuis le Cycle 1 sur la base d'observations qualitatives et quantitatives effectuées dans le cadre de l'étude des communautés des invertébrés benthiques (Source : Environnement Canada, 2001, Bureau National de l'étude de suivi des effets sur l'environnement, www.ec.gc.ca/eem).

En général, pour récapituler sur le « maintenant » en fonction du « il y a 20 ans », on a constaté :

- une nette diminution des « contaminants classiques » provenant des rejets industriels amenée par l'amélioration des procédés et de l'installation de traitement secondaire ;
- une régression de la toxicité aiguë (létale et sublétale) et (souvent) chronique;
- une diminution de l'impact des rejets industriels sur la santé de la faune aquatique du Saint-Laurent et ailleurs au pays.

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux, pressions) et quels en sont les effets sur l'Écosystème du Saint-Laurent ?

Malgré la réduction des contaminants classiques (métaux, BPC, organochlorés, HAP) et des effets écotoxiques leur étant associés, de nouveaux effets (aigus et chroniques) associés aux nouvelles substances d'intérêt (perturbateurs endocriniens, surfactants, produits pharmaceutiques, hormones, antibiotiques, produits tout-usage, produits anti-salissures, etc.) demeurent très préoccupants. Ainsi, le profil des substances chimiques déversées au fleuve a changé et l'activité biologique qui les caractérisent a changé.

De ce fait, plusieurs nouvelles problématiques à caractère toxicologique méritent d'être mieux comprises pour connaître leur impact sur la santé écosystémique du fleuve. D'autant plus que d'autres pressions, tels que des changements climatiques et des niveaux d'eau à la baisse, risquent d'amplifier leurs effets. Il s'agit de problématiques clairement associées à l'enjeu de la qualité de l'eau et qui sont :

- les rejets urbains ;
- les rejets agricoles et d'élevage ;
- les toxiques aéroportés ;
- les contaminants biologiques (OGMs, parasites, bactéries, virus).

Dans tous les cas, le défi est de connaître les effets/impacts des concentrations hydriques de ces nouveaux contaminants (seuls ou en interaction avec les contaminants classiques ou avec d'autres pressions telles que les niveaux d'eau ou parasitisme/OGM) sur de moyens ou de longs temps d'exposition, puisque le fleuve reçoit un mélange de substances chimiques et de pressions. A l'exception des rejets urbains, les nouvelles problématiques énumérées feront l'objet d'avis d'autres scientifiques. Ne sera donc traitée ici que celle afférente aux rejets urbains qui concerne le soussigné.

Les rejets urbains

L'écotoxicité des rejets urbains est encore relativement peu connue, contrairement à celle des rejets industriels, ainsi que nous l'avons vu plus haut. Une étude récente (Environnement Canada, 1998) démontre cependant que certains effluents représentatifs des stations d'épuration municipales du Québec engendrent des effets toxiques aigus (30% des effluents testés) et chroniques (100% des effluents testés). En outre, d'autres études ont démontré que de telles eaux usées, bien souvent caractérisées par des mélanges complexes de rejets domestiques et industriels, peuvent présenter un fort potentiel génotoxique, immunotoxique et estrogénique, (Jobling et al., 1993 ; Chambers et al., 1997 ; Gagné et Blaise, 1998 ; White et Côté, 1998), lequel peut avoir des effets indésirables sur la capacité reproductive des espèces fauniques à long terme.

Considérant l'enjeu des nouvelles substances problématiques et l'importance de la biodiversité autour de l'Archipel de Montréal, il est logique de considérer que les études écotoxicologiques à leur égard devraient être d'abord priorisées dans ce secteur. Dans ce contexte, l'effluent de la station d'épuration de la CUM, encore peu connu au niveau des dangers et risques qu'il peut poser à moyen et long terme pour la faune de l'environnement récepteur, constitue un « bon laboratoire de recherche ». Déjà reconnu comme source de contaminants (in)organiques, tels que les HAPs, BPCs et Hg (Pham et Proulx, 1997 ; Quémerais et al., 1998), il est aussi caractérisé par sa toxicité (valeur BEEP variant entre 5,3 et 6,1), sa génotoxicité (White, 1996) et son estrogénicité (Gagné et Blaise, 1998, et résultats non publiés d'INRS-Santé). Il y a donc lieu de se préoccuper du degré de nocivité qu'il peut exercer au niveau de la faune fluviale et de la « nouvelle soupe de contaminants » qu'il véhicule au fleuve. Par ailleurs, de récentes études liées au *Programme Rejets Urbains* du CSL démontrent que l'effluent de la station d'épuration de la CUM déverse certaines substances (nonylphénol polyéthoxylates, coprostanol) lesquelles se retrouvent concentrées dans les tissus d'invertébrés (Cathum et Sabik, 2001) et qu'elles

interfèrent avec leur reproduction (Gagné et al, 2001a). La grande région de l'Ile de Montréal offre donc un point de départ très important comme lieu de recherche pour l'étude de l'impact des rejets urbains.

Outre le milieu dulçaquicole du fleuve, le fjord du Saguenay constitue un autre « laboratoire de recherche » de premier plan pour l'étude de perturbation endocrinienne - principal effet écotoxique d'intérêt imputé aux nouvelles substances problématiques. Identifié parmi plusieurs tributaires au fleuve devant faire l'objet d'études scientifiques durant le PASL II, la région du *Parc Marin du Saguenay* a effectivement été auscultée par des équipes de recherche impliquant le CSL, l'UQAR et l'Université de Technologie de Berlin (dans le cadre du *Ecosystem Health Network*, entente bilatérale Canada/RFA de collaboration scientifique). Insulté par une pollution multiple et diffuse, le fjord du Saguenay côtoie un mélange de contaminants classiques (sources industrielles de l'amont, résidus de l'agriculture) et de nouveaux (rejets urbains et pollution portuaire) dont les interactions sont encore peu connues. Ce constat plaide en faveur d'études écotoxicologiques multidisciplinaires (i.e., menées en partenariat) de longue haleine qui permettraient de faire avancer la connaissance dans cet environnement intertidal unique. Les études initiées durant le PASL II - malgré un temps de recherche nettement insuffisant pour dégager une vue exhaustive de la problématique écotoxicologique de ce milieu - auront permis de confirmer des problèmes de reproduction de bivalves dans certaines zones (Blaise et al., 1999 ; Gagné et al, 2001b).

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi le sont-ils ? Suggérez les secteurs prioritaires.

Les problèmes ont été énumérés ci-haut dans le contexte de l'écotoxicité et le narratif a mis l'emphasis sur les rejets urbains, principales sources de nouveaux contaminants pour lesquels la connaissance toxicologique est limitée.

En conclusion, les secteurs géographiques du fleuve à prioriser en terme d'études écotoxicologiques liées à la problématique de nouvelles substances :

- grande région de l'Ile de Montréal ;
- le fjord du Saguenay.

Que faut-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Qu'il s'agisse des rejets urbains ou d'autres problématiques à caractère toxicologique, les suggestions suivantes s'appliquent dans tous les cas :

Au niveau ministériel :

- Assurer le leadership scientifique à travers le pays ;
- Identifier des centres d'expertises selon les enjeux régionaux ;
- Assurer que les études de problématiques particulières se réalisent en partenariat et de façon multidisciplinaire (la recherche isolée apporte rarement une vue d'ensemble et ne favorise généralement pas une prise de décision qui mène à la résolution de problèmes)

Au niveau scientifique :

- Développer/optimiser/rapatrier les outils (bio)analytiques nécessaires - en fonction du champ d'expertise reconnu pour chaque centre de recherche - qui permettront d'obtenir les éléments de connaissance requis pour jauger de l'importance des nouveaux enjeux (e.g., techniques instrumentales de pointe [CMF, PCR] pour mesures rapides et spécifiques de nouveaux contaminants, d'OGMs, de biomarqueurs, etc.) ;
- établir véritablement des champs d'expertise qui font partie des sciences environnementales, par exemple, en 1) « écotoxicologie chronique » (endocrinologie, immunotoxicologie, génotoxicologie), 2) OGMs, 3) microbiologie environnementale, 4) en méthodes analytiques de nouvelles substances ;
- Assurer des moyens financiers et en personnel scientifique adéquats pour l'entreprise d'études de longue haleine (programmes de plus de 5 ans !) qui permettront de sonder le devenir environnemental de nouvelles substances et l'activité biologique dont elles sont responsables au sein des diverses matrices - eau, sédiment, biote - du milieu aquatique. Cela coûtera cher mais c'est la seule façon d'appréhender les dangers/risques environnementaux à leur niveau. Encore une fois, le partenariat multidisciplinaire (inter)national représente la voie la plus intéressante, autant pour les aspects de rentabilité (par le partage de la recherche) que pour ceux liés à l'obtention de données pertinentes qui permettront d'envisager des solutions. En bout de ligne, la détection de concentrations de nouvelles substances dans l'environnement aquatique responsables d'effets indésirables sur des cibles biologiques jugées importantes permettra alors de réglementer leur entrée en milieu hydrique.

NB : Les références citées peuvent être pleinement détaillées au besoin.

Christian Blaise (27-05-01)

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Domaine : Toxicologie faunique

Contexte :

Dans le cadre de la planification d'une suite aux trois plans d'action sur le Saint-Laurent, le comité de gestion régional a besoin d'obtenir de la part des scientifiques du ministère, un avis éclairé sur les questions suivantes :

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Réponse : En regard de la contamination de la faune piscivore, plus spécifiquement des oiseaux, il est impossible de donner une réponse très détaillée à cette question dans l'état actuel de nos ressources et connaissances. Nous avons des données sur plusieurs espèces, récoltées plus ou moins régulièrement dans le temps au cours des vingt dernières années, mais elles n'ont pas toutes été analysées en profondeur. Les données les plus complètes et analysées sont celles du Fou de Bassan et du Grand Héron, nos deux principaux indicateurs. La réponse est donc basée sur ces deux espèces. En général, en regard des concentrations de substances toxiques dans les tissus (œufs et autres tissus) de ces oiseaux, on peut répondre que le fleuve apparaît moins contaminé actuellement qu'il y a 20 ans, pour les principales substances qui ont été analysées au cours de cette période, soit les BPC, les pesticides organochlorés dont les plus nocifs ont été bannis ou sévèrement réglementés et le mercure. Cependant, il faut être prudent avec une telle affirmation parce qu'elle n'est pas vraie dans tous les cas. Par exemple, les concentrations de BPC et de DDT dans les œufs de Fous de bassan ont diminué, mais on ne sait pas pour le mercure parce qu'il n'a pas été analysé dans les débuts de ce programme de suivi. Cette situation sera corrigée prochainement, puisqu'on a prévu de faire analyser des échantillons archivés dans la banque de tissus du CNRF. Dans le cas du Grand Héron, on ne voit pas de baisse au niveau des œufs, mais on en voit une au niveau du sang, toujours dans le cas du BPC et du DDT. Par contre on ne distingue pas de baisse dans les concentrations de mercure, tant dans les œufs que dans le sang ou les plumes. Nous manquons de ressources et de temps pour terminer l'analyse de l'ensemble des données récoltées au cours des ans. De plus nous n'avons à peu près aucune donnée sur d'autres types de contaminants tels les dioxines et furannes, les HAP, les pesticides modernes et de nombreux autres groupes de contaminants qui ont fait leur apparition dans l'environnement au cours des dernières années.

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Réponse :

1. Nous avons peu d'informations sur les nouveaux contaminants mentionnés à la réponse à la question 1 (les dioxines et furannes, les HAP, les pesticides modernes et de nombreux autres groupes de contaminants) (et j'ai si peu de temps que je n'arrive même pas à me tenir à jour sur ces nouveaux contaminants, afin de savoir ce qu'il faudrait analyser) .
2. Nous avons peu d'information sur les effets des contaminants à faible concentration, tels les effets endocriniens. Encore là, c'est un domaine de recherche en soi qui demande de l'expertise, du temps et des ressources.
3. Nous ne connaissons pas l'impact potentiel des changements dans les écosystèmes du Saint-Laurent, comme l'introduction d'espèces envahissantes, les changements climatiques, les niveaux d'eau, sur la disponibilité des contaminants pour les organismes supérieurs comme les oiseaux piscivores ou molluscovores.
4. Comme nous n'avons même pas les ressources de base nécessaires pour maintenir un niveau adéquat de connaissances dans nos programmes de base en toxicologie faunique, il nous est encore plus difficile d'avoir une idée claire de ce que sont les nouveaux enjeux et encore moins leurs effets. Par conséquent le manque de ressources constitue en lui-même un enjeu et une pression très significative, dont l'effet très réel est que nous sommes incapables de prédire les effets de ces problèmes sur le Saint-Laurent .

Par conséquent, malgré les améliorations que nous constatons sur certains points, on a l'impression qu'il y a une foule d'autres choses moins bonnes qui se passent et dont nous n'avons pas connaissance.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?
- Si cela s'avère pertinent, pouvez-vous spécifier dans quels secteurs géographiques du Saint-Laurent ces problèmes sont-ils prioritaires ? (Où devrions-nous intervenir en premier ?)

Réponse : Les deux premiers de la question 2 ; le point 3 est aussi très important, il est seulement un peu moins dans mes cordes.

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Des personnes et des ressources. Pour résoudre des problèmes il faut d'abord en connaître l'existence et ensuite être en mesure de les étudier et de les comprendre, ce qui demande des personnes, des ressources, des données.

J'ai l'impression de me répéter mais je ne vois pas ce que je pourrais dire d'autre. Pour obtenir des réponses plus précises il va falloir se décider à investir.

Louise Champoux
24 mai 2001

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Réponse à la question 1 :

En ce qui concerne l'exposition de la faune et de la flore aquatiques aux contaminants chimiques présents dans le Saint-Laurent (eau et sédiments), la situation actuelle a bel et bien changée en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans. Pour mieux décrire cette différence, il serait judicieux de diviser les contaminants chimiques en deux classes :

- Substances toxiques persistantes (STPs), qui incluent aussi bien les métaux que les polluants organiques persistants (POPs). La liste de certains de ces contaminants est indiquée dans le tableau 1.

Par leur nature toxique et persistante, ces substances non biodégradable restent présentes dans l'environnement pendant des décennies. L'exposition des organismes vivants à ces substances se traduit en général par un facteur de bioaccumulation suffisamment élevé pour induire des mortalités. Ainsi, ces substances ont été associées à bon nombre de mortalités chez la faune, dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, et pourraient être la principale cause du déclin de plusieurs espèces. Devant la menace que ces substances présentent pour la santé humaine et celle des écosystèmes, des actions ont été menées afin de diminuer l'exposition aux STPs par le contrôle des émissions à la source. Suite à ces législations, adoptées par les divers gouvernements, le niveau des STPs dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent a rapidement chuté entre 1970 et 1985. Depuis, la concentration des STP s'est stabilisée et la mortalité massive de la faune aquatique du Saint-Laurent n'est plus à l'ordre du jour, signe d'une importante amélioration de la santé de ce fleuve. Toutefois, il reste que la faune n'a pas encore entièrement récupéré sa santé, du moins au niveau des populations. En effet, ces substances sont reconnus d'avoir un potentiel perturbateur du système endocrinien par des expositions continues à faibles doses.

- Substances nouvelles ou contaminants émergents. La liste de certains de ces contaminants est indiquée dans le tableau 1.

Plusieurs de ces polluants sont reconnus d'avoir un potentiel perturbateur du système endocrinien par des expositions continues à faibles doses. Bien que ces contaminants sont considérés comme nouveaux ou émergents, l'utilisation de certains d'entre eux est loin d'être récente. Ainsi des contaminants, comme les surfactants (tensio-actifs), sont utilisés depuis une quarantaine d'année dans l'agriculture, l'industrie et le milieu domestique. Du fait de leur faible toxicité aiguë, de l'absence d'outils scientifiques pour détecter leur présence dans l'environnement et de la priorité accordée aux études sur les substances toxiques persistantes, les études portant sur ces substances dites « nouvelles ou émergentes » n'ont vu le jour que tout récemment. Ceci rend impossible toute comparaison de l'état actuel du Saint-Laurent pour ces substances avec ce qu'il était il y a 20 ans.

En résumé :

- Oui, il y a amélioration importante de la santé de ce fleuve en regard avec la charge des contaminants persistants.
- La faune n'a pas encore entièrement récupéré sa santé du fait de l'effet perturbateur du système endocrinien que présentent ces substances (STPs et nouvelles substances) par des expositions continues à faibles doses.
- Aucune comparaison ne peut être faite entre l'état actuel du Saint-Laurent avec ce qu'il était il y a 20 ans pour les nouvelles substances, étant donnée la rareté de données et d'études concernant cette catégorie de contaminants.

1. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Réponse à la question 2 :

En ce qui concerne la présence des contaminants chimiques dans les milieux aquatiques et l'exposition de la faune et flore à ces derniers, la tendance mondiale (enjeux – pression) pour les prochaines décennies concernera plus spécifiquement la qualité de l'environnement, en particulier, celle de l'eau. Il y a 20 ans les décisions qui se prenaient concernant cette problématique visaient à protéger l'homme des effets toxiques des STPs, soit par son contact direct avec ces substances présentes dans le fleuve (consommation de l'eau, baignade ...), soit par sa consommation de poissons contaminés (effets de chaîne). Aujourd'hui, le problème n'est plus le même, étant donnée que plusieurs contaminants chimiques qui sont présents dans le fleuve auraient une toxicité moindre pour l'homme, mais pourraient avoir des conséquences dévastatrice sur la faune aquatique. Par leurs effets perturbateurs du système endocrinien, ces nouvelles substances pourraient entraîner une féminisation de toute une population d'une espèce vivant dans le Saint-Laurent, entraînant par la suite sa disparition. En plus, il serait fort probable que ces substances agissent par synergie, ce qui augmentera le risque pour la faune qui y est exposée.

2. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

Réponse à la question 3 :

L'agriculture et l'élevage intensifs demeurent toujours une source et une menace majeure pour la contamination du fleuve Saint-Laurent et l'exposition de la faune à ces derniers. Ce type de contamination touchera toute la géographie du fleuve.

Les rejets urbains (industriel et domestique) sera de plus en plus une menace pour l'écosystème du Saint-Laurent. Ce type de contamination touchera plus particulièrement des zones ponctuelles, plus proches de la source.

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Réponse à la question 4 :

A mon avis, pour réduire ce type de problématique (contamination du fleuve et exposition de sa faune aux polluants chimiques) il faudrait continuer à réduire ou éliminer complètement les sources. Ceci pourrait se faire, soit par un renforcement de la réglementation, soit par une interdiction ou une substitution d'un groupe de substances chimiques, jugé plus problématique, par des produits moins dangereux pour l'environnement. Il est évident que les actions ne pourraient être justifiées sans l'obtention d'arguments solides par la réalisation d'études scientifiques d'envergure portant sur la compréhension du comportement et du devenir de ces nouveaux contaminants dans le fleuve Saint-Laurent.

Tableau 1

Substances toxiques persistantes	Substances nouvelles ou contaminants émergents
Pesticides organochlorés	Surfactants, tensio-actifs, détergents, additifs
BPC	Hormones naturelles et synthétiques
HAP	Métabolites de médicaments destinés à l'être humain et aux animaux
Dioxines et Furannes	Nouveaux pesticides et leurs métabolites
Métaux	Phtalates
Organoétains	Désinfectants

Par Hassan Sabik, Dr. Sc.
Chimiste, spécialiste en chimie organique
Centre Saint-Laurent

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT
(Eau, sédiment) Christian Gagnon

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Voir les réponses de Bernard Rondeau et Serge Lepage de mon équipe en géochimie, lesquels abordent les changements survenus au niveau de la qualité de l'eau et des sédiments. En bref, les sources de pollution dans le St-Laurent sont maintenant plus subtiles en comparaison avec ce qu'elles étaient il y a 20 ans. Les rejets industriels, concentrés en polluants, ont laissé la sellette aux rejets de polluants plus dilués tels que les rejets municipaux. Les sources diffuses de pollution telles que l'utilisation de pesticides et d'engrais agricoles contribuent encore fortement à la contamination des eaux du St-Laurent.

Au niveau de la qualité des sédiments du St-Laurent, la problématique a changé au cours des 20 dernières années. Il y a 20 ans, le matériel en voie de sédimentation était constamment exposé à divers contaminants (ex. : Hg, PBC) présents dans les eaux du St-Laurent à cette époque. Ainsi, des sédiments relativement contaminés se sont accumulés dans les zones de sédimentation. Ces zones qui étaient un puits pour les contaminants sont devenues des sources potentielles de contaminants suite à diverses activités et phénomènes naturelles causant une remise en suspension de sédiments contaminés.

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Développement analytique : Certaines substances organiques sont présentes dans le Saint-Laurent en très faibles concentrations mais ont toutefois des effets néfastes sur les écosystèmes du St-Laurent. On compte parmi ces substances problématiques, celles qui affectent le système endocrinien. Pour pouvoir analyser ces substances, bien des travaux restent à faire en terme de mise au point de méthodes analytiques.

Spéciation des métaux lourds : Alors qu'autrefois on ne se contentait que de connaître les concentrations totales en métaux lourds, la communauté scientifiques est maintenant plus consciente de la nécessité d'obtenir plus d'information sur les formes chimiques de ces contaminants conventionnels. Ce genre d'information permettra une meilleure évaluation des impacts environnementaux causés par ces contaminants dans le St-Laurent. Par une meilleure connaissance des formes chimiques des contaminants dans l'eau et les sédiments, nous seront plus en mesure d'évaluer la proportion d'un contaminant qui pourrait être pris en charge par le biote, et ainsi des effets toxicologiques suite à sa bioaccumulation. Par exemple, les argiles post-glaciales qui sont dragués dans la voie maritime ont des teneurs en métaux qui excèdent les critères de qualité. L'application de ces critères repose sur l'utilisation des concentrations totales en métaux, et laisse un doute au niveau de l'évaluation environnementale et de la gestion des matériaux dragués. Il est important de pouvoir déterminer la fraction du métal contenu dans ces sédiments qui est potentiellement problématique pour l'écosystème du St-Laurent (c.à.d. biodisponible pour les organismes exposés, fraction qui est potentiellement responsable des effets observés).

Sources diffuses de pollution : Plusieurs types de source diffuse de pollution contribuent à la contamination chronique du St-Laurent. Par son grand bassin versant, le St-Laurent est fortement exposé à des contaminants tels que bactéries, pesticides, nutriments qui sont liés aux activités agricoles. S'ajoute à cela, le transport des contaminants provenant des Grands-Lacs et ceux reliés aux activités des grands centres urbains.

Gestion des eaux usées : Les eaux usées déversées dans le St-Laurent, par leur faible niveau de traitement, représente une source majeure, en volume, de contamination. En plus des eaux usées traitées, s'ajoute en temps de fortes pluies, les eaux de débordement et de ruissellement qui échappent aux stations d'épuration.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

En considérant les volumes d'eaux usées municipales déversés dans le St-Laurent ainsi que leurs faibles niveaux de traitement (bien souvent primaire), la gestion de ces eaux usées m'apparaît comme prioritaire pour une meilleure qualité de l'eau du St-Laurent. On doit aussi ajouter que les

réseaux d'égout municipaux servent aussi de déversoirs pour une multitude de petites et moyennes entreprises, lesquelles ne sont pas toujours contrôlées pour leurs rejets en contaminants chimiques.

Globalement, la gestion de l'eau, en général, est problématique. Le St-Laurent joue, à la fois, le rôle de déversoir pour les eaux usées et de source d'eau potable. Par exemple, dans la grande région de Montréal, certaines prises d'eau potable sont situées en aval de grands rejets municipaux. Ainsi ces rejets posent non seulement un risque pour la santé de la faune et la flore du St-Laurent, mais constitue aussi un risque pour la santé humaine dans certaines municipalités riveraines.

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Gestion des eaux usées

- Caractériser les différents types de rejets urbains (eaux usées traitées, eaux de débordement et de ruissellement) en terme de contamination chimique (nouvelles substances et conventionnelles) et biologique (bactéries, pathogènes...).
- Identifier les substances chimiques problématiques émises par ces rejets ; lesquelles causent différents effets néfastes dont des perturbations du système endocrinien chez des organismes aquatiques qui y sont exposés.
- Évaluer les zones d'impact au moyen d'études portant sur le transport et le devenir des substances chimiques rejetées dans le St-Laurent.
- Doter les usines de traitement des eaux usées d'outils nécessaires afin de leur permettre de faire les meilleurs choix quant aux procédés de traitement. Par exemple, la station d'épuration de la CUM devra, dans un proche avenir, ajouter une étape de désinfection à leurs procédés, et le choix à faire devra tenir compte de l'efficacité et de rentabilité de ce nouveau traitement et considérer l'impact environnement que pourrait avoir un changement de traitement. Ainsi, pour un meilleur choix dans le processus de désinfection des eaux (ozone, U.V. ou acide acétique/péroxyde), certains outils scientifiques seront nécessaires. Ces outils devraient permettre de prévoir la nocivité de l'effluent en fonction de son traitement, la prise en charge de contaminants par les organismes exposés ainsi que la transmission d'effets reliés à ces rejets d'eaux usées.

Christian Gagnon
Section Chimie de l'environnement
Centre Saint-Laurent

Environnement Canada
Québec

Région du

NOTE DE SERVICE / MEMORANDUM

À TO	Albin Tremblay Directeur Conservation	AUTEUR # TÉL.	
DE FROM	Claude Langlois DPE	N/R V/R	
		DATE	Le 31 mai 2001
OBJET OBJECT	Avis scientifique sur le Saint-Laurent		

Bonjour

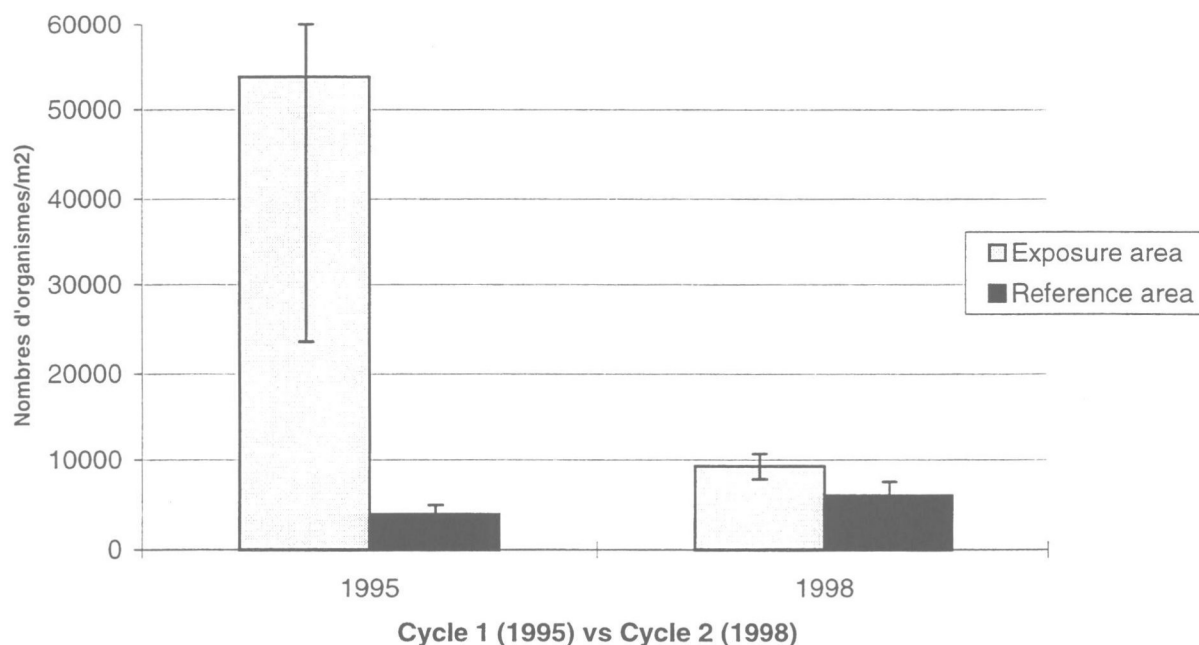
Réjean Deladurantaye m'a demandé de rédiger cet avis scientifique sur le Saint-Laurent, en réponse à votre demande du 11 mai dernier. Voici donc le fruit de ma réflexion à ce sujet.

Quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

La plupart des études scientifiques sur les contaminants toxiques dans les composantes biotiques et abiotiques du fleuve St-Laurent et de ses principaux tributaires suggèrent que la situation s'est améliorée depuis les 20 dernières années. En particulier, plusieurs études confirment que les teneurs en contaminants organio-chlorés, tels le mirex, le DDT, les PCB et les dioxines-furannes, ont diminué de façon substantielle dans les poissons et dans la faune aquatique du Saint-Laurent. Des études plus récentes sur la reproduction, la physiologie et l'histopathologie de certaines espèces comme la perchaude montrent cependant que l'état de santé des populations de poissons demeure encore affecté dans les milieux encore fortement contaminés comme le lac St-Louis.

D'autre part, la mise en opération récente de plusieurs usines d'épuration municipales et de systèmes de traitement secondaire pour les fabriques de pâtes et papiers a contribué à diminuer de façon substantielle les sources ponctuelles de pollution du fleuve en matières organiques et nutritives. Les études de suivi des effets sur l'environnement, qui sont obligatoires pour toutes les fabriques en vertu du règlement fédéral sur les Pâtes et Papiers, montrent une amélioration générale de la qualité de l'eau et une amélioration de l'état de santé des communautés benthiques entre 1995 et 1999 dans le milieu récepteur de plusieurs fabriques se déversant dans le fleuve ou certains de ses tributaires (voir figure ci-jointe).

Figure 6. Comparaison de l'abondance moyenne des invertébrés benthiques entre le cycle 1 et le cycle 2 pour Cascades Inc., Kingsey Falls



Quels sont les problèmes actuels (enjeux, pressions..) et leurs effets sur l'écosystème du St-Laurent ?

Malgré les progrès importants réalisés en matière d'assainissement municipal et de traitement des eaux usées de certains secteurs industriels, il subsiste encore des problèmes majeurs d'eutrophisation et de qualité bactériologique du fleuve ou de ses tributaires. Ces problèmes sont dûs principalement à la pollution diffuse d'origine agricole, à la pollution bactérienne qui subsiste même après le traitement des eaux usées municipales et à la présence de nombreux sites de débordement et de surverse où les eaux usées non traitées sont rejetées directement dans le fleuve ou ses tributaires lors d'événements pluviaux importants.

D'autre part, la présence de mercure dans l'environnement aquatique constitue encore en 2001 une source de préoccupation majeure pour la consommation et la mise-en-marché des poissons. Invariablement, les poissons piscivores tels le Doré et le Grand brochet, présentent des niveaux de mercure qui dépassent les normes de mise-en-marché de Santé Canada (0,5 mg/kg poids frais) chez les gros individus, ce qui amène le Ministère de l'Environnement du Québec à recommander certaines restrictions de consommation dans le bassin du St-Laurent et de ses tributaires. La présence de pesticides d'origine agricole dans les eaux de certains tributaires du fleuve est aussi sans doute responsable de plusieurs manifestations pathologiques observées chez les poissons dans des cours d'eau agricoles comme la rivière L'Assomption, la rivière Yamaska et la rivière Bécancour.

Parmi ces problèmes, quels sont ceux qui sont prioritaires et pourquoi ?

La pollution d'origine agricole est sans nul doute un problème prioritaire eu égard à la qualité des écosystèmes aquatiques du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires. La qualité de l'eau est mauvaise dans les principaux bassins de rivières où se pratique l'agriculture. L'état de santé de plusieurs cours d'eau est inquiétant en termes de pollution et de perte de la biodiversité. Dans plusieurs bassins versants agricoles, la majorité des terres en culture sont surfertilisées pour permettre de disposer des surplus de fumiers et de lisiers générés par les producteurs. De plus, plusieurs systèmes d'entreposage de lisiers ne sont pas parfaitement étanches et des quantités non négligeables de fumiers sont lessivés vers les cours d'eau.

Il faut aussi souligner que beaucoup d'installations d'épuration municipales ne sont pas performantes et que plusieurs systèmes ont une capacité de traitement insuffisante en fonction des prévisions démographiques. La plupart des systèmes n'ont pas de traitement tertiaire ni bactérien, ce qui les rend peu efficaces pour la réduction de plusieurs contaminants. La qualité de l'eau demeure donc mauvaise à plusieurs endroits et le taux de bactéries coliformes reste trop élevé dans la plupart des secteurs du fleuve Saint-Laurent entre Valleyfield et Trois-Rivières pour permettre les activités récréatives où il y a un contact direct avec l'eau, telle que la baignade.

Enfin, la plupart des réseaux d'égout municipaux construits avant la fin des années 1960 sont de type unitaires et véhiculent les eaux usées domestiques et les eaux pluviales dans la même conduite. Comme les ouvrages d'assainissement ne sont pas conçus pour traiter les grandes quantités d'eau véhiculées en période de fortes pluies ou de fontes des neiges, une grande proportion des eaux usées sont alors déversées sans traitement dans les cours d'eau par des ouvrages de débordement.

Que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Dans le domaine de l'assainissement agricole, certains efforts ont été faits au cours des dernières années, notamment l'adoption du Règlement provincial sur la réduction de la pollution d'origine agricole, la mise en place progressive des plans agro-environnementaux de fertilisation et la création de clubs agro-environnementaux. On devra cependant resserrer davantage la réglementation, notamment en ce qui a trait à la norme de fertilisation sur le phosphore qui est plus permissive en 1999 qu'en 1997.

Les agriculteurs québécois utilisent aussi beaucoup plus de pesticides que leurs collègues de la Finlande, de la Suède et du Danemark, où les conditions géomorphologiques et climatiques sont semblables à celles du Québec. Il faut donc favoriser une utilisation réduite des pesticides, sans compromettre cependant la qualité des produits, et réglementer plus sévèrement le creusage et le drainage des cours d'eau et des fossés agricoles pour réduire l'érosion et le transport des particules de sol vers les cours d'eau.

On devra aussi chercher des solutions appropriées pour réduire davantage la présence de micro-organismes pathogènes des rejets d'eaux usées municipales, particulièrement dans les secteurs les plus urbanisés. Une désinfection permettrait d'améliorer la qualité générale des cours d'eau récepteurs et réduirait les risques pour la santé associés à la pratique d'activités récréatives. Les municipalités doivent obtenir l'appui des autorités gouvernementales pour la réfection de leurs réseaux d'égout et pour régler les problèmes liés au débordement et à la contamination en provenance des stations d'épuration (bactéries, surplus d'azote, arsenic...).

Enfin, il faut mettre en place un programme de suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques du fleuve St-Laurent et de ses tributaires. Dans plusieurs tronçons du fleuve St-Laurent et dans certains de ses tributaires, il est très difficile de discriminer entre les effets sur le milieu d'une usine en particulier et les effets cumulatifs de plusieurs autres sources de rejets industriels ou municipaux. Dans les tributaires, le MENV a choisi d'évaluer la qualité du milieu aquatique à l'aide d'indices biotiques, à savoir l'Indice Biotique Global (IBG) pour le benthos et l'Indice d'Intégrité Biotique (IBI) pour les poissons.

Dans le fleuve Saint-Laurent, une stratégie mixte de suivi des effets sur l'environnement est suggérée, utilisant à la fois des indices biotiques et des indicateurs d'exposition et de santé des organismes. Cette stratégie permettrait d'adapter l'échantillonnage au type d'industries ou de rejets en cause, tout en maintenant un réseau d'indicateurs de base pour fins de comparaison spatiale et temporelle. Cette stratégie permettra également de suivre l'état d'amélioration du milieu, le cas échéant, en fonction des interventions correctrices effectuées et des risques potentiels pour la santé des écosystèmes et la santé publique.

Claude Langlois

C.C. Réjean DeLadurantaye, chef Protection du milieu aquatique
Breda Nadon, Chef, Division Prévention et contrôle des substances toxiques

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Sur le plan de la contamination chimique d'origine industrielle, le Saint-Laurent se porte mieux. En effet, l'étude « Bilan massique des contaminants dans le fleuve Saint-Laurent » réalisé par le Centre Saint-Laurent en 1998 a démontré que « les teneurs de BPC ... placent le Saint-Laurent parmi les fleuves peu contaminés ». De plus, le Plan d'action Saint-Laurent I a réussi à diminuer près de 90% des rejets liquides des 50 usines prioritaires le long du fleuve.

La plupart des grandes usines qui rejettent directement dans le Saint-Laurent ont des systèmes de traitement d'eaux usées qui leur permettent de réduire considérablement les contaminants industriels « classiques » tels que les BPC, les HAP et certains métaux. Cependant, le dépôt atmosphérique de certaines substances chimiques aéroportées, telles que le mercure, demeure une préoccupation.

Bien que la contamination chimique soit plus faible à l'échelle du fleuve, les impacts des sources de contamination locale demeurent inconnues.

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Outre les pertes de la biodiversité et des habitats, et les niveaux d'eau qui sont des enjeux majeurs pour le Saint-Laurent, les pressions importantes au niveau industriel proviennent des effluents municipaux. La plupart des grandes industries ont mis l'effort nécessaire pour assainir leurs rejets liquides et leurs émissions atmosphériques, tels que démontré par les résultats des Plans d'actions Saint-Laurent 1 et 2 et les données de l'Inventaire national des rejets de polluants. Il n'en demeure pas moins que les rejets des petites et moyennes entreprises (PME) n'ont pas été assainis.

La très grande majorité des PME rejettent leurs effluents liquides dans des réseaux d'égouts municipaux sans pré-traitement. Les stations d'épuration municipales, qui sont principalement conçues pour traiter les eaux usées domestiques, ne peuvent traiter adéquatement des contaminants d'origine industrielle, notamment les substances chimiques en phase dissoute.

Les rejets de chacune des PME sont peut-être peu importants, mais considérant qu'il existe plus de 10 000 PME au Québec, l'ensemble de leurs rejets peuvent représenter des pressions considérables à l'écosystème du Saint-Laurent. En effet, les données sur les rejets provenant des PME ont augmenté depuis les 10 dernières années.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

Bien que la pollution par la pollution municipale, incluant les rejets des PME dans les réseaux d'égouts municipaux, représente une problématique importante, la perte de la biodiversité et les niveaux d'eau sont, selon moi, les deux enjeux prioritaires pour le Saint-Laurent.

Les causes de la perte de la biodiversité sont nombreuses, notamment les pertes d'habitat par l'empiètement, l'érosion, la pollution. Quant aux niveaux d'eau, il est crucial d'évaluer les impacts environnementaux dans le Saint-Laurent afin d'influencer la Commission Mixte Internationale à les prendre en considération dans la gestion du bassin Grands Lacs-Saint-Laurent.

Sur le plan de la pollution municipale, il est important d'évaluer l'impact de ces rejets sur l'écosystème du Saint-Laurent, à la fois sur le plan de la contamination chimique et bactériologique. La pollution par les rejets municipaux peut être atténuée par la dilution par le débit du Saint-Laurent, mais elle peut demeurer très importante dans ses rivières tributaires. De la même façon, la contamination par les bactéries et les pathogènes provenant de l'activité agricole dans les rivières tributaires demeure inquiétante.

L'étude « Bilan massique des contaminants dans le Saint-Laurent » a clairement démontré que la concentration de plusieurs contaminants d'origine anthropique augmente en aval de l'Île de Montréal. Ceci démontre que les grandes régions métropolitaines comme Montréal constituent des sources importantes de pollution pour le Saint-Laurent.

- Si cela s'avère pertinent, pouvez-vous spécifier dans quels secteurs géographiques du Saint-Laurent ces problèmes sont-ils prioritaires ? (Où devrions-nous intervenir en premier ?)

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Dans le cas de la pollution municipale, la seule solution est de réduire à la source, soit agir directement sur les rejets des entreprises avant qu'ils soient déversés dans le système d'égout municipal. La majorité des entreprises déversant dans les réseaux d'égout municipaux sont des PME et la façon de les conscientiser à l'environnement est de démontrer le lien entre la prévention de la pollution et les avantages économiques associés.

Le recrutement des PME pour participer à des initiatives volontaires de prévention de la pollution est difficile. Il est important que l'approche des programmes en prévention de la pollution qui leur sont offerts demeurent suffisamment flexibles pour répondre à leurs besoins en matière d'environnement.

Thao Pham

Le St-Laurent : vers un avenir durable

Le fleuve St-Laurent représente un joyau unique au Canada tant au point de vue social, économique et environnemental.

L'axe Québec-Windsor est une des artères principales du Canada et doit être traitée selon son statut : une artère économique, sociale et environnementale de classe mondiale.

Depuis 20 ans, le fleuve a subi des pressions de toutes parts et également a reçu des petits coups de pouce qui ont modifié son équilibre général pour le meilleur ou pour le pire, c'est très difficile à dire. Une chose est sûre, si l'objectif premier est de RÉDUIRE les pressions diverses sur le fleuve, il ne s'en portera que mieux. Le dénominateur commun à toutes ces pressions c'est l'être humain ... (augmentation de la population, constructions, eaux usées municipales, industrielles, agricoles, sites d'enfouissement, sites contaminés). Il faut donc orienter nos actions pour que celui-ci réduise ses pressions sur le fleuve.

L'homme gère des activités mais pas l'écosystème !

PLAN D'ACTION

- 1) **Compléter le programme de parcs afin de préserver un minimum d'habitats naturels (meilleure façon de réduire les pressions humaines dans une zone donnée). (LEAD : Parcs Canada)**

C'est la solution la plus coûteuse car on empêche la récolte de ressources donc un profit potentiel. Aussi, cette approche ne devrait être utilisée que pour les habitats les plus fragiles mais elle doit être utilisée et le plus rapidement possible.

- 2) **Établir une gestion par bassin versant permettant de mettre en place des politiques d'aménagement durable du territoire (municipal, agricole et industriel) (LEAD : Environnement Canada, Développement économique Canada, Agriculture Canada et Transports Canada)**

Cette approche est très difficile puisqu'elle nécessite des équipes multidisciplinaires qui devront prioriser les actions et permettre une exploitation durable des ressources de chaque bassin versant. Un task force fédéral-provincial devrait être créé pour chaque bassin versant prioritaire et sa mission première serait de prioriser quelques actions concrètes et le plan d'attaque afin de régler les problèmes identifiés. L'approche ressemble beaucoup aux ZIP mais je crois que la différence majeure devrait être que c'est le milieu économique qui dicterait qui est le porteur de ballon. En fait, le volet environnemental devrait être traité comme un bonus et non pas une fin en soi.

Ainsi, dans le task force, la partie économique prend une place beaucoup plus prépondérante et le marketing de l'approche est basé sur ce volet (économique). Afin de minimiser les problèmes fédéral-provincial, les deux leaders de l'approche devraient être le DEC et le MIC. Ainsi, l'argent serait disponible via ces deux canaux et EC et le MENV devraient se rapporter à leur leader respectif pour le volet monétaire.

Les zones prioritaires sur lesquelles s'attarder seraient par ordre de priorité : les rivières Saint-Maurice, des Outaouais, Richelieu, Saguenay, Saint-François, Batiscan, Yamaska, Chaudière et Bécancour. Il est intéressant de remarquer que (à part la rivière Saguenay) tous ces tributaires sont situés en amont de la rivière Jacques-Cartier, qui est la dernière rivière où le saumon peut remonter dans l'estuaire fluvial. Ces tributaires sont également tous situés dans les zones les plus peuplées du Québec ...

La région la plus facile à traiter selon moi est le Saguenay/lac St-Jean puisque les sources de pression sont facilement identifiables et la situation géographique facilite l'approche bassin versant dans cette région. De plus, au point de vue social il y a déjà des groupes qui sont très actifs (leaders) dans le développement durable (RLDD par exemple).

**3) Stopper ou minimiser l'apport de contaminants au fleuve par une approche de prévention (l'approche la plus technico-économiquement valable)
(LEAD : Environnement Canada)**

Il est très important de stopper ou minimiser l'apport de nouveau stress sur le fleuve. Dans l'optique d'une gestion par bassin versant, l'approche de prévention devra être au cœur des actions prises sur le milieu autant au point de vue social, économique ou environnemental. C'est ici qu'EC peut le plus influencer le cours des choses et que le partenariat est le plus important entre EC, Agriculture Canada, Transports Canada et Développement économique Canada.

Pour chaque bassin versant, six secteurs de frappe sont importants pour stopper l'apport de contaminants nouveaux dans l'écosystème : drainage agricole, effluents industriels, effluents municipaux, points de débordement de réseau, retombées atmosphériques et lixiviats de sites d'enfouissement et de sites contaminés. Dans la priorisation des actions, il est important de débiter par un arrêt de l'apport de nouveaux contaminants dans le fleuve. Ainsi, dans chaque bassin versant, il faudra prioriser les points d'actions (identifier les «hot spots») et intégrer une approche de développement durable.

Il est important d'avoir un portrait de la situation à jour et d'assurer une caractérisation permettant de faciliter notre suivi à long terme de la situation.

4) Établir une stratégie de transport durable (LEAD : Transports Canada, Ressources naturelles Canada, Environnement Canada et Santé Canada)

Pour chaque bassin versant, établir une gestion durable des transports intra et inter bassin en privilégiant la réduction des impacts sur les changements climatiques. Les liens avec la santé humaine devront être également adressés.

5) Établir un programme d'éducation ciblé pour les jeunes (investissement à long terme très important) (LEAD : Environnement Canada)

Le meilleur canal d'éducation pour les jeunes est sans contredit la biosphère d'EC. Cette institution pourrait devenir le canal privilégié de diffusion du matériel scientifique issu d'EC et toute la stratégie de communication devrait être basée là-dessus. Un point important concerne le financement de celle-ci. Il est à remarquer qu'une formule d'entente avec un partenaire privé (fondation ou autre) pourrait régler ce problème. En effet, c'est la fondation qui gèrerait les activités de la biosphère (aucun employé fédéral ne serait à l'emploi de la biosphère) l'entente stipulerait que la fondation agirait comme canal de distribution du matériel scientifique issu d'EC.

6) Assurer une gestion optimale de l'information (permet d'avoir un effet de levier très important au niveau du financement par exemple)

Le volet communication/marketing est très important afin d'assurer une visibilité sur le public et d'avoir un effet de levier sur nos opérations. La biosphère pourrait agir comme canal privilégié du volet communication.

7) Restaurer des habitats prioritaires (LEAD : Environnement Canada)

Pour les habitats prioritaires, assurer la restauration de certains d'entre eux avec une approche coûts-bénéfices et des moyens imaginatifs de financement (marketing très important).

8) Faciliter l'accès au fleuve avec des infrastructures et des connaissances assurant une visibilité à long terme (levier important pour le tourisme) (LEAD : Parcs Canada)

Dans chaque bassin versant, identifier les infrastructures de calibre national et international et planifier des activités touristiques en conséquence. Le financement devient un facteur primordial et l'implication de promoteurs privés et publics d'envergure est nécessaire.

Pierre Sylvestre

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT
L. Poissant

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Le Saint-Laurent c'est amélioré au cours des 20 dernières années en regard à la charge des substances toxiques qu'il véhicule (ex. , diminution de 96% de rejets industriels). Cependant, il reste encore énormément à y faire si l'on considère que les rejets agricoles (pesticides, purins, etc.) s'y déversent toujours. Les pesticides du fleuve viennent en grande parties de l'usage local (lindane, diazinon, atrazine).

Les eaux de débordement minent encore les biens faits de nos programmes d'assainissement. À Montréal, en période de pluie, les déversoirs rejettent des quantités appréciables de métaux lourds et substances organiques toxiques sans le moindre traitement.

Les problèmes de restauration. De moins en moins de substances toxiques sont rejetés au fleuve cependant plusieurs sites rejettent encore par diffusions des quantités appréciables de substances toxiques. Ces rejets affectent l'air, l'eau et les sédiments.

Les zones humides constituent des milieux privilégiés pour l'habitat des poissons, batraciens et d'oiseaux aquatiques. Plusieurs marécages le long du fleuve Saint-Laurent ont été détruits au court de 50 dernières années. Cependant, en raison de leur importance écologique, il y a plusieurs projets de restauration. Cependant, rien n'est connu sur la dynamique des substances toxiques dans les marécages. Ainsi, leur restauration pourrait avoir des impacts négatifs importants sur la biosphère. Il y a beaucoup de milieux naturels atteint par la pollution ou en mauvaises conditions. Les sites humides du lac Saint-Pierre sont reconnus comme patrimoine écologique mondial. Cependant, ces sites sont souvent en piètres conditions. Présentement, leur valorisation demande que des études soient faites afin d'assurer un développement durable. Il ne faut pas viser une augmentation de ces zones avant que des études d'impact soient faites sur leur potentiel de transfert ou production des substances toxiques vers le biota (Hg, pesticides, etc.).

Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

1) Les pesticides dans la culture du maïs :

Rejet important dans l'air, l'eau et les sédiments de quantités importantes de pesticides. La production d'éthanol pour des fins énergétiques ainsi que le rejet (abandon) des OGM pour une culture plus traditionnelle augmentera les pressions sur l'environnement.

2) Le milieu humides

Les milieux humides détériorés risquent d'être néfastes pour l'environnement si leur restauration n'est pas durable.

3) Les eaux de ruissellement urbaines et leur débordement au fleuve (précipitation, ruissellement, débordement et impacts).

Des quantités importantes de substances toxiques sont rejetées au fleuve lors des débordements. Ceci mine les programmes d'assainissement.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

- **Si cela s'avère pertinent, pouvez-vous spécifier dans quels secteurs géographiques du Saint-Laurent ces problèmes sont-ils prioritaires ?**

Dans ma perspective, les trois problèmes énoncés sont tous prioritaires :

- 1) Les pesticides
- 2) Les milieux humides
- 3) Les eaux de débordements

4. Selon vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Il faudrait un développement et une gestion durable dans un cadre écosystémique du fleuve.

Laurier Poissant

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Alain Gosselin

Contexte :

Dans le cadre de la planification d'une suite aux trois plans d'action sur le Saint-Laurent, le comité de gestion régional a besoin d'obtenir de la part des scientifiques du ministère, un avis éclairé sur les questions suivantes :

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

Il y a eu une amélioration, suite aux actions du Plan d'action Saint-Laurent qui ont permis de réduire les rejets des effluents industriels au fleuve. La baisse des rejets est en partie documentée par l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) puisque la composante rejets liquides a diminuée entre la première année de l'INRP (1993) et la dernière où les rejets sont disponibles (1998).

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

Plusieurs problèmes demeurent, entre autres les rejets agricoles, les changements climatiques et les toxiques aéroportés.

Pour ce qui touche la section des Enjeux atmosphériques, l'INRP rapporte que les rejets liquides ont baissé de 91 146 tonnes en 1993 à 18 639 tonnes en 1998. Les deux-tiers des rejets se font aujourd'hui à l'atmosphère (12 337 des 18 639 tonnes rejetées le sont à l'air). La majorité de ces rejets sont faits par des industries situées dans la Montérégie (environ 6000 tonnes) et à Montréal (environ 2600 tonnes). À Montréal, la majorité des rejets liquides se retrouvent dans les égouts et sont « traités » par l'usine de traitement des eaux usées de la CUM. En Montérégie, certaines usines sont raccordées aux réseaux municipaux et d'autres rejettent directement dans le milieu récepteur. Les effets sur le milieu récepteur ne sont pas nécessairement connus. Pour ce qui est des émissions atmosphériques, il est difficile de quantifier quelle partie des produits rejetés à l'air se retrouvent directement ou indirectement au fleuve. On peut estimer qu'il y a plus de produits qui se retrouvent dans le fleuve par l'intermédiaire des rejets liquides directs que par les rejets à l'atmosphère. Ces derniers peuvent toutefois se déposer directement dans le fleuve ou sur les sols dans le bassin versant.

Les changements climatiques soulèvent beaucoup de questions. On peut penser aux niveaux d'eau, aux effets sur l'écosystème, aux impacts sur l'économie et sur le temps. On n'a pas de certitudes sur les effets qui découleront des changements climatiques.

Les toxiques aéroportés se retrouvent dans les eaux du fleuve suite au lessivage des terres et par dépôt direct. Dans la partie fluviale, l'apport direct est très probablement plus faible que celui provenant du lessivage des terres. Dans l'estuaire, la superficie liquide est plus grande et

peut faire que le dépôt direct prend de l'importance. Comme la majorité de ces produits sont déjà réglementés au Canada, les actions pour réduire l'apport de ces produits se font au niveau international par la signature d'entente telle que le Protocole sur les Polluants organiques persistants (POP) de la CEE/ONU signé en 1999 ou l'Accord international sur les POP qui a été signé à Stockholm en mai 2001.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

- Si cela s'avère pertinent, pouvez-vous spécifier dans quels secteurs géographiques du Saint-Laurent ces problèmes sont-ils prioritaires ? (Où devrions-nous intervenir en premier ?)

Les changements climatiques représentent un enjeu important qui est plein d'inconnus. On doit mettre en place des mesures pour diminuer les émissions des gaz à effet de serre mais on va quand même vivre des changements et on devra s'adapter au fur et à mesure.

Les émissions industrielles demeurent celles pour lesquelles on peut plus facilement agir. Il y a déjà eu beaucoup de fait au niveau des industries majeures car leur problématique était mieux documentée. Il reste à regarder la situation des petites et moyennes industries et de déterminer ce qui doit être fait. L'INRP est un des outils qui sera utile.

4. Selon-vous, que faudrait-il faire pour résoudre chacun des problèmes prioritaires ?

Thématiques :

Dans une perspective de conservation de l'environnement et de la biodiversité, les principales composantes du l'écosystème du Saint-Laurent sont analysées: eau, sédiments, habitats et biodiversité. Des personnes ressources sont sollicitées pour formuler une partie de cet avis scientifique, en fonction de leur domaine d'expertise.

Format :

Il s'agit de synthétiser votre opinion sur trois pages :

- La première page est consacrée à la question 1. Vous êtes encouragé à y annexer une illustration particulièrement éloquent (sous forme graphique).
- La seconde page est réservée à l'identification des problèmes (question 2) et à leur priorisation, incluant la dimension spatiale (question 3).

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

Dans le cadre de la planification d'une suite aux trois plans d'action sur le Saint-Laurent, le comité de gestion régional a besoin d'obtenir de la part des scientifiques du ministère, un avis éclairé sur les questions suivantes :

1. Dans le cadre de votre domaine d'expertise scientifique, quel est l'état actuel du Saint-Laurent, en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans ?

L'état actuel du Saint-Laurent en comparaison avec ce qu'il était il y a 20 ans devrait être qualifié de DIFFÉRENT. Des améliorations ont pu être démontrées de façon tangible pour certains enjeux environnementaux, notamment la baisse des éléments eutrophisants (N,P) [voir articles et rapports par Hudon (1997)], la baisse de plusieurs contaminants chimiques toxiques dans la chaîne alimentaire incluant le Mercure, les BPC et plusieurs pesticides [voir Ion et de Lafontaine (1977) et de Lafontaine et al. (1999) pour exemple chez les poissons], la réduction des rejets industriels directs au fleuve, le traitement des eaux usées des municipalités riveraines réduisant ainsi la charge des rejets au fleuve, l'augmentation de certaines populations animales [oie blanche (rétablissement assisté), Grand Corégone (rétablissement naturel)]. D'autres enjeux par contre ont subi une détérioration et une aggravation du problème, comme le déclin des pêcheries tant en eau douce qu'en eau salée, la perte des habitats riverains et plus particulièrement la progression de l'introduction d'espèces exotiques.

- Au cours des 20 dernières années, 21 nouvelles espèces exotiques ont été observées pour la première fois dans le Saint-Laurent, portant à 85 le nombre total d'espèces exotiques introduites dans le fleuve depuis 200 ans : soit le ¼ des espèces en 20 ans ! Le taux d'augmentation est actuellement « exponentiel » avec une moyenne de 1 espèce par année. Par ailleurs, ces estimés sont probablement sous-estimés, car on ne dispose pas d'informations sur l'introduction de plusieurs groupes taxonomiques (vers, parasites, microzooplancton).
- Les introductions dans le fleuve d'eau douce sont principalement associées au transfert d'organismes préalablement introduits dans les Grands Lacs. La rivière Richelieu et le bassin du lac Champlain (lié à la rivière Hudson) représentent aussi une voie d'introduction active pour le fleuve. Plus de 160 espèces introduites ont été répertoriées dans les Grands Lacs et la moitié sont encore potentiellement transférables dans le fleuve.
- La navigation maritime, les réseaux de canalisation entre bassins versants et les rejets d'aquaculture couplés aux extensions d'aire des organismes en réponse aux changements climatiques sont les principales causes d'introduction (causes anthropiques).

2. Quels sont les problèmes actuels (enjeux - pressions) et, au meilleur de votre connaissance, quels en sont les effets sur l'écosystème du Saint-Laurent ?

- Le processus est irréversible et une fois introduites, les espèces sont laissées sans contrôle et sans plan d'éradication.
- Les impacts écologiques pour le fleuve demeurent méconnus ou mal quantifiés pour la plupart des espèces introduites ; le processus de « naturalisation » ayant fait son œuvre, certaines espèces introduites depuis de nombreuses années (~ près de 100 ans) occupent maintenant une position clé dans la productivité biologique du fleuve (cas de la Carpe commune, de certains Gastéropodes, du copépode *Eurythemora affinis*, Écrevisse *Orconectes limosus*).
- Les impacts socio-économiques furent et sont encore négatifs pour certains cas d'espèces nuisibles (cas Moules zébrées, Carpe) mais positifs pour les cas d'espèces introduites volontairement (cas Truite brune, Saumon Chinook, Truite arc-en-ciel). Dans ce dernier, les impacts écologiques de ces introductions volontaires n'ont pas été quantifiés.

- Aucun plan d'action global et aucun outil législatif ou réglementaire n'existent pour **prévenir l'introduction de nouvelles espèces** dans le futur.
- Aucune stratégie visant le **contrôle de l'expansion et la croissance démographique** des espèces introduites n'existe pour stopper l'ampleur du problème.
- Aucun programme de **restauration et de conservation des habitats colonisés ou vulnérables** à la colonisation par des espèces exotiques n'est en place et aucune concertation visant la mise en œuvre de programme d'éradication d'espèces jugées prioritaires n'a été établie à ce jour, laissant ainsi libre cours à l'amplification du problème et à une perturbation soutenue de la biodiversité aquatique du Saint-Laurent.
- Outre les crises médiatiques causées par certaines cas d'espèces (Moule zébrée, Gobie à tache noire, Tanche, Châtaigne d'eau), une lacune importante de communications et de coordination face au problème est notoire et le public n'est nullement impliqué dans une perspective globale de solutionner le problème.

3. Parmi ces problèmes, quels sont ceux que vous considérez comme prioritaires et pourquoi sont-ils prioritaires (en fonction toujours des effets potentiels sur l'écosystème ou sur la santé humaine) ?

- Développer une stratégie globale axée sur un programme en quatre volets visant 1) la prévention de l'introduction de nouvelles espèces, 2) le développement de moyens de contrôle d'espèces introduites, 3) l'éradication et la restauration de cas identifiés et 4) la mise sur pied d'une politique de communication et de sensibilisation du public de façon continue afin d'assurer une gestion participative du public.

Cas prioritaires :

- Éradication des populations de Châtaigne d'eau de la rivière du Sud : Nouvellement introduite (en 1998) dans la rivière du Sud, cette plante envahissante peut envahir le Richelieu et éventuellement le lac St-Pierre et causer des dommages écologiques majeurs en éliminant par compétition la flore locale existante et par conséquent modifier la faune associée.
- Développer un programme de prévention axé sur la navigation de plaisance comme vecteur de propagation d'espèces entre le fleuve et ses tributaires.
- Évaluer les impacts des modifications d'habitats sur la propagation et la colonisation des espèces exotiques dans le Saint-Laurent.
- Développer des modèles individuels de colonisation et de propagation des espèces exotiques dans le Saint-Laurent afin d'assurer une gestion adéquate pour le contrôle des espèces nuisibles.
- Évaluer les impacts écologiques et écosystémiques des espèces introduites de façon délibérée.

Yves de Lafontaine
CSL, Biologie de l'environnement
25 mai 2001

Introduction and Transfer of Alien Aquatic Species in the Great Lakes–St. Lawrence River Basin

Yves de Lafontaine and Georges Costan
Environment Canada, St. Lawrence Centre
105 McGill St., 7th floor, Montréal, QC H2Y 2E7
Email: yves.delafontaine@ec.gc.ca

Based upon an extensive review a list was compiled and updated of alien aquatic species introduced in the Great Lakes and in the freshwater part of the St. Lawrence River (between Cornwall, ON and Montmagny, QC). Information was gathered on the presence, date and location of first report, the vector of introduction, and spatial distribution of alien species. A total of 163 species have been introduced into the Great Lakes–St. Lawrence River basin during the last two centuries and 85 species are reported in the St. Lawrence River. Most (90%) introduced species were first reported in the Great Lakes, but 10% of species were first reported in the St. Lawrence River. This suggests that, once introduced, species can be transferred within the basin by both passive (non-assisted) and active (human assisted) vectors. The rate of introduction seems to have leveled off in the Great Lakes during the last 80 years (~ 1 species per year), but is still increasing in the St. Lawrence River as a result of downstream transfer of organisms already introduced elsewhere. Estimated transfer times of species between the Great Lakes and the St. Lawrence River are highly variable among species and are independent of taxonomic groups. The presence of alien species in the river depends on the time elapsed since its first report in the Great Lakes and on the distance from the site of first observation. It is concluded that more stringent management strategies should be applied across the entire drainage basin, rather than locally, to effectively control and eliminate future introductions and to reduce species transfer within or between aquatic basins. These management strategies should be supported by adequate monitoring programs to follow up on any interventions, and to monitor their benefits.

Introduction

The introduction and invasion by alien species has become a global problem threatening the diversity and the integrity of ecosystems in all parts of the world (Carlton and Geller 1993; Cohen and Carlton 1998; Sala et al. 2000). The examination of the documented cases of aquatic species introduction allows the formulation of three generalized statements.

First, it is unequivocally recognized that the main cause of species introductions in aquatic systems has been (and still is) human activities which have practically eliminated the natural geographical barriers to the dispersion and gene flow of species across otherwise isolated watersheds and drainage basins (Drake et al. 1989; Mills et al. 1993, 1997). For legal purposes primarily, the introduction can be described as either deliberate or accidental, although this arbitrary distinction does not have consensus among scientists (see Moyle 1998). The second observation is that species introductions are an irreversible process. It is practically impossible to extirpate or eradicate species once introduced and established. In fact, introduced species are usually described as naturalized after some time. At best, control methods may help to keep the species at low levels of abundance. Third, the introduction of an alien species will have an

impact on the receiving system. The magnitude of this impact may vary between species and may not always be predictable (Leach 1995), but it would be biologically unsound to presume that an introduced species would not have any impact. Every species exploits its environment in order to feed, grow and survive.

The economic impacts of alien invaders are often readily apparent, whereas the known impacts on ecosystems may take longer and be more difficult to assess. In terms of biodiversity, the introduction of species leads to homogenization of the biota (Rahel 2000) and introduced species occasionally become the dominant component of an ecosystem (Cohen and Carlton 1998; Galatowitsch et al. 1999). Not all alien species are necessarily invasive or represent an economic or ecological nuisance, but they definitely represent a continuous and generalized (and unfortunately, sometimes accepted) problem.

In North American waters, the problem has its roots in historical settlement, and the commercial and industrial development associated with it. Species introductions have been historically accepted and even favored through deliberate introduction of imported plants and fish stockings (Dextrase and Coscarelli 1999). Invasive species have received much attention over the past 15 years following the unintentional introduction, spread, and subsequent economic and ecological impacts of both zebra and quagga mussels, *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*, (Nalepa and Schloesser 1993; Claudi and Mackie 1994). Ironically, in response to the increasing scientific and public awareness of the problem, the Great Lakes now represent one of the best (if not the best) documented aquatic systems with regards to invasive alien species. In their extensive review, Mills et al. (1993) listed 139 introduced species in the Great Lakes up to 1991.

The Great Lakes–St. Lawrence River system (Figure 1) is the largest and most economically important watershed in Canada (Government of Canada 1991). However this ecosystem has been severely impacted by human activities such as agriculture, shoreline development, urbanization and industrialization (Shear 1996). Since the first discovery trip of the Frenchman Jacques Cartier who sailed the St. Lawrence River up to Montréal in 1535, many thousands of foreign and local vessels have traveled into the St. Lawrence–Great Lakes corridor contributing to the economic development of the area. To facilitate the trade of goods within the continent, the Great Lakes were artificially connected to the Hudson River basin via the Erie Canal in 1825, and to the Illinois–Mississippi River basin via the Chicago Canal at the southern end of Lake Michigan in 1848 (Mills et al. 1999). These anthropogenic perturbations of the aquatic environment have led to the introduction, and subsequent transfer, of various alien species. (Mills et al. 1993; Mills et al. 1999; Wiley and Claudi 1999).

Despite the natural link between the Great Lakes and the St. Lawrence River, very little is known about alien species in the St. Lawrence River. Because of its geographical position at the end of the drainage basin, the St. Lawrence River is the natural outflow of water from the Great Lakes and, as such, is continuously exposed to downstream transport and colonization by organisms from upstream sources. The St. Lawrence River also represents the gateway for both local and foreign ships traveling into the Great Lakes. Between 1978 and 1996, the number of ships from foreign countries that went up the River as far as Montreal averaged 1048 per year, while only 249 vessels each year moved up into the Great Lakes as a first port of entry (Bourgeois et al.

2001). In terms of ballast capacity, the volume of water discharged in the St. Lawrence River is four times higher than that entering the Great Lakes. Montréal is by far the most important harbor for foreign shipping and receives, on average, nearly three times more foreign vessels and ballast water than the entire Great Lakes system each year. Therefore, the St. Lawrence River is definitely exposed to the introduction of alien species from outside the country, as well as to the transfer of organisms from upstream sources via natural drift or assisted by ship transport. Equally, the St. Lawrence River may very well act as a potential source of alien species to the Great Lakes via upstream transfer by shipping, or other assisted mechanisms. These are only hypotheses as there has been no study encompassing the whole basin of the Great Lakes and the St. Lawrence River.

This chapter presents an overview of the current status of alien species in the entire Great Lakes–St. Lawrence River ecosystem, and provides the first assessment for the St. Lawrence River. The relative importance of downstream versus upstream transfer of alien species between the Great Lakes and the St. Lawrence River is evaluated using a comparative approach. The objectives are threefold:

1. to compile a list of species introduced and established in the Great Lakes and in the St. Lawrence River in the last 200 years,
2. to examine the relative proportion of introduced species now found in each region, and
3. to assess and compare the historic and present rate of species introductions in each region and thereby determine the extent to which the St. Lawrence River represents a potential source of alien invasive species for the Lakes and other tributary watersheds.

For convenience, this inventory is similar to that by Mills et al. (1993) and focuses only on true freshwater aquatic species. Terrestrial plants and large vertebrates such as reptiles, birds and mammals are excluded from the analysis.

Data Collection

Data were obtained through an extensive literature search of various documents including scientific papers, books, technical reports, computerized databases, and web sites. For the St. Lawrence River, museum and herbarium collections were also examined. Relevant information on the presence, distribution and abundance of alien species was compiled in a database. Data included the scientific and common names of the species, the date and site of introduction in the Great Lakes–St. Lawrence River basin, the date and location of first report of the species in the St. Lawrence River (if present), the geographic origin of the species, and the identified vector of introduction. In the case of doubt, scientific experts in their respective fields were consulted to validate the data. Following the definition adopted by Mills et al. (1997), the date of introduction would correspond to the date of the first recorded release (or first sighting, or first discovery) or the date of first recorded collection (or first recording). In the few cases where the date of first publication was the only information available, the date of introduction was identified as prior to (<) the date of publication. The vectors of entry were grouped and coded as in Mills et al. (1993). Introduction was deliberate through agriculture or fish stocking activities, or unintentional via aquarium releases, aquaculture escapes, bait release, ship fouling, ship ballast or canals.

Alien Species In The Great Lakes–St. Lawrence Basin

A total of 163 species have been introduced in the entire Great Lakes–St. Lawrence River drainage basin (Table 1, Figure 2). Species belong to various taxonomic groups (algae, vascular plants, invertebrates, and fish), but alien amphibians have not been reported. (Benson 1999). Of that total, 160 are reported in the Great Lakes. This corresponds to an additional 21 new species since Mills et al. (1993); 13 invertebrates, 6 fish, 1 vascular plant and 1 algal species. These new additions are identified by a plus (+) sign in Table 1. Out of this group, eight invertebrates, one vascular plant and one fish species were reported after 1990 and are considered recent introductions. One mollusk species (*Pisidium moitessierianum*) which was reported only recently in 1997 was apparently introduced during the nineteenth century and might have been misidentified and confounded with another species since then (Grigorovich et al. 2000). The remaining ten species were reported before 1990 and were probably missed by Mills et al. (1993).

Of the 160 species introduced into the Great Lakes, ten are native to the St. Lawrence River and other rivers of the northeastern American coast (Table 1). This group consists of 1 alga, 2 vascular plants, 1 invertebrate and 6 fish species. Except for rainbow smelt (*Osmerus mordax*), which was deliberately introduced in Lake Michigan in 1912, the introduction of the other species into the Great Lakes was directly linked to shipping activities. Solid and liquid ballast releases are believed to have been responsible for the transfer of one alga (*Bangia atropurpurea*), one vascular plant (*Juncus gerardii*), one invertebrate (*Gammarus fasciatus*), and one fish species (*Apeltes quadratus*). Ship canals are indicated as the source of entry for four fish species. The three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) reached Lake Huron in 1980, via the Nipissing Canal (Fuller et al. 1999) while alewife (*Alosa pseudoharengus*), white perch (*Morone americana*) and sea lamprey (*Petromyzon marinus*) presumably invaded the Great Lakes via the Erie Canal (Mills et al. 1993). However, upstream migration of these species from the St. Lawrence River cannot be totally ruled out (Scott and Crossman 1973).

Since these ten species are native along the North American Atlantic coast, it is difficult to ascertain precisely whether they originated from the St. Lawrence River or from other routes. Studies on the population genetic structure of these species would provide further insight. In theory, native species would consist of several genetically distinct local populations, whereas introduced species would be characterized by lesser genetic variability. As a consequence, the analysis of genetic distance among populations of species introduced into the Great Lakes, and those from sites within their native range in North America, would identify the populations of origin and the routes of entry. For example, Hogg et al. (1999) recently compared the population structure of two species of amphipods within the Great Lakes–St. Lawrence River drainage basin. Their results showed much higher levels of genetic differentiation for the native amphipod *Hyaella azteca* relative to that calculated for the introduced species *Gammarus fasciatus* (from Lake Superior to Québec City).

Eighty-seven alien species have been introduced into the St. Lawrence River and its tributaries. Eighty-five species were observed in the St. Lawrence itself (Figure 2), and two species recently

invaded the Richelieu River, a major tributary of the St. Lawrence. Overall, only three alien species presently found in the St. Lawrence River basin have not yet been reported in the Great Lakes. These are the spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*), the cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) and the very recently introduced tench (*Tinca tinca*). The spinycheek crayfish was presumably introduced into the river from southern New York via the Lake Champlain–Richelieu River waterways in the late 1960's. It is uncertain whether these relatively new records are the result of natural expansion or unintentional introductions (Hamr 1998). This intruder is abundant in the downstream sector of the river where it has displaced, and almost eliminated, the native crayfish *Orconectes virilis* (Jean Dubé, pers. comm.). Sampling surveys conducted during summer 2000 confirmed that *O. limosus* is the dominant crayfish downstream of Montréal but is very rare upstream where *O. virilis* is still common (de Lafontaine, unpublished data). The presence of cutthroat trout in the St. Lawrence is the result of fish stocking that took place in some tributaries along the north shore of the river back in the 1940s. The introduction of tench in the upper Richelieu River was confirmed in October 1999 from specimens captured in commercial fisheries (Dumont et al. 2001). The species had escaped from fish farming ponds in 1991, following its unauthorized import from Germany in 1986. Although introduced and established in many states of the United States (Fuller et al. 1999), this is the second record of tench in Canadian waters, the former being from British Columbia lakes (Dumont et al. 2001). Given the very invasive character of this species, it is expected that tench will move downstream of the Richelieu River into the St. Lawrence River in future years. Similarly, the invasive water chestnut (*Trapa natans*) was reported in the upper Richelieu River for the first time in 1998 (Gratton 1998). The source of introduction is unknown but is most probably due to an accidental transfer by pleasure boats and trailers, a release from cultivation or an input from southern Lake Champlain and New York populations (Ann Bove, pers. comm.). Unless rapid eradication is achieved, the species will spread into the Richelieu River and eventually invade the shoreline habitats and wetlands of the St. Lawrence. Although water chestnut has been observed at some locations around the Great Lakes (Mills et al. 1993), it is still absent from the St. Lawrence River.

A total of 83 alien species occur both in the Great Lakes and the St. Lawrence River (Figure 2). About 55% (83 of 150) of the species introduced in the Great Lakes are now reported in the river. Although the number of introduced species in the Great Lakes is twice that in the St. Lawrence River, the relative proportion of the various taxonomic groups differs between the two systems. There are 2.3 times more invertebrate species, 2.3 times more fish species and 2.0 times more algal species, but only 1.3 times more vascular plant species in the Great Lakes. Vascular plant species are more important in the St. Lawrence River (50.6%) relative to those in the Great Lakes (37.5%).

The origin of alien species reported in the Great Lakes differs from those in the St. Lawrence River (Table 2). Species from Eurasia largely dominate the river (65.9%), whereas they account for only half (47.2%) of the species in the entire basin. On the other hand, the number of species from the Atlantic coast, the Mississippi River basin, and Asia are proportionally higher in the Great Lakes than in the river.

Rate of Species Introduction and Transfer

The number of alien species introductions over time follows a different pattern in the Great Lakes and the St. Lawrence River (Figure 3). In the Great Lakes, the number of species introduced in 20-year time periods have gradually increased since 1820, but somewhat leveled off at around 20–25 species per time period since 1921 (Mills et al. 1993). This translates to an average rate of introduction of about one species per year. Plant introductions dominated in the early years with some invertebrate and fish introductions reported in the late 1800s. Introductions peaked during the 1961–1980 period due to the numerous reports of new algae. During the past 20 years, 21 new species, mostly invertebrates (12) and fish (7), were introduced.

In contrast, the rate of species introductions in the St. Lawrence River follows an exponential trend since 1820 (Figure 3). Introductions peaked during the last 20-year period (1980–2000) with a total of 21 new species recorded. This is slightly higher than the average calculated for the Great Lakes. Up until 1960, introduced species were mainly vascular plants, but since then, reported species were mostly invertebrates.

The comparison of the dates of introduction for each species common to the two regions reveals that the majority of them (i.e., 65 out of 78 with known dates of introduction=83%) were first reported in the Great Lakes before being found in the St. Lawrence River. This suggests downstream transfer either via natural or anthropogenic mechanisms. For each species, the time for species transfer was estimated by calculating the difference (in years) between the date of first report in the Great Lakes and that for the St. Lawrence River (Table 1). Values vary greatly among and between taxonomic groups (Table 3). On average, downstream transfer is shortest for algae (mean=31.5 years, median=21 years), and longest for vascular plants (mean=52.0 years, median=56 years). Transfer of fish and invertebrates is usually slow, averaging 40 years. These averaged estimates are based solely on species common to both regions and do not account for the proportion of species in each group having reached the St. Lawrence River. The proportion of species first observed in the Great Lakes, and later reported in the St. Lawrence River, decreased with time (Figure 4). Nearly all species that were introduced more than 100 years ago have been transferred and reported in the river. Only 10–35% of the species introduced during the last 40 years have been reported in the river so far. The pattern is relatively independent of taxonomic groups.

Conversely, 13 species were first discovered in the St. Lawrence River before being observed in the Great Lakes. This suggests the existence of some upstream transfer of species between the river and the lakes. Twelve vascular plants were introduced in the late 1800s and early 1900s and one alga (*Nitellopsis obtusa*) was first discovered in the river in 1978. The calculated upstream transfer time for vascular plants was 25 years (median=15 years). Adding the two species (spinycheek crayfish and cutthroat trout) present only in the St. Lawrence River yields a total of 15 alien species (out of 152≈10%) first reported in the St. Lawrence River. This indicates that the river might have been the first site of introduction for these species in the Great Lakes–St. Lawrence River basin and in some cases, in North America.

The majority of alien species introduced in the Great Lakes were first reported in Lake Ontario (n=46), Lake Erie (n=38) and Lake Michigan (n=23). This is not too surprising considering that these three lakes have been, and still are subjected to, much more human activities and anthropogenic stress relative to the other lakes. Very important harbor facilities accommodating maritime traffic and large cargo ships are located in these lakes. The list of alien species in the St. Lawrence River is dominated by species first introduced into Lake Ontario (41.7%) followed by those first introduced into Lake Erie (26.7%) (Figure 5). It differs from the pattern observed for species only found in the Great Lakes, characterized by a relatively high proportion of species first introduced into Lake Erie and Lake Michigan. Species introduced into Lake Michigan are largely under-represented in the St. Lawrence River.

Spatial Distribution in the St. Lawrence River

A complete description of the actual spatial distribution and relative abundance of alien species in the St. Lawrence River is beyond the scope of this work. Evidence of the spatial extent of alien species along the St. Lawrence River was determined by compiling information on the presence and reports of each species (irrespective of its abundance) in 13 arbitrarily defined sectors between Cornwall, ON and the saltwater edge near Montmagny, QC, downstream of Québec City. Half of the species (42 of 85=50.6%) have been observed in <25% of the sectors and only one-third (26 out of 85) have been reported in >50% of the sectors. The most widely distributed species are the diatom, *Stephanodiscus binderanus*, 14 vascular plants (including purple loosestrife, *Lythrum salicaria*, and flowering rush, *Butomus ombellatus*), three invertebrates (the faucet snail, *Bithynia tentaculata*, the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, and quagga mussel, *Dreissena bugensis*), and five fish species (including common carp, *Cyprinus carpio*, the rainbow-trout, *Oncorhynchus mykiss*, and the brown trout, *Salmo trutta*). Given the very dynamic flow regime, and the relatively short length of the river (~300 km), the level of spatial heterogeneity in the presence of alien species along the river is surprising. Two factors may contribute to this apparent patchiness. First, the high diversity of habitats along the river may help to maintain some level of spatial heterogeneity in the distribution of various species as life history characteristics and habitat requirements differ. Second, many introduced species in the river may occur at very low densities and are therefore not frequently encountered or sampled. Actual data for most species are presently too scanty to adequately evaluate these possibilities.

Studies to quantify the ecological effect of alien species have generally dealt with specific cases of invasion (mostly for the Great Lakes), but the global impact of alien species on the Great Lakes - St. Lawrence ecosystem has been relatively more difficult to assess (Claudi and Leach 1999). With the exception of a study of the impact of zebra mussels on native unionid mussels (Ricciardi et al. 1996), little has been done to assess the relative impact of alien species in the St. Lawrence River. River and lake ecosystems are very different in their structure and function. It would not be legitimate to extrapolate and apply the results of lake studies to the St. Lawrence River. The ratio of alien versus indigenous species can provide a basic index of the potential impact of introduced species on the biodiversity of a system (Gido and Brown 1999 ; Whittier and Kincaid 1999 ; Prieur-Richard and Lavorel 2000 ; Rahel 2000). Such index based on species richness has been particularly useful to document the effect of invasive species in terrestrial plants communities, but not so for aquatic systems. The index requires intensive and detailed

inventory of both alien and native species, which may represent an enormous and often tedious task for some aquatic communities (e.g. benthic or planktonic communities).

Based on the most recent and very extensive account of the St. Lawrence river phytoplankton by Paquet et al. (1998) who reported 364 taxa, the number of introduced algae ($n=12$, see Table 1) represents only 3.3% of the overall phytoplanktonic community. In terms of fish community, Hall and Mills (2000) reported that alien fish species represented between 11 and 17% of the fish species richness in each of the five Great Lakes. Given an estimated total number of 93 fish species in the St. Lawrence River (Bernatchez and Giroux 1996), the relative proportion of alien fish species ($n=11$, Table 1) is 12%, similar to that reported for the Great Lakes. These estimates are however less than those calculated for northeastern small lakes where the proportion of non-native species to the lake often exceeded 25% of the overall fish assemblage (Whittier and Kincaid 1999). To further estimate fishery impacts in the St. Lawrence River, fish catch data collected on a daily basis since 1971 at the experimental fishery of the Aquarium du Québec located at Saint-Nicolas, near Québec City were examined. Considering that the alien fish present in the river were introduced a long time ago (Table 1), an attempt was made to assess their relative importance on the structure and diversity of the fish community in the St. Lawrence River. In terms of species richness, alien species accounted for 7 to 14% (mean=10%) of the total number of species (40–48 sp.) without showing any significant trend over the past 30 years (Figure 6). The percent of alien fish in the total catch was however more variable and exhibited three definite peaks reaching up to 22%. No temporal trend was evident and the peaks in relative abundance are indicative of the level of variability in recruitment and population dynamics of these alien species. Common carp (first observed in 1908 in the river) and gizzard shad (first reported in 1944) are the two numerically dominant alien fish species in that fishery, but the proportion of introduced salmonids has however increased over time. This increase is attributed to the recent stocking programs in several lakes and tributaries within the St. Lawrence River basin (Dumont et al. 1998). The present situation with regards to alien fish species in the St. Lawrence River may change dramatically in the near future with the introduction of the round goby, *Neogobius melanostomus*, into the St. Lawrence River. Downstream extension of Great Lakes distribution of the goby is expected (Table 1). First reported in fall 1997 at the experimental fishery in Saint-Nicolas, the species was reported again on the south shore of Lake St. François (near Massena, NY) and again at Saint-Nicolas in 2000. Our results further suggest that species richness is not sufficient to describe the potential relative impact of alien exotic species in an ecosystem and that index based on relative abundance or biomass of alien species relative to native species should also be looked at in order to determine ecosystem properties and responses to species introduction.

Discussion

The presence of 163 alien species in the entire Great Lakes–St. Lawrence River drainage basin is considered a conservative estimate, and the list (Table 1) is certainly not complete. As pointed out by Benson (1999), introductions of small-sized organisms or taxonomically difficult groups, have received much less attention and are less well documented. In fresh waters, taxonomic difficulties are particularly important for planktonic organisms, bryozoans, benthic worms, parasites, fungi and other pathogens. Introduced species can carry cryptic species which may not

be easily recognized by nonexperts (Carlton 1999 ; Grigorovich et al. 2000). They can also act as a disease vector for some native species (see examples cited in Dextrase and Coscarelli 1999; Goodchild 1999). A notable example is the introduction of the American crayfish, *O. limosus*, in Europe where it decimated native crayfish populations through the transfer of a pathogenic fungus (Lodge et al. 2000). Although these factors may impede our capacity to detect new species within these numerically abundant groups, it will not be surprising if, in the future, other alien species are added to the current list as a result of improved diagnostic and identification methods.

The rate of species introductions in the Great Lakes has been approximately one per year since 1920. The lack of similar indexes for other aquatic systems precludes any comparison, but intuitively the value would exceed by far the rate of species expansion due to natural causes and should therefore be considered high and indicative of a disastrous problem. The slightly lower number of new alien species reported during the past 10 years (Table 4) tends to confirm a declining trend in the species introduction as anticipated by Mills et al. (1993). Transport via ships and canals has been identified as a major vector of introductions into the Great Lakes (Locke et al. 1993; Wiley 1997; Wiley and Claudi 1999) and would be implicated as a primary or secondary cause of introductions for nearly half (Table 1) of the species. The significant increase in the number of introduced species during the 20th century was primarily a result of the change from solid ballast to water ballast in cargo ships, and probably more importantly, the opening of the Great Lakes–St. Lawrence Seaway in 1959 (Mills et al. 1993, 1999). The latter would have caused the peak in species introductions between 1960 and 1980. It is worth noting that this peak was largely due to the report of 18 new algal species, and coincided with the period of high eutrophication in the Great Lakes (Government of Canada 1991). This environmental crisis has contributed to scientific interest and increased sampling effort of phytoplankton and algae which may have favored the discovery and identification of new species.

Guidelines for regulating ballast discharged by ships entering the fresh waters of the Great Lakes–St. Lawrence River ecosystem were put forward by the Canadian Government in 1989 (Wiley and Claudi 1999) in response to the severe impacts of zebra mussel introductions in the mid 1980s, and in an attempt to reduce the number of species introductions via ships' ballast. The compliance rate to these guidelines exceeded 90% after 1993 (Wiley 1995). It is interesting to note that the number (nine) of new species reported during the last decade (1991–2000) is the lowest record for species introduction per 10–year period in the Great Lakes since 1920 (Table 4). Species introductions attributed to ships' ballast over the last 10 years have also dropped to five, as opposed to nine or ten per 10–year period between 1960 and 1990. Although it cannot be documented that the establishment of guidelines for ballast control have effectively contributed to the recent reduction in species introductions into the Great Lakes, the above results tend to support the view that the guidelines for ships' ballast control, along with other control methods, may help minimize the risk of new introductions of alien species in Canadian waters. Consequently, guidelines for ballast water exchange should be rigorously applied and compliance should be enforced for the St. Lawrence River.

More than half of the species that were introduced into the Laurentian Great Lakes have been reported in the St. Lawrence River to date. In comparison, the Hudson River has more alien

species ($n=113$) than the St. Lawrence River, but shares a lower percentage of species with the Great Lakes (48 of 139=34%) (Mills et al. 1996). This indicates that the strategic position of the St. Lawrence River, downstream end of the Great Lakes continuum, favors exchange and transfer of organisms resulting in similarity of introduced species between the two regions. The majority (90%) of species introduced into the St. Lawrence River were first introduced into the Great Lakes, particularly in Lake Ontario (Figure 5). Irrespective of the mechanisms involved, the St. Lawrence River appears to be highly exposed and vulnerable to the downstream transfer and invasion by alien species introduced upstream into the Great Lakes.

The introduction and the presence of alien species in the river does not necessarily imply the existence of established or self-maintained populations. As shown for zebra mussels in the Rhine River (Kern et al. 1994), river populations may be entirely dependent on annual recruits from reproducing populations located in upstream lakes. A similar conclusion was reached by de Lafontaine et al. (1995, 1997) who observed that zebra mussel larvae in the St. Lawrence River may have drifted from reproductive sources located as far as 250 to 500 km upstream in Lake Ontario. The extent to which similar mechanisms exist for a large proportion of alien species in the St. Lawrence River is unknown. Comparative studies of the population dynamics of alien species in lakes and rivers would be very useful.

Our results suggest that the river may represent a potential source of entry for alien species in Canada and North America. Approximately 10% of the alien species reported in the Great Lakes were first found/reported in the St. Lawrence River. Species first recorded in the river were vascular plants, introduced in the 1800s as a result of cultivation release or the discharge of solid ballast (Mills et al. 1994) in harbors of the St. Lawrence River. Although the contribution of the river as a primary receiving system to alien species seems to have been more important in the past, it is not negligible and it represents an active potential source of new introductions. The upstream transfer of these species, against the natural downstream flow of water, implies that active or human assisted mechanisms are responsible. Both foreign and domestic shipping activities are considered the most probable vector for such transport (Niimi 2000). Similar upstream transfer of organisms (i.e., the zebra mussel, the round goby) within the Great Lakes is also present as numerous species first introduced in the lower Great Lakes (Lake Ontario, Lake Erie) have spread into the upper lakes within a relatively short time period (Wiley and Claudi 1999). These lines of evidence call for the development and implementation of adequate controls to reduce the active transfer of organisms within the basin.

In theory, the probability for a species to be transferred should increase with time. Indeed this analysis suggests that species transfer within the Great Lakes–St. Lawrence basin is primarily a function of elapsed time since the first sighting (Figure 4) and the distance from the original site of entry (Figure 5). The finding that the proportion of species common to both the lakes and the river increases with the time since first reported, implies that once introduced, species will eventually spread and distribute within the entire basin. The results indicating geographic distance influences the probability of species transfer within the basin (Figure 5) support the hypothesis that species may invade and establish themselves in communicating adjacent waters more rapidly, and more successfully, than in more distant locations (Johnson and Carlton 1996). Given that 62 species introduced in the Great Lakes have not yet been reported in the river, it is

expected that the number of alien species reports in the St. Lawrence River will continue to increase in the near future. The exponential trend in species introductions in the river may well be maintained for another decade. In addition, species invasion into the St. Lawrence River may also originate from the river tributaries. The Richelieu River, which connects to Lake Champlain and the Hudson River basin, has been identified as a source of alien species to the St. Lawrence River (e.g., the spinycheek crayfish) and may well be the route for future invasions by the tench and water chestnut recently established in the upper reaches.

Perspectives

The above analysis depends entirely on the nature and the quality of the information available. To a large extent, this information is a function of the research efforts and number of studies conducted in a given region. If the probability of introducing a species is considered ecological roulette (*sensu* Carlton and Geller 1993), the discovery and the confirmation of a new species is a matter of chance and sampling effort. Despite the fact that introduction reports used to develop this report originated from many different sources with varying levels of expertise, the proportion of species transferred over time, and transfer time estimates, were relatively similar among the various taxonomic groups. Reasons for this are not obvious, but would suggest that differences in transfer mechanisms between taxonomic groups are less important than the hydrological, ecological and/or anthropogenic forces assisting the dispersion of organisms, within the Great Lakes–St. Lawrence River basin in particular. With species introductions being essentially a human-related activity, it is not surprising that first reports of alien species were often in areas of greatest anthropogenic impact, such as Lake Ontario, Lake Erie and Lake Michigan (Figure 5). As a consequence, large harbor areas and canals would represent priority monitoring sites for species introductions and transfer in the Great Lakes and St. Lawrence River. Given the number of introductions associated with live bait disposal (Litvak and Mandrak 1999), important fishing sectors permitting the use of live bait would also deserve some inspection and monitoring.

The spread of alien species throughout the Great Lakes and the St. Lawrence River has been relatively well described and monitoring is in place for a few selected species. Overall however, very little information is presently available on the actual distribution and the relative abundance of the vast majority of the alien species. The lack of adequate monitoring programs for freshwater biodiversity in Canada is largely responsible for this situation. Such information is a prerequisite to assessing the relative importance, and the actual impact, of alien species on our ecosystems. Information systems in the United States (Benson 1999) and elsewhere (Ricciardi et al. 2000) have proven to be useful for compiling and synthesizing information (e.g., Fuller et al. 1999; Galatowitsch et al. 1999; Gido and Brown 1999; Rahel 2000).

Attempts to control and manage the problem at the species level may look promising but the problem calls for a more holistic approach. Programs for chemical control of sea lamprey in the Great Lakes have resulted in enormous costs and effort over the last 50 years and millions of dollars will continue to be spent in the future (Mills et al. 1999). Despite the harvesting programs developed to counteract the northward progression of water chesnut in Lake Champlain (Hauser and Bove 1999), the species has found its way into the Richelieu River (Gratton 1998) where it is now expanding rapidly. Shifting away from species management, effort and legislation to

manage human activities contributing to species dispersal and transfer should be enhanced and strongly supported. Emphasis should be placed on the vectors of introduction and the arbitrary distinction between deliberate and accidental introductions should be dismissed.

The dynamic and open nature of aquatic systems, as well as their natural continuity within a drainage basin, allows species to distribute widely within a system. In recent years much emphasis has been dedicated to the introduction of species, but much less to their subsequent transfer. The present analysis of the Great Lakes–St. Lawrence River basin reveals that both are equally important to manage.

Acknowledgments

We wish to acknowledge the generous contribution of numerous colleagues who patiently devoted time and effort to review and validate various information and details for this work. Our sincere thanks to Mrs. Fanny Delisle who compiled most of the information and for her assistance in validating information on vascular plants, Mrs. Christiane Hudon and Chantal Vis for their algal data, Paul Harrison, Gerald Mackie, Premek Hamr, Ed Crossman and Pierre Dumont for their help with algae, molluscs, crayfish and fish information. Denise Séguin and François Boudreault prepared the final maps.

References

- Benson, A. 1999. Documenting over a century of aquatic introductions in the United States. Pages 1–31 in R. Claudi and J.H. Leach, eds. *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Bernatchez, L. ; Giroux, M. 1996. *Guide des poissons d'eau douce du Québec et leur distribution dans l'Est du Canada*. 2nd ed., Éditions Broquet, L'Acadie, Qué.
- Bourgeois, M.; Gilbert, M.; Cusson, B. 2001. Évolution du trafic maritime en provenance de l'étranger dans le Saint-Laurent de 1978 à 1996 et implications pour les risques d'introduction d'espèces aquatiques non indigènes. *Rapp. tech. can. sci. hal. aquat.* 2338 : 34p.
- Carlton, J.T. 1999. Molluscan invasions in marine and estuarine communities. *Malacologia* 41(2):439–454.
- Carlton, J.T.; Geller, J. 1993. Ecological roulette: the global transport and invasion of nonindigenous marine organisms. *Science* 261:78–82.
- Claudi, R.; Mackie, G.L., eds.. 1994. *Practical manual for zebra mussel monitoring and control*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Cohen, A.N.; Carlton, J.T. 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279:555–558.

de Lafontaine, Y.; Lapierre, L.; Henry, M.; Grégoire, Y. 1995. Abondance des larves de Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et de Quagga (*Dreissena bugensis*) aux abords des centrales hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies. Environnement Canada – région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport scientifique et technique ST-14, 52 p.

de Lafontaine, Y.; Cusson, B. 1997. Veligers of zebra mussels in the Richelieu River: an intrusion from Lake Champlain. Pages 30–41 in Proceedings of the second northeast conference on nonindigenous aquatic nuisance species. Burlington, VT, 18–19 April 1997, Connecticut Sea Grant College Program, University of Connecticut, Groton, CT.

Dextrase, A.J.; Coscarelli, M.A. 1999. Intentional introductions of nonindigenous freshwater organisms in North America. Pages 61–98 in R. Claudi and J.H. Leach, eds. Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Drake, J.A.; Mooney, H.A.; di Castri, F.; Groves, R.H.; Kruger, F.J.; Rejmanek, M.; Williamson, M., eds. 1989. Ecology of biological invasions: a global perspective. John Wiley & Sons, New York, NY.

Dumont, P. ; Bergeron, J.F. ; Dulude, P. ; Mailhot, Y. ; Rouleau, A. ; Ouellet, G. ; Lebel, J.-P. 1988. Introduced salmonids: where are they going in Quebec watersheds of the Saint-Laurent River? Fisheries 13 : 9-17.

Dumont, P. ; Vachon, N. ; Leclerc, J. ; Guibert, A. 2001. Introduire délibérément un poisson au Canada peut être facile : l'exemple de l'implantation de la tanche (*Tinca tinca*) dans le sud du Québec. Pages 000-000 in R. Claudi, eds. Alien invasive species : a threat to Canadian biodiversity.

Fuller, P.L.; Nico, L.G.; Williams, J.D. 1999. Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. American Fisheries Society, Special Publication 27, Bethesda, MD. 613 p.

Galatowitsch, S.M.; Anderson, N.O.; Ascher, P.D. 1999. Invasiveness in wetland plants in temperate North America. Wetlands 19:733–755.

Gido, K.B.; Brown, J.H. 1999. Invasion of North American drainages by alien fish species. Freshwater Biology 42:387–399.

Goodchild, C.D. 1999. Ecological impacts of introductions associated with the use of live baitfish. Pages 181–195 in R. Claudi and J.H. Leach, eds. Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Government of Canada. 1991. The state of Canada's environment. Ottawa, ON.

Gratton, L. 1998. Espèces végétales exotiques envahissantes du milieu riverain. Pages 13–16 in *Compte rendu atelier sur les espèces exotiques envahissantes*. Parcs Canada, Service de la Conservation des Écosystèmes, Québec, QC.

Hall, S.R. ; Mills, E.L. 2000. Exotic species in large lakes of the world. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3 : 105-135.

Hamr, P. 1998. Conservation status of Canadian freshwater crayfishes. Prepared for the World Wildlife Fund and the Canadian Nature Federation. 87 p.

Hauser, M.W.; Bove, A.E. 1999. Importance of consistent, adequate resources for aquatic nuisance species management: a case study of water chesnut (*Trapa natans*) in Lake Champlain. Page 44 in *Proceedings of the 9th International Zebra Mussel and Aquatic Nuisance Species Conference*, Duluth, MN 26-30 April 1999. The Professional Edge, Pembroke, ON.

Hogg, I.D.; Eadie, J.M.; de Lafontaine, Y. 1999. Passive dispersal among fragmented habitats: the population genetic consequences for freshwater and estuarine amphipods. Pages 307–326 in F.R. Schram and J.C. von Vaupel Klein, eds. *Crustaceans and the biodiversity crisis*. *Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress*, Brill Publishing, Boston, MA.

Johnson, L.E.; Carlton, J.T. 1996. Post-establishment spread in large-scale invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Ecology* 77: 1686—1690.

Kern, R.; Borchering, J.; Neumann, D. 1994. Recruitment of a freshwater mussel with a planktonic life-stage in running waters – Studies on *Dreissena polymorpha* in the River Rhine. *Arch. Hydrobiol.* 131: 385–400.

Leach, J.H. 1995. Non-indigenous species in the Great Lakes: were colonization and damage to ecosystem health predictable? *J. of Aquatic Ecosystem Health* 4:117–128.

Litvak, M.K. ; Mandrak, N.E. 1999. Baitfish trade as a vector of aquatic introductions. Pages 163–180 in R. Claudi and J.H. Leach, eds. *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Locke, A.; Reid, D.M.; van Leeuwen, H.C.; Sprules, W.G.; Carlton, J.T. 1993. Ballast water exchange as a means of controlling dispersal of freshwater organisms by ships. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 2086–2093.

Lodge, D.M.; Taylor, C.A.; Holdich, D.M.; Skurdal, J. 2000. Nonindigenous crayfishes threaten North American freshwater biodiversity: lessons from Europe. *Fisheries* 25:7–20.

Mills, E.D.; Leach, J.H.; Carlton, J.T.; Secor, C.L. 1993. Exotic species in the Great Lakes: a history of biotic crises and anthropogenic introductions. *J. Great Lakes Res.* 19:1–54.

Mills, E.D.; Leach, J.H.; Carlton, J.T.; Secor, C.L. 1994. Exotic species and the integrity of the Great Lakes. Lessons from the past. *Bioscience* 44(10): 666–676.

Mills, E.D.; Strayer, D.L.; Scheuerell, M.D.; Carlton, J.T. 1996. Exotic species in the Hudson River basin: a history of invasions and introductions. *Estuaries* 19(4):814–823.

Mills, E.D.; Scheuerell, M.D.; Carlton, J.T.; Strayer, D. 1997. Biological invasions in the Hudson River basin. New York State Museum Circular No. 57, 51 p.

Mills, E.D.; Chrisman, J.R.; Holeck, K.T. 1999. The role of canals in the spread of non-indigenous species in North America. Pages 347–379 in R. Claudi and J.H. Leach, eds. *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Moyle, P. 1998. Effects of invasive fish species on freshwater and estuarine systems in California. Pages 16–19 in *Proceedings of the 8th International Zebra Mussel and Aquatic Nuisance Species Conference*, Sacramento, CA, 16–19 March 1998, The Professional Edge, Pembroke, ON.

Nalepa, T.F.; Schloesser, D.W., eds. 1993. *Zebra mussels: biology, impacts and control*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Niimi, A.J. 2000. Role of vessel transit patterns on exotic species introductions to the Great Lakes. *Dreissena* 11(1):1–10.

Prieur-Richard, A-H. ; Lavorel, S. 2000. Invasions : the perspective of diverse plant communities. *Austral Ecology* 25 : 1-7.

Rahel, F.J. 2000. Homogenization of fish faunas across the United States. *Science* 288:854–856.

Ricciardi, A.; Steiner, W.W.M.; Mack, R.N.; Simberloff, D. 2000. Toward a global information system for invasive species. *Bioscience* 50:239–244.

Ricciardi, A.; Whoriskey, F.G.; Rasmussen, J.B. 1996. Impact of the *Dreissena* invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:1434–1444.

Sala, O.E.; Chapin, F.S. III; Armesto, J.J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber-Sannwald, E.; Huenneke, L.; Jackson, R.B.; Kinsig, A.; Leemans, R.; Lodge, D.M.; Mooney, H.A.; Oesterheld, M.; Poff, N.L.; Sykes, M.T.; Walker, B.H.; Walker, M.; Wall, D.H. 2000. Biodiversity scenarios for the year 2010. *Science* 287:1770–1774.

Scott, W.B.; Crossman, E.J. 1973. *Freshwater fishes of Canada*. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 184, Ottawa, ON.

Shear, H. 1996. The development and use of indicators to assess the state of ecosystem health in the Great Lakes. *Ecosystem Health* 2:241–258.

Whittier, T.R.; Kincaid, T.M. 1999. Introduced fish in northeastern USA lakes : regional extent, dominance, and effect on native species richness. *Trans. Am. Fish. Soc.* 128 : 769-783.

Wiley, C.J. 1995. Ballast water control:overview of the Canadian approach. Pages 489–494 *in* Proceedings of the Fifth International Zebra Mussel & Other Aquatic Nuisance Organisms Conference. Toronto, ON. The Professional Edge, Pembroke, ON.

Wiley, C.J. 1997. The aquatic nuisance species: nature, transport and regulation. Pages 55–64 *in* F.M. D'Itri, ed., *Zebra Mussels and aquatic nuisance species*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.

Wiley, C.J.; Claudi, R. 1999. The role of ships as a vector of introduction for non-indigenous freshwater organisms, with focus on the Great Lakes. Pages 203–213 *in* R. Claudi and J.H. Leach, eds. *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Table 1. List of alien species introduced into the Great Lakes and the St. Lawrence River. The reported date of introduction is given for each region and the site of first report is given for the Great Lakes.

Taxon	Species	Family	Origin	Vector*	Great Lakes		St. Lawrence R	
					Date	Site**	Date	
Algae	<i>Actinocyclus normanii form subsalsa</i>	Bacillariophyceae	Northern Europe	S(BW)	1938	LO		
	<i>Biddulphia laevis</i>	Bacillariophyceae	Africa	S(BW)	1978	LM		
	<i>Chaetoceros hohnii</i>	Bacillariophyceae	Unknown	S(BW)	1978	LH		
	<i>Cyclotella atomus</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1964	LM		
	<i>Cyclotella cryptica</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1964	LM		
	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1946	LM		<1998
	<i>Cyclotella woltereki</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1964	LM		
	<i>Diatoma ehrenbergii</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1937	LM		Unknown
	<i>Skeletonema potamos</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1963	LE		1996
	<i>Skeletonema subsalsum</i>	Bacillariophyceae	Baltic sea	S(BW)	1973	LE		1995
	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	Bacillariophyceae	Eurasia	S(BW)	1938	LM		1955
	<i>Stephanodiscus subtilis</i>	Bacillariophyceae	Eurasia	S(BW)	1946	LM		
	+ <i>Terpsinoe musica</i>	Bacillariophyceae	Unknown	Unknown	1978	LM		
	<i>Thalassiosira guillardii</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1973	LE		Unknown
	<i>Thalassiosira lacustris</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	<1978	LE		
	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1973	LE		1994
	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	Bacillariophyceae	Widespread	S(BW)	1962	LE		Unknown
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Chlorophyceae	Atlantic	R(A)	1926	LO		1995
	<i>Enteromorpha prolifera</i>	Chlorophyceae	Atlantic	Unknown	1979	LSC		1999
	<i>Nielloopsis obtusa</i>	Chlorophyceae	Eurasia	S(BW)	1983	LSC		1978
	<i>Hymenomonas roseola</i>	Chrysophyceae	Eurasia	S(BW)	1975	LH		
	<i>Bangia atropurpurea</i>	Rhodophyceae	Atlantic N. coast	S(BW),S(F)	1964	LE		IND
	<i>Chroodactylon ramosus</i>	Rhodophyceae	Atlantic	S(BW)	1964	LE		<1982
	<i>Sphacelaria fluviatilis</i>	Sphacelariaceae	Asia	S(BW)	1975	LM		
	<i>Sphacelaria lacustris</i>	Sphacelariaceae	Unknown	S(BW)	1975	LM		
Plants	<i>Conium maculatum</i>	Apiaceae	Eurasia	R(C)	<1843			1832
	+ <i>Pistia stratiotes</i>	Araceae	South-east US	R(C)	2000	LE		
	<i>Cirsium palustre</i>	Asteraceae	Eurasia	Unknown	<1950	LS		1821
	<i>Pluchea odorata var. purpurescens</i>	Asteraceae	Atlantic	R(A)	1916	LE		
	<i>Pluchea odorata var. succulenta</i>	Asteraceae	Atlantic	Unknown	<1950	LO		
	<i>Solidago sempervirens</i>	Asteraceae	Atlantic	R(A)	1969	LM		IND
	<i>Sonchus arvensis</i>	Asteraceae	Eurasia	R(A)	1865	LO		1862
	<i>Sonchus arvensis var. glaberescens</i>	Asteraceae	Eurasia	R(A)	1902	LE		
	<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsaminaceae	Asia	R(C)	1912	LH		1943
	<i>Alnus glutinosa</i>	Betulaceae	Eurasia	R(C)	<1913			
	<i>Myosotis scorpioides</i>	Boraginaceae	Eurasia	R(C)	1886	LO		1903

Taxon	Species	Family	Origin	Vector*	Great Lakes		St. Lawrence I
					Date	Site**	Date
	<i>Rorippa nasturtium</i> var. <i>aquaticum</i>	Brassicaceae	Eurasia	R(C)	1847	LO	1970
	<i>Rorippa sylvestris</i>	Bassicaceae	Eurasia	S(SB),R(C)	1884	LO	1934
	<i>Butomus umbellatus</i>	Butomaceae	Eurasia	S(SB)	1930	LM	1905
	<i>Cabomba caroliniana</i>	Cabombaceae	Southern US	R(AQ),R(A)	1935	LM	
	<i>Stellaria aquatica</i>	Caryophylliaceae	Eurasia	Unknown	1894	LSC	1965
	<i>Chenopodium glaucum</i>	Chenopodiaceae	Eurasia	RH	1867	LO	1904
	<i>Carex acutiformis</i>	Cyperaceae	Eurasia	Unknown	1951	LM	
	<i>Carex disticha</i>	Cyperaceae	Eurasia	NBS	1866	LO	1927
	<i>Carex flacca</i>	Cyperaceae	Eurasia	Unknown	1896	LE	1975
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Haloragaceae	Eurasia	R(AQ),S(F)	1949	LE	1945
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Hydrocharitaceae	Rideau Canal	R(AQ),R(D)	1972	LO	1932
	<i>Iris pseudacorus</i>	Iridaceae	Eurasia	R(C)	1886	LO	1943
	<i>Juncus compressus</i>	Juncaceae	Eurasia	R(A)	1895	LE	1904
	<i>Juncus gerardii</i>	Juncaceae	Atlantic	S(SB)	1862	LM	IND
	<i>Juncus inflexus</i>	Juncaceae	Eurasia	Unknown	1922	LO	
	<i>Lycopus asper</i>	Labieae	Mississippi	R(A)	1892	LE	1942
	<i>Lycopus europaeus</i>	Labieae	Eurasia	S(SB)	1903	LO	1964
	<i>Mentha gentilis</i>	Labieae	Eurasia	R(C)	1915	LO	1890
	<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	Eurasia	R(C)	1933	LH	1935
	<i>Mentha spicata</i>	Lamiaceae	Eurasia	R(C)	<1843	WID	1821
	<i>Lythrum salicaria</i>	Lythraceae	Eurasia	S(SB),C	1869	LO	1865
	<i>Marsilea quadrifolia</i>	Marcileaceae	Eurasia	R(C)	1925	LE	
	<i>Nymphoides peltata</i>	Menyanthaceae	Eurasia	R(A)	1930	LE	1950
	<i>Najas marina</i>	Najadaceae	Eurasia	S(BW)	1864	LO	1901
	<i>Najas minor</i>	Najadaceae	Eurasia	R(D)	1934	LE	
	<i>Potamogeton crispus</i>	Najadaceae	Eurasia	R(D),S(F)	1879	LO	1932
	<i>Epilobium hirsutum</i>	Onagraceae	Eurasia	R(A);S(SB)	1874	LO	1940
	<i>Epilobium parviflorum</i>	Onagraceae	Eurasia	Unknown	1966	LM	
	<i>Agrostis gigantea</i>	Poaceae	Eurasia	R(C)	1884	LS	1981
	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Poaceae	Eurasia	R(C)	1882	LE	1899
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	Eurasia	R(C),S(SB)	<1843	WID	1862
	<i>Glyceria maxima</i>	Poaceae	Eurasia	R(C),S(SB)	1940	LO	
	<i>Poa trivialis</i>	Poaceae	Eurasia	R(C),S(SB)	<1843	WID	1899
	<i>Puccinellia distans</i>	Poaceae	Eurasia	S(SB),RH	1893	LO	1984
	<i>Polygonum caespitosum</i> var. <i>longisetum</i>	Polygonaceae	Asia	Unknown	1960	LE	
	<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	Unknown	Unknown	<1843	WID	1945
	<i>Rumex longifolius</i>	Polygonaceae	Eurasia	R(C)	1901	LS	1960
	<i>Rumex obtusifolius</i>	Polygonaceae	Eurasia	Unknown	<1840	WID	1821
	<i>Lysimachia nummularia</i>	Primulaceae	Eurasia	R(C)	1882	LO	1895
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Primulaceae	Eurasia	R(C)	1913	LO	
	<i>Rhamnus frangula</i>	Rhamnaceae	Eurasia	R(C)	<1913	LO	1970

Taxon	Species	Family	Origin	Vector*	Great Lakes		St. Lawrence R
					Date	Site**	Date
	<i>Salix alba</i>	Salicaceae	Eurasia	R(C)	<1886	WID	1945
	<i>Salix fragilis</i>	Salicaceae	Eurasia	R(C)	<1886	WID	1945
	<i>Salix purpurea</i>	Salicaceae	Eurasia	R(C)	<1886	WID	1943
	<i>Veronica beccabunga</i>	Scrophulariaceae	Eurasia	S(SB),R(C)	1915	LO	1905
	<i>Solanum dulcamara</i>	Solanaceae	Eurasia	R(C)	<1843	WID	1891
	<i>Sparganium glomeratum</i>	Sparganiaceae	Eurasia	Unknown	1941	LS	1931
	<i>Trapa natans</i> †	Trapaceae	Eurasia	R(A),R(AQ)	<1959	LO	1998
	<i>Typha angustifolia</i>	Typhaceae	Eurasia	C,R(A)	1880s	LO	<1935
Invertebrate	<i>Argulus japonicus</i>	Argulidae	Asia	R(F), R(AQ)	<1988	LM	
	<i>Bithynia tentaculata</i>	Bithyniidae	Eurasia	S(SB),R(D)	1871	LM	1914
	<i>Eubosmina coregoni</i>	Bosminidae	Eurasia	S(BW)	1966	LM	1994
	+ <i>Eriocheir sinensis</i>	Branchiura	Asia	S(BW)	1965	LO	
	<i>Orconectes limosus</i>	Cambaridae	North America	Unknown			<1970
	+ <i>Orconectes rusticus</i>	Cambaridae	Mississippi	Unknown	1960	LS	
	<i>Bythotrephes cederstroemi</i>	Cercopagidae	Eurasia	S(BW)	1984	LH	
	+ <i>Cercopagis pengoi</i>	Cercopagidae	Eurasia	S(BW)	1998	LO	
	<i>Cordylophora caspia</i>	Clavidae	Unknown	R(A)	1956	LE	
	<i>Corbicula fluminea</i>	Corbiculidae	Asia	R(A),R(AQ)	1980	LE	
	+ <i>Corophium mucronatum</i>	Corophiidae	Ponto-Caspian	Unknown	1997	LSC	
	<i>Tanysphyrus lemnae</i>	Curculionidae	Eurasia	Unknown	<1943	?	
	+ <i>Daphnia lumholtzi</i>	Daphniidae	Australia	Unknown	1999	LE	
	<i>Skistodiaptomus pallidus</i>	Diaptomidae	Mississippi	R(A),R(F)	1967	LO	
	<i>Dreissena bugensis</i>	Dreissenidae	Eurasia	S(BW)	1989	LO	1992
	<i>Dreissena polymorpha</i>	Dreissenidae	Eurasia	S(BW)	1986	LSC	1989
	+ <i>Echinogammarus ischnus</i>	Gammaridae	Eurasia	S(BW)	1995	LE	1997
	<i>Gammarus fasciatus</i>	Gammaridae	Atlantic	S(SB),S(BW)	<1940	?	IND
	<i>Gillia altilis</i>	Hydrobiidae	Atlantic	C	1918	LO	
	+ <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Hydrobiidae	New Zealand	Unknown	1991	LO	
	+ <i>Lophopodella carteri</i>	Lophopodidae	Asia	S(F)	1934	LE	1989
	<i>Radix auricularia</i>	Lymnaeidae	Eurasia	R(AQ), R(A)	1901	LM	1996 ?
	<i>Ripistes parasita</i>	Naididae	Eurasia	S(BW)	1980	LH	1983
	<i>Eurytemora affinis</i>	O: Calanoida	Widespread	S(BW)	1958	LO	1992
	<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	Petasidae	Asia	R(A)	1933	LE	
	<i>Dugesia polychroa</i>	Planariidae	Eurasia	S(BW)	1968	LO	1968
	+ <i>Ichthyocotylurus pileatus</i>	Plathelmintha	Europe	R(F)	1994	LSC	
	<i>Elimia virginica</i>	Pleuroceridae	Atlantic	C	1860	LE	
	<i>Glugea hertwigi</i>	Protozoa	Eurasia	R(F)	1960	LE	1980
	<i>Myxobolus cerebralis</i>	Protozoa	Europe	R(F)	1968	LE	
	+ <i>Sphaeromyxa sevastopoli</i>	Protozoa	Black Sea	R(F)	1994	LSC	
	<i>Aeromonas salmonicida</i>	Pseudomonadacea	Unknown	R(F)	<1902	WID	Unknown
	<i>Acentropus niveus</i>	Pyralidae	Eurasia	R(A)	1950	LE/LO	
	<i>Pisidium amnicum</i>	Sphaeriidae	Eurasia	S(SB)	1897	LO	1978
	+ <i>Pisidium henslowanum</i>	Sphaeriidae	Europe	Unknown	1905	WID	<1980

Taxon	Species	Family	Origin	Vector*	Great Lakes		St. Lawrence R
					Date	Site**	Date
Fishes	+ <i>Pisidium moitessierianum</i>	Spaeriidae	Europe	S(SB)	<1894	LE	
	+ <i>Pisidium supinum</i>	Spaeriidae	Europe	Unknown	1959	LO	
	<i>Sphaerium corneum</i>	Sphaeriidae	Eurasia	Unknown	1924	LO	1977
	<i>Branchiura sowerbyi</i>	Tubificidae	Asia	R(A)	1951	LM	
	<i>Phallodrilus aquaedulcis</i>	Tubificidae	Eurasia	S(BW)	1983	LO	
	<i>Lasmigona subveridis</i>	Unionidae	Atlantic	C	<1959	LE	
	<i>Valvata piscinalis</i>	Valvatidae	Eurasia	S(SB)	1897	LO	1991
	<i>Cipangopaludina chinensis</i> var. <i>malleatus</i>	Viviparidae	Asia	R(AQ)	1931	LO	<1980
	<i>Cipangopaludina japonica</i>	Viviparidae	Asia	R(D)	1940s	LE	
	<i>Viviparus georgianus</i>	Viviparidae	Mississippi	R(AQ)	<1906	LM	<1977
	<i>Enneacanthus gloriosus</i>	Centrarchidae	Eastern coast U.S.	R(AQ),R(F)	1971	LO	
	<i>Lepomis humilis</i>	Centrarchidae	Mississippi	R(A),R(AQ)	1929	LE	
	<i>Lepomis microlophus</i>	Centrarchidae	Mississippi	R(D), R(AC)	1928	LM	
	<i>Alosa pseudoharengus</i>	Clupeidae	Atlantic N. coast	C	1873	LO	IND
	+ <i>Alosa aestivalis</i>	Clupeidae	Atlantic N. coast	C	1995	LO	
	+ <i>Dorosoma cepedianum</i>	Clupeidae	Mississippi	C	1848	LE	1944
	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Cobitidae	Eastern Asia	R(A)	1939	LH	
	<i>Carassius auratus</i>	Cyprinidae	Asia	R(D),R(AQ)	<1878	WID	Unknown
	+ <i>Ctenopharyngodon idella</i>	Cyprinidae	Asia	R(D)	1986	LE	
	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Eurasia	R(C),R(D)	1879	LE	1908
	+ <i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Cyprinidae	Asia	R(C)	1995	LE	
	<i>Notropis buechanani</i>	Cyprinidae	Mississippi	R(F)	1979	LSC	
	<i>Phenacobius mirabilis</i>	Cyprinidae	Mississippi	R(F)	1950	LE	
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae	Caspian-Aral Seas	R(F)	1955s	LE	1990
	<i>Tinca tinca</i>	Cyprinidae	Europe	R(A)			1991
	<i>Apeltes quadracus</i>	Gasterosteidae	Atlantic N. coast	S(BW)	1986	LS	IND
	+ <i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gasterosteidae	Atlantic N. coast	C	1980	LH	IND
	<i>Neogobius melanostomus</i>	Gobiidae	Eurasia	S(BW)	1990	LSC	1997
	<i>Proterorhinus marmoratus</i>	Gobiidae	Eurasia	S(BW)	1990	LSC	
	<i>Noturus insignis</i>	Ictaluridae	Atlantic N. coast	C,R(F)	1928	LO	1971
	<i>Osmerus mordax</i>	Osmeridae	Atlantic N. coast	C,R(F)	1912	LM	IND
	<i>Morone americana</i>	Perchichthyidae	Atlantic N. coast	C	1950	LO	IND
	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Percidae	Eurasia	S(BW)	1986	LS	
	<i>Petromyzon marinus</i>	Petromyzontidae	Atlantic N. coast	C,S(F)	1835	LO	IND
	+ <i>Platichthys flesus</i>	Pleuronectidae	Europe	Unknown	1974	LE	
	<i>Gambusia affinis</i>	Poeciliidae	Mississippi	R(D)	1923	LM	
	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(A),R(F)	1956	LS	
	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(D)	1933	LE	1972
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(D)	1876	LH	1950
	<i>Oncorhynchus nerka</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(D)	1950	LO	
	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(D)	1967	LM/LS	1983
	+ <i>Oncorhynchus clarki</i>	Salmonidae	Pacific N. coast	R(A)			1941

Taxon	Species	Family	Origin	Vector*	Great Lakes	St. Lawrence R
					Date	Site**
						Date
	<i>Salmo trutta</i>	Salmonidae	Eurasia	R(D)	1883	LO/LM
						1890

* R(D): Deliberate; R(AQ): Release of aquarium; R(C): Release of cultivation; R(F): Release of organisms with bait or other fish; R(A): Release accidental; S(BW): Shipping with ballast water; S(SB): Shipping with solid ballast; S(F): Shipping with fouling; C: Canals.

**LO: Lake Ontario; LE: Lake Erie; LSC: Lake St. Clair; LH: Lake Huron; LM: Lake Michigan; LS: Lake Superior ; WID : Widespread.

† : Species introduced in the Richelieu River.

Table 2. Origin of alien species introduced into the Great Lakes basin and in the St. Lawrence River.

Origin	Great Lakes & St. Lawrence		St. Lawrence River	
	n	%	n	%
Eurasia	76	47.2	56	65.9
Europe	11	6.8	4	4.7
Asia	15	9.3	4	4.7
North America — west coast	5	3.1	4	4.7
North America — east coast	23*	14.3	5	5.9
North America — Mississippi basin	11	6.8	3	3.5
Others + Unknown	20	12.4	9	10.6

* Including the nine species that are endemic to the St. Lawrence River

Table 3. Mean ($\pm$ standard deviation), median and range of estimated transfer times between the Great Lakes and the St. Lawrence River for taxonomic groups.

Taxonomic group	Species (n)	Time difference (years)				
		Mean	($\pm$ s.d.)	Median	Minimum	Maximum
Algae	8	31.5	(19.1)	21	17	69
Vascular plants	31	52.0	(28.4)	56	2	123
Invertebrates	17	41.7	(33.5)	43	1	95
Fishes	10	38.4	(30.0)	35	7	96
Vascular Plants (upstream transfer)	12	-25.2	(34.5)	-15	-3	-129

Table 4. Relative number of alien species reported per 10-year period since 1900 for shipping related vectors, canals, other vectors and unknown sources of introduction.

Time period	Shipping	Canals	Other vectors	Unknown	Total
1901-1910	2		5		7
1911-1920		1	8		9
1921-1930	1		7	2	10
1931-1940	5		9		14
1941-1950	1	1	5	4	11
1951-1960	2	1	6	3	12
1961-1970	10		4	1	15
1971-1980	11	1	4	2	18
1981-1990	9		2		11
1991-2000	5	1	1	2	9

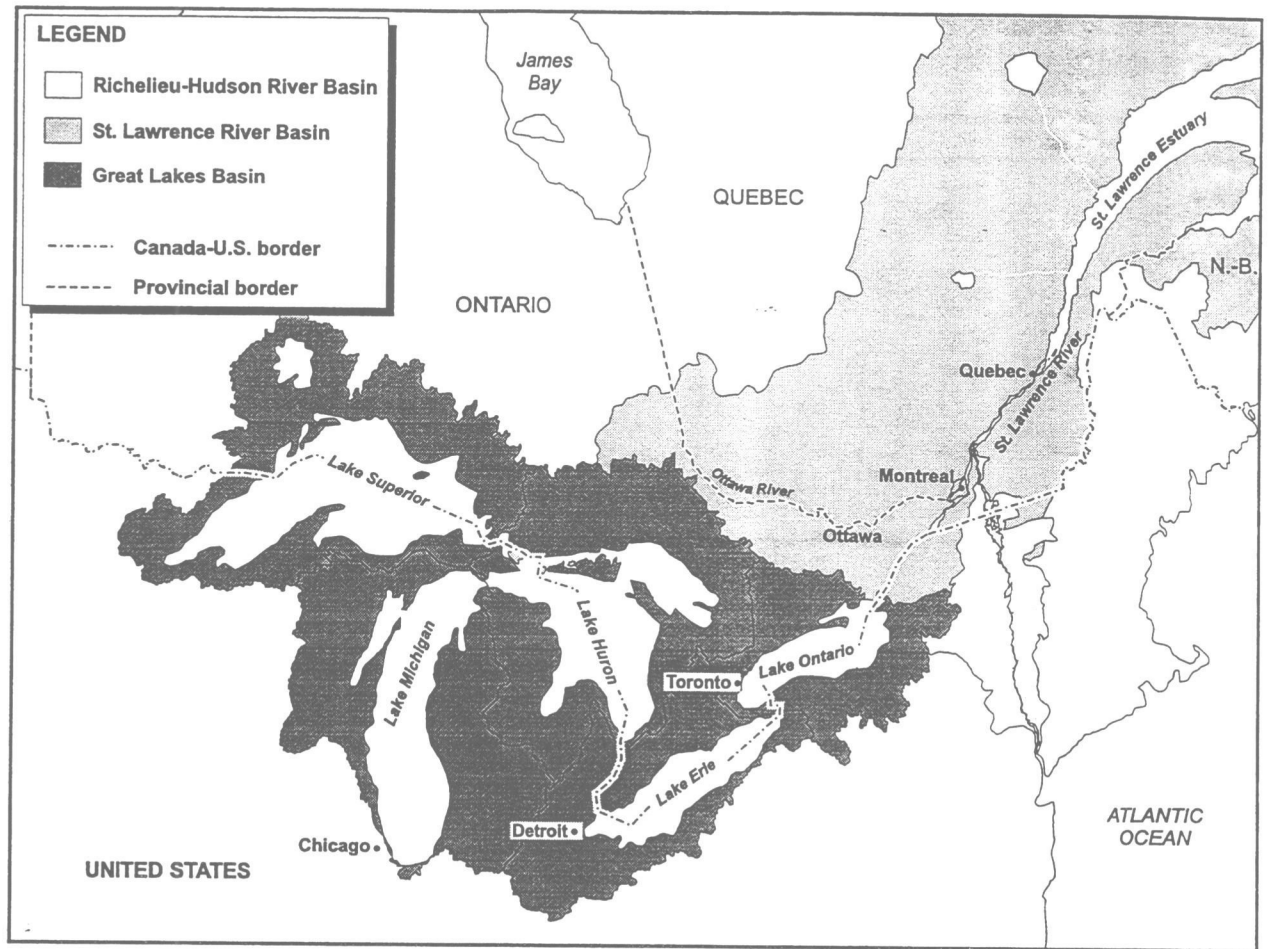


Figure 1. Map of the Great Lakes–St. Lawrence River drainage basin, with identification of major locations cited in the text.

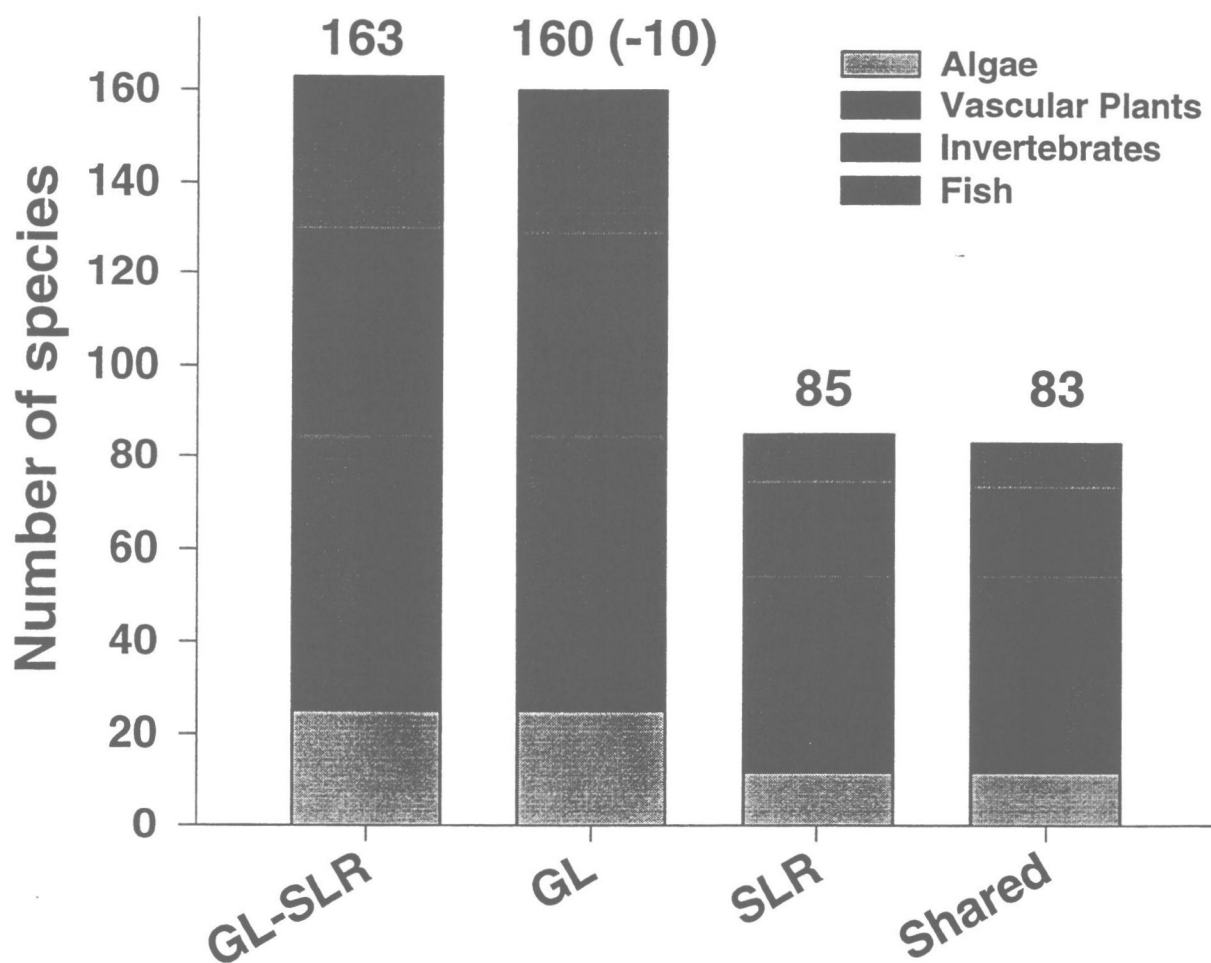


Figure 2. Number of alien species reported in the Great Lakes and in the St. Lawrence River drainage basin. Note that 10 species introduced into the Great Lakes (GL) are endemic to the St. Lawrence River.

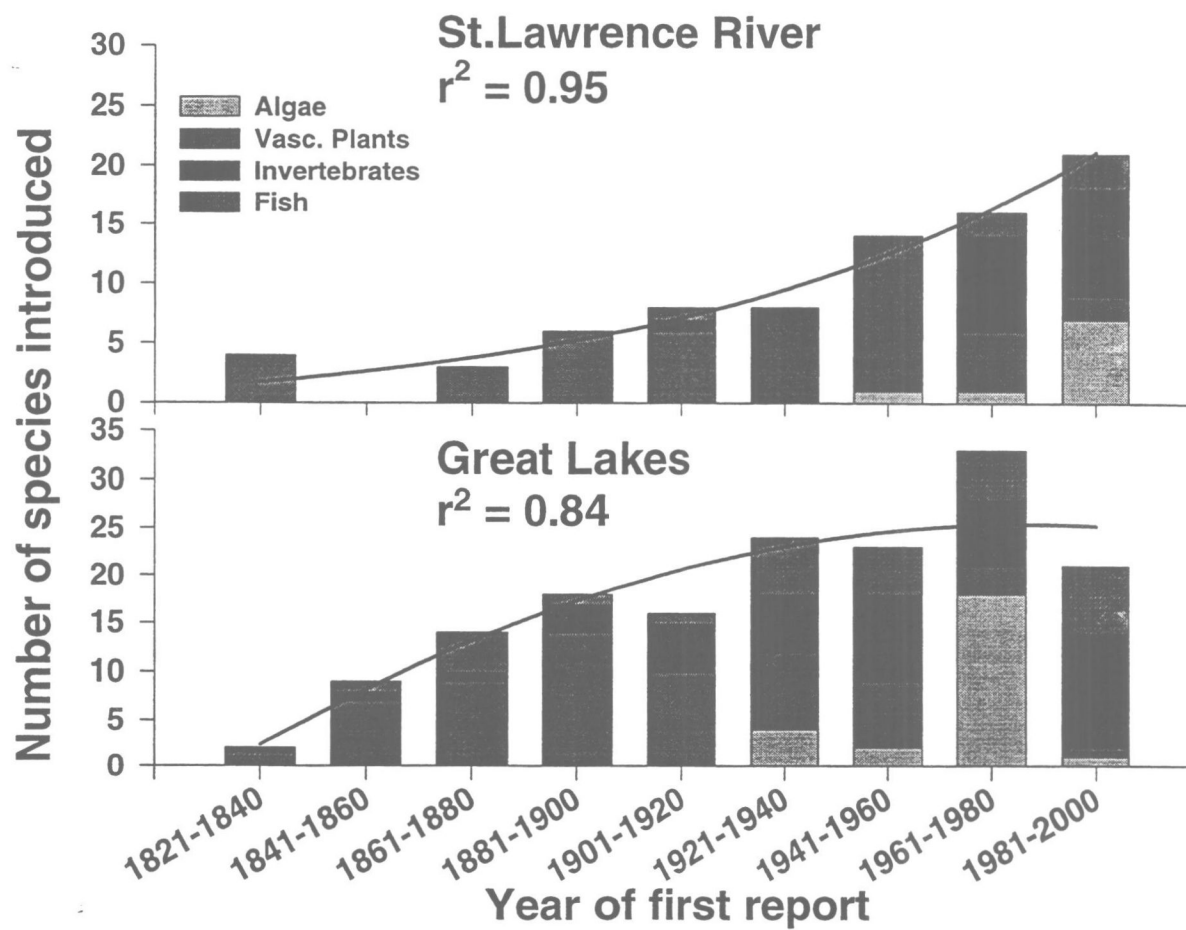


Figure 3. Temporal succession of species introductions in the St. Lawrence River and in the Great Lakes sorted by taxonomic groups.

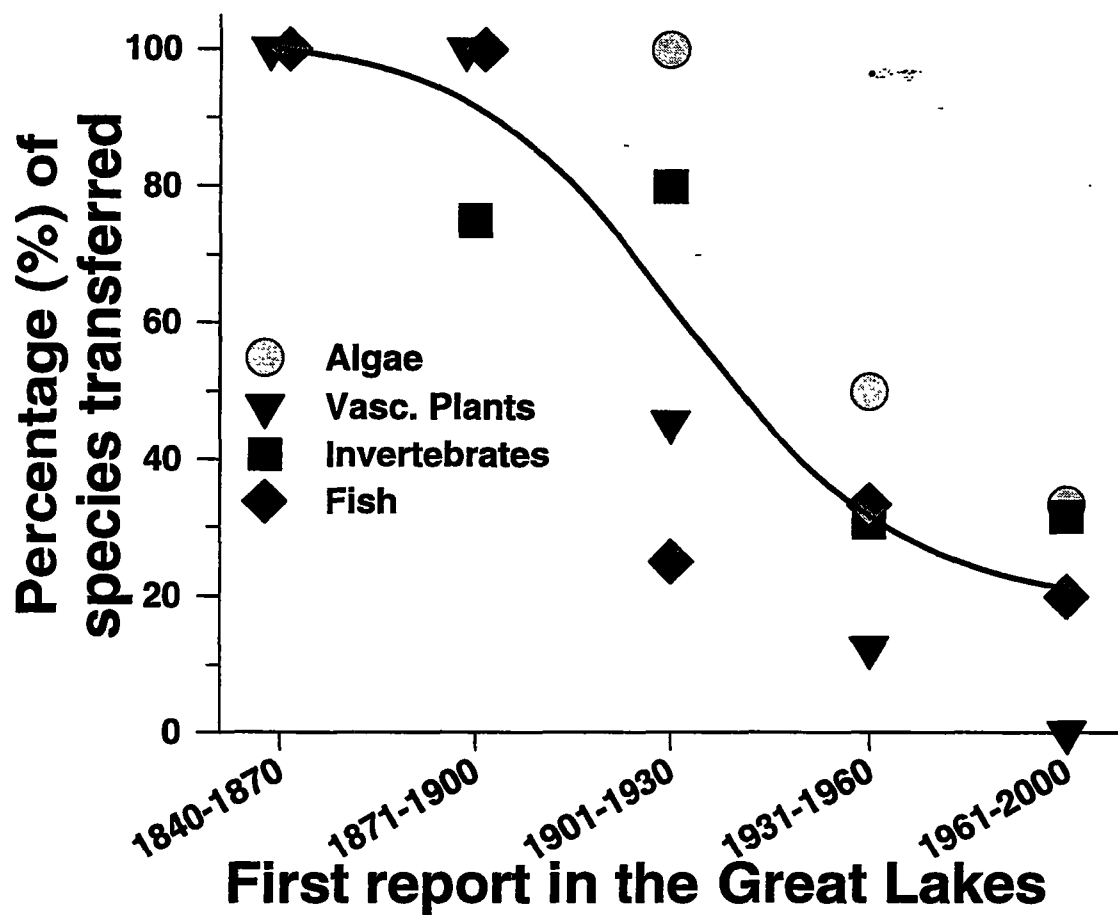


Figure 4. Proportion of species transferred from the Great Lakes into the St. Lawrence River as a function of year of first report in the Great Lakes.

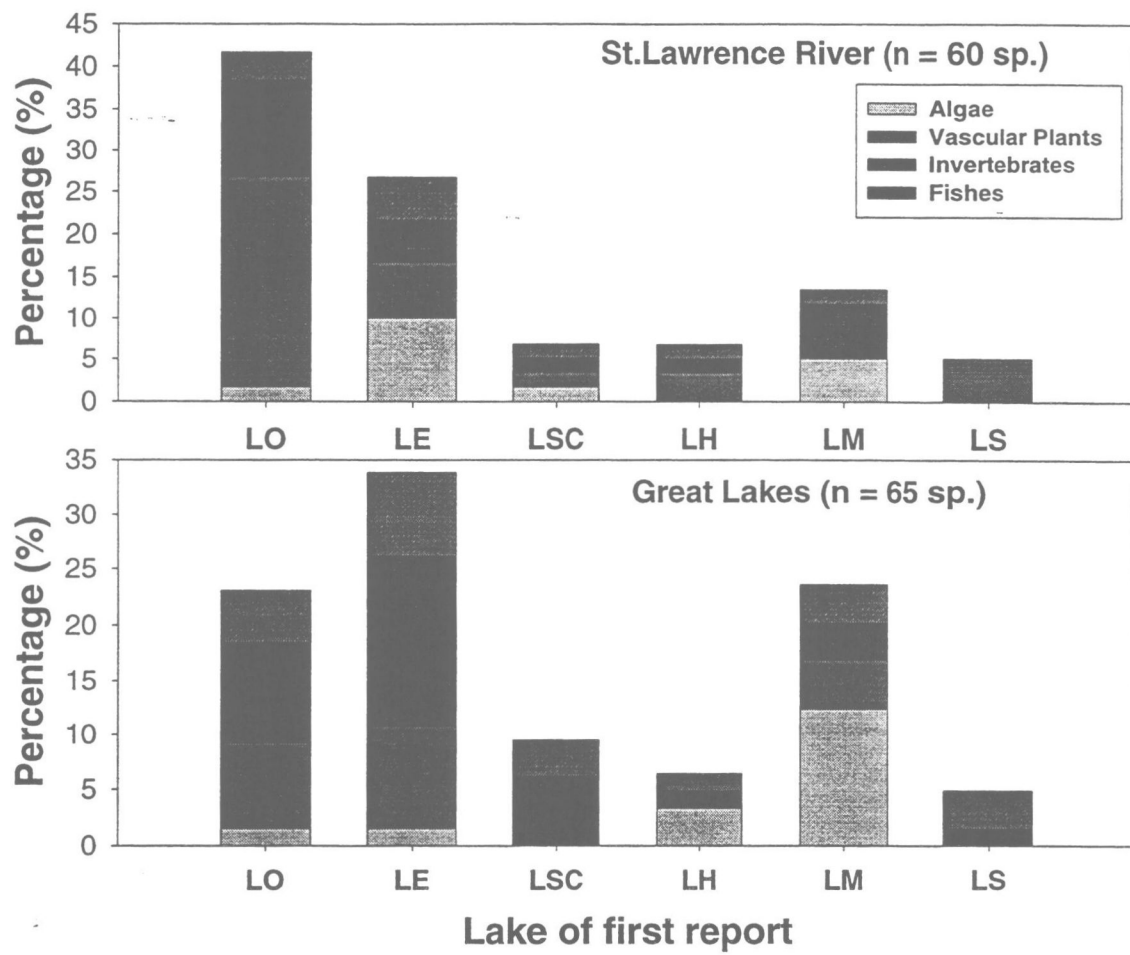


Figure 5. Relative proportion of alien species found in the St. Lawrence River (top panel) and in the Great Lakes only (bottom panel) as a function of the lake of first introduction.

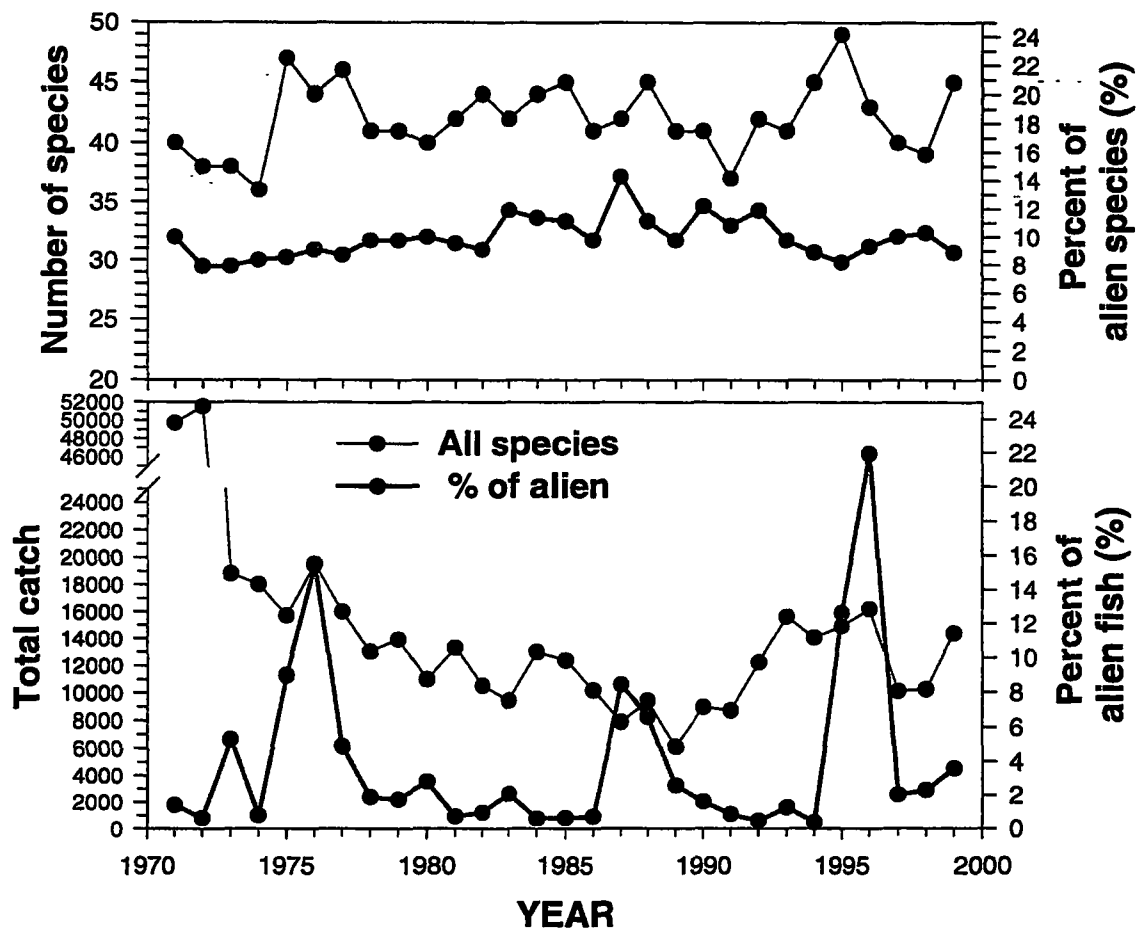


Figure 6. Relative importance of alien fish species in the fish community of the St. Lawrence River at Saint-Nicolas between 1971 and 1999.

AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE SAINT-LAURENT

1. Comparaison avec la situation il y a 20 ans

Mon travail ne m'appelait pas à m'intéresser au Saint-Laurent y a 20 ans, mais si je me fie aux résultats des travaux scientifiques, j'ai la conviction que le fleuve est en général plus propre qu'à l'époque. Les taux des contaminants traditionnels, dont plusieurs proviennent de sources industrielles ponctuelles (HAP, BPC, métaux), sont maintenant à des niveaux acceptables dans le fleuve excepté dans certaines zones géographiquement restreintes considérées comme des points chauds.

En ce qui concerne d'autres stress comme le parasitisme, peu de données permettent d'établir des comparaisons. Depuis le début des années 1990, les médias ont attiré l'attention sur les poissons aveugles, ce qui signifierait que les taux de certains parasites pourraient être en hausse. Le parasitisme par le Ver du phoque chez les poissons de fond dans plusieurs zones du golfe du Saint-Laurent a indéniablement augmenté au cours des 20 dernières années.

2. Les problèmes actuels et leurs effets

À mon avis, le fleuve Saint-Laurent fait face à quatre problèmes importants.

Présence d'agents stressants (agresseurs??) sublétaux. Ces agents sont difficiles à détecter car ils ne peuvent être mesurés par des moyens toxicologiques conventionnels. Des contaminants traditionnels (BPC, HAP, métaux) en faibles concentrations, ou des substances moins bien connues comme les surfactants peuvent être mis en cause. Un stress subléthal potentiel important est le dérèglement endocrinien (hormonal??). Certains produits chimiques peuvent à de très faibles concentrations se fixer aux récepteurs endocriniens d'un organisme, y compris ceux intervenant dans la différenciation sexuelle et la reproduction, ce qui leur vaut l'appellation « d'analogues endocriniens » (simulateurs hormonaux ou endocriniens?) ou de « perturbateurs hormonaux ». Ces produits chimiques peuvent à la longue abaisser les niveaux de populations de composantes importantes de la faune du Saint-Laurent, d'où un impact majeur sur la faune du Saint-Laurent au fil des années. Nous avons décelé des signes de dérèglement endocrinien (hormonal?) chez des Queues à tâche noire du Saint-Laurent, un poisson fourrage (poisson proie) important, du lac Saint-Louis à l'île Saint-Ours qui se trouve plus de 40 km en aval. D'après les preuves que nous avons recueillies, les eaux usées urbaines feraient partie des sources de contaminants mais ne seraient pas les seules en cause. Il pourrait y avoir des sources diffuses comme l'agriculture, et les eaux en provenance de tributaires, y compris la rivière des Outaouais, peuvent transporter ces contaminants. D'après nos expériences en laboratoire, cela pourrait comporter des risques pour la santé humaine puisque les effets peuvent être transmis le long de la chaîne alimentaire.

D'autres agents stressants (agresseurs?) non létaux comprennent des parasites qui ont un effet pathologique sur le poisson. L'exposition à des contaminants sublétaux peut aussi réduire la résistance au parasitisme et à la maladie, et par le fait contribuer au déclin

des populations. La Douve de l'œil, qui entraîne la cécité chez le poisson, est propagée par les Goélands dont la population le long du Saint-Laurent accuse une augmentation vertigineuse dans les 30 dernières années. Ces oiseaux se sont adaptés à l'étalement urbain et ont proliféré autour des agglomérations, se nourrissant à même les déchets qu'elles produisent. De plus, plusieurs parasites peuvent avoir un effet d'addition ou de synergisme avec les contaminants pour tuer les poissons, ce qui rend les poissons infectés encore plus vulnérables aux effets toxiques. Les parasites sont largement répandus dans le fleuve, et leur distribution varie entre les espèces, mais les résultats obtenus à ce jour démontrent que certains parasites augmentent en aval des effluents urbains.

Changements climatiques et niveaux d'eaux. Les prévisions des scénarios de changements climatiques indiquent que les niveaux d'eau dans le fleuve Saint-Laurent baisseront de plus d'un mètre en l'espace de quelques décennies. Les observations faites à ce jour appuient ces scénarios. De tels changements auront des effets sur tout le système (Saint-Laurent-Grands Lacs???) et la gestion de ses eaux. Les terres humides sont menacées, et partant, la plupart de la faune qui en dépend. D'autre part, on peut s'attendre à ce que le parasitisme par des parasites pathogènes progresse. Les résultats actuels indiquent que la régularisation et la stabilisation du débit de l'eau amplifient le parasitisme par la Douve de l'œil chez les poissons et les amphibiens.

La perte d'habitat est l'une des plus grandes menaces pour l'écosystème du fleuve Saint-Laurent, et bien qu'elle ne soit pas uniquement liée aux changements climatiques, j'ai rattaché cette menace à cette catégorie. D'autres facteurs sont l'urbanisation, l'agriculture et le développement.

Introduction d'espèces. L'accélération des transports et une plus grande globalisation des marchés ???laissent prévoir l'introduction de nouvelles espèces. On considère aujourd'hui que les introductions d'espèces constituent l'une des plus sérieuses menaces pour les écosystèmes dans le monde (planétaires??). Le système fluvial dans son ensemble est menacé. Des parasites pathogènes introduits peuvent être dévastateurs pour les écosystèmes aquatiques. De plus, des organismes génétiquement modifiés peuvent aussi constituer un danger pour l'intégrité de l'écosystème.

Qualité de l'eau. Étant donné la diminution actuelle des ressources en eau à travers le monde, la qualité de l'eau douce pour la consommation humaine est inestimable. Pourtant, le Saint-Laurent est menacé par des pathogènes bactériens et parasitiques qui peuvent provoquer des maladies et des lésions chez les humains. Les sources comprennent les eaux usées et l'agriculture.

3. Solutions

Une solide connaissance de la structure et de la fonction du fleuve Saint-Laurent est essentielle pour la compréhension des effets des divers stress et menaces sur le Saint-Laurent. Nous devons apprendre quels organismes l'habitent, et comment ils interviennent dans l'écosystème. Pour cela, nous devons adopter une approche multidisciplinaire sur ? tous les niveaux trophiques en mettant en commun (en intégrant??) l'expertise dans les différents domaines. Des indicateurs écosystémiques utiles peuvent être développés pour obtenir des prédictions valables. Une quantité

considérable de renseignements peut être obtenue par l'étude de groupes auxquels on s'est peu intéressé jusqu'ici, tels les invertébrés et les parasites.

Des solutions plus spécifiques comprennent :

Présence d'agents stressants (agresseurs?) sublétaux. Les sources de ces agents doivent être identifiées afin que les eaux puissent être traitées de façon convenable. De plus, les produits chimiques eux-mêmes doivent être caractérisés relativement à leurs effets sur les organismes et le rôle des organismes dans l'environnement. Des études intégrées multidisciplinaires sont nécessaires pour déterminer les effets combinés des agents anthropiques (contaminants) et naturels (parasites) sur les animaux, afin de déterminer quelles populations sont les plus à risque dans le long terme.

Changements climatiques et niveaux d'eau. De nombreuses composantes de l'écosystème doivent être évaluées et surveillées en vue de comprendre adéquatement la structure et la fonction de l'écosystème, incluant des groupes peu étudiés tels les invertébrés et les parasites qui peuvent fournir des renseignements importants sur la chaîne alimentaire. Tout changement apporté à la réglementation doit être suivi. Pour cela, une stratégie proactive de gestion adaptative doit être appliquée, afin que toutes mesures réglementaires adoptées puissent être suivies et étudiées pour vérifier leur efficacité. La gestion doit être adaptative, c'est-à-dire que l'on doit être en mesure de réagir rapidement par de nouvelles stratégies advenant que celles en place s'avèrent inefficaces ou nuisibles.

Introductions d'espèces. Pour documenter les introductions, nous devons en premier lieu avoir une bonne idée de ce qui se trouve dans la rivière. Il est donc essentiel de bien connaître la structure et la fonction de l'écosystème et les interactions avec la chaîne alimentaire (ou des interactions à l'intérieur de la chaîne alimentaire???). Si l'on découvre une espèce, il faut, au tout début de la phase de colonisation, prendre les moyens pour limiter sa propagation. Une mesure préventive impliquant des dispositions législatives est naturellement préférable. Pour les poissons génétiquement modifiés utilisés en aquaculture, il faut connaître leur capacité à interagir avec la faune présente dans le fleuve en tant que compétiteurs potentiels et réservoirs de maladies et de parasitisme.

Qualité de l'eau. Pour assurer une bonne qualité de l'eau, il importe d'appliquer un excellent traitement aux eaux usées. De plus, les apports agricoles doivent être limités ou traités. Sans cela, nous nous exposons à des infections par des virus, des bactéries et des parasites en provenance d'une variété de sources. Avec les changements climatiques, on peut s'attendre à ce que certains pathogènes atteignent des densités encore plus élevées et que d'autres puissent se propager vers le nord. L'agriculture est au nombre des autres sources qu'il faudra éventuellement contrôler. Nous avons besoin de techniques de dépistage rapides et efficaces pour surveiller la qualité de l'eau dans le fleuve.

Soumis par ::

David J. Marcogliese
Chercheur, -Centre Saint-Laurent

